

모바일 클라우드에서 상황인지 콘텐츠 전송 QoS 프레임워크 연구

허림, Md. Golam Rabiul Alam, 홍충선
경희대학교 컴퓨터공학과
{rhaw, robi, cshong}@khu.ac.kr

Context-Aware Content Delivery Framework for QoS in Mobile Cloud

Rim Haw, Md. Golam Rabiul Alam, and Choong Seon Hong
Department of Computer Engineering, Kyung Hee University

요약

이동 단말 성능의 향상과 네트워크 인프라 보급의 확산으로 인해, 다양한 종류의 PC기반 콘텐츠 전송 서비스들이 클라우드를 통해 이동 단말에 서비스되기 시작하였다. 본 논문에서는 기존의 콘텐츠 전송 QoS를 보다 향상시키기 위해 모바일 클라우드 환경에 SDN과 CCN의 기법을 적용한 프레임워크를 제안한다. 아울러, 콘텐츠 전송 시 사용자의 네트워크 상태, 서비스의 종류 등을 인지하여 최적화된 서비스를 제공하기 위해 강화학습 기능을 통한 상황인지 기반 콘텐츠 전송 기법을 제안한다. 본 논문에서 제안한 기법을 통해, 상황에 맞는 콘텐츠 전송 기법을 제공하여 콘텐츠 전송 QoS를 보장할 수 있다.

1. 서론

최근 스마트폰과 태블릿 PC 등의 스마트기기 보급의 확산과 3G나 LTE와 같은 네트워크 인프라스트럭처 보급의 확산, 그리고 클라우드 컴퓨팅과 같은 기술의 발전으로 인해, 이동 단말 사용자들은 자신의 이동 단말을 통해, 비디오 스트리밍 서비스 및 콘텐츠 다운로드 서비스 등의 다양한 서비스를 사용하고 있다. 또한 최근 이동 단말 성능의 향상은 PC에서 사용하던 서비스 및 동작을 이동 단말에서 이용하고자 하는 이동 단말 사용자의 요구사항의 증가를 가져왔다. 이러한 사용자의 요구사항을 만족시키기 위해 모바일 클라우드가 등장하였다.

모바일 클라우드 [1]는 이동 단말의 제한적인 성능을 극복할 수 있는 컴퓨팅 환경을 제공하며, 데이터 저장 및 공유, 스트리밍 서비스, 소프트웨어 이용 등의 서비스를 제공할 수 있다. 또한 모바일 클라우드를 통해 개인 PC에서 사용하던 서비스가 이동 단말기에서도 가능해짐에 따라, 다양한 서비스들을 이동 단말에 최적화시키기 위한 연구가 활발히 진행 중이다.

본 논문에서는 모바일 클라우드에서 콘텐츠 전송 시 기존의 서비스에서 발생할 수 있는 콘텐츠 전송 지연과 네트워크 내부의 오버헤드를 줄여 QoS를 보장하는 콘텐츠 전송을 위한 모바일 클라우드 프레임워크를 제안한다. 본 논문에서 제안한 모바일 클라우드 프레임워크는 네트워크의 상태, 같은 콘텐츠에 대한 요청 빈도, 서비스의 종류에 따라 알맞은 콘텐츠 전송방법을 자율적으로 제공하기 위해 강화학습 (Reinforcement Learning) [2] 기반의 상황인지 기법을 제안하였다. 아울러 이동 단말이 이동시 Control Plane을 감소시키고, 서버로의 콘텐츠 재전송을 위한 요청 메시지 전달로 인해 발생할 수 있는 내부부하를 감소시키기 위해 SDN (Software Defined

Networking) [3] 및 CCN (Content Centric Networking) [3] 기법을 고려하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련연구에 대해 설명하고, 3장에서 본 논문에서 제안한 모바일 클라우드 프레임워크에 대해 설명한다. 4장에서 제안한 프레임워크의 성능평가를 하고 마지막으로 5장에서 결론과 향후 연구에 대해 논하도록 한다.

2. 관련 연구

2.1 모바일 클라우드에서 콘텐츠 전송 QoS를 보장하기 위한 강화학습 기반 콘텐츠 전송 프레임워크 연구

기존의 모바일 클라우드 내부에서는 이동 단말이 다른 AP나 eNB로 이동한 후 콘텐츠를 전송받기 위해 다시 서버에 콘텐츠를 요청하고 경로를 재설정하는 Control Plane을 수행하여야 한다. Control Plane 재설정시 발생하는 메시지를 줄이고, 같은 콘텐츠를 재전송하는 문제를 해결하기 위해, [3]에서는 SDN기법과 CCN의 기법을 적용시키고, 콘텐츠 요청 빈도수와 서비스 전송 방법을 고려한 콘텐츠 전송을 위해 강화학습을 이용하는 프레임워크를 제안하였다. [3]에서 제안한 프레임워크는 이동 단말이 콘텐츠를 전송 받는 도중, 이동하게 되더라도, 콘텐츠 재전송을 위한 Control Plane 메시지를 감소시키고, 네트워크 내부의 콘텐츠 복사 문제를 해결하면서, 전송 QoS를 보장하였다. 또한, [3]에서 제안한 콘텐츠 전송 프레임워크에서는 최적의 콘텐츠 전송을 위해 콘텐츠 요청 빈도수 증가와 네트워크 throughput, 오버헤드를 고려한 강화학습 방법을 사용하였다. 하지만, 클라우드를 통해 제공되는 서비스는 더욱 다양화될 전망이며, 다양한 서비스를 지원하기 위해서는 서비스의 종류와 서비스 사용량 등, 좀 더 다양한 상황에 맞는 콘텐츠 전송 방법이 필요하다. 본 논문에서는 [3]에서 제안한 프레임워크에 상황인지 기능을 강화시켜 다양한 서비스를 지원하기 위한 프레임워크를 제안하고자 한다.

2.2 강화학습 (Reinforcement Learning)

강화학습은 에이전트가 어떤 행위를 선택하여 얻게되

본 연구는 미래창조과학부가 지원한 2014년 정보통신/방송(ICT) 연구개발사업의 연구결과로 수행되었음. *Dr. CS Hong is the corresponding author.

는 시행착오를 통해 주어진 환경(state)를 학습하고, 정해진 정책에 따라 행동(action)을 결정하고 실행한다. 행동에 따라 얻게 되는 보상(reward)을 기초로 행동정책을 수정해가면서 학습하는 기계학습의 일종이다.

3. 제안사항

그림 1은 본 논문에서 제안하는 상황인지 콘텐츠 전송 프레임워크를 나타낸다. 그림 1의 Learning Engine (LE)에서는 QoS를 보장하는 콘텐츠 전송을 위해 네트워크 오버헤드, 네트워크 throughput, 콘텐츠 전송시간뿐만 아니라, 서비스의 종류, 사용하고 있는 네트워크의 성능 등을 고려하여 최적화된 콘텐츠 전송 방법을 선택한다. 사용자가 사용하는 서비스의 정보는 SDN Agent를 통해 Service Analyzer로 수집되고, 수집된 서비스 정보는 LE에 전달되어 활용된다. 본 논문에서 사용자가 사용하는 콘텐츠 서비스는 TCP/IP 전송을 사용하였을 때 더 좋은 효율을 가지는 Non-Content Service (SMS, e-mail etc)와 CCN 콘텐츠 전송 기법을 사용하였을 때 더 좋은 전송 효율을 가지는 Content Service (동영상 스트리밍, 큰 데이터 전송 등)으로 구분하였고, 콘텐츠 전송을 위해 사용되는 액세스 네트워크의 종류는 LTE와 WiFi로 두었다.

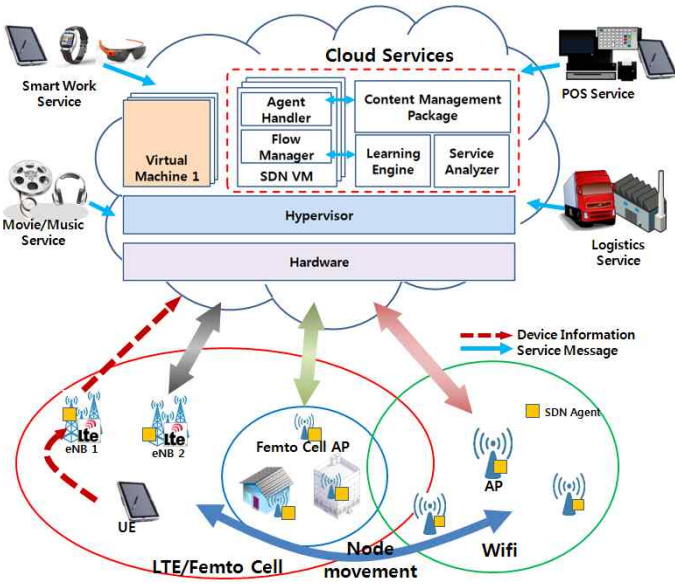


그림 1 상황인지 콘텐츠 전송 프레임워크

$$\begin{aligned}
 S &= \{U_{TCP/IP}, U_{CCN}\} \\
 A &= \{D_{TCP/IP}, D_{CCN}, NOP\} \\
 R &= \frac{H}{H_{SLA}} + \frac{T_{SLA}}{T} + \frac{O_{th}}{O} + \frac{AN_{SLA}}{AN} + R_{srv} - P \\
 P &= P_{rqst} + P_{dl} + P_{ovhd} + P_{AN} + C_{srv} \\
 R_{srv} &= P(TCP|NCS) + P(CCN|CS) \\
 C_{srv} &= \begin{cases} 1 - R_{srv} & ; \text{If } R_{srv} \leq 1 \\ 0 & ; \text{Otherwise} \end{cases} \\
 Q(s_t, a_t) &\leftarrow Q(s_t, a_t) + \\
 &\alpha [r + \gamma Q(s_{t+1}, a_{t+1}) - Q(s_t, a_t)] \quad (2)
 \end{aligned}$$

식 (1)은 Learning Engine 안에서 강화학습 문제를 해결하기 위해 정의된 상태(S), 동작(A) 집합, 보상(R)을 나타낸다. 행동에 대한 보상은 각각의 요인에 의해 보상값과 패널티값으로 결정된다. 본 논문에서 제안한 프레임워크는 학습도중 최적의 policy $Q^*(s,a)$ 와 최대한 가까운 Q값을 찾기 위해 $Q(s,a)$ 를 갱신한다. $Q(s,a)$ 를 갱신하기 위해 식 (2)를 사용한다. 갱신된 Q값을 사용해 제안한 프레임워크는 상황을 인지하여 최적화된 콘텐츠 전송 기법을 제공한다.

4. 성능분석

본 논문에서 제안한 프레임워크의 성능분석을 위해 그림 2와 같은 시뮬레이션 결과를 얻었다.

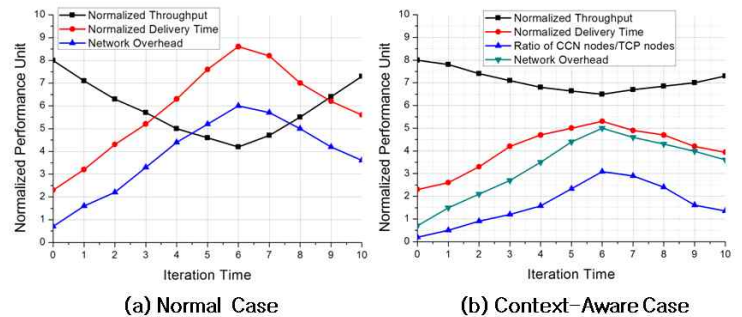


그림 2 상황인지 콘텐츠 전송 프레임워크 성능 비교

그림 2의 성능비교 그래프에서 알 수 있듯이, 상황인지 프레임워크에서 throughput이 증가하고 전달 지연, 오버헤드가 감소하는 것을 확인할 수 있다.

5. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 콘텐츠 전송 QoS를 보장하기 위해 강화학습기반 상황인지를 통한 콘텐츠 전송 프레임워크를 제안하였다. 제안한 프레임워크는 학습의 결과를 통해 자율적으로 콘텐츠 전송에 맞는 전송방법을 선택하여 콘텐츠를 전송할 수 있다. 향후 연구로, 콘텐츠 전송에 영향을 미치는 더 많은 요인들을 강화학습에 적용시키는 것과 실제 클라우드 환경에서 시뮬레이션을 진행하여 자세한 성능분석을 하는 것으로 한다.

6. 참고문헌

- [1] Md. Golam Rabiul Alam, Eung Jun Cho, Eui-Nam Huh, Choong Seon Hong, "Cloud Based Mental State Monitoring System for Suicide Risk Reconnaissance Using Wearable Bio-sensors", ACM IMCOM 2014, Jan 9-12, 2014.
- [2] Xiangping Bu, Jia Rao, Cheng-Zhong Xu, "Coordinated Self-Configuration of Virtual Machines and Appliances Using a Model-Free Learning Approach", IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, Vol 24, pp681-690, April 2013.
- [3] 허림, Md. Golam Rabiul Alam, 홍충선, "모바일 클라우드에서 콘텐츠 전송 QoS를 보장하기 위한 강화학습기반 콘텐츠 전송 프레임워크 연구", 2014 통신망 운용관리 학술대회, 2014년 5월