

WHITE PAPER

# 에지 스토리지용 감시 카드

6월 2025

# 목차

|       |                         |   |
|-------|-------------------------|---|
| 1     | 서론                      | 3 |
| 2     | 배경: SD 카드               | 3 |
| 2.1   | P/E 사이클                 | 3 |
| 2.2   | NAND 기술의 종류             | 3 |
| 2.3   | 쓰기 증폭 계수                | 4 |
| 3     | Axis 감시 카드              | 4 |
| 3.1   | 사용 사례                   | 5 |
| 3.1.1 | 기본 스토리지                 | 5 |
| 3.1.2 | 중복 스토리지                 | 5 |
| 3.1.3 | 하이브리드 솔루션               | 5 |
| 3.1.4 | 분석 애플리케이션               | 5 |
| 3.2   | 내구성                     | 6 |
| 3.3   | 비디오 보존 기간               | 6 |
| 3.4   | 작동 상태 모니터링              | 7 |
| 3.5   | 데이터 손실 위험 감소를 위한 파일 시스템 | 7 |
| 3.6   | 암호화                     | 7 |
| 3.7   | 보증                      | 7 |

# 1 서론

Axis 감시 카드는 영상 감시에서 최적의 성능을 발휘하도록 특별히 개발된 산업용 SD 카드입니다. 일반 소비자용 SD 카드에 비해 감시 카드는 더 오래 사용할 수 있으며, 연속적인 저장에 이상적입니다. Axis 감시 카드는 영상 감시 사용 사례에 맞게 검증되었으며, Axis 상태 모니터링 기능을 제공하며 보증 기간 내에 무료로 반품할 수 있습니다.

이 백서에는 Axis 감시 카드의 장점과 일반적인 사용 사례가 요약되어 있습니다. 신뢰할 수 있고 비용 효율적인 선택인 이유에 대한 기술적 배경도 제공합니다.

## 2 배경: SD 카드

SD 카드(SD/SDHC/SDXC 포함)는 NAND 기술 기반의 비휘발성 플래시 메모리 장치로, 휴대용 장치에 고용량 스토리지를 제공하도록 설계되었습니다. SD 카드의 수명은 다음과 같은 여러 요인에 따라 달라집니다.

- NAND 기술의 종류(보장된 P/E 사이클 수)
- 카드의 저장 용량
- 장치의 기록 설정 및 인코딩 효율
- 쓰기 증폭 계수

### 2.1 P/E 사이클

SD 카드는 데이터를 블록으로 구성하며, 각 블록은 페이지라는 작은 섹션으로 나뉩니다. 스토리지 컨트롤러는 페이지에 데이터를 쓰는 작업과 페이지의 데이터를 읽는 작업을 처리하지만, 한 번에 전체 블록만 지울 수 있습니다. SD 카드를 처음 사용할 때는 모든 페이지가 비어 있기 때문에 데이터를 빠르고 쉽게 저장할 수 있습니다.

그러나 카드가 가득 차면 컨트롤러는 새로운 정보를 위한 공간을 확보하기 위해 데이터를 여기저기 옮기고 전체 블록을 지워야 합니다. 이러한 데이터 쓰기 및 지우기 과정을 P/E 사이클(프로그래밍/지우기)이라고 합니다. 각 사이클은 카드의 데이터 셀에 약간의 물리적 손상을 일으키며, 시간이 지남에 따라 오류가 발생하여 결국 블록을 사용할 수 없게 만들 수 있습니다.

SD 카드의 내구성, 즉 수명 또는 고장이 나기 전에 처리할 수 있는 P/E 사이클 수는 사용하는 메모리 셀의 종류, 크기, 각 셀에 저장되는 비트 수에 따라 달라집니다. 셀당 더 많은 비트를 저장하는 카드는 일반적으로 P/E 사이클 수명이 더 짧습니다.

저장 용량이 더 큰 SD 카드를 선택하면 P/E 사이클이 더 짧다는 단점을 상쇄하는 데 도움이 될 수 있습니다. 저장 공간이 많을수록 각 사이클이 더 오래 지속되어 카드의 수명이 연장되기 때문입니다.

### 2.2 NAND 기술의 종류

NAND 기술은 많은 플래시 스토리지 장치에 사용되는 비휘발성 메모리의 일종입니다. 디지털 전자 장치의 기본 구성 요소인 NOT-AND 로직 게이트에서 그 이름을 따왔습니다.

SD 카드에는 비용, 용량, 내구성이 각각 다른 다양한 종류의 NAND 기술이 사용됩니다. 대체로 각 셀이 저장할 수 있는 정보 비트 수에 따라 차이가 있습니다. 일반적인 NAND 기술 종류에는 SLC, MLC, TLC 및 QLC가 있습니다.

- **SLC(싱글 레벨 셀)** NAND는 셀당 0 또는 1 중 하나의 비트만 저장합니다. 이러한 단순성 덕분에 빠른 데이터 쓰기 및 검색이 가능하며, 최고의 성능과 약 100,000 P/E 사이클의 최고 내구성을 제공합니다. 그러나 셀당 저장하는 데이터 양이 매우 적기 때문에 많은 저장 용량이 필요할 경우 비용이 많이 드는 경향이 있습니다.
- **MLC(멀티 레벨 셀)** NAND는 셀당 2비트를 저장할 수 있습니다. 이러한 용량 증가 덕분에 SLC에 비해 더 저렴한 가격으로 대용량 스토리지를 제공할 수 있습니다. MLC는 데이터 오류가 발생하기 더 쉽다는 단점이 있고, 약 10,000 P/E 사이클의 낮은 내구성을 제공합니다.

- **TLC**(트리플 레벨 셀) NAND는 셀당 3비트를 저장해 저장 용량을 높이고 MLC에 비해 비용을 더 낮출 수 있습니다. 비용과 용량의 균형 덕분에 널리 사용되며 약 3,000 P/E 사이클의 내구성을 제공합니다.
- **QLC**(쿼드 레벨 셀) NAND는 셀당 4비트를 저장하여 용량을 더욱 높입니다. 그러나, 각 셀에 더 많은 비트를 패킹하여 QLC가 데이터 오류에 더 취약해지고 약 1,000 P/E 사이클의 더 낮은 내구성을 제공합니다.

각 NAND 기술은 비용, 용량 및 내구성 간의 다양한 절충점을 제공합니다. 특정 스토리지 요구 사항에 가장 적합한 절충점에 따라 기술을 선택해야 합니다.

## 2.3 쓰기 증폭 계수

WAF(쓰기 증폭 계수)는 컴퓨터 스토리지 시스템에서 데이터 쓰기의 효율성을 정량화하는 데 사용되는 지표입니다. WAF는 저장 매체에 기록된 데이터의 양과 호스트 시스템이 기록하려고 했던 데이터의 양 사이의 비율을 나타냅니다.

쓰기 증폭 계수를 최대한 1에 가깝게 설정하는 것이 이상적이며, 이는 플래시 장치가 추가 오버헤드 없이 호스트 시스템이 요청한 데이터만 기록하고 있음을 나타냅니다. 그러나 실제로는 가비지 수집, 마모 평준화, 오버 프로비저닝 등 플래시 유닛의 관리 및 최적화와 관련된 다양한 요인으로 인해 WAF 값은 일반적으로 1보다 큽니다. 메모리를 지워야 다시 쓸 수 있기 때문에 데이터를 다시 쓰면 데이터가 두 번 이상 이동하게 됩니다. 플래시의 작동하는 방식 때문에, 새 데이터의 양에 따라 실제로 필요한 것보다 훨씬 더 큰 부분을 지우고 다시 써야 합니다. 이 증폭 효과는 플래시 장치의 수명 기간 동안 필요한 쓰기 횟수를 증가시켜 플래시 장치가 안정적으로 작동할 수 있는 시간을 단축시킵니다.

높은 쓰기 증폭은 쓰기 동작 횟수를 증가시키고 NAND 플래시 메모리 셀의 마모를 가속화하기 때문에 플래시 장치의 성능과 수명에 부정적인 영향을 미칠 수 있습니다. 따라서 쓰기 증폭을 최소화하는 것은 플래시 장치 설계 및 사용 시 중요한 고려 사항입니다.

## 3 Axis 감시 카드



Axis 감시 카드는 감시 카메라의 일반적인 메모리 쓰기 동작에 맞게 특별히 개발되고 내구성이 우수한 microSDXC™ 카드입니다. 일반 소비자용 SD 카드보다 훨씬 더 많이 쓰고 덮어쓸 수 있습니다. 따라서 감시 카드는 마모되지 않고 더 오랜 시간 동안 카메라에 남아 있을 수 있습니다. Axis 감시 카드

는 5년 보증이 제공되지만, 256 GB 이상의 저장 용량을 가진 버전은 일반적으로 10년 이상 또는 일반적으로 카메라를 사용하는 기간 동안 수명이 지속되는 것으로 나타났습니다.

Axis 감시 카드는 극한의 온도와 환경의 영향도 견딜 수 있는 산업용 카드입니다. 감시 카드는 구매 비용은 높지만, 유지보수 비용을 절감해 주고 내마모성이 우수하며 수명이 길어 비용 효율적인 녹화 솔루션입니다.

### 3.1 사용 사례

#### 3.1.1 기본 스토리지

Axis 감시 카드를 사용하면 에지 스토리지를 기본 스토리지로 사용하여 고해상도 비디오를 카드에 직접 녹화할 수 있습니다. 추가 서버와 레코더의 필요성을 줄이고 감시 시스템의 총 소유 비용을 낮출 수 있습니다.

사고 조사 또는 법적 요구 사항으로 인해 높은 프레임 레이트의 비디오를 장기간 보관해야 하는 경우, 데이터를 서버 기반 또는 클라우드 스토리지로 전송하거나 오프로드해야 할 수 있습니다.

#### 3.1.2 중복 스토리지

Axis 감시 카드를 고해상도 비디오를 위한 중복 스토리지로 사용할 수 있습니다. 녹화 중복 에지 스토리지는 중앙 스토리지를 보완하는 역할을 합니다. 중앙 시스템을 사용할 수 없을 때마다 로컬 시스템에서 영상을 녹화하거나 VMS(영상 관리 소프트웨어)와 함께 지속적으로 영상을 녹화할 수 있습니다.

에지 스토리지는 페일오버 녹화를 가능하게 합니다. 즉, 네트워크 중단 또는 시스템 유지 관리 중에 비디오를 카드에 임시로 저장할 수 있습니다. 네트워크 연결이 복원되고 시스템이 정상 작동으로 돌아오면 중앙 VMS는 카메라에서 누락된 영상 클립을 자동으로 검색하고 나머지 비디오와 매끄럽게 병합할 수 있습니다. 이렇게 하면 네트워크 연결이 끊어진 경우에도 영상을 중단 없이 녹화할 수 있습니다. 시스템 신뢰성이 향상되고 시스템 작동이 보호됩니다.

#### 3.1.3 하이브리드 솔루션

클라우드 또는 서버의 스토리지를 보완하기 위해 감시 카드 스토리지를 사용하는 하이브리드 솔루션을 사용할 수 있습니다. 이는 기차나 버스와 같이 네트워크 대역폭이 제한적이거나 없는 설치 환경에서 특히 유용합니다. 차량이 운행 중일 때 영상을 카드에 저장했다가 차량이 차고지에 정차할 때 중앙 시스템으로 쉽게 전송할 수 있습니다. 하이브리드 솔루션을 사용하면 감시 카드, 서버, 클라우드 간에 스토리지를 분할하기 때문에 유연하고 저렴한 비용으로 사용할 수 있습니다. 클라우드에서 분석을 실행하되 비디오를 카드에 로컬로 저장할 수도 있습니다.

#### 3.1.4 분석 애플리케이션

감시 카드를 통해 활성화되는 에지 스토리지는 특히 분석에 유용합니다. 에지에서 실행되는 분석은 비압축 비디오로 작동하며, 압축 또는 전송 시 정보가 손실되지 않습니다. 이를 통해 분석 결과가 더 정확해집니다.

분석 결과에 대한 신속한 대응이 중요한 경우, 기존의 온프레미스 서버나 클라우드 기반 솔루션보다 에지 솔루션이 더 좋습니다. 에지 컴퓨팅은 중앙 집중식 시스템에서 발생하는 지연 위험을 줄여 적시에 의사 결정을 내리고 조치를 취할 수 있게 해줍니다.

에지에서 분석을 구현하면 특정 이벤트가 발생할 때만 비디오를 전송할 수 있으므로 대역폭을 절약할 수 있습니다. 이러한 효율적인 대역폭 사용은 대역폭이 제한적이거나 비용이 많이 드는 곳에서 특히 유용합니다.

에지에서 비디오 분석을 배포하면 네트워크를 통해 익명화된 데이터나 알림만 전송할 수도 있습니다. 이를 통해 엄격한 개인 정보 보호 규정을 준수하고 데이터 개인 정보 보호 문제를 해결할 수 있습니다.

### 3.2 내구성

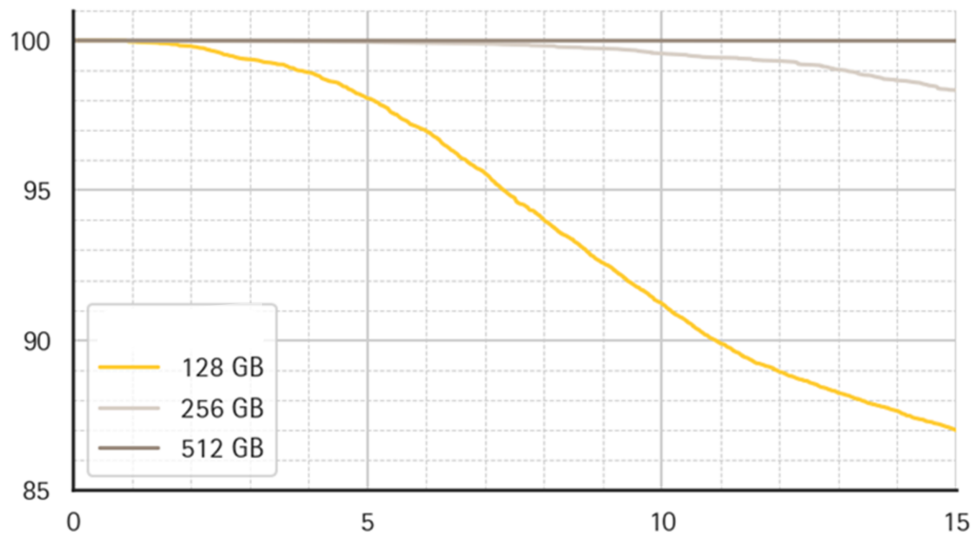
Axis 감시 카드는 수년 간의 연속 녹화를 견딜 수 있도록 설계되었습니다. TLC 및 QLC 낸드 기술에 기반해 있습니다. WAF(쓰기 증폭 계수)가 낮기 때문에 완료된 P/E 사이클의 수를 줄여줍니다.

녹화하는 데이터의 양(녹화 해상도 및 비트레이트에 따라 다름)과 저장 공간의 크기에 따라 카드의 수명은 5-10년 이상일 수 있습니다. 즉, 일반적으로 카메라의 수명이 다할 때까지 동일한 카드를 사용할 수 있습니다. 아래 표는 대략적인 카드 수명에 대한 시뮬레이션 예상치를 보여줍니다.

표 3.1 시뮬레이션에 기반한 녹화 해상도 및 비트레이트에 따른 Axis 카메라의 Axis 감시 카드 수명.

| 카드 용량 | 해상도, 비트레이트   |              |              |
|-------|--------------|--------------|--------------|
|       | 2MP, 2.5Mb/s | 5MP, 3.5Mb/s | 8MP, 4.5Mb/s |
| 128GB | ~10년         | ~7년          | ~5년          |
| 256GB | ~20년         | ~14년         | ~11년         |
| 512GB | ~26년         | ~19년         | ~15년         |
| 1TB   | ~53년         | ~38년         | ~29년         |

수십억 시간의 작동 시간에 기반한 실제 장치 데이터는 Axis 감시 카드의 내구성을 확인시켜 줍니다. 그래프는 실제 데이터와 사용자 행동에 대한 추정치에 기반한 수명의 누적 백분위수 도표를 보여줍니다. 대부분의 Axis 감시 카드가 5년 후에도 여전히 제대로 작동하고 있음을 보여줍니다(128GB 카드의 98.0%, 256GB 카드의 99.9%, 512GB 카드의 >99.9%). 약 90% 이상의 카드는 10년이 지난 후에도 여전히 작동합니다.



감시 카드 수명에 대한 누적 백분위수 도표로, 0-15년 후에도 여전히 작동하는 카드의 비율을 보여줍니다. 실제 데이터 및 추정치에 기반한 시뮬레이션.

### 3.3 비디오 보존 기간

SD 카드의 보존 기간은 카드가 데이터를 지우고 다시 쓰기 시작하기 전까지 카드가 데이터를 저장한 일수로 정의됩니다. 일부 지역에서는 증거로 사용되는 데이터를 30일에서 180일 동안 보관해야 하므로, 최대 보존 기간은 녹화 솔루션에서 고려해야 할 중요한 요소입니다.

Axis 감시 카드는 높은 프레임 레이트와 해상도에서도 녹화 품질 저하 없이 긴 최대 보존 기간을 제공합니다. 최대 보존 기간은 모션 디텍션, 알람 이벤트, 하루 중 시간에 따라 카메라가 어떻게 서로 다른 프레임 레이트와 해상도로 녹화하도록 구성되었는지에 따라 다릅니다.

예를 들어, 128GB 저장 용량을 갖춘 Axis 감시 카드의 최대 보존 기간은 일반적으로 필요한 카메라 구성 및 해상도에 따라 20일에서 215일 이상일 수 있습니다. 물론 256GB 이상의 대용량 카드의 경우 최대 보존 기간은 훨씬 더 길어집니다.

카메라의 웹 인터페이스에서 필요한 보존 기간을 구성할 수 있습니다. 예를 들어 보존 기간을 1주일로 선택하면 정리 작업을 통해 7일이 지난 녹화물이 모두 제거됩니다. 이 작업은 60분에 한 번씩 실행됩니다. 카드에 녹화할 공간이 충분한지 확인하기 위해 지속적으로 실행되는 자동 정리 작업도 있습니다.

### 3.4 작동 상태 모니터링

Axis 감시 카드에는 카드의 마모를 추적하는 데이터 기반 서비스인 상태 모니터링이 함께 제공됩니다. 카드 사용에 기반한 정교한 데이터 모니터링 덕분에 카드 교체가 필요한 경우 몇 달 전에 미리 알림을 받을 수 있습니다.

### 3.5 데이터 손실 위험 감소를 위한 파일 시스템

Axis는 감시 카드에 파일 시스템 ext4를 사용할 것을 권장합니다. 이는 저널링 파일 시스템으로, 특정 유형의 데이터 구조인 저널을 사용하여 변경 사항이 발생할 때마다 기록합니다. 시스템 충돌이나 정전이 발생할 경우, 이러한 종류의 파일 시스템은 더 신속하게 복원할 수 있고 손상될 가능성이 적어 데이터 손실 위험을 줄일 수 있습니다. 이 기능은 버스나 기차에 설치된 장치나 전력 공급이 불안정한 지역에 있는 장치처럼 가끔씩 전원이 중단되는 환경에서 특히 중요할 수 있습니다.

### 3.6 암호화

저장된 데이터를 무단 액세스로부터 보호하는 것은 데이터 보안을 유지하고 민감한 정보를 보호하는 데 매우 중요합니다. Axis 카메라는 장치 내에서 감시 카드에 활성화할 수 있는 암호화 기능을 제공합니다. 암호화를 적용하면, 승인되지 않은 사람은 감시 카드를 제거해도 데이터에 액세스할 수 없습니다.

암호화 기능은 다음과 같은 암호화를 지원합니다.

- AXIS OS 5.80.1 이상이 설치된 모든 장치용 AES-CBC 128비트
- AXIS OS 8.40.1 이상이 설치된 모든 장치용 AES-CBC 256비트
- AXIS OS 8.30.1이 설치된 최신 장치용 AES-XTS-Plain64(AES-XTS-512 256비트)

### 3.7 보증

SD 카드에는 감시 사용 사례에 적용되지 않는 보증이 제공되는 경우가 있습니다. 그러나 Axis 감시 카드는 감시용으로 맞춤 제작되고 감시 사용 사례에 대해 검증되었습니다. 5년 보증이 제공되며 해당 기간 동안 결함이 있는 장치에 대해 무료 지원, 수리 및 교체(RMA)가 제공됩니다.

## Axis Communications에 대하여

Axis는 보안, 안전, 운영 효율성 및 비즈니스 인텔리전스를 향상시켜 더 스마트하고 더 안전한 세상을 실현합니다. 네트워크 기술 회사이자 업계 선도 기업인 Axis는 영상 감시, 접근 제어, 인터콤 및 오디오 솔루션을 제공합니다. 이러한 솔루션은 지능형 분석 애플리케이션으로 보완되고 고품질 교육을 통해 지원됩니다.

50개 이상의 국가에서 약 5,000명의 Axis 임직원이 전 세계의 기술 및 시스템 통합 파트너와 협력하여 고객에게 최적의 솔루션을 제공하고 있습니다. Axis는 1984년에 설립되었으며 본사는 스웨덴 룬드에 있습니다.