

# MSS: 효율적 동기화를 위한 CaaS 서비스

박민균, 이재유, 김수동  
승실대학교 컴퓨터학과

e-mail : {parkmingyun1, jaeyoo1981, sdkim777}@gmail.com

## MSS: CaaS Service For Effective Synchronization

Min Gyun Park, Jae Yoo Lee and Soo Dong Kim  
Dept. of Computer Science, Soongsil University

### 요 약

다양한 스마트 디바이스의 보급으로 높은 이동성을 기반으로 한 무선 인터넷 환경에서의 클라우드 동기화 서비스 이용이 보편화되고 있다. 그러나 클라우드 서비스의 동기화 기법은 갱신된 정보를 보유한 디바이스가 서비스로 갱신정보 및 데이터를 전달하고, 서비스를 중심으로 등록된 각 디바이스로 다시 한번 전달하는 2 단계이루어지기 때문에 효율적인 동기화 성능을 제공하기 어렵다. 그러므로 본 논문에서는 등록된 모든 디바이스 간의 동기화를 제공하기 위한 재사용성 이 높은 CaaS(Component as a Service)를 기반으로 멀티 디바이스 동기화(Multi Device Synchronization Service, MSS) 설계하고, 사용자 디바이스의 컨텍스트에 따른 효율적인 동기화 기법을 위한 택틱(Tactic)을 제안한다.

### 1. 서론

스마트 폰과 스마트 태블릿 등의 다양한 스마트 디바이스의 보급으로 사용자는 하나 이상의 스마트 디바이스를 보유하고, 클라우드 서비스를 통하여 모든 스마트 디바이스에서 동기화된 데이터 및 기능을 이용 가능하다[1]. 그러나 스마트 디바이스의 높은 이동성으로 인하여 스마트 디바이스에 연결된 네트워크가 고정적이지 못하고, 무선 인터넷의 특성상 유선 인터넷에 비해 불안정성이 높다[2]. 스마트 디바이스에 연결된 네트워크에 대한 낮은 신뢰성으로 클라우드 서비스의 실시간 동기화에 대한 효율성을 보장하기 어렵다. 또한, 집과 학교, 회사 등의 이기종 스마트 디바이스를 연결하는 네트워크 내에서는 클라우드 서비스를 이용하는 2 단계적인 동기화 방식은 효율적이지 못하다. 그러므로 각 디바이스의 현재 컨텍스트를 기반으로 효과적인 방식을 선택해야 한다. 본 논문에서는 스마트 디바이스의 컨텍스트를 기반으로 상황에 따른 효율적인 동기화 기법을 제공하는 MSS 클라우드 서비스를 제안한다. 3 장에서는 MSS 클라우드 서비스를 구성하고 있는 MSS Agent 와 MSS Server 의 기능을 명세하고, 4 장에서는 제안된 MSS 클라우드 서비스의 상황에 따른 프로세스와 MSS 가 제공하는 효율적인 동기화 기법을 위한 택틱을 제안한다. 5 장에서는 제안된 동기화 서비스를 적용한 실험 및 결과를 통해 본 논문에서 제안하는 동기화 기법 및 택틱의 실용성을 검증한다.

### 2. 관련 연구

Uppoor 의 연구에서는 클라우드 기반에서의 멀티 디바이스간 파일 시스템 계층들을 분산 처리하는 동기화 방식 제안 한다 [2]. 그리고 동기화 파일의 메타 데이터를 식별하여 디바이스간의 Master-replica 방식으로 Peer to Peer 서비스 방식과 클라우드 서비스를 접목시켜 구조를 비용, 보안 등을 고려한 기법을 제안한다.

Ardissono 의 연구에서는 클라우드 서비스를 개인화하여 사용자 중심의 개인 클라우드 서비스 통합 환경의 개인 클라우드 플랫폼을 제안 한다[4]. 어플리케이션마다 분리된 클라우드 서비스를 통합하여, 공유하는 콘텐츠와 서비스를 동기화 하는 기법을 제안한다.

현재까지 진행된 효율적으로 동기화 할 수 있도록 시스템 구조, 기법 등을 정의 하는데 초점을 맞추고 있다. 본 연구에서는 동기화를 위한 멀티 디바이스 환경의 이기종 디바이스를 고려 하여 널리 적용 될수 있는 재사용성 높은 서비스형 컴포넌트를 기반으로 한 MSS 와 동기화 택틱을 제안한다.

### 3. MSS 클라우드 서비스의 기능

이 장에서는 효율적인 동기화를 위해 본 논문에서 제안한 MSS 서비스를 구성하고 있는 MSS Agent 와 MSS Server 의 기능을 설명한다.

#### 3.1 MSS Agent 컴포넌트

MSS Agent 는 각 디바이스에 설치된 어플리케이션을 통합관리하고 MSS Server 와의 연동을 통한 효율적

인 동기화 관리를 위해 (그림 1)의 다섯 가지 컴포넌트로 구성된다.



(그림 1) MSS Agent의 5가지 주요 컴포넌트

**상태 정보 컴포넌트:** 디바이스에 설치된 어플리케이션의 현재 동기화 버전에 대한 정보를 수집하고, 어플리케이션의 데이터 버전이 업데이트되면 동기화 요청을 위해 수집 컴포넌트를 호출한다.

**수집 컴포넌트:** 디바이스가 접속된 네트워크 환경에 대한 정보 및 현재 네트워크 속도를 수집하고, 수집된 정보를 제공 컴포넌트에게 전달한다.

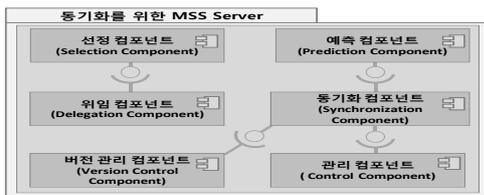
**제공 컴포넌트:** 수집 컴포넌트로부터 전달받은 네트워크 환경에 대한 정보를 MSS Server에 제공한다.

**수행 컴포넌트:** MSS Server에서 결정된 동기화 기법에 따라 P2P 방식을 이용한 디바이스 간 데이터 동기화 혹은 클라우드 서비스와 디바이스 간의 동기화를 수행한다.

**버전 관리 컴포넌트:** 동기화를 수행한 결과를 MSS Server에 전달한다. 서로 다른 동기화 방식의 수행으로 인한 디바이스와 MSS Server 간의 버전 불일치 문제를 해결하기 위해, 동기화 완료 후 MSS Agent와 MSS Server 사이의 동기화 버전을 확인한다.

3.2 MSS Server 컴포넌트

클라우드 서비스에 배치되는 MSS Server는 동기화 디바이스에 설치된 MSS Agent를 통합관리한다. (그림 2)는 MSS Server를 구성하는 여섯 가지 주요 컴포넌트를 보여준다.



(그림 2) MSS Server의 6가지 주요 컴포넌트

**선정 컴포넌트:** 동기화 서비스에 등록된 디바이스 어플리케이션의 동기화 버전 변경에 따른 동기화 요청 메시지를 수신하면, 등록된 각 디바이스의 MSS Agent에 현재 접속된 네트워크에 대한 정보를 요청한다. 전달받은 정보를 기반으로 효율적인 동기화 기법을 결정하기 위한 절차를 수행한다.

**예측 컴포넌트:** 결정된 동기화 기법에 따라 효율성을 높이기 위한 우선순위 스케줄링을 수행한다.

**위임 컴포넌트:** P2P 동기화 기법 선택시, 예측 컴포넌트에서 결정된 송/수신 디바이스의 MSS Agent에 동기화 스케줄을 전달한다.

**동기화 컴포넌트:** 클라우드 동기화 선택시, 예측 컴

포넌트에서 결정된 스케줄을 기반으로 동기화 작업의 우선순위를 결정하고, 자원할당 큐에 작업을 할당한다. 자원할당 큐의 우선순위에 따라 서비스에 저장된 최신 버전의 동기화 데이터를 MSS Agent에 전달한다.

**관리 컴포넌트:** 동기화 기법이 수행되는 동안 동기화 컴포넌트 및 MSS Agent의 작업 결과를 감시한다. 효율적인 동기화를 위해 예측 컴포넌트에서 계산된 동기화 시간을 초과하는 경우가 발생하면, 해당 동기화 작업을 중단하고 우선순위를 조절한다.

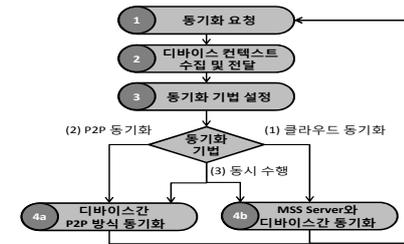
**버전 관리 컴포넌트:** 동기화를 수행한 결과를 MSS Agent로부터 전달받아 데이터베이스를 갱신한다.

4. MSS의 동기화 기법

이 장에서는 CaaS 서비스를 이용하여 디바이스 간의 동기화 성능을 향상시키기 위한 동기화 프로세스와 P2P 동기화 기법 택틱을 제안한다.

4.1 MSS의 동기화 프로세스

MSS는 동기화 성능의 향상을 위해 (그림 3)의 절차를 반복 수행한다.



(그림 3) MSS의 동기화 프로세스

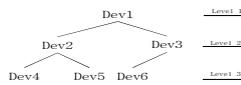
‘동기화 요청’ 단계에서는 디바이스에 설치된 MSS Agent로부터 디바이스의 버전 동기화 버전이 변경될 경우 수집 컴포넌트에게 동기화를 자동으로 요청하여 동기화가 시작되는 단계이다. ‘디바이스 컨택스트 수집 및 전달’ 단계에서는 동기화를 요청한 디바이스가 주변 네트워크의 환경 정보 및 네트워크 속도를 수집하며, 이와 같은 정보를 얻은 MSS Agent는 MSS Server에게 수집 정보를 전달한다. ‘동기화 기법 설정’ 단계에서는 전달받은 디바이스 주변 네트워크 환경 정보 및 네트워크 속도를 기반으로 동기화 기법을 설정하며 (1)클라우드 동기화 서비스, (2)P2P 동기화 서비스를 설정하게 된다. ‘MSS Server와 디바이스의 동기화 수행’ 단계에서는 MSS Server의 선정 컴포넌트에 의해 (1)클라우드 서비스가 설정된 후 수행되는 단계로써 동기화를 요청한 디바이스와 MSS Server의 동기화를 실행한다. ‘디바이스 간의 P2P 동기화 서비스 수행’ 단계에서는 MSS Server의 선정 컴포넌트에 의해 (2)P2P가 설정된 후 수행되는 단계로써 동기화를 요청한 디바이스 간의 동기화를 실행한다.

먼저 동기화를 위해서는 각각의 디바이스가 가지고 있는 데이터의 버전이 다르기 때문에 디바이스마다 동기화하는 시간이 다르다. 디바이스마다의 동기화를 위한 데이터 용량을 기반으로 동기화에 걸리는 시간을 측정한다.

동기화를 수행하고자 하는 디바이스들이 하나의 서버 넷을 이용하고 있는 동일 네트워크상에서의 동기화는 디바이스 수에 따라서 클라우드 서비스를 이용하는 동기화 기법보다 P2P 기법이 동기화에 걸리는 시간의 성능 면에서 효율적이다. 또한 다중 사용자의 다중 디바이스가 이용하는 클라우드 서버의 특성에 따라 클라우드 서버의 자원소모 역시 줄일 수 있다.

클라우드 동기화와 P2P 동기화 기법은 MSS Server의 선정 컴포넌트에 의해 상대적으로 동기화 시간이 빠른 기법으로 선정한다.

동기화 시간을 기반으로 MSS Server의 선정 컴포넌트에 의해 P2P 동기화 기법으로 선정된 디바이스들은 다음과 같은 이진트리 형태를 이용하며 레벨의 순서에 따라서 디바이스간의 동기화를 진행한다.



(그림 4) 이진트리를 이용한 P2P 동기화 기법

디바이스의 동기화 버전이 높은 디바이스는 동기화 데이터를 송신하는 역할을 한다. 데이터를 송신하는 역할을 지닌 디바이스의 동기화가 지속적으로 이루어진다면 하나의 디바이스에 대한 자원소모가 집중된다. 그러므로 동기화는 이진 트리 구조의 형태를 가지며 디바이스의 동기화 버전에 따라서 이진 트리 구조의 레벨을 선정하고, 레벨의 순서에 따라서 디바이스간의 동기화를 진행한다. 송신하는 역할을 지닌 디바이스는 최대 2 개의 수신 디바이스와 각각 2 번의 동기화만 수행하게 되어 동기화 처리가 자원 소모에 효율적으로 이루어 질 수 있으며 빠른 시간 내에 동기화를 처리할 수 있게 된다. P2P 동기화 선정을 위한 수식은 다음과 같이 적용된다.

$$T_{P2PSyncTotal} = \sum_{i=1}^{level} \frac{Size(Data^i)}{DN_{levelAvg}}$$

MSS Agent로 부터 제공받은 디바이스의 주변 네트워크 환경 정보 및 속도를 기반으로 총 동기화 시간을 구할 수 있다.  $DN_{levelAvg}$ 는 레벨에 따른 네트워크 평균 속도, level은 (그림 4의 이진 트리 구조의 레벨,  $Size(Data^i)$ 는 같은 버전을 지닌 디바이스 레벨의 데이터의 용량,  $T_{P2PSyncTotal}$ 은 P2P 기법을 이용한 최종 동기화 시간을 의미한다.

동기화 시간을 기반으로 MSS Server의 선정 컴포넌트에 의해 클라우드 동기화로 선정된 디바이스들은 다음과 같은 스케줄링 자원 할당 큐 형태를 이용하며 동기화 시간의 순서에 따라서 디바이스간의 동기화를 진행한다.



(그림 5) 클라우드 동기화 스케줄링 기법

MSS Server의 예측 컴포넌트에 동기화 속도에 따라서 데이터를 전송 받을 디바이스 우선순위가 결정되며 동기화 컴포넌트에 의해 이러한 동기화 기법이 수행 된다. 클라우드 동기화를 이용한 각각의 디바이스는 동기화가 수행되고 동일한 동기화 버전의 동일한 데이터를 가지고 있으며 결과적으로 모든 디바이스를 동기화시키는데 걸리는 시간이 단축되므로 결과적으로 동기화의 성능을 효과적으로 향상 시킬수 있다

위와 같은 수식을 통해 MSS Server는 동기화 중 상대적으로 동기화 시간이 방법을 선정함으로써, 동기화를 위해 항상 존재하는 클라우드 서비스를 기반으로 상황에 따라 P2P 사용 기법을 사용하여 클라우드 서비스의 효율적인 동기화를 제공할 수 있다.

### 5. 구현 및 실험

이 장에서는 4장에서 제안한 기법을 기반으로 동기화를 위한 MSS 클라이언트, MSS 클라우드 서비스의 구현 및 실험을 보여준다.

#### 5.1 클라이언트 구현

MSS 클라이언트를 구현하기 위해서 안드로이드 2.1 API를 활용하였으며, 구현된 클라이언트를 실행시키기 위한 스마트폰으로는 Nexus One을 사용하였다. 클라이언트 프로그램은 메인 액티비티, 동기화 수행 서비스로 구성된다. 동기화 수행 서비스에서는 MSS Agent의 수행 정보 컴포넌트의 정보를 통해서 동기화를 수행하는 방법이다. 이 방법은 4.2절에서 제시한 동기화 기법을 동적으로 수행하게 되며, 에이전트의 수행 컴포넌트로부터 전달 받은 방법이 클라우드 기법일 경우에 MSS Server와의 동기화를 수행한다. MSS Agent를 통해 전달 받은 방법이 P2P 기법일 경우 송신 측 디바이스에서 수신 측 디바이스로 데이터를 전달하며 동기화를 수행한다.

#### 5.2 클라우드 서비스 구현

제안하는 MSS 클라우드 서비스 구현 환경은 다음과 같다.

<표 1> MSS Server 시스템 구현 환경

분류	S/W 목록
OS	MS Windows 등
실행환경	Apache Tomcat 6.0.xx 이상
운영 DB	Mysql 5.0.xx 이상 또는 Oracle
Java 실행환경	Java 1.5.xx 이상
DMMS	ORACLE 9iR2 이상

선정 컴포넌트, 예측 컴포넌트, 위임 컴포넌트, 동기화 컴포넌트, 관리 컴포넌트, 버전 관리 컴포넌트의 API를 기반으로 MSS 클라우드 서비스의 기능을 표준화를 하였으며, 재사용성을 기반으로 효율성을 높이기 위해 공용화가 가능한 구조로 구현 되었다.

#### 5.3 실험 및 결과

이 절에서 수행되는 실험은 제안된 기법을 적용한 MSS 클라우드 서비스를 이용하였을 때, 그 결과를 기반으로 제시된 기법의 적용성과 실용성을 검증은 목적으로 한다.

실험을 위한 환경은 2.4 GHz의 CPU와 8기가바이트의 메모리를 보유한 PC를 클라우드 서비스 구현

환경을 선정하였으며, 클라이언트를 구현 하기 위한 스마트폰으로는 Nexus One 을 사용하였다. 동적 동기화를 위한 MSS 클라우드 서비스에 관한 실험의 결과는 다음과 같다.

동기화 시간 측정을 위한 파일용량의 기준은 사용자들이 클라우드 서비스를 사용할 때 자주 쓰이는 파일의 유형에 대한 용량을 선정하였다. 먼저 문서파일을 선정하였으며 500KB 에서 1.5MB 사이의 문서 파일들로 이루어져 있어 중간값인 1MB 로 결정하였다. 두번째로는 음악파일을 선정하였다. 미디어파일 또한 저용량부터 고용량까지 다양하여 사용자가 주로 사용하는 9MB 의 음악파일을 선정하였다. 마지막으로 압축파일을 선정하였다. 압축파일은 사용자의 필요성에 따라 다양기 때문에 보통 인터넷을 통하여 자주 다운로드의 크기인 40MB 를 선정하였다.

<표 2> 외부 네트워크 환경에서의 P2P 동기화 서비스

실험	파일용량(1MB)	파일용량(9MB)	파일용량(40MB)
EPS-01	2.2 sec	16 sec	1 min 34 sec
EPS-02	2.6 sec	16.3 sec	1 min 33 sec
EPS-03	2.1 sec	16.2 sec	1 min 33 sec
EPS-04	2.1 sec	16.1 sec	1 min 32 sec
EPS-05	2.1 sec	16.4 sec	1 min 32 sec
EPS-06	2.7 sec	16.2 sec	1 min 32 sec
EPS-07	2.7 sec	16.3 sec	1 min 33 sec
EPS-08	2.7 sec	16.2 sec	1 min 33 sec
EPS-09	2.6 sec	16.5 sec	1 min 33 sec
EPS-10	2.6 sec	15.9 sec	1 min 32 sec

<표 2>은 외부 네트워크 환경에 있는 디바이스간의 P2P 를 이용한 동기화 실험 결과이다.

<표 3> 내부 네트워크 환경에서의 P2P 동기화 서비스

실험	파일용량(1MB)	파일용량(9MB)	파일용량(40MB)
IPS-01	1.1 sec	5 sec	23.3 sec
IPS-02	1.1 sec	6 sec	23.4 sec
IPS-03	1.1 sec	6.2 sec	23 sec
IPS-04	1.2 sec	6.2 sec	24.6 sec
IPS-05	1.1 sec	6.5 sec	23.6 sec
IPS-06	1.1 sec	6.2 sec	23.2 sec
IPS-07	1.1 sec	6 sec	23.5 sec
IPS-08	1.1 sec	6 sec	24.1 sec
IPS-09	1 sec	6.1 sec	23.4 sec
IPS-10	1.1 sec	6.3 sec	23.6 sec

<표 3>는 내부 네트워크 환경에 있는 디바이스간의 P2P 를 이용한 동기화 실험 결과이다.

<표 4> 클라우드 동기화 서비스

실험	파일용량(1MB)	파일용량(9MB)	파일용량(40MB)
CS-01	3.6 sec	36.7 sec	2 min 33 sec
CS-02	3.5 sec	36.4 sec	2 min 34 sec
CS-03	3.3 sec	36.8 sec	2 min 31 sec
CS-04	3.3 sec	37.1 sec	2 min 30 sec
CS-05	3.2 sec	37.2 sec	2 min 31 sec
CS-06	2.9 sec	36.8 sec	2 min 29 sec
CS-07	3.7 sec	36.9 sec	2 min 46 sec
CS-08	3.1 sec	36.4 sec	2 min 31 sec
CS-09	3.4 sec	37.1 sec	2 min 36 sec
CS-10	3.2 sec	37.2 sec	2 min 32 sec

<표 4>는 클라우드 서비스를 이용한 디바이스간의

동기화 실험 결과이다.

위와 같은 실험 결과에 따르면 디바이스간의 내부 네트워크를 통해 P2P 방법을 사용하여 동기화를 수행한다면 외부 네트워크를 통해 P2P 방법으로 동기화를 수행 하는 방법보다 3 배정도의 빠른 동기화 시간 차이를 확인할 수 있었다. 또한 클라우드 서비스를 사용하여 동기화를 수행 한다면 외부 네트워크를 통해 P2P 방법으로 동기화를 수행하는 방법과 동기화의 확인한 수행시간 차이를 보인다는 것을 확인할 수 있었다.

결론적으로, 외부 네트워크 상에서는 디바이스간의 동기화를 MSS 클라우드 서비스 방법으로, 내부 네트워크 상에서는 디바이스 간의 P2P 서비스를 이용한 MSS 클라우드 서비스를 사용한다면 디바이스간의 동기화 수행시간에 있어서 더 효율적이며 동기화의 성능 향상을 가져온다 것을 확인할 수 있었다.

## 6. 결론

하나 이상의 컴퓨팅 디바이스를 보유하고, 높은 이동성을 갖는 무선 인터넷 환경에서 디바이스들 사이에 동적으로 동기화하는 서비스를 제안하였다. 제안된 MSS 클라우드 서비스는 동기화를 위해 항상 존재하는 클라우드 서비스를 기반으로 상황에 따라 P2P 동기화 기법을 클라우드 컴포넌트 서비스로 제공함으로써 효율적인 동기화를 제공할 수 있다. 또한 수집 컴포넌트 서비스가 각 디바이스의 현재 컨텍스트 정보를 수집하여 빠르게 모든 디바이스 간의 동기화를 측면에서 높은 기능성을 가진다.

이러한 MSS 클라우드 서비스는 클라우드 기반의 컴포넌트 서비스 형태로 제공되어 활용도를 높일 수 있으며 다소 복잡한 구조를 가진 동기화 서비스를 적은 노력을 이용하여 효과적으로 재사용함으로써 개발 편의, 비용절감 그리고 안정성 및 동기화의 성능을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- [1] Barbara, D., "Mobile Computing and Databases-A Survey," IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol. 11, No. 1, pp.108-117, January/February, 1999.
- [2] Menouar, M., Filali, F., and Lenardi, M., "A Survey and qualitative analysis of MAC protocols for vehicular ad hoc networks," IEEE Wireless Communications, pp.2-7, October, 2006
- [3] Uppoor, S., Flouris, M.D., and Bilas, A., "Cloud-based Synchronization of Distributed File System Hierarchies," In Proceedings of IEEE International conference on Cluster Computing Workshops and Posters(CLUSTER WORKSHOPS 2010), pp.1-4, September, 2010.
- [4] Ardissono, L., Goy, A., Petrone, G., Segnan, M., "From Service Clouds to User-centric Personal Clouds," In Proceeding of IEEE International Conference on Cloud Computing(CLOUD 2009), pp.1-8, 2009.