

실시간 인터넷 방송을 위한 컴포넌트 기반의 웹캐스팅 시스템 설계

정 원 호^{*}

요 약

본 논문에서는, 인터넷 방송을 원하는 다수의 개인들 혹은 소규모 조직들을 위한 실시간 웹캐스팅 프레임워크가 설계, 구현된다. 그리하여 콘텐츠 전달을 위한 최소한의 장비만 보유하고 있으면, 누구나 손쉽게 자신의 인터넷 방송이 가능하도록 하자는 것이 제안된 프레임워크의 목적이다. 이러한 시스템은 다양한 동작 환경에 용이하게 대처할 수 있도록 유연성 있는 구조를 가져야 한다. 제안된 프레임워크는 3가지 유형의 컴포넌트를 기반으로 하는 계층 구조로 이루어져 있어, 그에 연관된 계층의 컴포넌트 변경을 통해, 내부 혹은 외부의 동작 환경의 변화에 효과적으로 대처할 수 있다. 또한 상위 계층의 컴포넌트들을 하드웨어 플랫폼과 어떻게 대응시키느냐에 따라, 비용과 성능 면에서, 다양한 유형의 목적하는 시스템을 구축할 수 있다는 장점도 가지고 있다. 그리하여 제안된 프레임워크를 기반으로 인터넷 방송 시스템이 실제로 구현되고, 콘텐츠를 생성하는 제작부의 수와 시청자에 해당하는 수신부의 수의 변화에 따른 응답 지연 시간이 측정된다. 그리하여 응답 지연 시간은 잘 알려진 성능 모델 중 하나인 M/M/1 성능 모델을 따르고 있으며, 현재 구현된 시스템은 약 16 내지 20여개 정도의 제작부를 수용할 수 있음을 보여주었다.

Design of Component Based Web-casting System for Real-Time Internet Broadcasting

Won-Ho Chung[†]

ABSTRACT

In this paper, a real-time web-casting framework for many individuals or small organizations imploring internet broadcasting, is designed and implemented. It is the purpose of the proposed framework that any individual can easily construct his own broadcast station if he has minimum facility for the content transmission to the framework. This type of system should have a flexible architecture to be applicable in wide variation of operational environment. Since the proposed framework follows a component-based hierarchical structure consisting of 3 types of components, it can effectively cope with change of internal or external operational environment by simple modification of the associated component with the change. Also, various types of target application systems in the aspects of cost and performance can be constructed in accordance with how to associate upper layer components with hardware platforms. A real prototype system based on the proposed framework is implemented, and then the response delay time is measured under varying number of content productions and content receivers. The results show that the response delay time follows M/M/1 model, which is one of the well-known performance models, and the implemented system may accommodate from 16 to 20 productions.

Key words: Real-Time Streaming(실시간 스트리밍), Webcasting framework(웹 캐스팅 프레임워크), Internet Broadcasting(인터넷 방송), Component-Based Hierarchical Structure(컴포넌트 기반 계층 구조)

※ 교신저자(Corresponding Author): 정원호, 주소: 서울시 도봉구 쌍문동 419(132-714), 전화: 02)901-8343, FAX: 02)901-8341, E-mail: whchung@duksung.ac.kr
접수일: 2008년 6월 10일, 완료일: 2008년 12월 22일

^{*} 정회원, 덕성여자대학교 컴퓨터공학부 교수

※ 본 연구는 덕성여자대학교 2007년도 교내 연구비 지원에 의해 수행되었음

1. 서 론

인터넷이 일상생활에까지 그 쓰임새가 확대되면서 등장한 웹2.0은 사용자의 데이터 가공 및 처리에 대한 욕구를 유발시키는 동기를 마련해 주었으며, 더불어 인터넷 응용의 많은 부분이, 영상 중심의 콘텐츠를 스스로 생성하고 가공하는 UCC(User Created Content) 기반으로 옮겨가게 하였다. 특히, 인터넷 기반의 영상 서비스를 원하는 개인 혹은 조직이 주축이 되어 홍보, 광고 등의 비즈니스를 목적으로 독립 인터넷 방송국(Standalone Internet Broadcasting Station, SIBS)을 구축하는 경우가 많은데, 이는 통신과 방송의 융합이라는 시대의 한 흐름 속에서 최근 주목을 받고 있는 주요 인터넷 응용이라 할 수 있다[1].

일반적인 방송 시스템은, 그림 1에서 보여준 바와 같이 3개의 기능 단위, 즉 제작부, 방송부 그리고 수신부로 구성된다고 할 수 있다. 제작부는 방송할 콘텐츠를 생성하고, 방송부까지의 전달만을 담당하고, 네트워크를 통한 다수의 수신부까지 콘텐츠 전달은 방송부가 담당한다. 수신부에 의해 수신된 콘텐츠는 최종 시청자에게 전달된다. 그림 1에서 보여준 바와 같이 2개의 기능 단위, 즉 제작부와 방송부가 합쳐져 하나의 방송국을 이루고 있는 것이 보통이다. 독립 인터넷 방송국(이하 SIBS)의 경우도 동일한 맥락에서 운영되는 것이 일반적이다. 그리하여 인터넷 방송 시스템에 관한 기존 연구는 인터넷 상에서의 SIBS 시스템 구축을 위한 효율적인 하드웨어 및 소프트웨어 설비에 관한 연구로 하나의 제작부를 대상으로 하는 단일 채널 방송을 위한 시스템 구축에 관한 것이 주를 이루고 있다[2,3]. 이 경우, 필요한 하드웨어 및 소프트웨어 장비는 개인이든 조직이든 방송 운영

자 스스로가 구축하고 유지 보수해야 하기 때문에, 동작이 검증되어 있고, 이미 상용화 되어 있어, 용이하게 구축이 가능한 윈도우즈 미디어 기술(Windows Media Technology, WMT) 기반의 하드웨어 및 소프트웨어 설비를 주로 이용하고 있는 것이 현실이다. 예를 들면, 방송부 핵심 설비로, 많은 경우, 윈도우즈 미디어 서버를 사용하고 있는 것을 들 수 있다.

동영상과 같은 대용량 데이터의 송출과 접속자 수 증가에 따른 네트워크 부하 증가에 대처하기 위해서는 서버 성능 및 네트워크 대역폭의 지속적인 증설이 필요하다. 즉, 서비스 품질 개선을 위해서는 고비용의 자원 확보가 선행되어야 한다는 것이다. 그러나 주어진 예산 범위 내에서 구축되고 운영되는 소규모 SIBS가 그러한 비용을 지불하는 것은 용이하지 않으며, 특히 개인이 운영하고자 하는 경우에는 더욱 그러하다고 볼 수 있다. 즉, 시스템 확장 및 구성 변경 그리고 네트워크 대역폭 증설 변경 등에 유연하게 대처하기 어려운 것이 사실인 것이다. 그러므로 운영자 자신은 콘텐츠 제작과 제작된 콘텐츠의 단순 전달만 담당하고 방송 및 수신 기능은 다른 누군가가 대신 담당해주시기를 바라고 있을 것이며, 이러한 개인 및 조직들이 상당하리라 예측된다. 더불어 이러한 요구는 인터넷에 직접 연결 가능한 개인용 IP 카메라 혹은 저가의 단일 채널 영상 서버 등이 등장하면서 더욱 가속을 받게 될 것이다[4,5]. 인터넷 방송 시청자들 역시 보통의 TV처럼 여러 방송 채널들을 살펴보고 스스로 특정 방송을 선택할 수 있기를 바랄 것이다. 이러한 다수의 SIBS 운영자들과 다수의 시청자들을 동시에 수용하여 상호 선택 연결하기 위해서는, 제작자 집단과 시청자 집단, 각 집단 사이의 연결 제어와 정보 전달을 담당하는 기능을 가진 확장된 형태의 방송부와 수신부가 필요하게 된다. 예를 들면, 아프리카(afreeca)[6], 판도라TV(pandoraTV)[7], MegaStudy[8] 등과 같이 저장 및 전달을 담당하는 다중 채널 방송부가 필요한 것이다. 그들은 수신부 즉, 시청자 입장에서 보면, 여러 제작자들을 유기적으로 집합시켜 놓은 단순한 웹사이트 형식으로 작동하며, 주요 동작에 관한 사항은 지극히 추상적이며, 어떻게 구축되어 있고, 어떻게 동작하는 지는 상세하게 알려져 있지 않은 실정이다. 이들은 나름대로의 영역에서 특성을 가지며, 방송 서비스를 제공하고 있으나, 대부분 주문형 비디오(VOD) 기반이며, 실시

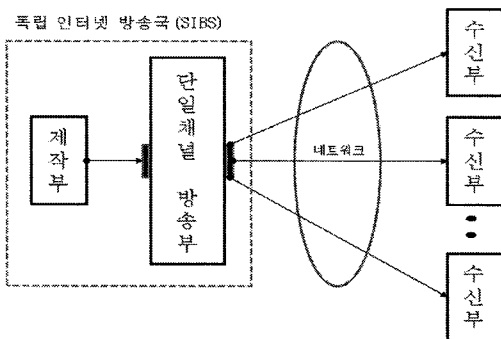


그림 1. 일반적인 독립 인터넷 방송국(SIBS)의 구조

간 방송 서비스는 최근에 들어 요구가 증가하면서 시작되고 있는 실정이다. 대부분의 포털들도 동영상 블로그 서비스를 제공하고 있으나, 아직까지 실시간 서비스는 제공하고 있지 않은 실정이다.

본 논문에서는 SIBS를 운영하고 싶은 개인 혹은 조직이 손쉽게 방송 시스템을 구축하여 자신이 원하는 콘텐츠 제작 및 방송을 할 수 있도록, 다수의 제작부와 수신부를 수용하면서 방송과 수신을 통합 서비스 해줄 수 있는 웹캐스팅 프레임워크(Web Casting Framework, WCF)가 설계, 구현된다. 기존의 방송 시스템이 제작 및 방송을 모두 담당하며 운영되는 것과는 달리, 제작자는 콘텐츠 제작에만 집중 담당하고, 방송 및 수신은 본 논문에서 제안하는 웹캐스팅 프레임워크(이하 WCF)를 기반으로 구현된 방송 시스템이 담당하도록 하여, 카메라 등과 같은 영상 콘텐츠 제작을 위한 장비와 제작된 콘텐츠를 인터넷으로 전달이 가능한 최소한의 장비만 보유하고 있으면, 누구나 손쉽게 자신의 SIBS 운영이 가능하도록 하자는 것이 제안된 WCF의 목적이다. 이런 측면에서 보면, WCF는 다수의 제작자와 시청자들을 수용 관리할 수 있으며, 집단 사이의 상호 연결 제어와 정보 전달 및 수신을 가능하게 해주는 하나의 웹캐스팅 솔루션인 것이다. 이러한 솔루션 시스템은 다양한 환경에 용이하게 대처할 수 있도록 유연성 있는 구조를 가져야 한다. 제안하는 WCF는 컴포넌트 기반의 계층 구조로 설계되었으며, 각 계층의 컴포넌트들을 추가, 감축 혹은 교체함으로써 시스템의 확장, 축소 혹은 변경이 가능하게 되어 있어, 다양한 상황에 유연하게 대처할 수 있다는 장점을 가진다. 예를 들어, 자주 발생하는 다양성 문제로 영상 제작자들이 사용하는 카메라를 들 수 있는데, 그것은 여러 가지 서로 다른 사양의 카메라들이 다양하게 존재하므로, 제작부에서 어떤 카메라를 사용하느냐에 따라 방송부 입력단의 기능이 달라지기 때문이다. 그러므로 WCF에서는 방송부의 입력을 관리하는 부분을 컴포넌트화 하여 다른 컴포넌트로 교체할 수 있도록 함으로써, 콘텐츠 제작자로 하여금 카메라 선택에 유연성을 가질 수 있도록 하였으며, 마찬가지로 미디어 서버와 연결되는 부분을 컴포넌트화 하여, 다른 사양의 서버로 교체할 경우에는 해당 컴포넌트만 교체하면 되도록 하였다.

다음 2장에서는 기존의 인터넷 방송 시스템 설계

및 구축 방식에 관하여 간략하게 살펴보고, 제안된 WCF의 특징들이 기술된다. 3장에서는 제안된 WCF의 주요 특징인 컴포넌트 기반의 계층 구조 및 동작에 관해 상세하게 기술하며, 4장에서는 WCF를 구성하는 가장 상위 계층의 컴포넌트로서 응용 시스템 구축과 직접적으로 관련되는 시스템 컴포넌트의 기능 및 동작이 기술된다. 5장에서는 제안된 WCF를 기반으로 하여 프로토타입 방송 시스템을 구현하여, 제작부의 수와 시청자의 수에 대한 응답지연시간에 관한 결과 분석이 이루어지며, 마지막으로 결론 및 향후 연구가 기술된다.

2. 관련연구 동향 및 제안 WCF의 특징

2.1 관련 연구 동향

인터넷 방송과 관련된 연구에는, 영상 콘텐츠 생성을 위한 멀티미디어 인코딩, 변환 등 제작부와 관련된 연구와, 멀티미디어 방송 시청을 위한 TV 역할을 하는 수신부 구조 및 구현에 관한 연구, 그리고 영상 콘텐츠의 스트리밍 서비스를 담당하는 방송부에 관한 연구가 있을 수 있다. 방송부의 주요 기능으로 멀티미디어 데이터의 스트리밍 서비스를 들 수 있는데, 효율적인 실시간 스트리밍 혹은 주문형 비디오 시스템 설계 및 구현에 관한 연구와[9-14], 동작이 검증된 기존의 상용 미디어 서버를[15,16] 기반으로 하는 스트리밍 시스템 구축에 관한 연구 등이 꾸준히 이루어지고 있으나, 그림 1에서 보여준 바와 같은 단일 채널 스트리밍 시스템에 관한 것이 주를 이루고 있다. 그리고 이를 위한 하드웨어 및 소프트웨어 장비는 방송 운영자 스스로가 전적으로 구축하고 유지 보수해야 하였기에, 동작이 검증된 상용 제품을 주로 사용하고 있는 실정이며, 상대적으로 손쉽게 적용할 수 있는 WMT 기반의 하드웨어 및 소프트웨어 설비를 주로 이용하고 있는 것이 특징이라 할 수 있다 [2,3]. 그러나 최근에는 자체로써 영상 및 음성 콘텐츠의 인코딩 기능과 더불어 실시간 스트리밍 기능까지 갖추어 제작부와 방송부 기능을 겸할 수 있는 단일 채널 네트워크 카메라 혹은 비디오 서버 그리고 웹 기반의 수신부 제품들이 다양하게 연구 개발되고 있어, 소규모의 시청자에 대한 간단한 실시간 인터넷 방송 서비스는 단순히 한 대의 네트워크 카메라만 가지고도 구축할 수 있을 정도까지 이르고 있다[4,5].

실시간 콘텐츠의 시청을 위한 웹TV 역할을 하는 수신부는 많은 경우, 기존의 제품을 사용하는 것이 효율적일 수 있지만[17], PDA, 셀룰러폰 등 모바일 단말까지를 지원하며 다양한 해상도에 동시에 2개 이상의 채널을 시청할 수 있는 웹기반 다중 채널 미디어 처리기와 같은 제품도 연구 개발되고 있다 [18-20]. 그러나 많은 수의 제작부에 대한 제어 및 관리, 다중 채널 스트리밍, 다중 채널 수신 등을 포함하는 통합 솔루션과 같은 인터넷 방송 기반 시스템 연구는 미진하며 계속 연구가 필요한 실정이다. 왜냐하면 다양한 인터넷 환경에 유연하게 대처 가능한 통합 솔루션은 실시간 인터넷 방송 서비스 활성화를 위한 기반 시스템 역할을 할 것이기 때문이다.

2.2 제안 시스템 특징

제안된 WCF의 기능적 구조를 간단하게 보여주고 있는 것이 그림 2이다. 일반 인터넷 방송 시스템에서는 그림 1에서 보여 주었듯이, 하나의 제작부를 대상으로 하는 단일 채널 방송부가 핵심 시스템이었으며, 수신부 기능은 없는 것이 대부분이다. 그러나 본 논문에서 제안하는 WCF는 다중 제작부 관리 및 제어를 포함하는 다중 채널 방송부를 핵심 기능 단위로 하고 있으며, 또한 다 수개 채널의 동시 시청이 가능한 수신부까지 포함하는 통합 솔루션이다.

2.2.1 다중 채널 스트리밍 및 자동 녹화 서비스

통상적인 SIBS가 하나의 제작부를 대상으로 하는 단일 채널 스트리밍 기능은 가지면서 실시간 녹화 기능이 없는 반면에, 제안된 WCF는 둘 이상의 제작부를 다중 채널 스트리밍 할 수 있는 기능을 가지면

서 실시간 녹화 기능도 가지고 있다. 이는 곧, 다수의 제작부를 실시간 수용할 수 있으며, 동시에 실시간 녹화도 가능하다는 것을 의미하고 있다. 단일 채널 방송부를 기반으로 하는 SIBS의 경우, 구축 비용, 서버 관리 및 유지 보수 등에 따르는 모든 비용이 각 개인의 비용 혹은 소규모 조직의 예산에 의해 이루어져야 하는데, 이 경우, 개인 혹은 소규모 조직에서 방송 시스템을 직접 운영하는 데는 상당한 비용 및 어려움이 따르는 것이 현실이다. 그러므로 좋은 콘텐츠를 가지고 있으면서도 시스템 구축과 운영이 용이하지 않아 망설이는 사람들을 위해서 WCF의 다중 스트리밍 기능은 이들을 수용할 수 있는 하나의 좋은 솔루션이 될 수 있다. 즉, 그림 2에서 보여준 바와 같이 WCF에 접속 가능하고 제작한 콘텐츠를 WCF의 방송부로 전달할 수 있는 최소한의 장비만 갖추고 있으면, 원하는 누구나 인터넷을 통해 자신의 콘텐츠를 방송할 수 있는 것이다. 따라서 WCF가 가지고 있는 다중 채널 스트리밍 기능은 자체 콘텐츠의 인터넷 방송을 위한 시스템 구축 및 운영의 용이성도 제공하고 있는 것이다.

2.2.2 다중 채널 수신

수신부에 해당하는 웹TV는, 현재 WCF에 등록되어 작동 중에 있는 모든 제작부를 채널 형태로 보여주고 있는 웹 페이지를 통해 가동된다. 기존의 수신부가 하나의 채널을 선택하여 시청할 수 있는 데 반해, WCF에서 제공하는 수신부는 2개 이상의 다중 채널을 동시에 시청할 수 있다는 것이 특징이다. 최대 16개의 채널을 동시에 시청할 수 있으며, 시청자 입장에서 보면 수신부는 단순한 웹사이트 형식으로 작동한다.

2.2.3 컴포넌트 기반의 계층 구조

WCF가 가지고 있는 대표적인 특징으로, 시스템 구성에 대한 높은 유연성을 제공해 주는 컴포넌트 기반의 계층 구조를 들 수 있다. 인터넷 방송 시스템 구축을 위한 프레임워크 혹은 솔루션은 여러 사양의 제작부 장비 혹은 서버 등의 다양한 환경에 유연하게 대응할 수 있어야 한다. 본 논문에서 제안하는 WCF는 여러 가지 유형의 모듈들, 예를 들면 클래스, 에이전트, 서버 등을 컴포넌트로 하는 계층 구조를 가지고 있으며, 각 계층의 컴포넌트들(혹은 계층 자체)을

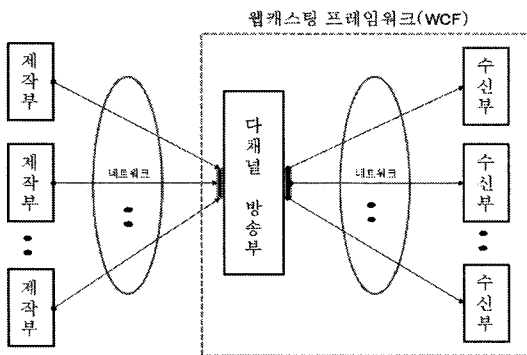


그림 2. 제안된 WCF의 기능적 구조

추가, 감축 혹은 교체함으로써 시스템 기능 및 규모의 확장, 축소 혹은 변경이 가능하도록 하여, 목적 시스템의 구축에 유연하게 대처할 수 있도록 하였다. 특징을 가지고 있다. 예를 들어, 흔히 마주치는 제작부 장비 문제로 영상 제작 및 전송의 주요 장비인 영상 카메라를 들 수 있는데, 그것은 여러 가지 서로 다른 사양의 카메라들이 다양하게 존재하기 때문이다. WCF에서 주요한 핵심 기능 단위인 방송부의 입력을 관리하는 부분을 하나의 클래스 모듈로 컴포넌트화 하여 다른 컴포넌트로 교체할 수 있도록 함으로써 제작부 운영자는 카메라 선택에 유연성을 가질 수 있도록 하였다. 미디어 서버로 영상을 전달하는 부분 또한 컴포넌트화하여, 수정 혹은 다른 컴포넌트로 교체가 가능하도록 하여 미디어 서버의 선택에도 유연성을 제공할 수 있도록 하였다. 이러한 컴포넌트들은 3개의 계층으로 구성된 계층 구조를 이루고 있으며, 각 계층의 컴포넌트는 자체로써 기능을 가지고 있으면서, 어느 계층에 도달하면 그 계층에 속한 컴포넌트 자체로써 하드웨어 플랫폼과 대응하여, 목적하는 기능을 수행할 수 있는 시스템이 구축이 된다. 그러므로 어떤 컴포넌트를 어떻게 하드웨어 플랫폼과 대응시키느냐에 따라 다양한 시스템 구성이 가능하게 되는 것이다.

3. 컴포넌트 계층구조

3.1 컴포넌트 계층의 정의 및 분류

프레임워크 혹은 솔루션과 같은 시스템은 어떤 환경에서 어떻게 사용될지 알기 어려우므로 다양한 환경에 효율적으로 대처할 수 있도록 설계되어야 하는데, 이를 위해 바람직한 구조가 컴포넌트 기반의 구조라 할 수 있다. WCF는 그림 3에서 보여준 바와 같이 프리미티브(Primitive), 베이스(Base), 그리고

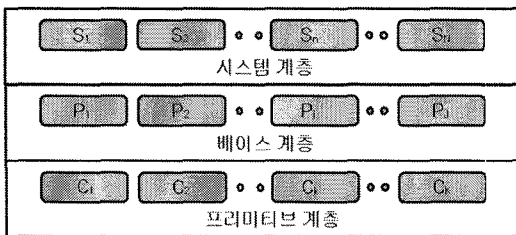


그림 3. WCF에 있어 컴포넌트 계층 구조

시스템(System) 등 3 계층으로 이루어진 컴포넌트 계층 구조를 가진다. 그리하여 요구되는 용도 및 기능에 따라 하위 계층의 컴포넌트를 사용하여 상위 계층의 컴포넌트를 구성하는 과정을 단계별로 거치면서 최상위 계층에 도달하면 최종적으로 목적하는 응용 시스템을 얻을 수 있게 된다.

최하위 계층인 프리미티브 계층을 구성하는 각 컴포넌트는 상위 계층의 컴포넌트의 동작을 위한 서비스 기능을 지원하며, 독자적 수행 능력을 가지고 있지 못한 수동 컴포넌트들로, 각종 클래스들로 구성된다. 프리미티브 컴포넌트들을 사용하여 구성되는 상위 컴포넌트들이 존재하는데, 이들을 베이스 컴포넌트라고 정의한다. 베이스 컴포넌트 각각은 자체적으로 독립적인 기능을 수행할 수 있는 능동 컴포넌트이며, 하드웨어 플랫폼과 대응하여 가동시킬 수 있다는 점에서 프리미티브 컴포넌트와는 차별되는 컴포넌트이다. 응용 시스템 구축을 위한 기능적인 필요성에 의해 상용화 되어 있는 독자 능동 컴포넌트들도 본문에서는 베이스 컴포넌트로 정의한다. 왜냐하면 이들도 프리미티브 계층의 클래스들을 사용하여 구성되었을 것이기 때문이다. 예를 들면, 웹서버, 데이터베이스 서버 등 각종 서버가 여기에 속한다고 할 수 있다. 프리미티브 계층의 컴포넌트들을 기반으로, 구성 가능한 베이스 컴포넌트는 다양하게 존재할 수 있다. 어떠한 프리미티브들을 사용하여 어떠한 베이스를 구성하느냐 하는 것은 목표 응용 시스템에 따라 달라질 수 있는 것이다. 마찬가지로, 베이스들을 사용하여 상위 컴포넌트를 구성할 수 있는데, 이들을 시스템 컴포넌트라고 정의한다. 시스템 컴포넌트는 능동적으로 독자적인 기능을 수행하는 컴포넌트라는 점에서는 베이스 컴포넌트와 동일하지만, 각 시스템을 구성하고 있는 하위 컴포넌트들 간에 상호 작용이 존재하고 있다는 점에서 베이스 컴포넌트와는 차별되는 컴포넌트이다. 앞서서도 언급했듯이, 베이스 컴포넌트들을 사용하여 다양한 시스템 컴포넌트를 구성할 수 있으며, 어떠한 베이스들을 기반으로 어떠한 시스템들을 구성하느냐 하는 것은 목표 시스템 구현에 따라 달라질 수 있으나, 베이스들을 구성하는 경우에 비하면 제한적이라 할 수 있을 것이다. 왜냐하면 목표로 하는 응용 시스템의 최상위 기능 모듈에 해당하는 시스템 컴포넌트들을 정의할 경우, 그 경우의 수는 그렇게 다양하게 존재하지 않을 수 있기 때

문이다. 그러나 논리적인 관점에서 보면, 베이스 계층의 컴포넌트들이 다양해지면 시스템 계층에서 다양한 컴포넌트들이 구성될 수 있으며, 시스템 계층의 컴포넌트가 다양하게 존재할수록 목표로 하는 응용 시스템 구축 또한 다양한 형태로 구성될 수 있을 것이다.

3.2 계층의 구성

WCF는 클래스, 에이전트 그리고 서버 등 3가지 유형의 컴포넌트를 사용하고 있으며, 현재 설계 구현된 유형 별 컴포넌트 별 계층구조가 그림 4에 도시되어 있다. 상위 계층의 컴포넌트와 하위 계층의 컴포넌트들이 어떻게 대응되고 있는지를 보여주고 있는 것이 표 1이다. 그림 4를 살펴보면, WCF의 최하위 계층인 프리미티브 계층은 현재 10여개의 클래스들

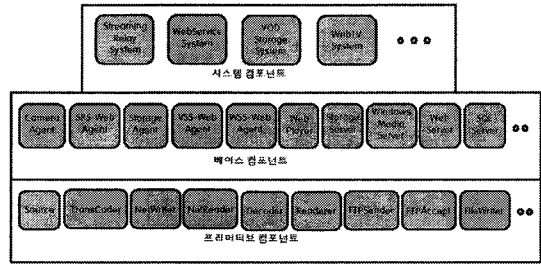


그림. 4. 현재 WCF에 현재 구현된 계층별 컴포넌트

로 구성되어 있음을 알 수 있으나, 필요에 따라 더 많은 클래스들을 만들어 구성할 수 있다. 베이스 계층은 여러 개의 에이전트들과 서버들로 구성되어 있음을 보여주고 있으며, 필요시 목적에 맞게 추가, 감축, 변경 등이 이루어질 수 있다. 베이스 계층의 컴포넌트들을 기반으로 능동적인 독립 기능을 담당하는

표 1. WCF의 계층간 컴포넌트들의 구성표

응용	시스템	베이스		비고
		(서버/ 에이전트)	(클래스)	
Type 1	스트리밍 릴레이 시스템 (SRS)	카메라-에이전트 (SRS-CA)	Source	제작부로부터 콘텐츠 수신
			NetWriter	Source로부터 수신한 콘텐츠의 미디어서버로 스트리밍
			TransCoder	콘텐츠 형식 변환 (예를 들면, MPEG4->WMV)
			FTPSender	녹화를 위한 실시간 콘텐츠 전송
Type 2	SRS-웹에이전트 (SRS-WA)		제작부 등록 및 관리(ASP 기반)	
Type 3	SRS-미디어 서버 (SRS-MS)		실시간 스트리밍 (Windows Media Server)	
Type 3	웹서비스 시스템 (WSS)	웹 서버 (WSS-WS)		상용 서버 사용 (IIE, MSSQL)
Type 4		SQL 서버 (WSS-SQ)		
Type 5		WSS-웹에이전트 (WSS-WA)		
Type 6	VOD 스토리지 시스템 (VSS)	스토리지-에이전트 (VSS-SA)	FTPAccept	녹화를 위한 실시간 콘텐츠 수신
Type 7			FileWriter	스토리지 서버로 콘텐츠 저장
		VSS-웹에이전트 (VSS-WA)		제작부 정보 및 녹화파일 정보의 DB 등록 요청 (ASP 기반)
		스토리지 서버 (VSS-SS)		녹화 파일로 저장
	VSS-미디어 서버 (VSS-MS)		녹화 파일 스트리밍 (Windows Media Server)	
웹TV 시스템 (WTV)	웹플레이어 (WTV-WP)		NetReader	미디어서버로부터 콘텐츠 수신
			Decoder	디코딩
			Renderer	콘텐츠 출력

시스템들이 구성될 수 있는데, 현재 WCF는 이 계층에 4개의 시스템들을 컴포넌트로 가지고 있으며, 표 1에서 보여준 스트리밍 릴레이 시스템(SRS), 웹 서비스 시스템(WSS), VOD 스토리지 시스템(VSS) 그리고 웹TV 시스템(WTV) 등이 그것들이다.

표 1에서 보면, 카메라-에이전트를 구성하는 Source 클래스는 제작부로부터 전송되는 멀티미디어 데이터를 수신하여 처리하는 기능을 담당하고 있다. 보통 제작부에서 사용하는 카메라들은 제각기 고유의 영상 전송 형식을 가지고 있어, 사용하는 카메라에 따라서 영상의 전송 형식이 달라지므로 Source 클래스의 동작이 그에 따라 수정되어야 한다. 그러므로 카메라가 변경되는 경우, 카메라-에이전트를 구성하고 있는 기존의 Source 클래스를 변경된 사양에 맞게 수정하거나, 새로운 카메라에 대응하는 다른 Source 클래스로 교체하기만 하면 되는 것이다. 이는 여러 사양의 카메라들이 존재하고 있는 제작부 환경에 유연하게 대처할 수 있는, 좋은 특성이라 할 수 있다.

또한, 전달된 영상 데이터를 미디어 서버로 스트리밍하는 기능을 담당하는 프리미티브 컴포넌트가 NetWriter 클래스이다. 그러므로 사용하던 미디어 서버를 다른 서버로 교체한다면, 카메라-에이전트의 NetWriter 클래스만 해당 서버의 인터페이스와 전송 규약이 일치하는 클래스로 교체하면 되는 것이다. 향후 다양한 사양의 미디어 서버가 연구 개발되어 상용화 되는 환경을 고려한다면 더욱 유연하게 대처할 수 있는 좋은 특성인 것이다. TransCoder 클래스는 입력 콘텐츠 형식을 다른 형식으로 변환하는 기능을

담당하는데, 입력되는 코드와는 다른 특정 코드의 출력이 필요한 경우 카메라-에이전트에 의해 구동될 수 있다. 현재 WCF에서는 비압축 형식의 데이터에 대해서는 wmv9 형식으로 변환을, 그리고 압축 형식의 데이터에 대해서는 표준 스트리밍 형식인 ASF 형식으로 변환하는 기능을 가지고 있다. 그러므로 콘텐츠 형식의 변환이 필요할 경우, 해당 클래스를 수정 혹은 교체함으로써 또 다른 형식의 콘텐츠에도 유연하게 대응할 수 있게 되는 것이다. 이처럼 상위 컴포넌트의 수정 혹은 변경이 필요할 때, 구성하고 있는 하위 컴포넌트를 수정 혹은 교체함으로써 대응할 수 있다는 것이 본 논문의 WCF가 가지는 커다란 장점이다.

3.3 응용 시스템 구성의 유연성

베이스 계층과 시스템 계층의 컴포넌트들은 자체로써 하드웨어 플랫폼과 연계하여 응용 시스템의 전부 혹은 일부 기능을 독자적으로 수행할 수 있는 능동적 기능 모듈이다. 또한 시스템 컴포넌트는 자체를 구성하고 있는 하위 컴포넌트들 간에 상호 작용이 존재하는 그런 컴포넌트이기도 하다. 그리하여 베이스 컴포넌트와 시스템 컴포넌트를 하드웨어 플랫폼과 대응시키는 여러 가지의 경우의 수가 존재하는데, 이는 곧, 목적하는 응용 시스템을 하드웨어 플랫폼과 연관하여 구성할 수 있는 방법의 수이기도 하다. 베이스 컴포넌트와 시스템 컴포넌트 각각을 응용의 사양, 예를 들면 비용, 성능 혹은 규모 등에 맞추어 하드웨어 플랫폼과 대응하여 7가지 유형의 응용 시스템을 구성할 수 있음을 보여주고 있는 것이 표 2이다.

표 2. WCF 기반의 응용 시스템 구성표

시스템	베이스 (서버/에이전트)	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5	Type6	Type7
	SRS	SRS-CA	○	○	○	○	○	○
SRS-WA		○	○	○	○	○	○	○
SRS-MS		○	○	○	○	○	○	○
WSS	WSS-WA	○	□	□	□	□	□	□
	WSS-SQ	○	□	□	□	□	□	■
	WSS-WS	○	□	□	□	□	□	□
VSS	VSS-SA	○	○	△	△	△	△	△
	VSS-WA	○	○	△	△	△	△	△
	VSS-SS	○	○	△	●	●	△	●
	VSS-MS					△	●	△

물론 다른 경우가 더 있을 수도 있으나, 불필요한 경우라 생각되어 생략하였다. 예를 들어, 아주 적은 소규모 특정 인원을 대상으로 성능보다는 비용을 중시하는 실시간 교육의 경우 모든 컴포넌트를 하나의 하드웨어 플랫폼에 설치하는 Type-1이 바람직하다고 할 수 있으며, 좀더 규모가 커질 경우에는 시스템의 컴포넌트들을 하드웨어 플랫폼과 연관시키면서 필요로 하는 규모에 적절하게 응용 시스템을 구성할 수 있는 것이다. Type-2 시스템은 웹서비스 시스템과 스트리밍 릴레이 시스템을 분리시켜 2대의 하드웨어 플랫폼을 사용하는 경우로, 본 논문에서 구성하여 성능 실험을 수행한 실험 모델이기도 하다. Type-3의 경우는 웹TV 시스템을 제외한 각 시스템 컴포넌트에 하나의 하드웨어 플랫폼을 대응시켜 구성하는 경우로 WCF 기반의 방송 시스템으로 권장하는 유형이라 할 수 있다. Type-4는 VOD 스토리지 시스템에서 저장소 장치를 NAS (Network Attached Storage)와 같은 독립적인 저장 시스템을 사용하는 경우로, 주문형 비디오 시스템을 구축할 경우 바람직한 구성 방법이라 할 수 있다. Type-1부터 Type-4까지는 외부와의 실시간 혹은 VOD 스트리밍을 하나의 미디어 서버를 사용하는 경우이지만, 성능을 높이고자 실시간 스트리밍과 VOD 스트리밍을 위한 미디어 서버를 별도로 분리하여 서로 다른 하드웨어 플랫폼에 설치한다면 Type-5, Type-6과 같은 구성이 될 것이다. Type-7은 Type-6 구성에서 데이터베이스 시스템의 규모를 고려하여 웹서비스 시스템과 분리시켜 별도의 하드웨어 플랫폼을 사용하는

경우이다. 이외에도 컴포넌트들을 필요성에 맞추어 서로 다르게 구성함으로써, 응용 시스템의 비용, 성능 등에 따라 다양한 구성이 나올 수 있다는 것이 WCF가 가지는 또 하나의 특징인 것이다.

4. 시스템 컴포넌트의 구조 및 동작

본 논문에서 제안한 WCF 기반의 웹캐스팅 시스템의 동작 구조를, 시스템 계층의 컴포넌트를 기준으로 하여 보여주고 있는 것이 그림 5이다. 물론 각 시스템 컴포넌트를 구성하고 있는 베이스 컴포넌트 및 프리미티브 컴포넌트들도 구성적 측면에서 보여주고 있다.

4.1 스트리밍 릴레이 시스템(Streaming Relay System)

스트리밍 릴레이 시스템(SRS)는 그림 5에서 보여준 바와 같이 2개의 에이전트와 하나의 서버로 구성되며, 4개의 클래스가 카메라-에이전트를 구성하는데 사용되고 있다.

개인이든 조직이든 자신의 SIBS를 WCF 기반의 방송 시스템에 연결하는 작업은, 콘텐츠 생성 및 WCF로의 전송을 담당하는 제작부에 관한 정보와 미디어 서버로부터 콘텐츠를 수신하기 위한 접속점(Publishing Point) 정보를 데이터베이스에 등록하는 것으로부터 시작한다. 그 과정을 베이스 컴포넌트들을 기준으로 단계별로 기술한 것이 그림 6의 순서도이다.

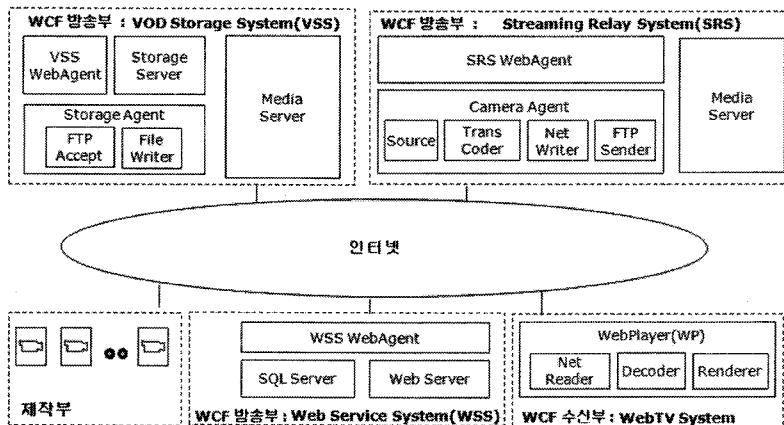


그림 5. WCF 기반의 웹캐스팅 시스템의 동작 구조

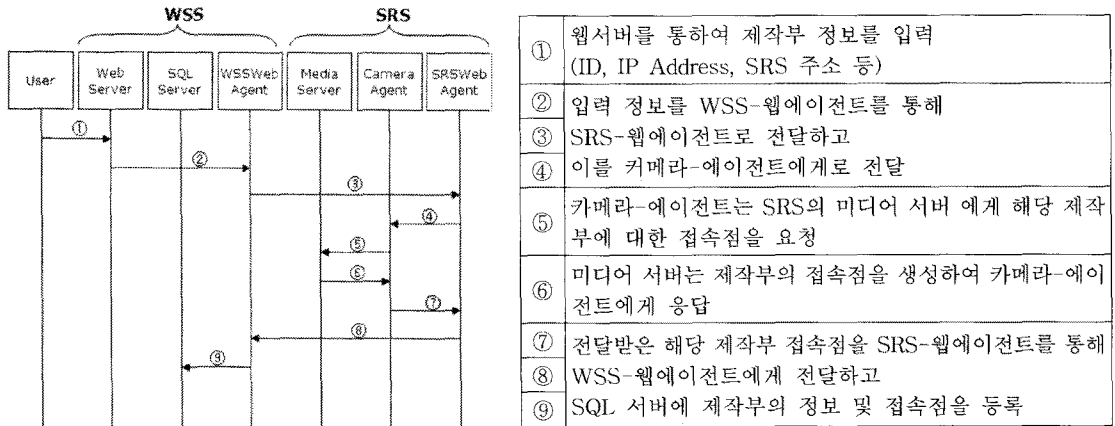


그림 6. 제작부(카메라)에 관한 정보 및 접속점 등록 과정

카메라-에이전트는 기본적으로 그룹을 기본 단위로 하여 제작부를 관리한다. 하나의 제작부는 반드시 하나의 그룹에 속해야 하며, 그룹이나 제작부는 관리자에 의해 추가되거나 삭제, 수정될 수 있다. 그리하여 일단 방송을 원하는 제작부에 관한 정보와 해당 제작부에서 생성된 콘텐츠를 시청하기 위한 접속점이 SQL 서버에 등록되면, 방송을 위한 준비가 완료된 것이다.

카메라-에이전트로부터 미디어 서버로의 스트리밍은 Push 혹은 Pull 방식으로 이루어질 수 있는데 [21,22], 관리자에 의해 선택할 수 있도록 되어 있다. 초기 설정으로 카메라-에이전트는 미디어 서버와 Push 방식으로 스트리밍 한다. Push 방식은 스트리밍의 시작 주체가 카메라-에이전트이다. 카메라-에

이전트는 지속적으로 영상을 미디어 서버로 스트리밍하며, 미디어 서버는 들어오는 스트림을 접속한 사용자들에게 보내준다. 이 Push 방식은 버퍼링 대기 시간을 줄이는 효과가 있으나, 수신부의 접속 여부에 관계없이 계속 미디어 서버로 스트리밍이 일어남으로써 서버에 부하를 주고 있다는 것이 단점이다. 스트리밍 릴레이 시스템을 통해 Push 방식으로 제작부로부터 실시간 영상을 시청자인 WebTV까지 전달하는 과정이 그림 7에 상세하게 도시되어 있다. 여기서 알아야 할 것은, 그림 7에서 보여준 것처럼 ①부터 ③까지의 과정과 ④부터 ⑩까지의 과정은 순차적이지 않으며 그 두 과정은 서로 독립적으로 일어난다. 즉 ①부터 ③까지의 과정과 ④부터 ⑩까지의 과정은 정해진 순서가 없다. 그러므로 제작부에서 전송하는

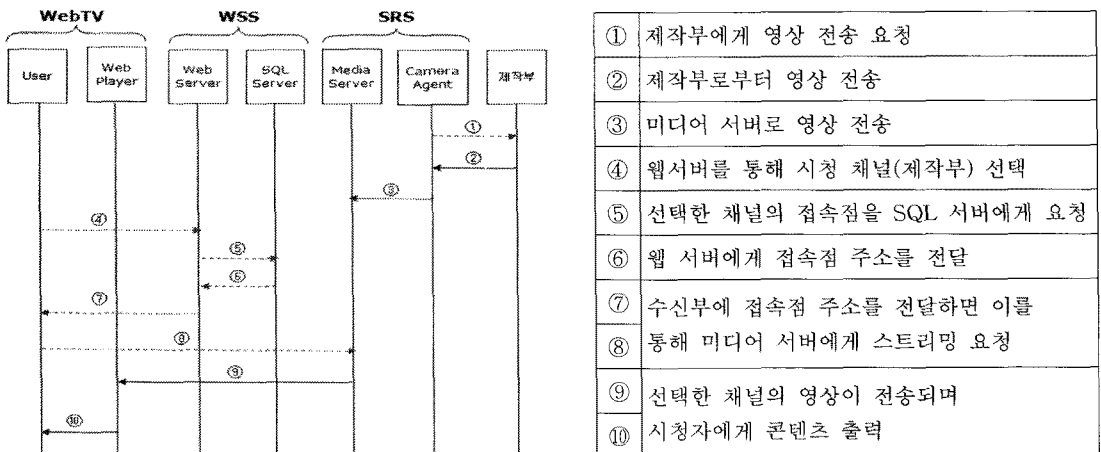


그림 7. 제작부로부터 수신부로 콘텐츠가 실시간 전달되는 과정(Push 모드의 경우)

콘텐츠는 수신부 시청자의 요구에 관계없이 항상 미디어 서버로 스트리밍 되고 있는 것이다. 반면에 Pull 방식이란 Push 방식과는 다르게 스트리밍의 주체가 미디어 서버가 된다. 즉, 미디어 서버가 카메라-에이전트로 접속하여 콘텐츠를 요청하면 카메라-에이전트가 콘텐츠를 보내주는 방식이다. 이 방식은 항상 미디어 서버로의 스트리밍이 일어나고 있지는 않아 서버에 부하를 경감시키는 효과는 있지만, 접속점에 대한 최초 접속한 사람의 버퍼링 대기 시간이 길어지는 단점이 존재한다.

미디어 서버로부터 수신부인 웹TV로의 스트리밍 관계에서도 Push 방식과 Pull 방식을 정의할 수 있다. 여기서 Push 방식은 스트리밍의 주체가 미디어 서버가 되어 수신부의 접속에 관계없이 항상 콘텐츠를 전송하고 있는 경우인데, 이는 콘텐츠 응답 지연 시간은 경감시킬 수 있지만, 네트워크 대역폭 자원의 커다란 낭비를 초래하므로 사용하기 어려운 방식이다. 이를 개선한 것이 콘텐츠 파이프라이닝이라고 할 수 있다. 그러나 WCF는 수신부의 요청이 있을 경우 해당 수신부로 스트리밍을 하는 Pull 방식을 사용하고 있다. 그러므로 네트워크 대역폭은 절약할 수 있으나, 어느 정도의 콘텐츠 응답 지연이 존재하게 된다. 윈도우즈 미디어 서버의 경우 보통 5초 부터 10초 정도의 응답 지연이 있는 것으로 알려져 있다 [15]. 요약하면, WCF는 카메라-에이전트와 미디어 서버 간에는 Push 방식을 사용하여 초기 응답 지연

을 줄이고 있으며, 미디어 서버와 수신부 사이에는 Pull 방식을 사용하여 네트워크 대역폭을 절약하는 효율적 스트리밍을 꾀하고 있다.

카메라-에이전트는 제작부로부터 전송되는 영상 콘텐츠를 녹화하는 기능도 제공하고 있다. 녹화는 카메라-에이전트의 제어에 의해 스토리지-에이전트가 실제 하드디스크와 같은 대용량 저장소에 색인하여 저장한다. 녹화 저장이 완료되면 스토리지-에이전트는 미디어 서버로부터 저장된 녹화 파일에 대한 접속점을 부여 받아 녹화 파일에 관한 정보와 함께 SQL 서버에 등록한다. 이 과정이 끝나면 웹에서 녹화파일을 검색하여 볼 수 있다. 카메라-에이전트에 의해 실시간 영상 녹화 및 녹화된 파일을 재생하여 시청하는 과정이 그림 8에 기술되어 있다.

4.2 주문형 비디오 스토리지 시스템(VOD Storage System)

시스템 컴포넌트인 VSS(VOD Storage System)는 그림 5에서 보여준 바와 같이 베이스 컴포넌트들인 미디어 서버, 스토리지 서버, 스토리지-에이전트, 그리고 VSS-웹에이전트로 구성된다. VSS는 비디오 콘텐츠를 정해진 규격의 파일로 저장하고, 그 정보를 데이터베이스에 인덱스 기반으로 기록 관리하며, 수신부의 녹화 파일 검색 요청에 응하고 있다. VSS를 통해 제공되는 영상 콘텐츠는 시작, 중지, 일

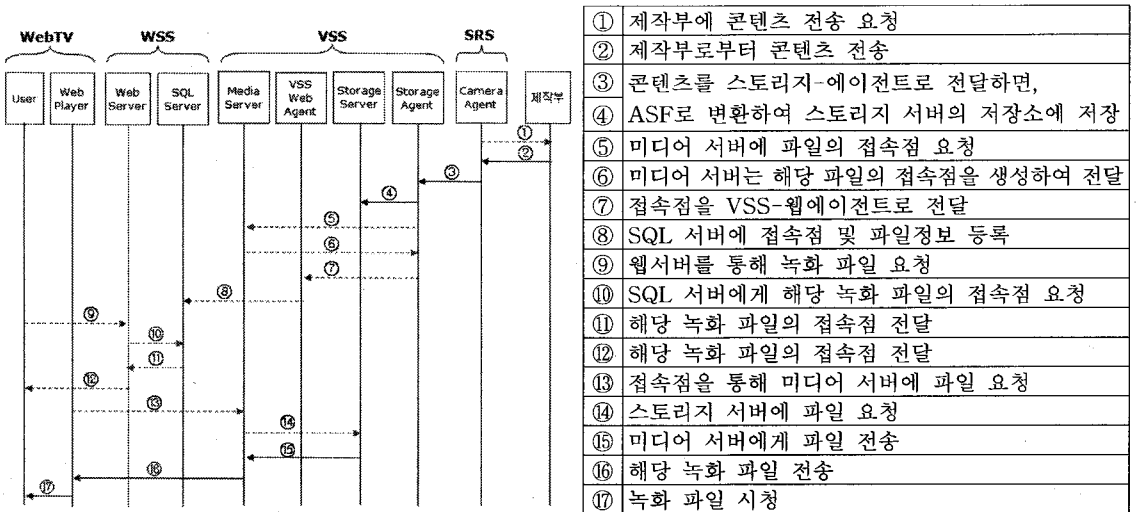


그림 8. 실시간 영상 녹화 및 녹화된 영상의 시청 과정

시정지, 빨리감기, 되감기 등의 사용자 제어가 가능한 콘텐츠이다. 앞에서 언급한 바와 같이, VSS는 SRS와 연동하여 실시간 녹화 기능을 제공하고 있다. 스토리지-에이전트를 구성하고 있는 FTPAccept 컴포넌트와 FileWriter 컴포넌트는 카메라-에이전트로부터 인입되는 실시간 영상 데이터를 정해진 고유의 파일 형식으로 스토리지 서버 혹은 하드 디스크와 같은 내부 저장소에 저장하는데, 스토리지 서버의 유무에 관계없이 저장을 위한 인터페이스로 FileWriter 컴포넌트를 사용한다. 왜냐하면 스토리지-에이전트는 내부의 저장장치나 스토리지 서버를 동일한 인터페이스를 통해서 동작하도록 스토리지 서버를 네트워크 드라이브 관계를 유지하도록 구성하기 때문이다. 만일 저장소 사양이 변경되는 경우 FileWriter 컴포넌트만 변경 혹은 교체하면 되는 것이다. 스토리지 서버를 사용하지 않고 VSS의 내부 저장장치, 즉 하드 디스크를 사용하는 경우, 모든 작업은 내부에서 일어나게 되며, 저장된 파일의 정보는 VSS-웹에이전트를 통해 SQL 서버의 데이터베이스에 저장된다. 데이터베이스에 저장되는 콘텐츠 속성 정보로는 콘텐츠의 이름, 콘텐츠의 소스, 즉 제작부의 주소, 콘텐츠의 소유자 정보, 콘텐츠의 유형, 콘텐츠의 생성 및 완료 날짜와 시간, 콘텐츠의 위치 등이다. 또한 저장된 콘텐츠에 대한 접속점은 제작부의 영상 장비처럼 각각의 콘텐츠에 접속점이 할당되는 것이 아니라, 저장소의 루트 폴더를 하나의 접속점으로 등록하고, 그 접속점을 통해서 저장되어 있는 녹화 파일을 직접적으로 액세스하는 방법으로 이루어진다. 예를 들어서, D:\Storage라는 폴더가 저장소의 루트 폴더이고 이 폴더를 vod 라는 접속점으로 SQL 서버에 등록하였다면 (즉, vod=D:\Storage), mms://storage-server-url/vods/device_name/channel/filename.asf와 같은 형식으로 접근할 수 있다. 스토리지 서버를 사용하지 않는다면 storage-server-url 대신에 내부 저장소가 존재하는 곳의 위치를 사용하면 된다. 이와 같은 방법은 접속점의 관리를 간편하게 하고 녹화 파일을 관리함에 있어 편리하게 해준다는 장점을 가진다.

4.3 웹 서비스 시스템(Web Service System) 및 웹TV 시스템

시스템 컴포넌트인 WSS(Web Service System)

은 그림 5에서 보여준 바와 같이 베이직 컴포넌트인 SQL 서버, 웹 서버, 그리고 WSS-웹에이전트로 구성된다. 수신부 시청자는 WSS의 웹 서버를 통해 WCF의 모든 서비스를 이용한다. 이를 위해 수신부 시청자는 먼저 WSS 사이트에 접속하여 회원 가입을 하여야 하고, 로그인하여야 한다. WSS는 SRS 및 VSS와 연동하며 다음과 같은 기능을 제공한다.

- 회원 가입 및 인증
- 그룹의 추가 및 삭제
- 제작부의 추가 및 삭제
- 제작부 실시간 영상의 녹화 설정
- 카메라-에이전트와 스토리지-에이전트와의 연동
- 웹플레이어를 통한 실시간 영상 수신
- 웹을 통한 녹화 파일 검색 및 웹플레이어를 통한 수신

WSS-웹에이전트는 카메라-에이전트와 WSS 사이의 인터페이스를 제공하며, WSS에서 발생하는 상태의 변화, 예를 들면 그룹의 변동, 제작부의 변동에 관한 정보의 변화를 카메라-에이전트에게 실시간으로 전달하여 동기화할 수 있도록 해준다. 그 외 기본적인 기능들은 통상의 웹서버와 SQL 서버의 기능이므로 여기서는 생략하기로 한다.

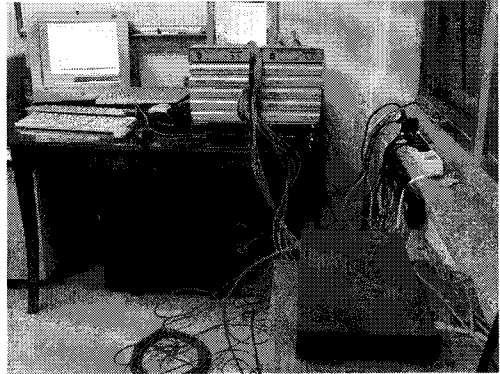
수신부 역할을 하는 웹TV는 그림 5에서 보여준 바와 같이 웹 플레이어 에이전트로 구성되어 있으며, 3개의 클래스 컴포넌트인 NetReader, Decoder, 그리고 Renderer로 구성되어 있다. 각 컴포넌트는 기에 따라, 미디어 서버 사양이 변경되면 NetReader를, 콘텐츠 코딩 방식이 바뀌면 Decoder를 그리고 출력 방식이 바뀌면 Renderer 클래스 컴포넌트를 변경 혹은 교체하면 되도록 설계되어, 용이하게 변경이 가능하도록 되어 있으나, 이는 각 사용자가 요구할 수 있는 것은 아니며, WCF 프레임워크에서 수신부 사양이 변경될 경우에 효율적으로 대처할 수 있도록 하는 특징이라 할 수 있다. 사용 플레이어는 윈도우즈 미디어 플레이어를 기반으로 16채널까지 동시 시청이 가능하도록 하여, 사용자 편의를 도모하고 있다. 수신부의 스트리밍은 수신부의 요청이 있어야만 콘텐츠가 전송되는 Pull 방식으로 동작하며, 수신부의 개별적인 요구에 따라 콘텐츠 해상도, 프레임 속도 등이 달라질 수 있으며, 원하는 시간대에 원하는 콘텐츠를 시청할 수 있다

5. 구현 및 성능 분석

5.1 실험 환경

본 논문에서 제안된 WCF를 기반으로 실시간 웹 캐스팅 시스템 프로토타입이 구현되었다. 콘텐츠를 생성하여 방송부로 전송하는 제작부는 해당 전문기업으로부터 단일 채널 입력을 가지는 MPEG4 비디오 서버 10대를 기증 받아 사용하였으며[4], 입력 신호는 TV 영상을 VCR로 수신하여 영상 분배기를 통해 각 비디오 서버로 분배하였다. 여기서 TV 영상을 사용하는 이유는 실시간 영상을 사용하는 경우, 대부분 움직임이 별로 없는 경우가 대부분이며 이렇게 될 경우 MPEG4 인트라 프레임의 데이터량이 적어져 적절한 실험 환경이 되지를 못하므로 항상 움직임이 존재하는 TV 영상을 실험 영상으로 사용하였다. 이때, 모든 비디오 서버는 표 3에서 보여준 환경을 유지하도록 하였다.

방송부 구성은 VSS를 제외하고 SRS가 동작하는 하드웨어 플랫폼 1대와 WSS가 동작하는 하드웨어 플랫폼 1대, 총 2대를 사용하여, 표 2에서 보여준 Type-2 응용 시스템을 구축 하였다. 수신부에 해당하는 클라이언트들은 개인용 PC들을 사용하여 구성하였으며 윈도우즈 미디어 플레이어를 기반으로 16채널을 동시에 볼 수 있도록 구현하였다. 이들은 모두, 4개의 8채널 스위칭 허브로 구성되는 100Mbps



(a) 제작부 및 방송부 서버시스템



(b) 수신부 클라이언트 PC들

그림 10. 실제 구현된 방송 시스템 환경

LAN 망으로 연결되며 외부 인터넷 망과는 실험을 위하여 차단하였다. 이들의 연결 구조를 보여주고 있는 것이 그림 9이며, 실제 구축된 환경을 그림 10의 사진에서 보여주고 있다.

구현된 프로토타입 시스템을 위해 사용된 하드웨어 플랫폼의 규격은 표 4과 같다.

표 3. 제작부 비디오 서버의 동작 환경

해상도	컬러	프레임 속도	데이터 속도	압축형식
640×480	8-bit (256)	15 fps	512 Kbps	MPEG4

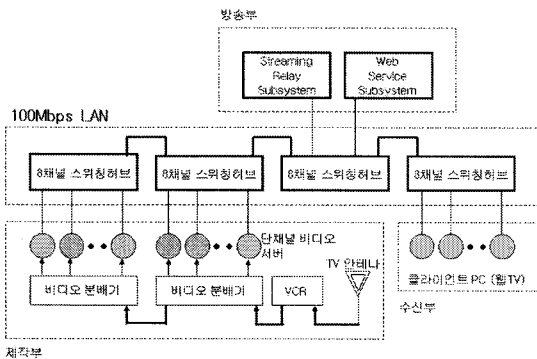


그림 9. WCF 실험용 프로토타입 구성도

표 4. 구현된 Type-2 응용 시스템 규격

구성요소	시스템 규격	지원 기능
스트리밍 릴레이 시스템	Windows 2003 Server Xeon 2.4GHz 1GB RAM	최대 30fps VGA
웹 서비스 시스템	Windows 2003 Server Xeon 2.4GHz 1GB RAM	IIS, SQL Server 2003
웹TV 시스템	Windows XP Pentium 4 1.6GHz 512MB RAM	VGA(640×480), CIF (320×240) 최대 16채널 동시 시청 (노트북 4대의 PC 3대)

표 5. 응답 지연시간(초)

제작부 (비디오 서버)	수신부							
	4	8	16	32	64	96	128	평균
1	9.1	9.8	9.0	8.8	10.8	·	10.7	9.7
4	9.6	9.3	10.4	10.0	9.4	·	9.7	9.7
8	9.8	8.9	10.2	10.4	9.6	·	9.9	9.8
12	9.4	9.4	9.3	9.8	9.1	·	9.2	9.4
16	9.0	9.9	9.3	9.0	9.6	·	10.6	9.6
17	·	·	17.1	17.5	19.3	23.4	24.5	20.4
18	·	·	21.0	21.0	22.5	21.6	23.5	21.9
19	·	·	28.9	23.5	24.7	26.7	33.8	27.5
20	·	·	37.6	38.6	43.6	34.5	48.0	40.5

5.2 응답지연 시간 측정 및 분석

제작부에 해당하는 비디오 서버의 수를 증가 시키면서 수신부, 즉 시청자 수에 대한 방송부의 응답 지연 시간을 측정 한 결과는 표 5와 같으며, 그것을 막대 그래프로 표현한 것이 그림 11이다. 제작부로 사용된 비디오 서버는 입력은 단일 채널이지만 다중 출력이 가능한 영상 전송 장비로 10대를 가지고 20개 이상의 제작부 역할을 수행할 수 있다. 응답 지연 시간 측정은 각 수신부의 수에 대해 3회씩 측정하여 평균한 값이다. 여기서 제작부의 수가 16까지 증가하는 동안 수신부의 수 96에 대해 응답 지연을 측정하지 않은 것은, 수신부의 수 128에 대해 먼저 측정을 하였기 때문이다. 즉, 그 때의 값이 64의 경우와 크게 다르지 않으므로 96의 경우에 측정을 할 필요가 없기 때문이다. 그리고 제작부의 수가 17 이상인 경우에 8 이하의 수신부에 대해서도 큰 의미가 없다고 생각되므로 생

략하였다. 그리고 수신부의 수는 128까지를 측정하였는데, 그 이상의 경우에는 웹TV 시스템 자체의 성능 저하로 발생하는 지연 시간이 너무 길어져 측정의 의미가 없다고 판단하였기 때문이다. 또한 일반적인 인터넷 방송 시스템의 경우가 제작부의 수가 1인 경우인데, 별도로 기술하지 않고 전반적으로 함께 검토하기로 한다.

여기서 알 수 있는 것은, 제작부의 수를 고정하고 수신부의 수를 증가시키는 경우, 응답지연 시간에 있어서의 변화와, 반대의 경우에 대한 응답지연 시간의 변화는 매우 다른 양상을 나타내고 있다는 사실이다. 즉, 앞의 경우에는 그 변화가 그리 크지 않으며, 수신부 수의 증가 비율에 비하면 그리 크지 않은 변화라고 할 수 있다. 그러나 후자의 경우에는, 제작부의 수가 어느 정도에 이르기까지는, - 예를 들면 16 - 응답 지연 시간에는 큰 변화가 없이, 원도우즈 미디어 서버가 가지는 응답 지연 시간 10초 부근의 범위 내에서 값을 유지하고 있지만, 제작부의 수가 그 수준을 넘으면서, 급격한 변화율을 보이며 증가하고 있다는 사실을 보여주고 있다. 수신부의 수를 16으로 고정시키고, 제작부의 수를 24까지 증가시키며 측정 한 응답 지연 시간의 변화와 (제작부의 수가 22인 경우 약 53초, 24인 경우 약 66초), 각 제작부의 수에 대해서 각 경우의 수신부에 대한 응답지연 시간을 평균한 평균 응답 지연 시간을 같이 보여주고 있는 것이 그림 12이다. 표 5에는 나타나 있지 않지만, 제작부의 수가 22와 24인 경우를 수신부 수가 16인 경우에만 측정하였는데, 이는 16이 아닌 다른 수신부의

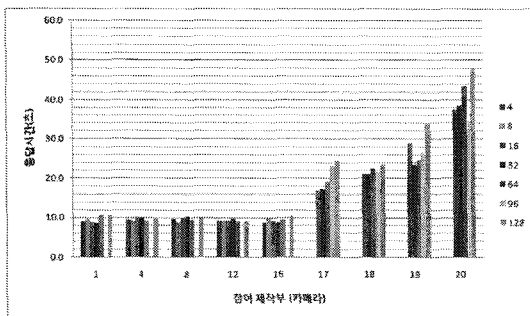


그림 11. 각 제작부의 수와 수신부 수 변화에 따른 응답지연 시간

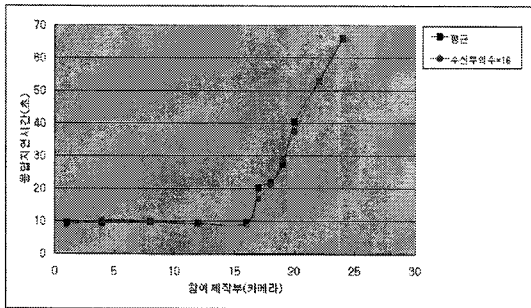


그림 12. 특정 수의 수신부에 대한 제작부의 수에 따른 응답지연 시간의 변화와 제작부의 수에 따른 각 경우의 수신부에 대한 평균 응답지연 시간의 변화

수에 대해서도 응답지연의 변화 유형이 유사하기 때문이다. 즉 응답지연 시간의 변화 비율이 크다는 사실이 중요하며, 각각의 값 자체에 커다란 의미를 부여할 필요가 없다고 판단하였기 때문이다. 그림 12에서 보여준 현상을 성능 모델 측면에서 살펴보면, 잘 알려진 성능 모델 중 하나인 birth-death 프로세스 모델과 흡사하다는 사실을 알 수 있다. 즉, (birth/death) 비율에서 death 값이 고정될 경우 지연 시간은 birth 값에 대해 지수 함수적으로 증가하는 현상을 보여주는 birth-death 프로세스 모델은, 이른바 M/M/1 성능 모델로 대표된다[23]. 그러므로 본 실험에서 보여준 응답지연 시간의 성능 유형은 대표적인 M/M/1 성능 모델인 birth-death 프로세스 모델과 유사한 결과를 보여주고 있음을 알 수 있으며, 그리하여 하나의 스트리밍 서버에 대한 응답 지연은 M/M/1 성능 모델을 사용하여도 무리가 없다는 것을 보여 주고 있다.

이를 네트워크 측면에서 살펴보면, 스트리밍 릴레이 시스템과 같은 시스템의 성능은 상향(upload) 대역폭에는 민감하게 반응하지만 하향(download) 대역폭에는 그렇지 않다는 것을 현상적으로 보여주고 있다. 실험 데이터로부터, 본 실험에서 사용한 스트리밍 릴레이 시스템의 경우 수용할 수 있는 적정 수준의 제작부의 수는, 응답 지연 시간의 변화 비율에 따라 다르겠지만, 20여대 이하라고 판단할 수 있다. 일반적인 인터넷 방송이 CIF급 해상도(320 × 240)에 F = 15fps 혹은 30 fps 그리고 송출 속도 300 Kbps에서 최고 1 Mbps를 설정하고 있는데[24], 송출 속도와 해상도에 따라 수용할 수 있는 제작부의 수는 증가 혹은 감소 할 수 있다.

5.3 수신부 인터페이스

그림 13은 수신부 웹사이트, 즉 웹TV 시스템을 통해 WSS에 접속했을 때 나타나는 화면으로, 현재 등록되어 있는 제작부들과 저장되어 있는 영상 녹화 파일들에 관한 각종 정보들을 보여주고 있는 인터페이스 화면이다. 제작부 운영자 및 수신부 시청자는 이 웹 사이트를 통해 자신의 제작부를 시스템에 등록시키거나, 등록된 제작부 채널을 선택할 수 있다. 그러나 실제 이러한 작업은 내부적으로 보면 SRS와 WSS의 연동을 통해 이루어진다.

그림 14는 시스템 관리자가 제작부 채널의 관리 및 정보 등록을 위해 SRS의 카메라-에이전트와 인터페이스해 주는 화면으로, 이를 통해 콘텐츠의 스트리밍을 강제로 끊거나 연결할 수도 있다. 본 실험에서 행해진 작업은 모두 이를 통해 이루어진 것이다.

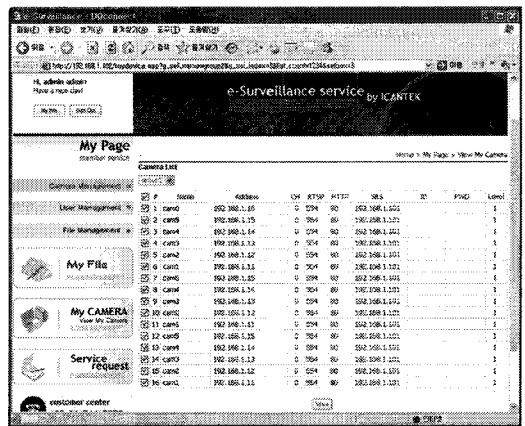


그림 13. 수신부 웹사이트에서 시청 제작부 선택하는 인터페이스

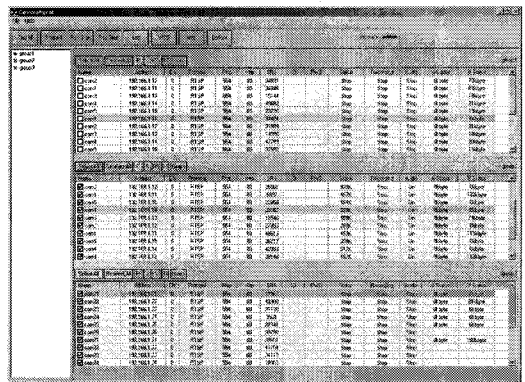


그림 14. 카메라-에이전트의 관리자 인터페이스 화면

6. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는, 다수의 제작부와 다수의 수신부를 수용하면서 방송과 수신을 통합 서비스할 수 있는 컴포넌트 기반의 실시간 웹캐스팅 프레임워크, WCF가 설계되고 구현되었다. 제안된 프레임워크는 3개의 컴포넌트 계층 구조로 이루어져, 시스템의 사양 변화에 대해, 그에 대응하는 컴포넌트만을 변경하도록 하여 동작 환경 변화에 효율적으로 대처할 수 있도록 하였으며, 베이스 계층과 시스템 계층의 컴포넌트들을 하드웨어 플랫폼에 어떻게 대응시키느냐에 따라 비용과 성능 면에서 다양한 유형의 인터넷 방송 시스템을 구축할 수 있음을 보여주었다. 그리고 그 중 하나의 유형에 따라 실제 시스템을 구현하여 제작부의 수와 수신부의 수에 따른 응답지연 시간을 측정하고 분석하였으며, 그 결과 응답지연 시간은 대표적인 성능 모델 중의 하나인 M/M/1 성능 모델과 매우 유사한 결과를 보여주고 있음을 보여 주었다. 그리하여 본 논문에서 제안된 WCF를 기반으로 구성된 인터넷 방송 시스템은, 구축된 시스템에 접속 가능한 최소한의 장비만 갖추고 있으면, 다수의 제작부들이 자신의 콘텐츠를 인터넷을 통해 방송할 수 있는 환경을 제공하고 있다. 또한 제안된 WCF는 영상 기반의 인터넷 비즈니스를 위해서도 하나의 좋은 솔루션이 될 것이다.

비록 Push 방식과 Pull 방식의 적절한 조합을 통해 대역폭 문제에 접근하였으나, 제작부의 수가 크게 증가하는 경우, 시스템 증설은 피할 수 없는 현실이다. 그리하여 대역폭을 크게 절감할 수 있는 overlay 기반의 멀티캐스팅 방법과의 연동을 연구 중에 있다. 더불어 모바일 단말을 위한 수신부 컴포넌트와 제작부에서의 콘텐츠 편집을 위한 도구들도 연구 개발되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 고석주, 박주영, 김은숙, 강신각, "인터넷방송을 위한 멀티캐스트 기술 동향," 전자통신동향분석, 제17권, 제3호, pp. 1-14, 2002.
- [2] 이문희, 김경석, "WMT를 이용한 인터넷 방송국 구축," 한국멀티미디어학회지, 제6권, 제3호, pp. 70-80, 2002.
- [3] 김홍식, 이영진 외, "WMT를 이용한 인터넷 방송국 구축," 인재대학교 자연과학논문집, 제4권, 제1호, 2000.
- [4] <http://www.icantek.com>.
- [5] <http://www.axis.com>.
- [6] <http://afreeca.pdbox.co.kr>.
- [7] <http://www.pandora.tv>.
- [8] <http://www.megastudy.net>.
- [9] 이명희, 전형수, 이재현, 유철중, 장옥배, "실시간 스트리밍 서비스 시스템 설계 및 구현," 한국정보과학회, 춘계학술대회논문집, 제28권, 제1호, pp. 247-249, 2001.
- [10] 이희상, 이선현, 이정민, 최용철, 이승형, 정광수, "실시간 전송률 조절 기법을 이용한 스트리밍 서비스의 구현," 한국컴퓨터종합학술대회 2005 논문집, Vol.32, No.1(A), pp. 361-363, 2005.
- [11] X. Zhang, J. Liu, B. Li and T. S. P. Yum, "CoolStreaming/DONet: A Data-Driven Overlay Network for Efficient Live Media Streaming," *Proc. of IEEE INFOCOM*, 2005.
- [12] S. Sheu, W. Tavanapong, and K. A. Hua, "A Video Broadcasting System," TR #03-03, Dept. of Comp. Science, Iowa State Univ., 2003.
- [13] S. Sheu, W. Tavanapong, and K. A. Hua, "A Scalable Cost-Effective Video Broadcasting System for On-Demand Video Services," *Multimedia Tools and Applications*, Vol.28, No.3, pp. 321-345, 2006.
- [14] R. Cohen and Radha, "Streaming Fine-Grained Scalable Video over Packet-Based Networks," Global TeleCommunications Conference, 2000.
- [15] <http://www.microsoft.com/windowsserver2003>, Microsoft Windows Server 2003 Technology Center.
- [16] <http://www.adobe.com/products/flashmediaserver>.
- [17] <http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia>, Microsoft Windows Media Player Knowledge Center.
- [18] 강미연, 김도완, 김윤수, 정원호, "모바일 단말을

위한 다채널 미디어 데이터 처리기,” 한국컴퓨터 종합학술대회 2005 논문집, Vol.32, No.1(A), pp. 352-354, 2005.

[19] 김지연, 유호연, 정순지, 강미연, 김도완, 정원호, “실시간 감시를 위한 WIPI 기반 모바일 뷰어,” 한국컴퓨터 종합학술대회 2005 논문집, Vol.33, No.1(D), pp. 355-357, 2006.

[20] S.-T Li, H.-C Hsieh et al, “PDA Watch for Mobile Surveillance Services,” *Proc. of the IEEE Workshop on Knowledge Media Networking*, 2002 (KMIN'02).

[21] A. Hall and H. Taubig, “Comparing push and pull-based broadcasting,” *LNCS*, Vol. 2647, Springer Berlin, 2003.

[22] D. Aksoy and M. S.-F Leung, “Pull vs Push: A Quantitative Comparison for Data Broadcast,” *Proc. of Global Telecommunica-*

tions Conference, 2004 (GLOBECOM'04).

[23] L. Kleinrock, *Queueing Systems Vol. I : Theory*, John Wiley & Sons, Chapter 3, 1975.

[24] <http://www.crezio.com>.



정 원 호

1979년 서울대학교 전자공학과 (공학사)
 1981년 한국과학기술원 전기및 전자공학과 (공학석사)
 1989년 한국과학기술원 전기및 전자공학과 (공학박사)
 1979년~1982년 대한전선㈜
 1983년~1984년 대우통신㈜
 1989년~현재 덕성여자대학교 컴퓨터과학부 교수
 관심분야 : 멀티미디어 응용, 분산 및 모바일 컴퓨팅, 임베디드 S/W 등