

## 백서

# RECLine™ 펌웨어 최적화를 이용한 감시 녹화 안정성 극대화

## 요약



HHD(하드 디스크 드라이브)와 SSD(솔리드 스테이트 드라이브) 간의 용량 및 가격 차이가 줄어들면서 감시(surveillance) 시장에서 SSD가 점차 더 주류 제품으로 자리 잡고 있습니다. 하지만 플래시 메모리에서 데이터 삭제와 쓰기에 따르는 내재적인 문제로 인해 일정한 백그라운드 프로세스가 발생할 수 밖에 없습니다. 이러한 펌웨어 실행은 순차적인 쓰기에서 성능 저하를 초래합니다. 동영상 녹화 애플리케이션은 거의 전적으로 순차적 쓰기 속도에 의존하는 만큼, 이러한 성능 저하는 동영상 품질 저하와 프레임 손실을 초래합니다.

RECLine™은 데이터를 리코딩할 때 지속적인 순차적 쓰기 속도(프레임 손실 최소화)를 보장하는 감시 애플리케이션용 SSD 펌웨어 최적화 솔루션입니다. 이를 위해 SSD의 가비지 컬렉션(garbage collection), 웨어 레벨링(wear leveling) 및 TRIM 기능을 수정하는 방법을 사용합니다.

## 소개

프레임 손실은 감시 데이터를 리코딩할 때 피해야 할 주요 문제입니다. 프레임 손실에 따른 녹화 품질 저하가 발생할 경우 깨끗할 수 있는 영상을 매끄럽지 못하고 사용할 수 없게 만들어 버릴 수 있습니다. 어떤 저장 매체를 사용하든, 프레임 손실은 감시 작업에서 위험 요소로 작용합니다. 나아가, 현장 데이터 분석이나 안면 인식 등과 같은 첨단 감시 기능을 실행하려면 고화질녹화와 동시 읽기 / 쓰기 작업이 필요합니다.

감시 업계에서는 HDD 를 주요 저장 매체로 사용해 오고 있습니다. 이는 주로 가격, 저장 용량, 수명 등 측면에서 HDD 가 가진 장점 때문입니다. 하지만 SSD 가 점차 둘 사이의 격차를 좁혀가면서 HDD 에 대한 매력적인 대안으로 떠오르고 있습니다. SSD 는 완전히 다른 구조로, 데이터 리코딩을 전혀 방해하지 않으면서 동시에 읽기 / 쓰기 작업을 수월하게 실행할 수 있어 가장 요구 조건이 까다로운 감시 작업에서 더 나은 선택으로 인정 받고 있습니다.

SSD 가 상대적으로 우수하기는 하지만 플래시 장치에서 데이터가 저장되고 삭제되는 방식의 특성 상 여전히 프레임 손실이 발생할 수 있습니다. 가비지 컬렉션이나 웨어 레벨링과 같은 SSD 만의 내재적인 특성을 다루는 특정 펌웨어 프로세스는 올바르게 처리하지 않을 경우 상당한 프레임 손실을 초래할 수 있습니다. 이러한 펌웨어 프로세스는 감시 데이터에서 가장 큰 부분을 차지하는 순차적 쓰기에 대해 최적화되어야 합니다.

이 백서에서는 감시 업계에서 SSD 사용 시 이점을 심도 깊게 살펴보고, RECLine 과 이 제품이 펌웨어 기술을 어떻게 변형하는가에 대해 상세하게 설명합니다.

## 배경

### HDD vs SSD

SSD 는 본질적으로 공간 제약이 있고 내구성이 요구되는 용도에 더 적합하다는 특성 상, 일찍부터 임베디드 업계에서 비옥한 성장 환경을 발견했습니다. 그 결과 수월하게 레거시 스토리지 장치들을 대체하고 새로운 용도를 찾아냈습니다. 하지만 감시 시장은 플래시 장치를 채택하는 속도가 매우 더뎠습니다. 그 주요 이유는 HDD 가 합리적인 비용에 고용량을 제공할 수 있기 때문이며, 따라서 간단한 감시 목적에서는 충분히 신뢰할 수 있는 데이터 저장 성능을 제공하고 있습니다.

하지만 현장 데이터 분석이나 안면 인식 등 최신 감시 기능을 수행하려면 동시 읽기 / 쓰기 작업이 필요한 경우가 많습니다. HDD 는 기계적 구조 상 이런 작업을 처리하기 어렵고, 연속 쓰기 환경에서는 프레임 손실이 발생할 수 밖에 없습니다.

그렇기는 하지만 굳이 어느 한쪽을 선택해야 하는 상황은 아닙니다. 양쪽 저장 매체를 결합한 감시 시스템을 설치할 수 있는 방법도 많습니다. 예를 들어, HDD 는 외부 장소에서 데이터를 기록 - 보관 (아카이빙) 하는 역할을 하도록 하고, 플래시 드라이브는 로컬에서 데이터 분석과 데이터 압축 용도로 사용할 수 있습니다.

## 무작위 및 순차적 쓰기

데이터를 저장 매체에 쓰기 하는 데에는 두 가지 방법이 있습니다 . 무작위 쓰기는 저장 장치 내 이곳저곳에 데이터를 산재시키는 방법이고 , 순차적 쓰기는 동영상 녹화처럼 연속적으로 쓰기하는 방법을 말합니다 . 대부분 용도에서는 이 두 가지 쓰기 방법을 혼합해 사용하지만 감시의 경우 거의 전적으로 순차적 쓰기에 의존합니다 . 따라서 SSD 를 사용하는 감시 시스템의 경우 순차적 쓰기에 최적화된 펌웨어를 구동하는 장치여야 합니다 . 그렇게 해야 프레임 손실을 최소화할 수 있습니다 .

## 가비지 컬렉션 (Garbage Collection)

SSD 에서 파일을 삭제하는 것은 단순한 작업이 아닙니다 . 저장 공간은 여러 개의 블록으로 나뉘지고 , 이 블록들은 다시 여러 개의 페이지로 나뉘집니다 . NAND 플래시 셀의 기본 특성 상 , 데이터는 쓰기는 페이지 단위로 가능하지만 삭제할 때는 블록 단위로만 가능합니다 . 이 문제를 해결하기 위해 SSD 를 사용하지 않을 때 가비지 컬렉션을 실행하는 것입니다 . 유효한 데이터는 새로운 블록으로 복사하고 , 유효하지 않은 데이터가 담긴 첫 번째 블록은 삭제해 새로운 데이터를 쓰기할 수 있도록 비워 줍니다 .

## TRIM

TRIM 은 가비지 컬렉션을 더 효율적으로 만들기 위해 사용하는 명령입니다 . 이 파일 시스템은 SSD 의 실제 물리적 층을 추상화 (abstraction) 한 것입니다 . 다시 말해 , 사용자가 파일을 삭제하면 SSD 가 그것을 바로 알아차리는 것이 아니라 , 일단 데이터가 덮어쓰기 되고 나면 그 파일이 유효하지 않다는 것을 알게됩니다 . 따라서 데이터가 불필요하게 이 블록에서 저 블록으로 이동하게 되고 , 그 결과 쓰기 증폭 (write amplification, WA) 이 늘어납니다 . WA 가 높을 수록 SSD 의 NAND 플래시 셀의 마모도가 빨라져 장치의 수명을 크게 감소시킵니다 .

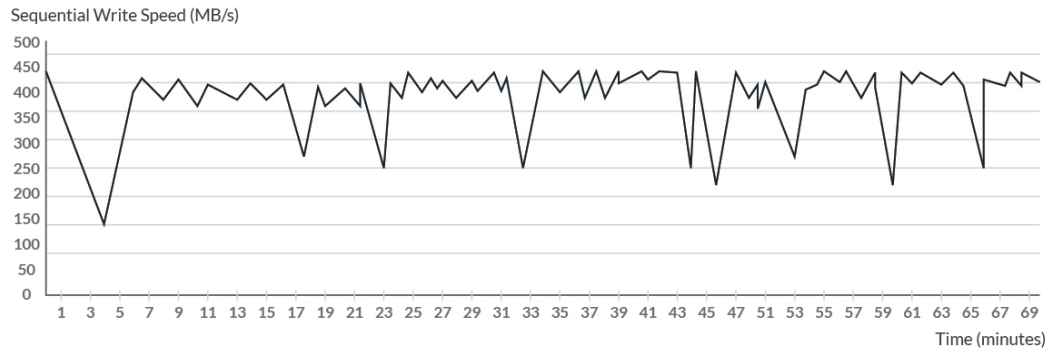
TRIM 은 원래 페이지의 덮어쓰기 여부에 관계 없이 데이터를 유효하지 않은 상태로 즉시 표시함으로써 다음 가비지 컬렉션 주기 중에 삭제되도록 해 이 문제를 해결합니다 .

## 웨어 레벨링 (Wear Leveling)

어느 컴퓨터나 시스템 파일이나 특정 애플리케이션 등 , 장기간에 걸쳐 대체로 아무런 변동 없이 유지되는 파일들이 있습니다 . NAND 플래시 셀은 프로그램 / 삭제 (P/E) 주기가 한 번 반복될 때마다 품질이 저하되기 때문에 영구적인 데이터를 더 많이 보관하고 있는 셀은 덜 사용되고 , 그 결과 셀 품질 저하 정도가 균일하지 않아 결국 수명이 단축되는 결과로 이어집니다 . 웨어 레벨링은 이러한 영구적 데이터를 블록들 사이에서 규칙적으로 옮겨 줌으로써 SSD 가 최대한으로 사용되도록 해 줍니다 .

## 해결 과제

감시 작업은 지속적이고 안정적인 데이터 리코딩이 필수입니다. 그러기 위해서는 프레임 손실로 이어질 수 있는 여러 요인들을 완화해 주는 것이 필요합니다. 프레임 손실은 주로 불안정한 환경 조건과 전자기 간섭으로 인해 발생합니다. SSD의 경우, 가비지 컬렉션, TRIM 및 웨어 레벨링 등의 백그라운드 프로세스도 영향을 미칠 수 있습니다. 그래프 1은 동영상 녹화 테스트 중 표준 펌웨어를 구동하는 SSD를 보여 줍니다. 일단 펌웨어가 작동하기 시작하면 순차적 쓰기 성능이 갑자기, 급격하게 떨어집니다. 이는 거친 이미지와 리코딩 데이터의 갑작스러운 중단으로 이어질 수 있습니다.



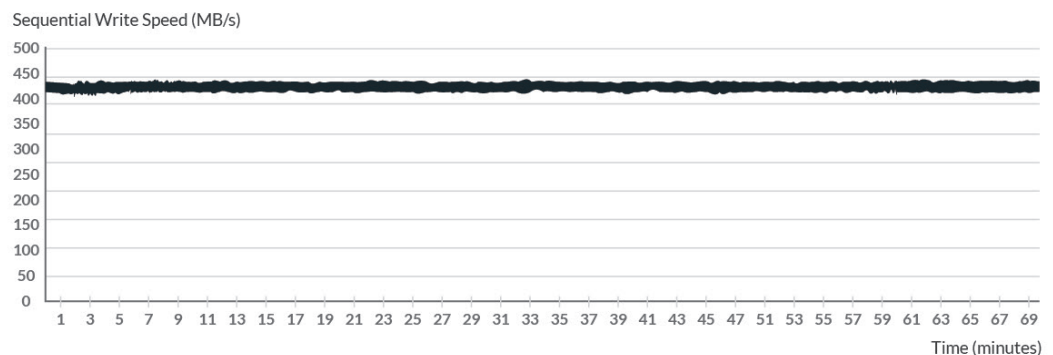
그래프 1: 표준 SSD를 사용한 리코딩 테스트

첨단 감시 기능을 위해서는 데이터의 읽기와 저장 장치에 쓰기가 동시에 필요한 경우가 많습니다. HDD는 그 기계적인 특성 상 디스크와 읽기 / 쓰기 헤드가 움직이는 속도에 제약이 있기 때문에 이런 종류의 작업 수행에 적합하지 않습니다. 반면 인식이나 데이터 분석 같은 기능을 제대로 구현하려면 한층 더 빠르고 안정적인 저장 장치가 필요합니다.

## 해결 방법

### 최적화된 펌웨어

RECLine은 감시 애플리케이션의 요건에 더 적합하도록 가비지 컬렉션과 웨어 레벨링 작업을 조정합니다. 그래프 2는 펌웨어를 최적화한 상태로 RECLine SSD 상에서 테스트 실행 시의 모습을 보여 줍니다. 가비지 컬렉션을 계속 실행하고 있지만 순차적 쓰기 속도에는 거의 영향을 미치지 않는다는 것을 확인할 수 있습니다.



그래프 2: RECLine SSD를 사용한 리코딩 테스트

가비지 컬렉션 프로세스는 쓰기 속도를 감소시킬 수 있습니다. 일반 펌웨어의 경우, 가비지 컬렉션이 자주 실행되기 때문에 데이터 리코딩 시 프레임 손실이 발생할 수 밖에 없습니다. RECLine은 가비지 컬렉션의 실행 시점을 바꾸고 빈도수를 줄임으로써 블록들 간 데이터 이동 시간을 효과적으로 분산시킵니다. SSD는 사용자 영역 / 논리적 공간 (그림 1 참조)에서 저장 공간이 소진되고 나면, 그림 2에서 보드시피 여분 영역 (“오버프로비저닝”이라고도 합니다)에 쓰기 시작합니다.

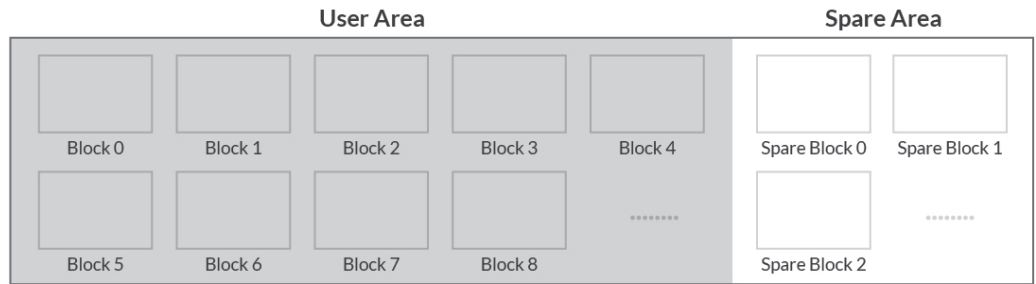


그림 1: SSD의 사용자 공간이 모두 찬 모습

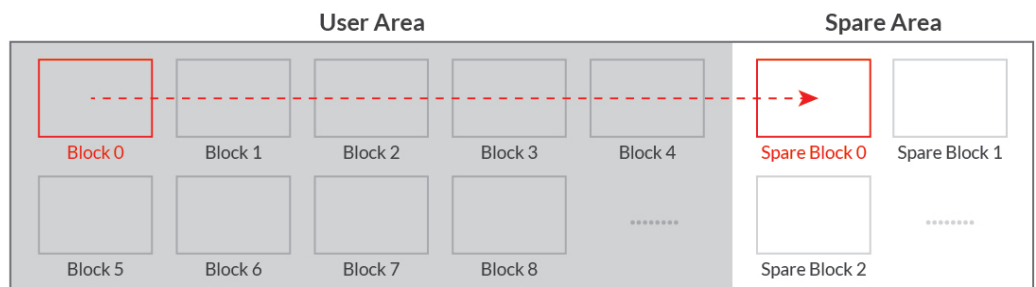


그림 2: SSD가 여분 블록 0에 쓰기 시작합니다

SSD는 펌웨어가 감시 목적 리코딩에 최적화되어 있기 때문에 모든 순차적 데이터를 덮어쓰기 가능한 데이터로 취급합니다. 이는 블록 0에 있는 소량의 무작위 데이터가 분산된 가비지 컬렉션 방식에 따라 서서히 통합된다는 것을 의미합니다. 여분 블록 0에 쓰기가 완료되는 시점에는 블록 0에서는 이미 데이터가 삭제되고 유효한 무작위 데이터는 통합 정리가 완료된 상태입니다 (그림 3 참조). 유효한 소량 데이터의 통합은 소규모의 분산 형태 작업을 통해 처리되며, 가비지 컬렉션에 의한 전체적인 프레임 손실은 미미하다고 볼 수 있습니다.

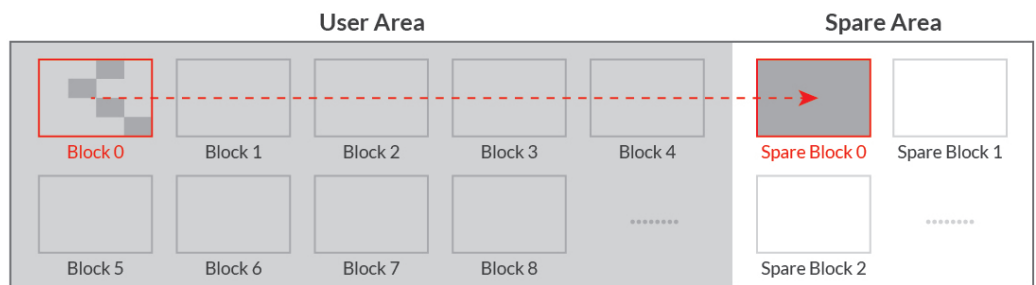


그림 3: 가비지 컬렉션을 전체 드라이브에 분산

웨어 레벨링의 주 목적은 데이터 쓰기가 모든 블록들에 걸쳐 균일하게 이루어지도록 하는 것입니다. 하지만 감시 리코딩은 주로 순차적 쓰기 작업이기 때문에 데이터가 연속적으로 쓰기되고 대부분 블록에서 삭제됨에 따라 이 문제는 대부분 저절로 해결됩니다. 따라서, 더 안정적인 쓰기 성능을 위해 웨어 레벨링 빈도를 안전하게 줄일 수 있습니다.

TRIM 명령 자체는 프레임 손실을 초래하지 않으며, REcline에 대해 TRIM 명령을 적용하면 가비지 컬렉션의 효율성을 한층 더 높여 줍니다.

### 동시 읽기 / 쓰기






HDD는 구성품이 움직이는 데 반해, SSD(“고체 상태” 드라이브)는 그 이름에서도 알 수 있듯이 움직이는 구성품이 전혀 없습니다. 시스템이 요청하는 데이터에 액세스하려면 그에 해당되는 플래시 섹션 위치를 파악하기만 하면 됩니다. 따라서, SSD는 동시 읽기 및 쓰기 작업이 필요한 감시 애플리케이션에서 최고의 대안을 제공합니다.

## 결론

SSD는 미래의 저장 매체입니다. 하지만 감시 영역에서는 해결해야 할 일정한 장애물이 있습니다. REcline은 프레임 손실을 최소화할 수 있도록 가비지 컬렉션과 웨어 레벨링을 조정해 최적화된 솔루션을 제공함으로써 플래시 드라이브에 내재적인 문제를 해결합니다. 이 방법을 통해 작업자는 저장 솔루션이 리코딩 품질에 영향을 미치지 않도록 하면서, 동시에 시스템이 첨단 감시 기능을 수행하도록 보장할 수 있습니다.

# Innodisk 솔루션

## InnoREC™ 시리즈

				
2.5" SATA SSD 3MV2-P	SATA Slim 3MV2-P	CFast 3MV2-P	M.2(S80) 3MV2-P	mSATA 3MV2-P

## Innodisk Corporation

5F., NO. 237, Sec. 1, Datong Rd., Xizhi Dist., New Taipei City, 221, Taiwan

전화 : +886-2-7703-3000

팩스 : +886-2-7703-3555

이메일 : sales@innodisk.com

**innodisk**

Copyright © July 2017 Innodisk Corporation. All rights reserved. Innodisk is a trademark of Innodisk Corporation, registered in the United States and other countries. Other brand names mentioned herein are for identification purposes only and may be the trademarks of their respective owner(s).