aws

개발자 가이드

AWS 데이터베이스 암호화 SDK

AWS 데이터베이스 암호화 SDK: 개발자 가이드

Table of Contents

AWS Database Encryption SDK란 무엇입니까?

> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

AWS Database Encryption SDK는 데이터베이스 설계에 클라이언트 측 암호화를 포함할 수 있는 소프트웨어 라이브러리 세트입니다. AWS Database Encryption SDK는 레코드 수준 암호화 솔루션을 제공합니다. 암호화할 필드와 데이터의 신뢰성을 보장하는 서명에 포함할 필드를 지정합니다. 전송 중 및 유휴 상태의 중요 데이터를 암호화하면 일반 텍스트 데이터를 AWS을 포함한 제3자가 사용할 수 없게 하는 데 도움이 됩니다. AWS Database Encryption SDK는 Apache 2.0 라이선스에 따라 무료 제공됩니다.

이 개발자 가이드는 시작할 수 있도록 아키텍처 소개, 데이터 보호 방법에 대한 세부 정보, 서버 측 암호화와의 차이점, 애플리케이션의 중요한 구성 요소 선택에 대한 지침을 포함하여 AWS Database Encryption SDK의 개념적 개요를 제공합니다.

AWS Database Encryption SDK는 속성 수준 암호화로 Amazon DynamoDB를 지원합니다. DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리 버전 3.x는 Java용 DynamoDB Encryption Client를 대대적으로 재작성한 것입니다. 여기에는 새로운 구조화된 데이터 형식, 향상된 멀티테넌시 지원, 검색 가능한 암호화, 원활한 스키마 변경 지원 등 많은 업데이트가 포함되어 있습니다.

AWS Database Encryption SDK에는 다음과 같은 이점이 있습니다.

데이터베이스 애플리케이션을 위해 특별히 설계됨

AWS Database Encryption SDK를 사용하기 위해 암호화 전문가가 될 필요는 없습니다. 구현에는 기존 애플리케이션과 함께 작동하도록 설계된 헬퍼 방법이 포함됩니다.

필수 구성 요소를 생성 및 구성한 후, 암호화 클라이언트는 사용자가 데이터베이스에 레코드를 추가할 때 레코드를 투명하게 암호화 및 서명하고, 검색할 때 이를 확인하고 복호화합니다.

보안 암호화 및 서명 포함

AWS Database Encryption SDK에는 고유한 데이터 암호화 키를 사용하여 각 레코드의 필드 값을 암호화한 다음 레코드에 서명하여 필드 추가 또는 삭제, 암호화된 값 교환과 같은 무단 변경으로부터 레코드를 보호하는 보안 구현이 포함되어 있습니다.

모든 소스의 암호화 자료 사용

AWS Database Encryption SDK는 키링을 사용하여 레코드를 보호하는 고유한 데이터 암호화 키를 생성, 암호화 및 복호화합니다. 키링은 해당 데이터 키를 암호화하는 래핑 키를 결정합니다.

AWS Key Management Service(AWS KMS) 또는 AWS CloudHSM와 같은 암호화 서비스를 포함하여 모든 소스의 래핑 키를 사용할 수 있습니다. AWS Database Encryption SDK에는 AWS 계정 또는 AWS서비스가 필요하지 않습니다.

암호화 자료 캐싱 지원

AWS KMS 계층적 키링은 Amazon DynamoDB 테이블에 유지되는 AWS KMS 보호 브랜치 키를 사용한 다음 암호화 및 복호화 작업에 사용되는 브랜치 키 자료를 로컬로 캐싱하여 AWS KMS 호출 수를 줄이는 암호화 자료 캐싱 솔루션입니다. 이를 통해 레코드를 암호화하거나 복호화할 때마다 AWS KMS를 호출하지 않고도 대칭 암호화 KMS 키로 암호화 자료를 보호할 수 있습니다. AWS KMS 계층적 키링은 AWS KMS에 대한 호출을 최소화해야 하는 애플리케이션에 적합합니다.

검색 가능한 암호화

전체 데이터베이스를 복호화하지 않고도 암호화된 레코드를 검색할 수 있는 데이터베이스를 설계할 수 있습니다. 위협 모델 및 쿼리 요구 사항에 따라 검색 가능한 암호화를 사용하여 암호화된 데이터베이스에 대해 정확한 일치 검색 또는 보다 사용자 정의된 복잡한 쿼리를 수행할 수 있습니다.

멀티테넌트 데이터베이스 스키마 지원

AWS Database Encryption SDK를 사용하면 각 테넌트를 고유한 암호화 자료로 격리하여 공유 스키마로 데이터베이스에 저장된 데이터를 보호할 수 있습니다. 데이터베이스 내에서 암호화 작업을 수행하는 사용자가 여러 명인 경우 AWS KMS 키링 중 하나를 사용하여 각 사용자에게 암호화 작업에 사용할 고유 키를 제공합니다. 자세한 내용은 멀티테넌트 데이터베이스 작업 섹션을 참조하세요.

원활한 스키마 업데이트 지원

AWS Database Encryption SDK를 구성할 때 암호화하고 서명할 필드, 서명할 필드(암호화하지 않음), 무시할 필드를 클라이언트에 알려주는 암호화 작업을 제공합니다. AWS Database Encryption SDK를 사용하여 레코드를 보호한 후에도 데이터 모델을 변경할 수 있습니다. 단일 배포에서 암호화된 필드 추가 또는 제거와 같은 암호화 작업을 업데이트할 수 있습니다.

오픈 소스 리포지토리에서 개발

AWS Database Encryption SDK는 GitHub의 오픈 소스 리포지토리에서 개발되었습니다. 이러한 리포지토리를 사용하여 코드를 보고, 문제를 읽고 제출하고, 구현과 관련된 정보를 찾을 수 있습니다.

AWS Database Encryption SDK for DynamoDB

- DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리 - aws-database-encryption-sdk-dynamodb-java

  DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리 버전 3.x는 사양, 이를 구현하기 위한 코드 및 테스트용 증명을 작성하는 검증 인식 언어인 Dafny의 AWS Database Encryption SDK 제품입니다. 그 결과 기능적 정확성을 보장하는 프레임워크에서 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB의 기능을 구현하는 라이브러리가 탄생했습니다.

지원 및 유지 관리

AWS Database Encryption SDK에서는 버전 관리 및 수명 주기 단계를 포함하여 AWS SDK 및 도구에서 사용하는 것과 동일한 유지 관리 정책을 사용합니다. 데이터베이스 구현을 위해 사용 가능한 최신 버전의 AWS Database Encryption SDK를 사용하고 새 버전이 출시되면 업그레이드하는 것이 모범 사례입니다.

자세한 내용은 AWS SDK 및 도구 참조 가이드에서 AWS SDK 및 도구 유지 관리 정책을 참조하세요.

피드백 보내기

우리는 여러분의 의견을 환영합니다. 질문이나 의견이 있거나 보고해야 할 문제가 있는 경우 다음 리소스를 사용하십시오.

AWS Database Encryption SDK에서 잠재적인 보안 취약점을 발견한 경우 AWS 보안 팀에 알리세요. 공개적으로 GitHub 문제를 작성하지 마십시오.

이 설명서에 대한 피드백을 제공하려면 이 페이지의 피드백 링크를 사용하십시오.

AWS 데이터베이스 암호화 SDK 개념

> 클라이언트 측 암호화 라이브러리는 데이터베이스 암호화 SDK로 이름이 변경되었습니다. AWS 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

이 항목에서는 데이터베이스 암호화 SDK에서 사용되는 개념과 용어에 대해 설명합니다. AWS

AWS 데이터베이스 암호화 SDK의 구성 요소가 상호 작용하는 방식을 알아보려면 을 참조하십시오. AWS Database Encryption SDK 작동 방식

AWS 데이터베이스 암호화 SDK에 대한 자세한 내용은 다음 항목을 참조하십시오.

- AWS 데이터베이스 암호화 SDK가 봉투 암호화를 사용하여 데이터를 보호하는 방법을 알아보세요.
- 엔빌로프 암호화의 구성 요소인 레코드를 보호하는 데이터 키와 데이터 키를 보호하는 래핑 키에 대해 알아봅니다.
- 사용하는 래핑 키를 결정하는 키링에 대해 알아봅니다.
- 암호화 프로세스에 무결성을 더하는 암호화 컨텍스트에 대해 알아봅니다.
- 암호화 메서드가 레코드에 추가하는 자료 설명에 대해 알아봅니다.
- AWS Database Encryption SDK에 암호화하고 서명할 필드를 알려주는 암호화 작업에 대해 알아봅니다.

주제

- 봉투 암호화
- 데이터 키
- 래핑 키
- 키링
- 암호화 작업
- 자료 설명
- 암호화 컨텍스트
- 암호화 구성 요소 관리자
- 대칭 및 비대칭 암호화
- 키 커밋
- 디지털 서명

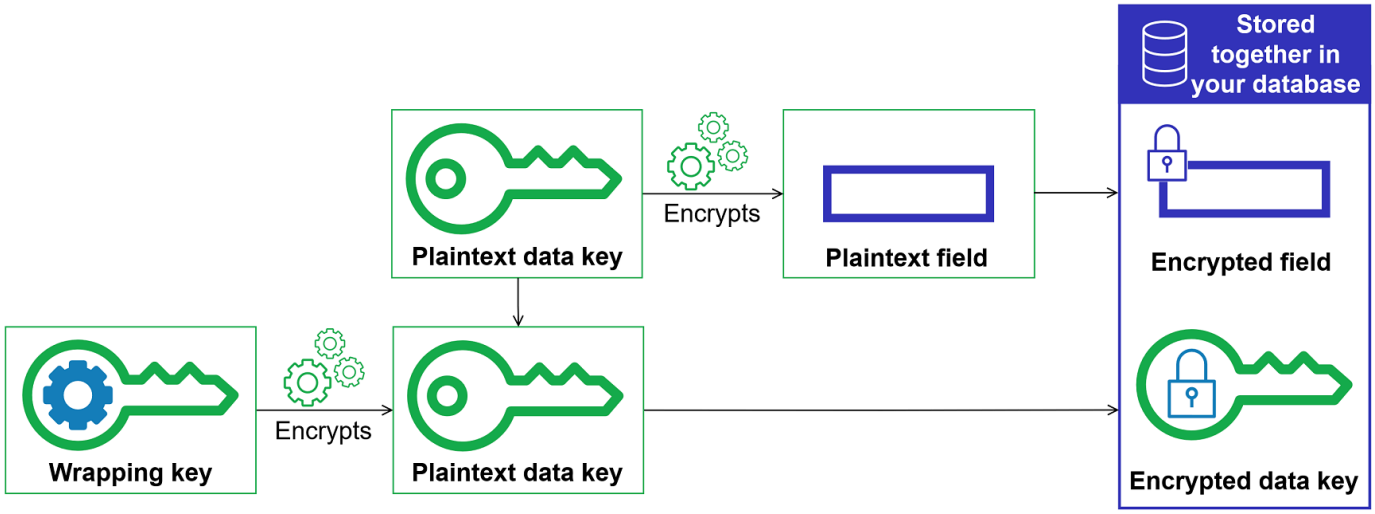
봉투 암호화

암호화된 데이터의 보안은 부분적으로 복호화할 수 있는 데이터 키를 보호하는 데 달려 있습니다. 데이터 키를 보호하기 위해 널리 인정되는 모범 사례 중 하나는 데이터 키를 암호화하는 것입니다. 이렇게 하려면 키-암호화 키 또는 래핑 키라고 하는 또 다른 암호화 키가 필요합니다. 래핑 키를 사용하여 데이터 키를 암호화하는 방법을 봉투 암호화라고 합니다.

데이터 키 보호

AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 고유한 데이터 키로 각 필드를 암호화합니다. 그러면 지정한 래핑 키에서 각 데이터 키가 암호화됩니다. 암호화된 데이터 키를 자료 설명에 저장합니다.

래핑 키를 지정하려면 키링을 사용합니다.



여러 개의 래핑 키로 동일한 데이터 암호화

여러 개의 래핑 키로 데이터 키를 암호화할 수 있습니다. 사용자마다 다른 래핑 키를 제공하거나, 유형이나 위치가 다른 래핑 키를 제공할 수 있습니다. 각 래핑 키는 동일한 데이터 키를 암호화합니다. AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 모든 암호화된 데이터 키를 자료 설명의 암호화된 필드와 함께 저장합니다.

데이터를 복호화하려면 암호화된 데이터 키를 복호화할 수 있는 래핑 키를 적어도 한 개 제공해야 합니다.

여러 알고리즘의 강점 결합

데이터를 암호화하기 위해 AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 기본적으로 AES-GCM 대칭 암호화, HMAC 기반 키 도출 함수 (HKDF) 및 ECDSA 서명이 포함된 알고리즘 제품군을 사용합니다. 데이터 키를 암호화하려면 래핑 키에 적합한 대칭 또는 비대칭 암호화 알고리즘을 지정할 수 있습니다.

일반적으로 대칭 키 암호화 알고리즘이 비대칭 또는 퍼블릭 키 암호화보다 빠르고 더 작은 사이퍼텍스트를 생성합니다. 그러나 퍼블릭 키 알고리즘은 고유한 역할 구분을 제공합니다. 각각의 장점을 결합하려면 퍼블릭 키 암호화를 사용하여 데이터 키를 암호화할 수 있습니다.

가능하면 키링 중 하나를 사용하는 것이 좋습니다. AWS KMS AWS KMS 키링을 사용할 때는 비대칭 AWS KMS key RSA를 래핑 키로 지정하여 여러 알고리즘의 장점을 결합하도록 선택할 수 있습니다. 대칭 암호화 KMS 키를 사용할 수도 있습니다.

데이터 키

데이터 키는 AWS 데이터베이스 암호화 SDK가 암호화 작업에서 표시된 레코드의 필드를 암호화하는 데 사용하는 암호화 키입니다. `ENCRYPT_AND_SIGN` 각 데이터 키는 암호화 키 요구 사항을 준수하는 바이트 배열입니다. AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 고유한 데이터 키를 사용하여 각 속성을 암호화합니다.

데이터 키를 지정, 생성, 구현, 확장, 보호 또는 사용할 필요가 없습니다. 암호화 및 복호화 작업을 호출할 때 AWS Database Encryption SDK가 이를 대신 수행합니다.

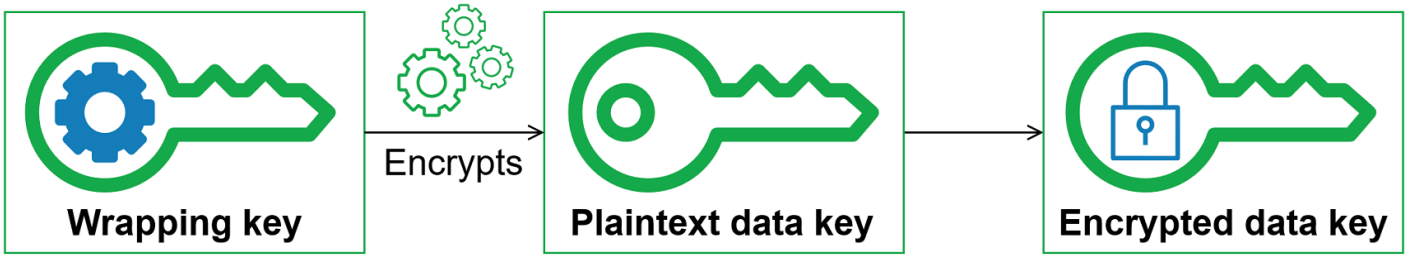
AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 데이터 키를 보호하기 위해 래핑 키라고 하는 하나 이상의 키 암호화 키로 데이터 키를 암호화합니다. AWS Database Encryption SDK는 일반 텍스트 데이터 키를 사용하여 데이터를 암호화한 후 가능한 한 빨리 메모리에서 데이터를 제거합니다. 그런 다음 암호화된 데이터 키를 자료 설명에 저장합니다. 자세한 내용은 AWS Database Encryption SDK 작동 방식 섹션을 참조하세요.

> **Tip**
>
> AWS 데이터베이스 암호화 SDK에서는 데이터 키와 데이터 암호화 키를 구분합니다. 지원되는 모든 알고리즘 제품군은 키 파생 함수를 사용하는 것이 가장 좋습니다. 키 파생 함수는 데이터 키를 입력으로 사용하고 레코드를 암호화하는 데 실제로 사용되는 데이터 암호화 키를 반환합니다. 이러한 이유로 데이터가 데이터 키에 "의해" 암호화되는 것이 아니라 데이터 키"에서" 암호화된다고 말하는 경우가 많습니다.

암호화된 각 데이터 키에는 해당 데이터 키를 암호화한 래핑 키의 식별자를 비롯한 메타데이터가 포함됩니다. AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 이 메타데이터를 통해 복호화 시 유효한 래핑 키를 식별할 수 있습니다.

래핑 키

래핑 키는 AWS Database Encryption SDK가 레코드를 암호화하는 데이터 키를 암호화하는 데 사용하는 키-암호화 키입니다. 각각의 데이터 키는 한 개 또는 여러 개의 래핑 키로 암호화될 수 있습니다. 키링을 구성할 때 데이터를 보호하기 위해 사용할 래핑 키를 결정합니다.



AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 () 대칭 암호화 KMS 키 AWS Key Management Service(다중 지역 AWS KMS 키 포함AWS KMS) 및 비대칭 RSA KMS 키, 원시 AES-GCM (고급 암호화 표준/갈로이스 카운터 모드) 키, 원시 RSA 키 등 일반적으로 사용되는 여러 래핑 키를 지원합니다. 가능하면 KMS 키를 사용하는 것이 좋습니다. 사용해야 하는 래핑 키를 결정하려면 래핑 키 선택을 참조하세요.

엔빌로프 암호화를 사용할 때는 래핑 키를 무단 액세스로부터 보호해야 합니다. 다음 중 한 가지 방법으로 이를 수행할 수 있습니다.

- AWS Key Management Service (AWS KMS)와 같이 이러한 용도로 설계된 서비스를 사용합니다.
- AWS CloudHSM에서 제공하는 것과 같은 하드웨어 보안 모듈(HSM)을 사용합니다.
- 다른 키 관리 도구 및 서비스를 사용합니다.

키 관리 시스템이 없는 경우 사용하는 것이 좋습니다. AWS KMS AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 와 통합되어 래핑 키를 보호하고 사용할 수 AWS KMS 있도록 도와줍니다.

키링

암호화와 복호화에 사용하는 래핑 키를 지정하려면 키링을 사용합니다. AWS 데이터베이스 암호화 SDK에서 제공하는 키링을 사용하거나 직접 구현을 설계할 수 있습니다.

키링은 데이터 키를 생성, 암호화, 복호화합니다. 또한 서명의 해시 기반 메시지 인증 코드(HMAC)를 계산하는 데 사용되는 MAC 키도 생성합니다. 키링을 정의할 때 데이터 키를 암호화하는 래핑 키를 지정할 수 있습니다. 대부분의 키링은 하나 이상의 래핑 키를 지정하거나, 래핑 키를 제공하고 보호하는 서비스를 지정합니다. 암호화할 때 AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 키링에 지정된 모든 래핑 키를 사용하여 데이터 키를 암호화합니다. AWS 데이터베이스 암호화 SDK에서 정의하는 키링을 선택하고 사용하는 방법에 대한 도움말은 키링 사용을 참조하십시오.

암호화 작업

암호화 작업은 레코드의 각 필드에 수행할 작업을 암호화기에 지시합니다.

암호화 작업 값은 다음 중 하나일 수 있습니다.

- 암호화 및 서명 - 필드를 암호화합니다. 암호화된 필드를 서명에 포함합니다.
- 서명 전용 - 서명에 필드를 포함합니다.
- 아무것도 하지 않음 - 필드를 암호화하거나 서명에 포함하지 않습니다.

중요한 데이터를 저장할 수 있는 필드의 경우 암호화 및 서명을 사용합니다. 프라이머리 키 값(예: DynamoDB 테이블의 파티션 키 및 정렬 키)에는 서명 전용을 사용합니다. 자료 설명에는 암호화 작업을 지정할 필요가 없습니다. AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 자료 설명이 저장된 필드에 자동으로 서명합니다.

암호화 작업을 신중하게 선택합니다. 확실하지 않은 경우 Encrypt and sign(암호화 및 서명)을 사용합니다. AWS 데이터베이스 암호화 SDK를 사용하여 레코드를 보호한 후에는 기존 또는 필드를 `ENCRYPT_AND_SIGN` 변경하거나 기존 `SIGN_ONLY` 필드에 할당된 암호화 작업을 변경할 수 없습니다. `DO_NOTHING` `DO_NOTHING` 하지만 여전히 데이터 모델에 다른 변경 사항을 적용할 수 있습니다. 예를 들어 단일 배포에서 암호화된 필드를 추가하거나 제거할 수 있습니다.

자료 설명

자료 설명은 암호화된 레코드의 헤더 역할을 합니다. AWS Database Encryption SDK로 필드를 암호화하고 서명하면 암호기는 암호화 자료를 조합할 때 자료 설명을 기록하고 암호기가 레코드에 추가하는 새 필드 (`aws_dbe_head`) 에 재료 설명을 저장합니다.

자료 설명은 데이터 키의 암호화된 사본과 기타 정보(예: 암호화 알고리즘, 암호화 컨텍스트, 암호화 및 서명 지침)를 포함하는 휴대용 형식의 데이터 구조입니다. 암호화 도구 레코드는 암호화 및 서명을 위해 암호화 자료를 결합할 때 자료 설명을 기록합니다. 나중에 필드를 확인하고 복호화하기 위해 암호화 자료를 조합해야 하는 경우 자료 설명을 지침으로 사용합니다.

암호화된 데이터 키를 암호화된 필드와 함께 저장하면 복호화 작업이 간소화되고 암호화된 데이터와 별도로 암호화된 데이터 키를 저장하고 관리할 필요가 없습니다.

자료 설명에 대한 기술 정보는 자료 설명 형식을 참조하세요.

암호화 컨텍스트

암호화 작업의 보안을 개선하기 위해 AWS Database Encryption SDK는 모든 레코드 암호화 및 서명 요청에 암호화 컨텍스트를 포함합니다.

암호화 컨텍스트는 비밀이 아닌 임의의 추가 인증 데이터를 포함하는 키-값 페어 세트입니다. AWS 데이터베이스 암호화 SDK에는 데이터베이스의 논리적 이름과 암호화 컨텍스트의 기본 키 값 (예: DynamoDB 테이블의 파티션 키 및 정렬 키) 이 포함됩니다. 필드를 암호화하고 서명하면 암호화 컨텍

스트가 암호화된 레코드에 암호화 방식으로 바인딩되므로 필드를 복호화하는 데 동일한 암호화 컨텍스트가 필요합니다.

AWS KMS 키링을 사용하는 경우 AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 암호화 컨텍스트를 사용하여 키링이 호출할 때 추가 인증 데이터 (AAD) 를 제공합니다. AWS KMS

기본 알고리즘 제품군을 사용할 때마다 암호화 자료 관리자(CMM)은 예약된 이름 `aws-crypto-public-key`과 퍼블릭 확인 키를 나타내는 값으로 구성된 암호화 컨텍스트에 이름-값 페어를 추가합니다. 퍼블릭 확인 키는 자료 설명에 저장됩니다.

암호화 구성 요소 관리자

암호화 자료 관리자(CMM)는 데이터를 암호화, 복호화 및 서명하는 데 사용되는 암호화 자료를 수집합니다. 기본 알고리즘 제품군을 사용할 때마다 암호화 자료에는 일반 텍스트 및 암호화된 데이터 키, 대칭 서명 키, 비대칭 서명 키가 포함됩니다. 사용자는 CMM과 직접 상호 작용하지는 않습니다. 암호화 및 복호화 메서드가 이를 대신 처리합니다.

CMM은 AWS 데이터베이스 암호화 SDK와 키링 간의 연결 역할을 하므로 정책 적용 지원과 같은 사용자 지정 및 확장을 위한 이상적인 지점입니다. CMM을 명시적으로 지정할 수 있지만 필수는 아닙니다. 키링을 지정하면 AWS Database Encryption SDK가 기본 CMM을 생성합니다. 기본 CMM은 사용자가 지정한 키링으로부터 암호화 또는 복호화 자료를 가져옵니다. 여기에는 AWS Key Management Service(AWS KMS)와 같은 암호화 서비스에 대한 호출이 포함될 수 있습니다.

대칭 및 비대칭 암호화

대칭 암호화는 동일한 키를 사용하여 데이터를 암호화하고 복호화합니다.

비대칭 암호화는 수학적으로 관련된 데이터 키 페어를 사용합니다. 페어의 키 중 하나가 데이터를 암호화하고, 페어의 다른 키만 데이터를 복호화할 수 있습니다. 자세한 내용은 AWS 암호화 서비스 및 도구 가이드의 암호화 알고리즘을 참조하세요.

AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 봉투 암호화를 사용합니다. 대칭 데이터 키로 데이터를 암호화합니다. 하나 이상의 대칭 또는 비대칭 래핑 키를 사용하여 대칭 데이터 키를 암호화합니다. 데이터 키의 암호화된 사본을 하나 이상 포함하는 자료 설명을 레코드에 추가합니다.

데이터 암호화(대칭 암호화)

> 데이터를 암호화하기 위해 AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 대칭 데이터 키와 대칭 암호화 알고리즘이 포함된 알고리즘 제품군을 사용합니다. AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 데이터를 해독하기 위해 동일한 데이터 키와 동일한 알고리즘 세트를 사용합니다.

데이터 키 암호화(대칭 또는 비대칭 암호화)

암호화 및 복호화 작업에 제공하는 키링에 따라 대칭 데이터 키가 암호화 및 복호화되는 방식이 결정됩니다. 대칭 암호화를 사용하는 키링 (예: 대칭 암호화 KMS 키를 사용한 AWS KMS 키링) 또는 비대칭 암호화를 사용하는 키링 (예: 비대칭 RSA KMS 키를 사용한 키링) 을 선택할 수 있습니다. AWS KMS

키 커밋

AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 각 암호문을 단일 일반 텍스트로만 해독할 수 있도록 하는 보안 속성인 키 커밋 (견고성이라고도 함) 을 지원합니다. 이를 위해 키 커밋은 레코드를 암호화한 데이터 키만 복호화에 사용되도록 보장합니다. AWS Database Encryption SDK에는 모든 암호화 및 복호화 작업에 대한 키 커밋이 포함되어 있습니다.

대부분의 최신 대칭 암호 (AES 포함) 는 데이터베이스 암호화 SDK가 레코드에 표시된 각 일반 텍스트 필드를 암호화하는 데 사용하는 고유 데이터 키처럼 단일 비밀 키로 일반 텍스트를 암호화합니다. AWS `ENCRYPT_AND_SIGN` 동일한 데이터 키로 이 레코드를 복호화하면 원본과 동일한 일반 텍스트가 반환됩니다. 다른 키를 사용한 복호화는 일반적으로 실패합니다. 어렵기는 하지만 두 개의 서로 다른 키로 사이퍼텍스트를 복호화하는 것은 기술적으로 가능합니다. 드문 경우지만, 사이퍼텍스트를 부분적으로 복호화할 수 있는 다르지만 여전히 식별할 수 있는 일반 텍스트로 복호화할 수 있는 키를 찾는 것이 가능합니다.

AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 항상 하나의 고유한 데이터 키로 각 속성을 암호화합니다. 여러 래핑 키로 해당 데이터 키를 암호화할 수 있지만 래핑 키는 항상 동일한 데이터 키를 암호화합니다. 하지만 정교하고 수동으로 조작된 암호화된 레코드에는 실제로 각각 다른 래핑 키로 암호화된 서로 다른 데이터 키가 포함될 수 있습니다. 예를 들어 한 사용자가 암호화된 레코드를 복호화하여 0x0(false)이 반환됐지만 동일한 암호화된 레코드를 다른 사용자가 복호화하면 0x1(true)이 반환될 수 있습니다.

이 시나리오를 방지하기 위해 AWS 데이터베이스 암호화 SDK에는 암호화 및 복호화 시 키 커밋이 포함됩니다. 암호화 메서드는 사이퍼텍스트를 생성한 고유 데이터 키를 키 커밋, 즉 데이터 키의 파생물을 사용하여 자료 설명에 대해 계산된 해시 기반 메시지 인증 코드(HMAC)에 암호화 방식으로 바인딩합니다. 그런 다음 자료 설명에 키 커밋을 저장합니다. 키 커밋으로 레코드를 해독할 때 AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 데이터 키가 암호화된 레코드의 유일한 키인지 확인합니다. 데이터 키 확인에 실패하면 복호화 작업이 실패합니다.

디지털 서명

시스템 간에 전송되는 데이터의 신뢰성을 보장하기 위해 레코드에 디지털 서명을 적용할 수 있습니다. 디지털 서명은 항상 비대칭입니다. 프라이빗 키를 사용하여 서명을 만들고 이를 원본 레코드에 추가합

니다. 수신자는 퍼블릭 키를 사용하여 서명 후 레코드가 수정되지 않았는지 확인합니다. 데이터를 암호화하는 사용자와 데이터를 복호화하는 사용자의 신뢰도가 동일하지 않은 경우 디지털 서명을 사용해야 합니다.

AWS Database Encryption SDK는 인증된 암호화 알고리즘인 AES-GCM을 사용하여 데이터를 암호화하지만 AES-GCM은 대칭 키를 사용하기 때문에 암호문을 해독하는 데 사용되는 데이터 키를 해독할 수 있는 사람은 누구나 암호화된 새 암호문을 수동으로 생성하여 잠재적인 보안 문제가 발생할 수 있습니다.

이 문제를 방지하기 위해 기본 알고리즘 제품군은 타원 곡선 디지털 서명 알고리즘(ECDSA) 서명을 암호화된 레코드에 추가합니다. 기본 알고리즘 제품군은 인증된 암호화 알고리즘인 AES-GCM을 사용하여 `ENCRYPT_AND_SIGN`로 표시된 레코드의 필드를 암호화합니다. 그런 다음 `ENCRYPT_AND_SIGN` 및 `SIGN_ONLY`로 표시된 레코드의 필드에 대해 해시 기반 메시지 인증 코드(HMAC)와 비대칭 ECDSA 서명을 모두 계산합니다. 복호화 프로세스는 서명을 사용하여 인증된 사용자가 레코드를 암호화했는지 확인합니다.

기본 알고리즘 세트를 사용하는 경우 AWS Database Encryption SDK는 암호화된 각 레코드에 대해 임시 프라이빗 키와 퍼블릭 키 쌍을 생성합니다. AWS Database Encryption SDK는 공개 키를 자료 설명에 저장하고 개인 키를 삭제하므로 누구도 공개 키로 확인하는 다른 서명을 생성할 수 없습니다. 알고리즘은 퍼블릭 키를 자료 설명의 추가 인증 데이터로 암호화된 데이터 키에 바인딩하므로 레코드 복호화만 가능한 사용자는 퍼블릭 키를 변경할 수 없습니다.

AWS 데이터베이스 암호화 SDK에는 항상 HMAC 검증이 포함됩니다. ECDSA 디지털 서명은 기본적으로 활성화되지만 필수는 아닙니다. 데이터를 암호화하는 사용자와 데이터를 복호화하는 사용자가 동일하게 신뢰되는 경우 디지털 서명이 포함되지 않은 알고리즘 제품군을 사용하여 성능을 향상시키는 것을 고려할 수 있습니다. 대체 알고리즘 제품군 선택에 대한 자세한 내용은 알고리즘 제품군 선택을 참조하세요.

AWS Database Encryption SDK 작동 방식

> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

AWS Database Encryption SDK는 데이터베이스에 저장하는 데이터를 보호하기 위해 특별히 설계된 클라이언트 측 암호화 라이브러리를 제공합니다. 라이브러리에는 변경 없이 확장하거나 사용할 수 있는 보안 구현이 포함되어 있습니다. 사용자 정의 구성 요소 정의 및 사용에 대한 자세한 내용은 데이터베이스 구현을 위한 GitHub 리포지토리를 참조하세요.

이 섹션의 워크플로에서는 AWS Database Encryption SDK가 데이터베이스의 데이터를 암호화, 서명, 복호화 및 확인하는 방법을 설명합니다. 이러한 워크플로는 추상 요소와 기본 기능을 사용하여 기본 프로세스를 설명합니다. AWS Database Encryption SDK가 데이터베이스 구현과 함께 작동하는 방식에 대한 자세한 내용은 데이터베이스에 대한 주제 암호화란 무엇인가를 참조하세요.

AWS Database Encryption SDK는 엔빌로프 암호화를 사용하여 데이터를 보호합니다. 각 레코드는 고유한 데이터 키로 암호화됩니다. 데이터 키는 암호화 작업에 `ENCRYPT_AND_SIGN`로 표시된 각 필드에 대해 고유한 데이터 암호화 키를 파생하는 데 사용됩니다. 그런 다음 데이터 키의 복사본은 지정한 래핑 키로 암호화됩니다. 암호화된 레코드를 복호화하기 위해 AWS Database Encryption SDK는 사용자가 지정한 래핑 키를 사용하여 하나 이상의 암호화된 데이터 키를 복호화합니다. 그런 다음 사이버텍스트를 복호화하고 일반 텍스트 항목을 반환할 수 있습니다.

AWS Database Encryption SDK에 사용되는 용어에 대한 자세한 내용은 AWS 데이터베이스 암호화 SDK 개념 섹션을 참조하세요.

암호화 및 서명

기본적으로 AWS Database Encryption SDK는 데이터베이스의 레코드를 암호화, 서명, 확인 및 복호화하는 레코드 암호화 도구입니다. 암호화하고 서명할 필드에 대한 지침과 레코드에 대한 정보를 가져옵니다. 지정한 래핑 키로 구성된 암호화 자료 관리자로부터 암호화 자료와 사용 방법에 대한 지침을 가져옵니다.

다음 연습에서는 AWS Database Encryption SDK가 데이터 항목을 암호화하고 서명하는 방법을 설명합니다.

1. 암호화 자료 관리자는 AWS Database Encryption SDK에 고유한 데이터 암호화 키(일반 텍스트 데이터 키 1개, 지정된 래핑 키로 암호화된 데이터 키 복사본, MAC 키)를 제공합니다.

   > **Note**
   >
   > 여러 개의 래핑 키로 데이터 키를 암호화할 수 있습니다. 각 래핑 키는 데이터 키의 별도 복사본을 암호화합니다. AWS Database Encryption SDK는 자료 설명에 암호화된 모든 데이터 키를 저장합니다. AWS Database Encryption SDK는 자료 설명을 저장하는 레코드에 새 필드(`aws_dbe_head`)를 추가합니다.
   >
   > 데이터 키의 암호화된 각 복사본에 대해 MAC 키가 파생됩니다. MAC 키는 자료 설명에 저장되지 않습니다. 대신, 복호화 메서드는 래핑 키를 사용하여 MAC 키를 다시 파생시킵니다.

2. 암호화 메서드는 지정한 암호화 작업에서 ENCRYPT_AND_SIGN으로 표시된 각 필드를 암호화합니다.
3. 암호화 메서드는 데이터 키에서 commitKey을 파생한 다음 이를 사용하여 키 커밋 값을 생성한 다음 데이터 키를 삭제합니다.
4. 암호화 메서드는 레코드에 자료 설명을 추가합니다. 자료 설명에는 암호화된 데이터 키와 암호화된 레코드에 대한 기타 정보가 포함되어 있습니다. 자료 설명에 포함된 정보의 전체 목록은 자료 설명 형식을 참조하세요.
5. 암호화 메서드는 1단계에서 반환된 MAC 키를 사용하여 자료 설명, 암호화 컨텍스트 및 또는 암호화 작업에 ENCRYPT_AND_SIGN 또는 SIGN_ONLY로 표시된 각 필드의 정규화에 대한 해시 기반 메시지 인증 코드(HMAC) 값을 계산합니다. HMAC 값은 암호화 메서드가 레코드에 추가하는 새 필드(aws_dbe_foot)에 저장됩니다.
6. 암호화 메서드는 자료 설명, 암호화 컨텍스트 및 ENCRYPT_AND_SIGN 또는 SIGN_ONLY으로 표시된 각 필드의 정규화를 통해 ECDSA 서명을 계산하고 aws_dbe_foot 필드에 ECDSA 서명을 저장합니다.

   > **Note**
   >
   > ECDSA 서명은 기본적으로 활성화되어 있지만 필수는 아닙니다.

7. 암호화 메서드는 암호화되고 서명된 레코드를 데이터베이스에 저장합니다

복호화 및 확인

1. 암호 자료 관리자(CMM)는 일반 텍스트 데이터 키 및 관련 MAC 키를 포함하여 자료 설명에 저장된 복호화 자료를 사용하여 복호화 메서드를 제공합니다.

   - CMM은 지정된 키 링의 래핑 키를 사용하여 암호화된 데이터 키를 복호화하고 일반 텍스트 데이터 키를 반환합니다.

2. 복호화 메서드는 자료 설명의 키 커밋 값을 비교하고 확인합니다.
3. 복호화 메서드는 서명 필드의 서명을 확인합니다.

   이는 ENCRYPT_AND_SIGN 및 SIGN_ONLY로 표시된 필드와 사용자가 정의한 인증되지 않은 허용 필드 목록을 식별합니다. 복호화 메서드는 1단계에서 반환된 MAC 키를 사용하여 ENCRYPT_AND_SIGN 또는 SIGN_ONLY로 표시된 필드의 HMAC 값을 다시 계산하고 비교합니다. 그런 다음 암호화 컨텍스트에 저장된 퍼블릭 키를 사용하여 ECDSA 서명을 확인합니다.

4. 복호화 메서드는 일반 텍스트 데이터 키를 사용하여 `ENCRYPT_AND_SIGN`.로 표시된 각 값을 복호화합니다. 그런 다음 AWS Database Encryption SDK는 일반 텍스트 데이터 키를 삭제합니다.
5. 복호화 메서드는 일반 텍스트 레코드를 반환합니다.

AWS Database Encryption SDK에서 지원되는 알고리즘 제품군

> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

알고리즘 제품군은 암호화 알고리즘 및 관련 값의 모음입니다. 암호화 시스템은 알고리즘 구현을 사용하여 사이퍼텍스트를 생성합니다.

AWS Database Encryption SDK는 알고리즘 제품군을 사용하여 데이터베이스의 필드를 암호화하고 서명합니다. AWS Database Encryption SDK는 두 가지 알고리즘 제품군을 지원합니다. 지원하는 알고리즘은 모두 AES(Advanced Encryption Standard)를 기본 알고리즘으로 사용하고 이 기본 알고리즘을 다른 알고리즘 및 값과 조합합니다.

기본 알고리즘 제품군

AWS Database Encryption SDK 알고리즘 세트는 Galois/Counter Mode(GCM)의 Advanced Encryption Standard(AES) 알고리즘(AES-GCM)을 사용하여 원시 데이터를 암호화합니다. AWS Database Encryption SDK는 256비트 암호화 키를 지원합니다. 인증 태그의 길이는 항상 16바이트입니다.

기본적으로 AWS Database Encryption SDK는 HMAC 기반 추출 및 확장 키 파생 기능(HKDF), 키 커밋, 대칭 및 비대칭 서명, 256비트 암호화 키를 갖춘 AES-GCM이 포함된 알고리즘 제품군을 사용합니다.

AWS Database Encryption SDK는 HMAC 기반 추출 및 확장 키 파생 함수(HKDF)에 256비트 데이터 암호화 키를 제공하여 AES-GCM 데이터 키를 파생하는 알고리즘 제품군을 사용합니다. 또한 데이터 키의 MAC 키도 파생합니다. AWS Database Encryption SDK는 이 데이터 키를 사용하여 고유한 데이터 암호화 키를 파생하여 각 필드를 암호화합니다. 그러면 AWS Database Encryption SDK는 MAC 키를 사용하여 데이터 키의 암호화된 각 사본에 대해 해시 기반 메시지 인증 코드(HMAC)를 계산하고 레코드에 타원 곡선 디지털 서명 알고리즘(ECDSA) 서명을 추가합니다. 또한 이 알고리즘 제품군은 데이터 키를 레코드에 연결하는 HMAC라는 키 커밋을 파생합니다. 키 커밋 값은 데이터 암호화 키 파생과 유사한 절차를 사용하여 HKDF를 통해 파생되는 자료 설명 및 약정 키에서 계산된 HMAC입니다. 그런 다음 자료 설명에 키 커밋 값을 저장합니다.

암호화 알고리즘	데이터 암호화 키 길이(비트)	대칭 서명 알고리즘	비대칭 서명 알고리즘	키 커밋
AES-GCM	256	HMAC-SHA-384	P384를 통한 ECDSA	HKDF(SHA-512 사용)

이 알고리즘 제품군은 암호화 작업에 `ENCRYPT_AND_SIGN` 및 `SIGN_ONLY`로 표시된 자료 설명과 모든 필드를 연재한 다음 암호화 해시 함수 알고리즘(SHA-512)과 함께 HMAC를 사용하여 정규화에 서명합니다. 그런 다음 ECDSA 디지털 서명을 계산합니다. HMAC 및 ECDSA 서명은 AWS Database Encryption SDK가 레코드에 추가하는 새 필드(`aws_dbe_foot`)에 저장됩니다. 디지털 서명은 권한 부여 정책을 통해 한 사용자 세트가 데이터를 암호화하고 다른 사용자 세트가 데이터를 복호화하도록 허용하는 경우 특히 유용합니다.

키 커밋이 포함된 알고리즘 제품군은 각 사이퍼텍스트가 하나의 일반 텍스트로만 복호화되도록 합니다. 이를 위해 암호화 알고리즘에 대한 입력으로 사용된 데이터 키를 검증합니다. 암호화할 때 이러한 알고리즘 제품군은 키 커밋 HMAC를 유도합니다. 암호를 복호화하기 전에 데이터 키가 동일한 키 커밋 HMAC를 생성하는지 확인합니다. 그러지 않으면 복호화 호출이 실패합니다.

디지털 서명이 없는 AES-GCM

기본 알고리즘 제품군이 대부분의 애플리케이션에 적합할 가능성이 높지만 대체 알고리즘 제품군을 선택할 수도 있습니다. 예를 들어, 일부 신뢰 모델은 디지털 서명이 없는 알고리즘 제품군으로 충분할 수 있습니다. 데이터를 암호화하는 사용자와 데이터를 복호화하는 사용자를 동등하게 신뢰할 수 있는 경우에만 이 제품군을 사용합니다.

모든 AWS Database Encryption SDK 알고리즘 제품군은 HMAC-SHA-384 대칭 서명을 지원합니다. 유일한 차이점은 디지털 서명이 없는 AES-GCM 알고리즘 제품군에는 추가 인증 및 부인 방지를 제공하는 ECDSA 서명이 없다는 것입니다.

예를 들어 키링, `wrappingKeyA`, `wrappingKeyB`, 및 `wrappingKeyC`에 여러 개의 래핑 키가 있고 `wrappingKeyA`를 사용하여 레코드를 복호화하는 경우 HMAC-SHA-384 대칭 서명은 `wrappingKeyA`에 액세스할 수 있는 사용자가 레코드를 암호화했는지 확인합니다. 기본 알고리즘을 사용한 경우 HMAC에서 `wrappingKeyA`의 동일한 검증을 제공하고 추가로 ECDSA 서명을 사용하여 `wrappingKeyA`에 대한 암호화 권한이 있는 사용자가 레코드를 암호화했는지 확인합니다.

디지털 서명이 없는 AES-GCM 알고리즘 제품군을 선택하려면 암호화 구성에서 이를 지정합니다.

AWS KMS에서 AWS Database Encryption SDK 사용

클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

AWS Database Encryption SDK를 사용하려면 키링을 구성하고 래핑 키를 하나 이상 지정해야 합니다. 키 인프라가 없는 경우 AWS Key Management Service(AWS KMS)를 사용하는 것이 좋습니다.

AWS Database Encryption SDK는 두 가지 유형의 AWS KMS 키링을 지원합니다. 기존 AWS KMS 키링은 AWS KMS keys을 사용하여 데이터 키를 생성, 암호화 및 복호화합니다. 대칭 암호화(SYMMETRIC_DEFAULT) 또는 비대칭 RSA KMS 키를 사용할 수 있습니다. AWS Database Encryption SDK는 고유한 데이터 키로 모든 레코드를 암호화하고 서명하므로 AWS KMS 키링은 모든 암호화 및 복호화 작업을 위해 AWS KMS을 호출해야 합니다. 호출 횟수를 AWS KMS로 최소화해야 하는 애플리케이션을 위해 AWS Database Encryption SDK는 AWS KMS 계층적 키링도 지원합니다. 계층적 키링은 Amazon DynamoDB 테이블에 유지되는 보호 브랜치 키 AWS KMS를 사용한 다음 암호화 및 복호화 작업에 사용되는 브랜치 키 자료를 로컬로 캐싱하여 AWS KMS 호출 수를 줄이는 암호화 자료 캐싱 솔루션입니다. 가능하면 AWS KMS 키링을 사용하는 것이 좋습니다.

AWS KMS과 상호 작용하려면 AWS Database Encryption SDK는 AWS SDK for Java의 AWS KMS 모듈이 필요합니다.

AWS KMS에서 AWS Database Encryption SDK를 사용할 준비하는 방법

1. AWS 계정를 생성합니다. 방법을 알아보려면 AWS 지식 센터에서 새 Amazon Web Services 계정을 생성 및 활성화하려면 어떻게 해야 하나요?를 참조하세요.
2. 대칭 암호화 AWS KMS key를 생성합니다. 도움말은 AWS Key Management Service 개발자 가이드의 키 생성을 참조하세요.

   > **Tip**
   >
   > AWS KMS key를 프로그래밍 방식으로 사용하려면 AWS KMS key의 Amazon 리소스 이름(ARN)이 필요합니다. AWS KMS key의 ARN을 찾으려면 AWS Key Management Service 개발자 가이드의 키 ID 및 ARN 찾기를 참조하세요.

3. 액세스 키 ID와 보안 액세스 키를 생성합니다. IAM 사용자의 액세스 키 ID와 보안 액세스 키를 사용할 수도 있고, AWS Security Token Service를 사용하여 액세스 키 ID, 비밀 액세스 키 및 세션 토

큰이 포함된 임시 보안 자격 증명으로 새 세션을 생성할 수도 있습니다. 보안 모범 사례로 IAM 사용자 또는 AWS(루트) 사용자 계정과 연결된 장기 보안 인증 대신 임시 보안 인증을 사용하는 것이 보안 모범 사례입니다.

액세스 키를 사용하여 IAM 사용자를 생성하려면 IAM 사용 설명서의 IAM 사용자 생성을 참조하세요.

임시 보안 자격 증명을 생성하려면 IAM 사용 설명서의 임시 보안 자격 증명 요청을 참조하세요.

4. AWS SDK for Java의 지침과, 3단계에서 생성한 액세스 키 ID 및 비밀 액세스 키를 사용하여 AWS 자격 증명을 설정합니다. 임시 자격 증명을 생성한 경우 세션 토큰도 지정해야 합니다.

   이 절차를 통해 AWS SDK가 AWS에 대한 요청에 서명할 수 있습니다. AWS KMS Database Encryption SDK와 상호 작용하는 AWS의 코드 샘플은 이 단계를 완료했다고 가정합니다.

AWS 데이터베이스 암호화 SDK 구성

> 클라이언트 측 암호화 라이브러리는 데이터베이스 암호화 SDK로 이름이 변경되었습니다. AWS 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 사용하기 쉽도록 설계되었습니다. AWS Database Encryption SDK에는 여러 구성 옵션이 있지만 대부분의 애플리케이션에서 실용적이고 안전하도록 기본값을 신중하게 선택합니다. 하지만 성능을 개선하거나 사용자 지정 기능을 포함하여 설계하려면 구성을 조정해야 할 수도 있습니다.

주제

래핑 키 선택

AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 고유한 대칭 데이터 키를 생성하여 각 필드를 암호화합니다. 데이터 키를 구성, 관리 또는 사용할 필요가 없습니다. AWS 데이터베이스 암호화 SDK가 대신 처리합니다.

하지만 각 데이터 키를 암호화하려면 래핑 키를 하나 이상 선택해야 합니다. AWS Database Encryption SDK는 AWS Key Management Service(AWS KMS) 대칭 암호화 KMS 키와 비대칭 RSA KMS 키를 지원합니다. 또한 다양한 크기로 제공하는 AES 대칭 키와 RSA 비대칭 키를 지원합니다. 래핑 키의 안전성과 내구성은 사용자 책임이므로 하드웨어 보안 모듈이나 키 인프라 서비스 (예:) 에서 암호화 키를 사용하는 것이 좋습니다. AWS KMS

암호화 및 복호화를 위한 래핑 키를 지정하려면 키링을 사용합니다. 사용하는 키링 유형에 따라 하나의 래핑 키를 지정하거나 동일하거나 다른 유형의 여러 래핑 키를 지정할 수 있습니다. 여러 래핑 키를 사용하여 데이터 키를 래핑하는 경우 각 래핑 키는 동일한 데이터 키의 사본을 암호화합니다. 암호화된 데이터 키(래핑 키당 1개)는 암호화된 필드와 함께 저장된 자료 설명에 저장됩니다. 데이터를 해독하려면 AWS 데이터베이스 암호화 SDK에서 먼저 래핑 키 중 하나를 사용하여 암호화된 데이터 키를 해독해야 합니다.

가능하면 키링 중 하나를 사용하는 것이 좋습니다. AWS KMS AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 호출 AWS KMS 횟수를 줄이는 키링과AWS KMS 계층적 키링을 제공합니다. AWS KMS AWS KMS key 키링에서 를 지정하려면 지원되는 키 식별자를 사용하십시오. AWS KMS AWS KMS 계층적 키링을 사용하는 경우 키 ARN을 지정해야 합니다. 키의 키 식별자에 대한 자세한 내용은 개발자 안내서의 AWS KMS 키 식별자를 참조하십시오.AWS Key Management Service

- AWS KMS 키링으로 암호화하는 경우 대칭 암호화 KMS 키에 유효한 키 식별자 (키 ARN, 별칭 이름, 별칭 ARN 또는 키 ID) 를 지정할 수 있습니다. 비대칭 RSA KMS 키를 사용하는 경우 ARN 키를 지정해야 합니다.

  암호화할 때 KMS 키의 별칭 이름 또는 별칭 ARN을 지정하면 AWS Database Encryption SDK는 해당 별칭과 현재 연결된 키 ARN을 저장하지만 별칭은 저장하지 않습니다. 별칭을 변경해도 데이터 키를 복호화하는 데 사용되는 KMS 키에는 영향을 주지 않습니다.
- 기본적으로 AWS KMS 키링은 엄격 모드 (특정 KMS 키를 지정하는 경우) 에서 레코드를 해독합니다. 복호화을 위해 AWS KMS keys 를 식별하려면 키 ARN을 사용해야 합니다.

  AWS KMS 키링으로 암호화하는 경우 AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 암호화된 데이터 키와 함께 자료 AWS KMS key 설명에 의 키 ARN을 저장합니다. 엄격 모드에서 복호화하는 경우 AWS Database Encryption SDK는 래핑 키를 사용하여 암호화된 데이터 키를 해독하기 전에 키링에 동일한 키 ARN이 나타나는지 확인합니다. 다른 키 식별자를 사용하는 경우 식별자가 동일한 키를 참조하더라도 AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 를 인식하거나 사용하지 않습니다. AWS KMS key
- 검색 모드에서 암호를 복호화할 때는 래핑 키를 지정하지 않습니다. 먼저 AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 자료 설명에 저장된 키 ARN을 사용하여 레코드 복호화를 시도합니다. 그래도 문제가 해결되지 않으면 AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 KMS 키를 소유하거나 액세스할 수 있는 사람이 누구인지에 관계없이 레코드를 암호화한 KMS 키를 사용하여 레코드를 AWS KMS 복호화하도록 요청합니다.

원시 AES 키 또는 원시 RSA 키 페어를 키링의 래핑 키로 지정하려면 네임스페이스와 이름을 지정해야 합니다. 복호화할 때는 암호화할 때 사용한 것과 정확히 동일한 네임스페이스와 이름을 각 원시 래핑 키에 사용해야 합니다. 다른 네임스페이스나 이름을 사용하는 경우 키 자료가 동일하더라도 AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 래핑 키를 인식하거나 사용하지 않습니다.

검색 필터 생성

KMS 키로 암호화된 데이터를 복호화할 때는 사용하는 래핑 키를 사용자가 지정한 키로만 제한하는 엄격 모드에서 복호화하는 것이 가장 좋습니다. 하지만 필요한 경우 래핑 키를 지정하지 않는 검색 모

드에서 복호화할 수도 있습니다. 이 모드에서는 KMS 키를 소유하거나 액세스 권한이 있는 사람과 상관없이 이를 암호화한 KMS 키를 사용하여 암호화된 데이터 키를 해독할 AWS KMS 수 있습니다.

검색 모드에서 암호를 해독해야 하는 경우 항상 검색 필터를 사용하는 것이 좋습니다. 검색 필터를 사용하면 사용할 수 있는 KMS 키를 지정된 파티션에 있는 키로만 제한할 수 있습니다. AWS 계정 검색 필터는 선택 사항이지만 모범 사례입니다.

다음 표를 사용하여 검색 필터의 파티션 값을 확인하세요.

리전	Partition
AWS 리전	`aws`
중국 리전	`aws-cn`
AWS GovCloud (US) Regions	`aws-us-gov`

다음 Java 예제는 검색 필터를 만드는 방법을 보여줍니다. 코드를 사용하기 전에 예제 값을 AND 파티션의 유효한 값으로 바꾸십시오. AWS 계정

```
// Create the discovery filter
DiscoveryFilter discoveryFilter = DiscoveryFilter.builder()
        .partition("aws")
        .accountIds(111122223333)
        .build();
```

멀티테넌트 데이터베이스 작업

AWS Database Encryption SDK를 사용하면 각 테넌트를 별도의 암호화 자료로 격리하여 공유 스키마를 사용하는 데이터베이스의 클라이언트 측 암호화를 구성할 수 있습니다. 멀티테넌트 데이터베이스를 고려할 때는 잠시 시간을 내어 보안 요구 사항과 멀티테넌시가 이에 미치는 영향을 검토하세요. 예를 들어 멀티테넌트 데이터베이스를 사용하면 AWS 데이터베이스 암호화 SDK를 다른 서버측 암호화 솔루션과 결합하는 데 영향을 미칠 수 있습니다.

데이터베이스 내에서 암호화 작업을 수행하는 사용자가 여러 명인 경우 AWS KMS 키링 중 하나를 사용하여 각 사용자에게 암호화 작업에 사용할 고유한 키를 제공할 수 있습니다. 멀티테넌트 클라이언트 측 암호화 솔루션의 데이터 키 관리는 복잡할 수 있습니다. 가능하면 테넌트별로 데이터를 구성하는 것이 좋습니다. 테넌트가 프라이머리 키 값(예: Amazon DynamoDB 테이블의 파티션 키)으로 식별되는 경우 키를 더 쉽게 관리할 수 있습니다.

키링을 사용하여 각 테넌트를 별도의 AWS KMS 키링으로 분리할 수 있습니다. AWS KMS AWS KMS keys테넌트당 AWS KMS 걸려오는 통화량을 기준으로 AWS KMS 계층적 키링을 사용하여 호출을 최소화하는 것이 좋습니다. AWS KMSAWS KMS 계층적 키링은 Amazon DynamoDB 테이블에 AWS KMS 유지되는 보호된 분기 키를 사용하고 암호화 및 복호화 작업에 사용되는 분기 키 자료를 로컬에 캐싱함으로써 AWS KMS 호출 횟수를 줄이는 암호화 자료 캐싱 솔루션입니다. 데이터베이스에서 검색 가능한 암호화를 구현하려면 계층적 키링을 사용해야 합니다. AWS KMS

서명된 비컨 만들기

AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 표준 비콘과 복합 비콘을 사용하여 쿼리된 전체 데이터베이스를 해독하지 않고도 암호화된 레코드를 검색할 수 있는 검색 가능한 암호화 솔루션을 제공합니다. 하지만 AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 완전히 일반 텍스트 필드로 구성할 수 있는 서명된 비콘도 지원합니다. `SIGN_ONLY` 서명된 비컨은 `SIGN_ONLY` 필드를 인덱싱하고 복잡한 쿼리를 수행하는 복합 비컨의 일종입니다.

예를 들어 멀티테넌트 데이터베이스가 있는 경우 특정 테넌트의 키로 암호화된 레코드를 데이터베이스에 쿼리할 수 있는 서명된 비컨을 만들 수 있습니다. 자세한 설명은 멀티테넌트 데이터베이스의 비컨 쿼리 섹션을 참조하세요.

서명된 비콘을 만들려면 AWS KMS 계층적 키링을 사용해야 합니다.

서명된 비컨를 구성하려면 다음 값을 제공해야 합니다.

```
List<CompoundBeacon> compoundBeaconList = new ArrayList<>();
CompoundBeacon exampleSignedBeacon = CompoundBeacon.builder()
        .name("signedBeaconName")
        .split(".")
        .signed(signedPartList)
        .constructors(constructorList) // optional
        .build();
compoundBeaconList.add(exampleSignedBeacon);
```

비컨 이름

비컨을 쿼리할 때 사용하는 이름.

서명된 비컨 이름은 암호화되지 않은 필드의 이름과 같을 수 없습니다. 두 비컨이 동일한 비컨 이름을 가질 수는 없습니다.

분할 캐릭터

서명된 비컨을 구성하는 부분을 구분하는 데 사용되는 문자입니다.

분할된 문자는 서명된 비컨을 구성하는 모든 필드의 일반 텍스트 값에 나타날 수 없습니다.

서명된 부분 목록

서명된 비컨에 포함된 SIGN_ONLY 필드를 식별합니다.

각 부분에는 이름, 출처 및 접두사가 포함되어야 합니다. 소스는 부분이 식별하는 SIGN_ONLY 필드입니다. 소스는 필드 이름이거나 중첩된 필드의 값을 참조하는 인덱스이어야 합니다. 부품 이름이 소스를 식별하는 경우 소스를 생략할 수 있으며 AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 자동으로 이름을 소스로 사용합니다. 가능하면 소스를 부분 이름으로 지정하는 것이 좋습니다. 접두사는 임의의 문자열일 수 있지만 고유해야 합니다. 서명된 비컨의 서명된 두 부분이 동일한 접두사를 가질 수 없습니다. 서명된 비컨이 제공하는 다른 부품과 해당 부분을 구분하는 짧은 값을 사용하는 것이 좋습니다. 또한 비컨 쿼리를 단순화하려면 부분이 포함된 모든 비컨에서 동일한 접두사로 부분을 식별하고 다른 부분을 식별하는 데 동일한 접두사를 사용하지 않는 것이 좋습니다.

```
List<SignedPart> signedPartList = new ArrayList<>);
    SignedPart signedPartExample = SignedPart.builder()
        .name("signedFieldName")
        .prefix("S-")
        .build();
    signedPartList.add(signedPartExample);
```

생성자 목록(선택 사항)

서명된 비컨으로 서명된 부분을 조합할 수 있는 다양한 방법을 정의하는 생성자를 식별합니다.

생성자 목록을 지정하지 않는 경우 AWS Database Encryption SDK는 다음과 같은 기본 생성자를 사용하여 서명된 비콘을 어셈블합니다.

- 서명된 모든 부분은 서명된 부분 목록에 추가된 순서대로
- 모든 부분이 필요합니다.

Constructors

각 생성자는 서명된 비컨을 조합할 수 있는 한 가지 방법을 정의하는 생성자 부분을 순서대로 나열한 목록입니다. 생성자 부분은 목록에 추가된 순서대로 함께 결합되며 각 부분은 지정된 분할 문자로 구분됩니다.

각 생성자 부분은 서명된 부분의 이름을 지정하고 생성자 내에서 해당 부분이 필수인지 선택적인지 정의합니다. 예를 들어 Field1, Field1.Field2, 및 Field1.Field2.Field3에 대한 서명된 비컨을 조회하고자 한다면, Field2 및 Field3을 선택 사항으로 표시하고 생성자를 하나 생성합니다.

생성자마다 필수 부분이 하나 이상 있어야 합니다. 쿼리에 BEGINS_WITH 연산자를 사용할 수 있도록 각 생성자의 첫 번째 부분을 필수로 설정하는 것이 좋습니다.

생성자의 필수 부분이 모두 레코드에 있으면 생성자는 성공합니다. 새 레코드를 작성하면 서명된 비컨은 생성자 목록을 사용하여 제공된 값에서 비컨을 조합할 수 있는지 여부를 결정합니다. 생성자 목록에 생성자가 추가된 순서대로 비컨을 조합하려고 시도하고 성공한 첫 번째 생성자를 사용합니다. 생성자가 성공하지 못하면 비컨이 레코드에 기록되지 않습니다.

쿼리 결과가 정확한지 확인하려면 모든 리더와 작성자가 동일한 순서의 생성자를 지정해야 합니다.

다음 절차에 따라 생성자 목록을 지정하세요.

1. 서명된 각 부분에 대해 생성자 부분을 만들어 해당 부분이 필요한지 여부를 정의합니다.

   생성자 부분 이름은 서명된 필드의 이름이어야 합니다.

   다음 예제에서는 서명된 필드 하나에 대해 생성자 부분을 만드는 방법을 보여줍니다.

   ```
   ConstructorPart field1ConstructorPart = ConstructorPart.builder()
           .name("Field1")
           .required(true)
           .build();
   ```

2. 1단계에서 만든 생성자 부분을 사용하여 서명된 비컨을 조합할 수 있는 가능한 모든 방법에 맞는 생성자를 만듭니다.

   예를 들어 Field1.Field2.Field3 및 Field4.Field2.Field3에 대해 쿼리하려면 두 개의 생성자를 만들어야 합니다. Field1 및 Field4은 두 개의 별도 생성자에 정의되어 있으므로 둘 다 필요할 수 있습니다.

   ```
   // Create a list for Field1.Field2.Field3 queries
   List<ConstructorPart> field123ConstructorPartList = new ArrayList<>();
   field123ConstructorPartList.add(field1ConstructorPart);
   field123ConstructorPartList.add(field2ConstructorPart);
   field123ConstructorPartList.add(field3ConstructorPart);
   Constructor field123Constructor = Constructor.builder()
           .parts(field123ConstructorPartList)
           .build();
   // Create a list for Field4.Field2.Field1 queries
   List<ConstructorPart> field421ConstructorPartList = new ArrayList<>();
   field421ConstructorPartList.add(field4ConstructorPart);
   ```

```
field421ConstructorPartList.add(field2ConstructorPart);
field421ConstructorPartList.add(field1ConstructorPart);
Constructor field421Constructor = Constructor.builder()
        .parts(field421ConstructorPartList)
        .build();
```

3. 2단계에서 만든 모든 생성자를 포함하는 생성자 목록을 만듭니다.

```
List<Constructor> constructorList = new ArrayList<>();
constructorList.add(field123Constructor)
constructorList.add(field421Constructor)
```

4. 서명된 `constructorList` 비컨을 만드는 시기를 지정합니다.

키 링 사용

클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

AWS Database Encryption SDK는 키링을 사용하여 엔빌로프 암호화를 수행합니다. 키 링은 데이터 키를 생성, 암호화 및 복호화합니다. 키링에 따라 각 암호화된 레코드를 보호하는 고유한 데이터 키의 원본과 해당 데이터 키를 암호화하는 래핑 키가 결정됩니다. 암호화할 때 키 링을 지정하고 암호를 복호화할 때는 동일하거나 다른 키 링을 지정합니다.

각 키링을 개별적으로 사용하거나 키링을 여러 개의 키링으로 결합할 수 있습니다. 대부분의 키링이 데이터 키를 생성, 암호화 및 복호화할 수 있지만, 데이터 키만 생성하는 키링과 같이 특정 작업 하나만 수행하는 키링을 만들고 해당 키링을 다른 키링과 조합하여 사용할 수 있습니다.

래핑 키를 보호하고 보안 경계 내에서 암호화 작업을 수행하는 키링(예: AWS Key Management Service (AWS KMS))을 암호화되지 않은 상태로 두지 않는 AWS KMS keys를 사용하는 AWS KMS 키링을 사용하는 것이 좋습니다. 하드웨어 보안 모듈(HSM)에 저장되거나 다른 마스터 키 서비스에서 보호하는 래핑 키를 사용하는 키링을 작성할 수도 있습니다.

이 주제에서는 AWS Database Encryption SDK의 키링 기능을 사용하는 방법과 키링을 선택하는 방법을 설명합니다.

주제

키 링 작동 방식

클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

데이터베이스의 필드를 암호화하고 서명하면 AWS Database Encryption SDK가 키링에 암호화 자료를 요청합니다. 키링은 일반 텍스트 데이터 키, 키링의 각 래핑 키로 암호화된 데이터 키의 복사본, 데이터 키와 연결된 MAC 키를 반환합니다. AWS Database Encryption SDK는 일반 텍스트 키를 사용하

여 데이터를 암호화한 다음 가능한 한 빨리 메모리에서 일반 텍스트 데이터 키를 제거합니다. 그런 다음 AWS Database Encryption SDK는 암호화된 데이터 키와 암호화 및 서명 지침과 같은 기타 정보를 포함하는 자료 설명을 추가합니다. AWS Database Encryption SDK는 MAC 키를 사용하여 자료 설명 및 `ENCRYPT_AND_SIGN` 또는 `SIGN_ONLY`로 표시된 모든 필드를 표준화하여 해시 기반 메시지 인증 코드(HMAC)를 계산합니다.

데이터를 복호화할 때 데이터를 암호화하는 데 사용한 것과 동일한 키링을 사용하거나 다른 키링을 사용할 수 있습니다. 데이터를 복호화하려면 복호화 키링에 암호화 키링에 래핑 키가 하나 이상 있거나 액세스 권한이 있어야 합니다.

AWS Database Encryption SDK는 자료 설명의 암호화된 데이터 키를 키링에 전달하고 키링에 데이터 키 중 하나를 복호화하도록 요청합니다. 키 링은 해당 래핑 키를 사용하여 암호화된 데이터 키 중 하나를 암호화 해제하고 일반 텍스트 데이터 키를 반환합니다. AWS Database Encryption SDK는 일반 텍스트 데이터 키를 이용해 데이터를 복호화합니다. 키 링에 있는 래핑 키 중 어느 것도 암호화된 데이터 키를 복호화할 수 없는 경우 복호화 작업이 실패합니다.

하나의 키링을 사용하거나, 동일한 유형 또는 여러 유형의 키링을 하나의 다중 키링에 조합할 수도 있습니다. 데이터를 암호화하면 다중 키 링은 다중 키 링을 구성하는 모든 키 링의 모든 래핑 키와 데이터 키와 연결된 MAC 키로 암호화된 데이터 키의 복사본을 반환합니다. 다중 키링의 래핑 키 중 하나를 포함하는 키링을 사용하여 데이터를 복호화할 수 있습니다.

키링 선택

> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

키링에 따라 데이터 키, 궁극적으로 데이터를 보호하는 래핑 키가 결정됩니다. 작업에 가장 적합한 가장 안전한 래핑 키를 사용하세요. 가능하면 하드웨어 보안 모듈(HSM) 또는 AWS Key Management Service(AWS KMS)의 KMS 키 또는 AWS CloudHSM의 암호화 키와 같은 키 관리 인프라로 보호되는 래핑 키를 사용합니다.

AWS Database Encryption SDK는 여러 가지 키링과 키링 구성을 제공하며 사용자 정의 키링을 직접 생성할 수 있습니다. 또한 유형이 같거나 다른 키링을 하나 이상 포함하는 다중 키링을 만들 수 있습니다.

주제

- AWS KMS 키 링

- AWS KMS 계층형 키링
- Raw AES 키 링
- Raw RSA 키 링
- 다중 키 링

AWS KMS 키 링

> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

AWS KMS 키링은 대칭 암호화 또는 대칭 RSA AWS KMS keys를 사용하여 데이터 키를 생성, 암호화 및 복호화합니다. AWS Key Management Service(AWS KMS)는 KMS 키를 보호하고 FIPS 경계 내에서 암호화 작업을 수행합니다. 가능하면 AWS KMS 키링 또는 유사한 보안 속성을 가진 키링을 사용할 것을 권장합니다.

AWS KMS 키링에 대칭 다중 리전 KMS 키를 사용할 수도 있습니다. 다중 리전 AWS KMS keys 사용에 대한 자세한 내용 및 예제는 다중 리전 AWS KMS keys 사용 섹션을 참조하세요. 다중 리전 키에 대한 자세한 내용은 AWS Key Management Service 개발자 가이드의 다중 리전 키 사용을 참조하세요.

AWS KMS 키링에는 두 가지 유형의 래핑 키가 포함될 수 있습니다.

- 생성기 키: 일반 텍스트 데이터 키를 생성하고 암호화합니다. 데이터를 암호화하는 키링에는 하나의 생성기 키가 있어야 합니다.
- 추가 키: 생성기 키가 생성한 일반 텍스트 데이터 키를 암호화합니다. AWS KMS 키링에는 0개 이상의 추가 키가 있을 수 있습니다.

레코드를 암호화하려면 생성기 키가 있어야 합니다. AWS KMS 키링에 AWS KMS 키가 하나뿐인 경우 해당 키를 사용하여 데이터 키를 생성하고 암호화합니다.

모든 키링과 마찬가지로 AWS KMS 키링도 독립적으로 사용하거나, 동일하거나 여러 유형의 다른 키링과 함께 다중 키링으로 사용할 수 있습니다.

주제

- AWS KMS 키링에 필요한 권한
- AWS KMS 키링의 AWS KMS keys 식별

- AWS KMS 키링 생성
- 다중 리전 AWS KMS keys 사용
- AWS KMS Discovery 키 링 사용
- AWS KMS Regional Discovery 키 링 사용

AWS KMS 키링에 필요한 권한

AWS Database Encryption SDK는 AWS 계정가 필요하지 않으며 AWS 서비스를 사용하지 않습니다. 하지만 AWS KMS 키링을 사용하려면 키링의 AWS KMS keys에 대한 AWS 계정 및 다음과 같은 최소 권한이 필요합니다.

- AWS KMS 키링을 사용하여 암호화하려면 생성기 키에 대한 kms:GenerateDataKey 권한이 반드시 필요합니다. AWS KMS 키링의 모든 추가 키에는 kms:Encrypt 권한이 필요합니다.
- AWS KMS 키링으로 암호를 복호화하려면 AWS KMS 키링에 있는 하나 이상의 키에 대한 kms:Decrypt 권한이 필요합니다.
- AWS KMS 키링으로 구성된 다중 키링을 사용하여 암호화하려면 생성기 키링의 생성기 키에 대한 kms:GenerateDataKey 권한이 필요합니다. 다른 모든 AWS KMS 키링의 모든 기타 키에는 kms:Encrypt 권한이 필요합니다.

AWS KMS keys 권한에 대한 자세한 내용은 AWS Key Management Service 개발자 가이드의 인증 및 액세스 제어를 참조하세요.

AWS KMS 키링의 AWS KMS keys 식별

AWS KMS 키링에는 하나 이상의 AWS KMS keys가 포함될 수 있습니다. AWS KMS 키링에서 AWS KMS key를 지정하려면 지원되는 AWS KMS 키 식별자를 사용합니다. 키링에서 AWS KMS key를 식별하는 데 사용할 수 있는 키 식별자는 작업 및 언어 구현에 따라 다릅니다. AWS KMS key의 키 식별자에 대한 자세한 내용은 AWS Key Management Service 개발자 가이드의 키 식별자를 참조하세요.

작업에 가장 적합한 키 식별자를 사용하는 것이 모범 사례입니다.

- AWS KMS 키링으로 암호화하려면 키 ID, 키 ARN, 별칭 이름 또는 별칭 ARN을 사용하여 데이터를 암호화할 수 있습니다.

> **Note**
>
> 암호화 키링에서 KMS 키에 대해 별칭 이름 또는 별칭 ARN을 지정하는 경우 암호화 작업은 현재 별칭과 연결된 키 ARN을 암호화된 데이터 키의 메타데이터에 저장합니다. 별칭은 저장되지 않습니다. 별칭을 변경해도 암호화된 데이터 키를 복호화하는 데 사용되는 KMS 키에는 영향을 주지 않습니다.

- AWS KMS 키링을 통해 복호화하려면 키 ARN을 사용하여 AWS KMS keys를 식별해야 합니다. 자세한 내용은 래핑 키 선택 섹션을 참조하세요.
- 암호화 및 복호화에 사용되는 키 링에서는 키 ARN을 사용하여 AWS KMS keys를 식별해야 합니다.

암호를 복호화할 때 AWS Database Encryption SDK는 AWS KMS 키링에서 암호화된 데이터 키 중 하나를 복호화할 수 있는 AWS KMS key를 검색합니다. 특히 AWS Database Encryption SDK는 자료 설명의 암호화된 각 데이터 키에 대해 다음 패턴을 사용합니다.

- AWS Database Encryption SDK는 암호화된 메시지의 메타데이터에서 데이터 키를 암호화한 AWS KMS key의 키 ARN을 가져옵니다.
- AWS Database Encryption SDK는 복호화 키링에서 일치하는 키 ARN이 있는 AWS KMS key를 검색합니다.
- 키링에서 일치하는 키 ARN이 있는 AWS KMS key를 찾으면 AWS Database Encryption SDK는 KMS 키를 사용하여 암호화된 데이터 키를 복호화하도록 AWS KMS에 요청합니다.
- 그러지 않으면 암호화된 다음 데이터 키(있는 경우)로 건너뛰게 됩니다.

AWS KMS 키링 생성

동일하거나 다른 AWS 계정 및 AWS 리전에서 단일 AWS KMS key 또는 여러 개의 AWS KMS keys로 각 AWS KMS 키링을 구성할 수 있습니다. AWS KMS key은 대칭 암호화 키(`SYMMETRIC_DEFAULT`) 또는 비대칭 RSA KMS 키여야 합니다. 대칭 암호화 다중 리전 KMS 키를 사용할 수도 있습니다. 다중 키링에서도 하나 이상의 AWS KMS 키링을 사용할 수 있습니다.

데이터를 암호화하고 복호화하는 AWS KMS 키링을 만들거나 암호화 또는 복호화용 AWS KMS 키링을 만들 수 있습니다. AWS KMS 키링을 암호화 데이터로 생성하는 경우 생성기 키, 즉 일반 텍스트 데이터 키를 생성하고 암호화하는 데 사용되는 AWS KMS key를 지정해야 합니다. 데이터 키는 KMS 키와 수학적으로 관련이 없습니다. 그런 다음 동일한 일반 텍스트 데이터 키를 암호화하는 AWS KMS keys를 추가로 지정할 수도 있습니다. 이 키 링으로 보호되는 암호화된 필드의 암호를 복호화하려면 사

용하는 복호화 키 링에 키 링에 정의된 AWS KMS keys 중 하나 이상이 포함되거나 AWS KMS keys가 없어야 합니다. (AWS KMS keys가 없는 AWS KMS 키링을 AWS KMS 검색 키링이라고 합니다.)

암호화 키링 또는 다중 키링의 모든 래핑 키는 데이터 키를 암호화할 수 있어야 합니다. 래핑 키가 암호화되지 않으면 암호화 메서드가 실패합니다. 따라서 호출자는 키링의 모든 키에 필요한 권한을 가지고 있어야 합니다. 검색 키링을 사용하여 단독 또는 다중 키링으로 데이터를 암호화하는 경우 암호화 작업이 실패합니다.

다음 Java 예제는 `CreateAwsKmsMrkMultiKeyring` 방법을 사용하여 대칭 암호화 KMS 키를 포함한 AWS KMS 키링을 생성합니다. 이 `CreateAwsKmsMrkMultiKeyring` 방법을 사용하면 키링이 단일 리전 키와 다중 리전 키를 모두 올바르게 처리할 수 있습니다. 이 예제에서는 키 ARN을 사용하여 KMS 키를 식별합니다.

```
final MaterialProviders matProv = MaterialProviders.builder()
        .MaterialProvidersConfig(MaterialProvidersConfig.builder().build())
        .build();
final CreateAwsKmsMrkMultiKeyringInput keyringInput =
 CreateAwsKmsMrkMultiKeyringInput.builder()
        .generator(kmsKeyArn)
        .build();
final IKeyring kmsKeyring = matProv.CreateAwsKmsMrkMultiKeyring(keyringInput);
```

다중 리전 AWS KMS keys 사용

AWS Database Encryption SDK에서 다중 리전을 래핑 AWS KMS keys 키로 사용할 수 있습니다. 하나의 AWS 리전에서 다중 리전 키를 사용하여 암호화한 경우 다른 AWS 리전에서 관련 다중 리전 키를 사용하여 복호화할 수 있습니다.

다중 리전 KMS 키는 동일한 키 자료와 키 ID를 갖는 다른 AWS 리전의 AWS KMS keys 세트입니다. 이러한 관련 키를 다른 리전에서 마치 동일한 키인 것처럼 사용할 수 있습니다. 다중 리전 키는 AWS KMS에 리전 간 호출을 하지 않고도 한 리전에서 암호화하고 다른 리전에서 복호화해야 하는 일반적인 재해 복구 및 백업 시나리오를 지원합니다. 다중 리전 키에 대한 자세한 내용은 AWS Key Management Service 개발자 가이드의 다중 리전 키 사용을 참조하세요.

다중 리전 키를 지원하기 위해 AWS Database Encryption SDK에는 AWS KMS 다중 리전 인식 키링이 포함되어 있습니다. 이 `CreateAwsKmsMrkMultiKeyring` 방법은 단일 리전 키와 다중 리전 키를 모두 지원합니다.

- 단일 리전 키의 경우 다중 리전 인식 기호는 단일 리전 AWS KMS 키링처럼 작동합니다. 데이터를 암호화한 단일 리전 키로만 사이퍼텍스트 복호화를 시도합니다. AWS KMS 키링 경험을 단순화하려면

대칭 암호화 KMS 키를 사용할 때마다 이 `CreateAwsKmsMrkMultiKeyring` 방법을 사용하는 것이 좋습니다.

- 다중 리전 키의 경우 다중 리전 인식 기호는 데이터를 암호화한 것과 동일한 다중 리전 키 또는 사용자가 지정한 리전의 관련 다중 리전 키를 사용하여 사이퍼텍스트를 복호화하려고 시도합니다.

KMS 키를 두 개 이상 사용하는 다중 리전 인식 키링에서는 단일 리전 및 다중 리전 키를 여러 개 지정할 수 있습니다. 그러나 관련 다중 리전 키의 각 집합에서 하나의 키만 지정할 수 있습니다. 키 ID가 같은 키 식별자를 두 개 이상 지정하면 생성자 호출이 실패합니다.

다음 Java 예제는 다중 리전 KMS 키를 사용하여 AWS KMS 키링을 생성합니다. 이 예제에서는 다중 리전 키를 생성기 키로 지정하고 단일 리전 키를 하위 키로 지정합니다

```
final MaterialProviders matProv = MaterialProviders.builder()
        .MaterialProvidersConfig(MaterialProvidersConfig.builder().build())
        .build();
final CreateAwsKmsMrkMultiKeyringInput createAwsKmsMrkMultiKeyringInput =
    CreateAwsKmsMrkMultiKeyringInput.builder()
            .generator(multiRegionKeyArn)
            .kmsKeyIds(Collections.singletonList(kmsKeyArn))
            .build();
IKeyring awsKmsMrkMultiKeyring =
 matProv.CreateAwsKmsMrkMultiKeyring(createAwsKmsMrkMultiKeyringInput);
```

다중 리전 AWS KMS 키링을 사용하는 경우 엄격 모드 또는 검색 모드에서 사이퍼텍스트를 복호화할 수 있습니다. 엄격 모드에서 사이퍼텍스트를 복호화하려면 사이퍼텍스트를 복호화하는 리전에서 관련 다중 리전 키의 키 ARN을 사용하여 다중 리전 인식 기호를 인스턴스화합니다. 다른 리전(예: 레코드가 암호화된 리전)에 있는 관련 다중 리전 키의 키 ARN을 지정하면 다중 리전 인식 기호가 해당 AWS KMS key에 대한 리전 간 호출을 수행합니다.

엄격 모드에서 복호화할 때 다중 리전 인식 기호에는 키 ARN이 필요합니다. 여기에서는 관련 다중 리전 키의 각 집합에서 하나의 키 ARN만 허용합니다.

AWS KMS 다중 리전 키를 사용하여 검색 모드에서 복호화할 수도 있습니다. 검색 모드에서 복호화할 때는 어떤 AWS KMS keys도 지정하지 않습니다. (단일 리전 AWS KMS 검색 키링에 대한 자세한 내용은 AWS KMS Discovery 키 링 사용 섹션을 참조하세요.)

다중 리전 키로 암호화한 경우 검색 모드에서 다중 리전 인식 기호는 로컬 리전의 관련 다중 리전 키를 사용하여 복호화를 시도합니다. 존재하지 않는 경우 호출이 실패합니다. 검색 모드에서 AWS Database Encryption SDK는 암호화에 사용되는 다중 리전 키에 대하여 리전 간 호출을 시도하지 않습니다.

AWS KMS Discovery 키 링 사용

암호를 복호화할 때 AWS Database Encryption SDK가 사용할 수 있는 래핑 키를 지정하는 것이 모범 사례입니다. 이 모범 사례를 따르려면 AWS KMS 래핑 키를 지정한 키로 제한하는 AWS KMS 복호화 키링을 사용하세요. 그러나 AWS KMS 검색 키링, 즉 아무 래핑 키도 지정하지 않는 AWS KMS 키링을 만들 수도 있습니다.

AWS Database Encryption SDK는 표준 AWS KMS 검색 키링과 AWS KMS 다중 리전 키에 대한 검색 키링을 제공합니다. AWS Database Encryption SDK에서 다중 리전 키 사용에 관한 정보는 다중 리전 AWS KMS keys 사용 섹션을 참조하세요.

래핑 키를 지정하지 않기 때문에 검색 키링은 데이터를 암호화할 수 없습니다. 검색 키링을 사용하여 단독 또는 다중 키링으로 데이터를 암호화하는 경우 암호화 작업이 실패합니다.

복호화 시 검색 키링은 AWS Database Encryption SDK가 AWS KMS key를 소유하거나 액세스할 수 있는 사용자와 관계없이 그것을 암호화한 AWS KMS key를 사용하여 암호화된 데이터 키를 복호화하도록 AWS KMS에 요청합니다. 호출자가 AWS KMS key에 대한 `kms:Decrypt` 권한이 있는 경우에만 호출이 성공합니다.

> **Important**
>
> 복호화 다중 키링에 AWS KMS 검색 키링을 포함하는 경우 검색 키링이 다중 키링의 다른 키링에 지정된 모든 KMS 키 제한보다 우선 적용됩니다. 다중 키링은 제한이 가장 적은 키링처럼 동작합니다. 검색 키링을 사용하여 단독 또는 다중 키링으로 데이터를 암호화하는 경우 암호화 작업이 실패합니다

AWS Database Encryption SDK는 편의를 위해 AWS KMS 검색 키링을 제공합니다. 단, 다음과 같은 이유로 가능하면 더 제한적인 키링을 사용하는 것이 좋습니다.

- 신뢰성 - AWS KMS 검색 키링은 자료 설명의 데이터 키를 암호화하는 데 사용된 모든 AWS KMS key를 사용할 수 있습니다. 따라서 호출자는 해당 AWS KMS key를 사용하여 복호화할 수 있는 권한이 있습니다. 이것이 호출자가 사용하려는 AWS KMS key가 아닐 수도 있습니다. 예를 들어, 암호화된 데이터 키 중 하나가 누구나 사용할 수 있어서 보안성이 약한 AWS KMS key를 사용하여 암호화되었을 수 있습니다.
- 지연 시간 및 성능 – AWS KMS 검색 키링은 다른 AWS 계정 및 리전에서 AWS KMS keys로 암호화된 키와, 호출자에게 복호화 권한이 없는 AWS KMS keys를 포함하여 AWS Database Encryption SDK는 암호화된 모든 데이터 키를 복호화하려고 시도하기 때문에 다른 키링보다 느릴 수 있습니다.

검색 키링을 사용하는 경우 검색 필터를 사용하여 사용할 수 있는 KMS 키를 지정된 AWS 계정 및 파티션에 있는 키로 제한하는 것이 좋습니다. 계정 ID 및 파티션을 찾는 데 도움이 필요하면 AWS 일반 참조의 AWS 계정 식별자 및 ARN 형식을 참조하세요.

다음 Java 코드는 AWS Database Encryption SDK가 `aws` 파티션 및 `111122223333` 예제 계정에 사용할 수 있는 KMS 키를 제한하는 검색 필터를 사용하여 AWS KMS 검색 키 링을 인스턴스화합니다.

이 코드를 사용하기 전에 예제 AWS 계정와 파티션 값을 AWS 계정와 파티션에 유효한 값으로 바꾸세요. KMS 키가 중국 리전에 있는 경우 `aws-cn` 파티션 값을 사용하세요. KMS 키가 AWS GovCloud (US) Regions에 있는 경우 `aws-us-gov` 파티션 값을 사용하세요. 다른 AWS 리전에 있는 경우 `aws` 파티션 값을 사용하세요.

```
// Create discovery filter
DiscoveryFilter discoveryFilter = DiscoveryFilter.builder()
        .partition("aws")
        .accountIds(111122223333)
        .build();
// Create the discovery keyring
CreateAwsKmsMrkDiscoveryMultiKeyringInput createAwsKmsMrkDiscoveryMultiKeyringInput =
 CreateAwsKmsMrkDiscoveryMultiKeyringInput.builder()
        .discoveryFilter(discoveryFilter)
        .build();
IKeyring decryptKeyring =
 matProv.CreateAwsKmsMrkDiscoveryMultiKeyring(createAwsKmsMrkDiscoveryMultiKeyringInput);
```

AWS KMS Regional Discovery 키 링 사용

AWS KMS 리전 검색 키링은 KMS 키의 ARN을 지정하지 않는 키링입니다. 대신 AWS Database Encryption SDK가 특정 AWS 리전의 KMS 키만 사용하여 복호화할 수 있도록 허용합니다.

AWS KMS 리전 검색 키링을 사용하여 복호화할 경우, AWS Database Encryption SDK는 지정한 AWS 리전으로 암호화된 데이터 키를 복호화하도록 AWS KMS key에 요청합니다. 성공하려면 호출자는 데이터 키를 암호화하여 지정된 AWS 리전의 AWS KMS keys 중 하나 이상에 대한 `kms:Decrypt` 권한을 가지고 있어야 합니다.

다른 검색 키링과 마찬가지로 리전 검색 키링은 암호화에 영향을 주지 않습니다. 암호화된 필드를 복호화할 때만 작동합니다. 암호화 및 복호화에 사용되는 다중 키링에서 리전 검색 키링을 사용하는 경우 복호화 시에만 유효합니다. 다중 리전 검색 키링을 사용하여 단독 또는 다중 키링으로 데이터를 암호화하는 경우 암호화 작업이 실패합니다.

> **Important**
>
> 복호화 다중 키링에 AWS KMS 리전 검색 키링을 추가할 경우 리전 검색 키링이 다중 키링의 다른 키링에 지정된 모든 KMS 키 제한을 재정의합니다. 다중 키링은 제한이 가장 적은 키링처럼 동작합니다. AWS KMS 검색 키링은 단독으로 사용되거나 다중 키링에 사용되는 경우 암호화에 영향을 주지 않습니다.

AWS Database Encryption SDK의 리전 검색 키링은 지정된 리전의 KMS 키로만 복호화하도록 시도합니다. 검색 키링을 사용하는 경우 AWS KMS 클라이언트에서 리전을 구성합니다. 이러한 AWS Database Encryption SDK 구현에서는 KMS 키를 리전별로 필터링하지 않지만 AWS KMS를 통한 지정된 리전 외부의 KMS 키에 대한 복호화 요청은 실패합니다.

검색 키링을 사용하는 경우 검색 필터를 사용하여 복호화된 KMS 키를 지정된 AWS 계정 및 파티션에 있는 키로 지정하는 것이 좋습니다.

예를 들어, 다음 코드는 검색 필터를 사용하여 AWS KMS 리전 검색 키링으로 만듭니다. 이 키링은 미국 서부(오리건) 리전(us-west-2)에서 111122223333 계정의 KMS 키로 AWS Database Encryption SDK를 지정합니다.

```
// Create the discovery filter
DiscoveryFilter discoveryFilter = DiscoveryFilter.builder()
        .partition("aws")
        .accountIds(111122223333)
        .build();
// Create the discovery keyring
CreateAwsKmsMrkDiscoveryMultiKeyringInput createAwsKmsMrkDiscoveryMultiKeyringInput =
 CreateAwsKmsMrkDiscoveryMultiKeyringInput.builder()
        .discoveryFilter(discoveryFilter)
        .regions("us-west-2")
        .build();
IKeyring decryptKeyring =
 matProv.CreateAwsKmsMrkDiscoveryMultiKeyring(createAwsKmsMrkDiscoveryMultiKeyringInput);
```

AWS KMS 계층형 키링

클라이언트 측 암호화 라이브러리는 데이터베이스 암호화 SDK로 이름이 변경되었습니다. AWS 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

> **Note**
>
> 2023년 7월 24일부터 개발자 시험판 중에 생성된 브랜치 키는 지원되지 않습니다. 개발자 시험판 중에 생성한 브랜치 키 스토어를 계속 사용하려면 새 브랜치 키를 생성합니다.

AWS KMS 계층적 키링을 사용하면 레코드를 암호화하거나 해독할 때마다 전화를 걸지 않고도 대칭 암호화 KMS 키로 암호화 자료를 보호할 수 있습니다. AWS KMS 호출을 최소화해야 하는 애플리케이션과 보안 요구 사항을 위반하지 않고 일부 암호화 자료를 AWS KMS재사용할 수 있는 애플리케이션에 적합합니다.

계층적 키링은 Amazon DynamoDB 테이블에 AWS KMS 유지되는 보호된 분기 키를 사용하고 암호화 및 복호화 작업에 사용되는 분기 키 자료를 로컬에 캐싱하여 AWS KMS 호출 횟수를 줄이는 암호화 자료 캐싱 솔루션입니다. DynamoDB 테이블은 브랜치 키를 관리하고 보호하는 브랜치 키 스토어 역할을 합니다. 활성 브랜치 키와 모든 이하 버전의 브랜치 키를 저장합니다. 활성 브랜치 키는 최신 버전의 브랜치 키입니다. 계층적 키링은 고유한 데이터 키를 사용하여 각 필드를 암호화하고 활성 브랜치 키에서 파생된 고유한 래핑 키로 각 데이터 키를 암호화합니다. 계층적 키링은 활성 브랜치 키와 파생된 래핑 키 사이에 설정된 계층 구조에 따라 달라집니다.

계층적 키링은 일반적으로 각 브랜치 키 버전을 사용하여 여러 요청을 충족합니다. 하지만 활성 브랜치 키의 재사용 범위를 제어하고 활성 브랜치 키의 교체 빈도를 결정할 수 있습니다. 브랜치 키의 활성 버전은 교체할 때까지 활성 상태로 유지됩니다. 이하 버전의 활성 브랜치 키는 암호화 작업을 수행하는 데 사용되지 않지만 여전히 쿼리를 통해 복호화 작업에 사용할 수 있습니다.

계층적 키링을 인스턴스화하면 로컬 캐시가 생성됩니다. 캐시 제한을 지정하고 브랜치 키 자료가 만료되어 캐시에서 제거되기 전에 로컬 캐시에 저장되는 최대 시간을 정의합니다. 계층적 키링은 작업에서 a가 처음 지정될 때 한 번의 AWS KMS 호출을 통해 분기 키를 해독하고 분기 키 자료를 조합합니다. `branch-key-id` 그러면 브랜치 키 자료가 로컬 캐시에 저장되고 캐시 제한이 만료될 때까지 `branch-key-id`를 지정하는 모든 암호화 및 복호화 작업에 브랜치 키 자료가 재사용됩니다. 브랜치 키 자료를 로컬 캐시에 저장하면 호출 횟수가 줄어듭니다. AWS KMS 예를 들어, 캐시 한도를 15분으로 가정해 보겠습니다. 해당 캐시 한도 내에서 10,000개의 암호화 작업을 수행하는 경우 기존 AWS KMS 키링은 10,000개의 암호화 작업을 처리하기 위해 AWS KMS 10,000번의 호출을 수행해야 합니다. `branch-key-id`활성화된 키링이 하나라도 있는 경우 계층 키링을 한 번만 AWS KMS 호출하면 10,000개의 암호화 작업을 처리할 수 있습니다.

로컬 캐시는 두 개의 파티션으로 구성되어 있는데, 하나는 암호화 작업용이고 다른 하나는 복호화 작업용입니다. 암호화 파티션은 활성 브랜치 키에서 조합된 브랜치 키 자료를 저장하고 캐시 제한이 만료될 때까지 모든 암호화 작업에 이를 재사용합니다. 복호화 파티션에는 복호화 작업에서 식별된 다른 브랜

치 키 버전용으로 조합된 브랜치 키 자료가 저장됩니다. 복호화 파티션은 한 번에 여러 활성 브랜치 키 자료 버전을 저장할 수 있습니다. 멀티테넌트 데이터베이스에서 브랜치 키 ID 공급자를 사용하도록 구성된 경우 암호화 파티션은 한 번에 여러 브랜치 키 자료 버전을 저장할 수도 있습니다. 자세한 설명은 멀티테넌트 데이터베이스에서 계층적 키링 사용 섹션을 참조하세요.

> **Note**
>
> AWS 데이터베이스 암호화 SDK의 계층적 키링에 대한 모든 언급은 계층적 키링을 가리킵니다. AWS KMS

주제

작동 방식

다음 연습에서는 계층적 키링이 암호화 및 복호화 자료를 조합하는 방법과 암호화 및 복호화 작업에 대해 키링이 수행하는 다양한 호출을 설명합니다. 래핑 키 파생 및 일반 텍스트 데이터 키 암호화 프로세스에 대한 기술 세부 정보는 AWS KMS 계층적 키링 기술 세부 정보를 참조하세요.

암호화 및 서명

다음 연습에서는 계층적 키링이 암호화 자료를 조합하고 고유한 래핑 키를 도출하는 방법을 설명합니다.

1. 암호화 메서드는 계층적 키링에 암호화 자료를 요청합니다. 키링은 일반 텍스트 데이터 키를 생성한 다음 로컬 캐시에 유효한 브랜치 자료가 있는지 확인하여 래핑 키를 생성합니다. 유효한 브랜치 키 자료가 있는 경우 키링은 5단계로 진행됩니다.
2. 유효한 브랜치 키 자료가 없는 경우 계층적 키링은 브랜치 키 저장소에 활성 브랜치 키를 쿼리합니다.

a. 브랜치 키 스토어는 활성 분기 키를 AWS KMS 호출하여 암호를 해독하고 일반 텍스트 활성 분기 키를 반환합니다. 활성 브랜치 키를 식별하는 데이터는 직렬화되어 AWS KMS복호화 호출 시 추가 인증 데이터(AAD)를 제공합니다.

b. 브랜치 키 저장소는 일반 텍스트 브랜치 키와 이를 식별하는 데이터(예: 브랜치 키 버전)를 반환합니다.

3. 계층적 키링은 브랜치 키 자료(일반 텍스트 브랜치 키 및 브랜치 키 버전)를 조합하여 로컬 캐시에 사본을 저장합니다.
4. 계층적 키링은 일반 텍스트 브랜치 키와 16바이트 무작위 솔트에서 고유한 래핑 키를 가져옵니다. 파생된 래핑 키를 사용하여 일반 텍스트 데이터 키의 사본을 암호화합니다.

암호화 메서드로 암호화 자료를 사용하여 레코드를 암호화 및 서명합니다. AWS Database Encryption SDK에서 레코드를 암호화하고 서명하는 방법에 대한 자세한 내용은 암호화 및 서명을 참조하세요.

복호화 및 확인

다음 안내에서는 계층적 키링이 복호화 자료를 조합하고 암호화된 데이터 키를 복호화하는 방법을 설명합니다.

1. 복호화 메서드는 암호화된 레코드의 자료 설명 필드에서 암호화된 데이터 키를 식별하고 이를 계층적 키링에 전달합니다.
2. 계층적 키링은 브랜치 키 버전, 16바이트 솔트 및 데이터 키가 암호화된 방법을 설명하는 기타 정보 등 암호화된 데이터 키를 식별하는 데이터를 역직렬화합니다.

   자세한 내용은 AWS KMS 계층적 키링 기술 세부 정보 섹션을 참조하세요.
3. 계층적 키링은 2단계에서 식별한 브랜치 키 버전과 일치하는 유효한 브랜치 키 자료가 로컬 캐시에 있는지 확인합니다. 유효한 브랜치 키 자료가 있는 경우 키링은 6단계로 진행됩니다.
4. 유효한 브랜치 키 자료가 없는 경우 계층적 키링은 2단계에서 식별한 브랜치 키 버전과 일치하는 브랜치 키를 브랜치 키 저장소에 쿼리합니다.

   a. 브랜치 키 스토어는 브랜치 키를 AWS KMS 해독하기 위해 호출하고 일반 텍스트 활성 브랜치 키를 반환합니다. 활성 브랜치 키를 식별하는 데이터는 직렬화되어 AWS KMS복호화 호출 시 추가 인증 데이터(AAD)를 제공합니다.

   b. 브랜치 키 저장소는 일반 텍스트 브랜치 키와 이를 식별하는 데이터(예: 브랜치 키 버전)를 반환합니다.
5. 계층적 키링은 브랜치 키 자료(일반 텍스트 브랜치 키 및 브랜치 키 버전)를 조합하여 로컬 캐시에 사본을 저장합니다.

6. 계층적 키링은 조합된 브랜치 키 자료와 2단계에서 식별한 16바이트 솔트를 사용하여 데이터 키를 암호화한 고유 래핑 키를 재현합니다.
7. 계층적 키링은 재생된 래핑 키를 사용하여 데이터 키를 복호화하고 일반 텍스트 데이터 키를 반환합니다.

복호화 메서드는 복호화 자료와 일반 텍스트 데이터 키를 이용해 레코드를 복호화하고 검증하는 방식입니다. AWS 데이터베이스 암호화 SDK에서 레코드를 복호화하고 확인하는 방법에 대한 자세한 내용은 암호 해독 및 확인을 참조하십시오.

필수 조건

AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 필수적이지 AWS 계정 않으며 어떤 것에도 의존하지 않습니다. AWS 서비스하지만 계층적 키링은 Amazon AWS KMS DynamoDB에 따라 달라집니다.

계층적 키링을 사용하려면 KMS:Decrypt 권한을 사용한 대칭 암호화가 필요합니다. AWS KMS key 대칭 암호화 다중 리전 키를 사용할 수도 있습니다. AWS KMS keys권한에 대한 자세한 내용은 AWS Key Management Service 개발자 가이드의 인증 및 액세스 제어를 참조하세요.

계층적 키링을 생성하여 사용하려면 먼저 브랜치 키 스토어를 생성하고 첫 번째 활성 브랜치 키로 이를 채워야 합니다.

1단계: 새 키 스토어 서비스 구성

키 스토어 서비스는 계층적 키링 사전 조건을 조합하고 브랜치 키 스토어를 관리하는 데 도움이 되는 여러 작업(예: `CreateKeyStore` 및 `CreateKey`)을 제공합니다.

다음 Java 예제에서는 키 스토어 서비스를 생성합니다. 브랜치 키 스토어의 이름으로 사용할 DynamoDB 테이블 이름, 브랜치 키 스토어의 논리적 이름, 브랜치 키를 보호할 KMS 키를 식별하는 KMS 키 ARN을 지정해야 합니다.

논리적 키 스토어 이름은 테이블에 저장된 모든 데이터에 암호로 바인딩되어 DynamoDB 복원 작업을 간소화합니다. 논리적 키 스토어 이름은 DynamoDB 테이블 이름과 같을 수 있지만 반드시 같을 필요는 없습니다. 키 스토어 서비스를 처음 구성할 때 DynamoDB 테이블 이름을 논리적 테이블 이름으로 지정할 것을 강력히 권장합니다. 항상 같은 논리적 테이블 이름을 지정해야 합니다. 백업에서 DynamoDB 테이블을 복원한 후 브랜치 키 스토어 이름이 변경된 경우, 계층적 키링이 브랜치 키 스토어에 계속 액세스할 수 있도록 논리적 키 스토어 이름이 지정한 DynamoDB 테이블 이름에 매핑됩니다.

```
final KeyStore keystore = KeyStore.builder().KeyStoreConfig(
```

```
                KeyStoreConfig.builder()
                        .ddbClient(DynamoDbClient.create())
                        .ddbTableName(keyStoreName)
                        .logicalKeyStoreName(logicalKeyStoreName)
                        .kmsClient(KmsClient.create())
                        .kmsConfiguration(KMSConfiguration.builder()
                                .kmsKeyArn(kmsKeyArn)
                                .build())
                        .build()).build();
```

2단계: **CreateKeyStore** 호출을 통한 브랜치 키 저장소 생성

다음 Java 작업은 브랜치 키를 유지하고 보호하는 브랜치 키 저장소를 생성합니다.

```
keystore.CreateKeyStore(CreateKeyStoreInput.builder().build());
```

CreateKeyStore 작업을 수행하면 1단계에서 지정한 테이블 이름과 다음 필수 값을 사용하여 DynamoDB 테이블이 생성됩니다.

	파티션 키	정렬 키
기본 테이블	branch-key-id	version

3단계: **CreateKey** 호출을 통한 새 활성 브랜치 키 생성

다음 Java 작업은 1단계에서 지정한 KMS 키를 사용하여 새 활성 브랜치 키를 생성하고 2단계에서 생성한 DynamoDB 테이블에 활성 브랜치 키를 추가합니다.

CreateKey를 호출할 때 다음과 같은 선택적 값을 지정하도록 선택할 수 있습니다.

- branchKeyIdentifier: 사용자 지정 branch-key-id를 정의합니다.

  사용자 지정 branch-key-id를 만들려면 encryptionContext 파라미터에 추가 암호화 컨텍스트도 포함해야 합니다.

- encryptionContext: kms: 호출에 포함된 암호화 컨텍스트에서 추가 인증 데이터 (AAD) 를 제공하는 선택적 비비밀 키-값 쌍 세트를 정의합니다. GenerateDataKeyWithoutPlaintext

  이 추가 암호화 컨텍스트는 aws-crypto-ec: 접두사와 표시됩니다.

```
final Map<String, String> additionalEncryptionContext =
 Collections.singletonMap("contextKey",
```

```
        "contextValue");

final String BranchKey = keystore.CreateKey(
        CreateKeyInput.builder()
                .branchKeyIdentifier(custom-branch-key-id) //OPTIONAL
                .encryptionContext(additionalEncryptionContext) //OPTIONAL
                .build()).branchKeyIdentifier();
```

먼저, CreateKey 작업은 다음 값을 생성합니다.

- branch-key-id의 버전 4 Universally Unique Identifier(UUID)(사용자 지정 branch-key-id를 지정하지 않은 경우).
- 브랜치 키 버전의 버전 4 UUID
- 협정 세계시(UTC)의 ISO 8601 날짜 및 시간 형식의 timestamp.

그러면 CreateKey 작업은 다음 요청을 사용하여 kms:를 호출합니다. GenerateDataKeyWithoutPlaintext

```
{
   "EncryptionContext": {
      "branch-key-id" : "branch-key-id",
      "type" : "type",
      "create-time" : "timestamp",
      "logical-key-store-name" : "the logical table name for your branch key store",
      "kms-arn" : the KMS key ARN,
      "hierarchy-version" : "1",
      "aws-crypto-ec:contextKey": "contextValue"
   },
   "KeyId": "the KMS key ARN you specified in Step 1",
   "NumberOfBytes": "32"
}
```

> **Note**
>
> 데이터베이스를 검색 가능한 암호화로 구성하지 않았더라도 CreateKey 작업을 수행하면 활성 브랜치 키와 비컨 키가 생성됩니다. 두 키 모두 브랜치 키 스토어에 저장됩니다. 자세한 내용은 검색 가능한 암호화를 위한 계층적 키링 사용을 참조하세요.

그런 다음 CreateKey 작업은 ReEncryptkms:를 호출하여 암호화 컨텍스트를 업데이트하여 분기 키에 대한 활성 레코드를 생성합니다.

마지막으로 **CreateKey** 작업은 TransactWriteItemsddb:를 호출하여 2단계에서 만든 테이블에 분기 키를 유지할 새 항목을 작성합니다. 항목에는 다음 속성이 있습니다.

```
{
    "branch-key-id" : branch-key-id,
    "type" : "branch:ACTIVE",
    "enc" : the branch key returned by the GenerateDataKeyWithoutPlaintext call,
    "version": "branch:version:the branch key version UUID",
    "create-time" : "timestamp",
    "kms-arn" : "the KMS key ARN you specified in Step 1",
    "hierarchy-version" : "1",
    "aws-crypto-ec:contextKey": "contextValue"
}
```

계층적 키링 생성

계층적 키링을 초기화하려면 다음 값을 제공해야 합니다.

- 브랜치 키 스토어 이름

  브랜치 키 스토어로 사용하기 위해 생성한 DynamoDB 테이블의 이름입니다.

-

  캐시 제한 유지 시간(TTL)

  로컬 캐시 내의 브랜치 키 자료 항목이 만료되기 전에 사용할 수 있는 시간(초) 입니다. 이 값은 0보다 커야 합니다. 캐시 제한 TTL이 만료되면 해당 항목이 로컬 캐시에서 제거됩니다.

- 브랜치 키 식별자

  `branch-key-id`는 브랜치 키 스토어의 활성 브랜치 키를 식별합니다.

> **Note**
>
> 멀티테넌트 사용을 위한 계층적 키링을 초기화하려면 `branch-key-id` 대신 브랜치 키 ID 공급자를 지정해야 합니다. 자세한 설명은 멀티테넌트 데이터베이스에서 계층적 키링 사용 섹션을 참조하세요.

- (선택 사항) 권한 부여 토큰 목록

권한 부여를 통해 계층적 키링의 KMS 키에 대한 액세스를 제어하는 경우 키링을 초기화할 때 필요한 모든 권한 부여 토큰을 제공해야 합니다.

다음 Java 예제는 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB client를 사용하여 계층적 키링을 초기화하는 방법을 보여줍니다. 다음 예제에서는 캐시 제한 TTL을 600초로 지정합니다.

```
final MaterialProviders matProv = MaterialProviders.builder()
                .MaterialProvidersConfig(MaterialProvidersConfig.builder().build())
                .build();
        final CreateAwsKmsHierarchicalKeyringInput keyringInput =
 CreateAwsKmsHierarchicalKeyringInput.builder()
                .keyStore(branchKeyStoreName)
                .branchKeyId(branch-key-id)
                .ttlSeconds(600)
                .build();
        final Keyring hierarchicalKeyring =
 matProv.CreateAwsKmsHierarchicalKeyring(keyringInput);
```

활성 브랜치 키 교체

각 브랜치 키에는 한 번에 하나의 활성 버전만 있을 수 있습니다. 계층적 키링은 일반적으로 각 활성 브랜치 키 버전을 사용하여 여러 요청을 충족합니다. 하지만 활성 브랜치 키의 재사용 범위를 제어하고 활성 브랜치 키의 교체 빈도를 결정할 수 있습니다.

브랜치 키는 일반 텍스트 데이터 키를 암호화하는 데 사용되지 않습니다. 이들은 일반 텍스트 데이터 키를 암호화하는 고유한 래핑 키를 도출하는 데 사용됩니다. 래핑 키 추출 프로세스는 28바이트의 무작위성을 갖는 고유한 32바이트 래핑 키를 생성합니다. 즉, 브랜치 키는 암호화 마모가 발생하기 전에 79옥틸리온(2^{96}) 이상의 고유한 래핑 키를 도출할 수 있습니다. 이렇게 소진 위험은 매우 낮지만 비즈니스 또는 계약 규칙이나 정부 규정으로 인해 활성 브랜치 키를 교체해야 할 수도 있습니다.

브랜치 키의 활성 버전은 교체할 때까지 활성 상태로 유지됩니다. 이하 버전의 활성 브랜치 키는 암호화 작업을 수행하는 데 사용되지 않으며 새 래핑 키를 도출하는 데 사용할 수 없습니다. 단, 여전히 쿼리가 가능하며 활성 상태에서 암호화한 데이터 키를 복호화하기 위한 래핑 키를 제공할 수 있습니다.

키 스토어 서비스 `VersionKey` 작업을 사용하여 활성 브랜치 키를 교체할 수 있습니다. 활성 브랜치 키를 교체하면 이하 버전을 대체하는 새 브랜치 키가 생성됩니다. 활성 브랜치 키를 교체해도 `branch-key-id`는 변경되지 않습니다. `VersionKey`를 호출할 때 현재 활성 브랜치 키를 식별하는 `branch-key-id`를 지정해야 합니다.

```
keystore.VersionKey(
    VersionKeyInput.builder()
        .branchKeyIdentifier("branch-key-id")
        .build()
);
```

멀티테넌트 데이터베이스에서 계층적 키링 사용

활성 브랜치 키와 파생 래핑 키 사이에 설정된 키 계층 구조에 따라 사용자 데이터베이스의 각 테넌트에 대한 브랜치 키를 생성하여 멀티테넌트 데이터베이스를 지원할 수 있습니다. 그러면 계층적 키링이 고유한 브랜치 키를 사용하여 지정된 테넌트의 모든 데이터를 암호화 및 서명합니다. 이를 통해 멀티테넌트 데이터를 단일 데이터베이스에 저장하고 브랜치 키로 테넌트 데이터를 격리할 수 있습니다.

각 테넌트에는 고유한 `branch-key-id`로 정의된 브랜치 키가 있습니다. 각 `branch-key-id`에는 한 번에 하나의 활성 버전만 있을 수 있습니다.

멀티테넌트 사용을 위한 계층적 키링을 초기화하려면 먼저 각 테넌트에 대한 브랜치 키를 생성하고 브랜치 키 ID 공급자를 생성해야 합니다. 브랜치 키 ID 공급자를 사용하여 테넌트에 맞는 올바른 `branch-key-id`를 쉽게 알아볼 수 있도록 `branch-key-ids`를 친숙한 이름을 만듭니다. 예를 들어 친숙한 이름을 사용하면 브랜치 키를 `b3f61619-4d35-48ad-a275-050f87e15122` 대신 `tenant1`로 참조할 수 있습니다.

복호화 작업의 경우 단일 계층적 키링을 정적으로 구성하여 복호화을 단일 테넌트로 제한하거나 브랜치 키 ID 공급자를 사용하여 레코드 복호화을 담당하는 테넌트를 식별할 수 있습니다.

먼저 사전 조건 절차의 1단계와 2단계를 따르세요. 그런 다음, 다음 절차를 사용하여 각 테넌트의 브랜치 키를 생성하고, 브랜치 키 ID 공급자를 생성하고, 멀티테넌트 사용을 위한 계층적 키링을 초기화합니다.

1단계: 데이터베이스에서 각 테넌트에 대한 브랜치 키 생성

데이터베이스의 각 테넌트에 대한 `CreateKey`를 호출합니다.

다음 Java 작업은 키 스토어 서비스를 생성할 때 지정한 KMS 키를 사용하여 두 개의 브랜치 키를 생성하고 브랜치 키 스토어로 사용하기 위해 생성한 DynamoDB 테이블에 브랜치 키를 추가합니다. 동일한 KMS 키로 모든 브랜치 키를 보호해야 합니다.

```
final String tenant1BranchKey = keystore.CreateKey(
```

```
        CreateKeyInput.builder().build()).branchKeyIdentifier();
final String tenant2BranchKey = keystore.CreateKey(
        CreateKeyInput.builder().build()).branchKeyIdentifier();
```

2단계: 브랜치 키 ID 공급자 생성

다음 Java 예제는 1단계에서 생성한 두 개의 분기 키에서 친숙한 이름을 생성하고 DynamoDB 클라이언트용 AWS 데이터베이스 암호화 SDK를 사용하여 분기 키 ID 공급자를 `CreateDynamoDbEncryptionBranchKeyIdSupplier` 생성하도록 호출합니다.

```
// Create friendly names for each branch-key-id
class ExampleBranchKeyIdSupplier implements IDynamoDbKeyBranchKeyIdSupplier {
    private static String branchKeyIdForTenant1;
    private static String branchKeyIdForTenant2;

    public ExampleBranchKeyIdSupplier(String tenant1Id, String tenant2Id) {
        this.branchKeyIdForTenant1 = tenant1Id;
        this.branchKeyIdForTenant2 = tenant2Id;
    }
// Create the branch key ID supplier
final DynamoDbEncryption ddbEnc = DynamoDbEncryption.builder()
        .DynamoDbEncryptionConfig(DynamoDbEncryptionConfig.builder().build())
        .build();
final BranchKeyIdSupplier branchKeyIdSupplier =
 ddbEnc.CreateDynamoDbEncryptionBranchKeyIdSupplier(
    CreateDynamoDbEncryptionBranchKeyIdSupplierInput.builder()
            .ddbKeyBranchKeyIdSupplier(new ExampleBranchKeyIdSupplier(branch-key-ID-
tenant1, branch-key-ID-tenant2))
            .build()).branchKeyIdSupplier();
```

3단계: 브랜치 키 ID 공급자를 통해 계층적 키링을 초기화합니다.

계층적 키링을 초기화하려면 다음 값을 제공해야 합니다.

- 브랜치 키 스토어 이름
- 캐시 제한 유지 시간(TTL)
- 브랜치 키 ID 공급자
- (선택 사항) 캐시

  캐시 유형이나 로컬 캐시에 저장할 수 있는 브랜치 키 자료 항목 수를 사용자 지정하려면 키링을 초기화할 때 캐시 유형과 항목 용량을 지정하세요.

캐시 유형은 스레딩 모델을 정의합니다. 계층적 키링은 멀티테넌트 데이터베이스를 지원하는 세 가지 캐시 유형 (Default,,) 을 제공합니다. MultiThreaded StormTracking

캐시를 지정하지 않으면 계층적 키링은 자동으로 기본 캐시 유형을 사용하고 항목 용량을 1,000으로 설정합니다.

Default (Recommended)

대부분 사용자의 경우 기본 캐시로 스레딩 요구 사항을 충족합니다. 기본 캐시는 멀티스레드가 많은 환경을 지원하도록 설계되었습니다. 분기 키 자료 항목이 만료되면 기본 캐시는 분기 키 자료 항목이 만료되기 10초 전에 한 스레드에 알리므로 여러 스레드가 AWS KMS 호출되지 않도록 합니다. 이렇게 하면 하나의 스레드만 캐시 새로 고침 요청을 AWS KMS 보낼 수 있습니다.

기본 캐시를 사용하여 계층적 키링을 초기화하려면 다음 값을 지정하세요.

- 항목 용량: 로컬 캐시에 저장할 수 있는 브랜치 키 자료 항목의 수를 제한합니다.

```
.cache(CacheType.builder()
        .Default(DefaultCache.builder()
        .entryCapacity(100)
        .build())
```

기본 StormTracking 캐시와 캐시는 동일한 스레딩 모델을 지원하지만 기본 캐시를 사용하여 계층적 키링을 초기화하려면 입력 용량만 지정하면 됩니다. 캐시를 더 세밀하게 사용자 지정하려면 캐시를 사용하십시오. StormTracking

MultiThreaded

MultiThreaded 캐시는 멀티스레드 환경에서 안전하게 사용할 수 있지만 Amazon AWS KMS DynamoDB 호출을 최소화하는 기능은 제공하지 않습니다. 따라서 브랜치 키 자료 입력이 만료되면 동시에 모든 스레드로 알림이 전송됩니다. 이로 인해 캐시 새로 고침을 위한 AWS KMS 호출이 여러 번 발생할 수 있습니다.

MultiThreaded 캐시를 사용하여 계층적 키링을 초기화하려면 다음 값을 지정하십시오.

- 항목 용량: 로컬 캐시에 저장할 수 있는 브랜치 키 자료 항목의 수를 제한합니다.
- 항목 정리 테일 크기: 항목 용량에 도달한 경우 정리할 항목 수를 정의합니다.

```
.cache(CacheType.builder()
        .MultiThreaded(MultiThreadedCache.builder()
```

```
        .entryCapacity(100)
        .entryPruningTailSize(1)
        .build())
```

StormTracking

StormTracking 캐시는 멀티스레드가 많은 환경을 지원하도록 설계되었습니다. 브랜치 키 자료 항목이 만료되면 StormTracking 캐시는 한 스레드에 브랜치 키 구성 요소 항목이 만료될 것임을 미리 알려 여러 스레드가 AWS KMS 호출하는 것을 방지합니다. 이렇게 하면 하나의 스레드만 캐시 새로 고침 요청을 AWS KMS 보낼 수 있습니다.

StormTracking 캐시를 사용하여 계층적 키링을 초기화하려면 다음 값을 지정하십시오.

- 항목 용량: 로컬 캐시에 저장할 수 있는 브랜치 키 자료 항목의 수를 제한합니다.
- 항목 정리 테일 크기: 한 번에 정리할 브랜치 키 자료 항목의 수를 정의합니다.

  기본값: 항목 1개
- 유예 기간: 브랜치 키 자료를 새로 고치려는 시도가 만료되기까지 걸리는 시간(초)을 정의합니다.

  기본값: 10초
- 유예 간격: 브랜치 키 자료의 새로 고침 시도 간격(초)을 정의합니다.

  기본값: 1초
- 팬아웃: 브랜치 키 자료를 새로 고칠 수 있는 동시 시도 횟수를 정의합니다.

  기본값: 20회 시도
- 전송 유지 시간(TTL): 브랜치 키 자료를 새로 고치려는 시도가 제한 시간 초과될 때까지의 시간(초)을 정의합니다. `GetCacheEntry`에 대한 응답으로 캐시가 `NoSuchEntry`를 반환할 때마다 해당 브랜치 키는 `PutCache` 항목과 동일한 키가 기록될 때까지 전송 중인 것으로 간주됩니다.

  기본값: 20초
- 절전: `fanOut` 초과 시 스레드가 절전 상태로 유지되는 시간(초)을 정의합니다.

  기본값: 20밀리초

```
.cache(CacheType.builder()
        .MultiThreaded(MultiThreadedCache.builder()
        .entryCapacity(100)
```

```
        .entryPruningTailSize(1)
        .gracePeriod(10)
        .graceInterval(1)
        .fanOut(20)
        .inFlightTTL(20)
        .sleepMilli(20)
        .build())
```

- (선택 사항) 권한 부여 토큰 목록

  권한 부여를 통해 계층적 키링의 KMS 키에 대한 액세스를 제어하는 경우 키링을 초기화할 때 필요한 모든 권한 부여 토큰을 제공해야 합니다.

다음 Java 예제는 2단계에서 생성된 브랜치 키 ID 공급자, 캐시 제한 TLL 600초, 최대 캐시 크기 1000을 사용하여 계층형 키링을 초기화합니다. 이 예제는 DynamoDB 클라이언트용 데이터베이스 AWS 암호화 SDK를 사용하여 계층적 키링을 초기화합니다.

```
final MaterialProviders matProv = MaterialProviders.builder()
        .MaterialProvidersConfig(MaterialProvidersConfig.builder().build())
        .build();
final CreateAwsKmsHierarchicalKeyringInput keyringInput =
 CreateAwsKmsHierarchicalKeyringInput.builder()
        .keyStore(branchKeyStoreName)
        .branchKeyIdSupplier(branchKeyIdSupplier)
        .ttlSeconds(600)
        .cache(CacheType.builder() //OPTIONAL
                .Default(DefaultCache.builder()
                .entryCapacity(100)
                .build())
        .build();
final Keyring hierarchicalKeyring =
 matProv.CreateAwsKmsHierarchicalKeyring(keyringInput);
```

검색 가능한 암호화를 위한 계층적 키링 사용

검색 가능한 암호화를 사용하면 전체 데이터베이스를 복호화하지 않고도 암호화된 레코드를 검색할 수 있습니다. 이는 암호화된 필드의 일반 텍스트 값을 비컨으로 인덱싱하여 수행됩니다. 검색 가능한 암호화를 구현하려면 계층적 키링을 사용해야 합니다.

키 스토어 `CreateKey` 작업은 브랜치 키와 비컨 키를 모두 생성합니다. 브랜치 키는 레코드 암호화 및 복호화 작업에 사용됩니다. 비컨 키는 비컨을 생성하는 데 사용됩니다.

브랜치 키와 비콘 키는 키 스토어 서비스를 생성할 때 AWS KMS key 지정하는 것과 동일한 방식으로 보호됩니다. `CreateKey`작업에서 브랜치 키 생성을 AWS KMS GenerateDataKeyWithoutPlaintext 호출한 후 kms를 두 번째로 호출하여 다음 요청을 사용하여 비콘 키를 생성합니다.

```
{
   "EncryptionContext": {
      "branch-key-id" : "branch-key-id",
      "type" : type,
      "create-time" : "timestamp",
      "logical-key-store-name" : "the logical table name for your branch key store",
      "kms-arn" : the KMS key ARN,
      "hierarchy-version" : 1
   },
   "KeyId": "the KMS key ARN",
   "NumberOfBytes": "32"
}
```

두 키를 모두 생성한 후 `CreateKey` 작업은 TransactWriteItemsddb:를 호출하여 브랜치 키 스토어에 브랜치 키와 비콘 키를 유지할 두 개의 새 항목을 작성합니다.

표준 비콘을 구성하면 AWS 데이터베이스 암호화 SDK가 분기 키 스토어에 비콘 키를 쿼리합니다. 그런 다음 HMAC 기반 extract-and-expand 키 도출 함수 (HKDF) 를 사용하여 비콘 키를 표준 비콘의 이름과 결합하여 지정된 비콘에 대한 HMAC 키를 생성합니다.

브랜치 키와 달리 브랜치 키 스토어에는 `branch-key-id`당 비컨 키 버전이 하나씩만 있습니다. 비컨 키는 절대 교체되지 않습니다.

비컨 키 소스 정의하기

표준 및 복합 비컨의 비컨 버전을 정의할 때는 비컨 키를 식별하고 비컨 키 자료에 대한 캐시 제한 수명(TTL)을 정의해야 합니다. 비컨 키 자료는 브랜치 키와는 별도의 로컬 캐시에 저장됩니다. 다음 스니펫은 단일 테넌트 데이터베이스용으로 `keySource`를 정의하는 방법을 보여줍니다. 연결된 `branch-key-id`에 의한 비컨 키로 비컨 키를 식별합니다.

```
keySource(BeaconKeySource.builder()
        .single(SingleKeyStore.builder()
                .keyId(branch-key-id)
                .cacheTTL(6000)
                .build())
        .build())
```

멀티테넌트 데이터베이스의 비컨 소스 정의

멀티테넌트 데이터베이스를 사용하는 경우 `keySource`를 구성할 때 다음 값을 지정해야 합니다.

- keyFieldName

  지정된 테넌트에 대한 비컨을 생성하는 데 사용된 비컨 키와 `branch-key-id` 관련된 필드를 저장하는 필드의 이름을 정의합니다. `keyFieldName`은 임의의 문자열일 수 있지만 데이터베이스의 다른 모든 필드에 고유해야 합니다. 데이터베이스에 새 레코드를 쓰는 경우 해당 레코드에 대한 비컨을 생성하는 데 사용되는 비컨 키를 식별하는 `branch-key-id`가 이 필드에 저장됩니다. 비컨 쿼리에 이 필드를 포함하고 비컨을 재계산하는 데 필요한 적절한 비컨 키 자료를 식별해야 합니다. 자세한 설명은 멀티테넌트 데이터베이스의 비컨 쿼리 섹션을 참조하세요.

- cacheTTL

  로컬 비컨 캐시 내의 비컨 키 자료 항목이 만료되기 전에 사용할 수 있는 시간(초) 입니다. 이 값은 0보다 커야 합니다. 캐시 제한 TTL이 만료되면 해당 항목이 로컬 캐시에서 제거됩니다.

- (선택 사항) 캐시

  캐시 유형이나 로컬 캐시에 저장할 수 있는 브랜치 키 자료 항목 수를 사용자 지정하려면 키링을 초기화할 때 캐시 유형과 항목 용량을 지정하세요.

  캐시 유형은 스레딩 모델을 정의합니다. 계층적 키링은 멀티테넌트 데이터베이스를 지원하는 세 가지 캐시 유형 (Default,,) 을 제공합니다. MultiThreaded StormTracking

  캐시를 지정하지 않으면 계층적 키링은 자동으로 기본 캐시 유형을 사용하고 항목 용량을 1,000으로 설정합니다.

  Default (Recommended)

  대부분 사용자의 경우 기본 캐시로 스레딩 요구 사항을 충족합니다. 기본 캐시는 멀티스레드가 많은 환경을 지원하도록 설계되었습니다. 분기 키 자료 항목이 만료되면 기본 캐시는 분기 키 자료 항목이 만료되기 10초 전에 한 스레드에 알리므로 여러 스레드가 AWS KMS 호출되지 않도록 합니다. 이렇게 하면 하나의 스레드만 캐시 새로 고침 요청을 AWS KMS 보낼 수 있습니다.

  기본 캐시를 사용하여 계층적 키링을 초기화하려면 다음 값을 지정하세요.

  - 항목 용량: 로컬 캐시에 저장할 수 있는 브랜치 키 자료 항목의 수를 제한합니다.

```
.cache(CacheType.builder()
```

```
        .Default(DefaultCache.builder()
        .entryCapacity(100)
        .build())
```

기본 StormTracking 캐시와 캐시는 동일한 스레딩 모델을 지원하지만 기본 캐시를 사용하여 계층적 키링을 초기화하려면 입력 용량만 지정하면 됩니다. 캐시를 더 세밀하게 사용자 지정하려면 캐시를 사용하십시오. StormTracking

MultiThreaded

MultiThreaded 캐시는 멀티스레드 환경에서 안전하게 사용할 수 있지만 Amazon AWS KMS DynamoDB 호출을 최소화하는 기능은 제공하지 않습니다. 따라서 브랜치 키 자료 입력이 만료되면 동시에 모든 스레드로 알림이 전송됩니다. 이로 인해 캐시 새로 고침을 위한 AWS KMS 호출이 여러 번 발생할 수 있습니다.

MultiThreaded 캐시를 사용하여 계층적 키링을 초기화하려면 다음 값을 지정하십시오.

- 항목 용량: 로컬 캐시에 저장할 수 있는 브랜치 키 자료 항목의 수를 제한합니다.
- 항목 정리 테일 크기: 항목 용량에 도달한 경우 정리할 항목 수를 정의합니다.

```
.cache(CacheType.builder()
        .MultiThreaded(MultiThreadedCache.builder()
        .entryCapacity(100)
        .entryPruningTailSize(1)
        .build())
```

StormTracking

StormTracking 캐시는 멀티스레드가 많은 환경을 지원하도록 설계되었습니다. 브랜치 키 자료 항목이 만료되면 StormTracking 캐시는 한 스레드에 브랜치 키 구성 요소 항목이 만료될 것임을 미리 알려 여러 스레드가 AWS KMS 호출하는 것을 방지합니다. 이렇게 하면 하나의 스레드만 캐시 새로 고침 요청을 AWS KMS 보낼 수 있습니다.

StormTracking 캐시를 사용하여 계층적 키링을 초기화하려면 다음 값을 지정하십시오.

- 항목 용량: 로컬 캐시에 저장할 수 있는 브랜치 키 자료 항목의 수를 제한합니다.
- 항목 정리 테일 크기: 한 번에 정리할 브랜치 키 자료 항목의 수를 정의합니다.

  기본값: 항목 1개
- 유예 기간: 브랜치 키 자료를 새로 고치려는 시도가 만료되기까지 걸리는 시간(초)을 정의합니다.

기본값: 10초

- 유예 간격: 브랜치 키 자료의 새로 고침 시도 간격(초)을 정의합니다.

  기본값: 1초

- 팬아웃: 브랜치 키 자료를 새로 고칠 수 있는 동시 시도 횟수를 정의합니다.

  기본값: 20회 시도

- 전송 유지 시간(TTL): 브랜치 키 자료를 새로 고치려는 시도가 제한 시간 초과될 때까지의 시간(초)을 정의합니다. `GetCacheEntry`에 대한 응답으로 캐시가 `NoSuchEntry`를 반환할 때마다 해당 브랜치 키는 `PutCache` 항목과 동일한 키가 기록될 때까지 전송 중인 것으로 간주됩니다.

  기본값: 20초

- 절전: `fanOut` 초과 시 스레드가 절전 상태로 유지되는 시간(초)을 정의합니다.

  기본값: 20밀리초

```
.cache(CacheType.builder()
        .MultiThreaded(MultiThreadedCache.builder()
        .entryCapacity(100)
        .entryPruningTailSize(1)
        .gracePeriod(10)
        .graceInterval(1)
        .fanOut(20)
        .inFlightTTL(20)
        .sleepMilli(20)
        .build())
```

```
keySource(BeaconKeySource.builder()
        .multi(MultiKeyStore.builder()
                .keyFieldName(beaconKeys)
                .cacheTTL(6000)
                .cache(CacheType.builder() // OPTIONAL
                        .Default(DefaultCache.builder()
                        .entryCapacity(100)
                        .build())
                .build())
        .build())
```

Raw AES 키 링

클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

AWS Database Encryption SDK를 사용하면 데이터 키를 보호하는 래핑 키로 제공한 AES 대칭 키를 사용할 수 있습니다. 가급적이면 하드웨어 보안 모듈(HSM) 또는 키 관리 시스템에서 키 자료를 생성, 저장 및 보호해야 합니다. 래핑 키를 제공하고 로컬 또는 오프라인에서 데이터 키를 암호화해야 하는 경우 Raw AES 키링을 사용하세요.

Raw AES 키링은 데이터를 암호화하기 위해 바이트 배열로 지정하는 AES-GCM 알고리즘 및 래핑 키를 사용합니다. 각 Raw AES 키링에는 래핑 키를 하나만 지정할 수 있지만, 여러 개의 Raw AES 키링을 단독으로 또는 다른 키링과 함께 다중 키링에 포함할 수 있습니다.

키 네임스페이스 및 이름

키링에서 AES 키를 식별하기 위해 Raw AES 키링은 사용자가 제공한 키 네임스페이스와 키 이름을 사용합니다. 이 값은 암호가 아닙니다. AWS Database Encryption SDK가 레코드에 추가하는 자료 설명에는 일반 텍스트로 표시됩니다. HSM 또는 키 관리 시스템의 키 네임스페이스와 해당 시스템에서 AES 키를 식별하는 키 이름을 사용하는 것이 좋습니다.

> **Note**
>
> 키 네임스페이스와 키 이름은 `JceMasterKey`의 공급자 ID(또는 공급자) 및 키 ID 필드와 동일합니다.

특정 필드를 암호화하고 복호화하기 위해 서로 다른 키링을 구성하는 경우 네임스페이스와 이름 값이 중요합니다. 복호화 키링의 키 네임스페이스와 키 이름이 대/소문자를 구분하여 암호화 키링의 키 네임스페이스와 키 이름이 정확히 일치하지 않으면 키 자료 바이트가 동일하더라도 복호화 키링이 사용되지 않습니다.

예를 들어 키 네임스페이스 `HSM_01`과 키 이름 `AES_256_012`를 사용하여 Raw AES 키링을 정의할 수 있습니다. 그런 다음 해당 키링을 사용하여 일부 데이터를 암호화합니다. 해당 데이터를 복호화하려면 동일한 키 네임스페이스, 키 이름 및 키 자료를 사용하여 Raw AES 키링을 구성하세요.

다음 Java 예제에서는 Raw AES 키링을 생성하는 방법을 보여줍니다. `AESWrappingKey` 변수는 사용자가 제공하는 키 자료를 나타냅니다.

```
final CreateRawAesKeyringInput keyringInput = CreateRawAesKeyringInput.builder()
        .keyName("AES_256_012")
        .keyNamespace("HSM_01")
        .wrappingKey(AESWrappingKey)
        .wrappingAlg(AesWrappingAlg.ALG_AES256_GCM_IV12_TAG16)
        .build();
final MaterialProviders matProv = MaterialProviders.builder()
        .MaterialProvidersConfig(MaterialProvidersConfig.builder().build())
        .build();
IKeyring rawAesKeyring = matProv.CreateRawAesKeyring(keyringInput);
```

Raw RSA 키 링

클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

Raw RSA 키링은 제공한 RSA 퍼블릭 및 프라이빗 키를 사용하여 로컬 메모리에서 데이터 키의 비대칭 암호화 및 복호화를 수행합니다. 가급적이면 하드웨어 보안 모듈(HSM) 또는 키 관리 시스템에서 프라이빗 키를 생성, 저장 및 보호해야 합니다. 암호화 기능은 RSA 퍼블릭 키로 데이터 키를 암호화합니다. 복호화 함수는 프라이빗 키를 사용하여 데이터 키를 복호화합니다. 여러 RSA 패딩 모드 중에서 선택할 수 있습니다.

암호화 및 복호화하는 Raw RSA 키링에는 비대칭 퍼블릭 키 페어와 프라이빗 키 페어가 포함되어야 합니다. 단, 퍼블릭 키만 있는 Raw RSA 키링을 사용하여 데이터를 암호화할 수 있으며, 프라이빗 키만 있는 Raw RSA 키링을 사용하여 데이터를 복호화할 수 있습니다. 다중 키링에 Raw RSA 키링을 포함시킬 수 있습니다. 퍼블릭 키와 프라이빗 키로 Raw RSA 키링을 구성하는 경우 두 키링이 동일한 키 페어에 속하는지 확인하세요.

원시 RSA 키 링은 RSA 비대칭 암호화 키와 함께 사용되는 경우 AWS Encryption SDK for Java의 JceMasterKey와 동일하며 상호 운용됩니다.

> **Note**
>
> Raw RSA 키링은 비대칭 KMS 키를 지원하지 않습니다. 비대칭 RSA KMS 키를 사용하려면 AWS KMS 키링을 구성합니다.

네임스페이스 및 이름

키링에서 RSA 키 자료를 식별하기 위해 Raw RSA 키링은 사용자가 제공한 키 네임스페이스와 키 이름을 사용합니다. 이 값은 암호가 아닙니다. AWS Database Encryption SDK가 레코드에 추가하는 자료 설명에는 일반 텍스트로 표시됩니다. HSM 또는 키 관리 시스템에서 RSA 키 페어(또는 프라이빗 키)를 식별하는 키 네임스페이스와 키 이름을 사용하는 것이 좋습니다.

> **Note**
>
> 키 네임스페이스와 키 이름은 `JceMasterKey`의 공급자 ID(또는 공급자) 및 키 ID 필드와 동일합니다.

특정 레코드를 암호화하고 복호화하기 위해 서로 다른 키링을 구성하는 경우 네임스페이스와 이름 값이 중요합니다. 복호화 키링의 키 네임스페이스와 키 이름이 대/소문자를 구분하여 암호화 키링의 키 네임스페이스와 키 이름이 정확히 일치하지 않으면 키가 동일한 키 페어에 속하더라도 복호화 키링이 사용되지 않습니다.

암호화 및 복호화 키링에 있는 키 자료의 키 네임스페이스와 키 이름은 키링에 RSA 퍼블릭 키, RSA 프라이빗 키 또는 키 페어의 두 키가 모두 포함되어 있는지 여부에 관계없이 동일해야 합니다. 예를 들어 키 네임스페이스 `HSM_01` 및 키 이름 `RSA_2048_06`이 있는 RSA 퍼블릭 키에 대한 Raw RSA 키링으로 데이터를 암호화한다고 가정해 보겠습니다. 해당 데이터를 복호화하려면 프라이빗 키(또는 키 페어)와 동일한 키 네임스페이스 및 이름을 사용하여 Raw RSA 키링을 구성하세요.

패딩 모드

암호화 및 복호화에 사용되는 Raw RSA 키링의 패딩 모드를 지정하거나 해당 패딩 모드를 지정하는 언어 구현 기능을 사용해야 합니다.

AWS Encryption SDK는 각 언어의 제약 조건에 따라 다음과 같은 패딩 모드를 지원합니다. OAEP 패딩 모드, 특히 SHA-256을 사용하는 OAEP와 SHA-256 패딩을 사용하는 MGF1을 추천합니다. PKCS1 패딩 모드는 이하 버전과의 호환성을 위해서만 지원됩니다.

- SHA-1 패딩 모드가 있는 OAEP 및 MGF1
- SHA-256 패딩 모드가 있는 OAEP 및 MGF1
- SHA-384 패딩 모드가 있는 OAEP 및 MGF1
- SHA-512 패딩 모드가 있는 OAEP 및 MGF1
- PKCS1 v1.5 패딩

다음 Java 예제에서는 RSA 키 쌍의 공개 및 개인 키를 사용하여 원시 RSA 키링을 생성하고 SHA-256 패딩 모드를 사용하는 MGF1 및 SHA-256을 사용하는 OAEP를 생성하는 방법을 보여줍니다. `RSAPublicKey` 및 `RSAPrivateKey` 변수는 사용자가 제공하는 키 자료를 나타냅니다.

```
final CreateRawRsaKeyringInput keyringInput = CreateRawRsaKeyringInput.builder()
        .keyName("RSA_2048_06")
        .keyNamespace("HSM_01")
        .paddingScheme(PaddingScheme.OAEP_SHA256_MGF1)
        .publicKey(RSAPublicKey)
        .privateKey(RSAPrivateKey)
        .build();
final MaterialProviders matProv = MaterialProviders.builder()
        .MaterialProvidersConfig(MaterialProvidersConfig.builder().build())
        .build();
IKeyring rawRsaKeyring = matProv.CreateRawRsaKeyring(keyringInput);
```

다중 키 링

> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

키링을 여러 개의 키링으로 결합할 수 있습니다. 다중 키링은 유형이 같거나 다른 하나 이상의 개별 키링으로 구성된 키링입니다. 이 효과는 여러 개의 키링을 연속으로 사용하는 것과 같습니다. 다중 키링을 사용하여 데이터를 암호화하는 경우 해당 키링의 모든 래핑 키로 해당 데이터를 복호화할 수 있습니다.

다중 키링을 생성하여 데이터를 암호화하는 경우, 키링 중 하나를 생성기 키링으로 지정하세요. 다른 모든 키링은 하위 키링이라고 합니다. 생성기 키링은 일반 텍스트 데이터 키를 생성하고 암호화합니다. 그러면 모든 하위 키링의 모든 래핑 키가 동일한 일반 텍스트 데이터 키를 암호화합니다. 다중 키링은 다중 키링의 각 래핑 키에 대해 일반 텍스트 키와 암호화된 데이터 키 하나를 반환합니다. 생성기 키링이 KMS 키링인 경우 AWS KMS의 생성기 키가 일반 텍스트 키를 생성하고 암호화합니다. 그런 다음, AWS KMS의 모든 추가 AWS KMS keys와 다중 링의 모든 하위 키링의 모든 래핑 키는 동일한 일반 텍스트 키를 암호화합니다.

AWS Database Encryption SDK에서는 키링을 사용하여 암호화된 데이터 키 중 하나를 복호화합니다. 키 링은 다중 키 링에 지정된 순서대로 호출됩니다. 모든 키 링의 모든 키가 암호화된 데이터 키를 복호화할 수 있는 즉시 처리가 중지됩니다.

다중 키링을 만들려면 먼저 하위 키링을 인스턴스화하세요. 이 Java 예제에서는 AWS KMS과 Raw AES 키링을 사용합니다. 하지만 지원되는 다른 키링을 다중 키링에 조합해도 됩니다.

```
// 1. Create the raw AES keyring.
final MaterialProviders matProv = MaterialProviders.builder()
        .MaterialProvidersConfig(MaterialProvidersConfig.builder().build())
        .build();
final CreateRawAesKeyringInput createRawAesKeyringInput =
 CreateRawAesKeyringInput.builder()
        .keyName("AES_256_012")
        .keyNamespace("HSM_01")
        .wrappingKey(AESWrappingKey)
        .wrappingAlg(AesWrappingAlg.ALG_AES256_GCM_IV12_TAG16)
        .build();
IKeyring rawAesKeyring = matProv.CreateRawAesKeyring(createRawAesKeyringInput);

// 2. Create the AWS KMS keyring.
final CreateAwsKmsMrkMultiKeyringInput createAwsKmsMrkMultiKeyringInput =
 CreateAwsKmsMrkMultiKeyringInput.builder()
        .generator(kmsKeyArn)
        .build();
IKeyring awsKmsMrkMultiKeyring =
 matProv.CreateAwsKmsMrkMultiKeyring(createAwsKmsMrkMultiKeyringInput);
```

그런 다음 다중 키링을 만들고 생성기 키링(있는 경우)을 지정합니다. 이 예제에서는 AWS KMS가 생성기 키링이고 AES 키링이 하위 키링인 다중 키링을 만듭니다.

```
final CreateMultiKeyringInput createMultiKeyringInput =
 CreateMultiKeyringInput.builder()
        .generator(awsKmsMrkMultiKeyring)
        .childKeyrings(Collections.singletonList(rawAesKeyring))
        .build();
IKeyring multiKeyring = matProv.CreateMultiKeyring(createMultiKeyringInput);
```

이제 다중 키링을 사용하여 데이터를 암호화 및 복호화할 수 있습니다.

검색 가능한 암호화

클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

검색 가능한 암호화를 사용하면 전체 데이터베이스를 복호화하지 않고도 암호화된 레코드를 검색할 수 있습니다. 이는 필드에 기록된 일반 텍스트 값과 데이터베이스에 실제로 저장된 암호화된 값 사이의 맵을 생성하는 비컨을 사용하여 수행됩니다. AWS Database Encryption SDK는 레코드에 추가하는 새 필드에 비컨을 저장합니다. 사용하는 비컨의 유형에 따라 암호화된 데이터에 대해 정확히 일치하는 검색을 수행하거나 보다 맞춤화된 복합 쿼리를 수행할 수 있습니다.

> **Note**
>
> AWS Database Encryption SDK의 검색 가능한 암호화는 검색 가능한 대칭 암호화와 같이 학술 연구에 정의된 검색 가능한 대칭 암호화와는 다릅니다.

비컨은 필드의 일반 텍스트와 암호화된 값 사이에 맵을 생성하는 잘린 해시 기반 메시지 인증 코드(HMAC) 태그입니다. 검색 가능한 암호화를 위해 구성된 암호화된 필드에 새 값을 쓰면 AWS Database Encryption SDK는 일반 텍스트 값에 대해 HMAC를 계산합니다. 이 HMAC 출력은 해당 필드의 일반 텍스트 값과 일대일(1:1) 일치합니다. 여러 개의 고유한 일반 텍스트 값이 잘린 동일한 HMAC 태그에 매핑되도록 HMAC 출력이 잘립니다. 이러한 오탐은 일반 텍스트 값에 대한 구별 정보를 식별하는 권한이 없는 사용자의 능력을 제한합니다. 비컨을 쿼리하면 AWS Database Encryption SDK는 이러한 오탐을 자동으로 필터링하고 쿼리의 일반 텍스트 결과를 반환합니다.

각 비컨에 대해 생성된 평균 오탐 수는 잘린 후 남은 비컨 길이에 따라 결정됩니다. 구현에 적합한 비컨 길이를 결정하는 데 도움이 필요하면 비컨 길이 결정을 참조하세요.

> **Note**
>
> 검색 가능한 암호화는 채워지지 않은 새 데이터베이스에 구현되도록 설계되었습니다. 기존 데이터베이스에 구성된 모든 비컨은 데이터베이스에 업로드된 새 레코드만 매핑하며, 비컨이 기존 데이터를 매핑할 방법은 없습니다.

주제

비컨이 내 데이터 세트에 적합한가?

비컨을 사용하여 암호화된 데이터에 대한 쿼리를 수행하면 클라이언트 측 암호화된 데이터베이스와 관련된 성능 비용을 줄일 수 있습니다. 비컨을 사용할 때 쿼리의 효율성과 데이터 분포에 대해 공개되는 정보의 양 사이에는 본질적인 균형이 있습니다. 비컨은 필드의 암호화된 상태를 변경하지 않습니다. AWS Database Encryption SDK로 필드를 암호화하고 서명하는 경우 필드의 일반 텍스트 값은 데이터베이스에 절대 노출되지 않습니다. 데이터베이스는 필드의 무작위화되고 암호화된 값을 저장합니다.

비컨은 비컨이 계산되는 암호화된 필드와 함께 저장됩니다. 즉, 인증되지 않은 사용자가 암호화된 필드의 일반 텍스트 값을 볼 수 없더라도 비컨에 대한 통계 분석을 수행하여 데이터 세트 분포에 대해 자세히 알아보고, 극단적인 경우에는 비컨이 매핑하는 일반 텍스트 값을 식별할 수 있습니다. 비컨을 구성하는 방식으로 이러한 위험을 완화할 수 있습니다. 특히 올바른 비컨 길이를 선택하면 데이터 세트의 기밀을 유지하는 데 도움이 될 수 있습니다.

보안과 성능 비교

- 비컨 길이가 짧을수록 보안이 더 많이 보존됩니다.
- 비컨 길이가 길수록 성능이 더 많이 보존됩니다.

검색 가능한 암호화는 모든 데이터 세트에 대해 원하는 수준의 성능과 보안을 모두 제공하지 못할 수 있습니다. 비컨을 구성하기 전에 위협 모델, 보안 요구 사항 및 성능 요구 사항을 검토하세요.

검색 가능한 암호화가 데이터 세트에 적합한지 결정할 때 다음 데이터 세트 고유성 요구 사항을 고려하세요.

배포

> 비컨이 보존하는 보안 수준은 데이터 세트의 배포에 따라 달라집니다. 검색 가능한 암호화를 위해 암호화된 필드를 구성하면 AWS Database Encryption SDK는 해당 필드에 기록된 일반 텍스트 값에 대해 HMAC를 계산합니다. 주어진 필드에 대해 계산된 모든 비컨은 동일한 키를 사용하여 계산됩니다. 단, 각 테넌트에 대해 고유한 키를 사용하는 멀티테넌트 데이터베이스는 예외입니다. 즉, 동일한 일반 텍스트 값을 필드에 여러 번 기록하면 해당 일반 텍스트 값의 모든 인스턴스에 대해 동일한 HMAC 태그가 생성됩니다.

매우 일반적인 값을 포함하는 필드에서 비컨을 생성하지 않아야 합니다. 일리노이주의 모든 거주자의 주소를 저장하는 데이터베이스를 예로 들어 보겠습니다. 암호화된 `City` 필드를 기반으로 비컨을 구성하면 일리노이주 인구 중 시카고에 거주하는 인구가 많기 때문에 "시카고"를 기준으로 계산된 비컨이 과다 표시될 수 있습니다. 인증되지 않은 사용자는 암호화된 값과 비컨 값만 읽을 수 있더라도 비컨이 이 배포를 보존한다면 시카고 거주자에 대한 데이터가 들어 있는 레코드를 식별할 수 있을 것입니다. 배포에 대해 드러나는 식별 정보의 양을 최소화하려면 비컨을 충분히 잘라야 합니다. 이 고르지 않은 분포를 숨기는 데 필요한 비컨 길이로 인해 성능 비용이 많이 들기 때문에 애플리케이션의 요구 사항을 충족하지 못할 수 있습니다.

데이터 세트의 분포를 주의 깊게 분석하여 비컨을 잘라야 하는 정도를 결정해야 합니다. 잘린 후 남은 비컨 길이는 분포에 대해 식별할 수 있는 통계 정보의 양과 직접적인 상관 관계가 있습니다. 데이터 세트에 대해 드러나는 식별 정보의 양을 충분히 최소화하려면 더 짧은 비컨 길이를 선택해야 할 수도 있습니다.

성능과 보안의 균형을 효과적으로 유지하는 고르지 않게 분산된 데이터 집합의 비컨 길이를 계산할 수 없는 경우도 있습니다. 예를 들어, 희귀 질환에 대한 의료 검사 결과를 저장하는 필드에서 비컨을 구성해서는 안 됩니다. `NEGATIVE` 결과가 데이터셋 내에서 훨씬 더 널리 퍼질 것으로 예상되므로, `POSITIVE` 결과가 얼마나 희귀한지에 따라 결과를 쉽게 식별할 수 있습니다. 필드에 가능한 값이 두 개뿐인 경우 분포를 숨기기가 매우 어렵습니다. 분포를 숨길 만큼 짧은 비컨 길이를 사용하면 모든 일반 텍스트 값이 동일한 HMAC 태그에 매핑됩니다. 더 긴 비컨 길이를 사용하면 어떤 비컨이 일반 텍스트 `POSITIVE` 값에 매핑되는지 명확히 알 수 있습니다.

상관 관계

상관 관계가 있는 값을 포함한 필드에서 별개의 비컨을 생성하지 않는 것이 좋습니다. 상관 관계가 있는 필드로 구성된 비컨은 각 데이터 세트가 인증되지 않은 사용자에게 배포되는 과정에서 노출되는 정보의 양을 충분히 최소화하기 위해 비컨 길이를 줄여야 합니다. 엔트로피와 상관 관계가 있는 값의 공동 분포 등 데이터 세트를 주의 깊게 분석하여 비컨을 얼마나 잘라야 하는지 결정해야 합니다. 결과 비컨 길이가 성능 요구 사항을 충족하지 못하면 비컨이 데이터 세트에 적합하지 않을 수 있습니다.

예를 들어 우편번호가 한 도시에만 연결될 가능성이 높으므로 `City` 및 `ZIPCode` 필드로 분리된 두 개의 비컨을 만들면 안 됩니다. 일반적으로 비컨에서 생성되는 오탐은 승인되지 않은 사용자가 데이터세트에 대한 식별 가능한 정보를 식별하는 능력을 제한합니다. 그러나 `City` 및 `ZIPCode` 필드 사이의 상관 관계를 통해 권한이 없는 사용자도 어떤 결과가 오탐인지 쉽게 식별하고 서로 다른 우편 번호를 구별할 수 있습니다.

또한 동일한 일반 텍스트 값을 포함하는 필드에서 비컨을 구성하지 않아야 합니다. 예를 들어, 두 개의 필드는 동일한 값을 가질 가능성이 높으므로 `mobilePhone` 및 `preferredPhone` 필드에

서 비컨을 생성해서는 안 됩니다. 두 필드에서 서로 다른 비컨을 생성하는 경우 AWS Database Encryption SDK는 각 필드에 대해 서로 다른 키 아래에 비컨을 생성합니다. 그 결과 동일한 일반 텍스트 값에 대해 서로 다른 두 개의 HMAC 태그가 생성됩니다. 서로 다른 두 개의 비컨은 동일한 오탐을 가질 가능성이 낮으며, 인증되지 않은 사용자가 서로 다른 전화번호를 구별할 수도 있습니다.

데이터 세트에 상관 관계가 있는 필드가 포함되어 있거나 분포가 고르지 않은 경우에도 비컨 길이를 줄이면 데이터 세트의 기밀성을 유지하는 비컨을 구성할 수 있습니다. 하지만 비컨 길이가 데이터 세트의 모든 고유한 값이 다수의 오탐을 생성하여 데이터 세트에 대해 드러나는 식별 정보의 양을 효과적으로 최소화할 수 있다는 보장은 없습니다. 비컨 길이는 생성된 오탐의 평균 횟수만 추정합니다. 데이터 세트가 고르지 않게 분산될수록 생성되는 평균 오탐 수를 결정할 수 있는 비컨 길이의 효율성이 떨어집니다.

비컨을 구성하는 필드의 분포를 신중하게 고려하고 보안 요구 사항을 충족하기 위해 비컨 길이를 얼마나 줄여야 하는지 생각해야 합니다. 이 장의 다음 주제에서는 비컨이 균일하게 분산되어 있으며 상관 관계가 있는 데이터를 포함하지 않는다고 가정합니다.

검색 가능한 암호화 시나리오

다음의 예제는 간단한 검색 가능한 암호화 솔루션을 보여줍니다. 애플리케이션에서 이 예제에 사용된 예제 필드는 비컨에 대한 배포 및 상관 관계 고유성 권장 사항을 충족하지 않을 수 있습니다. 이 장의 검색 가능한 암호화 개념에 대해 읽을 때 이 예제를 참조용으로 사용할 수 있습니다.

회사의 직원 데이터를 추적하는 `Employees`이라는 데이터베이스를 예제로 들어 보겠습니다. 데이터베이스의 각 레코드에는 EmployeeID, LastName, FirstName, 및 Address라는 필드가 포함되어 있습니다. `Employees` 데이터베이스의 각 필드는 프라이머리 키 `EmployeeID`로 식별됩니다.

다음은 데이터베이스의 일반 텍스트 레코드의 예제입니다.

```
{
    "EmployeeID": 101,
    "LastName": "Jones",
    "FirstName": "Mary",
    "Address": {
                "Street": "123 Main",
                "City": "Anytown",
                "State": "OH",
                "ZIPCode": 12345
    }
}
```

LastName 및 FirstName 필드를 암호화 작업과 같이 ENCRYPT_AND_SIGN으로 표시한 경우 이러한 필드의 값은 데이터베이스에 업로드되기 전에 로컬로 암호화됩니다. 업로드되는 암호화된 데이터는 완전히 무작위화되며 데이터베이스는 이 데이터를 보호 대상으로 인식하지 않습니다. 일반적인 데이터 입력만 탐지합니다. 즉, 데이터베이스에 실제로 저장되는 레코드는 다음과 같이 보일 수 있습니다.

```
{
    "PersonID": 101,
    "LastName": "1d76e94a2063578637d51371b363c9682bad926cbd",
    "FirstName": "21d6d54b0aaabc411e9f9b34b6d53aa4ef3b0a35",
    "Address": {
                "Street": "123 Main",
                "City": "Anytown",
                "State": "OH",
                "ZIPCode": 12345
    }
}
```

데이터베이스에서 LastName 필드가 정확히 일치하는지 쿼리해야 하는 경우 LastName 필드에 기록된 일반 텍스트 값을 데이터베이스에 저장된 암호화된 값에 매핑하도록 LastName이라는 표준 비컨을 구성합니다.

이 비컨은 LastName 필드의 일반 텍스트 값을 기반으로 HMAC를 계산합니다. 각 HMAC 출력은 잘려서 더 이상 일반 텍스트 값과 정확히 일치하지 않습니다. 예를 들어, Jones에 대한 전체 해시와 잘린 해시는 다음과 같이 보일 수 있습니다.

전체 해시

2aa4e9b404c68182562b6ec761fcca5306de527826a69468885e59dc36d0c3f824bdd44cab45526f

잘린 해시

b35099d408c833

표준 비컨을 구성한 후 LastName 필드에서 동등 검색을 수행할 수 있습니다. 예를 들어, Jones에 대해 검색하려는 경우 LastName 비컨을 사용하여 다음 쿼리를 수행합니다.

```
LastName = Jones
```

AWS Database Encryption SDK는 오탐을 자동으로 필터링하고 쿼리의 일반 텍스트 결과를 반환합니다.

비컨

> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

비컨은 필드에 기록된 일반 텍스트 값과 데이터베이스에 실제로 저장된 암호화된 값 사이의 맵을 생성하는 잘린 해시 기반 메시지 인증 코드(HMAC) 태그입니다. 비컨은 필드의 암호화된 상태를 변경하지 않습니다. 비컨은 필드의 일반 텍스트 값에 대한 HMAC를 계산하여 암호화된 값과 함께 저장합니다. 이 HMAC 출력은 해당 필드의 일반 텍스트 값과 일대일(1:1) 일치합니다. 여러 개의 고유한 일반 텍스트 값이 잘린 동일한 HMAC 태그에 매핑되도록 HMAC 출력이 잘립니다. 이러한 오탐은 일반 텍스트 값에 대한 구별 정보를 식별하는 권한이 없는 사용자의 능력을 제한합니다.

비컨은 암호화 작업에서 `ENCRYPT_AND_SIGN` 또는 `SIGN_ONLY`로 표시된 필드에서만 구성할 수 있습니다. 비컨 자체는 서명되거나 암호화되지 않습니다. `DO_NOTHING`로 표시된 필드로는 비컨을 구성할 수 없습니다.

구성하는 비컨의 유형에 따라 수행할 수 있는 쿼리 유형이 결정됩니다. 검색 가능한 암호화를 지원하는 두 가지 유형의 비컨이 있습니다. 표준 비컨은 동등 검색을 수행합니다. 복합 비컨은 기본적 일반 텍스트 문자열과 표준 비컨을 결합하여 복잡한 데이터베이스 작업을 수행합니다. 비컨을 구성한 후 암호화된 필드를 검색하려면 먼저 각 비컨에 대한 보조 인덱스를 구성해야 합니다. 자세한 내용은 비컨을 사용한 보조 인덱스 구성 섹션을 참조하세요.

주제

표준 비컨

표준 비컨은 데이터베이스에서 검색 가능한 암호화를 구현하는 가장 간단한 방법입니다. 암호화된 필드 또는 가상 필드 하나에 대해서만 동등 검색을 수행할 수 있습니다. 표준 비컨을 구성하는 방법을 알아보려면 표준 비컨 구성을 참조하세요.

표준 비컨을 구성하는 필드를 비컨 소스라고 합니다. 비컨이 매핑해야 하는 데이터의 위치를 식별합니다. 비컨 소스는 암호화된 필드 또는 가상 필드일 수 있습니다. 각 표준 비컨의 비컨 소스는 고유해야 합니다. 동일한 비컨 소스로 두 개의 비컨을 구성할 수 없습니다.

암호화된 단일 필드에 대해 동등 검색을 수행하는 표준 비컨을 만들거나 가상 필드를 만들어 여러 ENCRYPT_AND_SIGN 및 SIGN_ONLY 필드의 연결에 대해 동등 검색을 수행하는 표준 비컨을 만들 수 있습니다.

가상 필드

가상 필드는 하나 이상의 소스 필드로 구성된 개념적 필드입니다. 가상 필드를 생성해도 레코드에 새 필드가 기록되지는 않습니다. 가상 필드는 데이터베이스에 명시적으로 저장되지 않습니다. 표준 비컨 구성에서 필드의 특정 세그먼트를 식별하는 방법 또는 레코드 내의 여러 필드를 연결하여 특정 쿼리를 수행하는 방법에 대한 지침을 비컨에 제공하는 데 사용됩니다. 가상 필드에는 하나 이상의 암호화된 필드가 필요합니다.

> **Note**
>
> 다음 예제는 가상 필드로 수행할 수 있는 변환 및 쿼리 유형을 보여줍니다. 애플리케이션에서 이 예제에 사용된 예제 필드는 비컨에 대한 배포 및 상관 관계 고유성 권장 사항을 충족하지 않을 수 있습니다.

예를 들어, FirstName 및 LastName 필드의 연결에 대해 동등 검색을 수행하려는 경우 다음 가상 필드 중 하나를 만들 수 있습니다.

- FirstName 필드의 첫 번째 문자와 그 뒤에 LastName 필드가 오는 가상 NameTag 필드(모두 소문자)입니다. 이 가상 필드를 사용하면 NameTag=mjones을 쿼리할 수 있습니다.
- LastName 필드와 그 뒤에 FirstName 필드로 구성된 가상 LastFirst 필드입니다. 이 가상 필드를 사용하면 LastFirst=JonesMary을 쿼리할 수 있습니다.

또는 암호화된 필드의 특정 세그먼트에서 동등 검색을 수행하려는 경우 쿼리하려는 세그먼트를 식별하는 가상 필드를 만드세요.

예를 들어 IP 주소의 처음 세 세그먼트를 사용하여 암호화된 IPAddress 필드를 쿼리하려면 다음 가상 필드를 만듭니다.

- Segments('.', 0, 3)로 구성된 가상 IPSegment 필드. 이 가상 필드를 사용하면 IPSegment=192.0.2을 쿼리할 수 있습니다. 쿼리는 IPAddress 값이 "192.0.2"로 시작하는 모든 레코드를 반환합니다.

가상 필드는 고유해야 합니다. 정확히 동일한 소스 필드로 두 개의 가상 필드를 구성할 수는 없습니다.

가상 필드 및 가상 필드를 사용하는 비컨을 구성하는 데 도움이 필요하면 가상 필드 만들기를 참조하세요.

복합 비컨

복합 비컨은 쿼리 성능을 향상시키고 더 복잡한 데이터베이스 작업을 수행할 수 있도록 인덱스를 생성합니다. 복합 비컨을 사용하여 리터럴 일반 텍스트 문자열과 표준 비컨을 결합하여 암호화된 레코드에 대해 복잡한 쿼리(예: 단일 인덱스에서 서로 다른 두 레코드 유형을 쿼리하거나 정렬 키로 필드 조합을 쿼리하는 등)를 수행할 수 있습니다. 복합 비컨 솔루션 예제에 대한 자세한 내용은 비컨 유형 선택을 참조하세요.

복합 비컨은 표준 비컨 또는 표준 비컨과 `SIGN_ONLY` 필드의 조합으로 구성할 수 있습니다. 부분 목록으로 구성됩니다. 모든 복합 비컨에는 비컨에 포함된 `ENCRYPT_AND_SIGN` 필드를 식별하는 암호화된 부분 목록이 포함되어야 합니다. 모든 `ENCRYPT_AND_SIGN` 필드는 표준 비컨으로 식별되어야 합니다. 더 복잡한 복합 비컨에는 비컨에 포함된 일반 텍스트 `SIGN_ONLY` 필드를 식별하는 서명된 부분 목록과 복합 비컨이 필드를 조합할 수 있는 가능한 모든 방법을 식별하는 생성자 부분 목록이 포함될 수도 있습니다.

> **Note**
>
> 또한 AWS Database Encryption SDK는 완전히 일반 텍스트 `SIGN_ONLY` 필드로 구성할 수 있는 서명된 비컨을 지원합니다. 서명된 비컨은 `SIGN_ONLY` 필드를 인덱싱하고 복잡한 쿼리를 수행하는 복합 비컨의 일종입니다. 자세한 내용은 서명된 비컨 만들기 섹션을 참조하세요.

복합 비컨 구성에 대한 도움말은 복합 비콘 구성을 참조하세요.

복합 비컨을 구성하는 방식에 따라 수행할 수 있는 쿼리 유형이 결정됩니다. 예를 들어, 일부 암호화되고 서명된 부분을 선택 사항으로 설정하여 쿼리의 유연성을 높일 수 있습니다. 복합 비컨이 수행할 수 있는 쿼리 유형에 대한 자세한 내용은 비컨 쿼리 섹션을 참조하세요.

비컨 계획 수립

클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

비컨은 채워지지 않은 새 데이터베이스에 구현되도록 설계되었습니다. 기존 데이터베이스에 구성된 모든 비컨은 데이터베이스에 기록된 새 레코드만 매핑합니다. 비컨은 필드의 일반 텍스트 값에서 계산됩니다. 필드가 암호화되면 비컨이 기존 데이터를 매핑할 방법이 없습니다. 비컨으로 새 레코드를 작성한 후에는 비컨의 구성을 업데이트할 수 없습니다. 하지만 레코드에 추가하는 새 필드에 대해 새 비컨을 추가할 수 있습니다.

검색 가능한 암호화를 구현하려면 AWS KMS 계층 키링을 사용하여 레코드 보호에 사용되는 데이터 키를 생성, 암호화 및 복호화해야 합니다. 자세한 내용은 검색 가능한 암호화를 위한 계층적 키링 사용 섹션을 참조하세요.

검색 가능한 암호화를 위한 비컨을 구성하려면 먼저 암호화 요구 사항, 데이터베이스 액세스 패턴 및 위협 모델을 검토하여 데이터베이스에 가장 적합한 솔루션을 결정해야 합니다.

구성하는 비컨 유형에 따라 수행할 수 있는 쿼리 유형이 결정됩니다. 표준 비컨 구성에서 지정하는 비컨 길이에 따라 해당 비컨에 대해 생성되는 예상 오탐 수가 결정됩니다. 비컨을 구성하기 전에 수행해야 하는 쿼리 유형을 식별하고 계획하는 것이 좋습니다. 비컨을 사용한 후에는 구성을 업데이트할 수 없습니다.

비컨을 구성하기 전에 다음 작업을 검토하고 완료하는 것이 좋습니다.

- 비컨이 데이터 세트에 적합한지 판단
- 비컨 유형 선택
- 비컨 길이 선택
- 비컨 이름 선택

데이터베이스의 검색 가능한 암호화 솔루션을 계획할 때 다음 비컨 고유성 요구 사항을 기억합니다.

- 모든 표준 비컨에는 고유한 비컨 소스가 있어야 합니다.

  동일한 암호화된 필드나 가상 필드에서 여러 표준 비컨을 구성할 수 없습니다.

  하지만 단일 표준 비컨을 사용하여 여러 복합 비컨을 구성할 수 있습니다.
- 소스 필드가 기존 표준 비컨과 겹치는 가상 필드를 만들지 마세요.

  다른 표준 비컨을 만드는 데 사용된 소스 필드가 포함된 가상 필드에서 표준 비컨을 구성하면 두 비컨의 보안이 저하될 수 있습니다.

  자세한 내용은 가상 필드에 대한 보안 고려 사항 섹션을 참조하세요.

멀티테넌트 데이터베이스 고려 사항

멀티테넌트 데이터베이스에 구성된 비컨을 쿼리하려면 레코드를 암호화한 테넌트와 관련된 `branch-key-id`을 쿼리에 저장하는 필드를 포함해야 합니다. 비컨 키 소스를 정의할 때 이 필드를 정의합니다. 쿼리가 성공하려면 이 필드의 값이 비컨을 재계산하는 데 필요한 적절한 비컨 키 자료를 식별해야 합니다.

비컨을 구성하기 전에 쿼리의 `branch-key-id`에 비컨을 어떻게 포함할지 결정해야 합니다. 쿼리에 `branch-key-id`을 포함할 수 있는 다양한 방법에 대한 자세한 내용은 멀티테넌트 데이터베이스의 비컨 쿼리 섹션을 참조하세요.

비컨 유형 선택

> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

검색 가능한 암호화를 사용하면 암호화된 필드의 일반 텍스트 값을 비컨으로 매핑하여 암호화된 레코드를 검색할 수 있습니다. 구성하는 비컨 유형에 따라 수행할 수 있는 쿼리 유형이 결정됩니다.

비컨을 구성하기 전에 수행해야 하는 쿼리 유형을 식별하고 계획하는 것이 좋습니다. 비컨을 구성한 후 암호화된 필드를 검색하려면 먼저 각 비컨에 대한 보조 인덱스를 구성해야 합니다. 자세한 내용은 비컨을 사용한 보조 인덱스 구성 섹션을 참조하세요.

비컨은 필드에 기록된 일반 텍스트 값과 데이터베이스에 실제로 저장된 암호화된 값 사이의 맵을 만듭니다. 두 표준 비컨에 동일한 기본 일반 텍스트가 포함되어 있더라도 두 표준 비컨의 값을 비교할 수는 없습니다. 두 개의 표준 비컨은 동일한 일반 텍스트 값에 대해 서로 다른 두 개의 HMAC 태그를 생성합니다. 따라서 표준 비컨은 다음 쿼리를 수행할 수 없습니다.

- *beacon1* = *beacon2*
- *beacon1* IN (*beacon2*)
- *value* IN (*beacon1*, *beacon2*, ...)
- CONTAINS(*beacon1*, *beacon2*)

복합 비컨의 서명된 부분을 비교하는 경우에만 위의 쿼리를 수행할 수 있습니다. 단, 복합 비컨과 함께 사용하여 조합된 비컨에 포함된 암호화되거나 서명된 필드의 전체 값을 식별할 수 있는 CONTAINS 연산자는 예외입니다. 서명된 부분을 비교할 때 선택적으로 암호화된 부분의 접두사를 포함할 수 있지만

필드의 암호화된 값은 포함할 수 없습니다. 표준 및 복합 비컨이 수행할 수 있는 쿼리 유형에 대한 자세한 내용은 비컨 쿼리를 참조하세요.

데이터베이스 액세스 패턴을 검토할 때 다음과 같은 검색 가능한 암호화 솔루션을 고려하세요. 다음 예제는 다양한 암호화 및 쿼리 요구 사항을 충족하도록 구성할 비컨을 정의합니다.

표준 비컨

표준 비컨은 평등 검색만 수행할 수 있습니다. 표준 비컨을 사용하여 다음 쿼리를 수행할 수 있습니다.

암호화된 단일 필드 쿼리

암호화된 필드의 특정 값이 포함된 레코드를 식별하려면 표준 비컨을 만드세요.

예시

다음 예제에서는 프로덕션 시설에 대한 검사 데이터를 추적하는 `UnitInspection`라는 이름의 데이터베이스를 고려합니다. 데이터베이스의 각 레코드에는 `work_id`, `inspection_date`, `inspector_id_last4`, 및 `unit`라는 필드가 있습니다. 전체 검사기 ID는 0~99,999,999 사이의 숫자입니다. 하지만 데이터세트가 균일하게 분포되도록 하기 위해 `inspector_id_last4`에는 검사기 ID의 마지막 4자리만 저장됩니다. 데이터베이스의 각 필드는 프라이머리 키 `work_id`로 식별됩니다. `inspector_id_last4` 및 `unit` 필드는 암호화 작업에서 `ENCRYPT_AND_SIGN`으로 표시됩니다.

다음은 `UnitInspection` 데이터베이스의 일반 텍스트 항목의 예입니다.

```
{
    "work_id": "1c7fcff3-6e74-41a8-b7f7-925dc039830b",
    "inspection_date": 2023-06-07,
    "inspector_id_last4": 8744,
    "unit": 229304973450
}
```

레코드의 단일 암호화된 필드 쿼리

> `inspector_id_last4` 필드를 암호화해야 하지만 정확히 일치하는지 쿼리해야 하는 경우 `inspector_id_last4` 필드에서 표준 비컨을 생성합니다. 그런 다음 표준 비컨을 사용하여 보조 인덱스를 만듭니다. 이 보조 인덱스를 사용하여 암호화된 `inspector_id_last4` 필드를 쿼리할 수 있습니다.

표준 비컨 구성에 대한 도움말은 표준 비컨 구성을 참조하세요.

가상 필드 쿼리

가상 필드는 하나 이상의 소스 필드로 구성된 개념적 필드입니다. 암호화된 필드의 특정 세그먼트에 대해 동등 검색을 수행하거나 여러 필드의 연결에 대해 동등 검색을 수행하려면 가상 필드에서 표준 비컨을 구성합니다. 모든 가상 필드는 하나 이상의 암호화된 소스 필드를 포함해야 합니다.

예시

다음 예제는 Employees 데이터베이스의 가상 필드를 만듭니다. 다음은 Employees 데이터베이스의 일반 텍스트 레코드의 예제입니다.

```
{
    "EmployeeID": 101,
    "SSN": 000-00-0000,
    "LastName": "Jones",
    "FirstName": "Mary",
    "Address": {
                "Street": "123 Main",
                "City": "Anytown",
                "State": "OH",
                "ZIPCode": 12345
    }
}
```

암호화된 필드의 세그먼트 쿼리

이 예제에서는 SSN 필드가 암호화됩니다.

사회보장번호의 마지막 4자리를 사용하여 SSN 필드를 쿼리하려면 쿼리하려는 세그먼트를 식별하는 가상 필드를 만드십시오.

Last4SSN로 구성된 가상 Suffix(4) 필드를 사용하면 Last4SSN=0000를 쿼리할 수 있습니다. 이 가상 필드를 사용하여 표준 비컨을 구성합니다. 그런 다음 표준 비컨을 사용하여 보조 인덱스를 만듭니다. 이 보조 인덱스를 사용하여 가상 필드를 쿼리할 수 있습니다. 이 쿼리는 지정한 마지막 4자리 숫자로 끝나는 SSN 값을 가진 모든 레코드를 반환합니다.

여러 필드의 연결 쿼리

> **Note**
>
> 다음 예제는 가상 필드로 수행할 수 있는 변환 및 쿼리 유형을 보여줍니다. 애플리케이션에서 이 예제에 사용된 예제 필드는 비컨에 대한 배포 및 상관 관계 고유성 권장 사항을 충족하지 않을 수 있습니다.

`FirstName` 및 `LastName` 필드 연결에 대해 동일 검색을 수행하려는 경우 `FirstName` 필드의 첫 번째 문자와 그 뒤에 오는 `LastName` 필드(모두 소문자)로 구성되는 가상 `NameTag` 필드를 생성할 수 있습니다. 이 가상 필드를 사용하여 표준 비컨을 구성합니다. 그런 다음 표준 비컨을 사용하여 보조 인덱스를 만듭니다. 이 보조 인덱스를 사용하여 가상 필드에 대한 `NameTag=mjones`를 쿼리할 수 있습니다.

원본 필드 중 하나 이상을 암호화해야 합니다. `FirstName` 또는 `LastName` 둘 중 하나를 암호화하거나 둘 다 암호화할 수 있습니다. 모든 일반 텍스트 소스 필드는 암호화 작업의 `SIGN_ONLY`와 같이 표시되어야 합니다.

가상 필드 및 가상 필드를 사용하는 비컨을 구성하는 데 도움이 필요하면 가상 필드 만들기를 참조하세요.

복합 비컨

복합 비컨은 기본적 일반 텍스트 문자열과 표준 비컨에서 인덱스를 생성하여 복잡한 데이터베이스 작업을 수행합니다. 복합 비컨을 사용하여 다음 쿼리를 수행할 수 있습니다.

단일 인덱스에서 암호화된 필드 조합 쿼리

단일 인덱스에서 암호화된 필드 조합을 쿼리해야 하는 경우, 암호화된 각 필드에 대해 구성된 개별 표준 비컨을 결합하여 단일 인덱스를 형성하는 복합 비컨을 만듭니다.

복합 비컨을 구성한 후에는 복합 비컨을 파티션 키로 지정하여 정확히 일치 쿼리를 수행하거나 정렬 키를 사용하여 더 복잡한 쿼리를 수행하는 보조 인덱스를 만들 수 있습니다. 복합 비컨을 정렬 키로 지정하는 보조 인덱스는 정확히 일치하는 쿼리와 보다 맞춤화된 복합 쿼리를 수행할 수 있습니다.

예시

다음 예제에서는 프로덕션 시설에 대한 검사 데이터를 추적하는 `UnitInspection`라는 이름의 데이터베이스를 고려합니다. 데이터베이스의 각 레코드에는 `work_id`, `inspection_date`,

inspector_id_last4, 및 unit라는 필드가 있습니다. 전체 검사기 ID는 0~99,999,999 사이의 숫자입니다. 하지만 데이터세트가 균일하게 분포되도록 하기 위해 inspector_id_last4에는 검사기 ID의 마지막 4자리만 저장됩니다. 데이터베이스의 각 필드는 프라이머리 키 work_id로 식별됩니다. inspector_id_last4 및 unit 필드는 암호화 작업에서 ENCRYPT_AND_SIGN으로 표시됩니다.

다음은 UnitInspection 데이터베이스의 일반 텍스트 항목의 예입니다.

```
{
    "work_id": "1c7fcff3-6e74-41a8-b7f7-925dc039830b",
    "inspection_date": 2023-06-07,
    "inspector_id_last4": 8744,
    "unit": 229304973450
}
```

암호화된 필드 조합에서 동등 검색 수행

inspector_id_last4.unit에서 정확히 일치하는 항목을 UnitInspection 데이터베이스에 쿼리하려면 먼저 inspector_id_last4 및 unit 필드에 대해 고유한 표준 비컨을 만듭니다. 그런 다음 두 개의 표준 비컨으로 복합 비컨을 만듭니다.

복합 비컨을 구성한 후 복합 비컨을 파티션 키로 지정하는 보조 인덱스를 만듭니다. 이 보조 인덱스를 사용하여 inspector_id_last4.unit에 대해 정확히 일치하는 항목을 쿼리할 수 있습니다. 예를 들어, 이 비컨을 쿼리하여 검사기가 특정 단위에 대해 수행한 검사 목록을 찾을 수 있습니다.

암호화된 필드 조합에 대해 복잡한 쿼리 수행

inspector_id_last4 및 inspector_id_last4.unit에서 UnitInspection 데이터베이스를 쿼리하려면 먼저 inspector_id_last4 및 unit 필드에 대해 고유한 표준 비컨을 만듭니다. 그런 다음 두 개의 표준 비컨으로 복합 비컨을 만듭니다.

복합 비컨를 구성한 후 복합 비컨을 정렬 키로 지정하는 보조 인덱스를 만듭니다. 이 보조 인덱스를 사용하여 특정 검사기로 시작하는 항목을 UnitInspection 데이터베이스에 쿼리하거나 특정 검사기에서 검사한 특정 장치 ID 범위 내의 모든 장치 목록을 데이터베이스에 쿼리할 수 있습니다. inspector_id_last4.unit에서 정확히 일치하는 검색을 수행할 수도 있습니다.

복합 비컨 구성에 대한 도움말은 복합 비콘 구성을 참조하세요.

단일 인덱스에서 암호화된 필드와 일반 텍스트 필드의 조합 쿼리

단일 인덱스에서 암호화된 필드와 일반 텍스트 필드를 조합하여 쿼리해야 하는 경우 개별 표준 비컨과 일반 텍스트 필드를 결합하여 단일 인덱스를 형성하는 복합 비컨을 만듭니다. 복합 비컨을 구성하는 데 사용되는 일반 텍스트 필드는 암호화 작업에서 SIGN_ONLY으로 표시되어야 합니다.

복합 비컨을 구성한 후에는 복합 비컨을 파티션 키로 지정하여 정확히 일치 쿼리를 수행하거나 정렬 키를 사용하여 더 복잡한 쿼리를 수행하는 보조 인덱스를 만들 수 있습니다. 복합 비컨을 정렬 키로 지정하는 보조 인덱스는 정확히 일치하는 쿼리와 보다 맞춤화된 복합 쿼리를 수행할 수 있습니다.

예시

다음 예제에서는 프로덕션 시설에 대한 검사 데이터를 추적하는 UnitInspection라는 이름의 데이터베이스를 고려합니다. 데이터베이스의 각 레코드에는 work_id, inspection_date, inspector_id_last4, 및 unit라는 필드가 있습니다. 전체 검사기 ID는 0~99,999,999 사이의 숫자입니다. 하지만 데이터세트가 균일하게 분포되도록 하기 위해 inspector_id_last4에는 검사기 ID의 마지막 4자리만 저장됩니다. 데이터베이스의 각 필드는 프라이머리 키 work_id로 식별됩니다. inspector_id_last4 및 unit 필드는 암호화 작업에서 ENCRYPT_AND_SIGN으로 표시됩니다.

다음은 UnitInspection 데이터베이스의 일반 텍스트 항목의 예입니다.

```
{
    "work_id": "1c7fcff3-6e74-41a8-b7f7-925dc039830b",
    "inspection_date": 2023-06-07,
    "inspector_id_last4": 8744,
    "unit": 229304973450
}
```

필드 조합에서 동등 검색 수행

특정 검사관이 특정 날짜에 실시한 검사에 대해 UnitInspection 데이터베이스를 쿼리하려면 먼저 inspector_id_last4 필드에 대한 표준 비컨을 만듭니다. 이 inspector_id_last4 필드는 암호화 작업에 ENCRYPT_AND_SIGN로 표시됩니다. 암호화된 모든 부분에는 자체 표준 비컨이 필요합니다. inspection_date 필드는 SIGN_ONLY로 표시가 되어 있으며 표준 비컨이 필요하지 않습니다. 다음으로, inspection_date 필드와 inspector_id_last4 표준 비컨에서 복합 비컨을 만듭니다.

복합 비컨을 구성한 후 복합 비컨을 파티션 키로 지정하는 보조 인덱스를 만듭니다. 이 보조 인덱스를 사용하여 데이터베이스에서 특정 검사기 및 검사 날짜와 정확히 일치하는 레코드를 쿼리할 수 있습니다. 예를 들어, ID가 8744로 끝나는 검사기가 특정 날짜에 실시한 모든 검사 목록을 데이터베이스에 쿼리할 수 있습니다.

필드 조합에 대해 복잡한 쿼리 수행

`inspection_date` 범위 내에서 수행된 검사에 대해 데이터베이스를 쿼리하거나 `inspector_id_last4` 또는 `inspector_id_last4.unit`로 제한된 특정 `inspection_date`에서 수행된 검사에 대해 데이터베이스를 쿼리하려면 먼저 `inspector_id_last4` 및 `unit` 필드에 대해 별도의 표준 비컨을 생성합니다. 그런 다음 일반 텍스트 `inspection_date` 필드와 두 개의 표준 비컨을 사용하여 복합 비컨을 만듭니다.

복합 비컨를 구성한 후 복합 비컨을 정렬 키로 지정하는 보조 인덱스를 만듭니다. 이 보조 인덱스를 사용하여 특정 검사기가 특정 날짜에 실시한 검사에 대한 쿼리를 수행할 수 있습니다. 예를 들어 같은 날짜에 검사한 모든 단위의 목록을 데이터베이스에 쿼리할 수 있습니다. 또는 지정된 검사 날짜 범위 사이에 특정 단위에 대해 수행된 모든 검사 목록을 데이터베이스에 쿼리할 수 있습니다.

복합 비컨 구성에 대한 도움말은 복합 비콘 구성을 참조하세요.

비컨 길이 선택

> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

검색 가능한 암호화를 위해 구성된 암호화된 필드에 새 값을 쓰면 AWS Database Encryption SDK는 일반 텍스트 값에 대해 HMAC를 계산합니다. 이 HMAC 출력은 해당 필드의 일반 텍스트 값과 일대일(1:1) 일치합니다. 여러 개의 고유한 일반 텍스트 값이 잘린 동일한 HMAC 태그에 매핑되도록 HMAC 출력이 잘립니다. 이러한 충돌 또는 오탐은 일반 텍스트 값에 대한 구별 정보를 식별하는 권한이 없는 사용자의 능력을 제한합니다.

각 비컨에 대해 생성된 평균 오탐 수는 잘린 후 남은 비컨 길이에 따라 결정됩니다. 표준 비컨을 구성할 때 비컨 길이만 정의하면 됩니다. 복합 비컨은 구성된 표준 비컨의 비컨 길이를 사용합니다.

비컨은 필드의 암호화된 상태를 변경하지 않습니다. 그러나 비컨을 사용할 때 쿼리의 효율성과 데이터 분포에 대해 공개되는 정보의 양 사이에는 본질적인 균형이 있습니다.

검색 가능한 암호화의 목표는 비컨을 사용하여 암호화된 데이터에 대한 쿼리를 수행함으로써 클라이언트 측 암호화된 데이터베이스와 관련된 성능 비용을 줄이는 것입니다. 비컨은 비컨이 계산되는 암호화된 필드와 함께 저장됩니다. 이는 데이터 세트의 분포에 대한 구별되는 정보를 공개할 수 있음을 의미합니다. 극단적인 경우 권한이 없는 사용자가 배포에 대해 공개된 정보를 분석하고 이를 사용하여 필드의 일반 텍스트 값을 식별할 수 있습니다. 올바른 비컨 길이를 선택하면 이러한 위험을 완화하고 배포의 기밀성을 유지하는 데 도움이 될 수 있습니다.

위협 모델을 검토하여 필요한 보안 수준을 결정합니다. 예를 들어, 데이터베이스에 액세스할 수 있지만 일반 텍스트 데이터에 액세스할 수 없는 개인이 많을수록 데이터 세트 배포의 기밀성을 더 많이 보호해야 할 수 있습니다. 기밀성을 높이려면 비컨이 더 많은 오탐을 생성해야 합니다. 기밀성이 높아지면 쿼리 성능이 저하됩니다.

보안과 성능 비교

- 비컨 길이가 너무 길면 오탐이 너무 적어 데이터 세트 분포에 대한 구별 정보가 공개될 수 있습니다.
- 비컨 길이가 너무 짧으면 오탐이 너무 많이 발생하고 데이터베이스를 더 광범위하게 검색해야 하므로 쿼리 성능 비용이 증가합니다.

솔루션에 적합한 비컨 길이를 결정할 때 꼭 필요한 것 이상으로 쿼리 성능에 영향을 주지 않고 데이터 보안을 적절하게 유지하는 길이를 찾아야 합니다. 비컨에 의해 유지되는 보안 수준은 데이터 세트의 분포와 비컨이 구성된 필드의 상관 관계에 따라 달라집니다. 다음 주제에서는 비컨이 균일하게 분포되어 있고 상관된 데이터를 포함하지 않는다고 가정합니다.

주제

비컨 길이 계산

비컨 길이는 비트 단위로 정의되며 잘린 후에도 유지되는 HMAC 태그의 비트 수를 나타냅니다. 권장되는 비컨 길이는 데이터 세트 분포, 상관 값의 존재, 특정 보안 및 성능 요구 사항에 따라 다릅니다. 데이터 세트가 균일하게 분포된 경우 다음 방정식과 절차를 사용하여 구현에 가장 적합한 비컨 길이를 식별하는 데 도움이 될 수 있습니다. 이러한 방정식은 비컨이 생성할 평균 오탐 수만 추정할 뿐 데이터 세트의 모든 고유 값이 특정 개수의 오탐을 생성한다고 보장하지는 않습니다.

> **Note**
>
> 이러한 방정식의 효율성은 데이터 세트의 분포에 따라 달라집니다. 데이터세트가 균일하게 분포되지 않은 경우 비컨이 내 데이터 세트에 적합한가? 섹션을 참조하세요.
> 일반적으로 데이터 세트가 균일한 분포에서 멀어질수록 비컨 길이를 더 줄여야 합니다.

1.

모집단 추정

모집단은 표준 비컨을 구성하는 필드의 예상 고유 값 수이며, 필드에 저장된 총 예상 값 수가 아닙니다. 예를 들어 직원 회의 위치를 식별하는 암호화된 Room 필드를 고려하세요. Room 필드에는 총 100,000개의 값이 저장될 것으로 예상되지만 직원이 회의를 위해 예약할 수 있는 공간은 50개뿐입니다. 즉, Room 필드에 저장할 수 있는 고유 값은 50개뿐이므로 모집단은 50개입니다.

> **Note**
>
> 표준 비컨이 가상 필드에서 구성된 경우 비컨 길이를 계산하는 데 사용되는 인구는 가상 필드에서 생성된 고유 조합의 수입니다.

모집단을 추정할 때 데이터 세트의 예상 증가를 고려해야 합니다. 비컨으로 새 레코드를 작성한 후에는 비컨 길이를 업데이트할 수 없습니다. 위협 모델과 기존 데이터베이스 솔루션을 검토하여 향후 5년 동안 이 필드에 저장할 것으로 예상되는 고유 값의 수에 대한 추정치를 생성합니다.

모집단은 정확할 필요는 없습니다. 먼저, 현재 데이터베이스의 고유 값 수를 식별하거나 첫 해에 저장할 것으로 예상되는 고유 값 수를 추정합니다. 다음으로, 다음 질문을 사용하여 향후 5년 동안 고유한 가치의 예상 성장을 결정하는 데 도움을 받으세요.

- 고유한 값에 10이 곱해질 것이라고 예상하시나요?
- 고유한 값에 100이 곱해질 것이라고 예상하시나요?
- 고유한 값에 1000이 곱해질 것이라고 예상하시나요?

50,000개와 60,000개의 고유 값 사이의 차이는 중요하지 않으며 둘 다 동일한 권장 비컨 길이가 됩니다. 그러나 50,000과 500,000의 고유 값 사이의 차이는 권장 비컨 길이에 큰 영향을 미칩니다.

우편번호나 성 등 일반적인 데이터 유형의 빈도에 대한 공개 데이터를 검토하는 것이 좋습니다. 예를 들어, 미국에는 41,707개의 우편번호가 있습니다. 사용하는 모집단은 자신의 데이터베이스에 비례해야 합니다. 데이터베이스의 ZIPCode 필드에 미국 전역의 데이터가 포함되어 있는 경우 ZIPCode 필드에 현재 41,707개의 고유 값이 없더라도 모집단을 41,707로 정의할 수 있습니다. 데이터베이스의 ZIPCode 필드에 단일 주의 데이터만 포함되고 향후에도 단일 주의 데이터만을 포함하는 경우 모집단을 41,704가 아닌 해당 주의 총 우편 번호 수로 정의할 수 있습니다.

2. 예상 충돌 횟수에 대한 권장 범위 계산

   특정 필드에 대한 적절한 비컨 길이를 결정하려면 먼저 예상되는 충돌 횟수에 대한 적절한 범위를 식별해야 합니다. 예상 충돌 수는 특정 HMAC 태그에 매핑되는 고유 일반 텍스트 값의 평균 예상

수를 나타냅니다. 하나의 고유한 일반 텍스트 값에 대해 예상되는 오탐 수는 예상되는 충돌 수보다 1이 적습니다.

예상되는 충돌 횟수는 2보다 크거나 같고 인구의 제곱근보다 작은 것이 좋습니다. 다음 방정식은 모집단에 16개 이상의 고유 값이 있는 경우에만 작동합니다.

```
2 ≤ number of collisions < √(Population)
```

충돌 횟수가 2회 미만이면 비컨은 너무 적은 양의 오탐을 생성합니다. 평균적으로 필드의 모든 고유 값이 하나의 다른 고유 값에 매핑되어 최소한 하나의 오탐을 생성한다는 의미이므로 예상되는 최소 충돌 수로 2를 권장합니다.

3. 비컨 길이에 대한 권장 범위 계산

   예상되는 충돌의 최소 및 최대 횟수를 식별한 후 다음 방정식을 사용하여 적절한 비컨 길이의 범위를 식별합니다.

   $$\text{number of collisions} = \text{Population} * 2^{-(\text{beacon length})}$$

   먼저, 예상 충돌 횟수가 2(예상 충돌의 최소 권장 횟수)인 비컨 길이를 구합니다.

   $$2 = \text{Population} * 2^{-(\text{beacon length})}$$

   그런 다음 예상되는 충돌 횟수가 모집단의 제곱근(예상되는 최대 권장 충돌 횟수)과 동일한 비컨 길이를 구합니다.

   $$\sqrt{(\text{Population})} = \text{Population} * 2^{-(\text{beacon length})}$$

   이 방정식으로 생성된 출력을 더 짧은 비컨 길이로 반내림하는 것이 좋습니다. 예를 들어 방정식이 15.6의 비컨 길이를 생성하는 경우 해당 값을 16비트로 반올림하는 대신 15비트로 반내림하는 것이 좋습니다.

4. 비컨 길이 선택

   이 방정식은 해당 분야에 권장되는 비컨 길이 범위만 식별합니다. 가능하면 데이터 세트의 보안을 유지하기 위해 더 짧은 비컨 길이를 사용하는 것이 좋습니다. 그러나 실제로 사용하는 비컨 길이는 위협 모델에 따라 결정됩니다. 해당 분야에 가장 적합한 비컨 길이를 결정하기 위해 위협 모델을 검토할 때 성능 요구 사항을 고려하세요.

더 짧은 비컨 길이를 사용하면 쿼리 성능이 저하되고, 더 긴 비컨 길이를 사용하면 보안이 저하됩니다. 일반적으로 데이터 세트가 고르지 않게 분포되어 있거나 상관된 필드에서 별도의 비컨을 구성하는 경우 더 짧은 비컨 길이를 사용하여 데이터 세트 분포에 대해 공개되는 정보의 양을 최소화해야 합니다.

위협 모델을 검토하고 필드 분포에 대해 밝혀진 구별 정보가 전체 보안에 위협이 되지 않는다고 판단하는 경우 계산한 권장 범위보다 긴 비컨 길이를 사용하도록 선택할 수 있습니다. 예를 들어, 필드에 대한 권장 비컨 길이 범위를 9~16비트로 계산한 경우 성능 손실을 방지하기 위해 24비트의 비컨 길이를 사용하도록 선택할 수 있습니다.

비컨 길이를 신중하게 선택하세요. 비컨으로 새 레코드를 작성한 후에는 비컨 길이를 업데이트할 수 없습니다.

예

`unit` 필드를 암호화 작업의 `ENCRYPT_AND_SIGN`로 표시한 데이터베이스를 고려하세요. `unit` 필드에 대한 표준 비컨을 구성하려면 `unit` 필드에 대한 예상 오탐 수와 비컨 길이를 결정해야 합니다.

1. 모집단 추정

   위협 모델과 현재 데이터베이스 솔루션을 검토한 결과 `unit` 필드는 결국 100,000개의 고유 값을 갖게 될 것으로 예상됩니다.

   이는 모집단 = 100,000을 의미합니다.

2. 예상 충돌 횟수에 대한 권장 범위 계산.

   이 예제에서 예상되는 충돌 횟수는 2~316 사이여야 합니다.

   ```
   2 ≤ number of collisions < √(Population)
   ```

   a.
   ```
   2 ≤ number of collisions < √(100,000)
   ```

   b.
   ```
   2 ≤ number of collisions < 316
   ```

3. 비컨 길이에 대한 권장 범위를 계산합니다.

   이 예제에서 비컨 길이는 9~16비트 사이여야 합니다.

$$\text{number of collisions} = \text{Population} * 2^{-(\text{beacon length})}$$

a. 예상되는 충돌 횟수가 2단계에서 식별된 최소 횟수와 동일한 비컨 길이를 계산합니다.

$$2 = 100{,}000 * 2^{-(\text{beacon length})}$$

비컨 길이 = 15.6 또는 15비트

b. 예상되는 충돌 횟수가 2단계에서 식별된 최대 횟수와 동일한 비컨 길이를 계산합니다.

$$316 = 100{,}000 * 2^{-(\text{beacon length})}$$

비컨 길이 = 8.3 또는 8비트

4. 보안 및 성능 요구 사항에 적합한 비컨 길이를 결정합니다.

15개 미만의 비트마다 성능 비용과 보안이 두 배로 늘어납니다.

- 16비트
  - 평균적으로 각 고유 값은 1.5개의 다른 단위에 매핑됩니다.
  - 보안: 잘린 HMAC 태그가 동일한 두 레코드는 동일한 일반 텍스트 값을 가질 가능성이 66%입니다.
  - 성능: 쿼리는 실제로 요청한 레코드 10개마다 레코드 15개를 검색합니다.
- 14비트
  - 평균적으로 각 고유 값은 6.1개의 다른 단위에 매핑됩니다.
  - 보안: 잘린 HMAC 태그가 동일한 두 레코드는 동일한 일반 텍스트 값을 가질 가능성이 33%입니다.
  - 성능: 쿼리는 실제로 요청한 레코드 30개마다 레코드 10개를 검색합니다.

비컨 이름 선택

클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

모든 비컨은 고유한 비컨 이름으로 식별됩니다. 비컨이 구성되면 암호화된 필드를 쿼리할 때 사용하는 이름이 비컨 이름이 됩니다. 비컨 이름은 암호화된 필드 또는 가상 필드와 같은 이름일 수 있지만 암호화되지 않은 필드와 같은 이름일 수는 없습니다. 서로 다른 두 비컨은 동일한 비컨 이름을 가질 수 없습니다.

비컨의 이름을 지정하고 구성하는 방법을 보여주는 예제는 비컨 구성을 참조하세요.

표준 비컨 이름 지정

표준 비컨의 이름을 지정할 때는 가능하면 비컨 이름을 비컨 소스로 확인하는 것이 좋습니다. 즉, 표준 비컨을 구성하는 데 사용되는 암호화된 필드 또는 가상 필드의 이름과 비컨 이름은 동일합니다. 예를 들어 `LastName`라는 이름의 암호화된 필드에 대한 표준 비컨을 만드는 경우 비컨 이름도 `LastName`이 되어야 합니다.

비컨 이름이 비컨 소스와 동일한 경우 구성에서 해당 비컨 소스를 생략할 수 있으며 AWS Database Encryption SDK는 자동으로 비컨 이름을 비컨 소스로 사용합니다.

비컨 구성

> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

검색 가능한 암호화를 지원하는 두 가지 유형의 비컨이 있습니다. 표준 비컨은 동등 검색을 수행합니다. 데이터베이스에서 검색 가능한 암호화를 구현하는 가장 간단한 방법입니다. 복합 비컨은 기본적 일반 텍스트 문자열과 표준 비컨을 결합하여 보다 복잡한 쿼리를 수행합니다.

비컨은 채워지지 않은 새 데이터베이스에 구현되도록 설계되었습니다. 기존 데이터베이스에 구성된 모든 비컨은 데이터베이스에 기록된 새 레코드만 매핑합니다. 비컨은 필드의 일반 텍스트 값에서 계산됩니다. 필드가 암호화되면 비컨이 기존 데이터를 매핑할 방법이 없습니다. 비컨으로 새 레코드를 작성한 후에는 비컨의 구성을 업데이트할 수 없습니다. 하지만 레코드에 추가하는 새 필드에 대해 새 비컨을 추가할 수 있습니다.

액세스 패턴을 파악한 후에는 데이터베이스 구현의 두 번째 단계로 비컨을 구성해야 합니다. 그런 다음 모든 비컨을 구성한 후 AWS KMS 계층적 키링을 생성하고, 비컨 버전을 정의하고, 각 비컨에 대한 보조 인덱스를 구성하고, 암호화 작업을 정의하고, 데이터베이스 및 AWS Database Encryption SDK Client를 구성해야 합니다. 자세한 내용은 비컨 사용을 참조하세요.

비컨 버전을 더 쉽게 정의하려면 표준 및 복합 비컨에 대한 목록을 만드는 것이 좋습니다. 생성한 각 비컨을 구성할 때 해당 표준 또는 복합 비컨 목록에 추가합니다.

주제

표준 비컨 구성

표준 비컨은 데이터베이스에서 검색 가능한 암호화를 구현하는 가장 간단한 방법입니다. 암호화된 필드 또는 가상 필드 하나에 대해서만 동등 검색을 수행할 수 있습니다.

구성 구문의 예제

```
List<StandardBeacon> standardBeaconList = new ArrayList<>();
StandardBeacon exampleStandardBeacon = StandardBeacon.builder()
        .name("beaconName")
        .length(beaconLengthInBits)
        .loc("fieldName") // optional
        .build();
standardBeaconList.add(exampleStandardBeacon);
```

표준 비컨을 구성하기 위해서는 다음 값을 제공해야 합니다.

비컨 이름

암호화된 필드를 쿼리할 때 사용하는 이름.

비컨 이름은 암호화된 필드 또는 가상 필드와 같은 이름일 수 있지만 암호화되지 않은 필드와 같은 이름일 수는 없습니다. 가능하면 표준 비컨을 구성하는 데 사용할 암호화된 필드 또는 가상 필드의 이름을 사용하는 것이 좋습니다. 서로 다른 두 비컨은 동일한 비컨 이름을 가질 수 없습니다. 구현에 가장 적합한 비컨 이름을 결정하는 데 도움이 필요하면 비컨 이름 선택을 참조하세요.

비컨 길이

잘라낸 후에도 유지되는 비컨 해시 값의 비트 수입니다.

비컨 길이에 따라 해당 비컨에서 생성되는 평균 오탐 수가 결정됩니다. 구현에 적합한 비컨 길이를 결정하는 데 도움이 되는 자세한 내용 및 도움말은 비컨 길이 결정을 참조하세요.

비컨 소스(선택 사항)

표준 비컨을 구성하는 데 사용되는 필드입니다.

비컨 소스는 필드 이름이거나 중첩된 필드의 값을 참조하는 인덱스이어야 합니다. 비컨 이름이 비컨 소스와 동일한 경우 구성에서 비컨 소스를 생략할 수 있으며 AWS Database Encryption SDK는 자동으로 비컨 이름을 비컨 소스로 사용합니다.

가상 필드 생성

가상 필드를 만들려면 가상 필드의 이름과 원본 필드 목록을 제공해야 합니다. 가상 부분 목록에 원본 필드를 추가하는 순서에 따라 가상 필드를 작성할 때 원본 필드를 연결하는 순서가 결정됩니다. 다음 예제에서는 원본 필드 두 개를 완전히 연결하여 가상 필드를 만듭니다.

```
List<VirtualPart> virtualPartList = new ArrayList<>();
    virtualPartList.add(sourceField1);
    virtualPartList.add(sourceField2);

VirtualField virtualFieldName = VirtualField.builder()
    .name("virtualFieldName")
    .parts(virtualPartList)
    .build();

List<VirtualField> virtualFieldList = new ArrayList<>();
    virtualFieldList.add(virtualFieldName);
```

원본 필드의 특정 세그먼트를 사용하여 가상 필드를 만들려면 원본 필드를 가상 부분 목록에 추가하기 전에 해당 변환을 정의해야 합니다.

가상 필드에 대한 보안 고려 사항

비컨은 필드의 암호화된 상태를 변경하지 않습니다. 그러나 비컨을 사용할 때 쿼리의 효율성과 데이터 분포에 대해 공개되는 정보의 양 사이에는 본질적인 균형이 있습니다. 비컨을 구성하는 방식에 따라 해당 비컨이 보존하는 보안 수준이 결정됩니다.

소스 필드가 기존 표준 비컨과 겹치는 가상 필드를 만들지 마세요. 표준 비컨을 만드는 데 이미 사용된 소스 필드를 포함하는 가상 필드를 만들면 두 비컨의 보안 수준이 낮아질 수 있습니다. 보안이 약화되는 정도는 추가 소스 필드에서 추가한 엔트로피 수준에 따라 달라집니다. 엔트로피 수준은 추가 소스 필드의 고유 값 분포와 추가 소스 필드가 가상 필드의 전체 크기에 기여하는 비트 수에 따라 결정됩니다.

모집단 및 비컨 길이를 사용하여 가상 필드의 원본 필드가 데이터 세트의 보안을 유지하는지 확인할 수 있습니다. 모집단은 필드의 예상 고유 값 수입니다. 모집단은 정확할 필요는 없습니다. 필드의 모집단을 추정하는 데 도움이 필요하면 모집단 추정을 참조하세요.

가상 필드의 보안을 검토할 때 다음 예제를 고려하세요.

- Beacon1은 `FieldA`로 구성됩니다. `FieldA`의 모집단은 $2^{(\text{Beacon1 길이})}$보다 큽니다.
- Beacon2는 `VirtualField`으로 구성되어 있는데 이는 `FieldA`, `FieldB`, `FieldC`, 및 `FieldD`로 구성되어 있습니다. `FieldB`, `FieldC`, 및 `FieldD`을 합친 모집단은 2^N 이상입니다.

다음 설명이 참인 경우 Beacon2는 Beacon1과 Beacon2의 보안을 모두 유지합니다.

```
N ≥ (Beacon1 length)/2
```

및

```
N ≥ (Beacon2 length)/2
```

복합 비컨 설정

복합 비컨은 기본 일반 텍스트 문자열과 표준 비컨을 결합하여 단일 인덱스에서 서로 다른 두 가지 레코드 유형을 쿼리하거나 정렬 키로 필드 조합을 쿼리하는 등 복잡한 데이터베이스 작업을 수행합니다. `ENCRYPT_AND_SIGN` 및 `SIGN_ONLY` 필드로 복합 비컨을 구성할 수 있습니다. 복합 비컨에 포함된 모든 암호화된 필드에 대해 표준 비컨을 만들어야 합니다.

구성 구문의 예제

```
List<CompoundBeacon> compoundBeaconList = new ArrayList<>();
    CompoundBeacon exampleCompoundBeacon = CompoundBeacon.builder()
        .name("compoundBeaconName")
        .split(".")
        .encrypted(encryptedPartList)
        .signed(signedPartList) // optional
        .constructors(constructorList) // optional
        .build();
    compoundBeaconList.add(exampleCompoundBeacon);
```

복합 비컨을 구성하기 위해서는 다음 값을 제공해야 합니다.

비컨 이름

암호화된 필드를 쿼리할 때 사용하는 이름.

비컨 이름은 암호화된 필드 또는 가상 필드와 같은 이름일 수 있지만 암호화되지 않은 필드와 같은 이름일 수는 없습니다. 두 비컨이 동일한 비컨 이름을 가질 수는 없습니다. 구현에 가장 적합한 비컨 이름을 결정하는 데 도움이 필요하면 비컨 이름 선택을 참조하세요.

분할 캐릭터

복합 비컨을 구성하는 부분을 구분하는 데 사용되는 문자입니다.

복합 비컨을 구성하는 모든 필드의 일반 텍스트 값에는 분할 문자가 나타날 수 없습니다.

암호화된 부분 목록

복합 비컨에 포함된 ENCRYPT_AND_SIGN 필드를 식별합니다.

각 부분에는 이름과 접두사가 포함되어야 합니다. 부분 이름은 암호화된 필드로 구성된 표준 비컨의 이름이어야 합니다. 접두사는 임의의 문자열일 수 있지만 고유해야 합니다. 암호화된 부분은 서명된 부분과 동일한 접두사를 가질 수 없습니다. 부분을 복합 비컨이 제공하는 다른 부분과 구분하는 짧은 값을 사용하는 것이 좋습니다. 또한 비컨 쿼리를 단순화하려면 부분이 포함된 모든 비컨에서 동일한 접두사로 부분을 식별하고 다른 부분을 식별하는 데 동일한 접두사를 사용하지 않는 것이 좋습니다.

```
List<EncryptedPart> encryptedPartList = new ArrayList<>);
    EncryptedPart encryptedPartExample = EncryptedPart.builder()
        .name("standardBeaconName")
        .prefix("E-")
        .build();
    encryptedPartList.add(encryptedPartExample);
```

서명된 부분 목록(선택 사항)

복합 비컨에 포함된 SIGN_ONLY 필드를 식별합니다.

각 부분에는 이름, 출처 및 접두사가 포함되어야 합니다. 소스는 부분이 식별하는 SIGN_ONLY 필드입니다. 소스는 필드 이름이거나 중첩된 필드의 값을 참조하는 인덱스이어야 합니다. 부분 이름이 소스를 식별하는 경우 소스를 생략할 수 있습니다. 그러면 AWS Database Encryption SDK가 자동으로 이름을 소스로 사용합니다. 가능하면 소스를 부분 이름으로 지정하는 것이 좋습니다. 접두사는 임의의 문자열일 수 있지만 고유해야 합니다. 서명된 부분은 암호화된 부분과 동일한 접두사를 가질 수 없습니다. 부분을 복합 비컨이 제공하는 다른 부분과 구분하는 짧은 값을 사용하는 것이 좋

습니다. 또한 비컨 쿼리를 단순화하려면 부분이 포함된 모든 비컨에서 동일한 접두사로 부분을 식별하고 다른 부분을 식별하는 데 동일한 접두사를 사용하지 않는 것이 좋습니다.

```
List<SignedPart> signedPartList = new ArrayList<>);
    SignedPart signedPartExample = SignedPart.builder()
        .name("signedFieldName")
        .prefix("S-")
        .build();
    signedPartList.add(signedPartExample);
```

생성자 목록(선택 사항)

암호화되고 서명된 부분을 복합 비컨으로 조합할 수 있는 다양한 방법을 정의하는 생성자를 식별합니다.

생성자 목록을 지정하지 않는 경우 AWS Database Encryption SDK는 다음과 같은 기본 생성자를 사용하여 복합 비컨을 조합합니다.

- 서명된 모든 부분은 서명된 부분 목록에 추가된 순서대로
- 암호화된 모든 부분(암호화된 부분 목록에 추가된 순서대로)
- 모든 부분이 필요합니다.

Constructors

각 생성자는 복합 비컨을 조합할 수 있는 한 가지 방법을 정의하는 생성자 부분의 정렬된 목록입니다. 생성자 부분은 목록에 추가된 순서대로 함께 결합되며 각 부분은 지정된 분할 문자로 구분됩니다.

각 생성자 부분은 암호화된 부분이나 서명된 부분의 이름을 지정하고 생성자 내에서 해당 부분이 필수인지 아니면 선택적인지 정의합니다. 예를 들어 `Field1`, `Field1.Field2`, 및 `Field1.Field2.Field3`에 대한 복합 비컨을 조회하고자 한다면, `Field2` 및 `Field3`을 선택 사항으로 표시하고 생성자를 하나 생성합니다.

생성자마다 필수 부분이 하나 이상 있어야 합니다. 쿼리에 `BEGINS_WITH` 연산자를 사용할 수 있도록 각 생성자의 첫 번째 부분을 필수로 설정하는 것이 좋습니다.

생성자의 필수 부분이 모두 레코드에 있으면 생성자는 성공합니다. 새 레코드를 작성할 때 복합 비컨은 생성자 목록을 사용하여 제공된 값에서 비컨을 조합할 수 있는지 여부를 결정합니다. 생성자 목록에 생성자가 추가된 순서대로 비컨을 조합하려고 시도하고 성공한 첫 번째 생성자를 사용합니다. 생성자가 성공하지 못하면 비컨이 레코드에 기록되지 않습니다.

쿼리 결과가 정확한지 확인하려면 모든 리더와 작성자가 동일한 순서의 생성자를 지정해야 합니다.

다음 절차에 따라 생성자 목록을 지정하세요.

1. 암호화된 각 부분과 서명된 부분에 대한 생성자 부분을 만들어 해당 부분이 필요한지 여부를 정의합니다.

   생성자 부분 이름은 생성자가 나타내는 표준 비컨 또는 서명된 필드의 이름이어야 합니다.

   ```
   ConstructorPart field1ConstructorPart = ConstructorPart.builder()
           .name("Field1")
           .required(true)
           .build();
   ```

2. 1단계에서 만든 생성자 부분을 사용하여 복합 비컨을 조합할 수 있도록 가능한 모든 방법에 맞는 생성자를 만듭니다.

   예를 들어 `Field1.Field2.Field3` 및 `Field4.Field2.Field3`에 대해 쿼리하려면 두 개의 생성자를 만들어야 합니다. `Field1` 및 `Field4`은 두 개의 별도 생성자에 정의되어 있으므로 둘 다 필요할 수 있습니다.

   ```
   // Create a list for Field1.Field2.Field3 queries
   List<ConstructorPart> field123ConstructorPartList = new ArrayList<>();
   field123ConstructorPartList.add(field1ConstructorPart);
   field123ConstructorPartList.add(field2ConstructorPart);
   field123ConstructorPartList.add(field3ConstructorPart);
   Constructor field123Constructor = Constructor.builder()
           .parts(field123ConstructorPartList)
           .build();
   // Create a list for Field4.Field2.Field1 queries
   List<ConstructorPart> field421ConstructorPartList = new ArrayList<>();
   field421ConstructorPartList.add(field4ConstructorPart);
   field421ConstructorPartList.add(field2ConstructorPart);
   field421ConstructorPartList.add(field1ConstructorPart);
   Constructor field421Constructor = Constructor.builder()
           .parts(field421ConstructorPartList)
           .build();
   ```

3. 2단계에서 만든 모든 생성자를 포함하는 생성자 목록을 만듭니다.

   ```
   List<Constructor> constructorList = new ArrayList<>();
   ```

```
constructorList.add(field123Constructor)
constructorList.add(field421Constructor)
```

4. 서명된 constructorList 비컨을 만드는 시기를 지정합니다.

구성의 예

> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

다음 예제는 표준 및 복합 비컨을 구성하는 방법을 보여 줍니다. 다음 구성은 비컨 길이를 제공하지 않습니다. 구성에 적합한 비컨 길이를 결정하는 데 도움이 필요하면 비컨 길이 선택을 참조하세요.

비컨을 구성하고 사용하는 방법을 보여주는 전체 코드 예제를 보려면 GitHub에 있는 aws-database-encryption-sdk-dynamodb-java 리포지토리의 searchableencryption 디렉터리를 참조하세요.

주제

- 표준 비컨
- 복합 비컨

표준 비컨

정확히 일치하는지 inspector_id_last4 필드를 쿼리하려면 다음 구성을 사용하여 표준 비컨을 만듭니다.

```
List<StandardBeacon> standardBeaconList = new ArrayList<>();
StandardBeacon exampleStandardBeacon = StandardBeacon.builder()
        .name("inspector_id_last4")
        .length(beaconLengthInBits)
        .build();
standardBeaconList.add(exampleStandardBeacon);
```

복합 비컨

inspector_id_last4 및inspector_id_last4.unit 에서 UnitInspection 데이터베이스를 쿼리하려면 다음 구성으로 복합 비컨을 만듭니다. 이 복합 비컨에는 암호화된 부분만 필요합니다.

```
// 1. Create standard beacons for the inspector_id_last4 and unit fields.
```

```
    List<StandardBeacon> standardBeaconList = new ArrayList<>);
    StandardBeacon inspectorBeacon = StandardBeacon.builder()
        .name("inspector_id_last4")
        .length(beaconLengthInBits)
        .build();
    standardBeaconList.add(inspectorBeacon);
    StandardBeacon unitBeacon = StandardBeacon.builder()
        .name("unit")
        .length(beaconLengthInBits)
        .build();
    standardBeaconList.add(unitBeacon);
// 2. Define the encrypted parts.
    List<EncryptedPart> encryptedPartList = new ArrayList<>);
// Each encrypted part needs a name and prefix
// The name must be the name of the standard beacon
// The prefix must be unique
// For this example we use the prefix "I-" for "inspector_id_last4"
// and "U-" for "unit"
    EncryptedPart encryptedPartInspector = EncryptedPart.builder()
        .name("inspector_id_last4")
        .prefix("I-")
        .build();
    encryptedPartList.add(encryptedPartInspector);
    EncryptedPart encryptedPartUnit = EncryptedPart.builder()
        .name("unit")
        .prefix("U-")
        .build();
    encryptedPartList.add(encryptedPartUnit);
// 3. Create the compound beacon.
// This compound beacon only requires a name, split character,
// and list of encrypted parts
    CompoundBeacon inspectorUnitBeacon = CompoundBeacon.builder()
        .name("inspectorUnitBeacon")
        .split(".")
        .sensitive(encryptedPartList)
        .build();
```

비컨 사용

클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

비컨을 사용하면 쿼리 중인 전체 데이터베이스를 복호화하지 않고도 암호화된 레코드를 검색할 수 있습니다. 비컨은 채워지지 않은 새 데이터베이스에 구현되도록 설계되었습니다. 기존 데이터베이스에 구성된 모든 비컨은 데이터베이스에 기록된 새 레코드만 매핑합니다. 비컨은 필드의 일반 텍스트 값에서 계산됩니다. 필드가 암호화되면 비컨이 기존 데이터를 매핑할 방법이 없습니다. 비컨으로 새 레코드를 작성한 후에는 비컨의 구성을 업데이트할 수 없습니다. 하지만 레코드에 추가하는 새 필드에 새 비컨을 추가할 수 있습니다.

비컨을 구성한 후에는 데이터베이스를 채우고 비컨에 대한 쿼리를 수행하기 전에 다음 단계를 완료해야 합니다.

1. AWS KMS 계층적 키링 생성

   검색 가능한 암호화를 사용하려면 AWS KMS 계층적 키링을 사용하여 레코드 보호에 사용되는 데이터 키를 생성, 암호화 및 복호화해야 합니다.

   비컨을 구성한 후 계층적 키링 사전 요구 사항을 조합하고 계층적 키링을 생성합니다.

   계층적 키링이 필요한 이유에 대한 자세한 내용은 검색 가능한 암호화를 위한 계층적 키링 사용을 참조하세요.

2.

   비컨 버전 정의

   keyStore, keySource, 구성한 모든 표준 비컨 목록, 구성한 모든 복합 비컨 목록, 비컨 버전을 지정합니다. 비컨 버전에 대해 1을 지정해야 합니다. keySource 정의에 대한 지침은 비컨 키 소스 정의하기 섹션을 참조하세요.

   다음 Java 예제는 단일 테넌트 데이터베이스의 비컨 버전을 정의합니다. 멀티테넌트 데이터베이스의 비컨 버전을 정의하는 데 도움이 필요하면 멀티테넌트 데이터베이스의 검색 가능한 암호화를 참조하세요.

```
List<BeaconVersion> beaconVersions = new ArrayList<>();
    beaconVersions.add(
        BeaconVersion.builder()
            .standardBeacons(standardBeaconList)
            .compoundBeacons(compoundBeaconList)
            .version(1) // MUST be 1
            .keyStore(branchKeyStoreName)
            .keySource(BeaconKeySource.builder()
                .single(SingleKeyStore.builder()
                    .keyId(branch-key-id)
```

```
                    .cacheTTL(6000)
                    .build())
                .build())
            .build()
    );
```

3. 보조 인덱스 구성

   비컨을 구성한 후 암호화된 필드를 검색하려면 먼저 각 비컨을 반영하는 보조 인덱스를 구성해야 합니다. 자세한 내용은 비컨을 사용한 보조 인덱스 구성 섹션을 참조하세요.

4. 암호화 작업 정의

   표준 비컨을 구성하는 데 사용되는 모든 필드를 ENCRYPT_AND_SIGN으로 표시해야 합니다. 비컨을 구성하는 데 사용되는 다른 모든 필드는 SIGN_ONLY으로 표시되어야 합니다.

5. AWS Database Encryption SDK client 구성

   DynamoDB 테이블의 테이블 항목을 보호하는 AWS Database Encryption SDK client를 구성하려면 DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리를 참조하세요.

비컨 쿼리

구성하는 비컨의 유형에 따라 수행할 수 있는 쿼리 유형이 결정됩니다. 표준 비컨은 필터 표현식을 사용하여 동등 검색을 수행합니다. 복합 비컨은 리터럴 일반 텍스트 문자열과 표준 비컨을 결합하여 복잡한 쿼리를 수행합니다. 암호화된 데이터를 쿼리할 때는 비컨 이름을 검색합니다.

두 표준 비컨에 동일한 기본 일반 텍스트가 포함되어 있더라도 두 표준 비컨의 값을 비교할 수는 없습니다. 두 개의 표준 비컨은 동일한 일반 텍스트 값에 대해 서로 다른 두 개의 HMAC 태그를 생성합니다. 따라서 표준 비컨은 다음 쿼리를 수행할 수 없습니다.

- *beacon1* = *beacon2*
- *beacon1* IN (*beacon2*)
- *value* IN (*beacon1*, *beacon2*, ...)
- CONTAINS(*beacon1*, *beacon2*)

복합 비컨은 다음 쿼리를 수행할 수 있습니다.

- BEGINS_WITH(*a*), 여기서 *a*는 조립된 복합 비컨이 시작하는 필드의 전체 값을 반영합니다. BEGINS_WITH 연산자를 사용하여 특정 하위 문자열로 시작하는 값을 식별할 수 없습니다. 하지만

BEGINS_WITH(*S_*)을 사용할 수 있으며, 여기서 *S_*는 조립된 복합 비컨이 시작하는 부분의 접두사를 반영합니다.

- CONTAINS(*a*), 여기서 *a*는 조립된 복합 비컨에 포함된 필드의 전체 값을 반영합니다. CONTAINS 연산자를 사용하여 세트 내의 특정 하위 문자열이나 값이 포함된 레코드를 식별할 수 없습니다.

  예를 들어 *a*이 세트의 값을 반영하는 쿼리 CONTAINS(*path*, "*a*"는 수행할 수 없습니다.

- 복합 비컨의 서명된 부분을 비교할 수 있습니다. 서명된 부분을 비교할 때 선택적으로 하나 이상의 서명된 부분에 암호화된 부분의 접두사를 추가할 수 있지만 암호화된 필드의 값을 쿼리에 포함할 수는 없습니다.

  예를 들어 서명된 부분을 비교하고 *signedField1* = *signedField2* 또는 *value* IN (*signedField1*, *signedField2*, ...)에 대해 쿼리할 수 있습니다.

  *signedField1.A_* = *signedField2.B_*에 대한 쿼리에 의해 서명된 부분과 암호화된 부분의 접두사를 비교할 수도 있습니다.

- *field* BETWEEN *a* AND *b*, 여기서 *a* 및 *b*는 서명된 부분입니다. 암호화된 부분의 접두사를 하나 이상의 서명된 부분에 선택적으로 추가할 수 있지만 암호화된 필드의 값을 쿼리에 포함할 수는 없습니다.

복합 비컨에 대한 쿼리에 포함시키는 각 부분의 접두사를 포함해야 합니다. 예를 들어, 두 개의 필드, encryptedField 및 signedField로부터 복합 비컨 compoundBeacon을 구성한 경우, 비컨을 쿼리할 때 이 두 부분에 대해 구성된 접두사를 포함해야 합니다.

```
compoundBeacon = E_encryptedFieldValue.S_signedFieldValue
```

멀티테넌트 데이터베이스를 위한 검색 가능한 암호화

> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

데이터베이스에서 검색 가능한 암호화를 구현하려면 AWS KMS 계층적 키링을 사용해야 합니다. AWS KMS 계층적 키링은 레코드 보호에 사용되는 데이터 키를 생성, 암호화 및 복호화합니다. 또한 비컨을 생성하는 데 사용되는 비컨 키도 생성합니다. 멀티테넌트 데이터베이스에서 AWS KMS 계층적 키링을 사용하는 경우 각 테넌트마다 고유한 브랜치 키와 비컨 키가 있습니다. 멀티테넌트 데이터베이

스에서 암호화된 데이터를 쿼리하려면 쿼리하는 비컨을 생성하는 데 사용된 비컨 키 자료를 식별해야 합니다.

멀티테넌트 데이터베이스의 비컨 버전을 정의할 때는 구성한 모든 표준 비컨 목록, 구성한 모든 복합 비컨 목록, 비컨 버전 및 keySource을 지정합니다. 비콘 키 소스를 MultiKeyStore로 정의하고 keyFieldName을 포함해야 하며, 로컬 비컨 키 캐시에 대한 캐시 수명과 로컬 비컨 키 캐시에 대한 최대 캐시 크기를 포함해야 합니다.

서명된 비컨을 구성한 경우 해당 비컨이compoundBeaconList 에 포함되어야 합니다. 서명된 비컨은 SIGN_ONLY 필드를 인덱싱하고 복잡한 쿼리를 수행하는 복합 비컨의 일종입니다.

```
List<BeaconVersion> beaconVersions = new ArrayList<>();
    beaconVersions.add(
        BeaconVersion.builder()
                .standardBeacons(standardBeaconList)
                .compoundBeacons(compoundBeaconList)
                .version(1) // MUST be 1
                .keyStore(branchKeyStoreName)
                .keySource(BeaconKeySource.builder()
                        .multi(MultiKeyStore.builder()
                                .keyFieldName(keyField)
                                .cacheTTL(6000)
                                .maxCacheSize(10)
                        .build())
                .build())
        .build()
    );
```

keyFieldName

keyFieldName는 지정된 테넌트에 대한 비컨을 생성하는 데 사용된 비컨 키와 관련된 branch-key-id를 저장하는 필드의 이름을 정의합니다.

데이터베이스에 새 레코드를 쓰는 경우 해당 레코드에 대한 비컨을 생성하는 데 사용되는 비컨 키를 식별하는 branch-key-id가 이 필드에 저장됩니다.

기본적으로 keyField는 데이터베이스에 명시적으로 저장되지 않는 개념적 필드입니다. AWS Database Encryption SDK는 자료 설명의 암호화된 데이터 키에서 branch-key-id를 식별하고 복합 비컨 및 서명된 비컨에서 참조할 수 있도록 개념적 keyField의 값을 저장합니다. 자료 설명은 서명된 것이므로 개념적 keyField은 서명된 부분으로 간주됩니다.

keyField를 암호화 작업에 SIGN_ONLY 필드로 포함하여 데이터베이스에 필드를 명시적으로 저장할 수도 있습니다. 이렇게 하면 데이터베이스에 레코드를 쓸 때마다 keyFielddp 수동으로 branch-key-id를 포함시켜야 합니다.

멀티테넌트 데이터베이스의 비컨 쿼리

비컨을 쿼리하려면 비컨을 재계산하는 데 필요한 적절한 비컨 키 자료를 식별할 수 있도록 쿼리에 keyField을 포함해야 합니다. 레코드의 비컨을 생성하는 데 사용되는 비컨 키와 관련된 branch-key-id을 지정해야 합니다. 브랜치 키 ID 공급자의 테넌트 branch-key-id를 식별하는 친숙한 이름은 지정할 수 없습니다. 다음과 같은 방법으로 쿼리에 keyField을 포함시킬 수 있습니다.

복합 비컨

레코드에 keyField을 명시적으로 저장하든 저장하지 않든, 복합 비컨에 서명된 부분으로keyField을 직접 포함시킬 수 있습니다. keyField 서명된 부분이 필요합니다.

예를 들어, 필드 2개와 encryptedField 및 signedField를 사용하여 복합 비컨 compoundBeacon을 생성하려면 keyField를 서명된 부분으로 포함해야 합니다. 이렇게 하면 compoundBeacon에서 다음 쿼리를 수행할 수 있습니다.

```
compoundBeacon = E_encryptedFieldValue.S_signedFieldValue.K_branch-key-id
```

서명된 비컨

AWS Database Encryption SDK는 표준 및 복합 비컨을 사용하여 검색 가능한 암호화 솔루션을 제공합니다. 이러한 비컨에는 하나 이상의 암호화된 필드가 포함되어야 합니다. 하지만 AWS Database Encryption SDK는 완전히 일반 텍스트 SIGN_ONLY 필드로 구성할 수 있는 서명된 비컨을 지원합니다.

서명된 비컨은 단일 부분으로 구성할 수 있습니다. keyField를 레코드에 명시적으로 저장하든 저장하지 않든, keyField에서 서명된 비컨을 생성하고 이를 사용하여 keyField 서명된 비컨에 대한 쿼리를 다른 비컨 중 하나에 대한 쿼리와 결합하는 복합 쿼리를 만들 수 있습니다. 예를 들어 다음 쿼리를 수행할 수 있습니다.

```
keyField = K_branch-key-id AND compoundBeacon =
 E_encryptedFieldValue.S_signedFieldValue
```

서명된 비컨을 구성하는 데 도움이 필요하면 서명된 비컨 만들기 섹션을 참조하세요

keyField에서 직접 쿼리하기

암호화 keyField 작업에서 keyField를 지정하고 레코드에 필드를 명시적으로 저장한 경우, 비컨의 쿼리와 비컨의 쿼리를 결합하는 복합 쿼리를 만들 수 있습니다. 표준 비컨을 쿼리하려는 경우 keyField에서 직접 쿼리하도록 선택할 수 있습니다. 예를 들어 다음 쿼리를 수행할 수 있습니다.

```
keyField = branch-key-id AND standardBeacon = S_standardBeaconValue
```

AWS Database Encryption SDK for DynamoDB

클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

AWS Database Encryption SDK for DynamoDB는 Amazon DynamoDB 설계에 클라이언트 측 암호화를 포함할 수 있는 소프트웨어 라이브러리입니다. AWS Database Encryption SDK for DynamoDB는 속성 수준 암호화를 제공하며, 암호화할 항목과 서명에 포함할 항목을 지정하여 데이터의 신뢰성을 보장할 수 있습니다. 전송 중 및 유휴 상태의 중요 데이터를 암호화하면 일반 텍스트 데이터를 AWS을 포함한 제3자가 사용할 수 없게 하는 데 도움이 됩니다.

> **Note**
>
> 다음 주제에서는 DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리 버전 3.x에 중점을 둡니다.
> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. AWS Database Encryption SDK는 기존 DynamoDB Encryption Client 버전을 계속 지원합니다.

DynamoDB에서 테이블은 항목 모음입니다. 각 항목은 속성 모음입니다. 각 속성마다 이름과 값이 있습니다. AWS Database Encryption SDK for DynamoDB는 속성 값을 암호화합니다. 그런 다음 속성에 대한 서명을 계산합니다. 암호화할 속성 값과 암호화 작업의 서명에 포함할 속성 값을 지정합니다.

이 장의 항목에서는 암호화된 필드, 클라이언트 설치 및 구성 지침, 시작하는 데 도움이 되는 Java 예제 등 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB의 개요를 제공합니다.

주제

- 클라이언트 측 및 서버 측 암호화
- 암호화 및 서명되는 필드
- Java
- 레거시 DynamoDB Encryption Client

클라이언트 측 및 서버 측 암호화

> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

AWS Database Encryption SDK for DynamoDB는 데이터베이스로 보낼 테이블 데이터를 암호화하는 클라이언트 측 암호화를 지원합니다. 하지만 DynamoDB는 테이블을 디스크에 보관할 때 테이블을 사용자 모르게 암호화하고 사용자가 테이블에 액세스할 때 복호화하는 서버 측 저장 데이터 암호화 기능을 제공합니다.

선택하는 도구는 데이터의 민감도와 애플리케이션의 보안 요구 사항에 따라 달라집니다. AWS Database Encryption SDK for DynamoDB와 저장 중 암호화를 모두 사용할 수 있습니다. 암호화 및 서명된 항목을 DynamoDB로 전송하는 경우 DynamoDB는 항목을 보호 중인 상태로 인식하지 못하며, 이진 속성 값을 가진 일반적인 테이블 항목만 탐지합니다.

서버 측 저장 데이터 암호화

DynamoDB는 테이블을 디스크에 보관할 때 DynamoDB에서 테이블을 사용자 모르게 암호화하고 사용자가 테이블 데이터에 액세스할 때 복호화하는 저장 중 암호화, 서버 측 암호화 기능을 지원합니다.

AWS SDK를 사용하여 DynamoDB와 상호 작용하면 기본적으로 데이터는 HTTPS 연결을 통해 전송되는 동안 암호화되고 DynamoDB 엔드포인트에서 복호화된 다음 DynamoDB에 저장되기 전에 다시 암호화됩니다.

- 암호화 기본 제공. DynamoDB는 모든 테이블을 작성할 때 투명하게 암호화하고 복호화합니다. 저장 데이터 암호화를 활성화하거나 비활성화할 수 없습니다.
- DynamoDB는 암호화 키를 만들고 관리합니다. 각 테이블의 고유 키는 AWS Key Management Service(AWS KMS)을 암호화되지 않은 상태로 남기지 않는 AWS KMS key로 보호됩니다. 기본적으로 DynamoDB는 DynamoDB 서비스 계정의 AWS 소유 키를 사용하지만, 계정에서 AWS 관리형 키 또는 고객 관리 키를 선택하여 일부 또는 모든 테이블을 보호할 수 있습니다.
- 디스크에 대한 모든 테이블 데이터는 암호화됩니다. 암호화된 테이블이 디스크에 저장될 때 는 프라이머리 키와 로컬 및 글로벌 보조 인덱스를 포함하여 모든 테이블 데이터를 암호화합니다. 테이블에 정렬 키가 있는 경우 범위 경계를 표시하는 정렬 키 중 일부가 테이블 메타데이터에 일반 텍스트 형태로 저장됩니다.
- 테이블과 관련된 객체도 암호화됩니다. 저장 데이터 암호화는 DynamoDB 스트림, 전역 테이블, 백업이 내구성 있는 미디어에 기록될 때마다 보호합니다.

- 항목에 액세스하면 해당 항목의 암호가 복호화됩니다. 테이블에 액세스할 때 DynamoDB는 대상 항목을 포함하는 테이블의 부분을 복호화하고 일반 텍스트 항목을 사용자에게 반환합니다.

AWS Database Encryption SDK for DynamoDB

클라이언트 측 암호화는 소스에서 DynamoDB의 스토리지에 이르기까지 전송 중 및 저장 중인 데이터에 대한 엔드투엔드 보호를 제공합니다. 일반 텍스트 데이터는 AWS을 포함한 제3자에게 절대 노출되지 않습니다. 새로운 DynamoDB 테이블과 함께 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB를 사용하거나 기존 Amazon DynamoDB 테이블을 DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리 버전 3.x로 마이그레이션할 수 있습니다.

- 데이터가 전송 및 저장 시 보호되며, AWS 등 제3자에게 절대 노출되지 않습니다.
- 테이블 항목에 서명할 수 있습니다. AWS Database Encryption SDK for DynamoDB에 프라이머리 키 속성을 포함하여 테이블 항목 전체 또는 일부에 대한 서명을 계산하도록 지시할 수 있습니다. 이 서명을 사용하면 속성 추가 또는 삭제, 속성 값 바꾸기 등 항목에 대한 무단 변경 내용을 전체적으로 감지할 수 있습니다.
- 키링을 선택하여 데이터 보호 방법을 결정합니다. 키링에 따라 데이터 키, 궁극적으로 데이터를 보호하는 래핑 키가 결정됩니다. 작업에 가장 적합한 가장 안전한 래핑 키를 사용하세요.
- AWS Database Encryption SDK for DynamoDB는 전체 테이블을 암호화하지 않습니다. 항목에서 암호화할 속성을 선택할 수 있습니다. AWS Database Encryption SDK for DynamoDB는 전체 항목을 암호화하지 않습니다. 속성 이름 또는 프라이머리 키(파티션 키 및 정렬 키) 속성의 이름 또는 값은 암호화하지 않습니다.

AWS Encryption SDK

DynamoDB에 저장하는 데이터를 암호화하는 경우 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB를 사용하는 것이 좋습니다.

AWS Encryption SDK는 일반 데이터를 암호화 및 복호화할 수 있도록 도와주는 클라이언트 측 암호화 라이브러리입니다. 모든 유형의 데이터를 보호할 수 있지만 데이터베이스 레코드와 같은 정형 데이터에는 사용할 수 있도록 설계되지 않았습니다. AWS Database Encryption SDK for DynamoDB와 달리, AWS Encryption SDK는 항목 수준의 무결성 검사를 제공할 수 없으며 프라이머리 키의 암호화를 방지하거나 속성을 인식할 수 있는 논리가 없습니다.

AWS Encryption SDK를 사용하여 테이블의 요소를 암호화하는 경우 이것이 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB와 호환되지 않음에 유의합니다. 한 라이브러리로는 암호화하고 다른 라이브러리로는 복호화할 수 없습니다.

암호화 및 서명되는 필드

클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

AWS Database Encryption SDK for DynamoDB는 Amazon DynamoDB 애플리케이션용으로 특별히 설계된 클라이언트 측 암호화 라이브러리입니다. Amazon DynamoDB는 항목 모음인 테이블에 데이터를 저장합니다. 각 항목은 속성 모음입니다. 각 속성마다 이름과 값이 있습니다. AWS Database Encryption SDK for DynamoDB는 속성 값을 암호화합니다. 그런 다음 속성에 대한 서명을 계산합니다. 암호화할 속성 값과 서명에 포함할 속성 값을 지정할 수 있습니다.

암호화는 속성 값의 기밀성을 보호합니다. 서명은 서명된 모든 속성과 속성 간 관계의 무결성을 제공하고 인증을 제공합니다. 속성을 추가 또는 삭제하거나 암호화된 값을 다른 값으로 대체하는 등 항목 전체에 대한 무단 변경을 탐지할 수 있습니다.

암호화된 항목에서 테이블 이름, 모든 속성 이름, 암호화하지 않은 속성 값, 프라이머리 키(파티션 키 및 정렬 키) 속성의 이름과 값, 속성을 포함한 일부 데이터는 일반 텍스트로 유지됩니다. 유형. 이 필드에는 민감한 데이터를 저장하지 마세요.

AWS Database Encryption SDK for DynamoDB의 작동 방식에 대한 자세한 내용은 AWS Database Encryption SDK 작동 방식 섹션을 참조하세요.

> **Note**
>
> AWS Database Encryption SDK for DynamoDB 주제에서 속성 작업에 대한 모든 언급은 암호화 작업을 의미합니다.

주제

속성 값 암호화

AWS Database Encryption SDK for DynamoDB는 사용자가 지정하는 속성의 값(속성 이름이나 유형은 제외)을 암호화합니다. 암호화된 속성 값을 확인하려면 속성 작업을 사용합니다.

예를 들어 이 항목에는 `example` 및 `test` 속성이 포함됩니다.

```
'example': 'data',
'test': 'test-value',
...
```

`example` 속성을 암호화하지만 `test` 속성을 암호화하지 않으면 결과는 다음과 같습니다. 암호화된 `example` 속성 값은 문자열이 아닌 이진 데이터입니다.

```
'example': Binary(b"'b\x933\x9a+s\xf1\xd6a\xc5\xd5\x1aZ\xed\xd6\xce\xe9X\xf0T\xcb\x9fY
\x9f\xf3\xc9C\x83\r\xbb\\"),
'test': 'test-value'
...
```

각 항목의 프라이머리 키 속성(파티션 키 및 정렬 키)은 DynamoDB가 테이블에서 항목을 찾는 데 사용하기 때문에 일반 텍스트로 유지되어야 합니다. 서명은 해야 하지만 암호화해서는 안 됩니다.

AWS Database Encryption SDK for DynamoDB는 프라이머리 키 속성을 식별하고 해당 값이 암호화되지는 않았지만 서명되었는지 확인합니다. 그리고 프라이머리 키를 식별한 다음 암호화하려고 하면 클라이언트에서 예외가 발생합니다.

클라이언트는 항목에 추가하는 새 속성`aws_dbe_head()`에 자료 설명을 저장합니다. 자료 설명은 항목이 암호화되고 서명된 방법을 설명합니다. 클라이언트는 이 정보를 사용하여 항목을 확인하고 암호를 복호화합니다. 자료 설명을 저장하는 필드는 암호화되지 않습니다.

항목에 서명

지정된 속성 값을 암호화한 후 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB는 자료 설명, 암호화 컨텍스트 및 속성 작업에서 `ENCRYPT_AND_SIGN` 또는 `SIGN_ONLY`로 표시된 각 필드의 정규화에 대해 해시 기반 메시지 인증 코드(HMAC)와 디지털 서명을 계산합니다. ECDSA 서명은 기본적으로 활성화되어 있지만 필수는 아닙니다. 클라이언트는 항목에 추가하는 새 속성(`aws_dbe_foot`)에 HMAC와 서명을 저장합니다.

Java

> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

이 주제에서는 DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리 버전 3.x를 설치하고 사용하는 방법을 설명합니다. AWS Database Encryption SDK for DynamoDB를 사용한 프로그래밍에 대한 자세한 내용은 GitHub에 있는 aws-database-encryption-sdk-dynamodb-java 리포지토리의 예제 디렉터리를 참조하세요.

> **Note**
>
> 다음 주제에서는 DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리 버전 3.x에 중점을 둡니다.
> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. AWS Database Encryption SDK는 기존 DynamoDB Encryption Client 버전을 계속 지원합니다.

주제

필수 조건

버전 3.x을 설치하기 전에 DynamoDB용 Java 클라이언트측 암호화 라이브러리의 경우 다음과 같은 사전 요구 사항이 있는지 확인합니다.

Java 개발 환경

Java 8 이상이 필요합니다. Oracle 웹 사이트에서 Java SE 다운로드로 이동한 다음 Java SE Development Kit(JDK)를 다운로드하여 설치합니다.

Oracle JDK를 사용하는 경우 Java Cryptography Extension(JCE) Unlimited Strength Jurisdiction Policy File도 다운로드하여 설치해야 합니다.

AWS SDK for Java 2.x

AWS Database Encryption SDK for DynamoDB에는 AWS SDK for Java 2.x의 DynamoDB Enhanced Client 모듈이 필요합니다. 전체 SDK를 설치하거나 이 모듈만 설치할 수 있습니다.

AWS SDK for Java 버전 업데이트에 대한 자세한 내용은 AWS SDK for Java의 버전 1.x에서 2.x로의 마이그레이션을 참조하세요.

AWS SDK for Java은 Apache Maven을 통해 사용할 수 있습니다. 전체 AWS SDK for Java 또는 단지 dynamodb-enhanced 모듈에 대한 종속성을 선언할 수 있습니다.

Apache Maven을 사용하여 AWS SDK for Java 설치

- 전체 AWS SDK for Java를 종속성으로 가져오려면 pom.xml 파일에 선언하십시오.
- AWS SDK for Java에서 Amazon DynamoDB 모듈에 대해서만 종속성을 생성하려면 특정 모듈을 지정하는 지침을 따릅니다. groupId를 software.amazon.awssdk로, artifactID를 dynamodb-enhanced로 설정합니다.

> **Note**
>
> AWS KMS 키링 또는 AWS KMS 계층적 키링을 사용하는 경우 AWS KMS 모듈에 대한 종속성도 만들어야 합니다. groupId를 software.amazon.awssdk로, artifactID를 kms로 설정합니다.

설치

다음 방법으로 DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리 버전 3.x를 설치할 수 있습니다.

Apache Maven 사용

Amazon DynamoDB Encryption Client for Java는 다음 종속성 정의와 함께 Apache Maven을 통해 사용할 수 있습니다.

```
<dependency>
  <groupId>software.amazon.cryptography</groupId>
  <artifactId>aws-database-encryption-sdk-dynamodb</artifactId>
  <version>version-number</version>
</dependency>
```

Gradle Kotlin 사용

Gradle을 사용하면 Gradle 프로젝트의 종속성 섹션에 다음을 추가하여 Java용 Amazon DynamoDB Encryption Client에 대한 종속성을 선언할 수 있습니다.

```
implementation("software.amazon.cryptography:aws-database-encryption-sdk-
dynamodb:version-number")
```

직접 만들기

DynamoDB용 자바 클라이언트측 암호화 라이브러리를 설치하려면 aws-database-encryption-sdk-dynamodb-java GitHub 리포지토리를 복제하거나 다운로드합니다.

SDK를 설치한 후 먼저 이 가이드의 예제 코드와 GitHub에 있는 aws-database-encryption-sdk-dynamodb-java repository의 예제 디렉터리를 살펴봅니다.

DynamoDB용 Java 클라이언트측 암호화 라이브러리 사용

클라이언트 측 암호화 라이브러리는 AWS 데이터베이스 암호화 SDK로 이름이 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

이 주제에서는 DynamoDB용 Java 클라이언트측 암호화 라이브러리 버전 3.x의 일부 기능과 헬퍼 클래스에 대해 설명합니다.

DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리를 사용한 프로그래밍에 대한 자세한 내용은 -dynamodb-java 리포지토리의 예제 디렉터리인 자바 예제를 참조하십시오. aws-database-encryption-sdk GitHub

주제

- 항목 암호화 도구
- DynamoDB용 AWS 데이터베이스 암호화 SDK의 속성 작업
- AWS Database Encryption SDK for DynamoDB의 암호화 구성
- DynamoDB의 검색 가능한 암호화

항목 암호화 도구

DynamoDB용 AWS 데이터베이스 암호화 SDK의 핵심은 항목 암호화기입니다. DynamoDB용 Java 클라이언트측 암호화 라이브러리 버전 3.x 를 사용하여 다음과 같은 방법으로 DynamoDB 테이블 항목을 암호화, 서명, 확인 및 복호화할 수 있습니다.

DynamoDB Enhanced Client

`DynamoDbEncryptionInterceptor`를 사용하여 DynamoDB `PutItem` 요청에 따라 클라이언트 측에서 항목을 자동으로 암호화하고 서명하도록 DynamoDB Enhanced Client를 구성할 수 있습니다. DynamoDB Enhanced Client에서는 주석이 달린 데이터 클래스를 사용하여 속성 작업을 정의할 수 있습니다. 가능하면 DynamoDB Enhanced Client를 사용하는 것이 좋습니다.

> **Note**
>
> AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 중첩된 속성에 대한 주석을 지원하지 않습니다.

하위 수준 DynamoDB API

`DynamoDbEncryptionInterceptor`를 사용하여 DynamoDB `PutItem` 요청에 따라 클라이언트 측에서 항목을 자동으로 암호화하고 서명하도록 하위 수준 DynamoDB API를 구성할 수 있습니다.

하위 수준 **`DynamoDbItemEncryptor`**

하위 수준 `DynamoDbItemEncryptor`에서는 DynamoDB를 호출하지 않고도 테이블 항목을 직접 암호화하고 서명 또는 복호화하고 확인합니다. DynamoDB `PutItem` 또는 `GetItem` 요청을 하지 않습니다. 예를 들어 하위 수준 `DynamoDbItemEncryptor`을 사용하여 이미 검색한 DynamoDB 항목을 직접 복호화하고 확인할 수 있습니다.

하위 수준 `DynamoDbItemEncryptor`은 검색 가능한 암호화를 지원하지 않습니다.

DynamoDB용 AWS 데이터베이스 암호화 SDK의 속성 작업

속성 작업은 암호화 및 서명되는 속성 값, 서명만 되는 속성 값 및 무시되는 속성 값을 결정합니다.

하위 수준 DynamoDB API 또는 하위 수준 `DynamoDbItemEncryptor`을 사용하는 경우 속성 작업을 수동으로 정의해야 합니다. DynamoDB Enhanced Client를 사용하는 경우 속성 작업을 수동으로 정의하거나 주석이 달린 데이터 클래스를 사용하여 `TableSchema`을 생성할 수 있습니다. 구성 프로세스를 단순화하려면 주석이 달린 데이터 클래스를 사용하는 것이 좋습니다. 주석이 달린 데이터 클래스를 사용하는 경우 객체를 한 번만 모델링하면 됩니다.

> **Note**
>
> 속성 작업을 정의한 후에는 서명에서 제외할 속성을 정의해야 합니다. 나중에 서명되지 않은 새 속성을 더 쉽게 추가할 수 있도록 서명되지 않은 속성을 식별할 고유한 접두사(예: ":“)를 선택하는 것이 좋습니다. DynamoDB 스키마와 속성 작업을 정의할 때 DO_NOTHING로 표시된 모든 속성의 속성 이름에 이 접두사를 포함합니다.

주석이 달린 데이터 클래스 사용

주석이 달린 데이터 클래스를 사용하여 DynamoDB Enhanced Client 및 DynamoDbEncryptionInterceptor에서 속성 작업을 지정합니다. AWS Database Encryption SDK for DynamoDB는 속성 유형을 정의하는 표준 DynamoDB 속성 주석을 사용하여 속성을 보호하는 방법을 결정합니다. 기본적으로 기본 키(서명되지만 암호화되지 않음)를 제외하고는 모든 속성이 암호화 및 서명됩니다.

DynamoDB 향상된 클라이언트 주석에 GitHub 대한 자세한 지침은 의 aws-database-encryption-sdk - dynamodb-java SimpleClass리포지토리에서.java를 참조하십시오.

기본적으로 프라이머리 키 속성은 서명되지만 암호화되지는 않으며(SIGN_ONLY) 다른 모든 속성은 암호화되고 서명됩니다(ENCRYPT_AND_SIGN). 예외를 지정하려면 DynamoDB용 Java 클라이언트측 암호화 라이브러리에 정의된 암호화 주석을 사용합니다. 예를 들어, 특정 속성에 서명만 적용하려면 @DynamoDbEncryptionSignOnly 주석을 사용합니다. 특정 속성에 서명되거나 암호화되지 않도록 하려면(DO_NOTHING) @DynamoDbEncryptionDoNothing 주석을 사용합니다.

> **Note**
>
> AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 중첩된 속성에 대한 주석을 지원하지 않습니다.

다음 예제는 속성 작업을 정의하는 데 사용되는 주석을 보여 줍니다.

```
@DynamoDbBean
public class SimpleClass {

    private String partitionKey;
    private int sortKey;
    private String attribute1;
    private String attribute2;
    private String attribute3;
```

```
    @DynamoDbPartitionKey
    @DynamoDbAttribute(value = "partition_key")
    public String getPartitionKey() {
        return this.partitionKey;
    }

    public void setPartitionKey(String partitionKey) {
        this.partitionKey = partitionKey;
    }

    @DynamoDbSortKey
    @DynamoDbAttribute(value = "sort_key")
    public int getSortKey() {
        return this.sortKey;
    }

    public void setSortKey(int sortKey) {
        this.sortKey = sortKey;
    }

    public String getAttribute1() {
        return this.attribute1;
    }

    public void setAttribute1(String attribute1) {
        this.attribute1 = attribute1;
    }

    @DynamoDbEncryptionSignOnly
    public String getAttribute2() {
        return this.attribute2;
    }

    public void setAttribute2(String attribute2) {
        this.attribute2 = attribute2;
    }

    @DynamoDbEncryptionDoNothing
    public String getAttribute3() {
        return this.attribute3;
    }

    @DynamoDbAttribute(value = ":attribute3")
```

```
    public void setAttribute3(String attribute3) {
        this.attribute3 = attribute3;
    }
}
```

주석이 달린 데이터 클래스를 사용하여 다음 코드 조각에 표시된 것처럼 TableSchema을 생성합니다.

```
final TableSchema<SimpleClass> tableSchema = TableSchema.fromBean(SimpleClass.class);
```

속성 작업 수동 정의

속성 작업을 수동으로 지정하려면 이름-값 페어가 속성 이름과 지정된 작업을 나타내는 Map 객체를 만듭니다.

속성을 암호화하고 서명하도록 ENCRYPT_AND_SIGN을 지정합니다. 속성을 서명하되 암호화하지 않도록 SIGN_ONLY을 지정합니다. 서명하지 않으면 속성을 암호화할 수 없습니다. 속성을 무시하도록 DO_NOTHING을 지정합니다.

```
final Map<String, CryptoAction> attributeActionsOnEncrypt = new HashMap<>();
// The partition attribute must be SIGN_ONLY
attributeActionsOnEncrypt.put("partition_key", CryptoAction.SIGN_ONLY);
// The sort attribute must be SIGN_ONLY
attributeActionsOnEncrypt.put("sort_key", CryptoAction.SIGN_ONLY);
attributeActionsOnEncrypt.put("attribute1", CryptoAction.ENCRYPT_AND_SIGN);
attributeActionsOnEncrypt.put("attribute2", CryptoAction.SIGN_ONLY);
attributeActionsOnEncrypt.put(":attribute3", CryptoAction.DO_NOTHING);
```

AWS Database Encryption SDK for DynamoDB의 암호화 구성

AWS 데이터베이스 암호화 SDK를 사용할 때는 DynamoDB 테이블의 암호화 구성을 명시적으로 정의해야 합니다. 암호화 구성에 필요한 값은 속성 작업을 수동으로 정의했는지 아니면 주석이 달린 데이터 클래스를 사용하여 정의했는지에 따라 달라집니다.

다음 스니펫은 DynamoDB Enhanced Client TableSchema를 사용하는 DynamoDB 테이블 암호화 구성을 정의하고 고유한 접두사로 정의된 서명되지 않은 속성을 허용합니다.

```
final Map<String, DynamoDbEnhancedTableEncryptionConfig> tableConfigs = new
 HashMap<>();
tableConfigs.put(ddbTableName,
        DynamoDbEnhancedTableEncryptionConfig.builder()
            .logicalTableName(ddbTableName)
```

```
            .keyring(kmsKeyring)
            .allowedUnsignedAttributePrefix(unsignedAttrPrefix)
            .schemaOnEncrypt(tableSchema)
            // Optional: only required if you use beacons
            .search(SearchConfig.builder()
                    .writeVersion(1) // MUST be 1
                    .versions(beaconVersions)
                    .build())
            .build());
```

논리적 테이블 이름

DynamoDB 테이블의 논리적 테이블 이름.

논리적 테이블 이름은 테이블에 저장된 모든 데이터에 암호로 바인딩되어 DynamoDB 복원 작업을 간소화합니다. 암호화 구성을 처음 정의할 때 DynamoDB 테이블 이름을 논리적 테이블 이름으로 지정하는 것이 좋습니다. 항상 같은 논리적 테이블 이름을 지정해야 합니다. 복호화이 성공하려면 논리적 테이블 이름이 암호화에 지정된 이름과 일치해야 합니다. 백업에서 DynamoDB 테이블을 복원한 후 DynamoDB 테이블 이름이 변경되더라도 논리적 테이블 이름을 사용하면 복호화 작업에서 테이블을 계속 인식할 수 있습니다.

허용된 무서명 속성

속성 작업에 `DO_NOTHING`로 표시된 속성.

허용된 무서명 서명에서 제외되는 속성을 클라이언트에게 알려줍니다. 클라이언트는 다른 모든 속성이 서명에 포함되어 있다고 가정합니다. 그런 다음 레코드를 복호화할 때 클라이언트는 확인해야 할 속성과 지정한 허용된 무서명 속성 중에서 무시할 속성을 결정합니다. 허용된 무서명 속성에서는 속성을 제거할 수 없습니다.

모든 `DO_NOTHING` 속성을 나열하는 배열을 만들어 무서명 허용 속성을 명시적으로 정의할 수 있습니다. `DO_NOTHING` 속성의 이름을 지정할 때 고유한 접두사를 지정하고 이 접두사를 사용하여 무서명 속성을 클라이언트에게 알릴 수도 있습니다. 고유한 접두사를 지정하는 것이 좋습니다. 이렇게 하면 나중에 새 `DO_NOTHING` 속성을 추가하는 프로세스가 단순해지기 때문입니다. 자세한 설명은 데이터 모델 업데이트 섹션을 참조하세요.

모든 `DO_NOTHING` 속성에 접두사를 지정하지 않는 경우 클라이언트가 복호화 시 서명되지 않을 것으로 예상되는 모든 속성을 명시적으로 나열하는 `allowedUnsignedAttributes` 배열을 구성할 수 있습니다. 반드시 필요한 경우에만 허용된 서명되지 않은 속성을 명시적으로 정의해야 합니다.

검색 구성(선택 사항)

`SearchConfig`는 비컨 버전을 정의합니다.

검색 가능한 암호화 또는 서명된 비컨을 사용하려면 SearchConfig를 지정해야 합니다.

알고리즘 제품군(선택 사항)

algorithmSuiteId은 AWS Database Encryption SDK가 사용하는 알고리즘 제품군을 정의합니다.

대체 알고리즘 제품군을 명시적으로 지정하지 않는 한 AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 기본 알고리즘 제품군을 사용합니다. 기본 알고리즘 제품군은 키 도출, 디지털 서명 및 키 커밋과 함께 AES-GCM 알고리즘을 사용합니다. 기본 알고리즘 제품군이 대부분의 애플리케이션에 적합할 가능성이 높지만 대체 알고리즘 제품군을 선택할 수도 있습니다. 예를 들어, 일부 신뢰 모델은 디지털 서명이 없는 알고리즘 제품군으로 충분할 수 있습니다. AWS 데이터베이스 암호화 SDK가 지원하는 알고리즘 제품군에 대한 자세한 내용은 을 참조하십시오. AWS Database Encryption SDK에서 지원되는 알고리즘 제품군

디지털 서명이 없는 AES-GCM 알고리즘 제품군을 선택하려면 테이블 암호화 구성에 다음 스니펫을 포함하세요.

```
.algorithmSuiteId(

 DBEAlgorithmSuiteId.ALG_AES_256_GCM_HKDF_SHA512_COMMIT_KEY_ECDSA_P384_SYMSIG_HMAC_SHA384)
```

DynamoDB의 검색 가능한 암호화

검색 가능한 암호화를 위해 Amazon DynamoDB 테이블을 구성하려면 AWS KMS 계층 키링을 사용하여 항목을 보호하는 데 사용되는 데이터 키를 생성, 암호화 및 복호화해야 합니다. 테이블 항목을 암호화, 서명, 확인 및 해독하려면 DynamoDB 향상된 클라이언트 또는 하위 수준 DynamoDB API를 사용해야 합니다. 하위 수준은 검색 가능한 암호화를 지원하지 않습니다. DynamoDBItemEncryptor 또한 테이블 암호화 구성에 SearchConfig를 포함해야 합니다.

비컨를 구성한 후 암호화된 속성을 검색하려면 먼저 각 비컨을 반영하는 보조 인덱스를 구성해야 합니다.

비컨을 사용한 보조 인덱스 구성

표준 또는 복합 비콘을 구성하면 AWS Database Encryption SDK는 서버가 비콘을 쉽게 식별할 수 있도록 비콘 이름에 aws_dbe_b_ 접두사를 추가합니다. 예를 들어 복합 비컨 compoundBeacon의 이름을 지정하면 실제로는 전체 비컨 이름이 aws_dbe_b_compoundBeacon가 됩니다. 표준 또는 복합 비컨을 포함하는 보조 인덱스를 구성하려면 비컨 이름을 식별할 때 aws_dbe_b_ 접두사를 포함해야 합니다.

파티션 키와 정렬 키

프라이머리 키 값은 암호화할 수 없습니다. 파티션 및 정렬 키는 SIGN_ONLY이 되어야 합니다. 프라이머리 키 값은 표준 또는 복합 비컨이 될 수 없습니다.

프라이머리 키 값은 서명된 비컨일 수 있습니다. 각 프라이머리 키 값에 대해 고유한 서명된 비컨을 구성한 경우 프라이머리 키 값을 서명된 비컨 이름으로 식별하는 속성 이름을 지정해야 합니다. 하지만 AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 서명된 비콘에 접두사를 추가하지 않습니다. aws_dbe_b_ 프라이머리 키 값에 대해 고유한 서명된 비컨를 구성한 경우에도 보조 인덱스를 구성할 때 프라이머리 키 값의 속성 이름만 지정하면 됩니다.

로컬 보조 인덱스

로컬 보조 인덱스의 정렬 키는 비컨일 수 있습니다.

정렬 키에 비컨를 지정하는 경우 유형은 문자열이어야 합니다. 정렬 키에 표준 또는 복합 비컨를 지정하는 경우 비컨 이름을 지정할 때 aws_dbe_b_ 접두사를 포함해야 합니다. 서명된 비컨를 지정하는 경우 접두사 없이 비컨 이름을 지정합니다.

글로벌 보조 인덱스

글로벌 보조 인덱스의 파티션 키와 정렬 키는 모두 비컨일 수 있습니다.

파티션이나 정렬 키에 비컨을 지정하는 경우 유형은 문자열이어야 합니다. 정렬 키에 표준 또는 복합 비컨를 지정하는 경우 비컨 이름을 지정할 때 aws_dbe_b_ 접두사를 포함해야 합니다. 서명된 비컨를 지정하는 경우 접두사 없이 비컨 이름을 지정합니다.

속성 프로젝션

프로젝션은 테이블에서 보조 인덱스로 복사되는 속성 집합입니다. 테이블의 파티션 키와 정렬 키는 항상 인덱스로 프로젝션되지만, 다른 속성을 프로젝션하여 애플리케이션의 쿼리 요건을 지원하는 것도 가능합니다. DynamoDB는 속성 프로젝션을 위한 세 가지 옵션(KEYS_ONLY, INCLUDE, 및 ALL)을 제공합니다.

INCLUDE 속성 프로젝션을 사용하여 비컨을 검색하는 경우 비컨을 구성하는 모든 속성의 이름과 aws_dbe_b_ 접두사를 포함한 비컨 이름을 지정해야 합니다. 예를 들어 field1, field2, 및 field3에서 복합 비콘 compoundBeacon을 구성한 경우 프로젝션에서 aws_dbe_b_compoundBeacon, field1, field2, 및 field3를 지정해야 합니다.

글로벌 보조 인덱스는 프로젝션에 명시적으로 지정된 속성만 사용할 수 있지만 로컬 보조 인덱스는 모든 속성을 사용할 수 있습니다.

Java 예제

클라이언트 측 암호화 라이브러리는 AWS 데이터베이스 암호화 SDK로 이름이 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

다음 예제에서는 DynamoDB용 Java 클라이언트측 암호화 라이브러리를 사용하여 애플리케이션의 테이블 항목을 보호하는 방법을 보여줍니다. -dynamodb-java 리포지토리의 예제 디렉터리에서 더 많은 예제를 찾고 직접 제공할 수 있습니다. aws-database-encryption-sdk GitHub

다음 예제는 채워지지 않은 새 Amazon DynamoDB 테이블에서 DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리를 구성하는 방법을 보여줍니다. 클라이언트측 암호화를 위해 기존 Amazon DynamoDB 테이블을 구성하려면 기존 테이블에 버전 3.x 추가 섹션을 참조하세요.

주제

- DynamoDB Enhanced Client 사용
- 하위 수준 DynamoDB API 사용
- 하위 수준 사용 DynamoDbItemEncryptor

DynamoDB Enhanced Client 사용

다음 예제는 DynamoDB API 호출의 일부로 DynamoDB Enhanced Client와 AWS KMS 키링을 포함한 `DynamoDbEncryptionInterceptor`을 사용하여 DynamoDB 테이블 항목을 암호화하는 방법을 보여줍니다.

DynamoDB 향상된 클라이언트에서는 지원되는 모든 키링을 사용할 수 있지만 가능하면 키링 중 AWS KMS 하나를 사용하는 것이 좋습니다.

전체 코드 샘플을.java를 참조하십시오. EnhancedPutGetExample

1단계: 키링 생성 AWS KMS

다음 예에서는 대칭 암호화 KMS 키를 사용하여 AWS KMS 키링을 생성하는 `CreateAwsKmsMrkMultiKeyring` 데 사용합니다. 이 `CreateAwsKmsMrkMultiKeyring` 방법을 사용하면 키링이 단일 리전 키와 다중 리전 키를 모두 올바르게 처리할 수 있습니다.

```
final MaterialProviders matProv = MaterialProviders.builder()
```

```
        .MaterialProvidersConfig(MaterialProvidersConfig.builder().build())
        .build();
final CreateAwsKmsMrkMultiKeyringInput keyringInput =
 CreateAwsKmsMrkMultiKeyringInput.builder()
        .generator(kmsKeyId)
        .build();
final IKeyring kmsKeyring = matProv.CreateAwsKmsMrkMultiKeyring(keyringInput);
```

2단계: 주석이 달린 데이터 클래스에서 테이블 스키마 생성

다음 예제에서는 주석이 달린 데이터 클래스를 사용하여 `TableSchema`를 만듭니다.

이 예에서는 주석이 달린 데이터 클래스 및 속성 작업이.java를 사용하여 정의되었다고 가정합니다. SimpleClass 속성 작업에 주석을 다는 방법에 대한 자세한 지침은 주석이 달린 데이터 클래스 사용을 참조하세요.

> **Note**
>
> AWS 데이터베이스 암호화 SDK는 중첩된 속성에 대한 주석을 지원하지 않습니다.

```
final TableSchema<SimpleClass> schemaOnEncrypt =
 TableSchema.fromBean(SimpleClass.class);
```

3단계: 시그니처에서 제외할 속성을 정의합니다.

다음 예제에서는 모든 `DO_NOTHING` 속성이 고유한 접두사 `":“`를 공유한다고 가정하고 이 접두사를 사용하여 허용된 서명되지 않은 속성을 정의합니다. 클라이언트는 접두사가 `":"`인 모든 속성 이름이 서명에서 제외된다고 가정합니다. 자세한 설명은 허용된 무서명 속성 섹션을 참조하세요.

```
final String unsignedAttrPrefix = ":";
```

4단계: 암호화 구성 생성

다음 예제는 DynamoDB 테이블의 암호화 구성을 나타내는 `tableConfigs` 맵을 정의합니다.

이 예제에서는 DynamoDB 테이블 이름을 논리적 테이블 이름으로 지정합니다. 암호화 구성을 처음 정의할 때 DynamoDB 테이블 이름을 논리적 테이블 이름으로 지정하는 것이 좋습니다. 자세한 설명은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB의 암호화 구성 섹션을 참조하세요.

> **Note**
>
> 검색 가능한 암호화 또는 서명된 비컨을 사용하려면 암호화 구성에도 `SearchConfig`을 포함해야 합니다.

```
final Map<String, DynamoDbEnhancedTableEncryptionConfig> tableConfigs = new
 HashMap<>();
tableConfigs.put(ddbTableName,
    DynamoDbEnhancedTableEncryptionConfig.builder()
        .logicalTableName(ddbTableName)
        .keyring(kmsKeyring)
        .allowedUnsignedAttributePrefix(unsignedAttrPrefix)
        .schemaOnEncrypt(tableSchema)
        .build());
```

5단계: **`DynamoDbEncryptionInterceptor`** 생성

다음 예제에서는 4단계의 `tableConfigs`를 사용하여 새 `DynamoDbEncryptionInterceptor`을 만듭니다.

```
final DynamoDbEncryptionInterceptor interceptor =
    DynamoDbEnhancedClientEncryption.CreateDynamoDbEncryptionInterceptor(
        CreateDynamoDbEncryptionInterceptorInput.builder()
            .tableEncryptionConfigs(tableConfigs)
            .build()
    );
```

6단계: 새 AWS SDK DynamoDB 클라이언트 생성

다음 예제에서는 5단계의 명령을 사용하여 **`interceptor`** 새 AWS SDK DynamoDB 클라이언트를 생성합니다.

```
final DynamoDbClient ddb = DynamoDbClient.builder()
        .overrideConfiguration(
                ClientOverrideConfiguration.builder()
                        .addExecutionInterceptor(interceptor)
                        .build())
        .build();
```

7단계: DynamoDB Enhanced Client 생성 및 테이블 생성

다음 예제는 6단계에서 생성한 AWS SDK DynamoDB client를 사용하여 DynamoDB Enhanced Client를 생성하고 주석이 달린 데이터 클래스를 사용하여 테이블을 생성합니다.

```
final DynamoDbEnhancedClient enhancedClient = DynamoDbEnhancedClient.builder()
        .dynamoDbClient(ddb)
        .build();
final DynamoDbTable<SimpleClass> table = enhancedClient.table(ddbTableName,
 tableSchema);
```

8단계: 테이블 항목 암호화 및 서명

다음 예제는 DynamoDB Enhanced Client를 사용하여 DynamoDB 테이블에 항목을 추가합니다. 항목은 DynamoDB로 전송되기 전에 클라이언트측에서 암호화되고 서명됩니다.

```
final SimpleClass item = new SimpleClass();
item.setPartitionKey("EnhancedPutGetExample");
item.setSortKey(0);
item.setAttribute1("encrypt and sign me!");
item.setAttribute2("sign me!");
item.setAttribute3("ignore me!");

table.putItem(item);
```

하위 수준 DynamoDB API 사용

다음 예제는 AWS KMS 키링이 있는 하위 수준 DynamoDB API를 사용하여 DynamoDB `PutItem` 요청으로 클라이언트측에서 항목을 자동으로 암호화하고 서명하는 방법을 보여줍니다.

지원되는 모든 키링을 사용할 수 있지만 가능하면 키링 중 하나를 사용하는 것이 좋습니다. AWS KMS

전체 코드 샘플을.java를 참조하십시오. BasicPutGetExample

1단계: 키링 생성 AWS KMS

다음 예에서는 대칭 암호화 KMS 키를 사용하여 AWS KMS 키링을 생성하는 `CreateAwsKmsMrkMultiKeyring` 데 사용합니다. 이 `CreateAwsKmsMrkMultiKeyring` 방법을 사용하면 키링이 단일 리전 키와 다중 리전 키를 모두 올바르게 처리할 수 있습니다.

```
final MaterialProviders matProv = MaterialProviders.builder()
        .MaterialProvidersConfig(MaterialProvidersConfig.builder().build())
```

```
        .build();
final CreateAwsKmsMrkMultiKeyringInput keyringInput =
 CreateAwsKmsMrkMultiKeyringInput.builder()
        .generator(kmsKeyId)
        .build();
final IKeyring kmsKeyring = matProv.CreateAwsKmsMrkMultiKeyring(keyringInput);
```

2단계: 속성 작업 구성

다음 예제에서는 테이블 항목에 대한 샘플 속성 작업을 나타내는 `attributeActionsOnEncrypt` 맵을 정의합니다.

```
final Map<String, CryptoAction> attributeActionsOnEncrypt = new HashMap<>();
// The partition attribute must be SIGN_ONLY
attributeActionsOnEncrypt.put("partition_key", CryptoAction.SIGN_ONLY);
// The sort attribute must be SIGN_ONLY
attributeActionsOnEncrypt.put("sort_key", CryptoAction.SIGN_ONLY);
attributeActionsOnEncrypt.put("attribute1", CryptoAction.ENCRYPT_AND_SIGN);
attributeActionsOnEncrypt.put("attribute2", CryptoAction.SIGN_ONLY);
attributeActionsOnEncrypt.put(":attribute3", CryptoAction.DO_NOTHING);
```

3단계: 시그니처에서 제외할 속성을 정의합니다.

다음 예제에서는 모든 `DO_NOTHING` 속성이 고유한 접두사 `":“`를 공유한다고 가정하고 이 접두사를 사용하여 허용된 서명되지 않은 속성을 정의합니다. 클라이언트는 접두사가 `":"`인 모든 속성 이름이 서명에서 제외된다고 가정합니다. 자세한 설명은 허용된 무서명 속성 섹션을 참조하세요.

```
final String unsignedAttrPrefix = ":";
```

4단계: DynamoDB 테이블 암호화 구성 정의

다음 예제는 이 DynamoDB 테이블의 암호화 구성을 나타내는 `tableConfigs` 맵을 정의합니다.

이 예제에서는 DynamoDB 테이블 이름을 논리적 테이블 이름으로 지정합니다. 암호화 구성을 처음 정의할 때 DynamoDB 테이블 이름을 논리적 테이블 이름으로 지정하는 것이 좋습니다. 자세한 설명은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB의 암호화 구성 섹션을 참조하세요.

> **Note**
>
> 검색 가능한 암호화 또는 서명된 비컨을 사용하려면 암호화 구성에도 `SearchConfig`을 포함해야 합니다.

```
final Map<String, DynamoDbTableEncryptionConfig> tableConfigs = new HashMap<>();
final DynamoDbTableEncryptionConfig config = DynamoDbTableEncryptionConfig.builder()
        .logicalTableName(ddbTableName)
        .partitionKeyName("partition_key")
        .sortKeyName("sort_key")
        .attributeActionsOnEncrypt(attributeActionsOnEncrypt)
        .keyring(kmsKeyring)
        .allowedUnsignedAttributePrefix(unsignedAttrPrefix)
        .build();
tableConfigs.put(ddbTableName, config);
```

5단계: **DynamoDbEncryptionInterceptor** 생성

다음 예제는 4단계의 tableConfigs를 사용하여 DynamoDbEncryptionInterceptor을 생성합니다.

```
DynamoDbEncryptionInterceptor interceptor = DynamoDbEncryptionInterceptor.builder()
        .config(DynamoDbTablesEncryptionConfig.builder()
                .tableEncryptionConfigs(tableConfigs)
                .build())
        .build();
```

6단계: 새 AWS SDK DynamoDB 클라이언트 생성

다음 예제에서는 5단계의 명령을 사용하여 **interceptor** 새 AWS SDK DynamoDB 클라이언트를 생성합니다.

```
final DynamoDbClient ddb = DynamoDbClient.builder()
        .overrideConfiguration(
                ClientOverrideConfiguration.builder()
                       .addExecutionInterceptor(interceptor)
                       .build())
        .build();
```

7단계: DynamoDB 테이블 항목 암호화 및 서명

다음 예제는 샘플 테이블 항목을 나타내는 item 맵을 정의하고 해당 항목을 DynamoDB 테이블에 배치합니다. 항목은 DynamoDB로 전송되기 전에 클라이언트측에서 암호화되고 서명됩니다.

```
final HashMap<String, AttributeValue> item = new HashMap<>();
item.put("partition_key", AttributeValue.builder().s("BasicPutGetExample").build());
item.put("sort_key", AttributeValue.builder().n("0").build());
```

```
item.put("attribute1", AttributeValue.builder().s("encrypt and sign me!").build());
item.put("attribute2", AttributeValue.builder().s("sign me!").build());
item.put(":attribute3", AttributeValue.builder().s("ignore me!").build());

final PutItemRequest putRequest = PutItemRequest.builder()
        .tableName(ddbTableName)
        .item(item)
        .build();

final PutItemResponse putResponse = ddb.putItem(putRequest);
```

하위 수준 사용 DynamoDbItemEncryptor

다음 예제는 AWS KMS 키링이 있는 하위 수준 DynamoDbItemEncryptor을 사용하여 테이블 항목을 직접 암호화하고 서명하는 방법을 보여줍니다. DynamoDbItemEncryptor는 DynamoDB 테이블에 항목을 배치하지 않습니다.

DynamoDB 향상된 클라이언트에서는 지원되는 모든 키링을 사용할 수 있지만 가능하면 키링 중 AWS KMS 하나를 사용하는 것이 좋습니다.

> **Note**
>
> 하위 수준 DynamoDbItemEncryptor은 검색 가능한 암호화를 지원하지 않습니다. 검색 가능한 암호화를 사용하려면 하위 수준 DynamoDB API 또는 DynamoDB 향상된 DynamoDbEncryptionInterceptor 클라이언트와 함께 사용하십시오.

전체 코드 샘플을.java를 참조하십시오. ItemEncryptDecryptExample

1단계: 키링 생성 AWS KMS

다음 예에서는 대칭 암호화 KMS 키를 사용하여 AWS KMS 키링을 생성하는 CreateAwsKmsMrkMultiKeyring 데 사용합니다. 이 CreateAwsKmsMrkMultiKeyring 방법을 사용하면 키링이 단일 리전 키와 다중 리전 키를 모두 올바르게 처리할 수 있습니다.

```
final MaterialProviders matProv = MaterialProviders.builder()
        .MaterialProvidersConfig(MaterialProvidersConfig.builder().build())
        .build();
final CreateAwsKmsMrkMultiKeyringInput keyringInput =
 CreateAwsKmsMrkMultiKeyringInput.builder()
```

```
        .generator(kmsKeyId)
        .build();
final IKeyring kmsKeyring = matProv.CreateAwsKmsMrkMultiKeyring(keyringInput);
```

2단계: 속성 작업 구성

다음 예제에서는 테이블 항목에 대한 샘플 속성 작업을 나타내는 `attributeActionsOnEncrypt` 맵을 정의합니다.

```
final Map<String, CryptoAction> attributeActionsOnEncrypt = new HashMap<>();
// The partition attribute must be SIGN_ONLY
attributeActionsOnEncrypt.put("partition_key", CryptoAction.SIGN_ONLY);
// The sort attribute must be SIGN_ONLY
attributeActionsOnEncrypt.put("sort_key", CryptoAction.SIGN_ONLY);
attributeActionsOnEncrypt.put("attribute1", CryptoAction.ENCRYPT_AND_SIGN);
attributeActionsOnEncrypt.put("attribute2", CryptoAction.SIGN_ONLY);
attributeActionsOnEncrypt.put(":attribute3", CryptoAction.DO_NOTHING);
```

3단계: 시그니처에서 제외할 속성을 정의합니다.

다음 예제에서는 모든 `DO_NOTHING` 속성이 고유한 접두사 `":“`를 공유한다고 가정하고 이 접두사를 사용하여 허용된 서명되지 않은 속성을 정의합니다. 클라이언트는 접두사가 `":"`인 모든 속성 이름이 서명에서 제외된다고 가정합니다. 자세한 설명은 허용된 무서명 속성 섹션을 참조하세요.

```
final String unsignedAttrPrefix = ":";
```

4단계: **`DynamoDbItemEncryptor`** 구성 정의

다음 예제에서는 `DynamoDbItemEncryptor`의 구성을 정의합니다.

이 예제에서는 DynamoDB 테이블 이름을 논리적 테이블 이름으로 지정합니다. 암호화 구성을 처음 정의할 때 DynamoDB 테이블 이름을 논리적 테이블 이름으로 지정하는 것이 좋습니다. 자세한 설명은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB의 암호화 구성 섹션을 참조하세요.

```
final DynamoDbItemEncryptorConfig config = DynamoDbItemEncryptorConfig.builder()
        .logicalTableName(ddbTableName)
        .partitionKeyName("partition_key")
        .sortKeyName("sort_key")
        .attributeActionsOnEncrypt(attributeActionsOnEncrypt)
        .keyring(kmsKeyring)
        .allowedUnsignedAttributePrefix(unsignedAttrPrefix)
```

```
        .build();
```

5단계: **`DynamoDbItemEncryptor`** 생성

다음 예제에서는 4단계의 `config`를 사용하여 새 `DynamoDbItemEncryptor`을 만듭니다.

```
final DynamoDbItemEncryptor itemEncryptor = DynamoDbItemEncryptor.builder()
        .DynamoDbItemEncryptorConfig(config)
        .build();
```

6단계: 테이블 항목을 직접 암호화하고 서명합니다.

다음 예제에서는 `DynamoDbItemEncryptor`를 사용하여 항목을 직접 암호화하고 서명합니다. `DynamoDbItemEncryptor`는 DynamoDB 테이블에 항목을 배치하지 않습니다.

```
final Map<String, AttributeValue> originalItem = new HashMap<>();
originalItem.put("partition_key",
 AttributeValue.builder().s("ItemEncryptDecryptExample").build());
originalItem.put("sort_key", AttributeValue.builder().n("0").build());
originalItem.put("attribute1", AttributeValue.builder().s("encrypt and sign
 me!").build());
originalItem.put("attribute2", AttributeValue.builder().s("sign me!").build());
originalItem.put(":attribute3", AttributeValue.builder().s("ignore me!").build());

final Map<String, AttributeValue> encryptedItem = itemEncryptor.EncryptItem(
        EncryptItemInput.builder()
                .plaintextItem(originalItem)
                .build()
).encryptedItem();
```

데이터 모델 업데이트

클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

DynamoDB용 Java 클라이언트측 암호화 라이브러리를 구성할 때 속성 작업을 제공합니다. 암호화 시 AWS Database Encryption SDK는 속성 작업을 사용하여 암호화하고 서명할 속성, 서명(암호화하지 않음)할 속성, 무시할 속성을 식별합니다. 또한 서명에서 제외되는 속성을 클라이언트에게 명시적으로 알

리도록 허용된 무서명 속성을 정의합니다. 복호화 시 AWS Database Encryption SDK는 사용자가 정의한 허용된 무서명 속성을 사용하여 서명에 포함되지 않은 속성을 식별합니다. 속성 작업은 암호화된 항목에 저장되지 않으며 AWS Database Encryption SDK에서 속성 작업을 자동으로 업데이트하지 않습니다.

속성 작업을 신중하게 선택합니다. 확실하지 않은 경우 Encrypt and sign(암호화 및 서명)을 사용합니다. AWS Database Encryption SDK를 사용하여 항목을 보호한 후에는 기존 ENCRYPT_AND_SIGN 또는 SIGN_ONLY 속성을 DO_NOTHING로 변경할 수 없습니다. 그러나 다음과 같이 안전하게 변경할 수 있습니다.

- 새 ENCRYPT_AND_SIGN 및 SIGN_ONLY 속성 추가
- 기존 ENCRYPT_AND_SIGN, SIGN_ONLY, DO_NOTHING 속성 제거
- 기존 ENCRYPT_AND_SIGN 속성을 SIGN_ONLY로 변경합니다.
- 기존 SIGN_ONLY 속성을 ENCRYPT_AND_SIGN로 변경합니다.
- 새 DO_NOTHING 속성 추가

검색 가능한 암호화에 대한 고려 사항

데이터 모델을 업데이트하기 전에 업데이트가 속성으로 구성한 모든 비컨에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 신중하게 고려해야 합니다. 비컨으로 새 레코드를 작성한 후에는 비컨의 구성을 업데이트할 수 없습니다. 비컨을 구성하는 데 사용한 속성과 관련된 속성 작업은 업데이트할 수 없습니다. 기존 속성 및 관련 비컨을 제거하면 해당 비컨을 사용하여 기존 레코드를 쿼리할 수 없습니다. 레코드에 추가하는 새 필드에 대해 새 비컨을 만들 수 있지만 새 필드를 포함하도록 기존 비컨을 업데이트할 수는 없습니다.

새 **ENCRYPT_AND_SIGN** 및 **SIGN_ONLY** 속성 추가

새 ENCRYPT_AND_SIGN 또는 SIGN_ONLY 속성을 추가하려면 속성 작업에서 새 속성을 정의합니다.

기존 DO_NOTHING 속성을 제거했다가 다시 ENCRYPT_AND_SIGN 또는 SIGN_ONLY 속성으로 추가할 수는 없습니다.

주석이 달린 데이터 클래스 사용

TableSchema를 사용하여 속성 작업을 정의한 경우 주석이 달린 데이터 클래스에 새 속성을 추가합니다. 새 속성에 속성 작업 주석을 지정하지 않으면 클라이언트는 기본적으로 새 속성을 암호화하고 서명합니다(속성이 프라이머리 키의 일부가 아닌 경우). 새 속성에만 서명하려는 경우 @DynamoDBEncryptionSignOnly 주석과 함께 새 속성을 추가해야 합니다.

객체 모델 사용

속성 작업을 수동으로 정의한 경우 새 속성을 객체 모델의 속성 작업에 추가하고 ENCRYPT_AND_SIGN 또는 SIGN_ONLY를 속성 작업으로 지정합니다.

기존 **ENCRYPT_AND_SIGN**, **SIGN_ONLY**, **DO_NOTHING** 속성 제거

속성이 더 이상 필요하지 않다고 판단되면 해당 속성에 데이터 쓰기를 중단하거나 속성 작업에서 해당 속성을 공식적으로 제거할 수 있습니다. 속성에 새 데이터 쓰기를 중지해도 해당 속성은 여전히 속성 작업에 표시됩니다. 이는 나중에 속성 사용을 다시 시작해야 하는 경우에 유용할 수 있습니다. 속성 작업에서 속성을 정식으로 제거해도 데이터 세트에서 제거되지는 않습니다. 데이터 세트에는 해당 속성이 포함된 항목이 계속 포함됩니다.

기존 ENCRYPT_AND_SIGN, SIGN_ONLY 또는 DO_NOTHING 속성을 공식적으로 제거하려면 속성 작업을 업데이트합니다.

DO_NOTHING 속성을 제거하는 경우 허용된 무서명 속성에서 해당 속성을 제거해서는 안 됩니다. 더 이상 해당 속성에 새 값을 쓰지 않아도 클라이언트가 속성이 포함된 기존 항목을 읽으려면 속성이 서명되지 않았음을 알아야 합니다.

주석이 달린 데이터 클래스 사용

TableSchema를 사용하여 속성 작업을 정의한 경우 주석이 달린 데이터 클래스에서 해당 속성을 제거합니다.

객체 모델 사용

속성 동작을 수동으로 정의한 경우 객체 모델의 속성 작업에서 속성을 제거합니다.

기존 **ENCRYPT_AND_SIGN** 속성을 **SIGN_ONLY**로 변경합니다.

기존 ENCRYPT_AND_SIGN 속성을 SIGN_ONLY로 변경하려면 속성 작업을 업데이트해야 합니다. 업데이트를 배포한 후 클라이언트는 속성에 레코드된 기존 값을 확인하고 복호화할 수 있지만 속성에 기록된 새 값에만 서명합니다.

주석이 달린 데이터 클래스 사용

TableSchema를 사용하여 속성 동작을 정의한 경우 주석이 달린 데이터 클래스에 @DynamoDBEncryptionSignOnly 주석을 포함하도록 기존 속성을 업데이트합니다.

객체 모델 사용

속성 동작을 수동으로 정의한 경우 기존 속성과 연관된 속성 작업을 객체 모델의 ENCRYPT_AND_SIGN을 SIGN_ONLY로 업데이트합니다.

기존 **SIGN_ONLY** 속성을 **ENCRYPT_AND_SIGN**로 변경합니다.

기존 SIGN_ONLY 속성을 ENCRYPT_AND_SIGN로 변경하려면 속성 작업을 업데이트해야 합니다. 업데이트를 배포한 후 클라이언트는 속성에 레코드된 기존 값을 확인하고 속성에 기록된 새 값을 암호화하고 서명할 수 있습니다.

주석이 달린 데이터 클래스 사용

TableSchema를 사용하여 속성 작업을 정의한 경우 기존 SIGN_ONLY 속성에서 @DynamoDBEncryptionSignOnly 주석을 제거합니다.

객체 모델 사용

속성 작업을 수동으로 정의한 경우, 객체 모델에서 속성과 연관된 속성 작업을 ENCRYPT_AND_SIGN 에서 SIGN_ONLY 로 업데이트합니다.

새 **DO_NOTHING** 속성 추가

새 DO_NOTHING 속성을 추가할 때 오류가 발생할 위험을 줄이려면 DO_NOTHING 속성의 이름을 지정할 때 고유한 접두사를 지정한 다음 해당 접두사를 사용하여 허용되는 무서명 속성을 정의하는 것이 좋습니다.

주석이 달린 데이터 클래스에서 기존 ENCRYPT_AND_SIGN 또는 SIGN_ONLY 속성을 제거한 다음 DO_NOTHING 속성을 다시 속성으로 추가할 수는 없습니다. 완전히 새로운 DO_NOTHING 속성만 추가할 수 있습니다.

새 DO_NOTHING 속성을 추가하는 단계는 허용된 서명되지 않은 속성을 목록에 명시적으로 정의했는지 아니면 접두사를 사용하여 정의했는지에 따라 달라집니다.

허용된 무서명 속성 접두사 사용

TableSchema을 사용하여 속성 작업을 정의한 경우 @DynamoDBEncryptionDoNothing 주석을 사용하여 주석이 달린 데이터 클래스에 새 DO_NOTHING 속성을 추가합니다. 속성 작업을 수동으로 정의한 경우 새 속성을 포함하도록 속성 작업을 업데이트합니다. DO_NOTHING 속성 작업을 사용하여 새 속성을 명시적으로 구성해야 합니다. 새 속성 이름에 동일한 고유 접두사를 포함해야 합니다.

허용된 무서명 속성 목록 사용

1. 허용된 무서명 속성 목록에 새 DO_NOTHING 속성을 추가하고 업데이트된 목록을 배포합니다.
2. 1단계에서 변경한 내용을 배포합니다.

이 데이터를 읽어야 하는 모든 호스트에 변경 내용이 전파되기 전까지는 3단계로 넘어갈 수 없습니다.

3. 새 `DO_NOTHING` 속성을 속성 작업에 추가합니다.

   a. `TableSchema`을 사용하여 속성 작업을 정의한 경우 `@DynamoDBEncryptionDoNothing` 주석을 사용하여 주석이 달린 데이터 클래스에 새 `DO_NOTHING` 속성을 추가합니다.

   b. 속성 작업을 수동으로 정의한 경우 새 속성을 포함하도록 속성 작업을 업데이트합니다. `DO_NOTHING` 속성 작업을 사용하여 새 속성을 명시적으로 구성해야 합니다.

4. 3단계에서 변경한 내용을 배포합니다.

AWS Database Encryption SDK for DynamoDB를 사용하도록 기존 DynamoDB 테이블 구성

> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

버전 3.x를 포함하여 DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리 중 하나를 사용하면 기존 Amazon DynamoDB 테이블을 클라이언트 측 암호화를구성할 수 있습니다. 이 주제에서는 채워진 기존 DynamoDB 테이블에 버전 3.x를 추가하기 위해 수행해야 하는 세 가지 단계에 대한 지침을 제공합니다.

필수 조건

DynamoDB용 Java 클라이언트측 암호화 라이브러리 버전 3.x에는 AWS SDK for Java 2.x에서 제공하는 DynamoDB Enhanced Client가 필요합니다. 여전히 DynamoDBMapper를 사용하는 경우 DynamoDB Enhanced Client를 사용하도록 AWS SDK for Java 2.x으로 마이그레이션해야 합니다.

AWS SDK for Java의 버전 1.x에서 2.x로 마이그레이션하기 지침을 따르세요.

그런 다음 DynamoDB Enhanced Client API를 사용하여 시작하기 지침을 따르세요.

DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리를 사용하도록 테이블을 구성하기 전에 `TableSchema` 주석이 달린 데이터 클래스를 사용을 생성하고 고급 클라이언트를 생성해야 합니다.

1단계: 암호화된 항목 읽기 및 쓰기 준비

AWS Database Encryption SDK client가 암호화된 항목을 읽고 쓸 수 있도록 준비하려면 다음 단계를 완료하세요. 다음 변경사항을 배포한 후에도 클라이언트는 계속해서 일반 텍스트 항목을 읽고 씁니다. 테이블에 기록된 새 항목을 암호화하거나 서명하지는 않지만 암호화된 항목이 나타나는 즉시 복호화할 수 있습니다. 이러한 변경으로 인해 클라이언트는 새 항목의 암호화를 시작할 수 있습니다. 다음 단계로 진행하기 전에 각 리더에 다음 변경 내용을 배포해야 합니다.

1. 속성 작업 정의

   암호화 및 서명할 속성 값, 서명만 가능한 속성 값, 무시할 속성 값을 정의하는 속성 작업을 포함하도록 주석이 달린 데이터 클래스를 업데이트합니다.

   DynamoDB Enhanced Client 주석에 대한 자세한 지침은 GitHub의 aws-database-encryption-sdk-dynamodb-java 리포지토리의 SimpleClass.java를 참조하세요.

   기본적으로 프라이머리 키 속성은 서명되지만 암호화되지는 않으며(`SIGN_ONLY`) 다른 모든 속성은 암호화되고 서명됩니다(`ENCRYPT_AND_SIGN`). 예외를 지정하려면 DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리에 정의된 암호화 주석을 사용합니다. 예를 들어, 특정 속성에 서명되도록 하려면 `@DynamoDbEncryptionSignOnly` 주석만 사용합니다. 특정 속성에 서명되거나 암호화되지 않도록 하려면(`DO_NOTHING`) `@DynamoDbEncryptionDoNothing` 주석을 사용합니다.

   주석의 예제는 주석이 달린 데이터 클래스 사용 섹션을 참조하세요.
2. 서명에서 제외할 속성을 정의합니다.

   다음 예제에서는 모든 `DO_NOTHING` 속성이 고유한 접두사 `":“`를 공유한다고 가정하고 이 접두사를 사용하여 허용된 서명되지 않은 속성을 정의합니다. 클라이언트는 접두사가 `":"`인 모든 속성 이름은 서명에서 제외된 것으로 간주합니다. 자세한 내용은 허용된 무서명 속성 섹션을 참조하세요.

   ```
   final String unsignedAttrPrefix = ":";
   ```
3. 키링 생성

   다음 예제에서는 AWS KMS 키링을 생성합니다. AWS KMS 키링은 대칭 암호화 또는 비대칭 RSA AWS KMS keys를 사용하여 데이터 키를 생성, 암호화 및 복호화합니다.

   이 예제에서는 `CreateMrkMultiKeyring`를 사용하여 대칭 암호화 KSM 키를 포함한 AWS KMS 키링을 생성합니다. 이 `CreateAwsKmsMrkMultiKeyring` 방법을 사용하면 키링이 단일 리전 키와 다중 리전 키를 모두 올바르게 처리할 수 있습니다.

   ```
   final MaterialProviders matProv = MaterialProviders.builder()
   ```

```
        .MaterialProvidersConfig(MaterialProvidersConfig.builder().build())
        .build();
final CreateAwsKmsMrkMultiKeyringInput keyringInput =
 CreateAwsKmsMrkMultiKeyringInput.builder()
        .generator(kmsKeyId)
        .build();
final IKeyring kmsKeyring = matProv.CreateAwsKmsMrkMultiKeyring(keyringInput);
```

4. DynamoDB 테이블 암호화 구성 정의

다음 예제는 이 DynamoDB 테이블의 암호화 구성을 나타내는 `tableConfigs` 맵을 정의합니다.

이 예제에서는 DynamoDB 테이블 이름을 논리적 테이블 이름으로 지정합니다. 암호화 구성을 처음 정의할 때 DynamoDB 테이블 이름을 논리적 테이블 이름으로 지정하는 것이 좋습니다. 자세한 내용은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB의 암호화 구성 섹션을 참조하세요.

```
final Map<String, DynamoDbTableEncryptionConfig> tableConfigs = new HashMap<>();
final DynamoDbTableEncryptionConfig config = DynamoDbTableEncryptionConfig.builder()
        .logicalTableName(ddbTableName)
        .partitionKeyName("partition_key")
        .sortKeyName("sort_key")
        .schemaOnEncrypt(tableSchema)
        .keyring(kmsKeyring)
        .allowedUnsignedAttributePrefix(unsignedAttrPrefix)
        .build();
tableConfigs.put(ddbTableName, config);
```

5. **`DynamoDbEncryptionInterceptor` 생성**

다음 예제는 3단계의 `tableConfigs`를 사용하여 `DynamoDbEncryptionInterceptor`을 생성합니다. `FORCE_WRITE_PLAINTEXT_ALLOW_READ_PLAINTEXT`을 일반 텍스트 오버라이드로 지정해야 합니다. 이 정책은 계속해서 일반 텍스트 항목을 읽고 쓰고, 암호화된 항목을 읽고, 클라이언트가 암호화된 항목을 쓸 수 있도록 준비시킵니다.

```
DynamoDbEncryptionInterceptor interceptor = DynamoDbEncryptionInterceptor.builder()
        .config(DynamoDbTablesEncryptionConfig.builder()
                .tableEncryptionConfigs(tableConfigs)

 .plaintextOverride(PlaintextOverride.FORCE_WRITE_PLAINTEXT_ALLOW_READ_PLAINTEXT)
                .build())
        .build();
```

2단계: 암호화되고 서명된 항목 쓰기

DynamoDbEncryptionInterceptor 구성의 일반 텍스트 정책을 업데이트하여 클라이언트가 암호화되고 서명된 항목을 쓸 수 있도록 허용합니다. 다음 변경 사항을 배포하면 클라이언트는 1단계에서 구성한 속성 작업을 기반으로 새 항목을 암호화하고 서명합니다. 클라이언트는 일반 텍스트 항목과 암호화되고 서명된 항목을 읽을 수 있습니다.

3단계로 진행하기 전에 테이블의 기존 일반 텍스트 항목을 모두 암호화하고 서명해야 합니다. 기존 일반 텍스트 항목을 빠르게 암호화하기 위해 실행할 수 있는 단일 지표나 쿼리는 없습니다. 시스템에 가장 적합한 프로세스를 사용하세요. 예를 들어, 테이블을 천천히 스캔한 다음 정의한 속성 작업 및 암호화 구성을 사용하여 항목을 다시 쓰는 비동기 프로세스를 사용할 수 있습니다. 테이블의 일반 텍스트 항목을 식별하려면 AWS Database Encryption SDK가 항목을 암호화하고 서명할 때 추가하는 aws_dbe_head 및 aws_dbe_foot 속성을 포함하지 않는 모든 항목을 검사하는 것이 좋습니다.

다음 예제는 1단계에서 동일한 tableConfigs를 사용하여 DynamoDbEncryptionInterceptor을 생성합니다. 일반 텍스트 오버라이드를 FORBID_WRITE_PLAINTEXT_ALLOW_READ_PLAINTEXT로 업데이트해야 합니다. 이 정책은 일반 텍스트 항목을 계속 읽지만 암호화된 항목을 읽고 쓸 수도 있습니다.

```
DynamoDbEncryptionInterceptor interceptor = DynamoDbEncryptionInterceptor.builder()
        .config(DynamoDbTablesEncryptionConfig.builder()
                .tableEncryptionConfigs(tableConfigs)

 .plaintextOverride(PlaintextOverride.FORBID_WRITE_PLAINTEXT_ALLOW_READ_PLAINTEXT)
                .build())
        .build();
```

3단계: 암호화되고 서명된 항목만 읽기

모든 항목을 암호화하고 서명한 후에는 DynamoDbEncryptionInterceptor 구성의 일반 텍스트 재정의를 업데이트하여 클라이언트가 암호화되고 서명된 항목만 읽고 쓸 수 있도록 합니다. 다음 변경 사항을 배포하면 클라이언트는 1단계에서 구성한 속성 작업을 기반으로 새 항목을 암호화하고 서명합니다. 클라이언트는 암호화되고 서명된 항목만 읽을 수 있습니다.

다음 예제는 1단계에서 동일한 tableConfigs를 사용하여 DynamoDbEncryptionInterceptor을 생성합니다. FORBID_WRITE_PLAINTEXT_FORBID_READ_PLAINTEXT으로 일반 텍스트 재정의를 업데이트하거나 구성에서 일반 텍스트 정책을 제거할 수 있습니다. 클라이언트는 기본적으로 암호화되고 서명된 항목만 읽고 씁니다.

```
DynamoDbEncryptionInterceptor interceptor = DynamoDbEncryptionInterceptor.builder()
```

```
        .config(DynamoDbTablesEncryptionConfig.builder()
                .tableEncryptionConfigs(tableConfigs)
                 // Optional: you can also remove the plaintext policy from your
configuration

.plaintextOverride(PlaintextOverride.FORBID_WRITE_PLAINTEXT_FORBID_READ_PLAINTEXT)
                .build())
        .build();
```

DynamoDB용 Java 클라이언트측 암호화 라이브러리 버전 3.x로 마이그레이션

클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리 버전 3.x는 2.x 코드 베이스를 대대적으로 재작성한 것입니다. 여기에는 새로운 구조화된 데이터 형식, 향상된 멀티테넌시 지원, 원활한 스키마 변경, 검색 가능한 암호화 지원 등 많은 업데이트가 포함되어 있습니다. 이 항목에서는 코드를 버전 3.x으로 마이그레이션하는 방법에 대한 지침을 제공합니다.

버전 1.x에서 2.x로 마이그레이션

버전 3.x로 마이그레이션하기 전에 버전 2.x로 마이그레이션합니다. 버전 2.x에서는 Most Recent Provider의 기호가 `MostRecentProvider`에서 `CachingMostRecentProvider`로 변경되었습니다. 현재 `MostRecentProvider` 기호와 함께 DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리 버전 1.x 를 사용하는 경우 코드의 기호 이름을 `CachingMostRecentProvider`으로 업데이트해야 합니다. 자세한 내용은 Most Recent Provider 업데이트를 참조하세요.

버전 2.x에서 3.x로 마이그레이션

다음 절차에서는 코드를 DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리 버전 2.x에서 버전 3.x로 마이그레이션하는 방법을 설명합니다.

1단계. 새 형식의 항목을 읽을 준비하기

AWS Database Encryption SDK client가 새 형식의 항목을 읽을 수 있도록 준비하려면 다음 단계를 완료합니다. 다음 변경 사항을 배포한 후에도 클라이언트는 버전 2.x에서와 동일한 방식으로 계속 동작합니다. 클라이언트는 계속해서 버전 2.x 형식의 항목을 읽고 쓰지만 이러한 변경 사항을 통해 클라이언트는 새 형식의 항목을 읽을 수 있도록 준비합니다.

AWS SDK for Java을 버전 2.x로 업데이트

DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리 버전 3.x에는 DynamoDB Enhanced Client가 필요합니다. DynamoDB Enhanced Client는 이전 버전에서 사용된 DynamoDBMapper를 대체합니다. 향상된 클라이언트를 사용하려면 AWS SDK for Java 2.x를 사용해야 합니다.

AWS SDK for Java의 버전 1.x에서 2.x로 마이그레이션하기 지침을 따르세요.

필요한 AWS SDK for Java 2.x 모듈에 대한 자세한 내용은 필수 조건 섹션을 참조하세요.

레거시 버전으로 암호화된 항목을 읽도록 클라이언트 구성

다음 절차는 아래 코드 예제에 나와 있는 단계의 개요를 제공합니다.

1. 키링을 생성합니다.

   키링 및 암호화 자료 관리자는 이전 버전의 DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리에서 사용하던 암호화 자료 공급자를 대체합니다.

   > **Important**
   >
   > 키링을 생성할 때 지정하는 래핑 키는 버전 2.x에서 암호화 자료 공급자에 사용한 래핑 키와 동일해야 합니다.

2. 주석이 달린 클래스 위에 테이블 스키마를 만듭니다.

   이 단계에서는 새 형식으로 항목을 작성하기 시작할 때 사용할 속성 작업을 정의합니다.

   새로운 DynamoDB Enhanced Client 사용에 대한 지침은 AWS SDK for Java 개발자 안내서의 `TableSchema` 생성을 참조하세요.

   다음 예제에서는 새 속성 작업 주석을 사용하여 버전 2.x에서 주석이 달린 클래스를 업데이트했다고 가정합니다. 속성 작업에 주석을 다는 방법에 대한 자세한 지침은 주석이 달린 데이터 클래스 사용을 참조하세요.

3. 서명에서 제외할 속성을 정의합니다.
4. 버전 2.x 모델 클래스에 구성된 속성 작업의 명시적 맵을 구성합니다.

   이 단계에서는 이전 형식으로 항목을 작성하는 데 사용되는 속성 작업을 정의합니다.

5. DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리 버전 2.x에서 사용한 `DynamoDBEncryptor`을 구성합니다.
6. 레거시 동작을 구성합니다.

7. DynamoDbEncryptionInterceptor를 만듭니다.
8. 새 AWS SDK DynamoDB client를 생성합니다.
9. DynamoDBEnhancedClient를 만들고 모델링된 클래스로 테이블을 생성합니다.

   DynamoDB Enhanced Client에 대한 자세한 내용은 향상된 클라이언트 생성을 참조하세요.

```
public class MigrationExampleStep1 {

    public static void MigrationStep1(String kmsKeyId, String ddbTableName, int
 sortReadValue) {
        // 1. Create a Keyring.
        //    This example creates an AWS KMS Keyring that specifies the
        //    same kmsKeyId previously used in the version 2.x configuration.
        //    It uses the 'CreateMrkMultiKeyring' method to create the
        //    keyring, so that the keyring can correctly handle both single
        //    region and Multi-Region KMS Keys.
        //    Note that this example uses the AWS SDK for Java v2 KMS client.
        final MaterialProviders matProv = MaterialProviders.builder()
                .MaterialProvidersConfig(MaterialProvidersConfig.builder().build())
                .build();
        final CreateAwsKmsMrkMultiKeyringInput keyringInput =
 CreateAwsKmsMrkMultiKeyringInput.builder()
                .generator(kmsKeyId)
                .build();
        final IKeyring kmsKeyring = matProv.CreateAwsKmsMrkMultiKeyring(keyringInput);

        // 2. Create a Table Schema over your annotated class.
        //    For guidance on using the new attribute actions
        //    annotations, see SimpleClass.java in the
        //    aws-database-encryption-sdk-dynamodb-java GitHub repository.
        //    All primary key attributes must be signed but not encrypted
        //    (SIGN_ONLY) and by default all non-primary key attributes
        //    are encrypted and signed (ENCRYPT_AND_SIGN).
        //    If you want a particular non-primary key attribute to be signed but
        //    not encrypted, use the 'DynamoDbEncryptionSignOnly' annotation.
        //    If you want a particular attribute to be neither signed nor encrypted
        //    (DO_NOTHING), use the 'DynamoDbEncryptionDoNothing' annotation.
        final TableSchema<SimpleClass> schemaOnEncrypt =
 TableSchema.fromBean(SimpleClass.class);

        // 3. Define which attributes the client should expect to be excluded
        //    from the signature when reading items.
```

```
        //    This value represents all unsigned attributes across the entire
        //    dataset.
        final List<String> allowedUnsignedAttributes = Arrays.asList("attribute3");

        // 4. Configure an explicit map of the attribute actions configured
        //    in your version 2.x modeled class.
        final Map<String, CryptoAction> legacyActions = new HashMap<>();
        legacyActions.put("partition_key", CryptoAction.SIGN_ONLY);
        legacyActions.put("sort_key", CryptoAction.SIGN_ONLY);
        legacyActions.put("attribute1", CryptoAction.ENCRYPT_AND_SIGN);
        legacyActions.put("attribute2", CryptoAction.SIGN_ONLY);
        legacyActions.put("attribute3", CryptoAction.DO_NOTHING);

        // 5. Configure the DynamoDBEncryptor that you used in version 2.x.
        final AWSKMS kmsClient = AWSKMSClientBuilder.defaultClient();
        final DirectKmsMaterialProvider cmp = new DirectKmsMaterialProvider(kmsClient,
kmsKeyId);
        final DynamoDBEncryptor oldEncryptor = DynamoDBEncryptor.getInstance(cmp);

        // 6. Configure the legacy behavior.
        //    Input the DynamoDBEncryptor and attribute actions created in
        //    the previous steps. For Legacy Policy, use
        //    'FORCE_LEGACY_ENCRYPT_ALLOW_LEGACY_DECRYPT'. This policy continues to
read
        //    and write items using the old format, but will be able to read
        //    items written in the new format as soon as they appear.
        final LegacyOverride legacyOverride = LegacyOverride
                .builder()
                .encryptor(oldEncryptor)
                .policy(LegacyPolicy.FORCE_LEGACY_ENCRYPT_ALLOW_LEGACY_DECRYPT)
                .attributeActionsOnEncrypt(legacyActions)
                .build();

        // 7. Create a DynamoDbEncryptionInterceptor with the above configuration.
        final Map<String, DynamoDbEnhancedTableEncryptionConfig> tableConfigs = new
HashMap<>();
        tableConfigs.put(ddbTableName,
                DynamoDbEnhancedTableEncryptionConfig.builder()
                        .logicalTableName(ddbTableName)
                        .keyring(kmsKeyring)
                        .allowedUnsignedAttributes(allowedUnsignedAttributes)
                        .schemaOnEncrypt(tableSchema)
                        .legacyOverride(legacyOverride)
                        .build());
```

```
        final DynamoDbEncryptionInterceptor interceptor =
                DynamoDbEnhancedClientEncryption.CreateDynamoDbEncryptionInterceptor(
                        CreateDynamoDbEncryptionInterceptorInput.builder()
                                .tableEncryptionConfigs(tableConfigs)
                                .build()
                );

        // 8. Create a new AWS SDK DynamoDb client using the
        //    interceptor from Step 7.
        final DynamoDbClient ddb = DynamoDbClient.builder()
                .overrideConfiguration(
                        ClientOverrideConfiguration.builder()
                                .addExecutionInterceptor(interceptor)
                                .build())
                .build();

        // 9. Create the DynamoDbEnhancedClient using the AWS SDK DynamoDb client
        //    created in Step 8, and create a table with your modeled class.
        final DynamoDbEnhancedClient enhancedClient = DynamoDbEnhancedClient.builder()
                .dynamoDbClient(ddb)
                .build();
        final DynamoDbTable<SimpleClass> table = enhancedClient.table(ddbTableName,
 tableSchema);
    }
}
```

2단계. 새 형식으로 항목 작성

1단계의 변경 내용을 모든 리더에 배포한 후 다음 단계를 완료하여 새 형식으로 항목을 쓰도록 AWS Database Encryption SDK 클라이언트를 구성합니다. 다음 변경 사항을 배포한 후 클라이언트는 이전 형식의 항목을 계속 읽고 새 형식의 항목을 쓰고 읽기 시작합니다.

다음 절차는 아래 코드 예제에 나와 있는 단계의 개요를 제공합니다.

1. 1단계에서 했던 것처럼 키링, 테이블 스키마, 레거시 속성 작업, `allowedUnsignedAttributes` 및 `DynamoDBEncryptor`를 계속 구성합니다.
2. 새 형식을 사용하여 새 항목만 작성하도록 레거시 동작을 업데이트합니다.
3. `DynamoDbEncryptionInterceptor` 생성
4. 새 AWS SDK DynamoDB client를 생성합니다.
5. `DynamoDBEnhancedClient`를 만들고 모델링된 클래스로 테이블을 생성합니다.

DynamoDB Enhanced Client에 대한 자세한 내용은 향상된 클라이언트 생성을 참조하세요.

```
public class MigrationExampleStep2 {

    public static void MigrationStep2(String kmsKeyId, String ddbTableName, int
 sortReadValue) {
        // 1. Continue to configure your keyring, table schema, legacy
        //    attribute actions, allowedUnsignedAttributes, and
        //    DynamoDBEncryptor as you did in Step 1.
        final MaterialProviders matProv = MaterialProviders.builder()
                .MaterialProvidersConfig(MaterialProvidersConfig.builder().build())
                .build();
        final CreateAwsKmsMrkMultiKeyringInput keyringInput =
 CreateAwsKmsMrkMultiKeyringInput.builder()
                .generator(kmsKeyId)
                .build();
        final IKeyring kmsKeyring = matProv.CreateAwsKmsMrkMultiKeyring(keyringInput);

        final TableSchema<SimpleClass> schemaOnEncrypt =
 TableSchema.fromBean(SimpleClass.class);

        final List<String> allowedUnsignedAttributes = Arrays.asList("attribute3");

        final Map<String, CryptoAction> legacyActions = new HashMap<>();
        legacyActions.put("partition_key", CryptoAction.SIGN_ONLY);
        legacyActions.put("sort_key", CryptoAction.SIGN_ONLY);
        legacyActions.put("attribute1", CryptoAction.ENCRYPT_AND_SIGN);
        legacyActions.put("attribute2", CryptoAction.SIGN_ONLY);
        legacyActions.put("attribute3", CryptoAction.DO_NOTHING);

        final AWSKMS kmsClient = AWSKMSClientBuilder.defaultClient();
        final DirectKmsMaterialProvider cmp = new DirectKmsMaterialProvider(kmsClient,
 kmsKeyId);
        final DynamoDBEncryptor oldEncryptor = DynamoDBEncryptor.getInstance(cmp);

        // 2. Update your legacy behavior to only write new items using the new
        //    format.
        //    For Legacy Policy, use 'FORBID_LEGACY_ENCRYPT_ALLOW_LEGACY_DECRYPT'. This
 policy
        //    continues to read items in both formats, but will only write items
        //    using the new format.
        final LegacyOverride legacyOverride = LegacyOverride
```

```
                .builder()
                .encryptor(oldEncryptor)
                .policy(LegacyPolicy.FORBID_LEGACY_ENCRYPT_ALLOW_LEGACY_DECRYPT)
                .attributeActionsOnEncrypt(legacyActions)
                .build();

        // 3. Create a DynamoDbEncryptionInterceptor with the above configuration.
        final Map<String, DynamoDbEnhancedTableEncryptionConfig> tableConfigs = new
 HashMap<>();
        tableConfigs.put(ddbTableName,
                DynamoDbEnhancedTableEncryptionConfig.builder()
                        .logicalTableName(ddbTableName)
                        .keyring(kmsKeyring)
                        .allowedUnsignedAttributes(allowedUnsignedAttributes)
                        .schemaOnEncrypt(tableSchema)
                        .legacyOverride(legacyOverride)
                        .build());
        final DynamoDbEncryptionInterceptor interceptor =
                DynamoDbEnhancedClientEncryption.CreateDynamoDbEncryptionInterceptor(
                        CreateDynamoDbEncryptionInterceptorInput.builder()
                                .tableEncryptionConfigs(tableConfigs)
                                .build()
                );

        // 4. Create a new AWS SDK DynamoDb client using the
        //    interceptor from Step 3.
        final DynamoDbClient ddb = DynamoDbClient.builder()
                .overrideConfiguration(
                        ClientOverrideConfiguration.builder()
                                .addExecutionInterceptor(interceptor)
                                .build())
                .build();

        // 5. Create the DynamoDbEnhancedClient using the AWS SDK DynamoDb Client
 created
        //    in Step 4, and create a table with your modeled class.
        final DynamoDbEnhancedClient enhancedClient = DynamoDbEnhancedClient.builder()
                .dynamoDbClient(ddb)
                .build();
        final DynamoDbTable<SimpleClass> table = enhancedClient.table(ddbTableName,
 tableSchema);
    }
}
```

2단계 변경 사항을 배포한 후에는 테이블의 모든 이전 항목을 새 형식으로 다시 암호화해야 3단계로 넘어갈 수 있습니다. 기존 항목을 빠르게 암호화하기 위해 실행할 수 있는 단일 지표나 쿼리는 없습니다. 시스템에 가장 적합한 프로세스를 사용하세요. 예를 들어, 테이블을 천천히 스캔한 다음 정의한 새 속성 작업 및 암호화 구성을 사용하여 항목을 다시 쓰는 비동기 프로세스를 사용할 수 있습니다.

3단계. 새 형식의 항목만 읽고 쓸 수 있습니다

테이블의 모든 항목을 새 형식으로 다시 암호화한 후 구성에서 기존 동작을 제거할 수 있습니다. 클라이언트가 새 형식의 항목만 읽고 쓰도록 구성하려면 다음 단계를 수행합니다.

다음 절차는 아래 코드 예제에 나와 있는 단계의 개요를 제공합니다.

1. 1단계에서 수행한 것처럼 키링, 테이블 스키마, `allowedUnsignedAttributes`을 계속 구성합니다. 구성에서 레거시 속성 작업 및 `DynamoDBEncryptor`을 제거합니다.
2. `DynamoDbEncryptionInterceptor`를 만듭니다.
3. 새 AWS SDK DynamoDB client를 생성합니다.
4. `DynamoDBEnhancedClient`를 만들고 모델링된 클래스로 테이블을 생성합니다.

   DynamoDB Enhanced Client에 대한 자세한 내용은 향상된 클라이언트 생성을 참조하세요.

```
public class MigrationExampleStep3 {

    public static void MigrationStep3(String kmsKeyId, String ddbTableName, int
 sortReadValue) {
        // 1. Continue to configure your keyring, table schema,
        //    and allowedUnsignedAttributes as you did in Step 1.
        //    Do not include the configurations for the DynamoDBEncryptor or
        //    the legacy attribute actions.
        final MaterialProviders matProv = MaterialProviders.builder()
                .MaterialProvidersConfig(MaterialProvidersConfig.builder().build())
                .build();
        final CreateAwsKmsMrkMultiKeyringInput keyringInput =
 CreateAwsKmsMrkMultiKeyringInput.builder()
                .generator(kmsKeyId)
                .build();
        final IKeyring kmsKeyring = matProv.CreateAwsKmsMrkMultiKeyring(keyringInput);

        final TableSchema<SimpleClass> schemaOnEncrypt =
 TableSchema.fromBean(SimpleClass.class);

        final List<String> allowedUnsignedAttributes = Arrays.asList("attribute3");
```

```
        // 3. Create a DynamoDbEncryptionInterceptor with the above configuration.
        //    Do not configure any legacy behavior.
        final Map<String, DynamoDbEnhancedTableEncryptionConfig> tableConfigs = new
 HashMap<>();
        tableConfigs.put(ddbTableName,
                DynamoDbEnhancedTableEncryptionConfig.builder()
                        .logicalTableName(ddbTableName)
                        .keyring(kmsKeyring)
                        .allowedUnsignedAttributes(allowedUnsignedAttributes)
                        .schemaOnEncrypt(tableSchema)
                        .build());
        final DynamoDbEncryptionInterceptor interceptor =
                DynamoDbEnhancedClientEncryption.CreateDynamoDbEncryptionInterceptor(
                        CreateDynamoDbEncryptionInterceptorInput.builder()
                                .tableEncryptionConfigs(tableConfigs)
                                .build()
                );

        // 4. Create a new AWS SDK DynamoDb client using the
        //    interceptor from Step 3.
        final DynamoDbClient ddb = DynamoDbClient.builder()
                .overrideConfiguration(
                        ClientOverrideConfiguration.builder()
                                .addExecutionInterceptor(interceptor)
                                .build())
                .build();

        // 5. Create the DynamoDbEnhancedClient using the AWS SDK Client
        //    created in Step 4, and create a table with your modeled class.
        final DynamoDbEnhancedClient enhancedClient = DynamoDbEnhancedClient.builder()
                .dynamoDbClient(ddb)
                .build();
        final DynamoDbTable<SimpleClass> table = enhancedClient.table(ddbTableName,
 tableSchema);
    }
}
```

레거시 DynamoDB Encryption Client

2023년 6월 9일에 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. AWS Database Encryption SDK는 기존 DynamoDB Encryption Client 버전을 계속 지원

합니다. 이름 변경과 함께 변경된 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 여러 부분에 대한 자세한 내용은 Amazon DynamoDB Encryption Client 이름 변경 섹션을 참조하세요.

DynamoDB용 Java 클라이언트측 암호화 라이브러리의 최신 버전으로 마이그레이션하려면 버전 3.x로 마이그레이션 섹션을 참조하세요.

주제

- AWS Database Encryption SDK for DynamoDB 버전 지원
- DynamoDB Encryption Client의 작동 방식
- Amazon DynamoDB Encryption Client 개념
- 암호화 자료 공급자
- Amazon DynamoDB Encryption Client에서 사용할 수 있는 프로그래밍 언어
- 데이터 모델 변경
- DynamoDB Encryption Client 애플리케이션의 문제 해결

AWS Database Encryption SDK for DynamoDB 버전 지원

레거시 장의 주제에서는 DynamoDB Encryption Client for Java 버전 1.x~2.x와 DynamoDB Encryption Client for Python 버전 1.x~3.x 에 대한 정보를 제공합니다.

다음 표에는 Amazon DynamoDB에서 클라이언트 측 암호화를 지원하는 언어 및 버전이 나와 있습니다.

프로그래밍 언어	버전	SDK 메이저 버전 수명 주기 단계
Java	버전 1.x	지원 종료 단계, 2022년 7월부터 적용
Java	버전 2.x	일반 가용성(GA)
Java	버전 3.x	일반 가용성(GA)
Python	버전 1.x	지원 종료 단계, 2022년 7월부터 적용

프로그래밍 언어	버전	SDK 메이저 버전 수명 주기 단계
Python	버전 2.x	지원 종료 단계, 2022년 7월부터 적용
Python	버전 3.x	일반 가용성(GA)

DynamoDB Encryption Client의 작동 방식

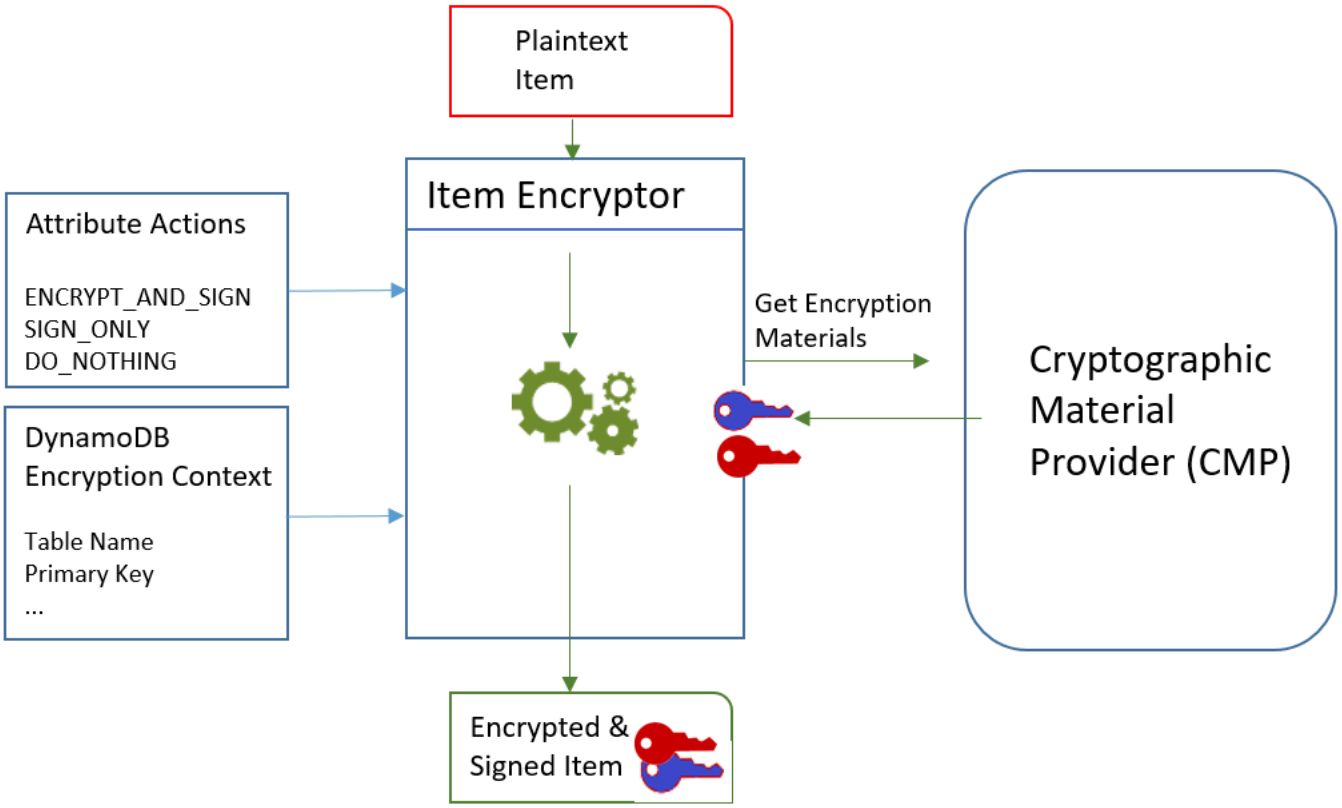
> **Note**
>
> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 다음 주제에서는 Java용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~2.x 와 Python용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~3.x에 대한 정보를 제공합니다. 자세한 내용은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB 버전 지원을 참조하세요.

DynamoDB Encryption Client는 DynamoDB에 저장하는 데이터를 보호하도록 특별히 설계되었습니다. 라이브러리에는 변경 없이 확장하거나 사용할 수 있는 보안 구현이 포함되어 있습니다. 그리고 대부분의 요소는 추상 요소로 표현되므로 호환되는 사용자 지정 구성 요소를 생성하고 사용할 수 있습니다.

테이블 항목 암호화 및 서명

DynamoDB Encryption Client의 핵심에는 테이블 항목을 암호화, 서명, 확인 및 복호화하는 항목 암호화 도구가 있습니다. 항목 암호화 도구는 테이블 항목에 대한 정보와 암호화 및 서명할 항목에 대한 지침을 사용합니다. 또한 암호화 자료와 이 자료를 사용하는 방법에 대한 지침을 사용자가 선택 및 구성하는 암호화 자료 공급자에서 가져옵니다.

다음 다이어그램은 이 프로세스에 대한 개략적인 보기를 보여줍니다.



테이블 항목을 암호화하고 서명하려면 DynamoDB Encryption Client에 다음이 필요합니다.

- 테이블에 대한 정보입니다. 사용자가 제공하는 DynamoDB 암호화 컨텍스트에서 테이블에 대한 정보를 가져옵니다. 일부 도우미는 DynamoDB에서 필요한 정보를 가져오고 DynamoDB 암호화 컨텍스트를 생성합니다.

  > **Note**
  >
  > DynamoDB Encryption Client의 DynamoDB 암호화 컨텍스트는 AWS Key Management Service(AWS KMS) 및 AWS Encryption SDK의 암호화 컨텍스트와 관련이 없습니다.

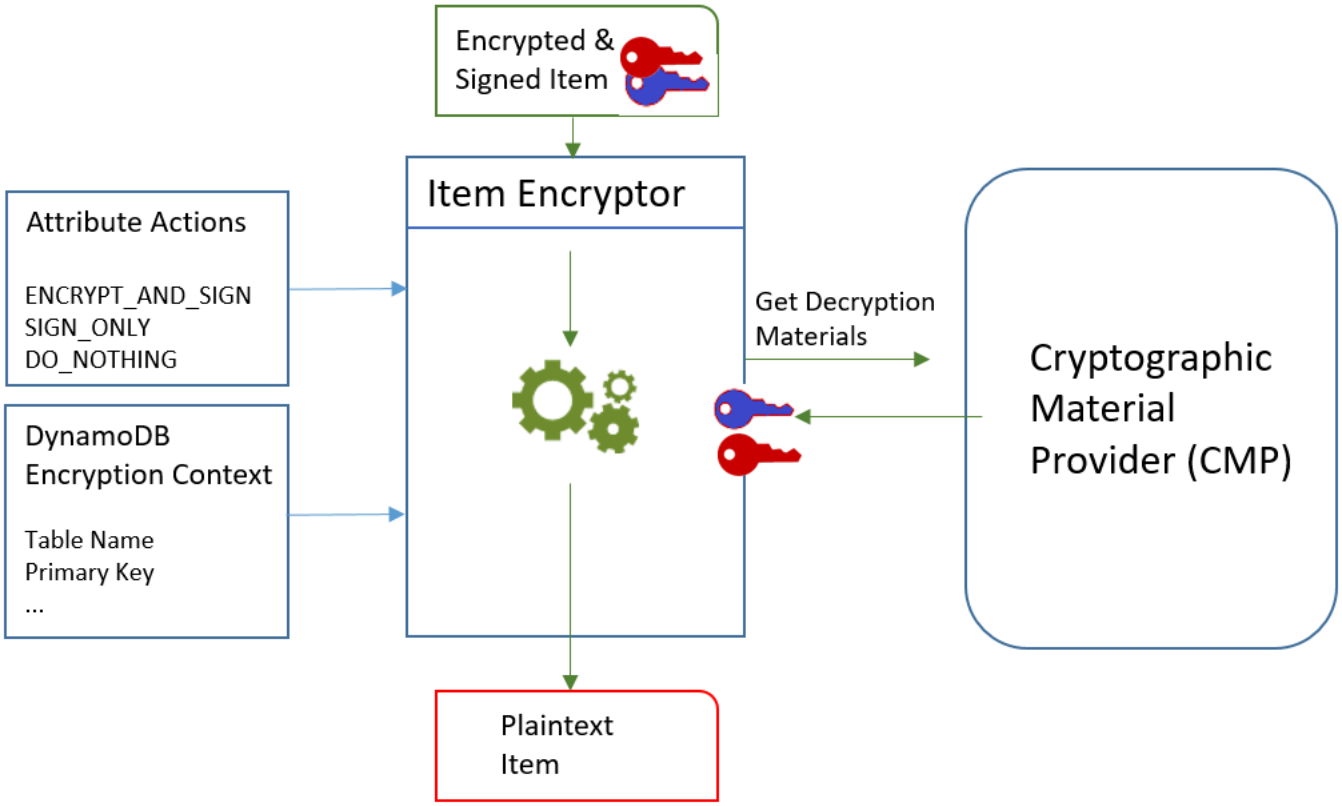
- 암호화 및 서명할 속성. 제공하는 속성 작업에서 이 정보를 가져옵니다.
- 암호화 및 서명 키를 포함하는 암호화 자료. 이러한 자료는 선택 및 구성하는 암호화 자료 공급자(CMP)에서 가져옵니다.
- 항목 암호화 및 서명 지침. CMP는 암호화 및 서명 알고리즘을 비롯하여 암호화 자료 사용 관련 지침을 실제 자료 설명에 추가합니다.

항목 암호화 도구는 이러한 요소를 모두 사용하여 항목을 암호화하고 서명합니다. 또한 항목 암호화 도구는 암호화 및 서명 지침(실제 자료 설명)을 포함하는 자료 설명 속성과, 서명을 포함하는 속성, 이 두 가지 속성을 항목에 추가합니다. 항목 암호화 도구와 직접 상호 작용하거나 항목 암호화 도구와 상호 작용하는 도우미 기능을 사용하여 안전한 기본 동작을 구현할 수 있습니다.

결과는 암호화되고 서명된 데이터를 포함하는 DynamoDB 항목입니다.

테이블 항목 확인 및 복호화

다음 다이어그램에 나와 있듯이 이러한 구성 요소는 함께 작동하여 항목을 확인하고 복호화합니다.



항목을 확인하고 복호화하려면 DynamoDB Encryption Client에 다음과 같이 동일한 구성 요소, 동일한 구성의 구성 요소 또는 항목 복호화을 위해 특별히 설계된 구성 요소가 필요합니다.

- DynamoDB 암호화 컨텍스트의 테이블에 대한 정보입니다.
- 확인하고 복호화할 속성. 이러한 정보는 속성 작업에서 가져옵니다.
- 확인 및 복호화 키를 포함하는 복호화 자료. 이러한 정보는 사용자가 선택 및 구성하는 암호화 자료 공급자(CMP)에서 가져옵니다.

암호화된 항목에는 이를 암호화하는 데 사용된 CMP 레코드가 포함되어 있지 않습니다. 동일한 CMP, 동일한 구성의 CMP 또는 항목을 복호화하도록 설계된 CMP를 제공해야 합니다.

- 항목의 암호화 및 서명된 방식에 대한 정보(암호화 및 서명 알고리즘 포함). 클라이언트는 항목의 자료 설명 속성에서 이러한 정보를 가져옵니다.

항목 암호화 도구는 이러한 요소를 모두 사용하여 항목을 확인 및 복호화합니다. 또한 자료 설명 및 서명 속성도 제거됩니다. 결과는 일반 텍스트 DynamoDB 항목입니다.

Amazon DynamoDB Encryption Client 개념

> **Note**
>
> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 다음 주제에서는 Java용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~2.x 와 Python용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~3.x에 대한 정보를 제공합니다. 자세한 내용은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB 버전 지원을 참조하세요.

이 주제에서는 Amazon DynamoDB Encryption Client에서 사용되는 개념과 용어에 대해 설명합니다.

DynamoDB Encryption Client의 구성 요소가 어떻게 상호 작용하는지에 대해 알아보려면 DynamoDB Encryption Client의 작동 방식 섹션을 참조하세요.

주제

- 암호화 자료 공급자(CMP)
- 항목 암호화 도구
- 속성 작업
- 자료 설명
- DynamoDB 암호화 컨텍스트
- 공급자 스토어

암호화 자료 공급자(CMP)

DynamoDB Encryption Client를 구현할 때 가장 먼저 해야 할 작업 중 하나는 암호화 자료 공급자(CMP)(암호화 자료 공급자라고도 함)를 선택하는 것입니다. 사용자의 선택에 따라 나머지 구현의 상당 부분이 결정됩니다.

암호화 자료 공급자(CMP)는 항목 암호화 도구에서 테이블 항목을 암호화 및 서명하는 데 사용하는 암호화 자료를 수집, 조합 및 반환합니다. CMP는 사용할 암호화 알고리즘과 암호화 및 서명 키를 생성하고 보호하는 방법을 결정합니다.

CMP는 항목 암호화와 상호 작용합니다. 항목 암호화 도구는 CMP에 암호화 또는 복호화 자료를 요청하고, CMP는 이를 항목 암호화 도구에 반환합니다. 그러면 항목 암호화 도구는 암호화 자료를 사용하여 항목을 암호화하고 서명하거나 확인 및 복호화합니다.

CMP는 클라이언트를 구성할 때 지정합니다. 호환되는 사용자 지정 CMP를 만들거나 라이브러리에 있는 여러 CMP 중 하나를 사용할 수 있습니다. 대부분의 CMP는 여러 프로그래밍 언어에 사용할 수 있습니다.

항목 암호화 도구

항목 암호화 도구는 DynamoDB Encryption Client에 대한 암호화 작업을 수행하는 하위 수준 구성 요소입니다. 이 도구는 암호화 자료 공급자(CMP)로부터 암호화 자료를 요청한 다음, CMP에서 반환하는 자료를 사용하여 테이블 항목을 암호화 및 서명하거나 확인 및 복호화합니다.

항목 암호화 도구와 직접 상호 작용하거나 라이브러리에서 제공하는 헬퍼를 사용할 수 있습니다. 예를 들면 DynamoDB Encryption Client for Java에는 `DynamoDBEncryptor` 항목 암호화 도구와 직접 상호 작용하지 않고 `DynamoDBMapper`과 함께 사용할 수 있는 `AttributeEncryptor` 헬퍼 클래스가 포함되어 있습니다. Python 라이브러리에는 항목 암호기와 상호 작용하는 `EncryptedTable`, `EncryptedClient`, 및 `EncryptedResource` 헬퍼 클래스가 포함되어 있습니다.

속성 작업

속성 작업은 항목의 각 속성에 대해 수행할 작업을 항목 암호화 도구에 알려줍니다.

속성 작업 값은 다음 중 하나일 수 있습니다.

- 암호화 및 서명 - 속성 값을 암호화합니다. 항목 서명에 속성(이름 및 값)을 포함합니다.
- 서명만 - 항목 서명에 속성을 포함합니다.
- 아무 작업 안 함 - 속성을 암호화거나 서명하지 않습니다.

중요한 데이터를 저장할 수 있는 속성의 경우 Encrypt and sign(암호화 및 서명)을 사용합니다. 기본 키 속성(파티션 키 및 정렬 키)의 경우 Sign only(서명만)를 사용합니다. 자료 설명 속성 및 서명 속성은 서명되거나 암호화되지 않습니다. 이러한 속성에 대해 속성 작업을 지정할 필요가 없습니다.

속성 작업을 신중하게 선택합니다. 확실하지 않은 경우 Encrypt and sign(암호화 및 서명)을 사용합니다. DynamoDB Encryption Client를 사용하여 테이블 항목을 보호한 후 속성에 대한 작업을 변경하면

서명 유효성 검사 오류가 발생할 위험이 있습니다. 자세한 내용은 데이터 모델 변경 섹션을 참조하세요.

> **Warning**
>
> 기본 키 속성은 암호화하지 마십시오. 일반 텍스트로 남겨 두어야 DynamoDB에서 전체 테이블 스캔을 실행하지 않고 해당 항목을 찾을 수 있습니다.

DynamoDB 암호화 컨텍스트에서 프라이머리 키 속성이 식별되는 경우 이러한 속성을 암호화하려 할 때 클라이언트에서 오류가 발생합니다.

속성 작업을 지정하는 데 사용하는 기법은 프로그래밍 언어마다 다릅니다. 사용하는 도우미 클래스에만 해당될 수도 있습니다.

자세한 내용은 프로그래밍 언어 설명서를 참조하세요.

- Python
- Java

자료 설명

암호화된 테이블 항목에 대한 자료 설명은 테이블 항목의 암호화 및 서명 방법에 대한 정보(예: 암호화 알고리즘)로 구성됩니다. 암호화 자료 공급자(CMP)는 암호화 및 서명을 위해 암호화 자료를 결합할 때 자료 설명을 기록합니다. 나중에 항목을 확인하고 복호화하기 위해 암호화 자료를 조립해야 할 때 자료 설명을 가이드로 사용합니다.

DynamoDB Encryption Client에서 자료 설명은 다음과 같은 세 가지 관련 요소를 참조하세요.

요청한 자료 설명

특정 암호화 자료 공급자(CMP)에서는 암호화 알고리즘 같은 고급 옵션을 지정할 수 있습니다. 선택 사항을 지정하려면 테이블 항목을 암호화하기 위해 요청의 DynamoDB 암호화 컨텍스트 자료 설명 속성에 이름-값 페어를 추가합니다. 이 요소를 요청한 자료 설명이라고 합니다. 요청된 자료 설명의 유효한 값은 선택한 CMP에 의해 정의됩니다.

> **Note**
>
> 자료 설명은 보안 기본값보다 우선할 수 있으므로 요청된 자료 설명을 사용해야 하는 설득력 있는 이유가 없는 한 생략하는 것이 좋습니다.

실제 자료 설명

암호화 자료 공급자(CMP)에서 반환하는 자료 설명을 실제 자료 설명이라고 합니다. 여기에는 CMP가 암호화 자료를 조합할 때 사용한 실제 값이 설명되어 있습니다. 일반적으로 요청된 자료 설명(있는 경우)과 추가 및 변경 내용으로 구성됩니다.

자료 설명 속성

클라이언트는 암호화된 항목의 자료 설명 속성에 실제 자료 설명을 저장합니다. 자료 설명 속성 이름은 `amzn-ddb-map-desc`이고 속성 값은 실제 자료 설명입니다. 클라이언트는 자료 설명 속성의 값을 사용하여 항목을 확인하고 복호화합니다.

DynamoDB 암호화 컨텍스트

DynamoDB 암호화 컨텍스트는 테이블 및 항목에 대한 정보를 암호화 자료 공급자(CMP)에게 제공합니다. 고급 구현에서는 DynamoDB 암호화 컨텍스트에 요청한 자료 설명이 포함될 수 있습니다.

테이블 항목을 암호화하는 경우 DynamoDB 암호화 컨텍스트는 암호화된 속성 값에 암호로 바인딩됩니다. 복호화할 때 DynamoDB 암호화 컨텍스트가 암호화에 사용된 DynamoDB 암호화 컨텍스트와 대/소문자가 정확히 일치하지 않으면 복호화 작업이 실패합니다. 항목 암호화 도구와 직접 상호 작용하는 경우 암호화 또는 복호화 메서드를 호출할 때 DynamoDB 암호화 컨텍스트를 제공해야 합니다. 대부분의 헬퍼는 DynamoDB 암호화 컨텍스트를 자동으로 생성합니다.

> **Note**
>
> DynamoDB Encryption Client의 DynamoDB 암호화 컨텍스트는 AWS Key Management Service(AWS KMS) 및 AWS Encryption SDK의 암호화 컨텍스트와 관련이 없습니다.

DynamoDB 암호화 컨텍스트에는 다음 필드가 포함될 수 있습니다. 모든 필드와 값은 선택 사항입니다.

- 테이블 이름
- 파티션 키 이름

- 정렬 키 이름
- 속성 이름-값 페어
- 요청한 자료 설명

공급자 스토어

공급자 스토어는 암호화 자료 공급자(CMP)를 반환하는 구성 요소입니다. 공급자 스토어는 CMP를 생성하거나 다른 공급자 스토어와 같은 다른 소스에서 가져올 수 있습니다. 공급자 스토어는 생성한 CMP 버전을 영구 스토어에 저장합니다. 영구 스토어에는 저장된 각 CMP가 요청자의 자료 이름 및 버전 번호로 식별됩니다.

DynamoDB Encryption Client의 Most Recent Provider는 공급자 스토어에서 CMP를 가져오지만, 공급자 스토어를 사용하여 모든 구성 요소에 CMP를 제공할 수 있습니다. 각 Most Recent Provider는 공급자 스토어 하나와 연결되지만, 공급자 스토어 하나는 여러 요청자의 여러 공급자로 CMP를 제공할 수 있습니다.

공급자 스토어는 요청 시 새 버전의 CMP를 생성하고 새 버전과 기존 버전을 반환합니다. 또한 해당 자료얼 이름의 최신 버전 번호도 반환합니다. 이를 통해 요청자는 공급자 스토어에 요청할 수 있는 새 버전의 CMP가 있을 때 이를 알 수 있습니다.

DynamoDB Encryption Client에는 DynamoDB에 저장되고 내부 DynamoDB Encryption Client를 사용하여 암호화된 키로 래핑된 CMP를 생성하는 공급자 스토어인 MetaStore가 포함되어 있습니다.

자세히 알아보기:

- 공급자 스토어: Java, Python
- MetaStore: Java, Python

암호화 자료 공급자

> **Note**
>
> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 다음 주제에서는 Java용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~2.x 와 Python용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~3.x에 대한 정보를 제공합니다. 자세한 내용은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB 버전 지원을 참조하세요.

DynamoDB Encryption Client를 사용할 때 내려야 하는 가장 중요한 결정 중 하나는 암호화 자료 공급자(CMP)를 선택하는 것입니다. CMP는 암호화 자료를 조합하여 항목 암호화 도구에 반환합니다. 또한 암호화 및 서명 키의 생성 방법, 각 항목에 대해 새로운 키 자료를 생성하거나 재사용할지 여부, 사용되는 암호화 및 서명 알고리즘도 결정합니다.

DynamoDB Encryption Client 라이브러리에 제공된 구현에서 CMP를 선택하거나 호환 가능한 사용자 지정 CMP를 구축할 수 있습니다. CMP 선택은 사용하는 프로그래밍 언어에 따라 달라질 수도 있습니다.

이 주제에서는 가장 일반적인 CMP를 설명하고 애플리케이션에 가장 적합한 CMP를 선택하는 데 도움이 되는 몇 가지 조언을 제공합니다.

Direct KMS Materials Provider

Direct KMS Materials Provider는 AWS Key Management Service(AWS KMS)를 암호화되지 않은 상태로 두는 AWS KMS key에 따라 테이블 항목을 보호합니다. 애플리케이션에서 암호화 자료를 생성하거나 관리할 필요가 없습니다. AWS KMS key를 사용하여 각 항목마다 고유한 암호화 및 서명 키를 생성하므로 이 공급자는 항목을 암호화하거나 복호화할 때마다 AWS KMS를 호출합니다.

AWS KMS를 사용하며 애플리케이션에서 트랜잭션마다 한 번의 AWS KMS 호출이 가능한 경우, 이 공급자가 적합합니다.

자세한 내용은 Direct KMS Materials Provider 섹션을 참조하세요.

래핑된 자료 공급자(래핑된 CMP)

래핑된 자료 공급자(래핑된 CMP)는 DynamoDB Encryption Client 외부에서 래핑 및 서명 키를 생성 및 관리할 수 있도록 해줍니다.

래핑된 CMP는 각 항목에 대해 고유한 암호화 키를 생성합니다. 그런 다음 사용자가 제공한 래핑(또는 언래핑) 및 서명 키를 사용합니다. 따라서 래핑 및 서명 키의 생성 방법과 각 항목에 고유한지 또는 재사용되는지를 결정합니다. 래핑된 CMP는 AWS KMS를 사용하지 않으며 암호화 자료를 안전하게 관리할 수 있는 애플리케이션을 위한 Direct KMS Provider의 안전한 대입니다.

자세한 내용은 Wrapped Materials Provider 섹션을 참조하세요.

Most Recent Provider

Most Recent Provider는 공급자 스토어와 함께 작동하도록 설계된 암호화 자료 공급자(CMP)입니다. 공급자 스토어에서 CMP를 가져오고 CMP에서 반환한 암호화 자료를 가져옵니다. Most Recent Provider는 일반적으로 각각의 CMP를 사용하여 암호화 자료에 대한 여러 요청을 충족하지만, 공

급자 스토어의 기능을 사용하여 자료의 재사용 범위를 제어하고, CMP 교체 빈도를 결정하며, Most Recent Provider를 변경하지 않고 사용되는 CMP 유형도 변경합니다.

호환되는 모든 공급자 스토어에서 Most Recent Provider를 사용할 수 있습니다. DynamoDB Encryption Client에는 래핑된 CMP를 반환하는 공급자 스토어인 MetaStore가 포함됩니다.

Most Recent Provider는 관련 암호화 소스에 대한 호출을 최소화해야 하는 애플리케이션과, 보안 요구 사항을 위반하지 않으면서 일부 암호화 자료를 재사용할 수 있는 애플리케이션에 적합합니다. 예를 들어 항목을 암호화하거나 복호화할 때마다 AWS KMS을 호출하지 않고도 AWS Key Management Service(AWS KMS)의 AWS KMS key에 따라 암호화 자료를 보호할 수 있습니다.

자세한 내용은 Most Recent Provider 섹션을 참조하세요.

Static Materials Provider

Static Materials Provider는 테스트, 개념 증명 데모 및 레거시 호환성 목적으로 설계되었습니다. 각 항목에 대해 고유한 암호화 자료를 생성하지는 않습니다. 입력한 것과 동일한 암호화 및 서명 키를 반환하며, 이러한 키는 테이블 항목을 암호화, 복호화 및 서명하는 데 직접 사용됩니다.

> **Note**
>
> Java 라이브러리의 Asymmetric Static Provider는 Static Provider가 아닙니다. 단순히 Wrapped CMP에 대한 대체 생성자를 제공할 뿐입니다. 프로덕션 환경에서는 안전하지만 가능하면 래핑된 CMP를 직접 사용해야 합니다.

주제

- Direct KMS Materials Provider
- Wrapped Materials Provider
- Most Recent Provider
- Static Materials Provider

Direct KMS Materials Provider

> **Note**
>
> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 다음 주제에서는 Java용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~2.x 와 Python용

DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~3.x에 대한 정보를 제공합니다. 자세한 내용은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB 버전 지원을 참조하세요.

Direct KMS Materials Provider(Direct KMS Provider)는 AWS Key Management Service (AWS KMS)을 암호화되지 않은 상태로 유지하지 않는 AWS KMS key에 따라 테이블 항목을 보호합니다. 이 암호화 자료 공급자는 각 테이블 항목에 대해 고유한 암호화 키 및 서명 키를 반환합니다. 이를 위해 항목을 암호화하거나 복호화할 때마다 AWS KMS을 호출합니다.

DynamoDB 항목을 높은 빈도와 대규모로 처리하는 경우 AWS KMS 초당 요청 제한을 초과하여 처리 지연이 발생할 수 있습니다. 제한을 초과해야 하는 경우 AWS Support 센터에서 사례를 생성합니다. Most Recent Provider와 같이 키 재사용이 제한된 암호화 자료 공급자를 사용하는 것도 고려해 볼 수 있습니다.

Direct KMS Provider를 사용하려면 호출자에게 한 개의 AWS 계정, 최소 한 개의 AWS KMS key, AWS KMS key에서 GenerateDataKey 및 Decrypt 작업을 호출할 수 있는 권한이 있어야 합니다. AWS KMS key는 대칭 암호화 키여야 합니다. DynamoDB Encryption Client는 비대칭 암호화를 지원하지 않습니다. DynamoDB 글로벌 테이블을 사용하는 경우 AWS KMS 다중 리전 키를 지정하는 것이 좋습니다. 자세한 내용은 사용 방법 섹션을 참조하세요.

> **Note**
>
> Direct KMS Provider를 사용하면 프라이머리 키 속성의 이름과 값이 AWS KMS 암호화 컨텍스트 및 관련 AWS KMS 작업의 AWS CloudTrail 로그에 일반 텍스트로 표시됩니다. 그러나 DynamoDB Encryption Client는 암호화된 어떤 속성 값도 일반 텍스트로 노출하지 않습니다.

Direct KMS Provider는 DynamoDB Encryption Client가 지원하는 여러 암호화 자료 공급자(CMP) 중 하나입니다. 기타 CMP에 대한 자세한 내용은 암호화 자료 공급자 섹션을 참조하세요.

예제 코드는 다음을 참조하십시오.

- Java: AwsKmsEncryptedItem
- Python: aws-kms-encrypted-table, aws-kms-encrypted-item

주제

사용 방법

Direct KMS Provider를 생성하려면 키 ID 파라미터를 사용하여 계정에 대칭 암호화 KMS 키를 지정합니다. 키 ID 파라미터의 값은 AWS KMS key의 키 ID, 키 ARN, 별칭 이름 또는 별칭 ARN일 수 있습니다. 키 식별자에 대한 자세한 내용은 AWS Key Management Service 개발자 가이드의 키 식별자를 참조하세요.

Direct KMS Provider에는 대칭 암호화 KMS 키가 필요합니다. 비대칭 KMS 키를 사용할 수 없습니다. 그러나 다중 리전 KMS 키, 가져온 키 자료가 있는 KMS 키 또는 사용자 지정 키 스토어의 KMS 키를 사용할 수 있습니다. KMS 키에 대한 kms:GenerateDataKey 및 kms:Decrypt 권한이 있어야 합니다. 따라서 AWS 관리형 또는 AWS 소유형 KMS 키가 아닌 고객 관리형 키를 사용해야 합니다.

Python용 DynamoDB Encryption Client는 키 ID 파라미터 값(포함된 경우)의 리전에서 AWS KMS를 호출할 리전을 결정합니다. 그렇지 않으면 AWS KMS 클라이언트의 리전(지정한 경우)을 사용하거나 AWS SDK for Python (Boto3)에 구성한 리전을 사용합니다. Python의 리전 선택에 대한 자세한 내용은 AWS SDK for Python(Boto3) API 참조의 구성을 참조하세요.

Java용 DynamoDB Encryption Client는 지정한 클라이언트에 리전이 포함된 경우 AWS KMS 클라이언트의 리전에서 AWS KMS을 호출할 리전을 결정합니다. 그렇지 않으면 AWS SDK for Java에서 구성한 리전을 사용합니다. AWS SDK for Java에서의 리전 선택에 대한 자세한 내용은 AWS SDK for Java 개발자 안내서의 AWS 리전 선택을 참조하세요.

Java

```
// Replace the example key ARN and Region with valid values for your application
final String keyArn = 'arn:aws:kms:us-
west-2:111122223333:key/1234abcd-12ab-34cd-56ef-1234567890ab'
final String region = 'us-west-2'

final AWSKMS kms = AWSKMSClientBuilder.standard().withRegion(region).build();
final DirectKmsMaterialProvider cmp = new DirectKmsMaterialProvider(kms, keyArn);
```

Python

다음 예에서는 ARN 키를 사용하여 AWS KMS key를 지정합니다. 키 식별자에 AWS 리전가 포함되지 않은 경우 DynamoDB Encryption Client는 구성된 Botocore 세션(있는 경우) 또는 Boto 기본값에서 리전을 가져옵니다.

```
# Replace the example key ID with a valid value
kms_key = 'arn:aws:kms:us-
west-2:111122223333:key/1234abcd-12ab-34cd-56ef-1234567890ab'
```

```
kms_cmp = AwsKmsCryptographicMaterialsProvider(key_id=kms_key)
```

Amazon DynamoDB 글로벌 테이블을 사용하는 경우 AWS KMS 다중 리전 키로 데이터를 암호화하는 것이 좋습니다. 다중 리전 키는 동일한 키 ID와 키 구성 요소를 가졌기 때문에 서로 교환해 사용할 수 있는 다양한 AWS 리전의 AWS KMS keys입니다. 자세한 내용을 알아보려면 AWS Key Management Service 개발자 안내서의 다중 리전 키 사용을 참조하세요.

> **Note**
>
> 글로벌 테이블 버전 2017.11.29를 사용하는 경우 예약된 복제 필드가 암호화되거나 서명되지 않도록 속성 작업을 설정해야 합니다. 자세한 내용은 이전 버전 글로벌 테이블 관련 문제 섹션을 참조하세요.

DynamoDB Encryption Client에서 다중 리전 키를 사용하려면 다중 리전 키를 생성하여 애플리케이션이 실행되는 리전에 복제합니다. 그런 다음 DynamoDB Encryption Client가 AWS KMS을 호출하는 리전의 다중 리전 키를 사용하도록 Direct KMS Provider를 구성합니다.

다음 예제에서는 다중 리전 키를 사용하여 미국 동부(버지니아 북부)(us-east-1) 리전의 데이터를 암호화하고 미국 서부(오레곤)(us-west-2) 리전에서 이를 복호화하도록 DynamoDB Encryption Client를 구성합니다.

Java

이 예제에서 DynamoDB Encryption Client는 AWS KMS 클라이언트의 리전에서 AWS KMS을 호출하기 위한 리전을 가져옵니다. 이 `keyArn` 값은 동일한 리전의 다중 리전 키를 식별합니다.

```
// Encrypt in us-east-1

// Replace the example key ARN and Region with valid values for your application
final String usEastKey = 'arn:aws:kms:us-east-1:111122223333:key/
mrk-1234abcd12ab34cd56ef1234567890ab'
final String region = 'us-east-1'

final AWSKMS kms = AWSKMSClientBuilder.standard().withRegion(region).build();
final DirectKmsMaterialProvider cmp = new DirectKmsMaterialProvider(kms, usEastKey);
```

```
// Decrypt in us-west-2
```

```
// Replace the example key ARN and Region with valid values for your application
final String usWestKey = 'arn:aws:kms:us-west-2:111122223333:key/
mrk-1234abcd12ab34cd56ef1234567890ab'
final String region = 'us-west-2'

final AWSKMS kms = AWSKMSClientBuilder.standard().withRegion(region).build();
final DirectKmsMaterialProvider cmp = new DirectKmsMaterialProvider(kms, usWestKey);
```

Python

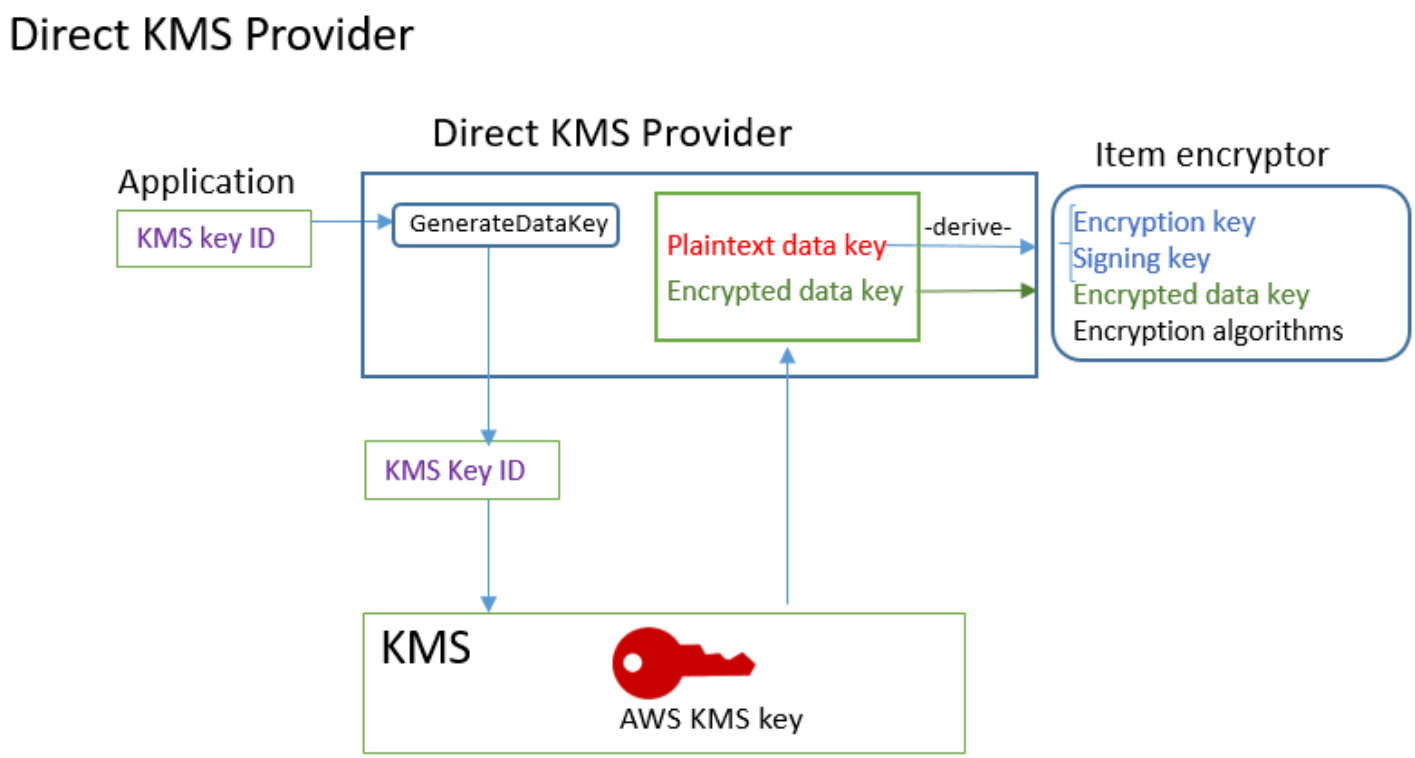
이 예제에서 DynamoDB Encryption Client는 키 ARN의 해당 리전에서 AWS KMS을 호출할 리전을 가져옵니다.

```
# Encrypt in us-east-1

# Replace the example key ID with a valid value
us_east_key = 'arn:aws:kms:us-east-1:111122223333:key/
mrk-1234abcd12ab34cd56ef1234567890ab'
kms_cmp = AwsKmsCryptographicMaterialsProvider(key_id=us_east_key)
```

```
# Decrypt in us-west-2

# Replace the example key ID with a valid value
us_west_key = 'arn:aws:kms:us-west-2:111122223333:key/
mrk-1234abcd12ab34cd56ef1234567890ab'
kms_cmp = AwsKmsCryptographicMaterialsProvider(key_id=us_west_key)
```

작동 방식

Direct KMS Provider는 다음 다이어그램에서처럼 사용자가 지정하는 AWS KMS key에 의해 보호되는 암호화 및 서명 키를 반환합니다.



- 암호화 자료를 생성하기 위해 Direct KMS Provider는 사용자가 지정한 AWS KMS key를 사용하여 각 항목에 대한 고유한 데이터 키를 생성하도록 AWS KMS에 요청합니다. 이 공급자는 데이터 키의 일반 텍스트 복사본에서 항목의 암호화 및 서명 키를 추출한 다음 항목의 자료 설명 속성에 저장된 암호화된 데이터 키와 함께 암호화 및 서명 키를 반환합니다.

  항목 암호화기는 암호화 및 서명 키를 사용하여 가능한 한 빨리 메모리에서 암호화 및 서명 키를 제거합니다. 파생된 데이터 키의 암호화된 복사본만 암호화된 항목에 저장됩니다.

- 복호화 자료를 생성하기 위해 Direct KMS Provider는 AWS KMS에 암호화된 데이터 키를 복호화하라고 요청합니다. 그런 다음 일반 텍스트 데이터 키에서 확인 및 서명 키를 추출하여 항목 암호화 도구에 반환합니다.

  항목 암호화기는 항목을 확인하고 확인에 성공하면 암호화된 값을 복호화합니다. 그런 다음 가능한 빨리 메모리에서 키를 제거합니다.

암호화 자료 가져오기

이 단원에서는 항목 암호화 도구에서 암호화 자료 요청 수신 시 Direct KMS Provider의 입력, 출력 및 처리에 대해 자세히 설명합니다.

입력(애플리케이션에서)

- AWS KMS key의 키 ID입니다.

입력(항목 암호화 도구에서)

- DynamoDB 암호화 컨텍스트

출력(항목 암호화 도구로)

- 암호화 키(일반 텍스트)
- 서명 키
- 실제 자료 설명: 이러한 값은 클라이언트가 항목에 추가하는 자료 설명 속성에 저장됩니다.
  - amzn-ddb-env-key: AWS KMS key에 의해 암호화된 Base64로 인코딩된 데이터 키
  - amzn-ddb-env-alg: 암호화 알고리즘, 기본값은 AES/256
  - amzn-ddb-sig-alg: 서명 알고리즘, 기본값은 HmacSHA256/256
  - amzn-ddb-wrap-alg: kms

처리

1. Direct KMS Provider는 지정된 AWS KMS key을 사용하여 항목에 대한 고유한 데이터 키를 생성하라는 요청을 AWS KMS에 보냅니다. 이 작업은 일반 텍스트 키와 AWS KMS key로 암호화된 복사본을 반환합니다. 이 자료를 초기 키 자료라고 합니다.

   이 요청은 AWS KMS 암호화 컨텍스트에 다음 값을 일반 텍스트로 포함합니다. 이러한 비밀이 아닌 값은 암호화된 개체에 암호화 방식으로 바인딩되므로 복호화 시 동일한 암호화 컨텍스트가 필요합니다. 이 값을 사용하여 AWS CloudTrail 로그에서 AWS KMS에 대한 호출을 식별할 수 있습니다.

   - amzn-ddb-env-alg – 암호화 알고리즘, 기본값은 AES/256
   - amzn-ddb-sig-alg – 서명 알고리즘, 기본값은 HmacSHA256/256
   - (선택 사항) aws-kms-table – *### ##*
   - (선택 사항) *### # ##* – *### # #*(이진 값은 Base64로 인코딩됨)
   - (선택 사항) *## # ##* – *## # #*(이진 값은 Base64로 인코딩됨)

   Direct KMS Provider는 항목에 대한 DynamoDB 암호화 컨텍스트에서 AWS KMS 암호화 컨텍스트 값을 가져옵니다. DynamoDB 암호화 컨텍스트가 테이블 이름 같은 값을 포함하지 않는 경우 해당 이름-값 페어가 AWS KMS 암호화 컨텍스트에서 생략됩니다.

2. Direct KMS Provider는 데이터 키에서 대칭 암호화 키 및 서명 키를 추출합니다. 기본적으로 Secure Hash Algorithm(SHA) 256 및 RFC5869 HMAC 기반 키 추출 함수를 사용하여 256비트 AES 대칭 암호화 키 및 256비트 HMAC-SHA-256 서명 키를 추출합니다.
3. Direct KMS Provider는 출력을 항목 암호화 도구로 반환합니다.
4. 항목 암호화기는 암호화 키를 사용하여 지정된 속성을 암호화하고 서명 키를 사용하여 실제 자료 설명에 지정된 알고리즘을 사용하여 서명합니다. 가능한 한 빨리 메모리에서 일반 텍스트 키를 제거합니다.

복호화 자료 가져오기

이 단원에서는 항목 암호화 도구에서 복호화 자료 요청 수신 시 Direct KMS Provider의 입력, 출력 및 처리를 자세히 설명합니다.

입력(애플리케이션에서)

- AWS KMS key의 키 ID입니다.

  키 ID의 값은 AWS KMS key의 키 ID, 키 ARN, 별칭 이름 또는 별칭 ARN일 수 있습니다. 리전과 같이 키 ID에 포함되지 않은 모든 값은 AWS 명명된 프로필에서 사용할 수 있어야 합니다. 키 ARN은 에AWS KMS서 필요로 하는 모든 값을 제공합니다.

입력(항목 암호화 도구에서)

- 자료 설명 속성의 내용을 포함하는 DynamoDB 암호화 컨텍스트의 복사본입니다.

출력(항목 암호화 도구로)

- 암호화 키(일반 텍스트)
- 서명 키

처리

1. Direct KMS Provider는 암호화된 항목의 자료 설명 속성에서 암호화된 데이터 키를 가져옵니다.
2. 암호화된 데이터 키를 복호화하기 위해 지정된 AWS KMS key를 사용할 것을 AWS KMS에 요청합니다. 이 작업은 일반 텍스트 키를 반환합니다.

이 요청은 데이터 키를 생성 및 암호화하는 데 사용된 것과 동일한 AWS KMS 암호화 컨텍스트를 사용해야 합니다.

- aws-kms-table – ### ##
- ### # ## – ### # #(이진 값은 Base64로 인코딩됨)
- (선택 사항) ## # ## – ## # #(이진 값은 Base64로 인코딩됨)
- amzn-ddb-env-alg – 암호화 알고리즘, 기본값은 AES/256
- amzn-ddb-sig-alg – 서명 알고리즘, 기본값은 HmacSHA256/256

3. Direct KMS Provider는 Secure Hash Algorithm(SHA) 256 및 RFC5869 HMAC 기반 키 파생 기능을 사용하여 데이터 키에서 256비트 AES 대칭 암호화 키와 256비트 HMAC-SHA-256 서명 키를 파생합니다.
4. Direct KMS Provider는 출력을 항목 암호화 도구로 반환합니다.
5. 항목 암호화기는 서명 키를 사용하여 항목을 확인합니다. 성공하면 대칭 암호화 키를 사용하여 암호화된 속성 값을 복호화합니다. 이러한 작업은 실제 자료 설명에 지정된 암호화 및 서명 알고리즘을 사용합니다. 항목 암호화 도구는 가능한 한 빨리 메모리에서 일반 텍스트 키를 제거합니다.

Wrapped Materials Provider

> **Note**
>
> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 다음 주제에서는 Java용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~2.x 와 Python용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~3.x에 대한 정보를 제공합니다. 자세한 내용은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB 버전 지원을 참조하세요.

래핑된 자료 공급자(래핑된 CMP)를 사용하면 DynamoDB Encryption Client를 통해 모든 소스의 래핑 및 서명 키를 사용할 수 있습니다. 래핑된 CMP는 어떤 AWS 서비스에도 의존하지 않습니다. 그러나 항목을 확인하고 복호화하기 위해 올바른 키를 제공하는 것을 포함하여 클라이언트 외부에서 래핑 및 서명 키를 생성하고 관리해야 합니다.

래핑된 CMP는 각 항목에 대해 고유한 항목 암호화 키를 생성합니다. 사용자가 제공하는 래핑 키와 항목 암호화 키를 래핑하여 래핑된 항목 암호화 키를 항목의 자료 설명 속성에 저장합니다. 래핑 및 서명 키를 제공하므로 래핑 및 서명 키가 생성되는 방법과 해당 키가 각 항목에 고유한지 또는 재사용되는지 여부를 결정합니다.

래핑된 CMP는 안전한 구현이며 암호화 자료를 관리할 수 있는 애플리케이션에 적합한 선택입니다.

래핑된 CMP는 DynamoDB Encryption Client가 지원하는 여러 암호화 자료 공급자(CMP) 중 하나입니다. 기타 CMP에 대한 자세한 내용은 암호화 자료 공급자 섹션을 참조하세요.

예제 코드는 다음을 참조하십시오.

- Java: AsymmetricEncryptedItem
- Python: wrapped-rsa-encrypted-table, wrapped-symmetric-encrypted-table

주제

- 사용 방법
- 작동 방식

사용 방법

래핑된 CMP를 생성하려면 래핑 키(암호화에 필요), 래핑 해제 키(복호화에 필요) 및 서명 키를 지정합니다. 항목을 암호화하고 복호화할 때 키를 제공해야 합니다.

래핑, 래핑 해제 및 서명 키는 대칭 키 또는 비대칭 키 페어일 수 있습니다.

Java

```
// This example uses asymmetric wrapping and signing key pairs
final KeyPair wrappingKeys = ...
final KeyPair signingKeys = ...

final WrappedMaterialsProvider cmp =
    new WrappedMaterialsProvider(wrappingKeys.getPublic(),
                                 wrappingKeys.getPrivate(),
                                 signingKeys);
```

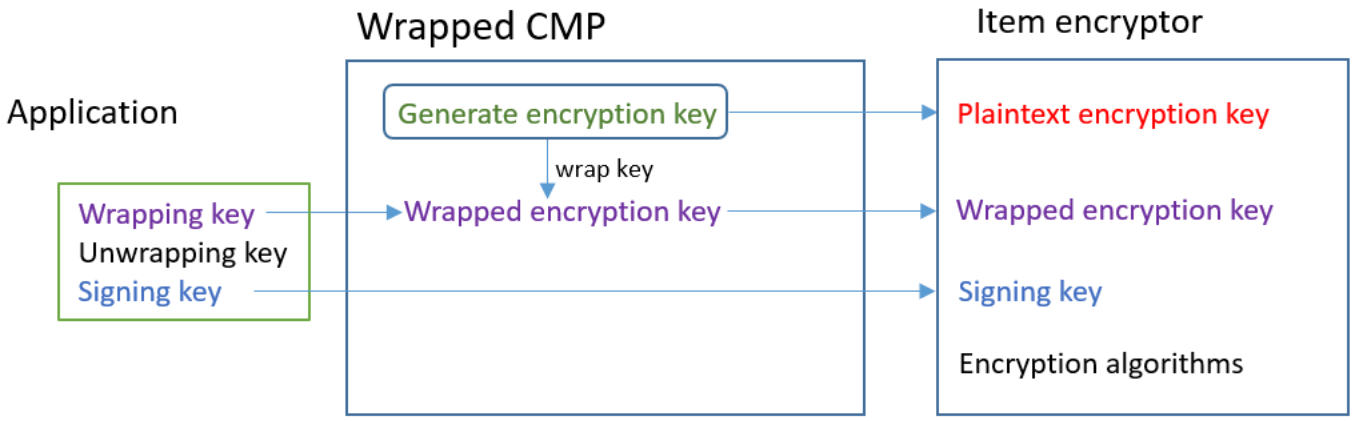
Python

```
# This example uses symmetric wrapping and signing keys
wrapping_key = ...
signing_key  = ...

wrapped_cmp = WrappedCryptographicMaterialsProvider(
    wrapping_key=wrapping_key,
```

```
    unwrapping_key=wrapping_key,
    signing_key=signing_key
)
```

작동 방식

래핑된 CMP는 모든 항목에 대해 새 항목 암호화 키를 생성합니다. 다음 다이어그램과 같이 사용자가 제공하는 래핑, 래핑 해제 및 서명 키를 사용합니다.



암호화 자료 가져오기

이 단원에서는 암호화 자료 요청 수신 시 래핑된 자료 공급자(래핑된 CMP)의 입력, 출력 및 처리에 대해 자세히 설명합니다.

입력(애플리케이션에서)

- 래핑 키: Advanced Encryption Standard(AES) 대칭 키 또는 RSA 퍼블릭 키. 속성 값이 암호화된 경우 필수입니다. 그렇지 않으면 선택 사항이며 무시됩니다.
- 래핑 해제 키: 선택 사항이며 무시됩니다.
- 서명 키

입력(항목 암호화 도구에서)

- DynamoDB 암호화 컨텍스트

출력(항목 암호화 도구로):

- 일반 텍스트 항목 암호화 키

- 서명 키(변경되지 않음)
- 실제 자료 설명: 이러한 값은 클라이언트가 항목에 추가하는 자료 설명 속성에 저장됩니다.
  - `amzn-ddb-env-key`: Base64로 인코딩되고 래핑된 항목 암호화 키
  - `amzn-ddb-env-alg`: 항목을 암호화하는 데 사용되는 암호화 알고리즘입니다. 기본값은 AES-256-CBC입니다.
  - `amzn-ddb-wrap-alg`: 래핑된 CMP가 항목 암호화 키를 래핑하는 데 사용한 래핑 알고리즘입니다. 래핑 키가 AES 키인 경우 RFC 3394에 정의된 대로 패딩되지 않은 `AES-Keywrap`를 사용하여 키가 래핑됩니다. 래핑 키가 RSA 키인 경우 MGF1 패딩이 포함된 RSA OAEP를 사용하여 키가 암호화됩니다.

처리

항목을 암호화할 때 래핑 키와 서명 키를 전달합니다. 래핑 해제 키는 선택 사항이며 무시됩니다.

1. 래핑된 CMP는 테이블 항목에 대한 고유한 대칭 항목 암호화 키를 생성합니다.
2. 항목 암호화 키를 래핑하기 위해 지정한 래핑 키를 사용합니다. 그런 다음 가능한 한 빨리 메모리에서 제거합니다.
3. Wrapped CMP는 일반 텍스트 항목 암호화 키, 제공한 서명 키, 그리고 래핑된 항목 암호화 키와 암호화 및 래핑 알고리즘을 포함하는 실제 자료 설명을 반환합니다.
4. 항목 암호화 도구는 일반 텍스트 암호화 키를 사용하여 항목을 암호화합니다. 항목에 서명하기 위해 제공한 서명 키를 사용합니다. 그런 다음 가능한 한 빨리 메모리에서 일반 텍스트 키를 제거합니다. 래핑된 암호화 키(`amzn-ddb-env-key`)를 포함하여 실제 자료 설명의 필드를 항목의 자료 설명 속성에 복사합니다.

복호화 자료 가져오기

이 단원에서는 복호화 자료 요청 수신 시 래핑된 자료 공급자(래핑된 CMP)의 입력, 출력 및 처리에 대해 자세히 설명합니다.

입력(애플리케이션에서)

- 래핑 키: 선택 사항이며 무시됩니다.
- 언래핑 키: 암호화하는 데 사용되는 RSA 퍼블릭 키에 해당하는 동일한 Advanced Encryption Standard(AES) 대칭 키 또는 RSA 프라이빗 키입니다. 속성 값이 암호화된 경우 필수입니다. 그렇지 않으면 선택 사항이며 무시됩니다.
- 서명 키

입력(항목 암호화 도구에서)

- 자료 설명 속성의 내용을 포함하는 DynamoDB 암호화 컨텍스트의 복사본입니다.

출력(항목 암호화 도구로)

- 일반 텍스트 항목 암호화 키
- 서명 키(변경되지 않음)

처리

항목의 암호를 복호화할 때 래핑 해제 키와 서명 키를 전달합니다. 래핑 키는 선택 사항이며 무시됩니다.

1. 래핑된 CMP는 항목의 자료 설명 속성에서 래핑된 항목 암호화 키를 가져옵니다.
2. 래핑 해제 키와 알고리즘을 사용하여 항목 암호화 키를 래핑 해제합니다.
3. 일반 텍스트 항목 암호화 키, 서명 키, 암호화 및 서명 알고리즘을 항목 암호화 도구에 반환합니다.
4. 항목 암호화기는 서명 키를 사용하여 항목을 확인합니다. 성공하면 항목 암호화 키를 사용하여 항목의 암호를 복호화합니다. 그런 다음 가능한 한 빨리 메모리에서 일반 텍스트 키를 제거합니다.

Most Recent Provider

> **Note**
>
> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 다음 주제에서는 Java용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~2.x 와 Python용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~3.x에 대한 정보를 제공합니다. 자세한 내용은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB 버전 지원을 참조하세요.

Most Recent Provider는 공급자 스토어와 함께 작동하도록 설계된 암호화 자료 공급자(CMP)입니다. 공급자 스토어에서 CMP를 가져오고 CMP에서 반환한 암호화 자료를 가져옵니다. 일반적으로 각 CMP를 사용하여 암호화 자료에 대한 여러 요청을 충족합니다. 하지만 공급자 스토어의 기능을 사용하여 자료가 재사용되는 범위를 제어하고 CMP 교체 빈도를 결정할 수 있으며, Most Recent Provider를 변경하지 않고 사용하는 CMP 유형을 변경할 수도 있습니다.

> **Note**
>
> Most Recent Provider의 `MostRecentProvider` 기호와 연관된 코드는 프로세스 수명 동안 암호화 자료를 메모리에 저장할 수 있습니다. 호출자가 더 이상 사용 권한이 없는 키를 사용하도록 허용할 수도 있습니다.
>
> `MostRecentProvider` 기호는 지원되는 이전 버전의 DynamoDB Encryption Client에서 더 이상 사용되지 않으며 버전 2.0.0에서 제거되었습니다. `CachingMostRecentProvider` 기호로 대체됩니다. 자세한 내용은 Most Recent Provider 업데이트 섹션을 참조하세요.

Most Recent Provider는 공급자 스토어 및 관련 암호화 소스에 대한 호출을 최소화해야 하는 애플리케이션과, 보안 요구 사항을 위반하지 않으면서 일부 암호화 자료를 재사용할 수 있는 애플리케이션에 적합합니다. 예를 들어 항목을 암호화하거나 복호화할 때마다 AWS KMS을 호출하지 않고도 AWS Key Management Service(AWS KMS)의 AWS KMS key에 따라 암호화 자료를 보호할 수 있습니다.

선택하는 공급자 스토어는 Most Recent Provider에서 사용하는 CMP 유형과 새 CMP를 가져오는 빈도를 결정합니다. 사용자가 설계한 사용자 정의 공급자 저장소를 포함하여 Most Recent Provider와 호환되는 모든 공급자 스토어를 사용할 수 있습니다.

DynamoDB Encryption Client에는 래핑된 자료 공급자(래핑된 CMP)를 생성하고 반환하는 MetaStore가 포함되어 있습니다. MetaStore는 생성한 래핑된 CMP의 여러 버전을 내부 DynamoDB 테이블에 저장하고 DynamoDB Encryption Client의 내부 인스턴스를 통한 클라이언트 측 암호화로 이를 보호합니다.

AWS KMS key로 보호되는 암호화 자료를 생성하는 Direct KMS Provider, 사용자가 제공하는 래핑 및 서명 키를 사용하는 래핑된 CMP 또는 사용자가 설계하는 호환 가능한 사용자 지정 CMP를 포함하여 테이블의 자료를 보호하기 위해 모든 유형의 내부 CMP를 사용하도록 MetaStore를 구성할 수 있습니다.

예제 코드는 다음을 참조하십시오.

- Java: MostRecentEncryptedItem
- Python: most_recent_provider_encrypted_table

주제

- Most Recent Provider 업데이트

사용 방법

Most Recent Provider를 생성하려면 공급자 저장소를 생성 및 구성한 다음 공급자 스토어를 사용하는 Most Recent Provider를 생성해야 합니다.

다음 예제에서는 MetaStore를 사용하고 Direct KMS Provider의 암호화 자료로 내부 DynamoDB 테이블의 버전을 보호하는 Most Recent Provider를 생성하는 방법을 보여줍니다. 이 예제에서는 `CachingMostRecentProvider` 기호를 사용합니다.

각 Most Recent Provider에는 MetaStore 테이블에서 CMP를 식별하는 이름, time-to-live(TTL) 설정, 캐시가 보유할 수 있는 항목 수를 결정하는 캐시 크기 설정이 있습니다. 이 예제에서는 캐시 크기를 항목 1,000개와 TTL 한 개를 60초로 설정합니다.

Java

```
// Set the name for MetaStore's internal table
final String keyTableName = 'metaStoreTable'

// Set the Region and AWS KMS key
final String region = 'us-west-2'
final String keyArn = 'arn:aws:kms:us-
west-2:111122223333:key/1234abcd-12ab-34cd-56ef-1234567890ab'

// Set the TTL and cache size
final long ttlInMillis = 60000;
final long cacheSize = 1000;

// Name that identifies the MetaStore's CMPs in the provider store
final String materialName = 'testMRP'

// Create an internal DynamoDB client for the MetaStore
final AmazonDynamoDB ddb =
 AmazonDynamoDBClientBuilder.standard().withRegion(region).build();

// Create an internal Direct KMS Provider for the MetaStore
final AWSKMS kms = AWSKMSClientBuilder.standard().withRegion(region).build();
final DirectKmsMaterialProvider kmsProv = new DirectKmsMaterialProvider(kms,
 keyArn);

// Create an item encryptor for the MetaStore,
```

```
// including the Direct KMS Provider
final DynamoDBEncryptor keyEncryptor = DynamoDBEncryptor.getInstance(kmsProv);

// Create the MetaStore
final MetaStore metaStore = new MetaStore(ddb, keyTableName, keyEncryptor);

//Create the Most Recent Provider
final CachingMostRecentProvider cmp = new CachingMostRecentProvider(metaStore,
 materialName, ttlInMillis, cacheSize);
```

Python

```
# Designate an AWS KMS key
kms_key_id = 'arn:aws:kms:us-
west-2:111122223333:key/1234abcd-12ab-34cd-56ef-1234567890ab'

# Set the name for MetaStore's internal table
meta_table_name = 'metaStoreTable'

# Name that identifies the MetaStore's CMPs in the provider store
material_name = 'testMRP'

# Create an internal DynamoDB table resource for the MetaStore
meta_table = boto3.resource('dynamodb').Table(meta_table_name)

# Create an internal Direct KMS Provider for the MetaStore
kms_cmp = AwsKmsCryptographicMaterialsProvider(key_id=kms_key_id)

# Create the MetaStore with the Direct KMS Provider
meta_store = MetaStore(
    table=meta_table,
    materials_provider=kms_cmp
)

# Create a Most Recent Provider using the MetaStore
#    Sets the TTL (in seconds) and cache size (# entries)
most_recent_cmp = MostRecentProvider(
    provider_store=meta_store,
    material_name=material_name,
    version_ttl=60.0,
    cache_size=1000
)
```

작동 방식

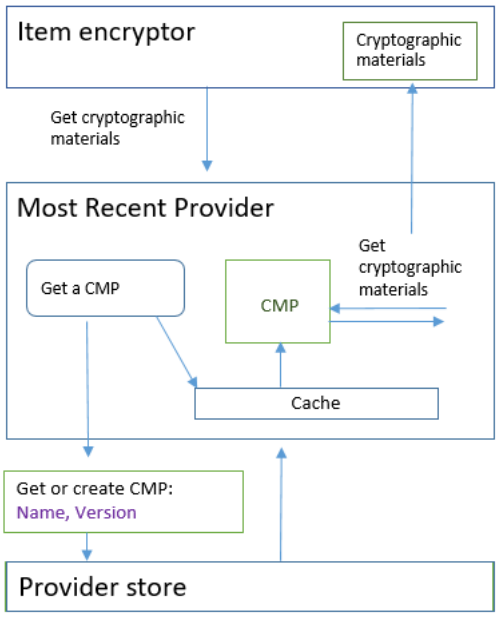
Most Recent Provider는 공급자 스토어에서 CMP를 가져옵니다. 그런 다음 CMP를 사용하여 항목 암호화 도구에 반환되는 암호화 자료를 생성합니다.

최신 제공자 정보

Most Recent Provider는 공급자 스토어에서 암호화 자료 공급자(CMP)를 가져옵니다. 그런 다음 CMP를 사용하여 반환되는 암호화 자료를 생성합니다. 각 Most Recent Provider는 하나의 공급자 스토어와 연결되어 있지만 공급자 스토어는 여러 호스트에 걸쳐 여러 공급자에게 CMP를 제공할 수 있습니다.

Most Recent Provider는 모든 공급자 스토어의 호환되는 CMP와 함께 사용할 수 있습니다. CMP에서 암호화 또는 복호화 자료를 요청하고 출력을 항목 암호화 도구로 반환합니다. 어떠한 암호화 작업도 수행하지 않습니다.

Most Recent Provider는 공급자 스토어에서 CMP를 요청하기 위해 관련 자료 이름과 사용할 기존 CMP의 버전을 제공합니다. 암호화 자료의 경우 Most Recent Provider는 항상 최대("최신") 버전을 요청합니다. 복호화 자료의 경우 다음 다이어그램과 같이 암호화 자료를 생성하는 데 사용된 CMP 버전을 요청합니다.



Most Recent Provider는 공급자 스토어에서 반환하는 CMP의 버전을 메모리의 로컬 Least Recently Used(LRU) 캐시에 저장합니다. 이 캐시에서는 Most Recent Provider가 모든 항목에 대해 공급자 스토어를 호출하지 않고 필요한 CMP를 가져올 수 있습니다. 요청 시 캐시를 지울 수 있습니다.

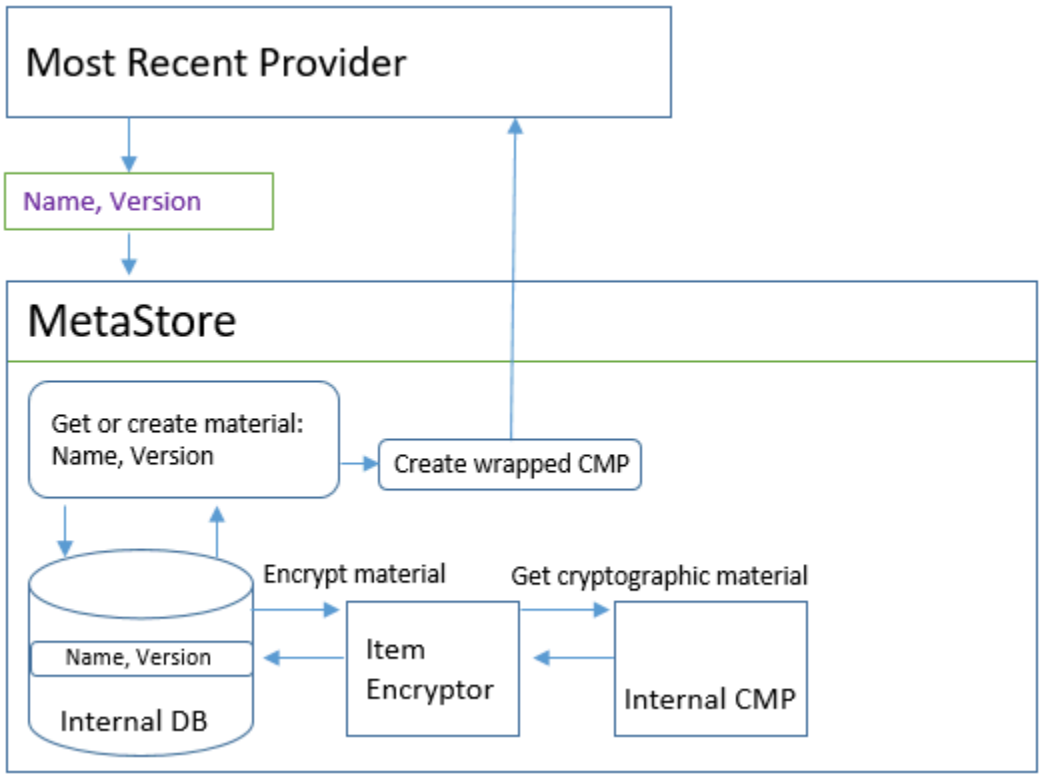
Most Recent Provider는 애플리케이션의 특성에 따라 조정할 수 있는 구성 가능한 time-to-live 값을 사용합니다.

MetaStore 정보

호환되는 사용자 지정 공급자 스토어를 비롯하여 모든 공급자 스토어와 함께 Most Recent Provider를 사용할 수 있습니다. DynamoDB Encryption Client에는 구성하고 사용자 지정할 수 있는 보안 구현인 MetaStore가 포함되어 있습니다.

MetaStore는 래핑된 CMP에 필요한 래핑 키, 언래핑 키, 서명 키로 구성된 래핑된 CMP를 생성하고 반환하는 공급자 스토어입니다. 래핑된 CMP는 항상 모든 항목에 대해 고유한 항목 암호화 키를 생성하므로 MetaStore는 Most Recent Provider를 위한 안전한 옵션입니다. 항목 암호화 키와 서명 키를 보호하는 래핑 키만 재사용됩니다.

다음 다이어그램은 MetaStore의 구성 요소, 그리고 이러한 구성 요소가 Most Recent Provider와 어떻게 상호 작용하는지를 보여줍니다.



MetaStore는 래핑된 CMP를 생성한 다음 이를 암호화된 형식으로 내부 DynamoDB 테이블에 저장합니다. 파티션 키는 Most Recent Provider 자료의 이름입니다. 정렬 키의 버전 번호입니다. 테이블의 자료는 항목 암호화 도구 및 내부 암호화 자료 공급자(CMP)를 포함한 내부 DynamoDB Encryption Client에 의해 보호됩니다.

Direct KMS Provider, Wrapped CMP(사용자가 제공하는 암호화 자료 포함) 또는 호환되는 사용자 지정 CMP 등 MetaStore에서 원하는 내부 CMP 유형을 사용할 수 있습니다. MetaStore의 내부 CMP가

Direct KMS Provider인 경우 재사용 가능한 래핑 및 서명 키는 AWS Key Management Service(AWS KMS)의 AWS KMS key에 따라 보호됩니다. MetaStore는 내부 테이블에 새 CMP 버전을 추가하거나 내부 테이블에서 CMP 버전을 가져올 때마다 AWS KMS을 호출합니다.

time-to-live 값 설정

생성한 각 Most Recent Provider에 대해 time-to-live(TTL) 값을 설정할 수 있습니다. 일반적으로 애플리케이션에 실용적인 가장 낮은 TTL 값을 사용합니다.

Most Recent Provider에 대한 `CachingMostRecentProvider` 기호에서 TTL 값의 사용이 변경되었습니다.

> **Note**
>
> Most Recent Provider에 대한 `MostRecentProvider` 기호는 지원되는 이전 버전의 DynamoDB Encryption Client에서 더 이상 사용되지 않으며 버전 2.0.0에서 제거됩니다. `CachingMostRecentProvider` 기호로 대체됩니다. 가능한 한 빨리 코드를 업데이트하는 것이 좋습니다. 자세한 내용은 Most Recent Provider 업데이트 섹션을 참조하세요.

`CachingMostRecentProvider`

`CachingMostRecentProvider`은 TTL 값은 두 가지 다른 방식으로 사용됩니다.

- TTL은 Most Recent Provider가 공급자 스토어에서 CMP의 새 버전을 확인하는 빈도를 결정합니다. 새 버전을 사용할 수 있는 경우 Most Recent Provider는 CMP를 교체하고 암호화 자료를 새로 고칩니다. 그렇지 않으면 현재 CMP 및 암호화 자료를 계속 사용합니다.
- TTL은 캐시의 CMP를 사용할 수 있는 기간을 결정합니다. Most Recent Provider는 암호화를 위해 캐시된 CMP를 사용하기 전에 캐시에 있는 시간을 평가합니다. CMP 캐시 시간이 TTL을 초과하면 CMP가 캐시에서 제거되고 Most Recent Provider는 해당 공급자 저장소에서 새로운 최신 버전의 CMP를 가져옵니다.

`MostRecentProvider`

`MostRecentProvider`에서 TTL은 Most Recent Provider가 공급자 스토어에서 CMP의 새 버전을 확인하는 빈도를 결정합니다. 새 버전을 사용할 수 있는 경우 Most Recent Provider는 CMP를 교체하고 암호화 자료를 새로 고칩니다. 그렇지 않으면 현재 CMP 및 암호화 자료를 계속 사용합니다.

TTL은 새 CMP 버전이 생성되는 빈도를 결정하지 않습니다. 암호화 자료를 교체하여 새로운 CMP 버전을 생성합니다.

이상적인 TTL 값은 애플리케이션과 해당 지연 시간 및 가용성 목표에 따라 다릅니다. TTL이 낮을수록 암호화 자료가 메모리에 저장되는 시간이 줄어들어 보안 프로필이 향상됩니다. 또한 TTL이 낮을수록 중요한 정보가 더 자주 새로 고쳐집니다. 예를 들어 내부 CMP가 Direct KMS Provider인 경우, 발신자가 여전히 AWS KMS key를 사용할 권한이 있는지 더 자주 확인합니다.

그러나 TTL이 너무 짧은 경우 공급자 스토어를 자주 호출하면 비용이 증가하고 공급자 스토어가 애플리케이션 및 서비스 계정을 공유하는 기타 애플리케이션의 요청을 제한할 수 있습니다. 암호화 자료를 회전하는 속도에 따라 TTL을 조정하면 이점을 얻을 수도 있습니다.

테스트하는 동안 애플리케이션과 보안 및 성능 표준에 적합한 구성을 찾을 때까지 다양한 작업 부하에 따라 TTL과 캐시 크기를 다양하게 변경합니다.

암호화 자료 교체

Most Recent Provider는 암호화 자료가 필요할 때 항상 자신이 알고 있는 CMP의 최신 버전을 사용합니다. 최신 버전을 확인하는 빈도는 가장 Most Recent Provider를 구성할 때 설정한 time-to-live(TTL) 값에 따라 결정됩니다.

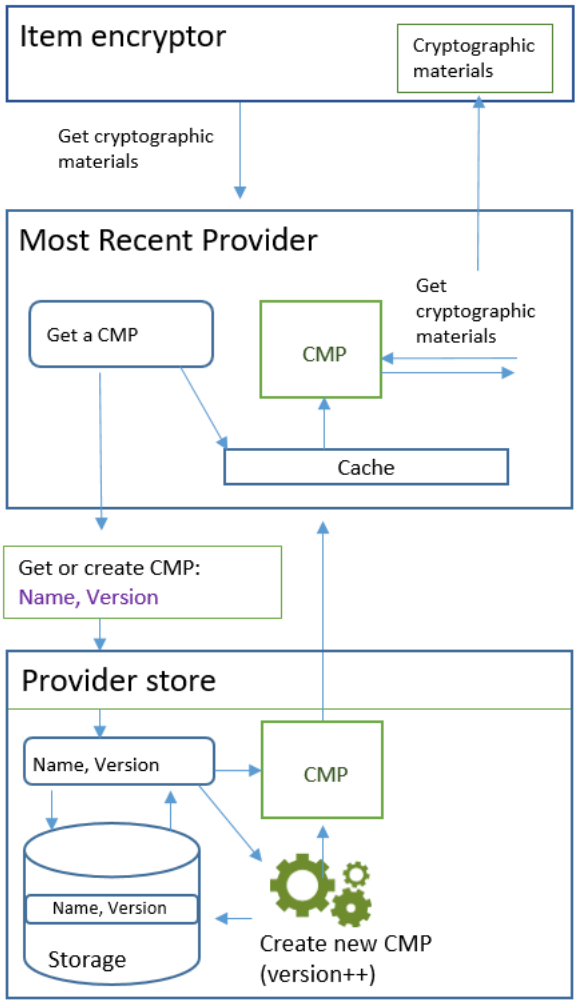
TTL이 만료되면 Most Recent Provider는 공급자 저장소에서 최신 버전의 CMP를 확인합니다. 사용 가능한 CMP가 있는 경우 Most Recent Provider는 이를 가져와 캐시의 CMP를 교체합니다. 공급자 스토어에 최신 버전이 있다는 것을 발견할 때까지 이 CMP와 해당 암호화 자료를 사용합니다.

공급자 스토어에 Most Recent Provider로 새 CMP 버전을 만들도록 알리려면 Most Recent Provider의 자료 이름을 사용하여 공급자 스토어의 새 공급자 만들기 작업을 호출합니다. 공급자 스토어는 새 CMP를 생성하고 더 높은 버전 번호로 내부 스토어에 암호화된 복사본을 저장합니다. (CMP도 반환하지만 삭제할 수 있습니다.) 결과적으로 Most Recent Provider는 다음 번에 공급자 스토어에 CMP의 최대 버전 번호를 쿼리할 때 더 큰 새로운 버전 번호를 얻고 이를 저장소에 대한 후속 요청에 사용하여 CMP의 새 버전이 생성되었는지 확인합니다.

시간, 처리된 항목이나 속성의 수, 애플리케이션에 적합한 기타 지표를 기준으로 새 공급자 생성 호출을 예약할 수 있습니다.

암호화 자료 가져오기

Most Recent Provider는 이 다이어그램에 표시된 다음과 같은 프로세스를 통해 항목 암호화 도구로 반환되는 암호화 자료를 가져옵니다. 출력은 공급자 스토어가 반환하는 CMP 유형에 따라 달라집니다. Most Recent Provider는 DynamoDB Encryption Client에 포함된 MetaStore를 포함하여 호환되는 모든 공급자 스토어를 사용할 수 있습니다.



`CachingMostRecentProvider` 기호를 사용하여 Most Recent Provider를 생성할 때 공급자 스토어, Most Recent Provider의 이름 및 time-to-live(TTL) 값을 지정합니다. 캐시에 존재할 수 있는 암호화 자료의 최대 수를 결정하는 캐시 크기를 선택적으로 지정할 수도 있습니다.

이 항목이 Most Recent Provider에 암호화 자료를 요청하면 Most Recent Provider는 캐시에서 CMP의 최신 버전을 검색하는 것부터 시작합니다.

- 캐시에서 최신 버전의 CMP를 찾았고 CMP가 TTL 값을 초과하지 않은 경우 Most Recent Provider는 CMP를 사용하여 암호화 자료를 생성합니다. 그런 다음 암호화 자료를 항목 암호화 도구에 반환합니다. 이 작업에는 공급자 스토어를 호출할 필요가 없습니다.
- 최신 버전의 CMP가 캐시에 없거나 캐시에 있지만 TTL 값을 초과한 경우 Most Recent Provider는 공급자 스토어에서 CMP를 요청합니다. 요청에는 Most Recent Provider 자료 이름과 알고 있는 최대 버전 번호가 포함됩니다.

  1. 공급자 스토어는 영구 스토리지에서 CMP를 반환합니다. 공급자 스토어가 MetaStore인 경우 가장 최근 공급자 자료 이름을 파티션 키로 사용하고, 버전 번호를 정렬 키로 사용하여 내부

DynamoDB 테이블에서 암호화되고 래핑된 CMP를 가져옵니다. MetaStore는 내부 항목 암호화 도구와 내부 CMP를 사용하여 래핑된 CMP를 복호화합니다. 그런 다음 일반 텍스트 CMP를 Most Recent Provider에 반환합니다. 내부 CMP가 Direct KMS Provider이면 이 단계에는 AWS Key Management Service(AWS KMS)에 대한 호출이 포함됩니다.

2. CMP 는 `amzn-ddb-meta-id` 필드를 실제 자료 설명에 추가합니다. 해당 값은 내부 테이블에 있는 CMP의 자료 이름과 버전입니다. 공급자 스토어는 CMP를 Most Recent Provider에게 반환합니다.
3. Most Recent Provider는 CMP를 메모리에 캐시합니다.
4. Most Recent Provider는 CMP를 사용하여 암호화 자료를 생성합니다. 그런 다음 암호화 자료를 항목 암호화 도구에 반환합니다.

복호화 자료 가져오기

항목 암호화 도구가 Most Recent Provider에 복호화 자료를 요청하는 경우 Most Recent Provider는 다음 프로세스를 사용하여 이러한 자료를 가져와서 반환합니다.

1. Most Recent Provider는 공급자 스토어에 항목을 암호화하는 데 사용되었던 암호화 자료의 버전 번호를 요청합니다. Most Recent Provider는 항목의 자료 설명 속성에서 실제 자료 설명을 전달합니다.
2. 공급자 스토어는 실제 자료 설명의 `amzn-ddb-meta-id` 필드에서 암호화 CMP 버전 번호를 가져와서 Most Recent Provider로 반환합니다.
3. Most Recent Provider는 항목을 암호화 및 서명하는 데 사용되었던 CMP 버전을 캐시에서 검색합니다.

- CMP의 일치하는 버전이 캐시에 있고 CMP가 time-to-live(TTL) 값을 초과하지 않은 경우 Most Recent Provider는 CMP를 사용하여 복호화 자료를 생성합니다. 그런 다음 복호화 자료를 항목 암호화 도구에 반환합니다. 이 작업에는 공급자 스토어나 다른 CMP에 대한 호출이 필요하지 않습니다.
- CMP의 일치하는 버전이 캐시에 없거나 캐시된 AWS KMS key이 TTL 값을 초과한 경우 Most Recent Provider는 공급자 스토어에서 CMP를 요청합니다. 요청에 자료 이름과 암호화 CMP 버전 번호를 보냅니다.

  1. 공급자 스토어는 Most Recent Provider 이름을 파티션 키로 사용하고 버전 번호를 정렬 키로 사용하여 CMP에 대한 영구 스토리지를 검색합니다.
     - 이름과 버전 번호가 영구 스토리지에 없으면 공급자 스토어에서 예외가 발생합니다. 공급자 스토어를 사용하여 CMP를 생성한 경우 의도적으로 삭제하지 않는 한 CMP는 영구 스토리지에 저장되어야 합니다.

- CMP와 해당 이름 및 버전 번호가 공급자 스토어의 영구 스토리지 안에 있으면 공급자 스토어가 지정된 CMP를 Most Recent Provider로 반환합니다.

  공급자 스토어가 MetaStore인 경우 DynamoDB 테이블에서 암호화된 CMP를 가져옵니다. 그런 다음 CMP를 Most Recent Provider로 반환하기 전에 내부 CMP의 암호화 자료를 사용하여 암호화된 CMP를 복호화합니다. 내부 CMP가 Direct KMS Provider이면 이 단계에는 AWS Key Management Service(AWS KMS)에 대한 호출이 포함됩니다.

2. Most Recent Provider는 CMP를 메모리에 캐시합니다.
3. Most Recent Provider는 CMP를 사용하여 복호화 자료를 생성합니다. 그런 다음 복호화 자료를 항목 암호화 도구에 반환합니다.

Most Recent Provider 업데이트

Most Recent Provider의 기호가 `MostRecentProvider`에서 `CachingMostRecentProvider`로 변경되었습니다.

> **Note**
>
> Most Recent Provider를 나타내는 `MostRecentProvider` 기호는 Java용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.15 및 Python용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.3에서 더 이상 사용되지 않으며 두 언어 구현 모두의 DynamoDB Encryption Client 버전 2.0.0에서 제거됩니다. 그 대신 `CachingMostRecentProvider`을 사용합니다.

`CachingMostRecentProvider`에서는 다음 변경 사항을 구현합니다.

- `CachingMostRecentProvider`는 메모리 내 시간이 구성된 time-to-live(TTL) 값을 초과하는 경우 메모리에서 암호화 자료를 주기적으로 제거합니다.

  `MostRecentProvider`는 프로세스 수명 동안 암호화 자료를 메모리에 저장할 수 있습니다. 결과적으로 Most Recent Provider는 인증 변경 사항을 인식하지 못할 수도 있습니다. 호출자의 암호화 키 사용 권한이 취소된 후 암호화 키를 사용할 수 있습니다.

  이 새 버전으로 업데이트할 수 없는 경우 주기적으로 캐시에서 `clear()` 방법를 호출하면 비슷한 효과를 얻을 수 있습니다. 이 방법를 사용하면 캐시 콘텐츠를 수동으로 플러시하고 Most Recent Provider가 새 CMP 및 새 암호화 자료를 요청해야 합니다.
- 또한 `CachingMostRecentProvider`에는 캐시를 더 효과적으로 제어할 수 있는 캐시 크기 설정도 포함되어 있습니다.

CachingMostRecentProvider로 업데이트하려면 코드에서 기호 이름을 변경해야 합니다. 다른 모든 측면에서 CachingMostRecentProvider는 MostRecentProvider와 완전히 역호환됩니다. 테이블 항목을 다시 암호화할 필요가 없습니다.

그러나 CachingMostRecentProvider는 기본 키 인프라에 대한 더 많은 호출을 생성합니다. 각 time-to-live(TTL) 간격마다 공급자 스토어를 한 번 이상 호출합니다. 활성 CMP가 많은 애플리케이션(빈번한 교체로 인해) 또는 대규모 플릿이 있는 애플리케이션은 이러한 변화에 민감할 가능성이 높습니다.

업데이트된 코드를 릴리스하기 전에 철저하게 테스트하여 더 빈번한 호출로 인해 애플리케이션이 손상되거나 AWS Key Management Service(AWS KMS) 또는 Amazon DynamoDB와 같이 공급자가 의존하는 서비스에 의해 제한이 발생하지 않는지 확인합니다. 성능 문제를 완화하려면 관찰한 성능 특성에 따라 캐시 크기와 CachingMostRecentProvider의 수명을 조정합니다. 자세한 지침은 time-to-live 값 설정 섹션을 참조하세요.

Static Materials Provider

> **Note**
>
> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 다음 주제에서는 Java용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~2.x 와 Python용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~3.x에 대한 정보를 제공합니다. 자세한 내용은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB 버전 지원을 참조하세요.

Static Materials Provider(정적 CMP)는 테스트, 개념 증명 데모 및 레거시 호환성을 위한 매우 간단한 암호화 자료 공급자(CMP)입니다.

Static CMP를 사용하여 테이블 항목을 암호화하려면 Advanced Encryption Standard(AES) 대칭 암호화 키 및 서명 키 또는 키 페어를 제공합니다. 암호화된 항목을 복호화하려면 동일한 키를 제공해야 합니다. 정적 CMP는 어떠한 암호화 작업도 수행하지 않습니다. 대신, 사용자가 제공한 암호화 키를 항목 암호화 도구에 변경되지 않은 상태로 전달합니다. 항목 암호화 도구는 암호화 키 바로 아래에 있는 항목을 암호화합니다. 그런 다음 서명 키를 직접 사용하여 서명합니다.

정적 CMP는 고유한 암호화 자료를 생성하지 않기 때문에 처리하는 모든 테이블 항목은 동일한 암호화 키로 암호화되고 동일한 서명 키로 서명됩니다. 동일한 키를 사용하여 수많은 항목의 속성 값을 암호화하거나 동일한 키 또는 키 페어를 사용하여 모든 항목에 서명하면 키의 암호화 제한을 초과할 위험이 있습니다.

> **Note**
>
> Java 라이브러리의 Asymmetric Static Provider는 Static Provider가 아닙니다. 단순히 Wrapped CMP에 대한 대체 생성자를 제공할 뿐입니다. 프로덕션 환경에서는 안전하지만 가능하면 래핑된 CMP를 직접 사용해야 합니다.

정적 CMP는 DynamoDB Encryption Client가 지원하는 여러 암호화 자료 공급자(CMP) 중 하나입니다. 기타 CMP에 대한 자세한 내용은 암호화 자료 공급자 섹션을 참조하세요.

예제 코드는 다음을 참조하십시오.

- Java: SymmetricEncryptedItem

주제

- 사용 방법
- 작동 방식

사용 방법

정적 공급자를 생성하려면 암호화 키 또는 키 페어와 서명 키 또는 키 페어를 제공합니다. 테이블 항목을 암호화하고 복호화하려면 키 자료를 제공해야 합니다.

Java

```
// To encrypt
SecretKey cek = ...;        // Encryption key
SecretKey macKey =  ...;    // Signing key
EncryptionMaterialsProvider provider = new SymmetricStaticProvider(cek, macKey);

// To decrypt
SecretKey cek = ...;        // Encryption key
SecretKey macKey =  ...;    // Verification key
EncryptionMaterialsProvider provider = new SymmetricStaticProvider(cek, macKey);
```

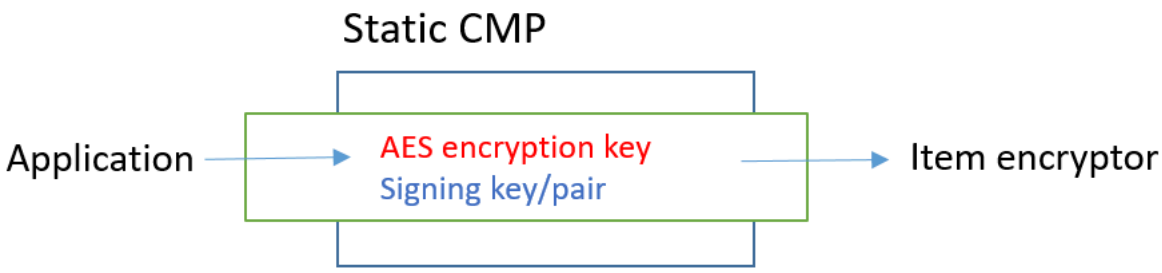
Python

```
# You can provide encryption materials, decryption materials, or both
encrypt_keys = EncryptionMaterials(
```

```
    encryption_key = ...,
    signing_key = ...
)

decrypt_keys = DecryptionMaterials(
    decryption_key = ...,
    verification_key = ...
)

static_cmp = StaticCryptographicMaterialsProvider(
    encryption_materials=encrypt_keys
    decryption_materials=decrypt_keys
)
```

작동 방식

정적 공급자는 항목 암호화 도구에 제공하는 암호화 및 서명 키를 전달합니다(암호화 및 서명 키가 테이블 항목을 암호화 및 서명하는 데 직접 사용된 경우). 각 항목에 대해 다른 키를 제공하지 않는 한 모든 항목에 동일한 키가 사용됩니다.



암호화 자료 가져오기

이 단원에서는 암호화 자료 요청 수신 시 Static Materials Provider(정적 CMP)의 입력, 출력 및 처리에 대해 자세히 설명합니다.

입력(애플리케이션에서)

- 암호화 키 – Advanced Encryption Standard(AES) 키와 같은 대칭 키여야 합니다.
- 서명 키 – 대칭 키 또는 비대칭 키 페어일 수 있습니다.

입력(항목 암호화 도구에서)

- DynamoDB 암호화 컨텍스트

출력(항목 암호화 도구로)

- 암호화 키가 입력으로 전달되었습니다.
- 서명 키가 입력으로 전달되었습니다.
- 실제 자료 설명: 변경되지 않은 요청한 자료 설명(있는 경우).

복호화 자료 가져오기

이 단원에서는 복호화 자료 요청 수신 시 Static Materials Provider(정적 CMP)의 입력, 출력 및 처리에 대해 자세히 설명합니다.

암호화 자료를 가져오는 방법과 복호화 자료를 가져오는 방법이 별도로 포함되어 있지만 동작은 동일합니다.

입력(애플리케이션에서)

- 암호화 키 – Advanced Encryption Standard(AES) 키와 같은 대칭 키여야 합니다.
- 서명 키 – 대칭 키 또는 비대칭 키 페어일 수 있습니다.

입력(항목 암호화 도구에서)

- DynamoDB 암호화 컨텍스트(사용되지 않음)

출력(항목 암호화 도구로)

- 암호화 키가 입력으로 전달되었습니다.
- 서명 키가 입력으로 전달되었습니다.

Amazon DynamoDB Encryption Client에서 사용할 수 있는 프로그래밍 언어

> **Note**
>
> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 다음 주제에서는 Java용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~2.x 와 Python용

DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~3.x에 대한 정보를 제공합니다. 자세한 내용은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB 버전 지원을 참조하세요.

Amazon DynamoDB Encryption Client는 다음 프로그래밍 언어에 사용할 수 있습니다. 언어별 라이브러리는 다양하지만 결과 구현은 상호 운용이 가능합니다. 예를 들어 Java 클라이언트로 항목을 암호화(및 서명)하고 Python 클라이언트로 항목을 복호화할 수 있습니다.

자세한 내용은 해당 주제를 참조하세요.

주제

- Amazon DynamoDB Encryption Client for Java
- DynamoDB Encryption Client for Python

Amazon DynamoDB Encryption Client for Java

Note

클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 다음 주제에서는 Java용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~2.x 와 Python용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~3.x에 대한 정보를 제공합니다. 자세한 내용은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB 버전 지원을 참조하세요.

이 주제에서는 Amazon DynamoDB Encryption Client for Java를 설치하고 사용하는 방법을 설명합니다. DynamoDB Encryption Client를 사용한 프로그래밍에 대한 자세한 내용은 Java 예제, GitHub의 aws-dynamodb-encryption-java 리포지토리에 있는 예제 및 DynamoDB Encryption Client용 Javadoc을 참조하세요.

Note

Java용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x.x는 2022년 7월부터 지원 종료 단계에 있습니다. 가능한 한 빨리 최신 버전으로 업그레이드하세요.

주제

- 필수 조건

- 설치
- DynamoDB Encryption Client for Java 사용
- DynamoDB Encryption Client for Java의 예제 코드

필수 조건

Amazon DynamoDB Encryption Client for Java를 설치하기 전에 다음 사전 조건이 충족되었는지 확인합니다.

Java 개발 환경

Java 8 이상이 필요합니다. Oracle 웹 사이트에서 Java SE 다운로드로 이동한 다음 Java SE Development Kit(JDK)를 다운로드하여 설치합니다.

Oracle JDK를 사용하는 경우 Java Cryptography Extension(JCE) Unlimited Strength Jurisdiction Policy File도 다운로드하여 설치해야 합니다.

AWS SDK for Java

DynamoDB Encryption Client에는 애플리케이션이 DynamoDB와 상호 작용하지 않는 경우에도 AWS SDK for Java의 DynamoDB 모듈이 필요합니다. 전체 SDK를 설치하거나 이 모듈만 설치할 수 있습니다. Maven을 사용하는 경우 `pom.xml` 파일에 `aws-java-sdk-dynamodb`을 추가합니다.

AWS SDK for Java 설치 및 구성에 대한 자세한 내용은 AWS SDK for Java를 참조하십시오.

설치

다음과 같은 방법으로 Amazon DynamoDB Encryption Client for Java를 설치할 수 있습니다.

직접 만들기

Amazon DynamoDB Encryption Client for Java를 설치하려면 aws-dynamodb-encryption-java GitHub 리포지토리를 복제하거나 다운로드하세요.

Apache Maven 사용

Amazon DynamoDB Encryption Client for Java는 다음 종속성 정의와 함께 Apache Maven을 통해 사용할 수 있습니다.

```
<dependency>
  <groupId>com.amazonaws</groupId>
```

```
  <artifactId>aws-dynamodb-encryption-java</artifactId>
  <version>version-number</version>
</dependency>
```

SDK를 설치한 후에는 이 가이드의 예제 코드와 GitHub의 DynamoDB Encryption Client Javadoc을 살펴보는 것부터 시작합니다.

DynamoDB Encryption Client for Java 사용

> **Note**
>
> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 다음 주제에서는 Java용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~2.x 와 Python용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~3.x에 대한 정보를 제공합니다. 자세한 내용은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB 버전 지원을 참조하세요.

이 주제에서는 다른 프로그래밍 언어 구현에서는 찾을 수 없는 Java의 DynamoDB Encryption Client 기능 중 일부를 설명합니다.

DynamoDB Encryption Client를 사용한 프로그래밍에 대한 자세한 내용은 Java 예제, GitHub에 대한 `aws-dynamodb-encryption-java repository`의 예제 및 DynamoDB Encryption Client용 Javadoc를 참조하세요.

주제

- 항목 암호화 도구: AttributeEncryptor 및 DynamoDBEncryptor
- 저장 동작 구성
- Java의 속성 작업
- 테이블 이름 재정의

항목 암호화 도구: AttributeEncryptor 및 DynamoDBEncryptor

Java의 DynamoDB Encryption Client에는 두 개의 항목 암호화 도구, 즉 하위 수준 DynamoDBEncryptor 및 AttributeEncryptor가 있습니다.

`AttributeEncryptor`는 DynamoDB Encryption Client.의 `DynamoDB Encryptor`와 함께 AWS SDK for Java에서 DynamoDBMapper를 사용하는 데 도움이 되는 헬퍼 클래스입니다.

DynamoDBMapper와 함께 AttributeEncryptor를 사용하면 사용자가 항목을 저장할 때 항목을 사용자 모르게 암호화하고 서명합니다. 또한 사용자가 항목을 로드할 때 항목을 사용자 모르게 확인하고 복호화합니다.

저장 동작 구성

AttributeEncryptor 및 DynamoDBMapper를 사용하여 서명만 있거나 암호화 및 서명된 속성이 있는 테이블 항목을 추가하거나 교체할 수 있습니다. 이러한 작업의 경우 다음 예와 같이 PUT 저장 동작을 사용하도록 구성하는 것이 좋습니다. 그렇지 않으면 데이터를 복호화하지 못할 수 있습니다.

```
DynamoDBMapperConfig mapperConfig =
 DynamoDBMapperConfig.builder().withSaveBehavior(SaveBehavior.PUT).build();
DynamoDBMapper mapper = new DynamoDBMapper(ddb, mapperConfig, new
 AttributeEncryptor(encryptor));
```

테이블 항목에서 모델링된 속성만 업데이트하는 기본 저장 동작을 사용하는 경우 모델링되지 않은 속성은 서명에 포함되지 않으며 테이블 쓰기에 의해 변경되지 않습니다. 따라서 모델링되지 않은 속성을 포함하지 않기 때문에 나중에 모든 속성을 읽을 때 서명이 검증되지 않습니다.

CLOBBER 저장 동작을 사용할 수도 있습니다. 이 동작은 낙관적 잠금을 비활성화하고 테이블의 항목을 덮어쓴다는 점을 제외하면 PUT 저장 동작과 동일합니다.

서명 오류를 방지하기 위해 DynamoDB Encryption Client는 AttributeEncryptor를 저장 동작이 CLOBBER 또는 PUT로 구성되지 않은 DynamoDBMapper와 함께 사용하는 경우 런타임 예외를 발생시킵니다.

예제에 사용된 이 코드를 보려면 DynamoDBMapper 사용 및 GitHub의 aws-dynamodb-encryption-java 리포지토리에 있는 AwsKmsEncryptedObject.java 예제를 참조하세요.

Java의 속성 작업

속성 작업은 암호화 및 서명되는 속성 값, 서명만 되는 속성 값 및 무시되는 속성 값을 결정합니다. 속성 작업을 지정하는 데 사용하는 메서드는 DynamoDBMapper 및 AttributeEncryptor, 또는 하위 수준 DynamoDBEncryptor 중 어느 것을 사용하는지에 따라 달라집니다.

> **Important**
>
> 속성 작업을 사용하여 테이블 항목을 암호화한 후 데이터 모델에서 속성을 추가하거나 제거하면 서명 검증 오류가 발생하여 데이터를 복호화하지 못할 수 있습니다. 자세한 내용은 데이터 모델 변경 단원을 참조하십시오.

DynamoDBMapper에 대한 속성 작업

DynamoDBMapper 및 AttributeEncryptor를 사용하는 경우 주석을 사용하여 속성 작업을 지정합니다. DynamoDB Encryption Client는 속성 유형을 정의하는 표준 DynamoDB 속성 주석을 사용하여 속성을 보호하는 방법을 결정합니다. 기본적으로 기본 키(서명되지만 암호화되지 않음)를 제외하고는 모든 속성이 암호화 및 서명됩니다.

> **Note**
>
> 서명할 수 있고 서명해야 하더라도 @DynamoDBVersionAttribute 주석을 사용하여 속성 값을 암호화하지 마십시오. 그렇지 않으면 해당 값을 사용하는 조건이 의도하지 않은 영향을 미치게 됩니다.

```
// Attributes are encrypted and signed
@DynamoDBAttribute(attributeName="Description")

// Partition keys are signed but not encrypted
@DynamoDBHashKey(attributeName="Title")

// Sort keys are signed but not encrypted
@DynamoDBRangeKey(attributeName="Author")
```

예외를 지정하려면 DynamoDB Encryption Client for Java에 정의된 암호화 주석을 사용합니다. 클래스 수준에서 지정하면 해당 값이 클래스의 기본값이 됩니다.

```
// Sign only
@DoNotEncrypt

// Do nothing; not encrypted or signed
@DoNotTouch
```

예를 들어 이러한 주석은 PublicationYear 속성에 서명하지만 암호화하지는 않으며 ISBN 속성 값을 암호화하거나 서명하지 않습니다.

```
// Sign only (override the default)
@DoNotEncrypt
@DynamoDBAttribute(attributeName="PublicationYear")

// Do nothing (override the default)
```

```
@DoNotTouch
@DynamoDBAttribute(attributeName="ISBN")
```

DynamoDBEncryptor에 대한 속성 작업

DynamoDBEncryptor를 직접 사용하는 경우 속성 작업을 지정하려면 이름-값 페어가 속성 이름 및 지정한 작업을 표현하는 HashMap 객체를 만듭니다.

속성 작업에 유효한 값은 EncryptionFlags 열거 유형으로 정의되어 있습니다. ENCRYPT 및 SIGN와 함께 사용하거나 SIGN 단독으로 사용하거나 둘 다 생략할 수 있습니다. 하지만 ENCRYPT 단독으로 사용하는 경우 DynamoDB Encryption Client에서 오류가 발생합니다. 서명하지 않은 속성은 암호화할 수 없습니다.

```
ENCRYPT
SIGN
```

> **Warning**
>
> 기본 키 속성은 암호화하지 마십시오. 일반 텍스트로 남겨 두어야 DynamoDB에서 전체 테이블 스캔을 실행하지 않고 해당 항목을 찾을 수 있습니다.

암호화 컨텍스트에서 프라이머리 키를 지정하고 나서 프라이머리 키 속성에 대한 속성 작업에서 ENCRYPT를 지정하는 경우 DynamoDB Encryption Client에서 예외가 발생합니다.

예를 들어 다음 Java 코드는 record 항목의 모든 속성을 암호화하고 서명하는 actions HashMap을 만듭니다. 서명되었지만 암호화되지 않은 파티션 키 및 정렬 키 속성 및 서명되거나 암호화되지 않은 test 속성은 예외입니다.

```
final EnumSet<EncryptionFlags> signOnly = EnumSet.of(EncryptionFlags.SIGN);
final EnumSet<EncryptionFlags> encryptAndSign = EnumSet.of(EncryptionFlags.ENCRYPT,
 EncryptionFlags.SIGN);
final Map<String, Set<EncryptionFlags>> actions = new HashMap<>();

for (final String attributeName : record.keySet()) {
  switch (attributeName) {
    case partitionKeyName: // no break; falls through to next case
    case sortKeyName:
      // Partition and sort keys must not be encrypted, but should be signed
      actions.put(attributeName, signOnly);
```

```
      break;
    case "test":
      // Don't encrypt or sign
      break;
    default:
      // Encrypt and sign everything else
      actions.put(attributeName, encryptAndSign);
      break;
  }
}
```

그런 다음 DynamoDBEncryptor의 encryptRecord 방법을 호출할 때 맵을 attributeFlags 파라미터의 값으로 지정합니다. 예를 들어, encryptRecord에 대한 이 호출은 actions 맵을 사용합니다.

```
// Encrypt the plaintext record
final Map<String, AttributeValue> encrypted_record = encryptor.encryptRecord(record,
 actions, encryptionContext);
```

테이블 이름 재정의

DynamoDB Encryption Client에서 DynamoDB 테이블의 이름은 암호화 및 복호화 메서드에 전달되는 DynamoDB 암호화 컨텍스트의 요소입니다. 테이블 항목을 암호화하거나 서명할 때 테이블 이름을 포함한 DynamoDB 암호화 컨텍스트는 암호화 텍스트에 암호로 바인딩됩니다. decrypt 방법에 전달된 DynamoDB 암호화 컨텍스트가 encrypt 방법에 전달된 DynamoDB 암호화 컨텍스트와 일치하지 않으면 복호화 작업이 실패합니다.

테이블을 백업하거나 특정 시점으로 복구를 수행할 때와 같이 테이블 이름이 변경되는 경우도 있습니다. 이러한 항목의 서명을 복호화하거나 확인할 때 원래 테이블 이름을 포함하여 항목을 암호화하고 서명하는 데 사용된 것과 동일한 DynamoDB 암호화 컨텍스트를 전달해야 합니다. 현재 테이블 이름은 필요하지 않습니다.

DynamoDBEncryptor를 사용하는 경우 DynamoDB 암호화 컨텍스트를 수동으로 결합합니다. 그러나 DynamoDBMapper를 사용하는 경우 AttributeEncryptor는 현재 테이블 이름을 포함하여 DynamoDB 암호화 컨텍스트를 만듭니다. AttributeEncryptor에서 다른 테이블 이름으로 암호화 컨텍스트를 만들도록 지정하려면 EncryptionContextOverrideOperator를 사용합니다.

예를 들어 다음 코드에서는 CMP(암호화 자료 공급자) 및 DynamoDBEncryptor의 인스턴스를 만듭니다. 그런 다음 DynamoDBEncryptor의 setEncryptionContextOverrideOperator 메서드를 호출합니다. 하나의 테이블 이름을 재정의하는 overrideEncryptionContextTableName 연산자를 사용합니다. 이 방법으로 구성되면 AttributeEncryptor는 oldTableName 대

신 newTableName을 포함하는 DynamoDB 암호화 컨텍스트를 생성합니다. 전체 예제는 EncryptionContextOverridesWithDynamoDBMapper.java를 참조하십시오.

```
final DirectKmsMaterialProvider cmp = new DirectKmsMaterialProvider(kms, keyArn);
final DynamoDBEncryptor encryptor = DynamoDBEncryptor.getInstance(cmp);

encryptor.setEncryptionContextOverrideOperator(EncryptionContextOperators.overrideEncryptionCon
                oldTableName, newTableName));
```

항목을 복호화하고 확인하는 DynamoDBMapper의 load 메서드를 호출할 때 원래 테이블 이름을 지정합니다.

```
mapper.load(itemClass, DynamoDBMapperConfig.builder()

 .withTableNameOverride(DynamoDBMapperConfig.TableNameOverride.withTableNameReplacement(oldTabl
                .build());
```

여러 테이블 이름을 재정의하는 overrideEncryptionContextTableNameUsingMap 연산자를 사용할 수도 있습니다.

테이블 이름 재정의 연산자는 일반적으로 데이터를 복호화하고 서명을 확인할 때 사용됩니다. 그러나 암호화 및 서명 시 DynamoDB 암호화 컨텍스트의 테이블 이름을 다른 값으로 설정하는 데 사용할 수 있습니다.

DynamoDBEncryptor를 사용하는 경우 테이블 이름 재정의 연산자를 사용하지 마십시오. 대신 원래 테이블 이름으로 암호화 컨텍스트를 만들고 복호화 메서드에 제출하십시오.

DynamoDB Encryption Client for Java의 예제 코드

> **Note**
>
> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 다음 주제에서는 Java용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~2.x 와 Python용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~3.x에 대한 정보를 제공합니다. 자세한 내용은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB 버전 지원을 참조하세요.

다음 예제에서는 DynamoDB Encryption Client for Java를 사용하여 애플리케이션에서 DynamoDB 테이블 항목을 보호하는 방법을 보여줍니다. GitHub의 aws-dynamodb-encryption-java 리포지토리의 예제 디렉터리에서 더 많은 예제를 찾고 직접 제공할 수 있습니다.

주제

- DynamoDBEncryptor 사용
- DynamoDBMapper 사용

DynamoDBEncryptor 사용

이 예제에서는 Direct KMS Provider와 함께 하위 수준 DynamoDBEncryptor를 사용하는 방법을 보여 줍니다. Direct KMS Provider는 사용자가 지정한 AWS Key Management Service(AWS KMS)의 AWS KMS key로 암호화 자료를 생성 및 보호합니다.

`DynamoDBEncryptor`와 함께 호환 가능한 암호화 자료 공급자(CMP)를 사용할 수 있고 `DynamoDBMapper` 및 AttributeEncryptor에서는 Direct KMS Provider를 사용할 수 있습니다.

전체 코드 샘플 보기: AwsKmsEncryptedItem.java

1단계: Direct KMS Provider 생성

지정된 리전을 사용하여 AWS KMS 클라이언트 인스턴스를 생성합니다. 그런 다음 클라이언트 인스턴스를 사용하여 원하는 AWS KMS key로 Direct KMS Provider의 인스턴스를 생성합니다.

이 예제에서는 Amazon 리소스 이름(ARN)을 사용하여 AWS KMS key를 식별하지만, 사용자는 모든 유효한 식별자를 사용할 수 있습니다.

```
final String keyArn = 'arn:aws:kms:us-
west-2:111122223333:key/1234abcd-12ab-34cd-56ef-1234567890ab'
final String region = 'us-west-2'

final AWSKMS kms = AWSKMSClientBuilder.standard().withRegion(region).build();
final DirectKmsMaterialProvider cmp = new DirectKmsMaterialProvider(kms, keyArn);
```

2단계: 항목 생성

이 예제는 샘플 테이블 항목을 나타내는 `record` HashMap을 정의합니다.

```
final String partitionKeyName = "partition_attribute";
final String sortKeyName = "sort_attribute";

final Map<String, AttributeValue> record = new HashMap<>();
record.put(partitionKeyName, new AttributeValue().withS("value1"));
record.put(sortKeyName, new AttributeValue().withN("55"));
record.put("example", new AttributeValue().withS("data"));
```

```
record.put("numbers", new AttributeValue().withN("99"));
record.put("binary", new AttributeValue().withB(ByteBuffer.wrap(new byte[]{0x00,
 0x01, 0x02})));
record.put("test", new AttributeValue().withS("test-value"));
```

3단계: DynamoDBEncryptor 생성

Direct KMS Provider를 사용하여 DynamoDBEncryptor 인스턴스를 생성합니다.

```
final DynamoDBEncryptor encryptor = DynamoDBEncryptor.getInstance(cmp);
```

4단계: DynamoDB 암호화 컨텍스트 생성

DynamoDB 암호화 컨텍스트에는 테이블 구조와 암호화 및 서명 방법에 대한 정보가 포함되어 있습니다. DynamoDBMapper를 사용하는 경우 AttributeEncryptor에서 자동으로 암호화 컨텍스트를 생성합니다.

```
final String tableName = "testTable";

final EncryptionContext encryptionContext = new EncryptionContext.Builder()
    .withTableName(tableName)
    .withHashKeyName(partitionKeyName)
    .withRangeKeyName(sortKeyName)
    .build();
```

5단계: 속성 작업 객체 생성

속성 작업은 암호화 및 서명되는 항목 속성, 서명되기만 하는 속성, 암호화 및 서명되지 않는 속성을 결정합니다.

Java에서 속성 작업을 지정하려면 속성 이름 및 EncryptionFlags 값 페어로 구성된 HashMap을 생성합니다.

예를 들어, 다음 Java 코드는 서명되었지만 암호화되지 않은 파티션 키 및 정렬 키 속성과 서명되거나 암호화되지 않은 test 속성을 제외한 record 항목의 모든 속성을 암호화하고 서명하는 actions HashMap을 생성합니다.

```
final EnumSet<EncryptionFlags> signOnly = EnumSet.of(EncryptionFlags.SIGN);
final EnumSet<EncryptionFlags> encryptAndSign = EnumSet.of(EncryptionFlags.ENCRYPT,
 EncryptionFlags.SIGN);
final Map<String, Set<EncryptionFlags>> actions = new HashMap<>();
```

```
for (final String attributeName : record.keySet()) {
  switch (attributeName) {
    case partitionKeyName: // fall through to the next case
    case sortKeyName:
      // Partition and sort keys must not be encrypted, but should be signed
      actions.put(attributeName, signOnly);
      break;
    case "test":
      // Neither encrypted nor signed
      break;
    default:
      // Encrypt and sign all other attributes
      actions.put(attributeName, encryptAndSign);
      break;
  }
}
```

6단계: 항목 암호화 및 서명

테이블 항목을 암호화하고 서명하려면 `DynamoDBEncryptor`의 인스턴스에서 `encryptRecord` 방법을 호출합니다. 테이블 항목(`record`), 속성 작업(`actions`) 및 암호화 컨텍스트(`encryptionContext`)를 지정합니다.

```
final Map<String, AttributeValue> encrypted_record = encryptor.encryptRecord(record,
 actions, encryptionContext);
```

7단계: DynamoDB 테이블에 항목 넣기

마지막으로 암호화되고 서명된 항목을 DynamoDB 테이블에 넣습니다.

```
final AmazonDynamoDB ddb = AmazonDynamoDBClientBuilder.defaultClient();
ddb.putItem(tableName, encrypted_record);
```

DynamoDBMapper 사용

다음 예에서는 Direct KMS Provider와 함께 DynamoDB 매퍼 도우미 클래스를 사용하는 방법을 보여 줍니다. Direct KMS Provider는 사용자가 지정한 AWS Key Management Service(AWS KMS)의 AWS KMS key로 암호화 자료를 생성 및 보호합니다.

`DynamoDBMapper`와 함께 호환 가능한 암호화 자료 공급자(CMP)를 사용할 수 있으며, 하위 수준 `DynamoDBEncryptor`오 함께 Direct KMS Provider를 사용할 수 있습니다.

전체 코드 샘플 보기: AwsKmsEncryptedObject.java

1단계: Direct KMS Provider 생성

지정된 리전을 사용하여 AWS KMS 클라이언트 인스턴스를 생성합니다. 그런 다음 클라이언트 인스턴스를 사용하여 원하는 AWS KMS key로 Direct KMS Provider의 인스턴스를 생성합니다.

이 예제에서는 Amazon 리소스 이름(ARN)을 사용하여 AWS KMS key를 식별하지만, 사용자는 모든 유효한 식별자를 사용할 수 있습니다.

```
final String keyArn = 'arn:aws:kms:us-
west-2:111122223333:key/1234abcd-12ab-34cd-56ef-1234567890ab'
final String region = 'us-west-2'

final AWSKMS kms = AWSKMSClientBuilder.standard().withRegion(region).build();
final DirectKmsMaterialProvider cmp = new DirectKmsMaterialProvider(kms, keyArn);
```

2단계: DynamoDB Encryptor 및 DynamoDBMapper 만들기

이전 단계에서 생성한 Direct KMS Provider를 사용하여 DynamoDB Encryptor의 인스턴스를 생성합니다. DynamoDB Mapper를 사용하려면 하위 수준의 DynamoDB Encryptor를 인스턴스화해야 합니다.

그런 다음 DynamoDB 데이터베이스 인스턴스와 매퍼 구성을 만들고 이를 사용하여 DynamoDB Mapper의 인스턴스를 만듭니다.

> **Important**
>
> DynamoDBMapper를 사용하여 서명된(또는 암호화 및 서명된) 항목을 추가하거나 편집하는 경우 다음 예와 같이 모든 속성을 포함하는 PUT와 같은 저장 동작을 사용하도록 구성합니다. 그렇지 않으면 데이터를 복호화하지 못할 수 있습니다.

```
final DynamoDBEncryptor encryptor = DynamoDBEncryptor.getInstance(cmp)
final AmazonDynamoDB ddb =
 AmazonDynamoDBClientBuilder.standard().withRegion(region).build();

DynamoDBMapperConfig mapperConfig =
 DynamoDBMapperConfig.builder().withSaveBehavior(SaveBehavior.PUT).build();
DynamoDBMapper mapper = new DynamoDBMapper(ddb, mapperConfig, new
 AttributeEncryptor(encryptor));
```

3단계: DynamoDB 테이블 정의

다음으로 DynamoDB 테이블을 정의합니다. 주석을 사용하여 속성 작업을 지정합니다. 이 예제에서는 DynamoDB 테이블, `ExampleTable` 및 테이블 항목을 나타내는 `DataPoJo` 클래스를 만듭니다.

이 샘플 테이블에서는 기본 키 속성이 서명되지만 암호화되지는 않습니다. 이는 `@DynamoDBHashKey` 주석이 달린 `partition_attribute` 및 `@DynamoDBRangeKey` 주석이 달린 `sort_attribute`에 적용됩니다.

`@DynamoDBAttribute` 주석이 달린 속성(예: `some numbers`)은 암호화 및 서명됩니다. DynamoDB Encryption Client에서 정의한 `@DoNotEncrypt`(기호만 해당) 또는 `@DoNotTouch`(암호화 또는 서명 안 함) 암호화 주석을 사용하는 속성은 예외입니다. 예를 들어 `leave me` 속성에 `@DoNotTouch` 주석이 있으므로 암호화되거나 서명되지 않습니다.

```
@DynamoDBTable(tableName = "ExampleTable")
public static final class DataPoJo {
  private String partitionAttribute;
  private int sortAttribute;
  private String example;
  private long someNumbers;
  private byte[] someBinary;
  private String leaveMe;

  @DynamoDBHashKey(attributeName = "partition_attribute")
  public String getPartitionAttribute() {
    return partitionAttribute;
  }

  public void setPartitionAttribute(String partitionAttribute) {
    this.partitionAttribute = partitionAttribute;
  }

  @DynamoDBRangeKey(attributeName = "sort_attribute")
  public int getSortAttribute() {
    return sortAttribute;
  }

  public void setSortAttribute(int sortAttribute) {
    this.sortAttribute = sortAttribute;
  }

  @DynamoDBAttribute(attributeName = "example")
  public String getExample() {
```

```
    return example;
  }

  public void setExample(String example) {
    this.example = example;
  }

  @DynamoDBAttribute(attributeName = "some numbers")
  public long getSomeNumbers() {
    return someNumbers;
  }

  public void setSomeNumbers(long someNumbers) {
    this.someNumbers = someNumbers;
  }

  @DynamoDBAttribute(attributeName = "and some binary")
  public byte[] getSomeBinary() {
    return someBinary;
  }

  public void setSomeBinary(byte[] someBinary) {
    this.someBinary = someBinary;
  }

  @DynamoDBAttribute(attributeName = "leave me")
  @DoNotTouch
  public String getLeaveMe() {
    return leaveMe;
  }

  public void setLeaveMe(String leaveMe) {
    this.leaveMe = leaveMe;
  }

  @Override
  public String toString() {
    return "DataPoJo [partitionAttribute=" + partitionAttribute + ", sortAttribute="
        + sortAttribute + ", example=" + example + ", someNumbers=" + someNumbers
        + ", someBinary=" + Arrays.toString(someBinary) + ", leaveMe=" + leaveMe +
 "]";
  }
}
```

4단계: 테이블 항목 암호화 및 저장

이제 테이블 항목을 만들고 DynamoDB Mapper를 사용하여 저장하면 항목이 테이블에 추가되기 전에 자동으로 암호화되고 서명됩니다.

이 예제에서는 `record`라는 테이블 항목을 정의합니다. 테이블에 저장되기 전에 해당 속성은 `DataPoJo` 클래스의 주석을 기반으로 암호화되고 서명됩니다. 이 경우 `PartitionAttribute`, `SortAttribute` 및 `LeaveMe`를 제외한 모든 속성은 암호화되고 서명됩니다. `PartitionAttribute` 및 `SortAttributes`는 서명만 됩니다. `LeaveMe` 속성은 암호화되거나 서명되지 않습니다.

`record` 항목을 암호화하고 서명한 다음 `ExampleTable`에 추가하려면 `DynamoDBMapper` 클래스의 `save` 메서드를 호출합니다. DynamoDB Mapper는 PUT 저장 동작을 사용하도록 구성되어 있으므로 항목을 업데이트하는 대신에 동일한 프라이머리 키로 항목을 대체합니다. 이렇게 하면 서명이 일치하고 테이블에서 항목을 가져올 때 해당 항목의 암호를 복호화할 수 있습니다.

```
DataPoJo record = new DataPoJo();
record.setPartitionAttribute("is this");
record.setSortAttribute(55);
record.setExample("data");
record.setSomeNumbers(99);
record.setSomeBinary(new byte[]{0x00, 0x01, 0x02});
record.setLeaveMe("alone");

mapper.save(record);
```

DynamoDB Encryption Client for Python

> **Note**
>
> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 다음 주제에서는 Java용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~2.x 와 Python용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~3.x에 대한 정보를 제공합니다. 자세한 내용은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB 버전 지원을 참조하세요.

이 주제에서는 DynamoDB Encryption Client for Pytho를 설치하고 사용하는 방법을 설명합니다. 시작하는 데 도움이 되는 전체 및 테스트된 샘플 코드를 포함하여 GitHub의 aws-dynamodb-encryption-python 리포지토리에서 코드를 찾을 수 있습니다.

> **Note**
>
> DynamoDB Encryption Client for Python의 버전 1.x.x 및 2.x.x는 2022년 7월부터 지원 종료 단계에 있습니다. 가능한 한 빨리 최신 버전으로 업그레이드하세요.

주제

필수 조건

Amazon DynamoDB Encryption Client for Python를 설치하기 전에 다음 사전 조건이 충족되었는지 확인합니다.

지원되는 Python 버전

Amazon DynamoDB Encryption Client for Python 버전 3.1.0 이상에는 Python 3.6 이상이 필요합니다. Python을 다운로드하려면 Python 다운로드를 참조하세요.

이전 버전의 Amazon DynamoDB Encryption Client for Python는 Python 2.7 및 Python 3.4 이상을 지원하지만 최신 버전의 DynamoDB Encryption Client를 사용하는 것이 좋습니다.

Python용 pip 설치 도구

Python 3.6 이상에는 pip가 포함되어 있지만 업그레이드가 필요할 수도 있습니다. pip 업그레이드 또는 설치에 대한 자세한 내용은 pip 설명서의 설치를 참조하세요.

설치

다음 예제와 같이 pip를 사용하여 Amazon DynamoDB Encryption Client for Python를 설치합니다.

최신 버전 설치

```
pip install dynamodb-encryption-sdk
```

pip를 사용하여 패키지를 설치 및 업그레이드하는 방법에 대한 자세한 내용은 패키지 설치를 참조하십시오.

DynamoDB Encryption Client에는 모든 플랫폼에 암호화 라이브러리가 필요합니다. 모든 버전의 pip는 Windows에 암호화 라이브러리를 설치하고 빌드합니다. pip 8.1 이상은 Linux에 암호화를 설치하고 구축합니다. 이전 버전의 pip를 사용 중이고 Linux 환경에 암호화 라이브러리를 빌드하는 데 필요한 도구가 없는 경우 해당 도구를 설치해야 합니다. 자세한 내용은 Linux에서 암호화 빌드를 참조하세요.

GitHub의 aws-dynamodb-encryption-python 리포지토리에서 DynamoDB Encryption Client의 최신 개발 버전을 얻을 수 있습니다.

DynamoDB Encryption Client를 설치한 후 이 가이드의 Python 코드 예제를 살펴보고 시작하세요.

DynamoDB Encryption Client for Python 사용

> **Note**
>
> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 다음 주제에서는 Java용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~2.x 와 Python용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~3.x에 대한 정보를 제공합니다. 자세한 내용은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB 버전 지원을 참조하세요.

이 주제에서는 다른 프로그래밍 언어 구현에서는 찾을 수 없는 DynamoDB Encryption Client for Python의 일부 기능에 대해 설명합니다. 이러한 기능은 가장 안전한 방법으로 DynamoDB Encryption Client를 더 쉽게 사용할 수 있도록 설계되었습니다. 특별한 사용 사례가 아니라면 이를 사용하는 것이 좋습니다.

DynamoDB Encryption Client를 사용한 프로그래밍에 대한 자세한 내용은 이 가이드의 Python 예제, GitHub의 ws-dynamodb-encryption-pytho 리포지토리의 예제 및 DynamoDB Encryption Client에 대한 Python 설명서를 참조하세요.

주제

- 클라이언트 헬퍼 클래스
- TableInfo 클래스
- Python의 속성 작업

클라이언트 헬퍼 클래스

DynamoDB Encryption Client for Python에는 DynamoDB용 Boto 3 클래스를 미러링하는 여러 클라이언트 헬퍼 클래스가 포함되어 있습니다. 이러한 헬퍼 클래스는 다음과 같이 기존 DynamoDB 애플리케이션에 암호화 및 서명을 더 쉽게 추가하고 가장 일반적인 문제를 방지할 수 있도록 설계되었습니다.

- 기본 키에 대한 재정의 작업을 AttributeActions 객체에 추가하거나 `AttributeActions` 객체가 기본 키를 암호화하도록 클라이언트에 명시적으로 지시하는 경우 예외를 발생시키는 방식으로 항목에서 기본 키를 암호화하지 못하도록 합니다. `AttributeActions` 객체의 기본 작업이 `DO_NOTHING`이면 클라이언트 헬퍼 클래스는 프라이머리 키에 대해 해당 작업을 사용합니다. 그렇지 않으면 `SIGN_ONLY`를 사용합니다.
- TableInfo 객체를 생성하고 DynamoDB 호출을 기반으로 DynamoDB 암호화 컨텍스트를 채웁니다. 이는 DynamoDB 암호화 컨텍스트가 정확하고 클라이언트가 프라이머리 키를 식별할 수 있도록 하는 데 도움이 됩니다.
- 테이블에 쓰거나 읽어올 때 사용자 모르게 테이블 항목을 암호화 및 복호화하는 `put_item` 및 `get_item`와 같은 방법을 지원합니다. `update_item` 메소드만 지원되지 않습니다.

하위 수준의 항목 암호화 도구를 사용하여 직접 상호 작용하는 대신에 클라이언트 헬퍼 클래스를 사용할 수 있습니다. 항목 암호화 도구에서 고급 옵션을 설정해야 하는 경우가 아니면 이 클래스를 사용합니다.

클라이언트 헬퍼 클래스에는 다음이 포함됩니다.

- DynamoDB의 테이블 리소스를 사용하여 한 번에 하나의 테이블을 처리하는 애플리케이션을 위한 EncryptedTable.
- 일괄 처리를 위해 DynamoDB의 서비스 리소스 클래스를 사용하는 애플리케이션을 위한 EncryptedResource.
- DynamoDB에서 하위 수준 클라이언트를 사용하는 애플리케이션을 위한 EncryptedClient.

클라이언트 헬퍼 클래스를 사용하려면 호출자에게 대상 테이블에서 DynamoDB DescribeTable 작업을 호출할 수 있는 권한이 있어야 합니다.

TableInfo 클래스

TableInfo 클래스는 프라이머리 키 및 보조 인덱스에 대한 필드가 포함된 DynamoDB 테이블을 나타내는 헬퍼 클래스입니다. 테이블에 대한 정확한 실시간 정보를 얻는 데 도움이 됩니다.

클라이언트 헬퍼 클래스를 사용하는 경우 이 클래스에서 사용자를 대신하여 `TableInfo` 객체를 만들고 사용합니다. 그렇지 않으면 명시적으로 생성할 수 있습니다. 예시는 항목 암호화 도구 사용에서 확인하세요.

`TableInfo` 객체에 대해 `refresh_indexed_attributes` 방법을 호출하면 DynamoDB DescribeTable 작업을 호출하여 객체의 속성 값이 채워집니다. 테이블 쿼리는 하드 코딩된 인덱스 이름보다 훨씬 더 안정적입니다. `TableInfo` 클래스에는 DynamoDB 암호화 컨텍스트에 필요한 값을 제공하는 `encryption_context_values` 속성도 포함되어 있습니다.

`refresh_indexed_attributes` 방법을 사용하려면 호출자에게 대상 테이블에서 DynamoDB DescribeTable 작업을 호출할 수 있는 권한이 있어야 합니다.

Python의 속성 작업

속성 작업은 항목의 각 속성에 대해 수행할 작업을 항목 암호화 도구에 알려줍니다. Python에서 속성 작업을 지정하려면 기본 작업과 특정 속성에 대한 예외가 포함된 `AttributeActions` 객체를 만듭니다. 유효한 값은 `CryptoAction` 열거 유형에 정의됩니다.

> **Important**
>
> 속성 작업을 사용하여 테이블 항목을 암호화한 후 데이터 모델에서 속성을 추가하거나 제거하면 서명 검증 오류가 발생하여 데이터를 복호화하지 못할 수 있습니다. 자세한 내용은 데이터 모델 변경 단원을 참조하십시오.

```
DO_NOTHING = 0
SIGN_ONLY = 1
ENCRYPT_AND_SIGN = 2
```

예를 들어, 이 `AttributeActions` 객체는 모든 속성에 대한 기본값을 `ENCRYPT_AND_SIGN`으로 설정하고 `ISBN` 및 `PublicationYear` 속성에 대한 예외를 지정합니다.

```
actions = AttributeActions(
    default_action=CryptoAction.ENCRYPT_AND_SIGN,
    attribute_actions={
        'ISBN': CryptoAction.DO_NOTHING,
        'PublicationYear': CryptoAction.SIGN_ONLY
    }
)
```

클라이언트 헬퍼 클래스를 사용하는 경우 기본 키 속성에 대한 속성 작업을 지정할 필요가 없습니다. 클라이언트 헬퍼 클래스는 프라이머리 키를 암호화하는 것을 방지합니다.

클라이언트 헬퍼 클래스를 사용하지 않고 프라이머리 작업이ENCRYPT_AND_SIGN 인 경우 프라이머리 키에 대한 작업을 지정해야 합니다. 프라이머리 키에 대한 권장 조치는 SIGN_ONLY입니다. 이를 쉽게 하려면 프라이머리 키에 SIGN_ONLY를 사용하거나 기본 작업인 경우 DO_NOTHING을 사용하는 set_index_keys 방법을 사용합니다.

> **Warning**
>
> 기본 키 속성은 암호화하지 마십시오. 일반 텍스트로 남겨 두어야 DynamoDB에서 전체 테이블 스캔을 실행하지 않고 해당 항목을 찾을 수 있습니다.

```
actions = AttributeActions(
    default_action=CryptoAction.ENCRYPT_AND_SIGN,
)
actions.set_index_keys(*table_info.protected_index_keys())
```

DynamoDB Encryption Client for Python의 예제 코드

> **Note**
>
> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 다음 주제에서는 Java용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~2.x 와 Python용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~3.x에 대한 정보를 제공합니다. 자세한 내용은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB 버전 지원을 참조하세요.

다음 예제에서는 DynamoDB Encryption Client for Python를 사용하여 애플리케이션에서 DynamoDB 데이터를 보호하는 방법을 보여줍니다. GitHub에 있는 aws-dynamodb-encryption-python 리포지토리의 예제 디렉터리에서 더 많은 예제를 찾고 직접 기여할 수 있습니다.

주제

- EncryptedTable 클라이언트 헬퍼 클래스 사용
- 항목 암호화 도구 사용

EncryptedTable 클라이언트 헬퍼 클래스 사용

다음 예제에서는 Direct KMS Provider를 `EncryptedTable` 클라이언트 헬퍼 클래스와 함께 사용하는 방법을 보여줍니다. 이 예제에서는 다음 항목 암호화 도구 사용 예제와 동일한 암호화 자료 공급자를 사용합니다. 그러나 하위 수준 항목 암호화 도구와 직접 상호 작용하는 대신 `EncryptedTable` 클래스를 사용합니다.

이러한 예제를 비교하면 클라이언트 도우미 클래스가 수행하는 작업을 확인할 수 있습니다. 여기에는 DynamoDB 암호화 컨텍스트를 생성하거나 프라이머리 키 속성을 항상 서명하되 절대로 암호화되지 않은 상태로 유지하는 등의 작업이 포함됩니다. 암호화 컨텍스트를 만들고 프라이머리 키를 검색하기 위해 클라이언트 헬퍼 클래스는 DynamoDB DescribeTable 작업을 호출합니다. 이 코드를 실행하려면 이 작업을 호출할 수 있는 권한이 있어야 합니다.

전체 코드 샘플 보기: aws_kms_encrypted_table.py

1단계: 테이블 만들기

테이블 이름을 사용하여 표준 DynamoDB 테이블의 인스턴스를 생성하는 것부터 시작합니다.

```
table_name='test-table'
table = boto3.resource('dynamodb').Table(table_name)
```

2단계: 암호화 자료 공급자 생성

선택한 암호화 자료 공급자(CMP)의 인스턴스를 생성합니다.

이 예제에서는 Direct KMS Provider를 사용하지만, 사용자는 모든 호환되는 CMP를 사용할 수 있습니다. Direct KMS Provider를 생성하려면 AWS KMS key를 지정합니다. 이 예제에서는AWS KMS key의 Amazon 리소스 이름(ARN)을 사용하지만 유효한 키 식별자를 사용할 수 있습니다.

```
kms_key_id='arn:aws:kms:us-
west-2:111122223333:key/1234abcd-12ab-34cd-56ef-1234567890ab'
kms_cmp = AwsKmsCryptographicMaterialsProvider(key_id=kms_key_id)
```

3단계: 속성 작업 객체 생성

속성 작업은 항목의 각 속성에 대해 수행할 작업을 항목 암호화 도구에 알려줍니다. 이 예제의 `AttributeActions` 객체는 무시되는 `test` 속성을 제외한 모든 항목을 암호화하고 서명합니다.

클라이언트 도우미 클래스를 사용할 때 프라이머리 키 속성에 대한 속성 작업을 지정하지 않습니다. `EncryptedTable` 클래스는 프라이머리 키 속성을 서명하지만 암호화하지는 않습니다.

```
actions = AttributeActions(
    default_action=CryptoAction.ENCRYPT_AND_SIGN,
    attribute_actions={'test': CryptoAction.DO_NOTHING}
)
```

4단계: 암호화된 테이블 생성

표준 테이블, Direct KMS Provider 및 속성 작업을 사용하여 암호화된 테이블을 생성합니다. 이 단계로 구성이 완료됩니다.

```
encrypted_table = EncryptedTable(
    table=table,
    materials_provider=kms_cmp,
    attribute_actions=actions
)
```

5단계: 테이블에 일반 텍스트 항목 넣기

`encrypted_table`에 대한 `put_item` 방법을 호출하면 테이블 항목이 투명하게 암호화되고 서명되어 DynamoDB 테이블에 추가됩니다.

먼저 테이블 항목을 정의합니다.

```
plaintext_item = {
    'partition_attribute': 'value1',
    'sort_attribute': 55
    'example': 'data',
    'numbers': 99,
    'binary': Binary(b'\x00\x01\x02'),
    'test': 'test-value'
}
```

그런 다음 테이블에 넣습니다.

```
encrypted_table.put_item(Item=plaintext_item)
```

암호화된 형식으로 DynamoDB 테이블에서 항목을 가져오려면 `table` 객체에 대한 `get_item` 방법을 호출합니다. 복호화된 항목을 얻으려면 `encrypted_table` 객체에 대한 `get_item` 메서드를 호출합니다.

항목 암호화 도구 사용

이 예제에서는 테이블 항목을 암호화할 때 항목 암호화 도구와 상호 작용하는 클라이언트 헬퍼 클래스를 사용하는 대신 DynamoDB Encryption Client의 항목 암호화 도구와 직접 상호 작용하는 방법을 보여줍니다.

이 기술을 사용하면 DynamoDB 암호화 컨텍스트와 구성 객체(`CryptoConfig`)를 수동으로 생성합니다. 또한 한 번의 호출로 항목을 암호화하고 별도의 호출로 DynamoDB 테이블에 넣습니다. 이를 통해 `put_item` 호출을 사용자 지정하고 DynamoDB Encryption Client를 사용하여 DynamoDB로 전송되지 않는 구조화된 데이터를 암호화하고 서명할 수 있습니다.

이 예제에서는 Direct KMS Provider를 사용하지만, 사용자는 모든 호환되는 CMP를 사용할 수 있습니다.

전체 코드 샘플 보기: aws_kms_encrypted_item.py

1단계: 테이블 만들기

테이블 이름을 사용하여 표준 DynamoDB 테이블 리소스의 인스턴스를 생성하는 것부터 시작합니다.

```
table_name='test-table'
table = boto3.resource('dynamodb').Table(table_name)
```

2단계: 암호화 자료 공급자 생성

선택한 암호화 자료 공급자(CMP)의 인스턴스를 생성합니다.

이 예제에서는 Direct KMS Provider를 사용하지만, 사용자는 모든 호환되는 CMP를 사용할 수 있습니다. Direct KMS Provider를 생성하려면 AWS KMS key를 지정합니다. 이 예제에서는AWS KMS key의 Amazon 리소스 이름(ARN)을 사용하지만 유효한 키 식별자를 사용할 수 있습니다.

```
kms_key_id='arn:aws:kms:us-
west-2:111122223333:key/1234abcd-12ab-34cd-56ef-1234567890ab'
kms_cmp = AwsKmsCryptographicMaterialsProvider(key_id=kms_key_id)
```

3단계: TableInfo 헬퍼 클래스 사용

DynamoDB에서 테이블에 대한 정보를 얻으려면 TableInfo 헬퍼 클래스의 인스턴스를 생성합니다. 항목 암호화 도구로 직접 작업하는 경우 `TableInfo` 인스턴스를 생성하고 해당 메서드를 호출해야 합니다. 클라이언트 헬퍼 클래스가 사용자를 대신하여 이 작업을 수행합니다.

TableInfo의 refresh_indexed_attributes 메소드는 DescribeTable DynamoDB 작업을 사용하여 테이블에 대한 정확한 정보를 실시간으로 가져옵니다. 여기에는 프라이머리 키와 로컬 및 글로벌 보조 인덱스가 포함됩니다. 호출자에게 DescribeTable을 호출할 수 있는 권한이 있어야 합니다.

```
table_info = TableInfo(name=table_name)
table_info.refresh_indexed_attributes(table.meta.client)
```

4단계: DynamoDB 암호화 컨텍스트 생성

DynamoDB 암호화 컨텍스트에는 테이블 구조와 암호화 및 서명 방법에 대한 정보가 포함되어 있습니다. 이 예제에서는 항목 암호화 도구와 상호 작용하므로 DynamoDB 암호화 컨텍스트를 명시적으로 생성합니다. 클라이언트 헬퍼 클래스는 DynamoDB 암호화 컨텍스트를 생성합니다.

TableInfo 헬퍼 클래스의 속성을 사용하여 파티션 키와 정렬 키를 가져올 수 있습니다.

```
index_key = {
    'partition_attribute': 'value1',
    'sort_attribute': 55
}

encryption_context = EncryptionContext(
    table_name=table_name,
    partition_key_name=table_info.primary_index.partition,
    sort_key_name=table_info.primary_index.sort,
    attributes=dict_to_ddb(index_key)
)
```

5단계: 속성 작업 객체 생성

속성 작업은 항목의 각 속성에 대해 수행할 작업을 항목 암호화 도구에 알려줍니다. 이 예제의 AttributeActions 객체는 서명되었지만 암호화되지 않은 프라이머리 키 속성과 무시되는 test 속성을 제외한 모든 항목을 암호화하고 서명합니다.

항목 암호화 도구와 직접 상호작용하고 기본 작업이 ENCRYPT_AND_SIGN인 경우 프라이머리 키에 대한 대체 작업을 지정해야 합니다. 프라이머리 키에 대한 SIGN_ONLY을 사용하거나 기본 작업인 경우 DO_NOTHING을 사용하는 set_index_keys 메서드를 사용할 수 있습니다.

프라이머리 키를 지정하기 위해 이 예제에서는 DynamoDB 호출로 채워지는 TableInfo 객체의 인덱스 키를 사용합니다. 이 기술은 프라이머리 키 이름을 하드 코딩하는 것보다 안전합니다.

```
actions = AttributeActions(
    default_action=CryptoAction.ENCRYPT_AND_SIGN,
    attribute_actions={'test': CryptoAction.DO_NOTHING}
)
actions.set_index_keys(*table_info.protected_index_keys())
```

6단계: 항목에 대한 구성 만들기

DynamoDB Encryption Client를 구성하려면 테이블 항목에 대한 CryptoConfig 구성에서 방금 생성한 객체를 사용합니다. 클라이언트 헬퍼 클래스는 사용자를 위해 CryptoConfig를 만듭니다.

```
crypto_config = CryptoConfig(
    materials_provider=kms_cmp,
    encryption_context=encryption_context,
    attribute_actions=actions
)
```

7단계: 항목 암호화

이 단계에서는 항목을 암호화하고 서명하지만 DynamoDB 테이블에 저장하지는 않습니다.

클라이언트 헬퍼 클래스를 사용할 경우 항목이 사용자 모르게 암호화 및 서명된 다음, 사용자가 헬퍼 클래스의 `put_item` 메서드를 호출할 때 DynamoDB 테이블에 추가됩니다. 항목 암호화 도구를 직접 사용하는 경우 암호화 및 입력 작업은 독립적입니다.

먼저 일반 텍스트 항목을 만듭니다.

```
plaintext_item = {
    'partition_attribute': 'value1',
    'sort_key': 55,
    'example': 'data',
    'numbers': 99,
    'binary': Binary(b'\x00\x01\x02'),
    'test': 'test-value'
}
```

그런 다음 암호화하고 서명합니다. `encrypt_python_item` 방법에는 `CryptoConfig` 구성 객체가 필요합니다.

```
encrypted_item = encrypt_python_item(plaintext_item, crypto_config)
```

8단계: 테이블에 항목 넣기

이 단계에서는 암호화되고 서명된 항목을 DynamoDB 테이블에 넣습니다.

```
table.put_item(Item=encrypted_item)
```

암호화된 항목을 보려면 `encrypted_table` 객체 대신 원본 `table` 객체에 대한 `get_item` 방법을 호출합니다. 항목을 확인 및 복호화하지 않고 DynamoDB 테이블에서 항목을 가져옵니다.

```
encrypted_item = table.get_item(Key=partition_key)['Item']
```

다음 이미지는 암호화되고 서명된 테이블 항목 예제의 일부를 보여줍니다.

암호화된 속성 값은 이진 데이터입니다. 프라이머리 키 속성(`partition_attribute` 및 `sort_attribute`)의 이름과 값 및 `test` 속성은 일반 텍스트로 유지됩니다. 이 출력은 서명(*amzn-ddb-map-sig*)을 포함하는 속성과 자료 설명 속성(*amzn-ddb-map-desc*)을 보여줍니다.

```
{
    '*amzn-ddb-map-desc*': Binary(b'\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x10amzn-ddb-env-alg\
\x00\x00\x00\xe0AQEBAHhA84wnXjEJdBbBBylRUFcZZK2j7xwh6UyLoL28nQ
+0FAAAAH4wfAYJKoZIhvcNAQcGoG8wbQIBADBoBgkqhkiG9w0BBwEwHgYJYIZIAWUDBAEuMBEEDPeFBydmoJD
izYl0R0C4M7wAK6E1/N/bgTmHI=\x00\x00\x00\x17amzn-ddb-map-signingAlg\x00\x00\x00\nHmacS
\x00\x00\x00\x11/CBC/PKCS5Padding\x00\x00\x00\x10amzn-ddb-sig-alg\x00\x00\x00\x0eHmac
\x00\x00\x00\x0faws-kms-ec-attr\x00\x00\x00\x06*keys*'),
    '*amzn-ddb-map-sig*': Binary(b"\xd3\xc6\xc7\n\xb7#\x13\xd1Y\xea\xe4.|^\xbd\xdf\xe
    'binary': Binary(b'!"\xc5\x92\xd7\x13\x1d\xe8Bs\x9b\x7f\xa8\x8e\x9c\xcf\x10\x1e\x
    'example': Binary(b"'b\x933\x9a+s\xf1\xd6a\xc5\xd5\x1aZ\xed\xd6\xce\xe9X\xf0T\xcb
    'numbers': Binary(b'\xd5\xa0\\d\xcc\x85\xf5\x1e\xb9-f!\xb9\xb8\x8a\x1aT\xbaq\xf7\
    'partition_attribute': 'value1',
    'sort_attribute': 55,
    'test': 'test-value'
}
```

데이터 모델 변경

> **Note**
>
> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 다음 주제에서는 Java용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~2.x 와 Python용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~3.x에 대한 정보를 제공합니다. 자세한 내용은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB 버전 지원을 참조하세요.

항목을 암호화하거나 복호화할 때마다 암호화하고 서명할 속성, 서명할 속성(암호화하지 않음), 무시할 속성을 DynamoDB Encryption Client에 알려주는 속성 작업을 제공해야 합니다. 속성 작업은 암호화된 항목에 저장되지 않으며 DynamoDB Encryption Client는 속성 작업을 자동으로 업데이트하지 않습니다.

> **Important**
>
> DynamoDB Encryption Client는 암호화되지 않은 기존 DynamoDB 테이블 데이터의 암호화를 지원하지 않습니다.

데이터 모델을 변경할 때마다, 즉 테이블 항목에서 속성을 추가하거나 제거할 때 오류가 발생할 수 있습니다. 지정한 속성 작업이 항목의 모든 속성을 고려하지 않는 경우 항목이 의도한 방식으로 암호화되고 서명되지 않을 수 있습니다. 특히, 항목 복호화 시 제공하는 속성 작업과 항목 암호화 시 제공했던 속성 작업이 다른 경우 서명 확인이 실패할 수 있습니다.

예를 들어, 항목을 암호화하는 데 사용된 속성 동작에서 `test` 속성에 서명하도록 지정하는 경우 항목의 서명에는 `test` 속성이 포함됩니다. 그러나 항목을 복호화하는 데 사용된 속성 작업이 `test` 속성을 고려하지 않는 경우 클라이언트가 `test` 속성을 포함하지 않는 서명을 확인하려고 하기 때문에 확인이 실패합니다.

이는 DynamoDB Encryption Client가 모든 애플리케이션의 항목에 대해 동일한 서명을 계산해야 하기 때문에 여러 애플리케이션이 동일한 DynamoDB 항목을 읽고 쓸 때 특히 문제가 됩니다. 또한 속성 작업의 변경 사항이 모든 호스트에 전파되어야 하기 때문에 분산 애플리케이션에서도 문제가 됩니다. 한 프로세스에서 한 호스트가 DynamoDB 테이블에 액세스하는 경우에도 모범 사례 프로세스를 설정하면 프로젝트가 더욱 복잡해지더라도 오류를 방지하는 데 도움이 됩니다.

테이블 항목을 읽을 수 없도록 하는 서명 유효성 검사 오류를 방지하려면 다음 지침을 따르십시오.

- 속성 추가 - 새 속성이 속성 작업을 변경하는 경우 항목에 새 속성을 포함하기 전에 속성 작업 변경을 완전히 배포합니다.
- 속성 제거 - 항목에서 속성 사용을 중지하는 경우 속성 작업을 변경하지 마십시오.
- 작업 변경 - 속성 작업 구성을 사용하여 테이블 항목을 암호화한 후에는 테이블의 모든 항목을 다시 암호화하지 않고는 기존 속성에 대한 기본 작업이나 작업을 안전하게 변경할 수 없습니다.

서명 유효성 검사 오류는 해결하기가 매우 어려울 수 있으므로 가장 좋은 방법은 오류를 방지하는 것입니다.

주제

속성 추가

테이블 항목에 새 속성을 추가할 때 속성 작업을 변경해야 할 수 있습니다. 서명 유효성 검사 오류를 방지하려면 2단계 프로세스로 이 변경을 구현하는 것이 좋습니다. 첫 번째 단계가 완료되었는지 확인한 후 두 번째 단계를 시작합니다.

1. 테이블을 읽거나 쓰는 모든 애플리케이션에서 속성 작업을 변경합니다. 이러한 변경 사항을 배포하고 업데이트가 모든 대상 호스트에 전파되었는지 확인합니다.
2. 테이블 항목의 새 속성에 값을 씁니다.

이 2단계 접근 방식은 모든 애플리케이션과 호스트에 동일한 속성 작업이 있도록 하며, 새 속성이 발생하기 전에 동일한 서명을 계산합니다. 일부 암호화의 기본값은 암호화 및 서명이기 때문에 속성에 대한 작업이 아무 작업 안 함(암호화 또는 서명 안 함)인 경우에도 중요합니다.

다음 예제에서는 이 프로세스의 첫 번째 단계에 대한 코드를 보여 줍니다. 다른 테이블 항목에 대한 링크를 저장하는 새 항목 속성인 `link`를 추가합니다. 이 링크는 일반 텍스트로 유지되어야 하므로 이 예제에서는 서명 전용 작업을 할당합니다. 이 변경 사항을 완전히 배포한 다음 모든 애플리케이션과 호스트에 새 속성 작업이 있는지 확인한 후 테이블 항목에서 `link` 속성을 사용할 수 있습니다.

Java DynamoDB Mapper

DynamoDB Mapper 및 `AttributeEncryptor`를 사용하는 경우 기본적으로 기본 키(서명되지만 암호화되지 않음)를 제외하고는 모든 속성이 암호화 및 서명됩니다. 서명 전용 작업을 지정하려면 `@DoNotEncrypt` 주석을 사용합니다.

이 예제에서는 새 `link` 속성에 대한 `@DoNotEncrypt` 주석을 사용합니다.

```
@DynamoDBTable(tableName = "ExampleTable")
public static final class DataPoJo {
  private String partitionAttribute;
  private int sortAttribute;
  private String link;

  @DynamoDBHashKey(attributeName = "partition_attribute")
  public String getPartitionAttribute() {
```

```
    return partitionAttribute;
  }

  public void setPartitionAttribute(String partitionAttribute) {
    this.partitionAttribute = partitionAttribute;
  }

  @DynamoDBRangeKey(attributeName = "sort_attribute")
  public int getSortAttribute() {
    return sortAttribute;
  }

  public void setSortAttribute(int sortAttribute) {
    this.sortAttribute = sortAttribute;
  }

  @DynamoDBAttribute(attributeName = "link")
  @DoNotEncrypt
  public String getLink() {
    return link;
  }

  public void setLink(String link) {
    this.link = link;
  }

  @Override
  public String toString() {
    return "DataPoJo [partitionAttribute=" + partitionAttribute + ",
        sortAttribute=" + sortAttribute + ",
        link=" + link + "]";
  }
}
```

Java DynamoDB encryptor

하위 수준 DynamoDB 암호화 도구에서 각 속성에 대한 작업을 설정해야 합니다. 이 예제에서는 기본값이 `encryptAndSign`인 switch 문을 사용하며, 파티션 키, 정렬 키 및 새 `link` 속성에 대해서는 예외가 지정됩니다. 이 예제에서 링크 속성 코드가 사용되기 전에 완전히 배포되지 않은 경우 링크 속성은 일부 애플리케이션에서 암호화되고 서명되지만 다른 애플리케이션에서는 서명만 됩니다.

```
for (final String attributeName : record.keySet()) {
```

```
    switch (attributeName) {
        case partitionKeyName:
            // fall through to the next case
        case sortKeyName:
            // partition and sort keys must be signed, but not encrypted
            actions.put(attributeName, signOnly);
            break;
        case "link":
            // only signed
            actions.put(attributeName, signOnly);
            break;
        default:
            // Encrypt and sign all other attributes
            actions.put(attributeName, encryptAndSign);
            break;
    }
}
```

Python

DynamoDB Encryption Client for Python에서는 모든 속성에 대한 기본 작업을 지정한 다음 예외를 지정할 수 있습니다.

Python 클라이언트 헬퍼 클래스를 사용하는 경우 기본 키 속성에 대한 속성 작업을 지정할 필요가 없습니다. 클라이언트 헬퍼 클래스는 프라이머리 키를 암호화하는 것을 방지합니다. 그러나 클라이언트 도우미 클래스를 사용하지 않는 경우 파티션 키 및 정렬 키에 대해 SIGN_ONLY 작업을 설정해야 합니다. 실수로 파티션 또는 정렬 키를 암호화한 경우 전체 테이블 스캔 없이는 데이터를 복구할 수 없습니다.

이 예제에서는 `SIGN_ONLY` 작업을 가져오는 새 `link` 속성에 대한 예외를 지정합니다.

```
actions = AttributeActions(
    default_action=CryptoAction.ENCRYPT_AND_SIGN,
    attribute_actions={
      'example': CryptoAction.DO_NOTHING,
      'link': CryptoAction.SIGN_ONLY
    }
)
```

속성 제거

DynamoDB Encryption Client로 암호화된 항목에 더 이상 속성이 필요하지 않은 경우 속성 사용을 중지할 수 있습니다. 그러나 해당 속성에 대한 작업을 삭제하거나 변경하지 마십시오. 그런 경우 해당 속성을 가진 항목이 발견되면 해당 항목에 대해 계산된 서명이 원래 서명과 일치하지 않으므로 서명 유효성 검사가 실패합니다.

코드에서 속성의 모든 추적을 제거하고 싶을 수도 있지만 항목을 삭제하는 대신 더 이상 사용되지 않는다는 설명을 추가합니다. 전체 테이블 스캔을 수행하여 속성의 모든 인스턴스를 삭제하더라도 해당 속성을 가진 암호화된 항목이 캐싱되거나 구성 어딘가에서 처리 중일 수 있습니다.

DynamoDB Encryption Client 애플리케이션의 문제 해결

> **Note**
>
> 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 다음 주제에서는 Java용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~2.x 와 Python용 DynamoDB Encryption Client 버전 1.x~3.x에 대한 정보를 제공합니다. 자세한 내용은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB 버전 지원을 참조하세요.

이 섹션에서는 DynamoDB Encryption Client를 사용할 때 발생할 수 있는 문제를 설명하고 문제 해결을 위한 제안을 제공합니다.

DynamoDB Encryption Client에 대한 피드백을 제공하려면 aws-dynamodb-encryption-java 또는 aws-dynamodb-encryption-python GitHub 리포지토리에 문제를 제출하세요.

이 설명서에 대한 피드백을 제공하려면 이 페이지의 피드백 링크를 사용하십시오. GitHub에서 이 설명서의 오픈 소스 리포지토리인 aws-dynamodb-encryption-docs에 문제를 제기하거나 기고할 수도 있습니다.

주제

- 액세스가 거부되었습니다
- 서명 확인 실패
- 이전 버전 글로벌 테이블 관련 문제
- Most Recent Provider의 성능 저하

액세스가 거부되었습니다

문제: 필요한 리소스에 대한 애플리케이션의 액세스가 거부됩니다.

제안: 필요한 권한에 대해 알아보고 이러한 권한을 애플리케이션이 실행되는 보안 컨텍스트에 추가합니다.

세부 정보

DynamoDB Encryption Client 라이브러리를 사용하는 애플리케이션을 실행하려면, 호출자에게 해당 구성 요소를 사용할 수 있는 권한이 있어야 합니다. 그렇지 않으면 필수 요소에 대한 액세스가 거부됩니다.

- DynamoDB Encryption Client에는 Amazon Web Services(AWS) 계정이 필요하지 않으며 어떤 AWS 서비스에도 의존하지 않습니다. 그러나 애플리케이션에서 AWS을 사용하는 경우 AWS 계정 및 해당 계정을 사용할 수 있는 권한이 있는 사용자가 필요합니다.
- DynamoDB Encryption Client에는 Amazon DynamoDB가 필요하지 않습니다. 그러나 클라이언트를 사용하는 애플리케이션이 DynamoDB 테이블을 생성하거나, 테이블에 항목을 넣거나, 테이블에서 항목을 가져오는 경우 호출자는 AWS 계정에 필요한 DynamoDB 작업을 사용할 수 있는 권한이 있어야 합니다. 자세한 내용은 Amazon DynamoDB 개발자 안내서의 액세스 제어 주제를 참조하세요.
- 애플리케이션이 DynamoDB Encryption Client for Python의 클라이언트 헬퍼 클래스를 사용하는 경우 호출자는 DynamoDB DescribeTable 작업을 호출할 권한이 있어야 합니다.
- DynamoDB Encryption Client에는 AWS Key Management Service (AWS KMS)가 필요하지 않습니다. 그러나 애플리케이션이 Direct KMS Materials Provider를 사용하거나 AWS KMS를 사용하는 공급자 스토어가 있는 Most Recent Provider를 사용하는 경우 호출자에게 AWS KMS GenerateDataKey 및 Decrypt 작업을 사용할 수 있는 권한이 있어야 합니다.

서명 확인 실패

문제: 서명 확인 실패로 인해 항목을 복호화할 수 없습니다. 또한 항목이 의도한 대로 암호화 및 서명되지 않을 수도 있습니다.

제안: 제공하는 속성 작업에서 항목의 모든 속성을 고려해야 합니다. 항목을 복호화할 때는 항목을 암호화하는 데 사용된 작업과 일치하는 속성 작업을 제공해야 합니다.

세부 정보

제공하는 속성 작업은 암호화하고 서명할 속성, 서명할(암호화하지 않음) 속성, 무시할 속성을 DynamoDB Encryption Client에 알려줍니다.

지정한 속성 작업이 항목의 모든 속성을 고려하지 않는 경우 항목이 의도한 방식으로 암호화되고 서명되지 않을 수 있습니다. 항목 복호화 시 제공하는 속성 작업과 항목 암호화 시 제공했던 속성 작업이 다른 경우 서명 확인이 실패할 수 있습니다. 이는 새 속성 동작이 모든 호스트에 전파되지 않았을 수 있는 분산 애플리케이션에서 특히 발생하는 문제입니다.

서명 유효성 검사 오류는 해결하기 어렵습니다. 이를 방지하기 위해 데이터 모델을 변경할 때 추가 예방 조치를 취하십시오. 자세한 내용은 데이터 모델 변경 섹션을 참조하세요.

이전 버전 글로벌 테이블 관련 문제

문제: 서명 확인에 실패하여 이전 버전의 Amazon DynamoDB 글로벌 테이블의 항목을 복호화할 수 없습니다.

제안: 예약된 복제 필드가 암호화되거나 서명되지 않도록 속성 작업을 설정합니다.

세부 정보

DynamoDB Encryption Client를 DynamoDB 글로벌 테이블과 함께 사용할 수 있습니다. 다중 리전 KMS 키가 있는 글로벌 테이블을 사용하고 글로벌 테이블이 복제되는 모든 AWS 리전에 KMS 키를 복제하는 것이 좋습니다.

글로벌 테이블 버전 2019.11.21부터 DynamoDB Encryption Client에서 특별한 구성 없이 글로벌 테이블을 사용할 수 있습니다. 하지만 글로벌 테이블 버전 2017.11.29를 사용하는 경우 예약된 복제 필드가 암호화되거나 서명되지 않았는지 확인해야 합니다.

글로벌 테이블 버전 2017.11.29를 사용하는 경우 다음 속성에 대한 속성 작업을 Java의 `DO_NOTHING` 또는 Python의 `@DoNotTouch`으로 설정해야 합니다.

- `aws:rep:deleting`
- `aws:rep:updatetime`
- `aws:rep:updateregion`

다른 버전의 글로벌 테이블을 사용하는 경우에는 별도의 조치가 필요하지 않습니다.

Most Recent Provider의 성능 저하

문제: 특히 최신 버전의 DynamoDB Encryption Client로 업데이트한 후 애플리케이션의 응답성이 떨어집니다.

제안: Time-to-Live 값과 캐시 크기를 조정합니다.

세부 정보

Most Recent Provider는 암호화 자료의 재사용을 제한적으로 허용하여 DynamoDB Encryption Client를 사용하는 애플리케이션의 성능을 개선하도록 설계되었습니다. 애플리케이션에 Most Recent Provider를 구성할 때는 성능 향상과 캐싱 및 재사용으로 인해 발생하는 보안 문제 사이에서 균형을 맞춰야 합니다.

최신 버전의 DynamoDB Encryption Client에서는 time-to-live(TTL) 값에 따라 캐시된 암호화 자료 공급자(CMP)를 사용할 수 있는 기간이 결정됩니다. 또한 TTL은 Most Recent Provider가 CMP의 새 버전을 확인하는 빈도를 결정합니다.

TTL이 너무 길면 애플리케이션이 비즈니스 규칙이나 보안 표준을 위반할 수 있습니다. TTL이 너무 짧은 경우 공급자 스토어를 자주 호출하면 공급자 스토어가 애플리케이션 및 서비스 계정을 공유하는 기타 애플리케이션의 요청을 제한할 수 있습니다. 이 문제를 해결하려면 지연 시간 및 가용성 목표를 충족하고 보안 표준을 준수하는 값으로 TTL 및 캐시 크기를 조정합니다. 자세한 내용은 time-to-live 값 설정 섹션을 참조하십시오.

Amazon DynamoDB Encryption Client 이름 변경

클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

2023년 6월 9일에 클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. AWS Database Encryption SDK는 Amazon DynamoDB와 호환됩니다. 기존 DynamoDB Encryption Client에서 암호화된 항목을 복호화하고 읽을 수 있습니다. 기존 DynamoDB Encryption Client 버전에 대한 자세한 내용은 AWS Database Encryption SDK for DynamoDB 버전 지원 섹션을 참조하세요.

AWS Database Encryption SDK는 DynamoDB Encryption Client for Java의 주요 재작성 버전인 DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리 버전 3.x를 제공합니다. 여기에는 새로운 구조화된 데이터 형식, 향상된 멀티테넌시 지원, 원활한 스키마 변경, 검색 가능한 암호화 지원 등 많은 업데이트가 포함되어 있습니다.

AWS Database Encryption SDK에 도입된 새로운 기능에 대해 자세히 알아보려면 다음 항목을 참조하세요.

검색 가능한 암호화

전체 데이터베이스를 복호화하지 않고도 암호화된 레코드를 검색할 수 있는 데이터베이스를 설계할 수 있습니다. 위협 모델 및 쿼리 요구 사항에 따라 검색 가능한 암호화를 사용하여 암호화된 레코드에 대해 정확한 일치 검색 또는 보다 사용자 정의된 복잡한 쿼리를 수행할 수 있습니다.

키링

AWS Database Encryption SDK는 키링을 사용하여 엔빌로프 암호화를 수행합니다. 키링은 레코드를 보호하는 데이터 키를 생성, 암호화 및 복호화합니다. AWS Database Encryption SDK는 대칭 암호화 또는 비대칭 RSA AWS KMS keys를 사용하여 데이터 키를 보호하는 AWS KMS 키링과 레코드를 암호화하거나 복호화할 때마다 AWS KMS를 호출하지 않고도 대칭 암호화 KMS 키로 암호화 자료를 보호할 수 있는 AWS KMS 계층형 키링을 지원합니다. 원시 AES 키링 및 원시 RSA 키링을 사용하여 자체 키 자료를 지정할 수도 있습니다.

원활한 스키마 변경

AWS Database Encryption SDK를 구성할 때 암호화하고 서명할 필드, 서명할 필드(암호화하지 않음), 무시할 필드를 클라이언트에 알려주는 암호화 작업을 제공합니다. AWS Database Encryption

SDK를 사용하여 레코드를 보호한 후에도 데이터 모델을 변경할 수 있습니다. 단일 배포에서 암호화된 필드 추가 또는 제거와 같은 암호화 작업을 업데이트할 수 있습니다.

클라이언트 측 암호화를 위한 기존 DynamoDB 테이블 구성

기존 버전의 DynamoDB Encryption Client는 채워지지 않은 새 테이블에 구현되도록 설계되었습니다. AWS Database Encryption SDK for DynamoDB를 사용하면 기존 Amazon DynamoDB 테이블을 DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리 버전 3.x로 마이그레이션할 수 있습니다.

Reference

클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다. 이 개발자 안내서는 여전히 DynamoDB Encryption Client에 대한 정보를 제공합니다.

다음 주제에서는 AWS Database Encryption SDK에 대한 기술 세부 정보를 제공합니다.

자료 설명 형식

자료 설명은 암호화된 레코드의 헤더 역할을 합니다. AWS Database Encryption SDK로 필드를 암호화하고 서명하면 암호화 도구는 암호화 자료를 조합할 때 자료 설명을 기록하고 암호화 도구가 레코드에 추가하는 새 필드(aws_dbe_head)에 자료 설명을 저장합니다. 자료 설명은 암호화된 데이터 키와 레코드가 암호화되고 서명된 방법에 대한 정보를 포함하는 이식 가능한 형식의 데이터 구조입니다. 다음 테이블에서는 재료 설명을 구성하는 값을 설명합니다. 표시된 순서대로 바이트가 추가됩니다.

값	길이(바이트)
버전	1
서명 활성화	1
레코드 ID	32
암호화 범례	변수
암호화 컨텍스트 길이	2
암호화 컨텍스트	변수
암호화된 데이터 키 수	1
암호화된 데이터 키	변수
레코드 커밋	1

버전

이 aws_dbe_head 필드 형식의 버전입니다.

서명 활성화

이 레코드에 대한 서명이 활성화되어 있는지 여부를 인코딩합니다.

바이트 값	의미
0x01	서명 활성화(기본값)
0x00	서명 비활성화

레코드 ID

레코드를 식별하는 무작위로 생성된 256비트 값입니다. 레코드 ID:

- 암호화된 레코드를 고유하게 식별합니다.
- 자료 설명을 암호화된 레코드에 바인딩합니다.

암호화 범례

인증된 필드가 암호화되고 연재된 설명입니다. 암호화 범례는 복호화 메서드가 복호화를 시도해야 하는 필드를 결정하는 데 사용됩니다.

바이트 값	의미
0x65	ENCRYPT_AND_SIGN
0x73	SIGN_ONLY

암호화 범례는 다음과 같이 연재됩니다.

1. 표준 경로를 나타내는 바이트 시퀀스를 기준으로 사전순으로 표시됩니다.
2. 각 필드에 대해 위에 지정된 바이트 값 중 하나를 순서대로 추가하여 해당 필드를 암호화해야 하는지 여부를 나타냅니다.

암호화 컨텍스트 길이

암호화 컨텍스트의 길이입니다. 이 값은 부호 없는 16비트 정수로 해석되는 2바이트 값입니다. 최대 길이는 65,535바이트입니다.

암호화 컨텍스트

비밀이 아닌 임의의 추가 인증 데이터를 포함하는 이름-값 페어 세트입니다.

디지털 서명이 활성화되면 암호화 컨텍스트에 키-값 페어 `{"aws-crypto-footer-ecdsa-key": Qtxt}`가 포함됩니다. `Qtxt`은 SEC 1 버전 2.0에 따라 압축된 후 base64로 인코딩된 타원 곡선 점 `Q`을 나타냅니다.

암호화된 데이터 키 수

암호화된 데이터 키의 수입니다. 암호화된 데이터 키의 수를 지정하는 무부호 8비트 정수로 해석되는 1바이트 값입니다. 각 레코드의 암호화된 데이터 키의 최대 수는 255개입니다.

암호화된 데이터 키

암호화된 데이터 키의 시퀀스입니다. 시퀀스의 길이는 암호화된 데이터 키의 수와 각 데이터 키의 길이에 따라 결정됩니다. 시퀀스에는 암호화된 데이터 키가 하나 이상 포함되어 있습니다.

다음 표에서는 암호화된 각 데이터 키를 구성하는 필드에 대해 설명합니다. 표시된 순서대로 바이트가 추가됩니다.

암호화된 데이터 키 구조

필드	길이(바이트)
키 공급자 ID 길이	2
키 공급자 ID	변수. 이전 2바이트에 지정된 값(키 공급자 ID 길이)과 동일합니다.
키 공급자 정보 길이	2
키 공급자 정보	변수. 이전 2바이트에 지정된 값(키 공급자 정보 길이)과 동일합니다.
암호화된 데이터 키 길이	2
암호화된 데이터 키	변수. 이전 2바이트에 지정된 값(암호화된 데이터 키 길이)과 동일합니다.

키 공급자 ID 길이

키 공급자 식별자의 길이입니다. 이 값은 키 공급자 ID가 포함된 바이트 수를 지정하는 부호 없는 16비트 정수로 해석되는 2바이트 값입니다.

키 공급자 ID

키 공급자 식별자입니다. 암호화된 데이터 키의 공급자를 나타내는 데 사용되며 확장 가능하도록 설계되었습니다.

키 공급자 정보 길이

키 공급자 정보의 길이입니다. 이 값은 키 공급자 정보가 포함된 바이트 수를 지정하는 부호 없는 16비트 정수로 해석되는 2바이트 값입니다.

키 공급자 정보

키 공급자 정보입니다. 키 공급자에 의해 결정됩니다.

AWS KMS 키링을 사용하는 경우 이 값에는 AWS KMS key의 Amazon 리소스 이름(ARN)이 포함됩니다.

암호화된 데이터 키 길이

암호화된 데이터 키의 길이입니다. 이 값은 암호화된 데이터 키가 포함된 바이트 수를 지정하는 부호 없는 16비트 정수로 해석되는 2바이트 값입니다.

암호화된 데이터 키

암호화된 데이터 키입니다. 키 제공자가 암호화한 데이터 키입니다.

레코드 커밋

커밋 키를 사용하여 이전의 모든 자료 설명 바이트에 대해 계산된 고유한 256비트 해시 기반 메시지 인증 코드(HMAC) 해시입니다.

AWS KMS 계층적 키링 기술 세부 정보

AWS KMS 계층적 키링은 고유 데이터 키를 사용하여 각 필드를 암호화하고, 활성 브랜치 키에서 파생된 고유 래핑 키로 각 데이터 키를 암호화합니다. 이 키링은 HMAC SHA-256으로 의사 난수 함수를 통해 카운터 모드에서 키 유도를 사용하여 다음 입력으로 32바이트 래핑 키를 도출합니다.

- 16바이트 무작위 솔트
- 활성 브랜치 키

- 키 공급자 식별자 "aws-kms-hierarchy"의 UTF-8 인코딩된 값

계층적 키링은 파생된 래핑 키를 사용하여 16바이트 인증 태그 및 다음 입력과 함께 AES-GCM-256을 사용하여 일반 텍스트 데이터 키의 사본을 암호화합니다.

- 파생된 래핑 키는 AES-GCM 암호 키로 사용됩니다
- 데이터 키는 AES-GCM 메시지로 사용됩니다
- 12바이트 무작위 초기화 벡터(IV)는 AES-GCM IV로 사용됩니다
- 다음과 같은 직렬화된 값을 포함하는 추가 인증 데이터(AAD)

값	길이(바이트)	다음으로 해석됨
"aws-kms-hierarchy"	17	UTF-8 인코딩
브랜치 키 식별자	변수	UTF-8 인코딩
브랜치 키 버전	16	UTF-8 인코딩
암호화 컨텍스트	변수	UTF-8 인코딩 키-값 페어

AWS Database Encryption SDK 개발자 가이드의 문서 기록

아래 표에 이 설명서의 주요 변경 사항이 설명되어 있습니다. Amazon은 이러한 주요 변경 사항 외에도 설명과 예제를 개선하고 고객이 제공한 피드백을 반영하도록 설명서를 자주 업데이트하고 있습니다. 중요한 변경 사항에 대해 알림을 받으려면 RSS 피드를 구독합니다.

변경 사항	설명	날짜
정식 출시(GA) 릴리스	DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리 버전 3.x의 GA 릴리스에 대한 설명서가 업데이트되었습니다. **Warning** 개발자 시험판 릴리스 중에 생성된 브랜치 키는 더 이상 지원되지 않습니다.	2023년 7월 24일
DynamoDB Encryption Client의 브랜드 변경	클라이언트 측 암호화 라이브러리의 이름이 AWS Database Encryption SDK로 변경되었습니다.	2023년 6월 9일
미리 보기 릴리스	새로운 구조화된 데이터 형식, 향상된 멀티테넌시 지원, 원활한 스키마 변경 및 검색 가능한 암호화 지원을 포함하는 DynamoDB용 Java 클라이언트 측 암호화 라이브러리 버전 3.x에 대한 설명서가 추가 및 업데이트되었습니다.	2023년 6월 9일
문서 변경	고객 마스터 키(CMK)라는 AWS Key Management	2021년 8월 30일

	Service 용어가 AWS KMS key 및 KMS 키로 바뀌었습니다.	
새로운 기능	AWS Key Management Service(AWS KMS) 다중 리전 키에 대한 지원이 추가되었습니다. 다중 리전 키는 동일한 키 ID와 키 구성 요소를 가졌기 때문에 서로 교환해 사용할 수 있는 다양한 AWS 리전의 AWS KMS 키입니다.	2021년 6월 8일
새 예제	Java에서 DynamoDBMapper를 사용하는 예제를 추가했습니다.	2018년 9월 6일
Python 지원	Java뿐만 아니라 Python에 대한 지원을 추가했습니다.	2018년 5월 2일
최초 릴리스	이 설명서의 최초 릴리스입니다.	2018년 5월 2일

기계 번역으로 제공되는 번역입니다. 제공된 번역과 원본 영어의 내용이 상충하는 경우에는 영어 버전이 우선합니다.