

상황인지 기반 SVC 멀티미디어 방송서비스

정희원 이형옥*, 곽용완*, 손승철**, 종신회원 남지승**

Context-awareness Based SVC Multimedia Broadcast Service

Hyung-ok Lee*, Yong-wan Kwak*, Seung-chul Son** *Regular Members,*
 Ji-seung Nam** *Lifelong Member*

요 약

최근 유무선망의 통합과 통방 융합으로 기존의 방송국 사업자들을 통한 일률적이고 획일적인 서비스 제공 및 소비에서 4A(Any-time, Any-where, Any-device, Any-contents)서비스를 위한 차세대 멀티미디어 방송 서비스에 대한 연구가 진행되고 있다. 이러한 차세대 멀티미디어 방송 서비스에 대한 요구를 보장하기 위해서 비디오 압축 부호화 기술뿐만 아니라 이동성, 다양한 디바이스의 연산능력, 사용자 네트워크의 특성 및 성능과 조건 등의 상태, 사용자 선호도 등에 대한 상황인지 기반의 기술연구에 대한 관심이 모아졌다.

본 논문에서는 현재의 인터넷 환경에서 SVC(Scalable Video Coding)부호화를 이용하여 멀티캐스트와 오버레이 멀티캐스트 전송기술을 혼합한 방송 서비스를 설계함으로써 효율적인 상황인지 기반의 SVC 멀티미디어 방송 시스템을 제안한다. 또한, ACK-Flow 최적화 오버레이 멀티캐스트 기법을 제안하여 기존의 트리기반 오버레이 멀티캐스트와 비교해 봄으로써 제안한 알고리즘의 효율성을 입증한다.

Key Words : Context-awareness, 4A Service, SVC, Overlay Multicast, ACK-Flow

ABSTRACT

As recent integration of wire and wireless networks and the convergence of telecommunications and broadcasting, uniform and standardized by the broadcasting operators of existing stations to provide 4A(Any-time, Any-where, Any-device, Any-contents) services for the next-generation of multimedia services research is being progressed. Demand for these next-generation multimedia services to ensure video compression coding technology, as well as mobility, ability to operation a variety of devices, characteristics and performance of user network and the status and condition, user preferences and context-awareness based on the technology has an interest in technical studies.

In this paper, the current internet environment, SVC(Scalable Video Coding) encoded by a mixture of multicast and overlay multicast transmission technology for broadcasting services by designing and efficient multimedia broadcasting system is proposed. In addition, ACK-Flow Optimization by overlay multicast scheme existing tree-based overlay multicast, and by comparing the effectiveness of the proposed algorithm is demonstrated.

※ 본 연구는 한국연구재단 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2011-(C1090-1111-0001))

* 전남대학교 전자컴퓨터공학과 (narcis99@nate.com)

** 전남대학교 컴퓨터공학과

논문번호 : KICS2011-04-168, 접수일자 : 2011년 4월 5일, 최종논문접수일자: 2011년 9월 6일

I. 서론

현재 멀티미디어 방송 서비스에서 널리 쓰이고 있는 비디오 부호화 기술은 고정된 영상포맷과 비트율로 압축 및 전송을 수행하는 단일 계층 압축 부호화 방식이다. 이는 근래의 변화된 환경에서 시변의 전송 조건, 망의 특성, 이동성, 사용자 선호도, 그리고 다양한 디바이스의 성능 등의 조건들에 모두 적합하도록 부호화하기 어렵기 때문에 사용자에게 고품질의 비디오를 실시간으로 보장할 수 없다. 이러한 서비스를 보장하기 위해서는 다양한 네트워크와 콘텐츠의 특성, 사용자 선호도, 사용자 이동성, 디바이스의 다양성들을 고려한 상황인지 적응적 멀티미디어 서비스가 제공되어야 한다. 그동안 포맷 및 비트율을 적응시키기 위한 변환부호화(transcoding)^[1]나 비트량변환(translating) 방식 등이 연구되었다. 하지만, 이 방식들은 제한된 범위에서의 영상 형식 및 비트율의 변경 폭이 좁고 높은 복잡도를 유발함으로써 인해 실시간 적응이 요구되는 서비스 환경에서 널리 쓰이지 못하고 있다. 결국, 비디오 부호화에 있어서 스케일러빌리티 기능을 위한 기존 부호화 표준은 MPEG-2^[2], H.263^[3] 그리고 MPEG-4 part 2 Visual까지 계층 부호화에 기반을 둔 여러 차례의 시도가 있었다^[4,5]. 하지만, 이들은 하나의 계층으로 부호화하는 기존 압축 부호화 기법에 비해 부호화 효율이 낮고, 여러 종류의 스케일러빌리티를 종합적으로 지원하지 못하는 취약점이 있었다. 전송 및 소비 환경 측면에서 과거에는 전송망이 고정된 처리율을 가지며 패킷의 성공 혹은 실패와 같은 이분법의 확립된 정책으로 일관되었기 때문에 비트율을 세밀히 변화시키면서 전송망의 상황에 맞춘 서비스가 요구되지 않았으며 사용자가 고정된 위치에서 서비스를 이용하였기 때문에 공간적인 스케일러빌리티를 제공하는 이 표준들이 산업적으로 성공을 거두지 못하였다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 최근 현재 가장 효율적 부호화인 H.264/AVC에 스케일러빌리티를 제공하기 위한 비디오 부호화 방식에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 스케일러빌리티는 한 비트스트림(bit-stream)에서 임의의 부분을 제거함으로써 공간적, 시간적, 화질적 변경을 지원할 수 있기 때문에 멀티미디어의 전송 및 소비 환경 적응을 위한 매력적인 해결책 중의 하나이다.

근래의 비약적인 통신, 방송 기술의 발전으로 비디오 부호화에서의 스케일러빌리티의 현실적 필요성이 점점 절실하게 되었으며 과거 취약점을 해결하면서 실시간 비디오 전송에서의 다양한 스케일러빌리티를

지원하기 위해 SVC(Scalable Video Coding)를 표준화하였다. SVC는 다양한 통신망과 단말에 대응하여 동영상 정보의 양을 적절히 조정 및 전송하기 위해 ITU-T VCEG와 ISO/IEC MPEG의 JVT(Joint Video Team)에서 동영상 압축 표준으로 승인되어 채택된 국제 동영상 압축 표준이다^[6]. 이는 여러 화질의 영상을 효율적으로 압축하여 사용자의 디바이스에 적합한 비트율과 해상도를 제공할 수 있다.

본 논문에서는 유무선 인터넷 통합망에서 차세대 멀티미디어 방송 서비스를 위한 네트워크의 특성, 사용자 이동성 및 선호도, 디바이스의 다양성 등의 상황인지를 통한 QoS(Quality of Service)가 보장된 상황인지 기반 SVC 멀티미디어 방송 서비스를 설계하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안하는 상황인지 기반 SVC 멀티미디어 방송 시스템과 ACK-Flow 방식의 오버레이 트리 최적화 알고리즘을 설명한다. 3장에서는 테스트베드를 통한 실험 결과를 제시한 후 4장에서 결론을 맺는다.

II. 본론

제안한 시스템은 차세대 멀티미디어 서비스로서 실시간성과 QoS(Quality of Service)가 보장되도록 제안하였다. 유무선 통합 망에서는 기존의 네트워크 인프라와 최신 네트워크 인프라가 잘 융합되어야 하기 때문에 하이브리드 방식의 데이터 전송 방식을 사용하였다. 이는 멀티캐스트와 오버레이 멀티캐스트 전송 방식을 사용하여 보다 효율적인 전송이 가능하도록 하였다. 즉, 멀티캐스트 라우팅과 오버레이 멀티캐스트 라우팅을 통하여 SVC 스트림을 서비스함으로써 사용자는 언제 어디서든 다양한 디바이스를 통하여 N-Screen 서비스를 제공받을 수 있게 된다. 1.1에서는 상황인지 기반 SVC 멀티미디어 방송 시스템을 설명하고 1.2에서는 ACK-Flow 방식의 오버레이 멀티캐스트 알고리즘에 대하여 설명한다.

2.1 상황인지 기반 SVC 멀티미디어 방송 서비스

시스템의 기본 구조는 아래 그림 1과 같다. 시스템은 크게 콘텐츠 제공자인 CP(Contents Provider), 서비스 관리 서버인 RPS(Rendezvous Point Server), CP가 제공하는 채널을 전송하는 SSENS(SVC Stream Exchange Network Server) 그리고 다양한 디바이스의 사용자로 구성된다.

CP는 콘텐츠 제공자로서 다양한 입력방식을 통하여 SVC Encoder로 스트림을 제공한다. 이때 자신이

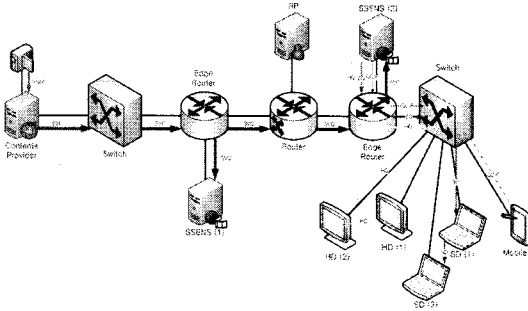


그림 1. 시스템 기본 구조

제공할 채널을 RP서버에 등록함으로써 서비스를 방송을 시작하게 된다. RP서버는 방송 서비스를 관리하는데 CP, SSENS, 시청자를 위한 정보들을 수집하고 제공한다. SSENS는 방송 서비스 제공자가 관리하게 되는데 이는 고성능의 서버 혹은 Router와 같은 네트워크 장비에 Embedded 된다. 서비스 제공자는 SSENS를 백본망과 같은 고효율의 네트워크에 위치하여야 한다. 또한 SSENS는 RP에 의하여 관리되며 멀티캐스트 라우팅을 통하여 경로를 설정한다. SSENS의 기능은 CP로부터 SVC 비트 스트림을 받아서 다른 SSENS에 Routing하거나 Extraction을 안정적이고 지속적으로 실시간 수행하게 된다. Extraction된 각각의 스트림은 상황인지 된 시청자에게 전달하여 고품질의 서비스를 제공한다. 시청자들은 자신의 디바이스 환경과 연결된 SSENS와의 네트워크 상황을 판단하여 수신할 채널의 SVC스트림의 Layer를 선택한다. 이후 정보들을 RP서버에 전송하고 원하는 채널의 Extraction된 Layer 스트림을 SSENS로부터 수신하고 재생한다. 또한 오버레이 멀티캐스트 전송기법을 적용하여 같은 화질의 콘텐츠를 수신하는 시청자에게 전송받은 스트림을 전달하여 오버레이 네트워크를 구성하게 된다.

그림 2는 제안 시스템의 서비스 시나리오이다. 서비스는 크게 2개의 네트워크로 구성된다. 이는 다양한 채널의 SVC 스트림을 전송하기 위한 대규모 전송회선인 백본망에 위치하는 SSENS Network와 SSENS 하부에 위치하여 같은 채널을 수신하는 클라이언트들로 구성되어 Overlay Multicast가 제공되는 Overlay Network로 구성된다^[7]. 구성된 서비스 제공자는 RP서버와 SSENS를 효율적으로 위치시키고 CP와 Client들의 접속을 대기한다.

그림 3은 콘텐츠 제공자의 프로시저를 보여주고 있다. 그림과 같이 CP는 RP서버에 연결하여 SSENS 리스트를 획득한다. 획득한 리스트로부터 SSENS들과

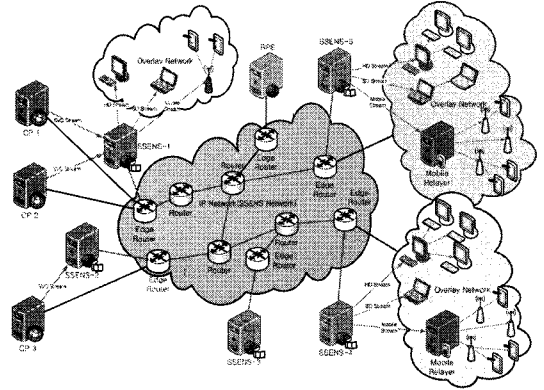


그림 2. 서비스 시나리오

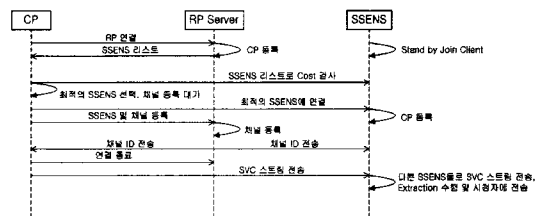


그림 3. 콘텐츠 제공자(CP) 프로시저

cost를 추적하고 가장 최적의 SSENS를 선택한다. 이후 선택한 SSENS에 연결하고 등록한다. SSENS와의 연결이 완료되면 RP서버에 연결한 SSENS와 채널을 등록한다.

이후 RP서버로부터 채널 ID를 할당받고 SVC 스트림을 SSENS에 RTP로 전송한다^[8,9]. RP서버는 방송을 등록한 CP, SVC 스트림 전송 및 Extraction하여 클라이언트에 전송하는 SSENS, 채널을 수신중인 시청자들의 정보를 이용하여 전체 서비스를 관리한다.

그림 4는 새로운 시청자(New Client)가 시청을 시작할 때의 프로시저를 보여주고 있다. 새로운 시청자가 방송 서비스에 참여하여 시청을 하려면 우선 RP서버에 연결을 하고 채널 정보인 EPG(Electronic Program Guide)와 SSENS 리스트를 전송받는다. 이후 SSENS 리스트로부터 cost를 추적하여 최적의

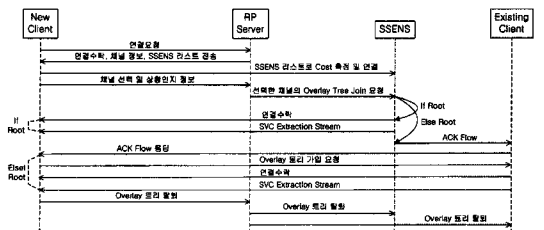


그림 4. 시청자(Client) 프로시저

SSENS를 선택하고 연결한다. 시청자는 시청하고자 하는 채널과 자신의 디바이스 환경과 네트워크 환경을 결정하여 RP서버에 시청을 요청한다. RP서버는 새로운 클라이언트가 연결된 SSENS로 정보를 전송하고 Overlay Tree Join을 요청한다. 이때 오버레이 트리는 효과적인 트리 구성을 위하여 ACK-Flow방식과 트리 최적화 방식을 사용한다. ACK-Flow 방식 및 트리 최적화 방식에 대한 내용은 1.2절에서 설명하고 효율에 대한 시뮬레이션 결과는 2장에서 설명한다. 만약 요청한 채널의 Layer에 대한 스트림 전송이 처음일 경우 SSENS는 새로운 클라이언트를 오버레이 멀티캐스트의 Root 노드로 결정하고 연결 수락 및 SVC 스트림을 Extraction하여 전송한다. 이후 동일 SSENS를 최적의 SSENS로 선택하여 같은 채널의 Layer를 수신 받고자 하는 클라이언트들은 ACK-Flow 방식으로 최적의 오버레이 트리로 네트워크를 구성하게 된다. 즉, Root 노드가 존재할 경우 SSENS는 채널의 Layer 계층에 존재하는 클라이언트들에게 새로운 노드의 가입을 요청하고 이미 가입된 클라이언트 중에 최적의 부모 클라이언트를 선택하여 연결 요청 및 수락, SSENS 혹은 다른 클라이언트들로부터 전송받고 있는 Extraction된 스트림을 새로 가입한 클라이언트들에게 전달한다.

그림 5는 방송 서비스의 스트림 전송의 예를 보여 주고 있다¹⁰⁾. CP와 클라이언트들은 최적의 SSENS에 연결되어 콘텐츠 송수신을 하게 된다. CP는 Encoding된 SVC 스트림을 SSENS에 전송하면 SSENS들은 각 채널의 스트림을 공유하여 전송하게 된다. 또한, 각각의 SSENS는 채널별로 Overlay Network를 구성하여 Layer별로 Extraction된 스트림을 전달한다. SVC 인코딩된 스트림은 Original 스트림에 비하여 20~30%의 오버헤드가 존재한다고 한다. 현재의 대역폭에서는

스트림 전송이 불가능하다. 특히, 채널이 증가할수록 네트워크의 과부하는 더욱 심해지게 됨으로써 고품질의 서비스가 불가능하게 된다. 하지만 SSENS를 백본망에 위치시킴으로써 SVC 스트림은 클라이언트가 위치하는 곳까지 SVC 스트림을 안정적으로 전송할 수 있게 된다. 다중 채널의 SVC 스트림은 효율적으로 전송되고 클라이언트들은 선택된 채널 Layer의 스트림을 안정적으로 제공받을 수 있다.

2.2 ACK-Flow 방식의 오버레이 트리 최적화 알고리즘

오버레이 멀티캐스트를 실시간 멀티미디어 방송 서비스에 적용하기 위하여 몇가지 해결해야 할 문제점들이 있다. 첫 번째로 새로운 참가자의 그룹참여 및 기존 참여자의 탈퇴에 의한 트리복구 지연시간으로 인한 멀티미디어 스트리밍을 전송받는 시간 및 품질과 직결된다¹¹⁾. 두 번째로 오버레이 노드들을 경유하여 데이터를 전송할 때 발생하는 시간 지연이다. 이는 실시간성이 요구되는 멀티미디어 스트리밍의 품질에 심각한 영향을 미친다. 따라서 오버레이 멀티캐스트를 실시간 스트리밍 서비스에 적용하기 위해서는 노드들의 빠른 그룹 참여 및 복구, 그리고 전송 지연을 최소화 하는 것이 요구된다.

제안하는 알고리즘은 새로운 멤버 참가 시 Tree-based 구성법에서 발생하는 자식노드의 리스트 전송 및 지연시간 측정 방식을 개선하였다. 또한 신규 참여 노드는 기존의 트리에서 자신에게 적합한 위치에 삽입되게 된다. 새로운 노드는 Root노드를 임시 및 후보 부모노드로 선택하고 참여를 요청하게 된다. 부모노드가 새로운 참여자를 허락할 수 없을 경우 자식노드들에게 새로운 노드의 IP주소와 level값을 포함한 메시지를 전송하게 된다. 이때 level값은 Root노드와 신규 노드와의 지연시간을 이용한 값이다. 이는 그룹 가입 시 기존의 참여자들의 level값과 비교하며 트리에서 자신에게 적합한 위치를 찾기 위해서이다. Root노드와의 지연시간이 적을수록 낮은 level의 값을 얻게 된다. 부모 노드로부터 메시지를 받은 자식 노드는 자신의 level에 새로운 노드 level의 차이 값을 포함시킨 메시지를 새로운 노드에게 전달한다. 새로운 노드는 가장먼저 도착한 메시지를 받게 되면 level값을 확인 후 적합한 후보 부모노드를 결정한다. 만약 level 차이가 음수이면 메시지를 전송한 노드가 자신보다 level이 낮음을 의미하고 자식노드로 참여한다. level 차이가 0이상이면 처음 도착한 메시지의 노드가 자신보다 높은 level의 노드임으로 부모 노드로 참여한다.

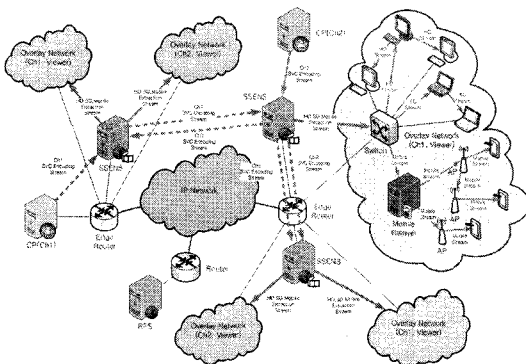


그림 5. 스트림 전송 예

또한 참가중인 노드가 그룹 탈퇴 시에는 그룹 참여 방식을 활용한 빠른 트리 재구성을 하도록 제안한다.

트리 최적화 알고리즘은 기존의 트리 기반 오버레이 구성방법을 개선한다. 물리적인 네트워크 환경에서 오버레이 멀티캐스트 트리 구성은 참여노드 순서에 의한 트리 구성이 아닌 최단 거리에 의한 구성이 이루어져야 한다. 다음 그림 6에서 (a)는 그룹에 참여한 순서에 의해 완성된 토폴로지와 트리구성을 보여주고 (b)는 소스 노드와의 비용 값을 이용하여 구성한 토폴로지와 트리 구성을 보여주고 있다.

(a)에서 순서에 의한 트리 구성 시 N1~N3의 순서에 의해서 트리 깊이를 증가시키며 참여하게 되는데 이때 완성된 트리의 총 비용은 $Cost_{total} = 40$ 이 된다.

(b)의 경우 N1~N3의 순서에 의해서 참여하는 노드들의 트리 참여시 루트 노드와 비용을 계산 자신의 level값을 결정한다. 이후 이미 참여된 노드들과 level값을 비교하며 자신의 트리 위치를 결정하여 참여한다. 결국 루트노드와의 거리가 가까운 노드일수록 트리깊이가 낮은 곳에 위치하게 된다. 이때 완성된 총 노드비용은 $Cost_{total} = 25$ 가 된다.

다음 그림 7은 그림 6(b)의 트리구성 과정을 보여 준다. 각 노드는 N1~N3노드 순으로 R노드에 참여요청을 하게 된다. 이때 참여하는 각각의 노드는 R노드와의 비용 값을 이용하여 level을 결정한다. R노드에 N1이 참여한 후 N2노드 참여시 N1노드의 level값과 비교된다. 이때 N2의 비용이 N1보다 적기 때문에 스위칭이 이뤄진다. 따라서 N1노드는 N2의 자식노드가 되고 R은 N2의 부모노드가 된다. N3 참여시 위의 과정이 반복되어 이뤄진다.

그림 8은 트리 최적화 구성모습이다. 사용자들은

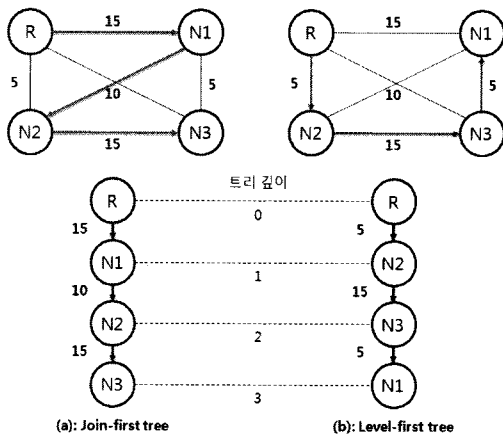


그림 6. 가입순서에 의한 트리구성과 제안한 트리구성

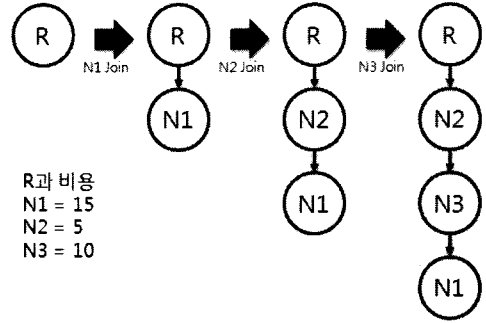


그림 7. 그림 6(b)의 트리구성 과정

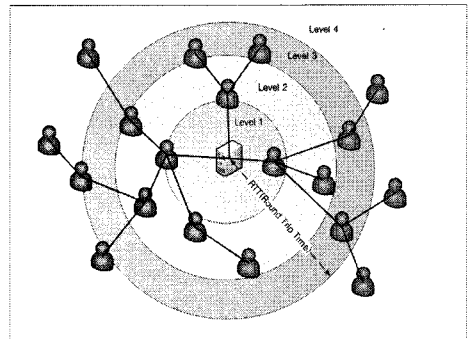


그림 8. 트리 최적화 구성모습

중간의 서버로부터 지연시간에 의한 level값에 위치해 있다. 즉, 루트노드와 가까운 사용자일수록 트리 깊이가 낮은 곳에 위치한다.

트리기반 구성법인 TBCP(Tree Building Control Protocol)^[12]와 HMTP(Host Multicast Tree Protocol)의 경우 그룹 참가 시 새로 참여한 노드는 자신의 부모노드를 찾기 위해서 루트노드 혹은 부모노드들로부터 리스트를 받아서 각각의 노드와 지연시간을 측정 평가하여 가장 가까운 노드를 찾게 된다. 하지만 이 경우 리스트의 모든 노드들과 지연시간을 측정 및 평가해야하는 시간 지연이 소요되는 문제점을 가지고 있다. 신규 노드의 그룹 참여 방법은 후보 리스트들과의 지연시간 측정과정 없이 부모노드가 자식 리스트 노드들에게 새로운 참가노드에게 ACK메시지를 전송하도록 지시하는 방법이다^[13]. 이때 가장먼저 도착한 ACK메시지 노드가 자신에게 가장 적은 지연시간을 가진 노드임을 알게 된다.

그림 9는 제안한 알고리즘의 그룹참여 과정을 보여 주고 있다. 그룹 참여 방법은 다음과 같다.

(a) 새로운 노드 N은 그룹참가를 위하여 RP로부터 알아낸 R노드를 임시 부모노드로 선택하고 Hello 메시지를 전송한다.

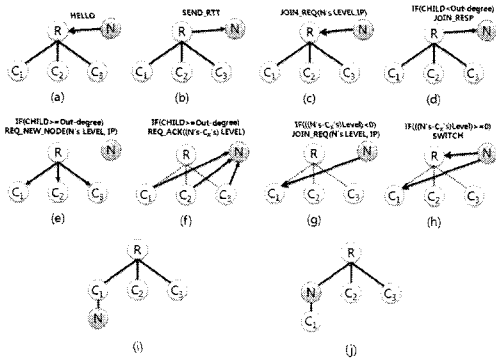


그림 9. ACK-Flow 기법을 사용한 최적화 트리 구성 과정

(b) R노드는 N에게 지연시간을 전송하고 N은 R과의 지연시간 값을 이용하여 자신의 level값을 결정한다. 이때 R노드와의 지연시간이 작을수록 낮은 level을 얻게 된다.

(c) N노드는 자신의 level값을 포함한 Join요청 메시지를 전송한다.

(d) R노드의 자식노드 수가 수용할 수 있는 임계치인 out-degree값보다 작으면 N노드에게 Join을 허락한다. N은 허락된 R노드를 부모노드로 선정한다.

(e) R노드의 자식노드 수가 out-degree값과 같으면 자식노드들(Cx)에게 N노드의 level값과 IP가 포함된 ACK 메시지를 전송한다.

(f) (e)의 메시지를 받은 자식노드(Cx)들은 자신의 level과 N노드의 level차이 값을 포함한 ACK 메시지를 N노드에게 전송한다.

(g) N노드는 가장먼저 메시지가 도착한 C1를 후보 부모노드로 선정하고 level차이 값을 분석한다. 만약 level차이 값이 음수인 경우 C1의 R노드와의 지연시간이 자신보다 적음을 의미함으로써 C1노드에게 Join 요청을 한다. 이후 C1노드는 (d)의 과정으로 돌아간다.

(h)(i)(j) C1노드의 level차이 값이 0보다 크거나 같으면 N은 자신의 임시 부모였던 R과 C1노드에게 스위치요청을 한다. 이후 N은 R의 자식 노드가 되고 C1은 N의 자식노드가 된다. 이후 N은 임시부모노드인 R을 부모노드로 결정하고 R은 C1대신 N을 자식노드로 허락한다. C1노드는 R의 임시부모 노드로 N을 부모노드로 결정한다.

(e)와 (f)의 과정으로 기존 트리 기반 구성법에서 모든 노드와의 지연시간을 검사하여 그룹참가를 하던 방법과는 다르게 새로운 노드의 Join요청과 함께 ACK 메시지를 참여하던 노드들끼리 전달하게 되고 새로운 노드는 먼저 도착한 노드를 지연시간이 짧은 노드로 선정 부모노드를 찾아가게 된다. 이를 통해서

신규노드는 그룹 참여 지연시간을 단축할 수 있다. 또한, (h)의 과정을 통해서 트리 구조의 최적화가 가능하게 된다. 따라서 루트노드에서 각각의 노드들까지 스트리밍 전송 시 지연시간을 최소화할 수 있다. 이는 오버레이 멀티캐스트에서 QoS의 문제점을 해결하는데 도움이 될 수 있다.

오버레이 트리의 장애복구 과정은 그림 10과 같다. 복구과정은 다음과 같다.

(a) 만약 C1노드가 그룹 탈퇴를 원하면 부모노드 P와 자식노드 C1~4노드에게 Leave를 요청한다. 만약 Leave요청 없이 C1노드가 탈퇴할 경우 C2~4노드는 C1노드로부터 데이터가 일정시간동안 없음을 알고 인지하게 된다.

(b) C2~4노드는 C1노드가 탈퇴하였음을 알게 되면 그룹 참여시 C1노드를 발견하기 위해 정한 임시 부모노드 P에게 그룹 참여과정인 Join을 요청하고 다시 그룹참여 과정으로 돌아간다.

C2~4노드는 새로운 부모노드를 찾게 되고 자식노드들에게 새로운 부모노드를 알려주어 임시 부모노드를 바꾸도록 한다. 또한, C2~4노드의 부모 노드들은 C2~4노드에게 자식의 부모노드를 알려주고 임시부모노드를 바꾸도록 한다.

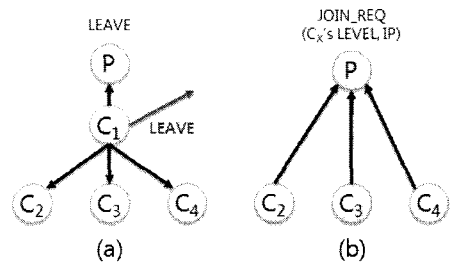


그림 10. 트리 복구 과정

III. 테스트베드 실험 결과

SVC(Scalable Video coding)는 일반적으로 AVC(Advanced Video Coding)보다 네트워크의 채널 용량 측면에서 10~30%정도의 오버헤드가 발생한다고 한다.^[9] 이는 가장 효율적인 부호화의 경우 AVC 부호화보다 10%의 오버헤드가 발생하고 일반적으로 20~30%의 오버헤드가 발생한다고 한다. 따라서 같은 품질의 비디오 스트림을 보장하기 위해서는 보다 높은 비트율이 필요하다는 단점을 가지고 있다.

제안하는 네트워크 구조에서는 SVC스트림을 효율적으로 전송함으로써 다양한 디바이스가 존재하는 현

재의 IP네트워크에서 단말에 적합한 비디오 스트림을 전송하는데 적합하도록 설계하였다. H.264/AVC의 각 스트림의 해상도와 비트율은 CIF(0.256Mbps), SDTV (2Mbps), HDTV(8Mbps)와 같다. simulcast란 simultaneous와 broadcast의 합성어로서 1개의 채널을 다중 비트율 스트림으로 전송하여 다양한 단말기에서 방송을 시청할 수 있도록 하는 전송 방식을 의미한다. simulcast의 경우 AVC스트림을 다중 비트율로 부호화하여 스트림 전송을 하기 때문에 전송하고자하는 layer들의 총 비트율의 합이 서비스하는 전체 전송률이 된다. 다음과 같이 $R_{sim,l}$ 은 L번째의 layer스트림의 전송률을 의미하고 각 비트율의 총 합 C_{sim} 은 다음과 같고 전체 전송률이 된다.

$$C_{sim} = \sum_{l=1}^n R_{sim,l} \quad (1)$$

SVC스트림은 기본계층(base layer)에서 최상위 향상계층(Enhancement layer)까지의 L개의 layer로 부호화하여 스트림 전송할 경우 전송률은 $R_{svc,l}$ 와 같다. 다중 비트율의 layer를 전송할 경우 최고 비트율의 영상에 α 만큼의 오버헤드가 발생하기 때문에 필요한 전송률은 다음과 같다.

$$C_{svc} = R_{sim,l}(1 + \alpha) \quad (2)$$

일반적으로 SVC스트림의 경우 단일 AVC스트림보다 10~30%의 오버헤드가 발생하여 요구되는 네트워크의 전송률은 SVC가 더욱 많다. 단일 layer의 스트림 전송은 기존의 AVC스트림 전송보다 SVC스트림 전송이 encoding, decoding, extraction에 소모되는 시간뿐만 아니라 네트워크 자원사용에도 비효율적이다. 하지만, 다중 layer와 다수의 채널을 서비스할 경우에 AVC스트림 전송보다 SVC스트림 전송이 보다 효율적이게 된다. 또한, 본 논문에서 제안하였듯이 IP 멀티캐스트와 오버레이 멀티캐스트를 혼합하여 서비스를 제공할 경우 기존의 네트워크에서도 서비스를 효율적으로 할 수 있다는 장점이 있다. 결국, simulcast 방식과 SVC 방식은 채널의 수가 증가함에 따라서 전체 네트워크에 요구되는 전송률의 대역폭은 더욱 큰 차이가 발생하게 된다. 이는 상황인지 기반 적응적 멀티미디어 방송 서비스에서 최대효율의 SVC 부호화를 이용한 서비스가 더욱 효율적임을 알 수 있다.

오버레이 네트워크는 기존의 트리기반 오버레이 멀

티캐스트 방식과 제안한 ACK-Flow 트리 최적화 방식을 비교하였다. 모델의 성능을 평가하기 위해 GT-ITM을 이용하여 연결 대역폭을 10Mbps로 최대 1000개의 노드를 가진 네트워크 토폴로지를 구성하였다. 구성된 토폴로지를 통해 ns-2 네트워크 시뮬레이터를 사용하여 동일한 환경에서 테스트 하였다. 첫 번째와 두 번째 결과는 하나의 노드가 가질 수 있는 자식노드의수(Out-degree)는 3으로 하였고 참가노드 수를 10에서 100개의 노드까지 10씩 증가하며 그룹에 참가시켰을 때 트리 구성시간과 오버헤드 수를 보여 준다. 세 번째 결과는 100개의 노드를 참여시킬 때 자식노드의 값(Out-degree)을 2에서 5까지 변화시켜 테스트 하였다. 각각의 테스트는 기존의 트리 기반의 구성법인 TBCP, HMTP와, ACK-Flow 트리 최적화 방법을 사용한 경우와 사용하지 않은 경우의 알고리즘과 비교 분석 하였다.

첫 번째 시뮬레이션인 그림 11은 그룹 참가노드를 10씩 증가시키며 100개의 노드까지 증가하였을 때 각 노드가 트리에 참가되는데 소요되는 전체 시간의 평균값이다. TBCP와 HMTP의 경우 후보부모노드들과의 지연 시간을 검사하는데 소요되는 시간 때문에 제안된 알고리즘에 비해서 많은 시간이 소요되는 것을 확인하였다. 또한 트리 최적화를 사용할 경우 소요되는 지연시간에 의해서 사용하지 않은 경우보다 높은 지연시간이 소요되었다.

이는 기존의 지연시간을 측정하는 구성법보다 ACK-Flow를 통한 부모노드 발견이 보다 효율적인 것을 말해주고 있다. 따라서 실제 오버레이 멀티캐스트 서비스에서 신규 참여자의 그룹 참여 지연시간을 최소화 할 수 있다.

두 번째 시뮬레이션 결과인 그림 12는 노드수를 10에서부터 100까지 10씩 증가시키며 전체 노드에서 받

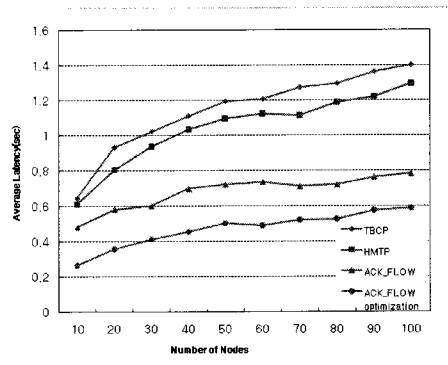


그림 11. 노드 수 변화에 따른 평균 트리 구성 시간

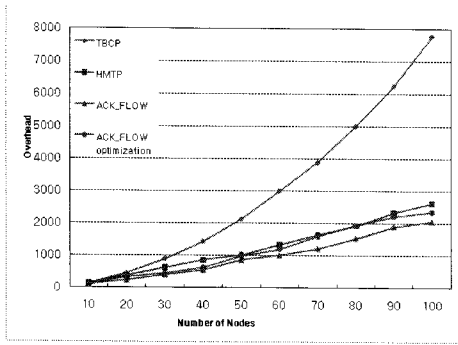


그림 12. 노드 수 변화에 따른 오버헤드

생되는 Control Overhead의 수를 나타내고 있다. TBCP의 경우 노드크기가 증가할수록 모든 자식노드와의 지연시간 측정 및 평가에 필요한 제어 메시지 증가에 의해서 오버헤드가 급속히 증가하고 있다. HMTP의 경우 ACK-Flow기법 보다 오버헤드수가 많이 발생하였다. 이는 HMTP의 경우 지연시간 측정을 위한 후보 부모노드의 리스트전송 및 Join을 위한 제어메시지의 증가를 의미한다. 또한 트리 최적화 구성법을 사용한 경우 루트 노드와의 지연시간 측정 및 노드 스위칭 과정에서의 제어 메시지가 증가하여 보다 많은 오버헤드 값을 나타내고 있다.

세 번째 시뮬레이션 결과인 그림 13은 100개의 노드를 참가시킬 때 out-degree를 2에서부터 5까지 변화시키며 각 노드가 트리에 참가하는데 소요되는 전체 시간의 평균값이다. out-degree가 클수록 부모노드를 찾기 위해 비교하는 노드수가 감소하기 때문에 트리를 구성하는데 소요되는 시간이 감소하게 된다. 또한 ACK-Flow 트리 최적화 기법을 사용할 경우 out-degree=2인 경우에서 많은 스위칭 과정이 발생하여 최적화 기법을 사용하지 않은 경우보다 많은 지연 시간이 소요되었다. 하지만 out-degree=3부터 차이 폭이 현저히 줄어들었다. 또한 지연 시간에 의한 level설

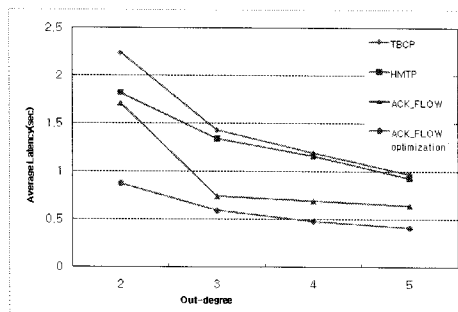


그림 13. Out-degree 변화에 따른 평균 트리 구성시간

정 범위에 따라 스위칭 발생을 최소화하며 더욱 최적화된 트리구성이 가능할 것으로 보인다.

네 번째 시뮬레이션 결과인 그림14는 100개의 노드가 참여한 트리에서 탈퇴노드의 수를 5부터 전체 참여노드 수의 절반인 50까지 임의의 시간에 그룹 탈퇴를 하였을 때 재 가입하는 노드의 수와 트리 재구성을 위한 평균 지연시간을 보여주고 있다. 막대안의 숫자가 재 가입하는 노드의 수를 나타낸다. 탈퇴하는 부모노드의 수가 증가 할수록 트리 재구성을 위해 재가입하는 자식노드의 수가 증가하게 된다. 또한 평균 복구 시간이 평균 트리구성 시간과 비슷하거나 보다 짧은 시간이 소요됨을 볼 수 있다.

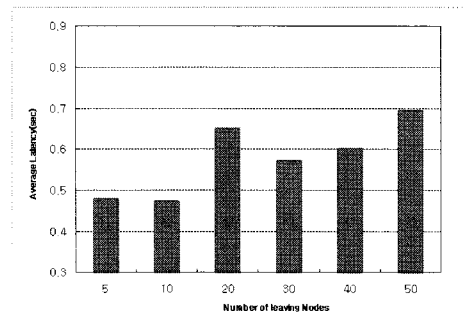


그림 14. 재가입 노드의 수 및 평균 트리 복구 시간

IV. 결 론

비디오 압축 코덱의 표준은 네트워크 친화적으로 발전해 왔다. 압축 고덱 기술과 네트워크 기술의 발전으로 최근 방송 미디어는 아날로그에서 디지털로, 2D에서 2D/3D 복합 형태로 변화하고 있고 사용자는 언제 어디서든 원하는 디바이스로 원하는 영상만을 획득하고자 한다. 기존의 IPTV에서는 초고속 유선망인 FTTH에서 폐쇄된 형태로 서비스되었다. 그러나 앞으로 유/무선 통합 망에서 다양한 방송 서비스들이 제공될 것이다. 결국, 대규모 IP 네트워크 환경에서 효율적인 멀티미디어 방송을 위해서는 사용자의 네트워크 상태, 디바이스의 연산능력, 신호도등의 상황인지를 통한 스트림전송이 보장되어야 한다.

SVC(Scalable Video Coding)는 다양한 통신망과 단말에 대응하여 동영상 정보의 양을 적절히 조정 및 전송하기 위해 ITU-T VCEG와 ISO/IEC MPEG의 JVT(Joint Video Team)에서 동영상 압축 표준으로 승인되어 채택된 국제 동영상 압축 표준이다. 이는 HD(High Definition), SD(Standard Definition),

Mobile급(CIF or QCIF)의 영상을 효율적으로 압축할 수 있으며 사용자의 디바이스에 적합한 등급의 Layer를 제공할 수 있게 된다. 본 논문에서는 현재의 IP 네트워크 환경에서 H.264/SVC 스트림을 효율적으로 전송하기 위하여 멀티캐스트 전송 방식과 오버레이 멀티캐스트 전송방식을 혼합한 방송 서비스 시스템을 설계하였다. 이는 H.264/AVC 스트림을 전송하는데 필요한 단일 레이어의 중복을 제거함으로써 네트워크 트래픽 부하를 줄일 수 있고 또한 RP서버와 SSENS 네트워크의 전체 시스템 관리를 통하여 콘텐츠 제공자에서부터 수신측까지 효율적인 네트워크 사용이 가능할 것으로 보인다.

오버레이 네트워크에서는 기존의 트리 기반 오버레이 멀티캐스트 구성법을 개선한 ACK-Flow 알고리즘을 제안하여 QoS가 보장된 적응적 스트림 전송을 위한 메커니즘을 도입하였다. 또한, 트리 최적화기법을 사용하여 트리 구성 및 복구를 최적화 하였다. 이러한 방법은 기존의 트리 기반의 트리 구성 방법보다 특별히 많은 제어 정보를 필요하지 않으며 스트리밍 전송, 트리 관리, 성능 향상 및 장애 복구 등에 있어서 더욱 효과적이며 간단히 적용될 수 있다. 시뮬레이션을 통해서 기존의 트리 기반의 구성법보다 빠른 트리구성 및 복구가 가능하고 오버헤드도 크게 증가하지 않는 것을 확인할 수 있었다.

현재 진행 중인 SVC 부호화 연구가 효율을 극대화시킬 경우 네트워크 부하는 더욱 줄어들 것이고 수신측은 자신의 네트워크 상태와 디바이스 환경에 적합한 스트림 수신을 통하여 최적의 환경을 제공받을 수 있을 것이다.

본 연구의 향후 과제로는 제안된 방법을 실제 SVC 부호화를 적용하여 실제 네트워크 환경에 적용하여 실험 및 성능 평가를 수행하는 것이다.

참 고 문 헌

[1] A. Vetro, C. Christopoulos, and H. Sun. "Video transcoding architectures and techniques: An overview", *IEEE Signal Processing Mag.*, Vol.20, pp.18-29, Mar. 2003.

[2] ITU-T and ISO/IEC JTC1, "Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information-part 2: Video," ITU-T Recommendation H.262 ISO/IRC 13818-2 (MPEG-2), 1994.

[3] ITU-T, "Video Coding for low bit rate communication", ITU-T Recommendation

H.263, Version 1: Nov. 1995, Version 2: Jan. 1998, Version 3: Nov. 2000.

[4] W.Li, "Overview of Fine Granularity Scalability in MPEG-4 Video Standard," *IEEE Trans. on circuit System and Video Technology*. Vol.11, No.3, pp.301-317, Mar. 2001.

[5] ISO/IEC 14496-2, "Information technology-Coding of audio-visual objects - part 2: Visual", International Standard, second edition, December 2001.

[6] ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, Joint Scalable Video Model JSVM-5, N7796, Bangkok, Thailand, Jan. 2006.

[7] 최해철, "스케일러블 비디오 부호화의 개요 및 성능 분석", 방송공학회 논문지, 2007년, 제12권, 제6호

[8] 가도노 신야, 키쿠치 요시히로, 스즈키 데루히코, "H.264/AVC 비디오 압축 표준" 홍릉과학출판사.

[9] H.Schwarz, "Overview of the Scalable Video Coding Extension of the H.264/AVC Standard", *IEEE Trans. on circuit and system for video technology*. Vol.17, No.9, Sep. 2007.

[10] ITU-T FG IPTV, "IPTV Multicast Frameworks", April 2008.

[11] Dolejs, O., Hanzak, Z. "Optimality of the Tree Building Control Protocol", *In proceedings of the international conference on parallel and distributed processing techniques and applications*, Las Vegas, USA, June. 2002.

[12] L.Mathy, R.Canonico, D.Hutchison, "An overlay Tree Building Control Protocol", *NGC2001*, Nov. 2001.

[13] P.Chen. "A network-adaptive SVC Streaming Architecture", *ICACT2007*, Feb 2007.

이 형 옥 (Hyung-ok Lee)

정회원



2008년 2월 전남대학교 컴퓨터 정보통신공학과 석사
2008년 3월~현재 전남대학교 전자컴퓨터공학부 박사과정
<관심분야> 컴퓨터 네트워크, 통신 프로토콜

곽 용 완 (Yong-wan Kwak)

정회원



1999년 2월 조선대학교 컴퓨터
공학과 학사
2004년 2월 전남대학교 컴퓨터
공학과 석사
2006년~현재 전남대학교 전자
컴퓨터 공학과 박사과정
<관심분야> 인터넷 방송, 컴퓨
터 네트워크, 라우팅

남 지 승 (Ji-Seung Nam)

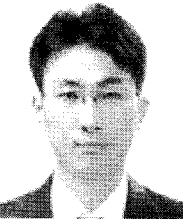
종신회원



1992년 Univ. of Arizona, 전
자공학과 박사
1992년~1995년 한국전자 통
신 연구소 선임연구원
1999년~2001년 전남대학 교
정보통신특성화 센터장
2001년~현재 전남대학교 인터
넷창업보육 센터장
1995년~현재 전남대학교 컴퓨터공학과 교수
<관심분야> 통신 프로토콜, 인터넷 실시간 서비스,
라우팅

손 승 철 (Seung-chul Son)

정회원



2002년 2월 전남대학교 컴퓨터
공학과
2003년~2004년 (주)금영 음향
연구소
2005년~2007년 전남대학교
컴퓨터 공학과 석사
2007년~현재 전남대학교 컴퓨
터 공학과 박사과정

<관심분야> 컴퓨터 네트워크, 통신 프로토콜