

# 실시간 영상획득 시스템의 개발

정동현\*, 김영린\*, 이강문\*\*, 진광원\*\*, 송창근\*

\*한림대학교

\*\*㈜엠오아이

e-mail : {dhjeong, yrkim, cgsong}@hallym.ac.kr\*,

foliee@hanmail.net\*\*, moitec@empal.com\*\*

## Implementation of Real-time Image Capturing System using Line-camera

Dong Hyun Jeong\*, Young Rin Kim\*, Chang Geun Song\*,

Kang Moon Lee\*\*, Kwang Won Jin\*\*

\*Dept. of Computer Engineering, Hallym University

\*\*M.O.I Co., Ltd

### 요 약

본 논문을 통하여 개발된 시스템은 라인카메라를 사용하여 터널의 균열 영상을 획득하기 위하여 사용되는 시스템으로, 터널 내부의 균열 영상을 실시간으로 촬영하여 저장하는 시스템이다. 터널 영상은 의료영상과 같이 작은 손실에도 큰 영향을 미칠 수 있다. 이러한 요소 때문에 본 시스템에서는 CCD 방식의 라인 스캔 카메라를 이용하여 터널 영상을 촬영하며, 이를 저장 하는 방법에 있어서는 비손실 압축기법을 사용하였다. 비손실 압축 기법의 사용을 이용하여 영상을 저장하는 방식은 많은 데이터 저장공간을 필요로 한다. 이러한 문제점은 기술 개발의 놀라운 성장과 더불어 기존 테이프 기반의 방식에서 벗어나 로컬 하드디스크로 직접 저장하는 기법을 사용할 수 있게 되었다. 즉, 라인 카메라를 이용하는 기존 시스템의 경우에는 영상데이터를 실시간으로 저장할 수 없는 문제점 때문에 촬영 속도를 느리게 하면서 영상을 획득하였으며, 획득한 영상을 테이프로 저장하도록 설계되었다. 이에 반하여 본 시스템에서는 테이프를 대신하여 로컬 디스크를 사용하여, 대용량의 영상을 실시간으로 저장할 수 있는 시스템을 개발하였다. 예비실험을 통하여 나타난 결과에 따르면 본 논문을 통하여 개발된 시스템은 약 20Km 이상의 속도로 진행되는 열차에서 터널의 영상을 실시간으로 촬영하여 저장할 수 있음을 살펴볼 수 있었다.

### 1. 서론

라인카메라는 다양한 사용성을 가지고 있기 때문에 공장 자동화 시스템에서의 제품의 표면검사나 제품의 올바른 위치를 검사하는 작업등 넓은 영역에서 사용되고 있다. 본 논문에서 개발된 시스템은 그 넓은 영역 가운데에서 터널 영상을 실시간으로 촬영하여 디지털 이미지로 저장하는 데 초점을 맞추고 있다. 불과 몇 년 전까지만 해도 실시간으로 영상을 연속적으로 촬영하여 저장하는 기술은 그다지 널리 연구되지 않았으며, 기존의 연구는 단지 테이프와 같은 대용량 저장장치를 그 매체로 사용하는 방법에 한정되어 연구가 진행되었다. 이는 기존의 저장기술 및 속도 그리고

저장 용량이 한계가 있기 때문이다.

본 논문에서는 라인카메라를 이용하여 터널영상을 촬영하여 실시간으로 저장하는 시스템을 개발하였다. 획득한 영상을 실시간으로 저장하기 위하여 테이프와 같은 저속의 저장장치가 아닌 고속저장장치의 일환으로 시리얼 ATA 방식의 하드디스크를 이용하였다. 또한 IDE 방식의 하드디스크를 이용한 실험에서도 본 논문을 통하여 개발된 시스템은 영상을 실시간으로 저장할 수 있음을 볼 수 있었다. 개발된 시스템은 터널의 길이가 약 40Km 인 환경에서 테스트를 수행하였다.

2. 관련연구

카메라를 이용하여 영상을 실시간으로 획득하는 것에 대한 연구는 기존에 많은 여러 분야에서 다양하게 진행되었다. 공장자동화 시스템의 경우에는 실시간으로 생산되는 제품의 오류를 판단하기 위한 방법에 대한 연구가 진행되었다. 또한 도시의 3 차원 모델을 생성하고 이를 위한 3 차원 모델에 실세계의 영상(texture)을 적용하기 위하여 라인 카메라를 이용하여 영상을 획득하였다[1][2]. 실시간으로 영상을 획득하기 위한 연구는 적외선 카메라를 이용하여 테이프장치에 기록하는 연구가 시도 되었다. 이는 현재 유럽에서 터널에 대한 영상을 촬영하기 위하여 사용되는 방식이다.

3. 시스템 개요

3.1 연구의 목적

영상 데이터의 경우에는 영상 자체를 디지털화 하여 저장하기 때문에 보통 1024x768 사이즈의 영상을 획득하여 비트맵 파일로 저장하는 데에는 일반적으로 약 1MB 의 저장공간을 필요로 한다. 영상 자체에 압축방식을 적용하여 JPEG 과 같은 압축파일로 저장하는 경우에는 저장공간을 효율적으로 사용할 수 있으나, 터널 영상의 경우에는 의학분야에서와 마찬가지로 미세한 영상의 한 부분이라 할지라도 커다란 문제점을 야기 할 수 있기 때문에 JPEG 과 같은 손실 압축방식으로 영상을 저장하는 방식을 채택할 수 없는 문제점을 가지고 있다. 또한 비손실 압축방식을 이용한 저장방식의 경우에는 터널과 같은 연속적인 영상 데이터를 실시간으로 저장하는 경우에 발생할 수 있는 CPU 점유시간, 메모리 그리고 저장공간의 기하급수적인 증가로 인하여 사용하는 시스템 전체에 영향을 주어 영상 자체의 손실 및 시스템 오류의 문제점을 가지고 올 수 있다. 이를 효율적으로 해결하기 위한 연구의 일환으로 시스템의 개발을 개발하였으며, 이를 통하여 터널 영상을 효율적으로 촬영하여 영상 이미지를 획득하는데 그 목적이 있다.

3.2 라인카메라 시스템의 구성

라인카메라 시스템은 광학부분과 전자부분으로 구성된다. 광학부분은 기존의 광학용 카메라에 사용되는

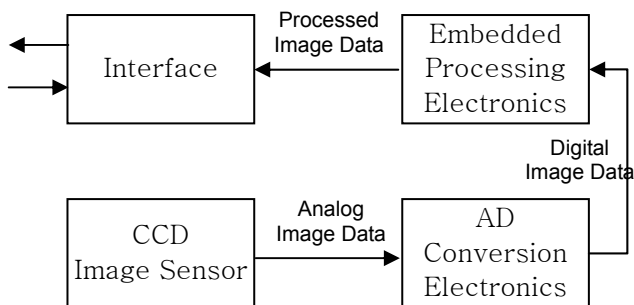


그림 1. Camera Architecture Block Diagram

장치를 그대로 사용할 수 있도록 구성되어 있으며, 전자부분은 광학부분을 통하여 획득하는 영상을 센서로 받아들여 빛 에너지를 아날로그 신호로 변환하여 전송하는 방식이다. 컴퓨터를 통하여 입력된 아날로그 신호는 컴퓨터에 장착된 아날로그/디지털의 변환 장치인 PC 인터페이스 보드(Grabber)를 통하여 디지털로 변환되도록 구성되어 있다.

영상을 획득하는 장비는 ATMEL사의 AViiVA M2 CL 을 사용하였으며, PC 인터페이스 보드로는 Coreco 사의 X64-CL 을 사용하였다.



그림 2. AViiVA M2 CL

3.3 전체 시스템의 구성 및 구현

전체시스템의 구조는 영상을 획득하는 시스템인 영상획득 시스템(AcqImg)과 획득한 영상을 하나의 터널 영상으로 편집할 수 있도록 하는 영상 합성 시스템(ImgMerger)으로 구성된다.

영상 획득 시스템의 구조는 그림 3 과 같이 네 부분으로 구성이 되며, 크게 Control 부분과 Management 부분으로 구성된다. Control 부분은 하드웨어를 효율적으로 관리하는 역할을 주로 수행하며, Management 부분은 운용중인 운영체제의 메모리와 파일의 효율적인 관리를 담당한다.

System control 은 사용중인 운영체제의 CPU 점유율 과 메모리 그리고 영상을 획득하는 장치를 컨트롤 하는 역할을 수행한다. 하나의 application 이 오랜 시간 동안 CPU 를 점유하는 경우에는 운영체제에서 기본적으로 유지/관리를 위하여 동작되는 여러 시스템에 영향을 주어 전체적인 시스템의 성능에 영향을 줄 수 있기 때문에 CPU 점유율을 효율적으로 모니터링하여 영상획득의 수행을 중지 시키는 역할을 수행한다. 영상을 획득하는 과정에서 발생하는 문제점은 기존에

|                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| System control    | OS & Device control         |
| Disk control      | Disk space control          |
| File Management   | File copy & saving          |
| Memory Management | Memory allocation & copying |

그림 3. System Architecture

획득한 영상에 영향을 줄 수 있기 때문에 이를 방지하는 역할을 수행한다.

Disk control 은 효율적으로 획득한 영상을 저장하는데 필요한 하드디스크를 컨트롤 하는 역할을 수행한다. 라인카메라를 이용하여 획득한 영상을 저장하기 위해서는 적게는 수십에서 많게는 수백기가에 해당하는 데이터 공간이 필요하다. 현재 생산되는 기가 바이트급의 하드디스크의 경우에는 약 200GB 까지 사용이 가능하다. 대용량의 데이터를 저장할 수 있는 공간임에도 불구하고 비손실 압축을 사용하여 획득한 영상은 200GB 이상의 데이터 공간을 요구한다. 이를 위하여 4 개의 하드디스크를 다중으로 장착 가능하도록 설계하였다. Disk control 에서는 다중의 저장장치를 효율적으로 관리하고 컨트롤 하는 기능을 수행한다. 기본적인 시스템은 4 개의 하드디스크를 통하여 약 1TB 의 영상데이터를 저장 가능하도록 되어 있다.

이외에도 두개의 management 부분으로 구성되며, 실시간으로 영상을 획득하여 저장하는데 있어서 가장 중요한 역할을 수행한다. 이 부분은 영상을 획득하여 저장하는 과정에서 메모리를 사용하기 때문에 서로 유기적인 관련성을 갖는다.

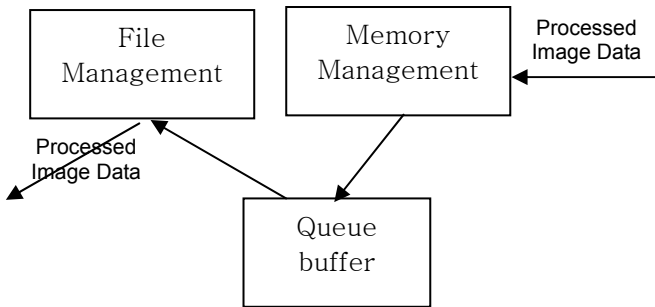


그림 4. 시스템 Management

최초 라인카메라를 통하여 획득한 영상은 디지털로 변환되어 영상획득 장치(Grabber)의 메모리 버퍼에 저장되는데, 이를 DMA 방식을 통하여 사용중인 시스템의 메모리 버퍼에 실시간으로 복사하며 이를 다시 파일로 저장하는 방식을 취한다. 시스템의 메모리 버퍼의 구조는 Queue 형태를 취하여 시스템과 운영체제와의 시간적 오차로 인하여 발생하는 문제점을 해결하는데 사용된다. 즉, 하나의 Queue 버퍼에 저장된 획득 영상은 File management 에서 저장하기 전까지 보존되며, 저장장치에 저장되면 삭제되도록 구성된다. Queue 의 사이즈는 최초의 plight 버전의 시스템에서는 4096x256 사이즈의 영상을 10 개까지 저장 가능한 Circular Queue 로 구성하였다. 초기 버전에서 영상을 획득하는 과정은 하드웨어간의 메모리 복사로 수행되기 때문에 최소한의 시간이 소요되지만, 로컬 하드디스크로 저장되는 경우에는 사용하는 시스템에 따라서 시간적 소요가 많이 발생하며 영상 자체가 중첩되는 문제점을 발생하였다. 개선된 시스템에서는 이 문제점을 해결하기 위하여 동적으로 Queue 사이즈를 조정 가능한 Dynamic List Queue 를 사용하였다.

File management 에서는 파일을 로컬 하드디스크로

저장을 수행하는데, 물리적인 디스크에 저장을 하는 방식이 아닌 시스템 캐쉬를 이용한 File Caching 방법을 사용하였다.

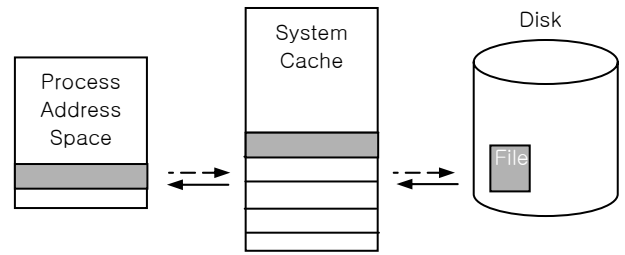


그림 5. System cache 를 이용한 Disk 접근 [3]

그림 5 와 같이 프로세서에서 디스크에 접근을 위하여 시스템 캐쉬를 생성하며 이를 통하여 디스크에 접근, 저장을 수행하는 방식이다. 이를 통하여 물리적인 하드디스크로 직접 저장을 할 때 보다, 훨씬 효율적이고 빠르게 획득 영상을 로컬 하드디스크에 저장이 가능하다. 초기 버전에서는 시스템 캐쉬를 사용하는 File caching 방법을 사용하지 않고 직접 로컬 하드디스크로 영상을 저장하는 방식을 취하였는데, 이 과정에서 발생한 문제점은 로컬 하드디스크로 저장을 하는 단계에서 많은 시스템 오버헤드를 발생시켜 점진적인 CPU 의 리소스 점유율의 증가와 더불어 Queue 버퍼의 급격한 증가로 시스템 전체가 다운되는 현상을 확인할 수 있었다. File caching 의 사용은 이러한 기존의 문제를 없애는 효과를 가지고 왔으며, 수행 performance 면에서도 약 1GHz 의 펜티엄급 시스템에서 영상 획득을 수행하였을 때에 시스템의 문제없이 동작함을 살펴볼 수 있었다.

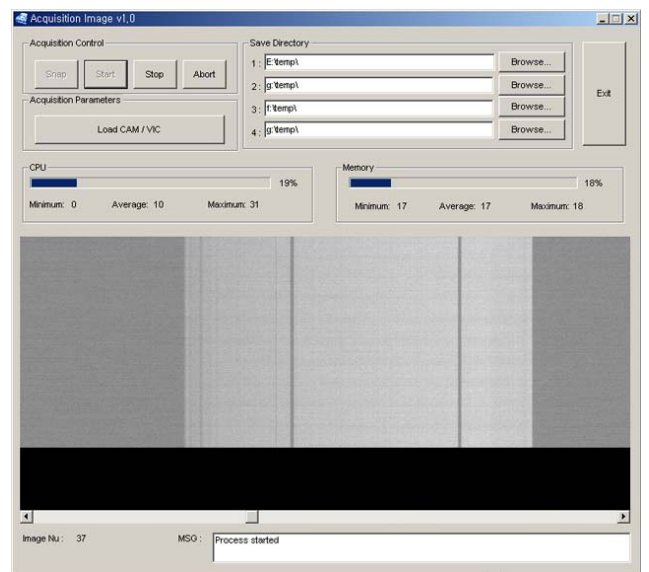


그림 6. 영상 획득 시스템 (AcqImg)

그림 6 은 터널내부의 모습을 대신할 수 있는 자체 제작된 환경에서 영상획득시스템을 테스트 하는 모습이다. 시스템의 중앙에는 현재 촬영되는 영상의 모습과 더불어 CPU 와 Memory 의 모습을 실시간으로 보

여준다. 한 컷 당 촬영되는 영상의 사이즈는 4096x256로 한정을 지었는데, 이는 영상의 중첩 없이 메모리간 영상의 복사가 가능한 최소의 사이즈로 여러 종류의 CPU 클럭 스피드를 가지는 컴퓨터에서 테스트 과정을 통하여 얻어낸 수치이다. 획득한 영상 데이터는 터널 전체의 모습을 단위 프레임별로 나누어 저장을 하였기 때문에 하나의 커다란 영상으로 살펴보기 위해서는 이를 편집하는 기능을 하는 시스템이 존재하여야 하는데, 이 역할을 영상 합성 시스템이 수행한다.



그림 7. 영상 합성시스템 (ImgMerger)

그림 7은 영상 획득 시스템을 통하여 획득한 영상을 하나의 커다란 영상으로 합성 혹은 편집 가능하도록 하는 시스템이다. 영상의 획득과 합성을 통하여 획득한 터널 영상 데이터를 그 사용 목적에 맞게 사용 가능하도록 한다.



그림 8. 실제 촬영된 터널영상

그림 8은 본 시스템을 사용하여 촬영된 터널 영상의 일부 모습으로 4096x1024의 영상을 나타낸다. 영상획득시스템을 이용하여 촬영된 영상을 영상합성시스템으로 4096x1024의 크기로 편집한 결과이다.

#### 4. 결론 및 향후 연구과제

본 논문을 통하여 개발된 시스템은 터널 구조의 균열을 판단하기 위하여 터널의 영상을 실시간으로 획득하여 저장하는 시스템이다.

터널의 영상은 특성상 열차 위에 촬영장비를 설치하거나 혹은 변형 고안된 열차를 사용하여 촬영을 수행하여야 한다. 실시간으로 촬영되는 터널 영상을 실

시간으로 저장하는 데에는 터널영상의 촬영속도와 저장속도와의 상이점 때문에 이를 효율적으로 맞추는 것이 상당한 어려움을 내재하고 있었기 때문에 기존에는 저속으로 촬영을 수행하며, 대용량을 지원하는 저속의 저장 장치인 테이프에 영상을 저장하는 방식을 취하였다. 시스템의 혁신적인 개발과 더불어 저장 장치의 개선으로 본 시스템에서는 라인 스캔 카메라와 시리얼 ATA 혹은 IDE 방식의 하드디스크를 사용하였으며, 약 20Km의 속도로 이동하며 터널의 영상을 촬영하고 이를 저장할 수 있는 시스템을 개발하였다.

현재 4개의 하드디스크를 지원가능 하도록 설계되어 있으나 터널의 길이가 긴 경우에도 활용을 할 수 있도록 RAID 등을 이용하여야 한다. 보다 우선적으로 실질적인 운용을 통하여 발생할 수 있는 문제점을 발견하여 이를 시정/보완하는 과정이 가장 시급한 향후 과제라 하겠다.

#### 참고문헌

- [1] H. Zhao and R. Shibasaki. Reconstructing Urban 3D Model using Vehicle-borne Laser Range Scanners. Proc. of the Third Int. Conf. on 3-D Digital Imaging and Modeling, pp. 349-56, May, 2001.
- [2] Ryuichi Murata, Ryosuke Shibasaki, "Detecting Signboard Information of Shops for Revising Car Navigation Database Using VLMS (VEHICLE-BORNE LASER MAPPING SYSTEM) Proc. ACRS 2001 - 22nd Asian Conference on Remote Sensing, 5-9 November 2001, Singapore. Vol. 2, pp. 1512-1515.
- [3] File Caching, available at <http://msdn.microsoft.com>
- [4] C. Zhu, K. Hirahara and K. Ikeuchi, "Street-Parking Vehicle Detection Using Line Scan Camera", Proc. Intelligent Vehicle Symposium, pp.575-580, 2003.
- [5] L. Zhao and C. Thorpe. Qualitative and Quantitative Car Tracking from a Range Image Sequence. Proc. of IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 496-501, 1998.