

# 고급 컴퓨팅 응용 서비스를 위한 모바일 클라우드 시스템 연구

김우중\*, 윤찬현\*

\*한국과학기술원 전기및전자공학과

e-mail : {w.j.kim, chyoun}@kaist.ac.kr

## A study on mobile cloud system for advanced computing application

Woo-Joong Kim\*, Chan-Hyun Youn\*

\*Dept. of Electrical Engineering, KAIST

### 요 약

본 논문에선 모바일 클라우드 컴퓨팅을 실현하는 기존의 모바일 클라우드 시스템들을 설명한다. 특히 고급 컴퓨팅 응용 서비스를 제공하는 기존의 모바일 클라우드 시스템들을 서술하고 이런 시스템이 고급 컴퓨팅 응용 서비스를 제공하는데 있어 고려하지 않은 문제점과 추가적으로 해결해야 하는 이슈를 제시한다.

### 1. 서론

클라우드 컴퓨팅 기술은 새로운 컴퓨팅 모델로 컴퓨팅, 네트워크, 스토리지 자원과 같은 인프라 자원을 인터넷을 통해 사용자가 필요한 만큼 제공할 수 있는 기술이다. 사용자는 자신이 원하는 때에 자원을 빌리고 필요한 시간만큼만 사용한 후 그 시간에 해당하는 만큼만 사용료를 지불할 수 있다. 이러한 scalability 하고 pay-for-use 한 클라우드 컴퓨팅의 특성은 기존 컴퓨팅 기반 분야들에 원하는 성능을 유지하면서 비용을 감소할 수 있는 기회가 되고 있다. 그리고 실제 클라우드 컴퓨팅 기술을 이용해 위와 같은 이득을 얻은 많은 연구가 존재한다. 본 논문에선 모바일 환경에 클라우드 컴퓨팅 기술을 적용한 연구에 대해서 서술한다.

모바일 디바이스가 많은 사람들에게 확산되고 모바일 기술이 발전하면서 모바일 환경에서 자원에 대한 수요가 증가하고 있다. 그에 반해 제한된 모바일 디바이스의 컴퓨팅 성능은 이런 수요를 충족시키지 못하고 있다. 이에 대한 해결책으로 클라우드 컴퓨팅을 모바일 환경에 적용한 모바일 클라우드 컴퓨팅이 제시된다. 모바일 클라우드 컴퓨팅은 제한된 모바일 디바이스의 성능을 극복하고 모바일 환경에서도 high-performance computing application 을 수용 가능하도록 하는 기술로 제시된다.

본 논문에선 이런 모바일 클라우드 컴퓨팅을 실현하는 기존의 모바일 클라우드 시스템들을 설명한다. 특히 고급 컴퓨팅 응용 서비스를 제공하는 기존의 모바일 클라우드 시스템들을 서술하고 이런 시스템이 고급 컴퓨팅 응용 서비스를 제공하는데 있어 고려하지 않은 문제점과 추가적으로 해결해야 하는 이슈를 제시한다.

### 2. 모바일 클라우드 시스템

모바일 클라우드 시스템을 설명하기 이전에 많은 기관들에서 정의하고 있는 모바일 클라우드 컴퓨팅에 대한 정의를 서술한다.

Mobile Cloud Computing Forum[1]은 다음과 같이 모바일 클라우드 컴퓨팅을 정의하고 있다.

‘모바일 클라우드 컴퓨팅은 모바일 디바이스 밖에서 데이터 스토리지가 있고 데이터 프로세싱이 일어나는 인프라로 정의한다. 모바일 클라우드 어플리케이션은 컴퓨팅 파워와 데이터 스토리지를 모바일 디바이스에서 클라우드로 이동시킨다.’

AEPONA[2]는 수행해야 하는 데이터 스토리지와 데이터 프로세싱을 모바일 디바이스에서 풍부한 컴퓨팅과 스토리지 자원을 가진 클라우드로 이동시키는 새로운 패러다임으로서 정의한다. 이 때 모바일 디바이스는 thin client 또는 partial thin client 로서 동작하고 클라우드에서 수행된 결과만 받는다.

위와 같이 정의된 모바일 클라우드 컴퓨팅을 통해 제한된 모바일 디바이스의 성능을 극복하고 모바일 환경에서도 증강현실 또는 고급 그래픽 렌더링 응용과 같은 high-performance computing application 을 수용 가능하다.

이런 모바일 클라우드 컴퓨팅을 실현하기 위해선 크게 두 가지 방법이 존재한다.

첫 번째 방법은 모바일 디바이스의 운영 체제 시스템에 오프로딩 모듈을 포팅해 모바일 디바이스가 수행하는 job 의 일부분, 특히 computing-intensive job 을 클라우드 자원에 오프로딩하는 방법이다. 이 방법에 대한 기존 연구들엔 MAUI[3], CloneCloud[4], Mirroring[5], Phone2Cloud[6]들을 들 수 있다. 하지만 이 방법은 응용 수행의 주체가 모바일 디바이스이기

때문에 Offloading Decision 에 있어 필요한 다양한 기능을 수행하는 모듈(e.g. Local Execution Manager, Execution Time Predictor, Resource Monitor, Offloading Decision Engine, Bandwidth Monitor Offloading Proxy [6]) 이 동작한다. 이러한 모듈들은 모바일 운영체제 시스템을 수정해서 추가 되기 때문에 현존하는 다양한 모바일 플랫폼에 간단히 적용하는데 한계가 있으며 모듈들로 인해 발생하는 추가적인 프로세스 때문에 Time Delay 와 Energy Consumption 을 발생시킨다. 그렇기 때문에 본 논문에선 이 두 번째 방법에 초점을 맞춘다.

두 번째 방법은 사용자의 모바일 디바이스와 클라우드 사이에 존재하면서 특정 모바일 서비스를 제공하는 미들웨어 시스템을 사용하는 방법이다. 사용자는 모바일 디바이스를 통해 해당 미들웨어 시스템에 해당 모바일 서비스를 요청만하고 미들웨어 시스템이 클라우드를 이용해 수행한 결과를 받기만 한다.

기존 미들웨어 형태의 모바일 클라우드 시스템들은 mobile business, mobile commerce, mobile learning, mobile healthcare 등등의 다양한 응용들을 제공하고 있다 [7,8,9,10]. 특히, MobiCloud[7]은 secure mobile cloud computing framework 으로 모바일 디바이스에서 발생하는 데이터에 대해 클라우드 자원을 이용해 암호화 서비스를 제공한다.

### 3. 고급 컴퓨팅 응용 서비스를 위한 모바일 클라우드 시스템

Scientific application 과 같은 고급 컴퓨팅 응용 서비스는 computing-intensive 하고 시간이 오래 걸려 클러스터 급의 대규모 자원을 사용한다. 그렇기 때문에 job 을 수행하는데 있어 deadline 이나 budget 같은 사용자의 요구사항을 잘 만족시키면서 비용측면에서 효율적으로 자원을 사용하는 것이 중요하다. 앞서 언급한 기존 모바일 클라우드 시스템들은 대개 클러스터 단위의 자원이 필요하지 않은 mobile application 을 대상으로 하고 있다.

고급 컴퓨팅 응용 서비스를 제공하는 모바일 클라우드 기존 시스템은 대표적으로 Y, Jinhui. et al[11]가 제안한 Bioinformatic Research 를 위한 모바일 클라우드 프레임워크를 들 수 있다. 이 시스템은 모바일 디바이스를 통해 genome bioinformatics 관련 실험을 위한 researcher 간에 협업을 지원하고 실험을 위한 scientific workflow 를 구성 및 실행할 수 있는 서비스를 제공한다. 하지만 이 시스템은 모바일 클라우드 환경에서 scientific application 을 제공하기 위한 service repository, service composition, service execution, user interface 와 같은 기본적인 기능만을 제공하고 있고 위에서 언급한 사용자의 요구사항이나 자원의 효율적인 사용에 대해서 고려하고 있지 않다.

기존 모바일 클라우드 시스템은 고급 컴퓨팅 응용 서비스를 제공하는데 필수적인 유저의 요구사항에 적응적인 자원사용과 성능 보장이 불가능하고 정적인 자원 사용을 하고 있다.

### 4. 결론

기존의 모바일 클라우드 시스템은 앞서 언급했듯이 정적인 자원 사용을 하고 있기 때문에 아직 scientific application 과 같은 고급 컴퓨팅 응용 서비스를 제공하는데 부적합하다.

또, 기존 모바일 클라우드 시스템들은 클라우드로부터 수행된 결과 데이터를 유저의 모바일 디바이스가 직접 받아야 하는 구조이기 때문에 대규모의 결과 데이터가 전송되는 고급 컴퓨팅 응용 서비스를 제공하는데 부적합하다. 이런 형태의 구조는 네트워크 자원과 배터리 용량이 제한적인 모바일 디바이스에겐 치명적인 성능 저하를 보이게 된다. 더구나 scientific application 의 경우 operation 에서 나타나는 데이터의 양이 GB 단위 이기 때문에 이런 데이터를 모바일 디바이스가 직접 받는다면 엄청난 시간과 전력이 소모되어 현실적으로 이용이 불가능하다.

### 감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 '범부처 Giga KOREA 사업'의 일환으로 수행하였음. [GK13P0100, Giga Media 기반 Tele-experience 서비스 SW 플랫폼 기술 개발]

이 논문은 2012 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단-클라우드 Collaboration 기술 사업과 BK21 사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2012-0006425)

### 참고문헌

- [1] Mobile computing forum.  
<http://www.mobilecloudcomputingforum.com>
- [2]White Paper. Mobile Cloud Computing Solution Brief. AEPONA, 2010.
- [3]Cuervo E, Balasubramanian A, Dae-ki C, et al. MAUI: making smartphones last longer with code offload, In Proceedings of the 8th International Conference on Mobile systems, applications, and services, 2010; 49–62.
- [4]Chun BG, Ihm S, Maniatis P, Naik M, Patti A. CloneCloud: elastic execution between mobile device and cloud, In Proceedings of the 6th conference on Computer systems (EuroSys), 2011; 301–314.
- [5]B. Zao, Z. Xu, C. Chi, S. Zhu, G. Cao “Mirroring Smartphones for Good: A Feasibility Study” ZTE Communications Volume:9: No:1 pp:13-18 March 2011.
- [6]Xia, Feng, et al. "Phone2Cloud: Exploiting computation offloading for energy saving on smartphones in mobile cloud computing." Information Systems Frontiers (2013): 1-17.
- [7]D. Huang, X. Zhang, M. Kang, and J. Luo, “Mobicloud: A secure mobile cloud framework for pervasive mobile computing and communication,”

- in Proceedings of 5th IEEE International Symposium on Service-Oriented System Engineering, 2010.
- [8]Yang X, Pan T, Shen J. On 3G mobile e-commerce platform based on cloud computing, 2010; 198–201.
- [9]Gao H, Zhai Y. System design of cloud computing based on mobile learning, In Proceedings of the 3rd International Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling (KAM), 2010; 293–242.
- [10]Doukas C, Pliakas T, Maglogiannis I. Mobile healthcare information management unitizing cloud computing and Android OS, In Annual International Conference of the IEEE on Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2010; 1037–1040.
- [11]Yao, Jinhui, et al. "Facilitating Bioinformatic Research with Mobile Cloud."CLOUD COMPUTING 2011, The Second International Conference on Cloud Computing, GRIDs, and Virtualization. 2011.