제 19 회 한국정보처리학회 춘계학술발표대회 논문집 제 10 권 제 1 호 (2003. 5)

동영상 객체 기반의 양방향 멀티미디어 서버 시스템 설계 및 구현

김경훈*,이민홍*,유홍연**,홍성훈**,남지승*,
*전남대학교 컴퓨터공학과
**전남대학교 전자공학과
e-mail : pluit@mdclab.chonnam.ac.kr

Development of Direction Multimedia Server System Based on Moving Picture Object.

Kyung-Hoon Kim*, Hong-yeon Ryu**,Sung-Hoon Hong**,Jiseng Nam*
*Dept. of Computer Engineering, Chonnam University
**Dept. of Electronic Engineering, Chonnam University

요 약

멀티미디어 서비스 수요의 증가는 네트워크 상에서 기존의 문자기반의 컨텐츠 제공 서비스의 수요를 이미 앞질렀으며 네트워크와 시스템 자원의 발전에 따라 사용자 요구는 그에 따라 더욱 폭 넓게 증가하고 있다. 우수한 품질의 동영상 데이터를 온라인 상에서 품질 저하 없이 서비스 받을 수 있는 것을 넘어 사용자는 컨텐츠에 파생되는 부가의 서비스를 요구하게 되었고 이는 기존의 텍스트 정보에 의한 양방향 서비스가 아닌 사용자의 요구에 따른 멀티미디어 컨텐츠 자체에 대한 서비스를 위한 정보시스템이 필요하게 되었음을 의미한다. 본 논문에서는 객체 단위의 동영상을 실시간으로 합성하여 이를 사용자에게 즉시 서비스 하는 양방향 멀티미디어 서버 시스템의 설계와 구현에 대해 기술하였다. 구현된 시스템은 사용자에게 일방적인 데이터를 전송하는 기존의 시스템과 달리 적용 가능한 객체 단위 동영상을 합성 전송하고 자동 추출된 실시간 오브젝트를 다양한 배경화면과 함께 합성하여 서비스 할 수 있는 기능 구조를 가진다. 또한 멀티미디어 서버의 주요 목표를 반영하여 확장과 성능을 고려한 클러스터 On-Demand 서버를 구성하였으며 서버와 서비스 관리를 위한 모든 구성요소를 포함하여 실제 서비스가 가능한 완전한 미디어 시스템을 설계 구현하였다.

1. 서론

온라인을 통한 멀티미디어, 특히 동영상 서비스는 그 수요가 점점 증가하여 온라인 서비스의 주요 서비스가 되었고 네트워크와 시스템 자원의 발전에 따라 그 서비스의 실시간성보다 다양한 파생 서비스 요구가 증대되는 추세에 있다.

또한 디지털 방송과 이에 따른 양방향 TV 의 출현 등으로 양방향성을 갖는 시스템에 대한 관심이 증가되고 기존 영상 편집에 의해 비 실시간으로 이루어 지던 서비스를 실시간으로 가능하도록 하는 시도가 있게 되었다. MPEG4 규격의 표준 동영상은 객체 단위로 제작 되어 이와 같은 서비스를 수용 할 수 있는 구조로 설계 되어 있지만 기존의 컨텐츠 활용상의 문제와 기존 멀티미디어 시스템 벤더의 호환성을 고려하고 표준에 대한 자의적인 해석이 존재하는 현재 시스템 환경에 따라 본 논문에서는 카메라부터 입력된 영상에서 자동으로 영상 오브젝트를 추출하여 이를 다양한 배경 영상과 합성, 전송하고 서비스 영상과 사용자가 개입하여 제작된 영상 등은 클러스터로 구성된 저장 서버에 전송, 이를 서비스 할 수 있는 제한적인 양방향 요구에 부응하는 서비스 시스템을 설계하고 구현하였다. 2 절에서는 전체 시스템의 구조와 각 기능 요소에 대해 설명하고 3 절에서는 영상의 반자동 및 자동 객체 추출에 대해 기술하고 4 절에서는 동영상 저장 서버와 그 관리 도구에 대해 설명하며 5 절에서 결론과 보완사항 및 향후 과제에 대해 기술한다.

2. 전체 시스템 구조

전체 시스템은 크게 영상 편집 및 실시간 방송 시스템과 On-Demand 을 담당하는 클러스터 구조의 저장 서버 시스템으로 구성되어 있다. 여기에 오프라인 영상 편집과 컨텐츠 가공 (인코딩 및 3D 컨텐츠 생성)을 담당하는 시스템이 추가 되어 질 수 있고 이는 상용 미디어 서비스를 구성하는 일반적인 구성요소 들이다. 그림 1 은 전체 시스템을 구성 요소로 도식화한 것이다. 양방향 미디어 서비스를 위한 영상 조작과 전송 모듈의 필수적인 요소 이외에도 사용자의 요구 사항 반영을 위한 인터페이스 제작과 사용자 요구를 위한 미디어의 서비스 목록, 그리고 시스템 관리를 위한 데이터 베이스가 포함되어 있다.

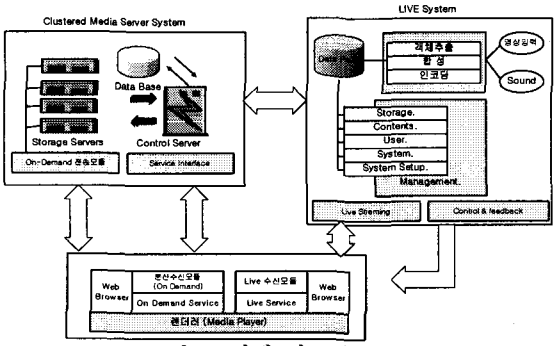

그림 1. 전체 시스템 구조

영상 편집 및 실시간 방송 시스템은 외부 영상을 사용자가 선택한 요소 객체영상과 합성하여 사용자에게 서비스하는 역할은 수행한다. 또한 서비스 영상을 On-Demand 서비스를 위한 서버에 전송하고 저장서버를 운영 관리 하는 Management 프로그램이 설치된다.

사용자는 시스템에 설치되어 있는 데이터 베이스를 통하여 서비스 될 수 있는 합성될 영상 객체 목록을 제공 받고 라이브 중인 동영상의 배경 영상을 선택하여 자신이 원하는 맞춤형 동영상 서비스를 제공 받을 수 있다.

미디어 서버는 일반적으로 라이브와 On-Demand 서비스를 분리된 시스템으로 구성하고 그 서비스 관리 정보만을 교환 함으로서 구성된다. 이는 라이브 미디어의 경우 사용자수에 따라 시스템의 성능이 선형적으로 증가하는 On-Demand 형의 Interactive 한 사용자 요구를 수행하는 부하를 멀티캐스트나 다양한 스케줄링 방법에 의해 보상할 수 있는 기법들을 이용 할 수 있기 때문이다. 이에 반해 On-Demand 서버는 사용자 각각의 스트리밍 서비스 요구에 대하여 네트워크나 다른 시스템 자원보다 상대적으로 그 대역폭이 크지 않은 디스크 Access 가 이루어져야 한다..

개발 시스템은 이러한 On □ Demand 시스템의 성능을 위해 Striping 기반의 분산된 클러스터 저장 서버를 구성하였고 그에 따라 클라이언트는 여러 서버에 저장된 데이터를 병렬 수신하여 미디어 서비스 받게 된다.

따라서 사용자 요구에 의해 방송되고 인코딩된 동영상은 Live 시스템에 설치된 관리도구를 통해 저장 서버에 분산 저장된다.

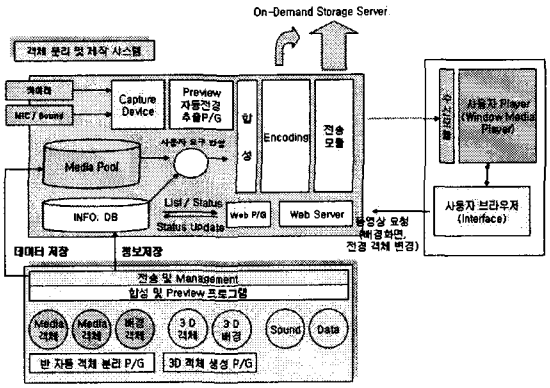

그림 2. 객체 편집 및 Live 시스템

그림 2 는 Live system 을 나타낸 것이다. 시스템은 카메라와 같은 외부 영상 입력 장치를 통하여 입력된 영상에서 영상 객체를 자동/ 반자동으로 추출하고 이를 Sound 와 같이 인코딩 압축하여 사용자에게 전달한다. 사용자는 서비스 중에 다른 배경 영상이나 합성 영상에 대한 요구를 서버에 전달 할 수 있으며 사용자 요구는 서비스 상황을 나타내는 데이터 베이스의 변경과 동시에 다시 합성되어 사용자에게 실시간으로 서비스 된다. 또한 앞에서 설명된 바와 같이 서비스 미디어는 저장서버에 즉시 전송함으로써 On-Demand 저장 서버에 별다른 추가 작업 없이 VOD 서비스가 가능한 구조로 되어 있다. 사용자와 시스템의 인터페이스는 Web 을 이용하여 별도의 추가적인 관리자 작업이 필요 없이 즉시 시스템이 확장 될 수 있으며 사용자 요구에 따라 합성되고 서비스 되어진 동영상은 저장 서버에 서비스가 끝난 즉시 저장되므로 같은 동영상 오브젝트가 합성된 미디어는 다시 합성되는 일 없이 사용자에게 저장서버를 통하여 전송 될 수 있다. 이는 관리자가 부분 오브젝트 컨텐츠만을 제공하여도 사용자의 기호와 선택에 따라 컨텐츠가 제작 저장되어지는 것을 뜻하는 것으로 사용자의 서비스 Request 는 데이터베이스에 저장된 컨텐츠 객체 정보에 따라 선별적으로 서비스가 수용되어 합성에 따른 오버헤드를 줄일 수 있음을 의미한다.

3. 영상 객체 추출과 영상 합성

시스템의 기능은 세 가지로 구분된다. 첫 번째로 실시간으로 서비스 될 영상에 대한 자동 분할과 이미 획득된 영상에 대해 사용자의 개입에 의한 반자동 영상 분할 방법[1][2]을 제공한다. 영상 입력 장치를 통하여 들어온 영상은 실시간으로 전달되어야 하므로 자동으로 주 객체를 추출해야 하며 그에 따라 신중한 입력 선택이 이루어져야 한다. 움직임이 지나치게 많거나 분할 대상 객체가 영상에서 사라지거나 하는 것

을 고려하여 주로 뉴스나 정적인 동영상 등에서 효과적으로 사용되어 질 수 있다. 반자동 영상 분할은 사용자가 분할 대상 객체를 지정하여 자동 분할에서 발생되는 문제들을 어느 정도 보완 할 수 있고 더 자연스럽고 정확한 객체영상을 얻을 수 있으나 실시간 서비스가 불가능 하므로 배경 영상 추출이나 편리한 지능형 영상 편집에 효율성을 갖는다.

두 번째로 자동/ 반자동으로 분할된 객체를 사용자의 요구에 따라 기존 동영상이나 분할 생성된 객체영상과 합성하는 기능을 제공한다.

자연스럽게 합성될 수 있는 영상이나 영상 객체의 조합은 데이터 베이스와 분할시에 입력된 정보를 통하여 사용자에게 제공할 수 있다.

세 번째로 합성된 영상은 국제표준인 MPEG-2 영상 압축부호화[3]를 이용하여 기존 사용자 재생기를 지원 하는 압축 포맷으로 인코딩 한다.

그림 3 은 객체 분할 시스템을 나타낸것이다.

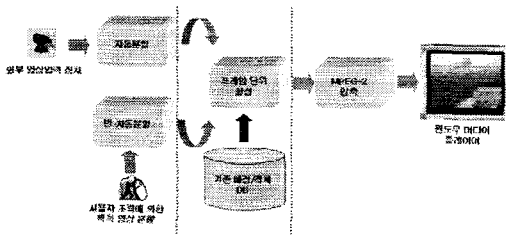

그림 3. 자동/반자동 객체 분할 시스템

자동분할은 카메라를 통해 입력되는 배경만 존재하는 영상과 객체를 포함하는 영상의 각각 YUV 값의 프레임 차를 구한다. 이렇게 구해진 YUV 차이 값 중 가장 큰 값에 가중치를 두어 임계값을 구한다. 이 임계값을 이용하여 객체를 분할한다. 또한 실시간으로 들어오는 객체에 대해 반복적인 프레임 차 값을 구함으로써 자동으로 객체 분할을 수행한다. 그림 4-1 은 자동분할에 의해 추출된 객체를 보여 준다.

그림 4-1. 그림 4-2. 그림 4-3.

반자동 분할은 연속된 영상에서 첫 번째 프레임에 존재하는 의미있는 객체를 사용자의 조력 및 공간정보를 이용하여 초기 객체를 추출하는 Intra-frame 객체분할과, Intra-frame 객체분할 과정에서 획득한 초기 객체 마스크를 움직임 예측을 통한 객체추적 기법을 사용함으로써 객체를 자동으로 분할하는 Inter-frame 객체분할로 구성 되어있다. 그리고 추적-검출된 객체의 세밀한 윤곽선을 검출하기 위하여 불확실한 경계영역을 검출하고 워터쉐이드 기법과 윤곽선 보정을 수행하여 신뢰성 있는 객체를 추출한다. 그림 4-2 는 Akiyo, 352x288, 4:2:0 영상으로부터 반자동분할에 의해 추출된 초기 객체를 보여 준다.

프레임 합성 단계에서는 미리 저장되어 있는 배경을 추출된 객체와 합성을 수행 한다. 그리고 이렇게 합성 된 영상데이터를 MPEG-2 영상압축 부호화 방식[3]을 이용하여 부호화 하며, 그림 4-3 은 Akiyo 영상으로부터 추출된 객체를 다른 배경과 합성된 결과를 나타낸다.

영상 객체를 편집하고 가공하는 데이터를 온라인 사용자 서비스를 위하여 최소한의 데이터와 일반적인 사용자 재생 환경에 맞게 압축 되어야 하는데 본 시스템에서는 MPEG-2 포맷 사용하고 스트리밍 서버의 분산 전송 모듈을 통해 클라이언트의 윈도우 미디어 플레이어를 통해 재생 될 수 있도록 구성 하였다.

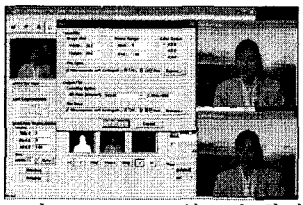

그림 5-1.MPEG-2 부호화 환경

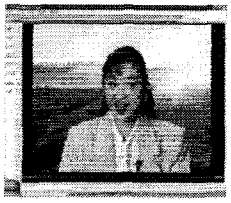

그림 5-2. 재생환경

그림 5-1 는 구현된 MPEG-2 부호화 환경을 보여 준다. 오른쪽 상단의 영상은 합성된 원 영상을 나타내고 있으며, 하단의 영상은 복원 된 영상 보여 주고 있다. 그림 5-2 는 MPEG-2 부호화[3]를 통해 나온 압축 비트 스트림을 윈도우 미디어 플레이어를 통해 재생한 결과를 보여 준다.

4. 동영상 저장서버와 관리도구

시스템의 On-Demand 저장 서버는 하나의 컨트롤서버와 이의 제어를 받는 최소 2 대 이상의 저장 노드 전송서버들로 구성된다. 컨트롤 서버는 사용자 인터페이스를 위한 웹 서버와 DB 가 설치되며 각 노드들의 부하와 시스템 자원상태를 제공받는 프로그램 그리고 컨트롤 노드의 데이터를 분산 저장 하고 재배치, 관리하는 프로그램들로 구성된다.[4]

저장 서버에는 클라이언트로부터 요구 받은 데이터를 전송하는 프로그램이 설치된다.

이와 같은 기능적인 분배는 저장 노드가 다른 특성을 갖는 데이터 전송으로 인하여 디스크와 I/O 장치를 소모하는 Overhead 감소를 위해 고려되었다.

저장 노드는 동일한 시스템 환경으로 구성하는 것이 가장 바람직하지만 다른 시스템들의 사용도 관리자의 올바른 배치와 시스템 관리로 성능을 최대화 할 수 있다. 클라이언트에는 다중 접속 경로를 갖는 데이터 수신 모듈이 탑재되고 이는 기존 플레이어 코덱에 데이터를 공급한다.

사용자는 먼저 컨트롤 노드의 웹서버를 통하여 데이터 목록을 확인하고 사용자 인증 후 서비스 요청을 한다. 컨트롤 서버는 사용자가 선택한 데이터의 저장

구조와 위치등을 표시한 메타 데이터를 사용자 클라이언트에 전송하고 이 메타 데이터를 이용하여 클라이언트는 저장 노드 들과 다중 접속 경로를 설정하고 동시 수신 받은 데이터를 조합 하여 미디어를 재생하게 된다.
새로운 저장 노드가 추가 됨으로써 전체 시스템은 동시 사용자 로드를 전체 시스템에 분산한다. 또한 새로운 노드에 장착된 저장 디스크는 기존 저장 데이터의 재분산 저장을 통하여 전송 부하를 저장 노드간에 분산 할 수 있다. 극단적으로 전체 데이터의 재 분산(Re-striping)을 통하여 전체 시스템 부하를 분산 할 수 있고 필요에 따라 앞에서 언급한 바와 같이 일부 인기 데이터에 대한 재 분산만 실시하여 로드 균형을 맞출 수도 있다. 이것은 전체적으로 시스템 가용성에 중점을 둔 시스템의 설계 원칙을 반영하는 것으로써 관리자는 충분한 시스템 상황과 서비스 상황을 모니터 하고 이와 같은 정책에 따라 시스템 환경을 구성한다.

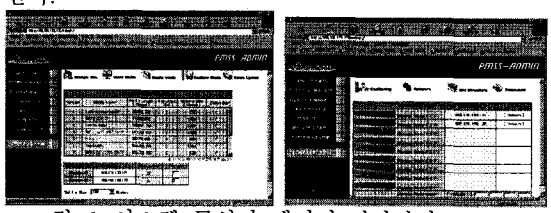

그림 6. 시스템 구성과 데이터 저장관리

그림 6 은 컨트롤 서버의 웹 인터페이스를 이용하여 저장서버의 환경을 구성하고 데이터 저장관리를 위한 인터페이스를 나타낸 것이다.
또한 영상을 편집하고 실시간 라이브를 수행하는 LIVE 시스템과 저장 서버의 정보전송을 위해 저장 서버를 관리하는 관리도구 프로그램이 라이브 시스템에 설치되어 실시간으로 서비스된 영상과 그 관련 정보를 저장 서버에 와 컨트롤 서버에 저장하여 자동으로 사용자 인터페이스를 생성한다.
그림 7 은 라이브 서버의 저장 서버관리 도구를 나타낸 것이다.

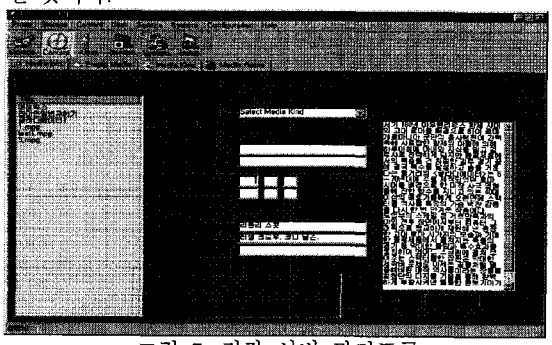

그림 7. 저장 서버 관리도구

라이브 시스템에서 편집 합성된 동영상 객체들은 관리도구를 통하여 저장 서버로 분산 저장되며 사용자의 선택을 위한 각종 정보들은 컨트롤 서버에 전송 저장된다. 사용자는 컨트롤 서버에 접속 하여 입력된 동영상의 모든 정보를 선택하여 사용자의 요구에 맞는 동영상의 합성요구를 실시간 시스템이나 저장서버에 할 수 있게 되고 사용자가 원하는 영상에 저장서버에 존재 하는 경우는 On-Demand 형태로 존재 하지 않는 경우는 실시간 스트리밍의 형태로 제공 받을 수 있으며 한번 합성된 동영상은 저장 서버를 통해 다음 사용자에게는 On-Demand 로 저장 될 수 있다.
관리도구는 데이터를 저장 서버 특정 블록 사이즈로 분산 저장하는 Storage manager 와 동영상 내용 기반의 정보를 저장하는 Contents manager 그리고 시스템 상황과 현재 서비스 상황을 모니터링 할 수 있는 Service manager, 저장서버의 구성과 확장 등의 시스템 작업을 수행하는 System manager 로 구성되어 있으며 On-Demand 서버는 웹 인터페이스를 통해 라이브 서버는 영상 분할 및 라이브 스트리밍 프로그램에 연결된 어플리케이션을 통해 작업을 수행한다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 사용자의 다양한 파생 컨텐츠 요구를 위한 양방향 멀티미디어 서버의 설계와 구현에 대해 설명하였다. 기존의 멀티미디어 서버와 서비스 상황에 맞추어 서버기능과 서비스 모두를 고려해 사용자 요구를 수용할 수 있는 환경과 프로그램으로 미디어 서비스를 구성하고 서비스 수요자의 재생 환경에 맞추어 세부 프로그램과 인터페이스를 구현 하였다.
양방향 멀티미디어 서비스의 관건은 사용자의 의사에 따라 얼마나 다양한 컨텐츠가 제공 되는가가 중요하며 또한 제공 컨텐츠의 품질이 얼마나 사용자의 요구 수준에 합당한지도 중요한 부분이다. 이는 영상을 보다 더 자연스럽게 분할 추출 할 수 있는가와 얼마나 빠르게 그 작업을 수행할 수 있는가의 상반된 문제가 존재한다. 이에 대한 합리적인 정책이 필요하며 동영상을 다 수 사용자에게 서비스 하는 스트리밍 서버의 전통적인 성능 문제 역시 보완 개선 해야 한다.
또한 MPEG-4 표준에 따르는 사양의 의해 본 시스템의 기능을 갖는 서버 개발도 필요하다.

참고문헌

[1] M. kim, J. G. Chio, M. H. Lee, C. Ahn, User-assisted segmentation for moving objects of interest, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG97/m2803, October 1997.

[2] Chuang Gu, Ming-Chieh Lee, "Semiautomatic segmentation and tracking of semantic video objects," IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 8, Issue 5, pp. 572 -584, Sep. 1998.

[3] ISO/IEC 13818-2, "Recommendation H.262: Generic coding of moving pictures and associated audio information: Video," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, Nov. 1994.

[4] 김서균,김경훈,류재상,남지승,"리눅스 기반의 고성능 병렬 미디어 스트림 서버 설계 및 구현", 정보처리학회논문지 제 8-A 권 제 4 호, 2001.12