

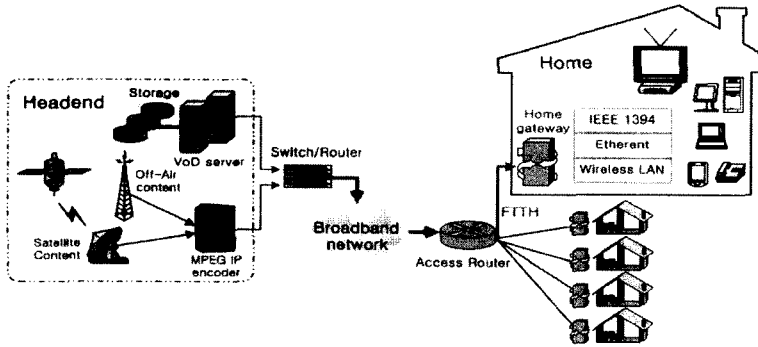
이질적인 홈 네트워크 환경에서의 효율적인 QoS 기술

이철호, 이종욱, 김동원 (한국과학기술원 정보통신공학과 네트워크미디어 연구실)

1. 서론

각 가정으로의 초고속 인터넷 보급이 성숙기에 접어들면서 단순한 접속 속도의 고속화의 단계를 넘어서서 새로운 서비스의 활성화가 주요한 과제로 대두되고 있다. 이에 따라 웹 기반의 단순한 정보 서비스와 저해상도의 동영상 서비스에서 벗어나 고품질로 주문형 비디오(VOD: video on demand), IP 기반 방송 (IP broadcasting), 양방향 화상전화 등과 같은 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 방안의 개발에 많은 관심과 연구개발이 집중되고 있다. 이러한 추세를 반영하여 2003년에 선정된 차세대 성장동력 산업들 중에서 지능형 홈 네트워크 분야는 디지털 TV/방송, 디지털 콘텐츠 분야와 맞물리면서 시장의 잠재력이나 규모가 점차 증가할 것으로 예상된다. 또한 “통신·방송·인터넷이 융합된 품질보장형 광대역 멀티미디어 서비스를 언제 어디서나 끊임없이 안전하게 이용할 수 있는 차세대 통합 네트워크”로 정의된 광대역통합네트워크(BcN: broadband convergence network)의 일환으로 다양한 홈 네트워크와 초고속의 액세스 네트워크가 연결될 것으로 판단된다.

따라서 <그림 1>에 제시한 것처럼 통합형 액세스 네트워크와 지능형 홈 네트워크가 홈 게이트웨이 또는 이에 준하는 연동 장치에 의해 연결될 것으로 전망된다. 상기한 흐름을 반영하여 다양한 방식의 홈 게이트웨이(home gateway: HG) 제품들이 제안되고 있으며, 대내 단말 장치들을 연결하는 통신 방법의 단일화와 대내 자동화 등의 지원을 넘어서 고품질의 멀티미디어 서비스를 제공하고 통합형 서비스를 제공하는 게이트웨이로서의 역할을 수행하도록 개발되고 있다. 이러한 방송·통신 융합 환경을 대비한 통합형 홈 게이트웨이에서는 고품질의 멀티미디어 콘텐츠를 분배함에 있어 품질을 보장할 수 있어야 하며 이기종 단말에 효율적으로 콘텐츠를 변환·분배해야 한다. 따라서 본 논문에서는 향후 100M ~ 1Gbps 급의 외부 연결을 지원하는 가정내 광가입자망(fiber to the home: FTTH) 기반 홈 네트워크 환경에서 HD(high definition)급의 고품질 멀티미디어 서비스를 이질적인 홈 네트워크에 존재하는 각종 단말에 제공함에 있어 콘텐츠의 품질을 보장하면서 효율적으로 변환·분배할 수 있는 방안들에 대해서 살펴보고자 한다.

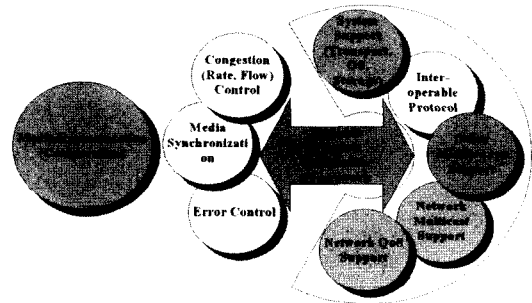


<그림 1> 멀티미디어 서비스 지원을 위한 홈 네트워크 환경의 예

본 논문의 구성은 다음과 같다. II절에서는 고품질 멀티미디어 서비스를 품질보장이 완벽하지 못한 인터넷 환경을 극복하면서 효율적으로 제공하기 위한 접근 방식을 제안한다. 이어서 III절에서는 이질적인 홈 네트워크에서의 서비스 품질보장 방안을 위한 관리 및 상호운용성 부여 방안에 대해서 살펴보겠다. IV절에서는 대내에 존재하는 기기종 단말들을 위한 효율적인 콘텐츠 분배 방안에 대해서 알아보고, 마지막으로 V절에서는 결론을 제시한다.

II. 네트워크 적용을 통한 고품질 멀티미디어 서비스의 제공

고품질의 멀티미디어 서비스는 실시간을 요구하기 때문에 대역폭, 지연 및 지터, 패킷 손실 등의 측면에서 엄격한 QoS 보장을 필요로 한다. 일반적으로 QoS 보장이라 함은 종단간의 측면에서의 보장을 말한다. 종단간의 네트워크는 네트워크 혼잡이나 여러 가지 네트워크들의 매체 특성에 따라 네트워크 상태가 가변적이다. 그래서 네트워크에서의 일관적인 정책을 통한 QoS 보장에 상호 보완적인 방식으로서 네트워크의 변동에 적응적으로 멀티미디어를 전송하는 방



<그림 2> 네트워크 적응형 멀티미디어 전송을 위한 이슈들과 이들의 상관관계

식은 네트워크 자원의 활용 측면뿐만 아니라 멀티미디어의 품질 측면에서 성능 향상을 가져올 수 있다. 멀티미디어를 네트워크에 효율적이고 적응적으로 전송하기 위해서는 <그림 2>에서와 같이 관련 구성 요소들이 서로 유기적으로 결합되어야 한다. 이후에 간략하게 네트워크 적응형 전송에 대한 소개를 정리해 보았으며, 보다 자세한 내용은 참고문헌 [2]를 참조하기 바란다.

1. 요구되는 네트워킹 지원과 적응을 위한 주요 수단들

<그림 2>의 우측에 분류된 것과 같이 네트워

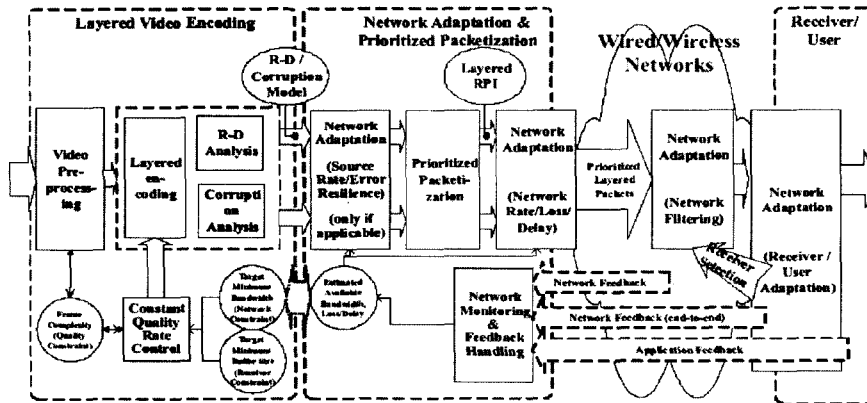
〈표 1〉 네트워크 적응을 위한 주요 수단들

수단	적용 방법
TCP-friendly 혼잡 제어 및 전송률 제어	표준화된 혼잡제어의 부재에 따라 TCP 트래픽을 압도하는 비TCP 트래픽들을 위해서는 TCP 트래픽에 친근한 혼잡제어 방식의 도입이 필요하다. 전형적인 혼잡제어는 전송률을 줄이면서 가용 대역폭과 전송속의 응답을 지시한다. 요구되는 전송율의 축소가 일시적이거나 흐름은 네트워크 지터 버퍼를 통해서 대처할 수 있지만 길고 큰 변동은 전송속이 변동하는 네트워크 상태에 따라서 전송량을 조절(즉 화질을 적응하면서)해야 한다. 이 때 가장 주요한 것은 혼잡제어된 전송률의 한계를 고려하면서 화질의 변동을 최소화하는 것이다.
순항적이고 반응적인 에러제어	비록 동영상 기반 멀티미디어 응용이 패킷 손실에 탄력적이라 해도 과도한 패킷 손실은 연속적인 재생에 심각한 손상을 초래한다. 이러한 네트워크 손실을 제거하거나 극복하기 위한 노력들은 다음과 같이 분류된다: 재전송 기반 ARQ(automatic repeat request), 패킷 레벨 FEC(forward error correction), hybrid FEC/ARQ, 오류 강인성 (error resilient) 부호화, 오류 은닉(error concealment) 등.
동기화 조절 및 적응적 재생	멀티미디어 동기화의 목표는 클라이언트에서 멀티미디어 콘텐츠의 시간 관계를 재생성하는 것인데, 버퍼 언더플로 혹은 시스템 과부화로 인한 재생 단절이나 재생시간 불일치는 상당한 화질저하를 가져온다. 동기화에는 미디어 내부, 미디어 간, 그리고 클라이언트 간에 대한 동기화의 세 가지 종류가 있다. 동기화를 위해서 멀티미디어 응용들은 네트워크 지연 지터와 손실을 고려해서 시스템의 예외적인 사건에 상관없이 유연하게 재생해야 한다. 더불어 클라이언트 버퍼를 적절히 조절하면서 클라이언트 내부와 클라이언트들 사이에서의 동기화 문제에 대해서도 다루어야 한다.

크 적응적 멀티미디어 전송을 위해서 필요한 네트워크, 프로토콜, 그리고 시스템으로부터의 네트워킹 지원은 다음과 같다. 우선 효율적인 멀티미디어 분배를 위해서는 네트워크가 멀티캐스트 방식을 지원해야 한다. 또한 고품질의 멀티미디어 전송을 위해서는 실시간성을 요구되기 때문에 대역폭, 지연 및 지터, 그리고 패킷 손실 측면에서 엄격한 QoS 보장이 필요하다. 그리고 멀티미디어 전송을 위한 프로토콜로 효과적으로 선택되어야 한다. 마지막으로 운영체제 및 저장장치를 가지고 전송을 보조하는 시스템 측면에서의 지원이 요구된다.

또한 네트워크 적응의 역할은 멀티미디어 응용프로그램이 갖는 품질에 대한 요구를 기반이 되는 네트워크 서비스들과 연결하는 것이다. 이

를 위해서는 가용한 수단들이 필요하며, <그림 2>의 중앙에 제시한 적응을 위한 세가지 수단들에는 TCP-friendly 혼잡 제어와 전송률 제어, 순항적이고(forward) 반응적인(responsive) 오류 제어, 그리고 적응적 재생을 통한 동기화 기법들이 있다 (자세한 설명은 <표 1> 참조). 제안한 적응 기법들은 네트워크가 충분한 QoS(가용 대역폭, 지연 한계, 손실 비율에 대한 QoS)를 보장하지 못하는 경우에 이를 보완하기 위하여 네트워크 경계나 종단에서 네트워크의 동적인 변화에 적응하도록 사용될 수 있다. 다시 말해서 종단간 혼잡 제어의 도입을 통해서 응용프로그램들은 대다수의 TCP 트래픽들과 친근감을 유지하면서 전송률을 조절하고, 다양한 오류제어를 적용하며, 동기를 유지하고 멀티미디어 콘텐츠를 적



〈그림 3〉 동적인 네트워크 적응을 적용한 패킷화된 멀티미디어의 전송

시에 재생할 수 있도록 보조하는 것이다.

2. 동적인 네트워크 적응형 멀티미디어 전송 프레임워크

네트워크 적응형 응용프로그램과 네트워크 지원들 사이의 대등한 상호작용을 증진하기 위해서 <그림 3>과 같은 네트워크 적응형 프레임워크를 제시한다³⁾. 성공적인 네트워크 적응은 멀티미디어 콘텐츠들과 네트워킹 지원들에 대한 정확한 파악이 필요하다. 특히 효과적으로 구현된 멀티미디어 콘텐츠의 우선순위화 (prioritization)는 효율적인 네트워크 적응을 위해서 중요한 역할을 한다. 우선순위화를 통해서 서로 다른 우선순위를 갖게 되는 패킷들과 네트워크 서비스 레벨들 사이의 매핑관계가 효율적으로 수립되기 때문이다. 본 논문에서는 참고문헌[4]에서 제안된 패킷화된 세션(흐름), 계층(프레임), 패킷 레벨에서 우선순위화를 할 수 있도록 제안된 layered-RPI (layered relative priority index)를 소개한다. Layered-RPI를 갖는 네트워크 적응형 멀티미디어 전송을 위해 제안된 프레

임워크는 다음과 같은 구성요소를 갖는다: 1) 송신측에서 멀티미디어 콘텐츠들의 상대적 우선순위화, 2) 기반 네트워크의 변동에 맞추기 위한 네트워크 적응 도구들, 그리고 3) 동적인 네트워크 적응을 지원하는 순방향/역방향 상호작용 메커니즘들.

네트워크 적응화를 위해서는 먼저 비디오와 같은 멀티미디어 콘텐츠들이 전처리된 다음 계층형으로 인코딩된다. 대역폭과 버퍼의 제한을 감안하여 일정한 화질로 전송률을 제어 (constant quality rate control)하기 위해서 계층형 인코딩을 할 때 기본 계층과 확장 계층들 사이에 전송률 조정이 이루어져야 한다. 또한 부호화 과정에서 전송률 조정을 도와주는 전송률-왜곡(R-D: rate-distortion) 관계를 해석하여 주어진 비디오의 R-D 모델을 형성하고, 동시에 전송과정상의 손실에 따라 영향 받는 정도를 정량화하는 손상(corruption) 모델이 분석되어 저장된다⁴⁾. 이와 같이 부호화된 멀티미디어 스트림과 관련된 R-D/손상 모델 파라미터들은 전송을 조정하는 네트워크 적응 및 우선 순위 패킷화 모듈로 전달된다. 이 모듈에서 부호화된 스

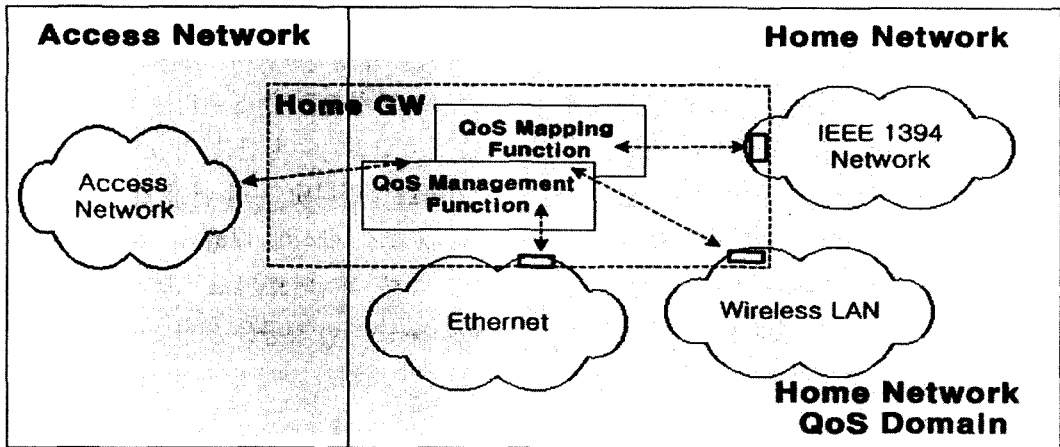
트림을 주어진 네트워크에서 측정된 가용 대역폭, 패킷 손실, 그리고 지연에 적합하도록 전송률 계층성(rate scalability)과 오류 강인성(error resilience)을 이용하여 네트워크에 적응화한다. 즉 가용 대역폭에 맞추어서 스트림의 전송율을 조정하고, 주어진 네트워크의 손실 및 지연에 대응할 수 있도록 스트림을 변형·보강한다. 이와같은 과정을 통해 전송하도록 최종 결정된 스트림들은 우선순위를 갖는 패킷들로 준비되며, 우선순위의 결정은 R-D/손상 모델 정보를 이용하여 이루어진다. 마지막으로 네트워크 전송(즉 소켓합수를 이용한 송신) 과정에서 각 패킷들은 패킷 헤더에 담겨있는 우선순위에 기반하여 전송률, 손실, 그리고 지연 측면에서 각각 네트워크 조건에 적응화된다. 즉 패킷들은 선택적으로 버려지고 차별화되게 보호된다. 이 때 네트워크 적응화가 효과적으로 이루어지기 위해서는 다양한 종류의 피드백들이 적절하게 사용되어야 한다. 즉 종단간 혼잡 제어와 연계된 종단간 네트워크 피드백이나 혼잡을 알려주도록 준비된 라우터부터의 피드백(즉 네트워크 내부로부터)에 의해 송신자는 네트워크 적응을 시작하게 된다. 또한 응용프로그램 레벨의 피드백은 현재 수신측에서 재생이 이루어지고 있는 상태에 대해서 알려주면서 동기화된 재생을 위해서 전송 속도 조절을 요청한다. 네트워크에 전송된 후 네트워크 필터링이라고 하는 네트워크 내부에서 이루어지는 적응을 행하게 된다. 네트워크 필터링은 우선순위 기반 패킷 폐기와 수신자 기반의 계층 선택과 같은 기법들을 통해서 이루어진다. 결과적으로 전달되어진 패킷들이 수신자의 능력과 사용자의 성향에 맞게 수신자측에서 적절하게 처리된다.

제시된 프레임워크는 기본적으로 우선순위화

된 가변적인 전송률을 가지는 멀티미디어 스트림과 그와 관련된 종단간 성능/비용 모델들을 지원하는 네트워크의 존재를 가정한다. 미디어 코덱은 유연하게 지연을 조작하고 오류에 강인하게 만들며, 네트워크의 친밀성(즉 TCP-friendly)을 위하여 압축 효율을 조절하는 등의 다양한 옵션을 가지고 있다. 따라서 네트워크 적응형과 같이 조화된 프레임워크에서 멀티미디어 응용프로그램과 네트워크 혹은 네트워크 서비스들 사이의 효율적인 상호작용이 지원되어야 한다. 멀티미디어 스트림 전송의 다양한 단계에서 일어나는 상호작용은 네트워크를 통해서 전송하는 응용프로그램에서부터 전송받는 응용프로그램까지 전달됨을 유념해야 한다. 상기한 layered-RPI의 주된 목적은 네트워크 적응으로부터 코딩의 세부 항목들을 추상화하고 분리하는 것이다. 적절한 방식으로 각각의 멀티미디어 스트림에 layered-RPI를 할당함으로써, 제안된 프레임워크는 변동하는 네트워크들에 적응하면서 최대한의 종단간 성능을 얻기 위해 각각의 스트림의 요구를 들어줄 수 있다. 또한 주어진 멀티미디어 스트림의 우선순위로 제안된 네트워크 적응은 피드포워드와 피드백 측면에서 조절될 수 있다. 정리하면, 멀티미디어 스트림의 고유한 가변성과 수신자/사용자의 다양성뿐만 아니라 주어진 네트워크의 변동에 적응해야 한다. 특히 네트워크 적응은 응용프로그램과 네트워크에서의 순간적인 변화에 동적으로 어떻게 반응할 것인지에 초점을 맞추어야 한다.

III 이질적인 홈 네트워크에서의 서비스 품질보장 방안

홈 네트워크를 이룰 수 있는 유·무선 네트워



(그림 4) 홈네트워크에서의 QoS 도메인

크 기술의 종류가 다양하며 특정 네트워크 기술만으로 홈 네트워크가 구성되기 보다는 다수의 네트워크 기술이 공존하는 형태로서 홈 네트워크가 구성되게 된다. 본 논문에서는 다양한 유·무선 네트워크 기술들 가운데 홈 네트워크를 이루는 기술로서 유선 기술로 많이 사용되고 있는 이더넷 기술과 최근 무선 네트워크로 각광받고 있는 무선랜 기술, 그리고 오디오/비디오 데이터의 실시간 전송에 적합한 IEEE 1394 기술로 한정하여 멀티미디어 서비스 문제를 다룬다. 멀티미디어 전송에 대한 종단간의 QoS를 보장하기 위해서는 광대역의 코어 네트워크에서 뿐만 아니라 마지막 네트워크인 홈 네트워크에서의 QoS 보장 또한 중요하다. <그림 4>는 홈네트워크에서의 QoS 도메인을 나타낸다. <그림 4>에서도 알 수 있듯이 홈 네트워크에서의 QoS 보장을 위해서는 액세스 네트워크와 홈 네트워크를 연결하고 이질적인 홈 네트워크들 사이를 중재해야 하는 홈 게이트웨이의 역할이 매우 중요하다. 그래서 본 절에서는 우선 홈 게이트웨이를 중심으로 제공되어야 하는 홈 네트워크에서의 QoS 관리에 대해서 살펴본다. 이와

함께 고려되어야 하는 이질적인 홈 네트워크 방식간의 상호운용성(inter-operability) 제공에 대한 접근 방안도 제시한다.

1. 홈 게이트웨이를 통한 홈 네트워크에서의 QoS 관리

홈 네트워크는 홈게이트웨이를 통해서 액세스 네트워크와 코어 네트워크로 연결된다. 또한 홈 네트워크는 구성되는 네트워크 기술이 다양하며 각각의 네트워크마다 매체 특성이나 우선 순위 레벨, 지원하는 프로토콜 체계, QoS 보장 방식 등이 다르다. 그래서 홈 게이트웨이에서는 액세스 네트워크와 홈 네트워크 사이의 QoS 연동 및 이질적인 홈 네트워크에서의 통합된 QoS 관리가 필요하다.

실시간 응용서비스가 요구하는 종단간 QoS를 지원하기 위해 기존 IP 패킷 전달방식과 차별되는 새로운 서비스 모델에 대한 연구가 IETF WG에서 지속되어왔다. 그 중에서 대표적인 서비스 모델로는 통합서비스(Integrated Services: IntServ) 모델과 차등서비스

(Differentiated Services: DiffServ) 모델이 있다. 이러한 IP QoS 서비스 모델을 적용한 코어 네트워크와 홈 네트워크 사이의 QoS 연동을 위해서는 홈 게이트웨이가 RSVP이나 COPS와 같은 동적인 QoS 시그널링을 처리할 수 있어야 한다. 홈 네트워크에서와 액세스 네트워크를 비롯한 홈 외부의 네트워크에서 사용되는 QoS 시그널링이 서로 다른 방식을 사용할 경우, 홈 게이트웨이는 해당 네트워크에서 사용되는 QoS 시그널링으로 변환하여 자원 할당을 요구할 수 있어야 한다. 또한 정적인 방식으로 자원 할당을 하게 되는 경우에도 미리 설정된 값으로 자원 할당을 수행할 수 있어야 한다. 예를 들어, 코어 네트워크가 DiffServ 모델을 이용하는 경우에 DiffServ 도메인으로 패킷을 전달하기 이전에 해당 우선순위 표시를 위해 미리 정해진 값으로 DSCP 값을 설정할 수 있어야 하며 해당 DSCP 값에 맞는 우선순위 처리를 할 수 있어야 한다. 즉, 홈 게이트웨이는 종단간 QoS 보장을 위해서 코어 네트워크를 비롯한 액세스 네트워크와 홈 네트워크 사이의 QoS 연동을 위한 교량 역할을 해야 한다.

이질적인 네트워크 기술들로 이루어진 홈 네트워크 환경에서는 홈 게이트웨이의 통합된 QoS 관리가 중요하다. 먼저, 각각의 홈 네트워크 마다 제공되는 차등화 서비스에 따른 트래픽의 우선순위 레벨이 다르기 때문에 통합된 우선순위 레벨을 설정하거나 서로 다른 우선순위 레벨사이의 매핑관계 설정이 필요하다. 그리고 홈 게이트웨이에서 통합된 우선순위 레벨에 따른 우선순위 처리를 위한 큐잉 방식 및 스케줄링 방식이 정해져 있어야 한다. 홈 게이트웨이는 전체적인 홈 네트워크 자원의 할당량을 관리할 수 있어야 하며 새로운 자원을 할당할 때는 기

존의 트래픽의 성능에 영향을 미치지 않도록 수락 제어를 수행해야 한다. 이렇듯 이질적인 홈 네트워크의 통합된 QoS 관리를 위해서는 많은 이슈들이 고려되어야 한다. 다음에는 홈 네트워크 기술로서 이더넷, 무선 랜 및 IEEE 1394 자체의 QoS 보장 방식에 대해서 간략히 살펴보고 서로 다른 홈 네트워크 간의 상호운용성(interoperability) 제공을 위한 QoS 매핑 및 관련 문제에 대해서 자세히 살펴보도록 하겠다.

2. 이질적인 홈 네트워크 방식간의 상호운용성 제공

<홈 네트워크의 QoS 보장 기술>

- **이더넷** : 전통적인 이더넷에서는 다수의 단말이 공유 매체를 CSMA/CD(carrier sense multiple access with collision detection) 방식을 이용하여 접근하였다. 이러한 CSMA/CD 방식에서는 기본적으로 프레임의 송신간격을 보장할 수 없기 때문에 지정된 시간 내에 지정된 양의 프레임을 송신하여야만 되는 실시간 통신응용에 부적합하다. 이러한 이더넷의 근본적인 문제점은 full duplex 이더넷과 IEEE 802.1p 규격에 의해서 해결될 수 있다. Full duplex 이더넷에서는 모든 단말들이 스위치 장비와 전용 LAN을 통하여 연결되기 때문에 캐리어 감지를 할 필요가 없으며 충돌이 발생하지 않아서 CSMA/CD방식을 사용하지 않는다. 이러한 Full duplex 환경에서 IEEE 802.1p 규격의 명시적인 우선순위제공방법을 사용한다면 차별화된 서비스를 통하여 QoS 보장할 수 있다.
- **IEEE 802.11 무선 랜** : 현재 널리 사용되고 있는 IEEE 802.11 무선 랜은 무선 이더넷으로 생각할 수 있다. 기존의 무선 랜 표준으로는 모든 트래픽들을 동일하게 처리하는 최선형 서비스를 제공하게 된다. 802.11 MAC 프로토콜은 CSMA/CA(carrier sense multiple

access with collision avoidance) 기반의 필수적인 DCF(distributed coordination function) 모드와 폴/응답(poll and response)을 기반으로 하는 PCF(point coordination function) 모드로 이루어진다. DCF 모드인 경우에는 다수의 단말이 경쟁을 근간으로 매체 접근을 하기 때문에 근본적으로 QoS를 보장할 수 없으며 시간 제약(time bounded) 서비스를 제공하기 위해서 만들어진 PCF 모드에서조차도 문제점을 갖고 있다 [5]. 그래서 IEEE 802.11 워킹 그룹에서는 QoS 보장하여 음성이나 영상과 같은 멀티미디어 서비스들을 가능하게 하는 새로운 802.11e MAC에 대한 표준안을 만들고 있다.

- **IEEE 1394** : IEEE 1394는 QoS가 보장된 고속의 멀티미디어 전송이 가능하여 홈 네트워크 기술 중에 한 가지로 자리 매김하고 있다. 먼저 IEEE 1394는 루프(loop)가 없는 모든 토폴로지의 구성이 가능하며, PnP(Plug-and-Play) 및 Hot-plugging 기능을 제공하고 연결된 장비들은 자동적으로 재구성(self-configuration) 된다. 그리고 IEEE 1394는 뛰어난 양방향 통신을 지원한다. 모든 주변기기들은 IEEE 1394 인터페이스를 제어할 수 있는 IC를 내장하고 있으며 주변장치끼리 알아서 정보를 교환하게 되므로 CPU 점유율이 거의 없어 초고속, 멀티미디어 환경에 적합하다. IEEE 1394는 사용 대역폭을 실시간 전송을 위한 등시성 전송(Isochronous transmission)과 비실시간 전송을 위한 비동기 전송(Asynchronous transmission)으로 나누어 사용한다. 실시간 전송에서는 데이터를 일정시간 이내에 전송하는 것을 보장하며 실시간 데이터 전송에 필요한 대역폭을 보장할 수 있다. 또한 비 실시간 전송에서는 전송시간이 보장되어 있지는 않지만 데이터가 수신자에 반드시 전달됨을 보장한다. IEEE 1394는 100 ~ 400Mbps를 제공하며, 이는 IEEE 1394b 표준을 통해서 3.2Gbps까지 확장 가능하다. 현재 IEEE 1394와 관련된 여러 가지 표준화 작업은 1394TA(trade association)에서 이루어지고 있다.

다수의 네트워크 기술이 공존하는 홈 네트워크 환경에서는 서로 다른 네트워크 기술들 사이의 상호운용성을 고려해야 한다. 상위의 계층에서 소프트웨어적인 변환을 통해서 상호운용성을 제공할 수 있으나 고품질의 멀티미디어를 전송함에 있어서는 상당한 어려움으로 작용한다. 왜냐하면 소프트웨어적인 변환은 변환 도중에 중지 될 수 있으며 불필요한 지연을 유발할 수 있기 때문이다. 그래서 소프트웨어적인 변환보다는 데이터 링크 계층에서의 변환이 필요하게 된다. 따라서 이질적인 홈 네트워크 환경에서의 QoS 보장을 위해서는 서로 다른 네트워크 기술 간의 QoS 매핑이 중요하며 이와 관련된 이슈들에 대해서 살펴보도록 하겠다.

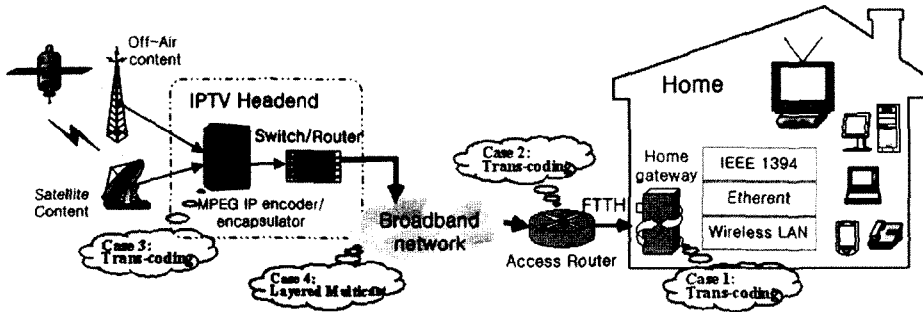
홈 네트워크 기술로서 언급한 기술들 모두 매체의 성격이나 QoS 보장 방식 등이 서로 다르지만 그 중에서도 IEEE 1394와 그 외의 기술들 사이의 차이가 더욱 크다. 그래서 우선적으로 IEEE 1394와 이더넷 사이의 상호운용성 제공을 위한 QoS 매핑 문제와 그와 관련된 이슈들[6] 그리고 IP over IEEE 1394 기술[7]에 대해서 알아보겠다.

- **등시성 전송 및 QoS 매핑** : IEEE 1394는 AV 데이터 스트림에 대해서 등시성 전송 프로토콜을 사용하여 필요한 대역폭을 보장하지만 이더넷에는 등시성 전송 프로토콜이 존재하지 않는다. 그래서 홈 게이트웨이는 등시성 전송 프로토콜을 통해서 전송되는 AV 데이터 스트림을 인식하고 이더넷 프레임으로 변경하면서 대역폭을 보장할 수 있도록 차별화된 처리를 제공하여야 한다. 즉, IEEE 1394 네트워크와 이더넷간의 QoS 매핑이 이루어져야 한다.

- **프레임 길이 및 링크 속도의 불일치** : IEEE 1394와 이더넷은 서로 다른 프레임 길이와 전송 속도를 갖는다. IEEE 1394에서는 보통 AV 스트림에 대해서 125 microseconds 마다 주기적으로 작은 길이의 프레임들을 전송한다. 이에 반해 이더넷에서는 보다 긴 길이의 프레임을 상대적으로 긴 주기를 갖고 전송한다. 또한 속도 불일치 문제가 존재한다. 보통 IEEE 1394는 400Mbps 정도의 속도를 지원하지만 이더넷인 경우는 100Mbps 정도의 속도를 지원한다. 홈 게이트웨이는 이러한 프레임 길이 및 링크 속도의 불일치를 중재할 수 있어야 한다.
- **관련 이슈들** : 홈 게이트웨이는 클럭 동기화 및 다양한 미디어 포맷들을 제공하여야 한다. 동일한 미디어 대해서 IEEE 1394 네트워크와 이더넷에 있는 다양한 기기에서 재생되기 위해서는 클럭 동기화가 맞아야 하며 IEEE 1394 네트워크와 이더넷 사이에서 전송되는 프레임의 효율적인 분해 및 재구성을 위하여 다양한 미디어 포맷이 지원되어야 한다.
- **프로토콜 체계의 변경 및 IP over IEEE 1394 기술**: IEEE 1394 기반의 AV기기가 TCP/IP 프로토콜 체계를 지원하지 않는 경우에 홈 게이트웨이는 AV기기가 사용하는 프로토콜 체계를 인식하고 TCP/IP 프로토콜 체계로 변경할 수 있어야 하며 반대의 경우로 TCP/IP 프로토콜 체계를 AV기기가 사용하는 프로토콜 체계로 변경할 수 있어야 한다. 하지만 IP over IEEE 1394 기술을 이용하여 IEEE 1394 네트워크에서도 TCP/IP 프로토콜 체계를 사용한다면 이러한 프로토콜 체계의 변경이 필요 없게 된다.

이러한 IP over IEEE 1394 기술을 이용하게 되면 이더넷에 있는 많은 기기들이 IEEE 1394 네트워크에 있는 AV 기기들을 통해서 전송되는 실시간 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있다. 또한 IEEE 1394 네트워크에 존재하는 컴퓨터들에서 인터넷을 접속할 수 있으며 이더넷에 존재하는 여러 컴퓨터들과도 통신할 수 있다. 그래서 홈 게이트웨이에서는 IEEE 1394 네트워크 및 이더넷을 연결함에 있어 IP over IEEE 1394 기술을 이용하여 IEEE 1394 네트워크와 이더넷 간에 IP 패킷의 전송을 브리징할 수 있다. 하지만 이러한 IP over IEEE 1394 기술은 주로 비동기 전송에 관한 내용으로서 QoS 보장을 위한 동시성 전송에 대한 IP over IEEE 1394 연구가 더욱 필요하다[8]. 그 외에 Hot-plugging이 가능한 IEEE 1394에서 IP를 할당받기 위한 방법에 대한 DHCP over IEEE 1394 표준이 따로 제정되어 있다⁸⁾.

홈 게이트웨이는 또한 IEEE 1394와 무선 랜 사이의 상호운용성을 제공해야 한다. IEEE 1394 네트워크와 이더넷에서의 경우와 마찬가지로 QoS 매핑 문제와 그와 관련된 이슈들에 대해서 고려해야 할 것이다. 무선 채널의 특성과 현재 채널의 상태를 고려하여 대역폭 활용도를 최대한 높일 수 있어야 하며 상대적으로 유선 네트워크에 비해서 무선 랜의 대역폭이 작기 때문에 경우에 따라서 홈 게이트웨이는 무선 랜상의 단말에 멀티미디어 트래픽을 전달함에 있어서 우선순위 레벨에 준하여 트래픽을 조절해야 한다. 관련된 연구로서 DV over 1394를 MPEG over RTP으로의 미디어 및 프로토콜 변환을 통하여



〈그림 5〉 실시간 통신/방송 융합서비스를 위한 멀티미디어 분배 시나리오들

멀티미디어 데이터를 무선 네트워크로 전송할 수 있게 하는 IEEE 1394 네트워크와 IEEE 802.11 무선 네트워크 사이의 상호연결성을 제공하는 무선 게이트웨이에 관련된 연구가¹⁾에서 이루어졌다. 그리고 무선 1394 기술을 통해서 IEEE 1394 기반의 유선 네트워크와 IEEE 802.1a 혹은 IEEE 802.15.3 기반의 무선 네트워크 사이의 브리지로서의 역할을 제공할 수 있다. 그 밖에 이더넷과 무선 랜 사이의 상호운용성 제공을 위한 QoS 매핑에서도 다른 경우에서 마찬가지로 홈 게이트웨이가 두 네트워크 기술 사이의 차이점을 중재할 수 있어야 하겠다.

IV. 이기종 단말들을 위한 효율적인 콘텐츠 분배 방안

HD급의 고품질 멀티미디어 콘텐츠를 맥내에 전송하기 위해서는 넓은 대역폭과 단말의 높은 처리능력, 그리고 실시간을 요구한다. 하지만 홈

네트워크 환경은 이기종 단말들과 다양한 유·무선 네트워크 기술이 혼합된 환경이기 때문에 홈 게이트웨이의 효율적인 멀티미디어 분배가 중요하다. 즉, 홈 게이트웨이가 일정수준의 화질을 유지하면서 끊임없는 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서는 단말에 적합하도록 멀티미디어를 변환하여 분배해야 한다. 이때 멀티미디어 변환 기술로서 트랜스코딩 기법이 중요 기술로 부각되고 있으며, 보다 효율적인 콘텐츠 분배를 위해 멀티레이트 멀티캐스트(multirate multicast) 방식이 고려되고 있다. 그래서 본 절에서는 우선 트랜스코딩 기법과 멀티레이트 멀티캐스트 방식에 대해서 알아보고 이들의 응용을 통해 제공될 수 있는 시나리오들에 대해서 살펴보도록 하겠다. <그림 5>는 고려하고 있는 실시간 통신/방송 융합서비스²⁾ 환경과 이때 제공될 수 있는 멀티미디어 분배를 위한 트랜스코딩 기법과 멀티레이트 멀티캐스트 방식의 응용 시나리오들을 나타낸다.

1) VoD 서비스인 경우에는 사용자에게 취향에 따라서 서비스가 다르게 제공되기 때문에 유니캐스트 방식을 이용한다. 그래서 VoD 서버는 동일한 멀티미디어 콘텐츠에 대해서 전송률이 서로 다른 여러 개의 스트림으로 저장하여 단말이 원하는 스트림에 대해서 서비스를 제공하여야 한다. VoD 서비스를 제공받을 때, 단말은 자신에게 알맞은 전송률의 스트림을 유니캐스트 방식을 통해서 제공받기 된다. 그래서 VoD 서비스인 경우에 대해서는 콘텐츠의 분배기술에 대해서 고려하지 않았다.

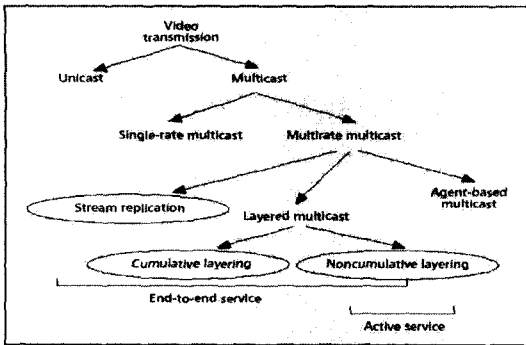
1. 트랜스코딩 기법 및 멀티레이트 멀티캐스트 방식

먼저 비디오 트랜스코딩 기법이란 일정 수준의 비디오 화질을 유지하면서 사용하는 네트워크 대역폭의 한계와 단말이 지원할 수 있는 처리 능력 등을 고려하여 적응적으로 비디오 전송률을 조절하는 기법을 말한다. 구체적으로 다른 네트워크 기술들에 비해서 대역폭이 한정된 무선 네트워크를 사용하는 단말이나 복호화·디스플레이 과정 등과 관련된 처리능력이 떨어지는 단말, 그리고 배터리 생명을 고려하여야 하는 단말들을 위해서 비디오 트랜스코딩 기술이 필요하다. 그러므로 홈 네트워크 환경에서는 이동 단말 혹은 저 능력 단말들을 위해서 트랜스코딩 기술이 필요한 것이다. 트랜스코딩 기법의 종류는 다음과 같다. 먼저 네트워크 대역폭과 단말이 지원할 수 있는 처리 능력의 한계를 고려하여 비디오 전송률 자체를 변환하는 트랜스코딩 방법이 있다. 예를 들어 비디오의 효율적인 전송을 위해서 가변적 전송률(VBR)을 고정적 전송률(CBR)로 변환한다. 그리고 이동 단말과 같이 높은 해상도를 지원할 수 없는 단말들을 위해서 단말의 처리 능력에 맞게 해상도를 효율적으로 변환하는 트랜스코딩 방법이 있다. 또한 비디오 화면을 구성하는 프레임의 전송률을 변환하는 비디오 트랜스코딩 방법과 MPEG-2를 MPEG-4 혹은 H.263 포맷으로 변경하는 것과 같이 비디오 압축 포맷을 변환하는 방식이 있다. 대역폭의 한계가 있고 에러가 날 수 있는 확률이 높은 무선 환경에서 보다 신뢰성 있는 전송을 위한 트랜스코딩 기법으로 오류 내성 트랜스코딩도 존재한다[10].

멀티미디어 콘텐츠 저장을 위한 트랜스코딩 기법의 응용 : 홈 게이트웨이에서 지원될 수 있는 서비스 중에서 저장형 멀티미디어 서비스는 재생중인 멀티미디어 콘텐츠를 저장장치에 저장하고 저장된 멀티미디어 콘텐츠를 홈 네트워크의 단말로 재전송하는 서비스이다. 만약 20Mbps 정도의 HD급의 콘텐츠를 1시간 정도를 저장한다면 $20\text{Mbps} \times 3600\text{sec} = 72,000\text{Mbps}$ 정도로 약 72G정도의 저장장치를 갖고 있어야 한다. 따라서 현실적으로 HD급의 멀티미디어 콘텐츠를 그대로 저장하는 것은 힘들기 때문에 SD(standard definition)급이나 그 이하의 화질로 트랜스코딩하여 저장하는 것도 고려해야 한다.

그런데 일반적으로 실시간 트랜스코딩이 이루어지는 과정에서는 복호화와 부호화 과정이 존재하기 때문에 트랜스코딩의 구현 시에 상당한 양의 처리능력을 요구하게 되어 시스템의 복잡도를 증가시킨다. 또한 트랜스코딩시에 복호화와 부호화로 인한 참조 영상의 차이가 생기게 되고 그로 인한 drift현상이 발생하면서 화질 열화가 생기는 문제점을 갖게 된다. 즉 트랜스코딩 시스템의 구현에 있어 시스템의 복잡도와 일정수준의 화질유지 간에는 trade-off가 존재하게 된다. 그래서 적절한 수준의 비디오 화질을 유지하면서 실시간적으로 트랜스코딩을 구현하기 위해서는 고성능의 하드웨어를 사용해야 하며, 이는 트랜스코더를 탑재에 따른 비용 문제를 유발하게 된다. 하지만 다음에 설명하는 멀티레이트 멀티캐스트 방식들을 이용하면 - 다수의 단말들이 동시에 서비스를 받는다는 전제조건하에 - 이동 단말 혹은 저 능력 단말에 적응적으로 멀티미디어 콘텐츠를 분배할 수 있다.

<그림 6>은 적응적인 비디오 멀티캐스트를 포함하여 비디오 전송에 관한 접근방법의 분류



〈그림 6〉 멀티캐스트 방식을 포함한 비디오 전송 기법 분류^[11]

를 보여준다. 멀티캐스트 방식들의 주된 목적은 상기한 이질성(heterogeneity) 문제를 해결하는데 있으며, 이 때 TCP 친근감은 물론 세션 간의 공정성(fairness)을 유지하면서 제공해야 한다. 먼저 스트림 복제 기반 멀티캐스트(stream-replication-based multicast) 방식은 서로 다른 전송율을 갖는 동일한 비디오 콘텐츠의 여러 스트림들 중에서 네트워크 상황이나 수신 단말의 능력들을 고려하여 적절한 멀티캐스트 그룹의 가입을 통해 해당 스트림을 전송받는 방식이다. 이러한 방식은 단순히 서로 다른 전송율로 스트림을 복제하기 때문에 잉여 데이터를 만들어내게 되는 문제점이 있다. 그리고 누적의 계층형 멀티캐스트(cumulative layered multicast) 방식은 계층화된 코딩 방식을 통해서 만들어낸 복수개의 누적 계층들을 서로 다른 멀티캐스트 주소로 전송하며 수신자는 네트워크 상황이나 수신 단말의 능력등을 고려하여 최대한 많은 계층의 멀티캐스트 스트림들을 전송받는 방식이다. 이러한 방식은 비디오 코딩과 네트워크 측면에서 다음과 같은 문제점을 갖고 있다. 첫째로 비디오 인코더는 계층형 비디오 스트림을 제공할 수 있는 코딩 능력을 지녀야 한다. 둘째로 네트워크 혼잡에 직면했을 때, 라우

터와 같은 스위칭 장비에서는 중요한 영상 정보를 지니고 있는 기본 계층보다 덜 중요한 확장 계층들을 먼저 제거하여야 한다. 하지만 현존하는 최선형 인터넷에서는 각 계층에서 대해서 차별 서비스를 제공하지 않는다. 비누적의 계층형 멀티캐스트(noncumulative layered multicast) 방식은 MD(multiple description) 비디오 코딩을 통해서 같은 중요도를 갖는 복수개의 계층형 스트림을 생성하고 누적의 계층형 멀티캐스트 방식에서와 같은 방법으로 복수개의 스트림들을 선택적으로 전송받는 방식이다. 이때 어떤 계층들의 결합으로도 비디오는 복원될 수 있으며 이는 누적의 계층형 방식 보다 유동적임을 나타낸다. 하지만 이로 인해 잉여 데이터를 만들어내는 문제점을 갖고 있다. 두개의 단말이 같은 대역폭을 공유하고 있는 경우를 생각해 보자. 이때 두개의 단말이 서로 독립적인 계층들의 멀티캐스트 그룹에 가입을 하게 된다면 공유하고 있는 대역폭을 효율적으로 사용하지 못하는 결과를 갖는다.

또한 멀티레이트 멀티캐스트 방식에서는 전송률의 조절을 위해서 적응 알고리즘이 사용되는데 이는 송신자 기반과 수신자 기반으로 나뉘어진다. 송신자 기반 알고리즘은 수신자의 네트워크 상태나 수신 단말의 능력 등에 대한 피드백을 통해서 전송률을 조절하는 방식이다. 이는 수신자의 피드백 정보를 이용하기 때문에 피드백 데이터의 폭증 문제를 야기한다. 수신자 기반 알고리즘은 수신자의 네트워크 상태나 수신 단말의 능력에 따라서 선택적으로 스트림을 수신하는 방식을 말한다. 이러한 수신자 기반 알고리즘에 대해서는 여러 연구자들에 의해서 제안되었지만 구체적인 동작 절차에 대한 설명이 없으며 다음과 같은 문제점들을 내포하고 있다.

예를 들어 가입 실험(join-experiment)과 같은 probe 기반 방식인 경우에, 같은 대역폭을 공유하는 수신자들 중에서 한 수신자가 가입 실험을 한다면 이로 인하여 다른 가입자들이 패킷 손실과 같은 영향을 받게 된다. 또한 모든 수신자가 임의로 가입 실험을 하게 된다면 전체 네트워크의 변동의 심해지게 되어 패킷 손실이 빈번해지게 된다. 이러한 결점을 보완하기 위한 기법들도 제안되었지만 아직 확실한 해결책은 없다. 그리고 언제 스트림을 스위칭 할 것이고 언제 확장 계층에 가입 할 것인지에 대해서 보다 더 많은 연구가 필요하다.

2. 트랜스코딩 기법과 멀티레이트 멀티캐스트 방식의 응용 비교

댁내의 이기종 단말들로 HD급의 고품질 실시간 방송 서비스를 제공함에 있어 효율적으로 콘텐츠를 분배하기 위해서는 트랜스코딩 기법과 멀티레이트 멀티캐스트 방식의 응용이 필요하다. 따라서 <그림 5>와 같은 환경 하에서 이들의 응용을 통해 제공될 수 있는 4가지 시나리오들과 각각의 시나리오에서의 장단점에 대해서 살펴보도록 하겠다.

홈 게이트웨이에서 트랜스코딩을 수행하는 경우:

- 장점 : 댁내에서 시청하고 있는 방송 채널에 대해서만 트랜스코딩이 이루어지기 때문에 다른 시나리오에 비해서 대역폭이 절약될 수 있다.
- 단점 : 홈 게이트웨이마다 트랜스코더를 장착하여야하기 때문에 고가의 장비가 될 수 있다. 저가의 홈 게이트웨이를 만드는데 있어 문제점으로 부각될 수 있으며 단말의 성능을

알리는 시그널링 절차가 필요하다.

액세스 라우터단에서 트랜스코딩을 수행하는 경우:

- 장점 : 트랜스코딩을 필요로 하는 단말들의 요청에 대해서만 액세스 라우터단에서 트랜스코딩을 수행을 한다. 따라서 홈 게이트웨이마다 트랜스코더를 장착하지 않아도 되고 그로 인해 홈 게이트웨이가 저렴한 가격대에서 구축될 수 있다.
- 단점 : 액세스 라우터단의 트랜스코딩 장비는 액세스 라우터에 연결되어 있는 홈 게이트웨이들의 트랜스코딩 요청을 모두 처리 해줄 수 있을 정도의 실시간 대용량 트래픽 처리능력을 지니고 있어야 한다. 또한 트랜스코딩 장비, 홈 게이트웨이 및 단말 사이에 단말의 성능을 알리고 처리하는 시그널링 절차가 필요하다.

IPTV 헤드엔드에서 트랜스코딩을 수행하고 스트림 복제 기반 멀티캐스트 방식을 이용하는 경우 :

IPTV 헤드엔드에서는 실시간 방송 스트림을 트랜스코딩을 이용하여, 서로 다른 전송률을 갖는 여러 개의 스트림으로 변환하며 각기 서로 다른 멀티캐스트 주소를 통해서 전송한다. 그러면 단말들은 네트워크 상황이나 자신의 능력을 고려하여 원하는 전송률의 스트림을 받을 수 있다.

- 장점 : 별도의 시그널링 절차가 필요 없다. 또한 홈 게이트웨이에 트랜스코더를 장착하지 않아도 된다.
- 단점 : 스트림 복제 기반 멀티캐스트 방식은 단순히 서로 다른 전송률로 스트림을 복제하기 때문에 잉여 데이터를 만들어 낸다.

계층형 멀티캐스트 방식을 이용하는 경우 (IPTV 헤드엔드의 비디오 인코더가 실시간 방송 스트림을 계층형으로 변환할 수 있는 경우): IPTV 헤드엔드에서는 실시간 방송 스트림을 계층형으로 변환하고 계층형 스트림을 각기 다른 멀티캐스트 주소를 통해서 전송한다. 그러면 단말들은 자신에게 적당한 계층까지의 스트림들에 대한 멀티캐스트 요청으로 원하는 전송률의 스트림을 전송받을 수 있다.

- 장점 : 단말들은 자신의 성능에 적당한 계층의 멀티캐스트 요청으로 원하는 전송률의 스트림을 받을 수 있기 때문에 별도의 시그널링 절차가 필요없다. 또한 홈 게이트웨이에 트랜스코더를 장착하지 않아도 된다.
- 단점 : 비디오 인코더가 계층형 비디오 코딩 능력을 지녀야 한다. 또한 네트워크 혼잡에 직면했을 때, 라우터와 같은 스위칭 장비에서는 중요한 영상 정보를 지니고 있는 계층보다 덜 중요한 계층들을 먼저 제거할 수 있어야 하지만 현존하는 최선형 인터넷에서는 각각의 계층에 대해서 차별 서비스를 제공하지 않는다. 또한 계층형 멀티캐스트 그룹의 가입 실험에서 나타나는 문제점들이 발생할 수 있다.

위에서 살펴본 바와 같이 각각의 시나리오는 서로 다른 장단점을 지니고 있다. 그렇기 때문에 실시간 멀티미디어 분배를 위한 홈 게이트웨이를 설계함에 있어서는 고려하고 있는 환경과 요구사항에 맞는 가장 적절한 방법을 적용하는 것이 바람직하다.

V. 결론

본 논문에서는 우선 고품질의 멀티미디어 서

비스를 광대역 인터넷을 통해 보다 효율적으로 제공하기 위한 방안에 대해서 종단간의 측면에서 살펴보았다. 이를 바탕으로 다양한 네트워크 기술들과 이기종 단말들로 이루어진 홈 네트워크 환경에서 고품질의 멀티미디어 서비스를 제공함에 있어 품질보장 및 효율적인 멀티미디어 분배 방안에 대해서 살펴보았다. 이질적인 네트워크 기술들로 이루어진 홈 네트워크 환경에서는 멀티미디어의 품질보장을 제공하기 위해서 통합된 정책을 통한 QoS 관리 및 서로 다른 네트워크간의 상호운용성을 제공하여야 한다. 또한 고품질의 멀티미디어 콘텐츠를 맥내의 이기종 단말들로 분배하기 위해서는 단말에 적합하도록 멀티미디어를 변환하여 분배하여야 한다. 이때 변환 및 분배 기술로서 트랜스코딩 기법과 멀티레이트 멀티캐스트 방식은 홈 네트워크 환경과 요구사항에 맞는 가장 적절한 방법으로 적용되어야 할 것이다. 이와 같은 고품질 멀티미디어 서비스를 지원하는 방송·통신 융합 환경을 고려한 통합형 홈 게이트웨이는 맥내에서 장소 및 단말에 무관하게 멀티미디어 서비스를 제공하는 것을 목적으로 하기 때문에 향후 유비쿼터스 환경의 기반기술로서 큰 역할을 할 것이다.

참고문헌

- [1] 김정삼, 서홍석, "BcN 정책 추진방향," 텔레콤, Vol. 19, No. 1, June, 2003.
- [2] Jong-Won Kim, "Design issues in network adaptive delivery and its networking support for continuous media," Journal of the Korean Institute of Communication and Sciences, vol. 28, May 2003.
- [3] J. Kim and J. Shin, "Dynamic network adaptation framework employing layered relative priority index

for adaptive video delivery,” in Proc. IEEE Pacific-Rim Conference on Multimedia (PCM 2002), Dec. 2002.

- [4] J.-G. Kim, J. Kim, J. Shin, and C.-C. J. Kuo, “Coordinated packet-level protection with a corruption model for robust video transmission,” in Proc. SPIE Visual Communication Image Processing (VCIP), Jan. 2001.
- [5] Sunghyun Choi, “Emerging IEEE 802.11e WLAN for Quality-of-Service (QoS) Provisioning,” Invited paper in SK Telecom Telecommunications Review, vol. 12, no. 6, pp. 894-906, Dec. 2002.
- [6] G. Stone, V. Williams, “Quality of service mapping and related issues for bridging 1394 and ethernet,” in Proc. IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE 2003), June 2003.
- [7] Peter Johansson, “IPv4 over IEEE 1394,” RFC 2734, Dec. 1999.
- [8] 황문상, “1394 기반 R/G 구현사례,” 홈 네트워킹 기술 워크샵, July 2002.
- [9] Takeshi Saito, et al., “Wireless gateway for wireless home AV network and its implementation,” IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol. 47, No. 3, August 2001.
- [10] A. Vetro, C. Christopoulos, and H. Sun, “Video transcoding architectures and techniques: An overview,” IEEE Signal Processing Magazine, March 2003.
- [11] Bo Li, J. Liu, “Multirate video multicast over the Internet: an overview,” IEEE Network Magazine, January/February 2003.

저자소개



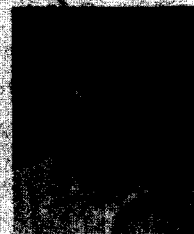
이철호

2003년 한국항공대학교 정보통신공학과 학사
2003년 - 현재 광주과학기술원 정보통신공학과 석사과정
주관분야 Wireless and mobile network, Home network



이동욱

1999년 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
2002년 광주과학기술원 정보통신공학과 박사
주관분야 Mobile Network, Network-adaptive Media Delivery, Performance Measurement, Multicast, and End-to-end QoS



김종원

1994년 서울대학교 제어계측공학과 박사
1994년 - 1999년 공주대학교 전자공학과 조교수.
1997년 - 2001년 University of Southern California, EE-Systems Dept. 방문연구 및 연구조교수.
2001년 - 현재 광주과학기술원 정보통신공학과 부교수.
2002년 - 현재 Advanced Network Forum (ANF) 산하 Application Technology Area 의장 및 Grid Forum Korea 산하 Access Grid WG 의장.

주관분야 유무선 IP 네트워크상의 일체화된 멀티미디어의 건설하고 유연한 전달이라는 주제를 가지고 유무선 IP상의 멀티미디어 처리 및 전달에 주력중임