

실시간 다채널 비디오 처리에 대한 효율적인 대역폭 제어 방법 연구

김찬규*, 홍인화*, 이상원*, 박정범**
*전자부품연구원 디지털미디어 연구센터
**단국대학교 전자·컴퓨터공학과
e-mail:kimcg@keti.re.kr

A Study of efficient Bandwidth Control for Real-Time Multi-Channels Video Processing

Chan-Gyu Kim*, In-Hwa Hong*, Sang-Won Lee*, Jeong-Beom Park*
*Dept of Digital Media Research Center, KETI
**Dept of Electronic & Computer Engineering, Dankook University

요 약

비디오 코딩 기술과 더불어 디지털 비디오 장치의 급속적인 발전으로 최근에 디지털 비디오 시스템에 대한 관심은 극도로 향상되어 있다. 특히, 비디오 압축 기술을 바탕으로 하고 있는 디지털 비디오 레코딩 시스템, DVR은 실제로 채널 확장에 따른 영상의 압축과 복원이 실시간으로 변화되지 않는 비대칭형 압축 기술에 대한 문제점과 화면정지 시의 화질 문제, 초당 녹화 프레임 수를 높이기 위한 압축 기술의 향상과 이에 따른 화질 저하 문제를 모두 해결할 수 있는 기술이 절실히 요구되어지고 있는 가운데, 본 논문에서는 비디오 채널의 확장에 따른 기술적인 부담을 안고 실시간으로 디지털로 기록하는 동안에 캡처된 비디오 프레임들의 다채널의 실시간 비디오 데이터 처리에 대한 효과적인 메모리 대역폭 제어와 PCI 대역폭을 제어하는 방법을 통해 시스템 내부의 계산상의 비용을 감소시키고 시스템의 성능을 향상시킬 수 있는 방법을 제시하고자 한다.

1. 서론

비디오 압축 코딩 기술인 MPEG-4 표준화와 더불어 디지털 비디오 처리 장치의 급속적인 발전으로 최근에 디지털 비디오 레코딩 시스템에 대한 관심은 빠른 속도로 증가하고 있다[1]. 디지털 비디오 레코딩(DVR) 시스템은 동영상 압축, 동영상 디스플레이 화질 및 녹화 화질, 네트워크 전송, 안정성이 요구되어 진다[2][3].

DVR은 디지털 카메라, 움직임 검출, 캡처 기능과 컴퓨터를 이용하는 전통적인 비디오테이프 시스템의 모든 기능들을 지원하는 진보적 보안 시스템이고 MPEG/MJPEG등의 동영상 압축 기술을 기반으로 동화상 압축, 저장뿐 아니라 네트워크 등을 통해 영상 데이터를 전송하는 기능을 가진 디지털 영상 저장 및 전송장비이다. 주로 보안을 필요로 하는 지역에 다수의 카메라를 설치하여 건물의 실내·외 주차장, 은행들의 보안 상태를 점검하는데 사용되는 차세대 영상 감지 시스템으로서 기존의 아날로그 CCTV 대비 탁월한 기술적인 장점을 가진다[4][5].

DVR은 하드디스크 파일로써 캡처된 프레임들을 저장할 수 있고 이후에 다시 재생 할 수 있다. 오늘날, DVR은 전통적인 비디오테이프 방식보다 보다 안정적이며 편리한 보안 시스템으로 각광을 받고 있다. DVR은 전통적 시스템과 비교해 디지털 레코딩이 이루어지고 있는 동안에 같은 시간대에 캡처된 비디오 프레임들을 실시간으로 리모트 디스플레이가 가능하다는 또 다른 장점을 가지고 있다[6][7].

비디오 압축 기술을 바탕으로 하고 있는 디지털 비디오 레코딩 시스템, DVR은 실제로 채널 확장에 따른 영상의 압축과 복원이 실시간으로 변화되지 않는 비대칭형 압축 기술에 대한 문제점과 화면정지 시의 화질 문제, 초당 녹화 프레임 수를 높이기 위한 압축 기술의 향상과 이에 따른 화질 저하 문제를 모두 해결할 수 있는 기술이 절실히 요구되어지고 있다[8].

본 논문에서는 압축된 다채널 비디오 처리 시스템에서 DDR SDRAM과 같은 복잡한 메모리 디바이스를 이용한 메모리 대역폭 제어와 PCI 대역폭을

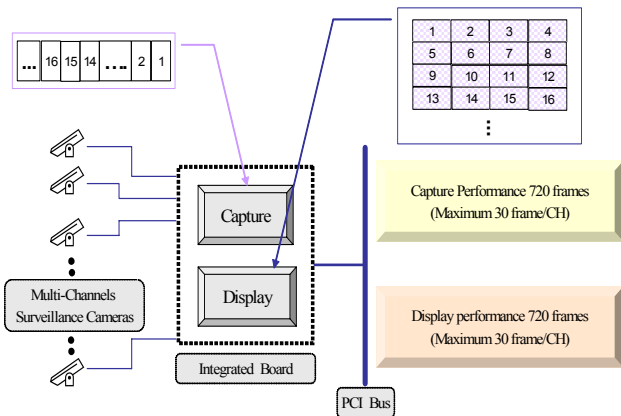
제어하는 방법에 대해 제안하고자 한다. 섹션2에서는 채널 확장이 가능한 다채널 비디오 시스템에 대하여 언급한다. 섹션3에서는 제안하는 대역폭 제어 방법에 대해 표현한다. 마지막으로 결론에서 우리가 제안한 방법의 환경과 성능에 대해 표현한다.

2. 다채널 비디오 처리 시스템

현존하는 비디오 처리 디바이스들은 입력되는 비디오 채널 확장에 따른 시스템의 부담이 급격히 증가하게 되고 입력되는 영상을 캡처와 동시에 실시간으로 모니터에 디스플레이 하여야 한다. 특히 DVR 보안 감시 카메라 보유 대수가 증가함에 따라 많은 입력 오디오/비디오 신호를 실시간으로 캡처와 디스플레이가 가능한 고성능의 영상, 음성데이터 처리기술이 요구되어지고 있다.

입력된 다채널 영상정보는 그림 1에서 디자인된 바와 같이 하나의 통합보드 위에 4CIF (704x480) 해상도의 VGA 카드로 초당 30프레임의 영상 정보를 캡처하여 보내도록 하였다. 또한 다채널의 영상 데이터를 처리하기 위해 우리는 통합된 하나의 보드 내에서 이를 CIF로 환산하여 120프레임의 영상이 디스플레이 되도록 디자인하였다. 또한 그림 1에서 통합된 보드의 각 시스템 단에 대하여 간단히 언급한다.

▶ Capture Unit - 다채널의 비디오 데이터를 PCI 버스를 통해 PC의 메인 메모리로 옮기는 기능을 한다. 비디오 신호는 실시간인데 비해 PCI 버스는 시분할 구조로 되어있기 때문에 비디오 신호를 DVR 모듈 내에서 충분히 버퍼링 해주도록 한다. 또한 비디오 신호의 해상도가 CIF 보다 큰 경우에는 전체 프레임의 전송이 불가능하므로 프레임율의 설정을 통해 초당 전송할 프레임 수를 조절하는 기능도 한다.



(그림 1) 디자인된 다채널 비디오 처리 시스템

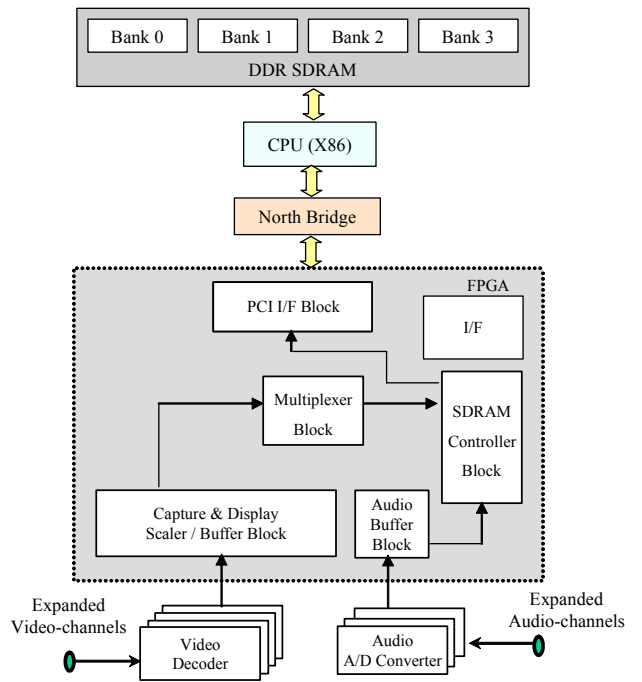
▶ Display Unit - 다채널의 비디오 신호를 PCI 버스를 통해 VGA 카드로 전송하여 실시간 영상을 모니터로 보여주는 기능을 한다. 화면을 적당히 분할하여 여러 개의 채널을 동시에 보여주며 원하는 채널만 보여주는 기능을 지원하며 채널에 따라 보이는 해상도를 조절하는 기능도 지원한다.

3. 제안하는 대역폭 제어 방법

본 논문에서는 픽셀을 MPEG-4 어플리케이션에서 메모리에 매핑하기 위해 메모리와 비디오 처리단 사이에서 오버헤드의 최소화를 가져오도록 하였다. PC 기반의 메모리 액세스의 15% 감소로 시스템을 인코딩하는 MPEG-4에서 얻을 수 있었다. 또한 시스템 상에서 비디오 포맷 변환을 통해 PCI 대역폭을 제어할 수 있었다. 제안한 방법은 시스템의 품질 또는 기능성을 확장하기 위해 쉽사리 사용될 수 있다.

3.1 메모리 뱅크로 MPEG-4 픽셀 매핑

입력된 비디오 데이터의 버스트들은 메모리 대역폭의 효율적 활용을 위해 DVR과 같은 비디오 처리 시스템에서 겹쳐짐이 없는 비디오 블록을 하나의 개체로 인식하고 접근한다. 또한 시스템에서 현재의 비디오 처리 장치의 구조는 그림2에서 나타낸 것처럼 DDR SDRAM을 경유하여 통신하고 있는 FPGA 블록을 포함하는 하드웨어의 여러 형태를 근거로 한다.



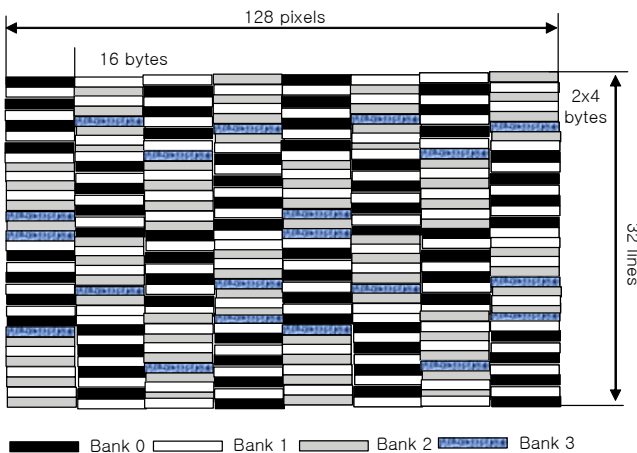
(그림 2) 디자인된 다채널 시스템 전체 구조

MPEG-4에서의 매크로 블록(MB)에 바탕을 두고 이들은 모든 요구되어지는 데이터 유닛들에 전송되어지므로 인해 여러 데이터 유닛들에 분산되어 있을 지 모른다. 그러므로 필요한 (픽셀 오버헤드) 것보다 현저하게 많은 픽셀들이 옮겨진다. 대부분의 멀티미디어 시스템의 메모리 대역폭의 증가 요구는 데이터의 버스트와 메모리 버스 폭을 확장하고 있다. 이는 보다 큰 데이터 유닛(예를 들면 버스트당 64바이트를 가져오게 하면서 8개 워드의 버스트와 64비트의 버스와 폭)을 가져오게 함으로써 더 높은 픽셀 오버헤드를 순번대로 가져오게 한다.

우리는 이 논문에서 메모리에서 비디오의 최적의 매핑 방법을 실제 데이터 의존을 고려하는 것과 같은 실제의 접근방법을 비판적으로 검토하는 것으로 시작하고자 한다. 또한 대역폭 효율에 있어서 중요한 이슈는 메모리 뱅크에서의 구조이다. 이는 모든 현존하는 메모리 디바이스에서 기본적으로 제공된다.

그림3에서 나타낸 것처럼 우리는 템플릿을 데이터 유닛의 크기를 변화시키지 않고 다른 메모리 뱅크 위에 데이터 유닛을 매핑하는 것으로 정의하고 최적화를 가능하게 했다. 예를 들어 16x16 샘플의 MB가 요청되어지면, 64x1의 데이터 유닛은 8x8의 데이터 유닛보다 많은 오버헤드를 가져온다. 게다가 메모리 뱅크가 교대로 접근하게 될 때 효율적인 통신이 이루어질 수 있다. 예를 들어 16x4 크기의 인접한 픽셀의 그룹은 싱글 데이터 유닛들에 매핑되어진다. 또한 연속된 데이터 유닛은 고정된 시퀀스에서의 메모리 뱅크로 분산되어진다.

비디오 처리에 의해 요구되어지는 비디오 데이터는 Interlaced나 Progressive의 데이터 블록을 범용적으로 사용하여 매핑할 수 있다.



(그림 3) 데이터 템플릿에 대한 매핑 방법

3.2 비디오 포맷 변환으로 인한 PCI 대역폭 제어

섹션2에서 언급한 다채널 비디오 처리 모듈을 이용하여 PCI 버스의 대역폭 사용을 줄이기 위해 보드 상에서 입력된 비디오를 4:2:2 포맷을 4:2:0 포맷으로 변환시켰다.

본 논문에서 다채널 비디오 레코딩 모듈일 때, 이미지 크기는 다음과 같다. 캡처되는 이미지의 크기는 다음과 같다. 352x240 사이즈의 CIF는 4:2:0 포맷의 126.7KB의 크기를 가진다. 또한 디스플레이되는 이미지의 크기는 704x480 크기의 CIF로써 4:2:2 비디오 포맷의 675.8KB의 크기를 가진다.

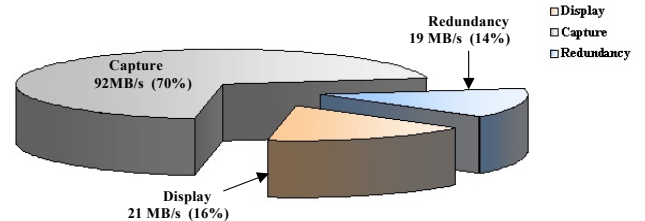
만일 동일한 시스템에서 16채널까지 확장한 영상을 실시간 녹화하면서 16채널을 동시에 실시간으로 플레이 할 수는 없기 때문에 레코딩에 우선순위를 주고 최대한 많은 프레임들을 플레이 할 수 있도록 시스템을 구성하였다. 단, 1 채널 플레이는 실시간을 지원토록 하였다.

4. 결론

채널로부터 입력된 몇몇 비트 스트림들은 우리가 디자인한 시스템의 PCI 인터페이스와 메모리를 효율적으로 최적화하여 인코딩 되어졌다. 32와 64바이트의 데이터 유닛에 대한 최종적인 대역폭은 뛰어난 결과를 보여주고, 디스플레이에 대해 NxM의 비디오 데이터를 움직임 보상이 되어진 MB들의 쓰고 읽는 작업들을 포함한다.

본 논문에서 32바이트의 자료 단위를 위해 8x4의 매핑 방법이 최소의 오버헤드를 가져온다는 결과를 얻을 수 있었다. 배가된 데이터 속도 64바이트 데이터 유닛의 SDRAM 메모리는 16x4가 최적의 것임을 알게 되었다.

결과적으로 MPEG-4 인코더를 위해 최적화를 수행했다. 접근 또한 공유되는 메모리 개념에 의거하는 시스템을 처리하고 있는 다른 비디오 시스템에서 성공적으로 적용될 수 있다. 그리고 그림4에서 최종 PCI 대역폭의 제어를 통해 비디오 레코딩 시스템에서의 효율성을 확인할 수 있었다.



(그림4) 제안한 방법을 이용한 PCI 대역폭

참고문헌

- [1] Iain E. G. Richardson, *H.264 and MPEG-4 Video Compression : Video Coding for Next-generation Multimedia*, John Wiley & Sons, 2003.
- [2] Iain E. G. Richardson, *Video Codec Design*, John Wiley & Sons, 2002.
- [3] Huifang Sun, Xuemin Chen, Tihao Chiang, *Digital Video Transcoding for Transmission and Storage*, CRC Press, 2005.
- [4] Umemoto, M.; Eto, Y.; Fukinuki, T. *Digital video recording*, Proceedings of the IEEE Volume 83, Issue 7, July 1995 Page(s):1044 - 1054.
- [5] Eto, Y., *Signal processing for future home-use digital VTR's, Selected Areas in Communications*, IEEE Journal on Volume 10, Issue 1, Jan. 1992 Page(s):73 - 79.
- [6] J. B. Park, C. H. Park, S. W. Lee, I. H. Hong, *Design of 24 Channels Real Time Module using MPEG-4 for DVR Surveillance System*, ITC-CSCC, vol.1, July, 2005, Page(s):353-354.
- [7] Ive, J.; Huckfield, D.; Kaminaga, K., *Bit rate reduction-the key to a new era in digital video recording, Broadcasting Convention*, 1992. IBC., International 3-7 Jul 1992 Page(s):571 - 576.
- [8] de With, P.H.N.; Breeuwer, M.; van Grinsven, P.A.M., *Data compression systems for home-use digital video recording, Selected Areas in Communications*, IEEE Journal on Volume 10, Issue 1, Jan. 1992 Page(s):97 - 121.