

클라우드 컴퓨팅 환경에서의 네트워크 적응적 N-스크린 게임 시스템

류은석*, 강신진**
인터디지탈*, 홍익대학교 게임학부**
esryu@gatech.edu, directx@hongik.ac.kr

Network-Adaptive N-Screen Game System on Cloud Computing
Environment

Eun-Seok Ryu*, Shin Jin Kang**
InterDigital*, School of Games, Hongik University**

요 약

본 논문은 클라우드 컴퓨팅 환경에서 새로운 네트워크 적응적 N-스크린 게임 시스템을 설계 및 구현하였다. 목표하는 시스템은 클라우드 서버에서 연산된 게임 화면을 가정에 설치된 게임 서버를 통해 한대 이상의 게임 단말로 전송해야 한다. 하지만, 하나의 게임 영상을 가지고 서로 다른 해상도를 가진 N-스크린을 지원하는 것은 어렵고, 무선 네트워크에서의 게임 사용자 이동은 영상 화질을 저하시킨다. 따라서, 본 논문은 스케일러블 비디오 코딩 기술과 채널 코드 기술인 랩터 코드를 이용하여 네트워크 적응적 게임 영상 추출 및 전송 기술을 개발하였다. 실제 게임 영상을 이용한 시뮬레이션 결과는 제안하는 영상 기술의 효율성을 입증한다.

ABSTRACT

This paper describes the design and implementation of a network-adaptive N-screen game system to be used in cloud computing. The system we are considering needs to generate game video in a cloud server and transmit the video to multiple game devices over an in-home wireless network via a home game server. It is difficult to support multiple screens which have different resolutions with a single bitstream of game video. Therefore, we developed a new network-adaptive game-video extraction and transmission method using (1) scalable video coding and (2) Raptor code techniques. The simulation, conducted with real game-video, verified the efficiency of the proposed video streaming system.

Keywords : 클라우드 컴퓨팅, 스트리밍, N-스크린 게임, H.264 스케일러블 비디오 코딩

1. 서 론

최근에 들어 스마트폰, 태블릿, 스마트TV 등 스마트 단말의 확산이 지속되고 있다. 이러한 스마트 단말 보급은 N-스크린 서비스의 상용화로 자연스럽게 이어지고 있다. 다수의 글로벌 기업들은 스마트폰, PC, 태블릿 PC, 게임기 간에 상호 연동되는 콘텐츠를 효과적으로 제공하는 N-스크린 서비스 프레임워크를 구축하기 위해 노력하고 있다. 게임 콘텐츠는 그 동안 PC, 콘솔, 휴대용 콘솔 기기에서 전통적으로 제공되어 왔다. 하지만 스마트 단말 상에서의 게임 콘텐츠가 접근성과 편리성으로 새로운 수요 시장을 창출하고 있음에 따라 게임도 N-스크린 서비스로 제공될 필요성이 높아지고 있다[1].

클라우드 컴퓨팅은 N-스크린 환경에서 콘텐츠를 효과적으로 만족시킬 수 있는 산업계의 솔루션으로 자리잡고 있다. 이에 따라 H.264에 뒤이은 차세대 비디오 코덱 표준인 스케일러블 HEVC(Scalable HEVC)에서도 'Cloud-based(on line) video game'이란 이름으로 클라우드 기반의 비디오 게임에 최적화된 비디오 기술을 연구할 계획이다[2]. 특히 게임과 같은 고품질 3D 콘텐츠들은 클라우드 컴퓨팅 환경을 통해 이동단말기나 디지털 TV 등의 N-스크린 환경에 효과적으로 제공될 수 있다는 장점이 있다. 클라우드 컴퓨팅을 통한 게임 서비스는 일반적으로 서버에서 게임의 주요 연산을 처리하고 이를 스트리밍 기술을 사용하여 클라이언트에 결과 영상만을 보내는 구조로 이루어진다. 이를 통해 사용자는 저사양의 스마트 단말 클라이언트를 통해 게임 사양과 관계없이 게임 플레이를 할 수 있게 된다. 클라우드 컴퓨팅 기반 게임 스트리밍 시스템의 대표적인 예로는 OnLive, Gaikai, Games@Large이 존재한다[3].

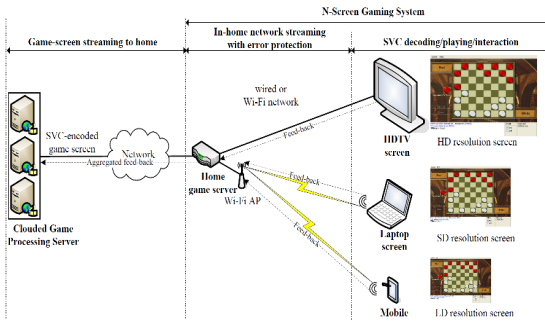
OnLive는 자체 개발한 비디오 압축 칩을 탑재하고 자체적인 영상 인코딩, 디코딩 기술을 사용한다. 이는 영상 인코딩에 사용되는 지연을 최소화하기 위함이다. 또한, 영상 압축의 효율을 높이기 위

하여 인간의 시각적 인지 원리에 기반한 압축을 도입하였다[4,5]. Gaikai는 주로 인터넷 기반 환경에서 최신의 콘솔 게임을 서비스하는 형태로 서비스를 진행하고 있다. 인터넷의 안정적 연결을 위하여 UDP를 활용하는 것으로 알려지고 있다[6]. Games@Large는 유럽 연합의 다수의 회사 및 연구기관이 참여하여 개발한 스트리밍 기반 게임 서비스 기술이다. 스트리밍 기술을 위해 H.264를 사용하였고 상용화를 통해 그 유용성을 검증받았다[7].

본 논문에서는 Games@Large에서 사용된 H.264 AVC(Advanced Video Coding) 기반의 스트리밍 기술을 좀 더 개선하여 클라우드 환경에서 게임에 좀 더 최적화된 N-스크린 게임 스트리밍 시스템을 제안하고자 한다. H.264 AVC는 높은 압축률과 영상 품질을 제공하나 N-스크린 게임 스트리밍에 적용하기 위해서는 다음과 같은 문제들을 가지고 있다. 첫째, 게임 사용자와의 실시간 인터랙션을 위한 빠른 반응성을 보장하기 쉽지 않다. 둘째, 하나의 게임을 동시에 여러 사용자가 즐길 경우, 다양한 게임 단말의 특성(해상도 및 연산 능력)에 최적화된 게임 영상을 전송하기 쉽지 않다. 셋째, 이들 게임 단말의 무선망에서의 이동성을 지원하기가 쉽지 않다.

따라서 본 논문은 이러한 어려움을 해결하기 위해, 새로운 1) 비디오 코딩 기술, 2) 채널 코딩 기술, 3) 적응적 전송 기술의 사용을 제안한다. 먼저, 제안하는 시스템은 한 가정에서 게임을 즐기는 다수 사용자에게 빠른 반응성을 보장하기 위해서, 전체 코어 네트워크 대역폭 사용을 낮춤으로써 지연시간을 줄일 수 있는 H.264 SVC 기술을 사용한다. H.264 SVC기술은 국제 표준 기구인 ITUT와 MPEG에서 공동으로 조직한 JVT 단체에서 표준화 한 AVC를 확장된 형태의 스케일러블 비디오 코딩 기술이기 때문에 H.264 AVC를 지원하는 기존의 게임 단말에도 서비스할 수 있다. 또한, SVC는 서로 다른 해상도를 갖는 다양한 게임 단말을 지원할 수 있다는 장점을 가진다.

다음으로 본 시스템은 게임 단말의 이동성을 지원하기 위해, 무선망에서 발생할 수 있는 패킷 손실을 복구하거나 최소화할 수 있는 채널 코딩 기술인 랩터(Raptor) 코드를 사용한다. 이 기술은 기존의 오류정정부호 기술에 비해 연산량이 적기 때문에, 빠른 반응성을 지원할 수 있을 뿐 아니라, 높은 복구율을 통해 무선망에서 게임 단말의 이동성을 지원할 수 있다. 따라서 본 논문은 클라우드 컴퓨팅 환경에서의 인터랙티브한 게임의 어려움들을 극복하기 위해, [그림 1]과 같이 H.264 SVC와 랩터 코드를 이용한 적응적 게임 영상 스트리밍 시스템을 제안한다. 이는 한 가정에서 서로 다른 게임 단말을 이용하여 함께 게임을 즐길 경우 클라우드 서버에서 생성된 게임 영상이 그 가정의 게임 서버로 전달되어 복수개의 N-스크린 게임 단말을 지원한다. 이어지는 섹션에서, 본 논문은 각각의 요소 기술들을 소개하고, 제안하는 시스템의 설계와 성능 검증을 자세히 설명한다.



[그림 1] 제안하는 N-스크린 게임 시스템

2. 스케일러블 N-스크린 게임 스트리밍 시스템

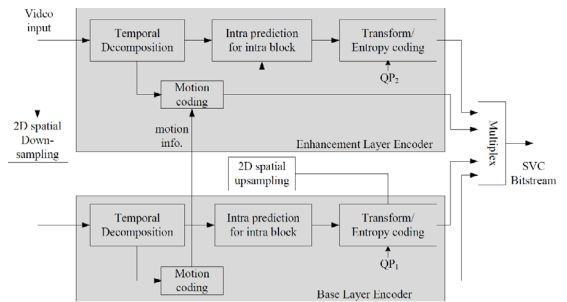
2.1 비디오 코덱 및 스트리밍 프로토콜

N-스크린 게임을 위한 스트리밍 시스템의 핵심 기술은 크게 2가지로 나뉘어진다. (1) 게임 영상을 압축하는 비디오 코딩 기술 (2) 압축된 게임 영상을

을 전송하기 위한 스트리밍 기술이다.

첫째, H.264 SVC 기술은 N-스크린 게임 영상 압축에 가장 최적의 영상 압축 기술로서 다양한 단말 특성을 동시에 지원할 수 있다. 즉, 하나의 영상 비트스트림으로 공간적, 화질적, 시간적인 세 가지 확장성을 동시에 지원한다. 이 때, 공간적 확장성은 서로 다른 크기의 영상을 지원함을, 화질적 확장성은 서로 다른 해상도를 지원함을, 시간적 확장성은 서로 다른 프레임율을 지원함을 의미한다.

[그림 2]와 같이 SVC는 영상 정보를 여러 계층으로 인코딩하여, 하나의 비트스트림으로 서로 다른 해상도를 가진 다수의 게임 단말을 동시에 지원할 수 있는 장점을 가졌다. 예를 들면, 작은 모니터를 가진 스마트 폰 게임 단말에는 기본 계층(Base layer) 정보만 보내서 영상을 재생하게 하고, 큰 모니터와 연결된 게임 단말엔 추가적인 확장 계층(Enhancement layer) 정보를 함께 보냄으로써 더욱 높은 해상도의 영상을 재생할 수 있게 한다. 즉, 이 기술은 좀 더 많은 계층 정보를 가질 수록 좀 더 좋은 화질을 보장할 수 있게 설계되었다.



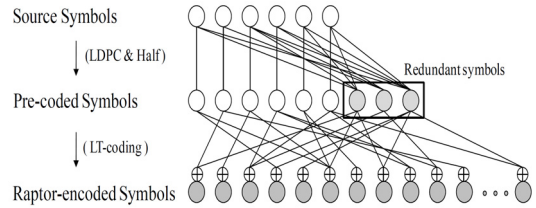
[그림 2] H.264 SVC 인코더 구조

SVC의 또 다른 장점은 위와 같이 게임 단말의 특성에 적응적일 뿐 아니라, 무선 네트워크의 대역폭 변화에도 쉽게 적응할 수 있다는 점이다. 예를 들면, SVC를 이용하는 서버는 네트워크 환경이 좋고, 비디오 전송을 위한 대역폭이 높은 때에는 모든 계층 정보를 게임 단말로 보내서 더 좋은 영상을 재생시키고, 사용자의 이동으로 인해 대역폭의

감소한 경우에는 가장 기본이 되는 계층만 보내서 최소한의 화질을 보장한다.

따라서 본 시스템은 SVC 기술을 게임 영상 압축 기술로 사용하며, 기존의 영상 압축 기술에 비해 (1) 서버의 영상 저장공간 및 트랜스코딩 부담 감소, (2) 코어 네트워크의 대역폭 사용 감소, (3) 다양한 게임 단말 및 네트워크 환경에 대한 적응적 지원 이라는 3가지 장점을 가진다.

둘째, 본 논문은 SVC로 인코딩된 비디오를 전송하기 위한 스트리밍 프로토콜로서 UDP(User Datagram Protocol)를 활용하는 RTP(Real-time Transport Protocol) 기술을 사용한다. 게임 영상 전송은 그 실시간성이 매우 중요하므로 4 바이트(byte)의 타임스탬프(Timestamp)를 가지는 RTP 패킷을 통해서 디코딩 및 재생 시점을 정한다. 이때, 시스템은 게임 특성상 요구되는 데이터 지연 시간에 따라 FEC(Forward Error Correction) 기술을 사용할 수도 있다. 즉, 요구 지연 시간이 매우 짧은 게임일 경우에는 비디오 패킷을 보호하기 위한 FEC와 같은 오류정정부호 기술이 사용되기 어렵지만, 체스나 바둑과 같이 어느 정도의 유연한 지연시간이 요구될 경우, 재전송을 통한 서버의 부담과 비디오 패킷의 손실로 인한 화질 저하를 줄이기 위해 FEC기술이 사용된다. 본 논문은 그 중에서도 가장 모바일 환경에 적합하고, 강력한 복구 성능을 보이는 램터 코드를 사용한다. 이는 2001년 Amin Shokrollahi에 의해 연구 개발 되었으며[8], 기존에 많이 사용되던 리드-솔로몬 코드(RS)와의 비교에서 그 우수성이 실험되기도 했다[9]. 램터 코드는 [그림 3]과 같이 XOR 연산을 통해 무한의 코드를 생산할 수 있는 특징으로 인해, (1) 낮은 복잡도, (2) 강한 패킷 복구율, (3) 무순서 패킷 지원, (4) 낮은 메모리 사용율, (5) 제한 없는 인코딩 길이와 같은 장점을 갖는다. 본 논문은 위에서 설명된 비디오 코덱 및 스트리밍 프로토콜을 포함하는 시스템 구조를 다음 절에서 자세히 설명한다.



[그림 3] 오류정정부호 코드인 램터 코드

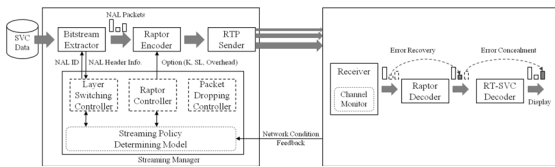
2.2 시스템 구조

본 논문은 [그림 4]의 N-스크린 게임을 위한 시스템 구조를 설계하고 구현하였다. 이는 실시간 게임 영상 전송을 위한 홈 게임 서버 (왼쪽)와 게임 단말 (오른쪽), FEC를 위한 램터 인코더, 그리고 네트워크 적응적 스트리밍 모듈 등을 포함한다. 게임 서비스 업체의 게임 서버는 SVC로 인코딩된 영상을 홈 게임 서버로 전송하고, 홈 게임 서버는 이를 복수개의 게임 단말의 단말 특성 및 네트워크 상태에 맞춰 최적의 SVC 계층을 추출하여 전송한다. 이 때, SVC 디코더로는 연산량이 적고 실시간 디코딩이 가능한 소프트웨어 기반 OpenSVDecoder[10]를 사용하였다.

통신 프로토콜은 서버에서 게임 단말로 게임 영상 전송을 위해 UDP 위에 RTP를 사용하며, 게임 단말의 사용자 인터랙션을 서버로 전달하기 위한 피드백 메시지는 TCP를 사용한다. 구현된 비트스트림 추출기는 실시간 적으로 게임 단말의 해상도 및 대역폭에 적합한 SVC 계층 정보를 추출하여 전송한다. SVC의 경우 인코딩된 영상 패킷의 4 바이트의 NAL (Network Abstraction Layer) 헤더 정보를 가지고 공간적, 화질적, 시간적 계층 정보를 알 수 있다.

N-스크린 게임은 기존의 컴퓨터와 사람간의 일대일 게임과 달리 하나 이상의 게임 단말로 부터 발생된 많은 인터랙션 메시지를 서버로 전달해야 한다. 따라서 제안하는 시스템은 서버측의 부담을 줄이기 위한 통합된 피드백 패킷을 TCP를 이용하여 전달한다. [그림 5]는 게임 단말의 인터랙션을 게임 서버 측으로 전달하기 위한 통합 패킷의 필

드별 정보를 보여준다. 이는 현재 무선랜의 시그널 강도 정보인 RSSI(Received Signal Strength Indicator)와 패킷 손실 정보인 PLR(Packet Loss Rate), 그리고 인터랙션이 발생한 시점을 기록하는 타임스탬프 정보를 가지며, 게임 사용자 인터랙션 정보를 포함한다. 이러한 네트워크 게임에서 짧은 시간에도 많은 인터랙션이 발생하는 것을 감안했을 때, 이러한 통합된 패킷 구조는 전체적인 필요 비트율을 낮추는 장점을 가진다.



[그림 4] 제안하는 시스템 구조

2.3 네트워크 적응적 이동성 지원

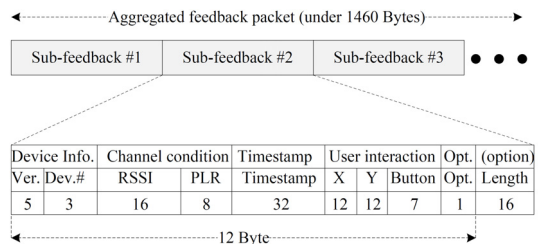
제안하는 시스템은 무선랜을 이용하는 무선 게임 단말의 가정 내의 이동을 지원하기 위해, 네트워크 적응적인 게임 영상 전송을 한다. 이 기술은 크게 두 가지 기술로 나누어진다. 첫째는 네트워크 예측 기술이고, 둘째는 그 예측 정보에 기반한 적응적 영상 추출 및 오류 보호 기술이다.

먼저, 네트워크 예측 기술은 게임 단말에서 실시간으로 네트워크 상태(대역폭과 RSSI)를 측정 후 이 값과 기존에 측정된 값들을 기반으로 잠시 후인 패킷 왕복시간 이후의 네트워크 대역폭을 예측한다. 이 때, 예측된 값이 현재 값에 비해 정해진 한계점(Threshold)이상 차이가 나면, 게임 단말은 사용자의 이동으로 인한 네트워크 대역폭의 변화가 크다고 판단하여, 예측된 값을 서버로 전달한다. 이 때, 서버는 두번째 기술인 적응적 영상 추출 및 오류 보호 기술을 사용하여 사용자 네트워크 대역폭에 적합한 품질의 영상을(계층을) 전송한다.

적응적 영상 추출이란 예측된 네트워크 대역폭에 적합한 품질의 영상을 가진 SVC 계층만을 추출하는 것을 말하며, [그림 4]의 비트스트림 추출기가 그 역할을 한다. 비트스트림 추출기는 여러

계층으로 인코딩된 SVC NAL 패킷의 헤더를 읽음으로써 해당 패킷의 계층 정보와 필요 비트율을 알기 때문에, 네트워크 상황이 좋을 때엔 고화질의 영상을, 좋지 않을 때엔 저화질의 영상을 추출하여 전송할 수 있다. 비트율 적응(Bitrate Adaptation) 기술의 일종인 이 기술은 기존의 트랜스코딩 기술에 비해 연산량이 매우 적고, 코어 네트워크의 대역폭 사용을 줄여주는 장점을 가진다. 본 시스템에서 이 추출 기술은 랩터 코드를 이용한 적응적 패킷 오류정정부호와 함께 사용된다.

기본적으로 무선랜은 패킷 손실이 그리 많지 않다. 1계층과 2계층에서 CRC 체크섬을 통해 전송 오류가 확인되면, 미리 정해진 재전송 최대값(Retransmission Limit) 값만큼 재전송을 하는 ARQ 기술과 오류가 발생한 패킷 복구를 위해 FEC의 일종인 RS 기술을 함께 활용하기 때문이다. 하지만, ARQ 기술은 여러번의 재전송을 통해 지연시간을 크게 증가시킴으로서 실시간 게임에는 좋지 못한 영향을 미친다. 따라서 이러한 게임 시스템은 그 재전송 최대값을 미리 낮추고, 대신 응용 계층(Application Layer)에서 중요한 패킷을 오류정정부호 코드를 사용하여 보호한다. 따라서 본 시스템은 SVC 계층별로 측정된 패킷 손실율(PLR)에서 손실된 패킷을 복구할 수 있는 만큼의 랩터 코드 오버헤드를 추가하였을 때의 비트율을 계산하여, 예측된 네트워크 대역폭에 가장 적합한 SVC 계층을 선택하여 전송한다.



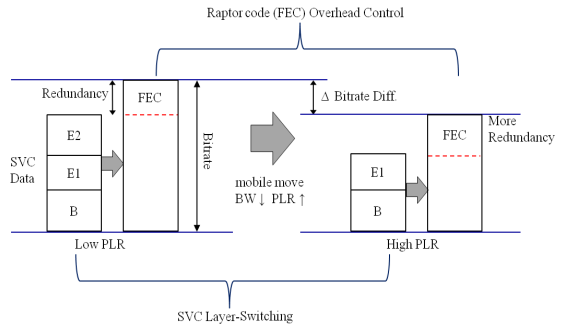
[그림 5] 통합된 피드백 패킷 헤더

홈 게임 서버가 복수개의 단말에서 발생한 네트워크 피드백 정보를 가지고 통합된 피드백 패킷을

만들 때는 지나친 지연 시간을 막기 위해 최대 시간 허용치(Time Interval)가 필요하다. 이 허용치 값은 게임의 특성에 따라 달라질 수 있는데, 예를 들면, 체스 게임의 경우와 슈팅 게임의 경우 서로 다른 값이 적용될 수 있다. 따라서 홈 게임 서버에서는 미리 책정된 표를 이용하여 통합된 피드백 패킷을 만든다. 본 연구에서는 이와 관련된 실험을 따로 진행하지 않고, UCSD의 Sujit Dey 교수팀의 연구 통계 값을 사용하였다[11].

[그림 6]은 앞에서 설명된 적응적 영상 추출 및 오류 보호 기술의 개념도이다. 이 그림은 사용자가 패킷 손실율이 적고 대역폭이 높은 위치에서 패킷 손실율이 높고 대역폭은 낮은 위치(무선랜 액세스 포인트(Access Point)로 부터 먼 위치)로 옮긴 상황을 보여준다. 이 때, 서버는 전송할 SVC의 계층(화질)을 낮추고 랩터 코드의 오버헤드를 올림으로써 사용자의 게임 영상 품질을 올린다. 이는 기본적으로 영상 패킷 손실이 가져오는 영상 품질의 저하가 매우 크기 때문에, 차라리 미리 영상의 품질을 조금 낮추고, 대신 오류 보호를 강하게 하는 것이 더 좋은 화질을 보장하기 때문이다.

이 기술은 기본적으로 적응적 SVC 스트리밍 기술에 기반하고 있기 때문에 자세한 알고리즘은 참고문헌[12]를 통해 볼 수 있다. 손실된 비디오 패킷은 영상 코딩 기술에서 오류 확산(Error Propagation)을 통해 여러 프레임의 비디오 화질을 낮추게 되기 때문에, 제안하는 기술과 같이 네트워크 대역폭에 적응적인 영상 추출 및 오류 보호 기술은 매우 중요하다. 이는 결과적으로 주어진 대역폭을 최대한 활용하여 게임 영상의 품질을 향상시킨다.



[그림 6] 제안하는 네트워크 적응적 이동성 지원: 적응적 영상 추출 및 오류 보호 기술

3. 성능 평가

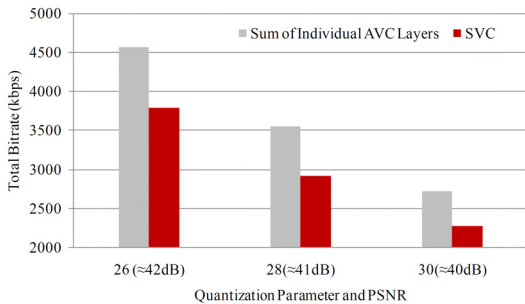
본 절에서는 N-스크린 게임을 지원하기 위한 영상 압축 코덱 기술간의 성능을 비교 한다. 2절에서 설명한 바와 같이 SVC 기술은 AVC기술의 확장된 형태로 복수개의 다양한 단말을 지원하는데 적합하다.

[그림 7]은 비디오 화질별로 3개의 HD(High Definition), SD(Standard Definition), and LD(Low Definition) 해상도를 갖는 게임 단말을 지원하기 위해 H.264 AVC 기술과 SVC 기술간의 필요한 비트율을 보여준다. 이 때 사용된 테스트 영상은 영상 기술 표준 실험에 사용되는 Sun Flower 이다. 비디오 화질의 객관적 측정 단위로 널리 쓰이는 PSNR(Peak Signal Noise Ratio)을 통해 평가한 결과, 42 dB의 화질(매우 좋은 화질로 인식됨)을 가지는 영상을 전송하기 위해서는 AVC 기술은 약 4.5 Mbps, SVC은 3.8 Mbps가 필요했다. 이 때 AVC의 숫자는 세계의 서로 다른 해상도를 갖는 단말을 위한 필요 비트율의 합이다. 세부적인 실험 조건에 따라 조금씩 결과가 바뀔 수는 있겠지만, 실험된 조건에서 SVC는 AVC보다 평균적으로 약 28%~36% 적은 비트율 요구사항을 보였다. 이는 게임 서버의 운용에 있어서 필요 저장 공간을 줄이는 매우 큰 장점을 가질 뿐 아니라 트랜스 코딩에 비해 현저히 낮은 서버 연산량을

가지고, 코어 네트워크의 대역폭 사용 또한 줄여줄 수 있다.

다음으로, 실제 게임 영상을 게임 서버에서 SVC 기술로 인코딩하여 이 기술이 지원할 수 있는 해상도별, 화질별, 프레임율별 비트율을 측정하였다. 이 실험을 위해 H.264 SVC의 표준 레퍼런스 도구인 JSVM(Joint Scalable Video Model) 버전 9.19가 사용되었다. 720p(1280x720 해상도)의 체스(Cheese) 게임 영상은 3개의 화면크기 계층(320x180, 640x360, 1280x720), 5개의 프레임율 계층(1.875, 3.75, 7.5, 15, 30 fps)으로 인코딩 되었다. 영상의 인코딩 옵션으로는 GOP(Group of Picture) 16, 인트라 영상 주기(Intra Period) 32, IDR(Instantaneous Decoder Refresh) 96의 값이 사용되었다.

본 논문은 객관적 화질 측정 단위인 PSNR 값을 걷기 위해, 작은 사이즈의 화면 영상은 720p로 업스케일링(Up-scaling) 시켰고, 낮은 프레임율을 갖는 영상은 구현된 프레임 복사(Frame Copy) 기술을 써서 본래의 30 fps로 맞추는 후 측정하였다.



[그림 7] 3개의 게임 단말을 위한 SVC와 AVC간의 필요 비트율 비교

[표 1]은 [그림 7]에서 보이는 온라인 체스 게임에 필요한 비트율과 화질을 보인다. 체스 게임은 그 움직임이 매우 활발한 영상이 아니기 때문에 표에서 보는 바와 같이 높은 화질에서도 낮은 비트율을 보였다. 따라서 3개의 서로 다른 게임 단말을 1Mbps 이하의 비트율로도 고품질 지원이 가능했다.

[표 1] H.264 SVC를 이용하여 인코딩/디코딩 된 영상의 비트율 및 화질

Resolution	Frame rate (fps)	Bitrate (kbps)	Y-PSNR (dB)
320x180	1.875	73	-
	3.75	75	-
	7.5	76	-
	15	77	28.65
	30	79	28.65
640x360	1.875	282	-
	3.75	286	-
	7.5	289	-
	15	292	34.82
	30	297	34.83
1280x720	1.875	767	-
	3.75	778	-
	7.5	787	-
	15	794	46.18
	30	805	46.21

실험 결과를 보면, SVC는 15개의 서로 다른 화면 크기 및 프레임율을 가진 계층 정보를 하나의 비트스트림에 담을 수 있었다. 만일, 대역폭이 1 Mbps에서 500 Kbps 정도로 감소된다면, 트랜스코딩을 사용하지 않는 AVC 기술은 많은 오류로 인한 큰 화질 저하를 가져올 수 있겠지만, 제안하는 시스템은 720p(1280x720)의 영상을 360p(640x360)의 영상으로 전환함으로써 상대적으로 적절한 화질(34.83 dB)을 유지할 수 있다. 또한, 움직임이 좀 더 많은 게임 영상이라면 SVC 기술을 이용한 화질 향상 효과가 더욱 더 클 것이다.

본 논문은 클라우드 환경에서의 N-스크린 게임 시스템의 전체적인 구조와 원리를 설명하므로, 이러한 무선망에서의 패킷 손실 상황에서의 랩터 코드를 사용한 영상 코덱간 비교 실험을 자세히 다루지는 않았으나, 저자의 이전 연구[11]에서 제안하는 기술이 약 2.5 dB ~ 3 dB 정도의 화질 향상을 가져올 수 있음을 보였다. 또한, 구현된 랩터 코드를 이용하여 인코딩/디코딩 시간을 측정하였을 때, 720p HD 영상의 경우 1 프레임당 각각 3 ms였다. 따라서 100ms 이내의 지연 시간을 가지도록 권유하는 JCTVC의 클라우드 컴퓨팅 기반 온라인 비디오 게임 요구사항을 맞추는데 문제가 없었다.

[그림 8]은 실제로 구현된 SVC 게임 단말을 통한 게임 화면 전송을 캡처한 것이다. 보는 바와 같

이 하나의 비디오 영상 파일을 통해 서로 다른 크기를 가진 게임 단말 3개(PC, 랩탑, PDA)를 지원할 수 있었고, 네트워크 상황에 따라 적응적 영상 추출 및 오류 보호를 통해 화질 향상이 가능했다.



[그림 8] 전송된 N-스크린 게임 영상

4. 결 론

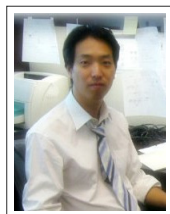
본 논문은 클라우드 컴퓨팅 환경의 N-스크린 게임에 적합한 새로운 게임 영상 전송 시스템을 제안한다. 서비스 시나리오는 클라우드 서버가 사용자의 피드백을 기반으로 게임 영상을 생성하여

가정 내의 게임 서버를 통해 다수의 게임 단말로 전달하는 것이다. 하지만, (1) 서로 다른 화면 크기를 가지는 N-스크린을 위한 게임 영상을 생성 및 전송하는 것과 (2) 패킷 손실이 발생할 수 있는 무선 랜에서 게임 사용자의 이동성을 지원하는 것은 쉽지 않다. 따라서 본 논문은 스케일러블 비디오 코딩(SVC) 기술과 랩터 코드를 사용한 네트워크 적응적 영상 추출 및 전송 기술을 제안하고 구현하였다. 본 논문은 시뮬레이션과 온라인 게임 영상 전송 실험을 통해, 제안된 시스템이 클라우드 기반의 N-스크린 환경에서 효과적임을 보여준다. 제안하는 게임 시스템은 가정 내의 홈 게임 서버에 해당하므로 향후 서버 기능이 있는 게임 콘솔 및 스마트 TV를 비롯한 홈 엔터테인먼트 환경의 셋톱 박스에 적용될 수 있다. 향후 연구로는 제안하는 기술이 영상의 움직임 정도가 다른 여러 장르의 게임에 적용되었을 때의 정량적, 정성적 화질 향상 평가를 계획하고 있다.

참고문헌

- [1] 한국콘텐츠진흥원, “2010 대한민국 게임백서”, 2010.
- [2] “Draft use cases for the scalable enhancement of HEVC”, JCT-VC Document M 23514, February, 2012.
- [3] 임충규, 김성수, 김경일, 원종호, 박창준, “클라우드 컴퓨팅 기반의 게임 스트리밍 기술 동향”, 전자통신동향분석 제26권 제1호, 2011.
- [4] OnLive. OnLive. OnLive. [Online] OnLive. [Cited: Nov. 30, 2010.] www.onlive.com.
- [5] Rich Brown and Dan. Ackerman, “Hands-on with OnLive: Is this the future of PC gaming?”, www.cnet.com. [Online] June 28, 2010.
- [6] Gaikai Inc. Gaikai. Gaikai. [Online] 2010. [Cited: Nov. 30, 2010.] www.gaikai.com.
- [7] Y. Tzruya et al., “Games@Large—a new platform for ubiquitous gaming and multimedia”, Broadband Europe Conference 2006, Geneva, Switzerland, 2006.

- [8] A. Shokrollahi, "Raptor Codes," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 52, no. 6, pp. 2551-2567, 2006.
- [9] U. Demir and O. Aktas, "Raptor versus Reed Solomon Forward Error Correction Codes," in Proc. Int Computer Networks Symp, pp. 264-269, 2006.
- [10] "Open SVC decoder project." [Online]. Available: <http://opensvcdecoder.sourceforge.net>
- [11] Shaoxuan Wang and Sujit Dey, "Modeling and Characterizing User Experience in a Cloud Server Based Mobile Gaming Approach", GLOBECOM'09 Proceedings of the 28th IEEE conference on Global telecommunications, pp. 4231-4237, 2009.
- [12] E.-S. Ryu, N. Jayant, "Home Gateway for Three-Screen TV Using H.264 SVC and Raptor FEC", IEEE Transactions on Consumer Electronics (TCE), Vol. 57, No. 4, Nov. 2011.



류 은 석 (Ryu, Eun-Seok)

2008년 고려대학교 컴퓨터학과 이학박사
2008년 고려대학교 정보통신기술연구소 연구교수
2008-2010년 조지아공대 전자공학과 박사후과정
(Georgia Tech, Postdoctoral research fellow)
2011년-현재 InterDigital, CTO office, Staff engineer

관심분야 : 비디오 코딩 및 무선 전송



강 신 진 (Kang, Shin Jin)

2011년 고려대학교 정보통신대학 컴퓨터학과 이학박사
2003년-2006년 소니 컴퓨터 엔터테인먼트 코리아
(Sony Computer Entertainment Korea)
2006년-2008년 엔씨소프트
2008년-현재 홍익대학교 게임학부, 조교수

관심분야 : 게임 기획, 컴퓨터 그래픽스, 데이터 마이닝
