

시각적 정보량 기반의 무선 N-스크린 환경에서의 멀티캐스트 기법

*이인웅 권범 오희석 이광현 오태근 **이상훈

연세대학교 전기전자공학과

*mayddb100@yonsei.ac.kr, **slee@yonsei.ac.kr

Multicast Algorithm based on Visual Information over Wireless N-Screen Networks

*Lee, In-Woong Kwon, Beom Oh, Hee-Seok Lee, Kwang-Hyun

Oh, Taegun **Lee, Sang-Hoon

Department of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University

요약

최근 멀티미디어 콘텐츠(영화, 음악 등)를 스마트폰이나 태블릿 PC, 랩탑 등의 기기에서 끊김 없이 연속적으로 받을 수 있는 N스크린에 대한 관심이 커지고 있다. 기존에도 화질에 대한 향상을 위한 무선 자원 관리 문제를 푼 경우는 있었지만 다양한 기기의 해상도를 고려하는 N스크린 서비스의 화질 불균형 문제를 해결하고자 하는 노력은 부족했다. 본 논문은 N스크린 멀티캐스트 환경에서 기기의 해상도와 각 그룹마다 사용자의 만족도를 고려한 다중 레이어의 중요도를 새롭게 정의하고, 정의된 중요도에 따라 각 멀티캐스트 그룹의 통신 대역폭과 모듈레이션을 조정해 사용자의 만족도를 최대화하는 과정을 소개하고 있다. 또한 시뮬레이션 과정을 통해서 시각적 중요도를 가장 많이 증가시킬 수 있는 방법으로 자원을 할당하는 것이 실제로 멀티캐스트 그룹 구성원들에게 화질의 이득을 가져오는 것을 확인하였다.

1. 서론

N스크린 서비스란 하나의 멀티미디어 콘텐츠(영화, 음악 등)를 스마트폰이나 태블릿 PC, 그리고 랩탑 등과 같은 기기에서 '끊김 없이 연속적으로' 즐길 수 있는 기술(또는 서비스)을 말한다. N스크린 서비스는 다양한 기기 상에서 연속적으로 혹은 동시적으로 멀티미디어 콘텐츠를 사용하는 것을 가능하게 하기 때문에 수많은 사용자들에게 각광을 받고 있다.[1] 하지만 여러 기기 상에 제공되는 콘텐츠의 해상도가 동일할 경우에는 기기간의 해상도 차이로 인한 화질이 사용자에게 충분한 만족도를 제공하지 못할 수 있다. 이를 테면, 기기의 해상도는 높은 반면에 콘텐츠의 해상도는 낮은 경우 사용자는 화질 열화를 느끼게 된다. 또한 역으로 기기의 해상도가 낮은 반면에 콘텐츠의 해상도가 높은 경우 사용자는 콘텐츠의 고화질을 느끼지 못하게 될 수 있다.

위와 같은 문제를 해결하는 방법으로 다중 레이어 코딩을 생각해 볼 수 있는데, 다중 레이어 코딩이란 하나의 콘텐츠를 여러 종류의 해상도나 프레임 레이트, 그리고 압축율로 구분지어 코딩하는 것을 말한다.[2] 이렇게 여러 종류의 레이어로 콘텐츠를 분리해 저장하면 기기의 성능에 따라서 적절한 레이어를 적극적으로 선택하게 해서 사용자의 만족도를 극대화시킬 수가 있다. 여기서 중요한 것은 여러 레이어들이 화질에 영향을 줄 때 낮은 레이어가 높은 레이어보다 훨씬 크게 영향을 준다는 것인데, 이것에서 착안하여 [3]에서는 각 레이어마다의 중요도를 '시각 중요도 - Expected Visual Entropy (EVE)' 라는 개념을 사

용하여 정의하고 있다. 하지만, 여기에서 정의된 것은 기기의 해상도나 사람이 느끼는 화질의 정도를 일반적으로 반영한 것이 아니기 때문에 N스크린과 같은 다양한 해상도의 기기가 존재하는 환경에서는 새롭게 정의가 될 필요가 있다.

본 논문은 N스크린 멀티캐스트 상황에서 기기의 해상도와 각 그룹마다 사용자의 만족도를 고려한 다중 레이어의 중요도를 새롭게 정의하고, 정의된 중요도에 따라 각 멀티캐스트 그룹의 통신 대역폭과 모듈레이션을 조정해 사용자의 만족도를 최대화하는 과정을 소개한다.

2. 본론

인간의 눈은 주파수 대역에 따라 대비(contrast)에 대한 민감도가 달라진다.[4] 이를 테면, 주파수가 높을 때는 대비에 대한 민감도가 작고, 주파수가 낮을 때는 대비에 대한 민감도가 크다. 이는 민감도가 작은 주파수대역을 포함하는 레이어는 상대적으로 중요도가 낮고 민감도가 큰 주파수대역을 포함하는 레이어는 상대적으로 중요도가 높다는 것을 의미한다. 레이어 관점으로는 낮은 레이어의 중요도가 높은 레이어의 중요도보다 높다는 것으로 생각할 수 있다.

통신 상황에서 발생하는 비트 에러는 화질에 영향을 미치는데 비디오는 압축과 함께 엔트로피 코딩을 거쳐서 전달이 되기 때문에 통신 채널에서의 비트 에러는 단지 하나의 비트에 영향을 주는 것이 아니라 압축이 되는 단위인 슬라이에 영향을 주게 된다. 이는 슬라이스에서 하

나의 비트라도 깨지면 그 뒤부터 발생하는 비트들은 자동적으로 깨지게 되는 연결성을 의미한다. 이렇게 프레임을 슬라이스 단위로 나누고 각 슬라이스 마다 주어진 비트 에러율을 가지고 슬라이스 내부의 몇 번째 블록이 깨질 확률과 그 블록이 깨졌을 때 온전히 전달된 비트들을 곱해서 통신의 비트 에러율이 정해졌을 때 평균적으로 전달이 가능한 비트의 수를 프레임 단위로 구할 수가 있다.

앞에서 구한 레이어 마다의 중요도와 비트 에러율에 따른 온전히 전달할 수 있는 시각 정보량을 합하여 구한 시각적 중요도(EVE)를 이용하여 통신에서의 대역폭과 모듈레이션을 정하는데 하나의 기지국이 있는 상황에서 다양한 기기로 구성된 다중 그룹으로 각각 비디오 스트리밍 데이터가 멀티캐스트 되는 상황을 가정한다. 이 때 주어진 대역폭을 가지고 낮은 레이어부터 차례대로 특정한 비트 에러율 이하가 되도록 자원을 할당하고(Resource Allocation for Maximal Expected Visual Entropy: RAME) 특정한 비트 에러율 조건을 맞추지 못하는 레이어 할당 상황이 발생하면 앞에서 생각하던 시각적 중요도(EVE)가 최대가 되도록 각 그룹에 자원을 차등적으로 할당한다.(sub-RAME)

그림 1 은 첫 번째 RAME 알고리즘에서 이용되는 모듈레이션에 따라 할당된 대역폭이 얼마나 비트에러율을 낮출 수 있는 지에 관한 그래프이다. RMA 모듈레이션 차수가 4 일 때(4 QAM)가 가장 비트 에러율이 쉽게 낮아지고, 모듈레이션 차수가 512 일 때(512 QAM)가 가장 비트 에러율이 안 낮아지는 것을 확인할 수 있다. 하지만 그렇다고 해서 모듈레이션을 무조건 4로 할당할 수는 없는 것이 실시간으로 비디오 스트리밍 데이터가 보내져야 하기 때문에 모듈레이션 차수를 실시간이 유지될 정도로 높여 주어야 한다. 이 때 가장 선호되는 선택은 최대의 비트 에러율을 만족하면서 대역폭은 적게 쓰는 것이고, 이것이 RAME 알고리즘의 핵심 개념이다.

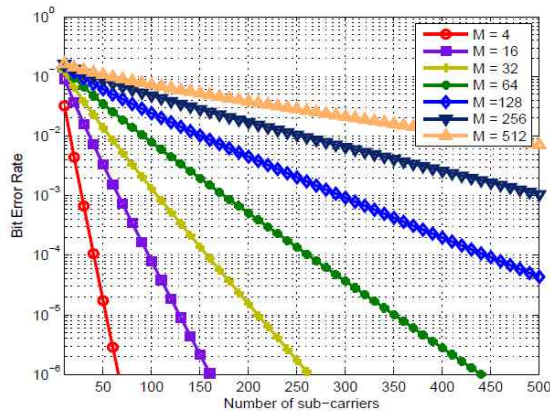


그림 1. 모듈레이션에 따른 비트 에러율 낮춤 효과

RAME 알고리즘을 통해 자원을 각 그룹에 할당하다가 특정 레이어에서 자원을 원하는 수준만큼의 비트 에러율을 맞추지 못하는 상황이 발생하면 sub-RAME 알고리즘을 통해서 그룹 원 전체의 시각 정보도를 최대가 되도록 자원을 할당한다. 이는 이러한 작업 없이 각 그룹에 동일한 자원을 할당하는 것에 비해 그림 2 에서처럼 화질 측면에서의 향상을 얻게 한다. 여기서 Naive는 RAME나 sub-RAME 알고리즘을 사용하지 않고 전송될 모든 레이어와 모든 그룹에 동일하게 자원을 할당하는 것을 나타내고 이렇게 되면 낮은 레이어의 비트 에러율을 특정 수준만큼 보장하지 못하기 때문에 그림 2에서 처럼 화질이 가장

안 좋아 지게 된다.

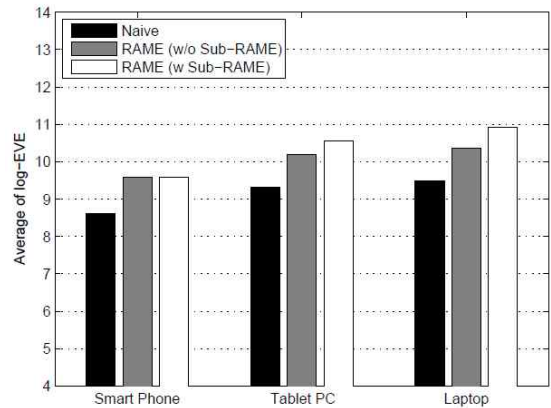


그림 2. 기기에 따른 각 알고리즘의 화질 수준

3. 결론

각 기기마다 제공이 되는 최대 해상도에 맞춰서 멀티캐스트 하는 레이어의 수준을 결정하게 되는 것과 레이어마다의 중요도를 반영하여 자원을 할당하는 것, 그리고 낮은 레이어부터 비트 에러율을 보장하면서 자원을 할당하는 것이 이 논문이 제시하는 N스크린에서 멀티캐스트 하는 최적의 방향이고 시뮬레이션이 이 방향성이 일리가 있다는 것에 힘을 실어주고 있다. 결과적으로 인간의 눈의 특성과 코딩의 특성과 비트 에러가 주는 영향을 고려해 자원을 할당하는 것이 이득이 있다는 것을 알 수 있었다.

ACKNOWLEDGMENT

"This research was supported by the MKE(The Ministry of Knowledge Economy), Korea, under the "ITRC(Information Technology Research Center)" support program (NIPA-2013-H0301-13-1008) supervised by the NIPA(National IT Industry Promotion Agency)"

참 고 문 헌

[1] C. Yoon, T. Um, and H. Lee, "Classification of N-Screen Services and its standardization," 14th IEEE Inter. Conf. on Advanced Comm. Tech., pp. 597-602, Feb. 2012.

[2] H. Schwarz, D. Marpe, and T. Wiegand, "Overview of the scalable video coding extension of the H.264/AVC standard," IEEE Trans. Circuit Syst. Video Technol., vol. 17, no. 9, pp. 1103-1120, Sep. 2007.

[3] J. Park, H. Lee, S. Lee and A. C. Bovik, "Optimal channel adaptation of scalable video over a multi-carrier based multi-cell environment," IEEE Trans. Multimedia Special Issue, vol. 11, no. 6, pp. 1062-1071, Oct. 2009.

[4] J.L.Mannos and D.J.Sakrison, "The effects of a visual fidelity criterion on the encoding of images," IEEE Trans. Inform. Theory, vol. 20, no. 4, pp. 525-536, Jul. 1974.