

클라우드 기반 임베디드 헬스케어 서비스 게이트웨이 (Embedded Healthcare Service Gateway based on Cloud)

조중현* · 강다현* · 김기영* · 이상정*

*순천향대학교

Embedded Healthcare Service Gateway based on Cloud

Jung-Hyen Cho* · Da-hyun Kang* · Ki-Young Kim* · Sang-Jeong Lee*

*SoonCheonHyang University

E-mail : junghyen2003@naver.com · fleiy@naver.com

k71077@nate.com · sjlee@sch.ac.kr

요 약

최근 의료 기술의 발전과 개인의 헬스케어 관심이 늘어남에 따라 대형 병원뿐만 아니라 중소병원 및 개인 사용자의 다양하고 이질적인 헬스케어 데이터의 발생이 증가하고 있다. 또한 클라우드 컴퓨팅 기술의 발전으로 네트워크를 통한 헬스케어 데이터의 저장 및 공유가 용이해지고 있다. 본 논문에서는 다양하고 이질적인 헬스케어 데이터를 수집, 분석 및 캐싱하면서, 영구 보존 및 데이터 공유를 위해 클라우드 기반의 저장소에 접근이 가능한 임베디드 서버 기반의 서비스 게이트웨이를 설계하고 구현한다.

키워드

클라우드, 임베디드, 헬스케어 서비스 게이트웨이, CDR

1. 서 론

최근 의료 기술 및 센서 기술의 발달로 대량의 다양하고 이질적인 헬스케어 데이터의 발생으로 인해 여러 응용분야에서 이를 활용하는 방안이 연구되고 있다. 기존의 헬스케어 서비스에서는 사용자의 헬스케어 데이터를 수집하여 자체적으로 구축한 전산

시스템에 저장하여 모니터링 및 분석하고 있다. 그러나 중소병원 및 개인사용자는 측정한 헬스케어 데이터를 저장하는 전산시스템을 구축하는데 필요한 공간과 관리하는데 발생하는 비용을 해결해야하는 번거로움이 있다.

또한 클라우드 컴퓨팅 기술의 발전은 의료 데이터가 네트워크를 통한 공유가 가능

하여 의료진이 장소에 관계 없이 원격 진료 및 협력 작업을 할 수 있게 되고, 병원, 보험회사 등의 기관 간의 의료 정보도 서로 공유할 수 있게 되었다 [1][2].

본 논문에서는 시간과 공간, 장소 등에 구애받지 않는 헬스케어 데이터 전송을 위해 클라우드 기반의 임베디드 헬스케어 서비스 게이트웨이를 설계 구현한다. 헬스케어 서비스 게이트웨이는 다양하고 이질적인 헬스케어 데이터를 수집, 분석 및 캐싱 하면서, 영구 보존 및 데이터 공유를 위해 클라우드 기반의 의료 데이터 저장소 (CDR, Clinical Data Repository)에 접근이 가능하다. 각 측정 장치로부터의 데이터는 통합 수집되어 무선으로 서비스 게이트웨이에 전송된다. 서비스 게이트웨이는 개인 사용자 및 병원 의료진 등이 웹으로 수집된 데이터를 모니터링하고 분석 가능하도록 웹 서버 기반으로 설계한다. 또한 서비스 게이트는 원격의 클라우드 기반 CDR에 접근하여 의료 데이터를 저장하고 가져오는 클라우드 인터페이스 기능도 수행하도록 설계한다.

II. 클라우드와 헬스케어 데이터

2.1 클라우드 컴퓨팅

클라우드 컴퓨팅은 인터넷상에서 서로 다른 물리적인 위치에 존재하는 각종 컴퓨터 자원들을 가상화 기술로 통합하여 사용자에게 언제 어디서나 필요한 양 만큼 편리하고 저렴하게 사용할 수 있는 환경을 제공하는 기술을 말한다[3]. 기존 대학병원의 환자의 데이터를 저장하는 통합 전산시스템은 별도의 서버실을 설계 구축하여 관리하고 있다.

따라서 헬스케어 데이터 수집에 클라우드 컴퓨팅을 적용하여 통원이 어려운 개인사용자와 공간적 여유가 없는 중소병원에서 전산시스템의 구축 및 관리의 효율을 높이는

방안이 필요하다.

2.2 헬스케어 데이터

헬스케어 데이터는 전문적인 의료장비로 측정된 데이터뿐만 아니라 일반 사용자 및 중소병원에서 측정, 수집하는 모든 의료정보를 의미한다. 다양한 의료장비와 서로 다른 연결 매체를 가지는 이질적인 기기들에서 발생하는 헬스케어 데이터는 표준화가 되어 있지 않아 일관성을 가지기 어렵다. 또한 실시간으로 측정하는 ECG(Electrocardiogram)의 경우 다른 헬스케어 데이터에 비해 높은 빈도의 측정주기를 가지고 있다. 따라서 서로 다른 속성을 가지고 있는 헬스케어 측정 기기들을 연결하여 데이터를 수집하고 전송하기 위한 통합 메시지 구성이 반드시 필요하다.

III. 헬스케어 서비스 게이트웨이

3.1 시스템 구성

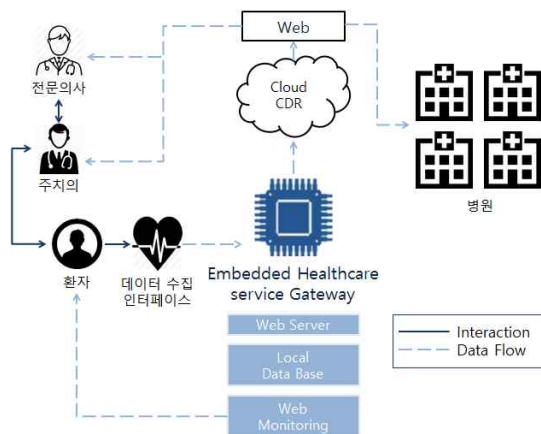


그림 1. 임베디드 헬스케어 서비스 시나리오

그림 1은 임베디드 헬스케어 서비스의 시나리오이다. 환자는 데이터 수집 인터페이스

스를 통해 헬스케어 데이터를 수집한다. 게이트웨이는 환자 본인과 주치의에게 모니터링을 제공하고 캐싱 데이터베이스에 저장한다. 저장한 헬스케어 데이터는 일정 주기마다 Cloud CDR로 전송 저장하여 전문의사와 병원에서 환자에게 진단 및 진료를 제공한다.

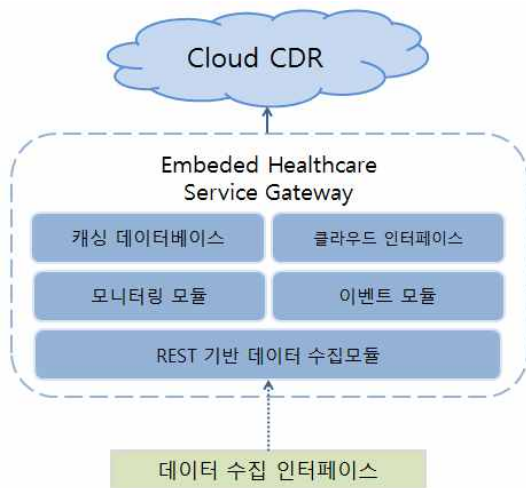


그림 2. 임베디드 헬스케어 서비스 게이트웨이 구성도

그림 2는 본 논문에서 설계 구현한 임베디드 헬스케어 서비스 게이트웨이 구성도이다. 임베디드 헬스케어 서비스 게이트웨이는 6가지 모듈로 구성하였다. 첫째, 서로 다른 속성을 가지는 데이터를 통합하여 원격으로 게이트웨이에 전달하기 위한 데이터 수집 인터페이스. 둘째, 통합 메시지를 전달받아 데이터베이스에 저장하기 위한 REST 기반 데이터 수집모듈. 셋째, 사용자와 의료 전문가에게 모니터링 서비스를 제공하는 모니터링 모듈. 넷째, 특정 측정데이터가 발견되었을 때 이벤트를 발생시키는 이벤트 모듈. 다섯째, Cloud CDR에 데이터를 전송하기 전 최근 측정값들을 저장하기 위한 캐싱 데이터베이스. 여섯째, 사용자 정보와

헬스케어 데이터를 조합하여 일정 주기마다 Cloud CDR로 보낼 메시지를 생성하는 클라우드 인터페이스이다.

데이터 수집 인터페이스는 통합 메시지를 표준 데이터 포맷인 JSON 형식을 사용하여 HTTP 메서드를 통해 원격으로 REST 기반 데이터 수집모듈로 전송한다. 수집모듈은 수집한 헬스케어 데이터를 Cloud CDR로 전송하기 전 캐싱 데이터베이스에 분류 저장한다. 게이트웨이는 캐싱 데이터베이스에 저장한 헬스케어 데이터를 사용자 정보의 ID와 결합하여 Cloud CDR로 전송한다.

3.2 통합 메시지 구성

본 논문의 헬스케어 서비스 시나리오를 위해 데이터 수집 인터페이스에서 ECG와 호흡을 측정한 헬스케어 데이터의 통합 메시지를 구성하였다.

그림 3은 ECG 센서와 호흡 센서 데이터를 전송하기 위한 메시지를 JSON 형식으로 나타낸 것이다. userid는 현재 센서를 사용하여 건강 상태를 측정하고 있는 사용자의 ID, sensor는 센서의 이름, type은 측정값의 변수 타입, measurementdate는 측정날짜와 시간, value는 실제 측정값을 나타낸다.

```
{
  "userid" : "junghyen2003",
  "sensor" : "ECG",
  "type" : float,
  "measurementdate" : 2016-9-30 11:11:12.241,
  "value" : 2.55947
}
{
  "userid" : "junghyen2003",
  "sensor" : "Breath",
  "type" : int,
  "measurementdate" : 2016-9-30 11:11:12.524,
  "value" : 15
}
```

그림 3. ECG 센서, 호흡 센서 데이터 메시지 형식

3.3 REST 기반 데이터 수집 모듈

REST 데이터 수집 모듈은 이질적인 측정 장비의 특성에 따라 URI를 할당하고, 서로 다른 전송 속도를 고려하여 데이터를 수집하고 캐싱 데이터베이스에 저장한다. 또한 모니터링 모듈과 특정 이벤트를 발생시키는 모듈에 최근 측정된 헬스케어 데이터를 전달하는 URI를 제공한다. 측정 대상자의 ID와 캐싱 데이터베이스에 저장한 헬스케어 데이터를 조합하여 사용자가 임의로 설정한 주기마다 클라우드 인터페이스에 전송한다.

IV. 구현 및 테스트

4.1 구현

본 논문의 클라우드 기반 임베디드 헬스케어 서비스 게이트웨이는 그림 4와 같이 구현하였다. 데이터 수집 인터페이스는 Raspberry Pi 2 보드 상에 Cooking hacks사의 e-Healthcare Sensor kit [3]와 ECG 센서, Breathing 센서를 사용하여 구현하였다.

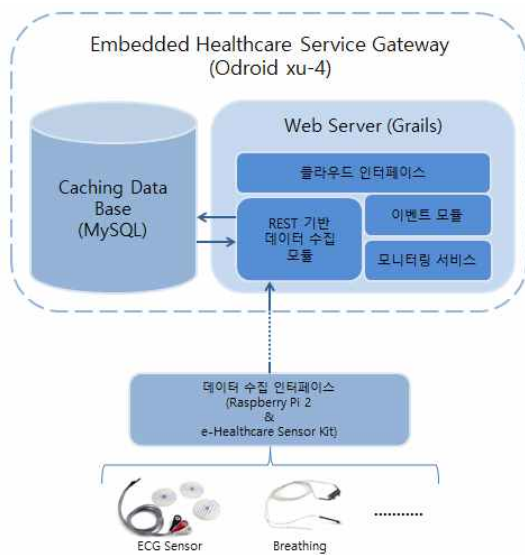


그림 4. 임베디드 헬스케어 서비스 게이트웨이 구조

그림 5는 실제 구현한 데이터 수집 인터페이스와 임베디드 서버의 사진이다. 임베디드 헬스케어 서비스 게이트웨이에 사용된 타겟 보드는 하드커널사의 ODROID-XU4 보드이다. 프로세서로는 엑시노스 5422를 사용하였으며 메모리는 2GB LPDDR3 RAM이다. ODROID-XU4의 상세 스펙은 표 1과 같다. 클라우드 인터페이스, REST 기반 데이터 수집 모듈, 이벤트 모듈, 모니터링 서비스를 관리하는 웹 서버는 Grails 웹 응용 프레임워크 [4]로 구현하였다. 모니터링 서비스는 Zing Chart [5]를 통해 구현하였다. Cloud CDR에 데이터를 전송하기 전 임베디드 서버에 사용자 정보 및 헬스케어 데이터를 저장하는 캐싱 데이터베이스로는 관계형 데이터베이스 관리시스템인 MySQL을 사용하여 구현하였다.

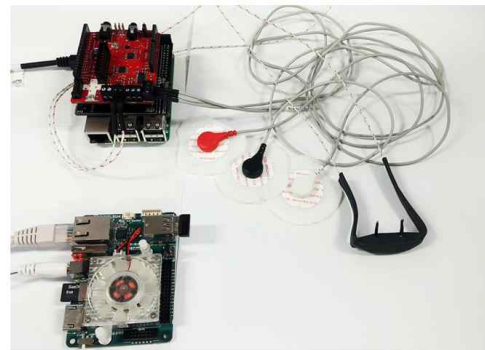


그림 5. 임베디드 헬스케어 서비스 게이트웨이 구현 사진

표 1. ODROID-XU4 세부 스펙

항목	세부 스펙
프로세서	Exynos 5422 Octa Cortex-A15 2.0 GHz quad-core and Cortex-A7 quad-core CPUs
메모리	2 GB LPDDR3 RAM at 933 MHz
저장장치	8GB microSD card
파워	5V 4A Power

4.2 테스트

데이터 수집 인터페이스에서 ECG센서와 Breathing 센서의 헬스케어 데이터를 REST 기반 데이터 수집 모듈로 전송하였다. 전송된 헬스케어 데이터는 캐싱 데이터베이스에 저장한 후 설정한 주기마다 클라우드 인터페이스를 통해 Cloud CDR에 전송하였다.

그림 6는 본 논문에서 구현한 임베디드 서비스 게이트웨이의 모니터링 모듈이 제공하는 ECG와 Breathing 데이터 그래프이다. 테스트를 위해 사용자의 몸에 ECG 센서와 Breathing 센서를 부착한 후 실제 측정된 헬스케어 데이터를 Zing Chart로 화면에 표시하였다.

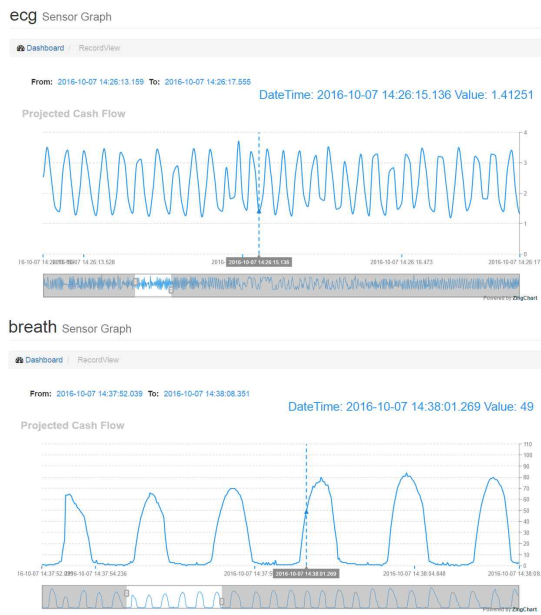


그림 6. ECG와 Breathing 데이터 그래프

V. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 자체 전산 시스템이 구축되어 있지 않은 일반 사용자와 중소병원들이 외부의 클라우드 기반 서비스에 접근하기 위한 임베디드 헬스케어 서비스 게이트웨이를 설계 제안 하였다.

Cooking hacks 사의 e-Healthcare Kit를 사용하여 실제 측정된 헬스케어 데이터를 데이터 수집 인터페이스에서 JSON형식의 메시지를 구성하고, REST 기반으로 구현한 데이터 수집 모듈에 전송하였다. 전송된 헬스케어 데이터는 관계형 데이터베이스인 MySQL에 캐싱하여, 사용자뿐만 아니라 의료 전문가도 원격 모니터링을 통한 진단 및 자문을 위해 웹으로 조회가 가능하도록 설계하였다. 또한 사용자 정보와 헬스케어 데이터를 조합하여 캐싱된 헬스케어 데이터를 일정주기마다 Cloud CDR에 전송하여 저장하도록 클라우드 기반의 헬스케어 서비스 게이트웨이를 구현하고 테스트 하였다.

향후 사용자 정보와 헬스케어 데이터를 저장하는 Cloud CDR을 빅데이터 플랫폼으로 설계하여 방대한 양의 헬스케어 데이터를 처리 및 분석 할 예정이다.

참고문헌

- [1] D. Hoang, L. Chen, Mobile cloud for assistive healthcare (MoCASH), in: IEEE Asia-Pacific Services Computing Conference (APSCC), pp. 325 - 332, 2010.
- [2] Arshdeep Bahga and Vijay K. Madiseti. "A cloud-based approach for interoperable electronic health records (EHRs)." IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics pp. 894 - 906, 2013.
- [3] 박경욱, 김경옥, 반경진, & 김웅곤. 클라우드 기반 센서 데이터 관리 시스템 설계 및 구현. 한국전자통신학회 논문지, pp. 672-677, 2010.
- [4] <https://www.cooking-hacks.com/>
- [5] <https://grails.org/>
- [6] <https://www.zingchart.com/>

※ 구두 (o) /포스터 ()