

## 멀티채널 데이터 방송을 이용한 CCR 기반 헬스케어 서비스 설계와 구현

임석진<sup>1</sup>, 황희정<sup>2</sup>

<sup>1</sup>성결대학교 공과대학 컴퓨터공학과 교수, <sup>2</sup>가천대학교 IT융합대학 컴퓨터공학과 교수

# An Implementation and Design of CCR-based Healthcare Service Using Multi-Channel Data Broadcasting

Seokjin Im<sup>1</sup> and Heejoung Hwang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Professor, Department of Computer Engineering, Sungkyul University

<sup>2</sup>Professor, Department of Computer Engineering, Gachon University

<sup>2</sup>Corresponding author: [hwanghj@gachon.ac.kr](mailto:hwanghj@gachon.ac.kr)

Received August 5, 2021; Revised September 5, 2021; Accepted September 6, 2021

### ABSTRACT

스마트 헬스케어 서비스에서 헬스 데이터의 연속성과 긴급한 데이터를 우선적으로 제공할 수 있는 유연성, 대량의 클라이언트를 지원할 수 있는 확장성이 중요하다. 본 논문은 헬스케어 서비스가 헬스 데이터에 대한 연속성, 클라이언트에 대한 확장성, 긴급한 헬스 데이터를 클라이언트들이 빠르게 액세스할 수 있는 유연성을 제공할 수 있도록 하기 위해서 멀티 채널 데이터 방송을 이용한 CCR 기반의 헬스케어 서비스 시스템을 제안한다. 제안된 시스템에서는 클라이언트들이 요청한 CCR 문서들에 대해 긴급도를 적용하여 긴급 CCR 문서와 평이 CCR 문서로 나누고, 긴급 CCR 문서와 평이 CCR 문서를 각각 다른 무선 채널에 방송하여 클라이언트들이 긴급 문서를 빠르게 액세스할 수 있도록 한다. 제안된 시스템에서 클라이언트들이 긴급 CCR 문서를 효과적으로 검색할 수 있도록 분산 인덱스 DICD(Distributed Index for CCR Document)를 설계하고, 멀티 채널에서 클라이언트들이 DICD를 이용하여 CCR 문서를 검색할 수 있는 알고리즘을 설계한다. 성능평가를 통해 제안된 시스템이 기존 연구에 비해 클라이언트의 액세스시간이 짧은 것을 통해 성능의 우수함을 보인다.

In smart healthcare services, the continuity of health data, flexibility for urgent data, and scalability for supporting a number of clients are important. This paper proposes a CCR-based healthcare service system using multi-channel wireless broadcasting in order to support the continuity, flexibility and scalability. The proposed system adapts the level of urgency for CCR documents clients request and divides the documents into urgent CCR documents and plain documents. Then, the system broadcasts the divided CCR documents on multi channel separately to help the clients access the urgent document quickly. Also, the proposed system designs distributed index for CCR document, DICD, and the algorithms for clients to search CCR documents they request from the wireless channel using DICD. Through the performance evaluation, we show the proposed system outperforms the existing researches in the access time.

**Keywords:** CCR, Healthcare service, Data broadcast, Distributed index



## 1. 서론

첨단 반도체 기술과 정밀한 소프트웨어 알고리즘이 적용된 스마트 헬스 센서는 스마트 위치와 같은 웨어러블 스마트 디바이스에 융합되어 언제 어디서나 심박수, 또는 혈압, 심박 변이도, ECG(ElectroCardioGraphy) 측정이 가능하게 되었다. 특히 스마트 헬스 센서들의 측정 정확도가 높아짐에 따라 특수 의료 장비를 통해서 측정할 수 있었던 헬스 모니터링 데이터를 손쉽게 수집할 수 있게 되었고, 이런 데이터를 이용한 다양한 헬스케어 서비스가 가능하게 되었다. 웨어러블 헬스 스마트 디바이스와 결합된 헬스케어 서비스는 원격 진료와 같은 환자 치료 뿐만 아니라, 각종 만성질환의 적절한 관리가 가능하게 하고, 급성 질환의 사전 진단과 예방이 가능하게 되어 헬스케어에 대한 높은 만족도와 기대수명의 연장으로 연결되고 있다. 이러한 헬스케어 서비스에서 중요한 것은 첫 번째로 헬스 서비스에 연관된 디바이스 뿐만이 아니라 서비스 제공자들 사이의 헬스 데이터의 연속성이고, 두 번째로 클라이언트에 대한 확장성, 그리고 세 번째로 긴급한 데이터를 우선적으로 제공할 수 있는 유연성이다.

헬스 데이터의 연속성을 보장하기 위한 다양한 규격들이 제안되어 사용되었고, 그중에서 CCR(Continuity of Care Record)은 XML 기반의 의료 데이터 규격으로 간단한 형식으로 효과적인 의료 데이터의 연속성을 제공하는 규격이다. CCR 규격의 헬스 데이터를 이용하여 의료 기관들 사이에서 또는 헬스케어 서비스 제공자들 사이에 효과적으로 헬스 데이터를 교환하여 각 환자들의 연속적인 헬스케어 서비스를 가능하게 한다.

헬스케어 서비스의 중요한 특징인 확장성에 대해서, 헬스케어 서비스를 받고자 하는 클라이언트의 수가 급격하게 증가하고 있기 때문에 서비스 제공자가 대규모의 클라이언트들에게 끊임없는 서비스를 효과적으로 제공할 수 있는 확장성을 확보해야 한다는 것이다. 무선 데이터 방송 기반의 헬스케어 서비스는 임의의 숫자의 클라이언트에게 언제 어디서나 끊임없는 서비스를 제공할 수 있기 때문에 대규모 클라이언트에 대한 서비스 확장성 문제에 대한 해결책이 된다. CCR 규격의 헬스 데이터를 적용한 무선 데이터 방송 시스템은 헬스케어 서비스의 클라이언트에 대한 확장성과 헬스케어 서비스의 연속성을 보장하는 헬스케어 서비스를 효과적으로 제공할 수 있다<sup>1-4</sup>. 무선 데이터 방송 시스템에서 방송 서버는 헬스케어 서비스 제공자 또는 의료기관의 EMR 시스템과 연결되어, 클라이언트들이 요청하는 CCR 문서를 주기적으로 무선 방송채널에 방송하고, 클라이언트들은 자신이 요청한 CCR 문서를 무선 채널에 액세스한 후 검색하여 다운로드한다. 따라서 각 클라이언트들은 서로 연관성이 없이 무선 채널에 액세스하여 CCR 문서를 다운로드하기 때문에 무선 방송 시스템은 임의의 수의 클라이언트를 지원할 수 있다.

헬스 데이터에 대한 연속성과 클라이언트의 확장성을 확보한 CCR 기반의 무선방송시스템은 방송되는 모든 CCR 문서에 대해 긴급성을 고려하지 않기 때문에 헬스케어 서비스에서 중요한 문제인 긴급한 헬스 데이터를 우선적으로 공급할 수 있는 유연성을 확보하는 것이 어렵게 된다<sup>5-7</sup>. 이를 해결하기 위해서는 CCR 문서에 대해 긴급성을 설정하고, 긴급한 문서는 다른 문서보다 클라이언트들이 더 빠르게 액세스할 수 있는 방법을 도입할 필요가 있다.

본 논문은 헬스케어 서비스가 헬스 데이터에 대한 연속성, 클라이언트에 대한 확장성, 긴급한 헬스 데이터를 클라이언트들이 빠르게 액세스할 수 있는 유연한 서비스를 제공할 수 있도록 하기 위해서 멀티 채널 데이터 방송을 이용한 CCR 기반의 헬스케어 서비스 시스템을 제안한다. 제안된 시스템에서는 클라이언트들이 요청한 CCR 문서들에 대해 긴급도를 적용하여 긴급 CCR 문서와 평이 CCR 문서로 나누고, 긴급 CCR 문서와 평이 CCR 문서를 각각 다른 무선 채널에 방송하여 클라이언트들이 긴급 문서를 빠르게 액세스할 수 있도록 한다. 제안된 시스템의 멀티 채널에서 클라이언트들이 긴급 CCR 문서를 효과적으로 검색할 수 있도록 분산 인덱스 DICD(Distributed Index for CCR Document)를 설계하고, 멀티 채널에서 클라이언트들이 DICD를 이용하여 CCR 문서를 검색할 수 있는 알고리즘을 설계한다.

본 논문의 구성은 2장에서 연속적 헬스케어 서비스를 위한 CCR 규격에 관한 관련연구를 기술하고 3장에서 멀티채널 데이터 방송을 이용한 효율적인 CCR 기반의 헬스케어 서비스 시스템을 위한 긴급 CCR 문서와 평이 CCR 문서 구분 방법, CCR 문서의 인덱싱 기법, 그리고 CCR 문서 검색 알고리즘을 설계한다. 4장에서 제안된 시스템을 구현한 후 기존 연구들과 비교를 통해 구현

된 시스템의 성능을 평가하여 제안된 시스템의 우수성을 검증하고, 결론을 5장에서 맺는다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 CCR (Continuity of Care Record)

CCR 규격은 환자의 건강 정보 기록에 대해 기관들 사이에서 연속적인 관리를 목적으로 건강 정보의 이동성을 보장하기 위해서 AAFP, MMS, HIMSS, ASTM 과 같은 기구들이 참여하여 작성한 의료 정보 표준 중의 하나이다<sup>8)</sup>.

CCR은 환자의 건강 정보를 환자, 헬스케어 서비스 제공자, 의료기관들 사이에서 의료 서비스의 상호운용성을 높여 줄 수 있기 때문에 불필요한 추가 진료를 막아 의료 비용을 감소시킬 수 있고, 효과적인 환자 진료 또는 각종 헬스케어 서비스를 다양하게 제공할 수 있게 한다. 또한 환자 개인적인 측면에서는 자기의 헬스케어 관련 정보를 효과적으로 관리할 수 있게 하고, 각 의료 기관들에서 발생한 의료 정보 뿐만 아니라 환자의 보험 정보나 건강상태 정보, 또는 의료 지시등의 의료 정보를 통합적으로 관리할 수 있게 한다. 따라서 CCR을 통해서 환자에게 자신의 의료 정보를 이용한 통합적인 헬스케어 서비스를 제공하는 것이 가능하다.

CCR은 XML 기반의 표준으로서 Fig. 1에 보인 것과 같은 구조를 갖는다. CCR 문서의 헤더에는 문서 자체에 대한 정보를 가지며, 진료 의뢰에 대한 정보와 문서 고유의 ID, 문서를 작성한 목적 등의 정보를 유지한다. 바디에서는 보험에 대한 정보, 사전 의료 지시, 알러지에 대한 정보, 면역에 대한 정보, 투약 정보, 생체 신호 등의 다양한 의료 정보를 포함한다.

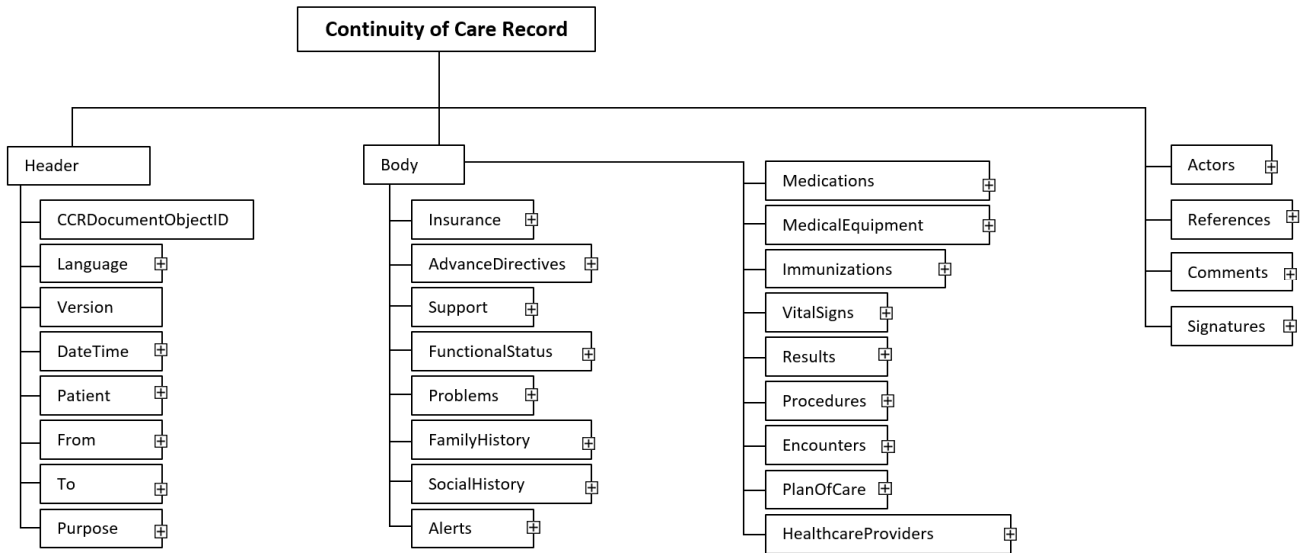


Fig. 1. The schema of CCR document

## 3. 멀티 채널을 이용한 CCR 기반 헬스케어 서비스 시스템

본 논문에서 설계 구현하는 멀티 채널을 이용한 CCR 기반 헬스케어 서비스 시스템을 Fig. 2에 제시한다. 제안된 시스템은 헬스케어 정보인 CCR 문서를 발급하는 CCR 문서 제공자로서 의료기관 EMR 시스템과 헬스케어 서비스 제공자와 방송서버, 그리고 클라이언트들로 구성된다.

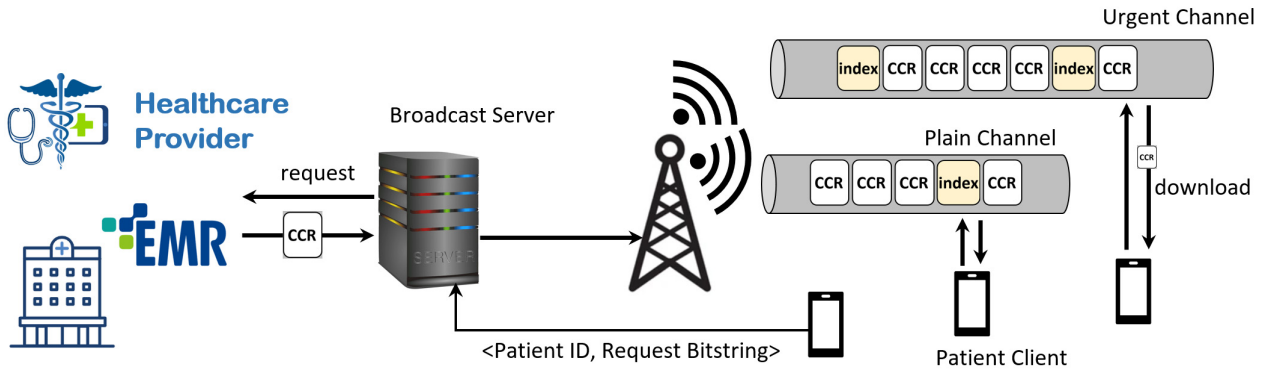


Fig. 2. Healthcare service using multi channel wireless broadcasting

시스템에서 클라이언트는 방송 서버에 CCR 문서의 방송을 요청하고, 방송서버는 CCR 문서 제공자에게 CCR 문서를 요청하여 발급받아 긴급 문서와 평이 문서로 분류하여 긴급 채널과 평이 채널로 나누어 방송하여 클라이언트가 빠르게 긴급 CCR 문서를 다운로드할 수 있도록 하여 유연하고 효과적인 헬스케어 서비스가 가능하도록 한다.

### 3.1 긴급 CCR 문서와 평이 CCR 문서 분류

클라이언트는 CCR 문서를 위한  $n$ 개의 의료정보항목  $\{M_1, M_2, \dots, M_n\}$  중에서 자신이 필요한 의료 정보 항목을 선택하여  $n$ 비트의 의료 정보 요청 비트스트링  $B$ 를 다음과 같이 생성한다.

$$B_{i-1} = \begin{cases} 1, & \text{if } M_i \text{ selected} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}, \text{ for } 1 \leq i \leq n \quad (1)$$

여기서,  $B_{i-1}$ 은 의료정보 요청 비트스트링의  $i-1$  번째 비트 값을 의미한다.

클라이언트는 생성된 의료정보 요청 비트스트링  $B$ 를 방송 서버에 전송하여 CCR 문서를 요청한다. 방송서버는 환자 ID(PatientID)와 비트스트링  $B$ 를 의료기관 EMR 시스템 또는 헬스케어 서비스 제공자에게 전송하여 클라이언트가 요청한 의료 정보에 대한 CCR문서를 요청하고, 의료 기관 EMR시스템 또는 헬스케어 서비스 제공자는 CCR 문서를 발급하여 방송서버에 전송한다.

방송서버는 의료정보 항목  $M_i$ 의 긴급성에 따라 가중치  $W_i$ 를 부여하고, 클라이언트가 생성한 의료정보 요청 비트스트링을 이용하여 다음과 같이 클라이언트가 요청한 CCR 문서에 대한 긴급도  $U$ 를 결정한다.

$$U = \sum_{i=1}^n W_i B_{i-1} \quad (2)$$

긴급도가 결정된 CCR문서들을 긴급도에 따라 정렬하여 상위  $P_{urgent}$  퍼센트 이내의 문서는 긴급 CCR 문서( $CCR_u$ , urgent CCR Document)로 결정하고 그렇지 않은 문서는 평이 CCR 문서( $CCR_p$ , plain CCR Document)로 결정한다.

긴급 CCR 문서의 액세스 시간을 줄이기 위해 무선 데이터 방송 채널을 긴급 채널  $CH_u$  (Urgent Channel)와 평이 채널(Plain Channel)  $CH_p$ 로 구분하여 긴급도가 높은 CCR 문서는  $CH_u$ 에 방송하고, 그렇지 않은 CCR 문서는  $CH_p$ 에 방송한다.  $CCR_u$ 의

수가  $CCR_p$ 의 수보다 작기 때문에  $CCR_u$  문서를 방송하는  $CH_u$  채널의 방송주기가  $CH_p$  채널의 방송 주기보다 짧게 된다. 따라서 긴급 CCR 문서  $CCR_u$ 의 액세스 시간이 평이 CCR 문서의 액세스 시간이 짧아 효율적으로 CCR 문서를 액세스할 수 있다.

### 3.2 CCR 문서 방송을 위한 분산 인덱스

무선 방송 채널에서 CCR문서의 효율적 액세스를 위해서 각 클라이언트가 요구한 CCR 문서의 방송 시간 정보를 유지하는 인덱스 DICD(Distributed Index for CCR Document)를 CCR 문서와 같이 방송하며, DICD는 Patient Table(PT)과 CCR Time Table(CTT)로 구성된다.

PT는 클라이언트가 요청한 CCR 문서가 긴급 CCR인지 아닌지를 구분하여, 클라이언트가 어떤 채널에서 자신이 요청한 CCR 문서를 액세스할 수 있는지를 판단할 수 있게 한다.

$$PT = \{ \langle PatientID, CH_{id}, t_{pid} \rangle \} \quad (3)$$

여기서, PatientID는 클라이언트를 구분하기 위한 고유한 ID이고,  $CH_{id}$ 는  $CH_u$ 와  $CH_p$ 를 구분하기 위한 ID로서  $CH_{id}$ 의 값이 1이면  $CH_u$ 를 의미하고, 0이면  $CH_p$ 를 의미한다.  $t_{pid}$ 는 클라이언트들이 요청한 CCR 문서들의 방송 시간 정보를 유지하는 테이블(CTT, CCR Time Table)의 방송 시간을 의미한다.

클라이언트들이 요청한 CCR문서들의 방송정보를 유지하는 CCR Time Table(CTT)는 다음과 같이 구성된다.

$$CTT = \{ \langle PatientID, CDO_{id}, t_{ccr} \rangle \} \quad (4)$$

여기서,  $CDO_{id}$ 는 CCR Document Object ID로서 CCR문서의 고유한 ID이며,  $t_{ccr}$ 은 해당 CCR 문서가 방송되는 시간 정보이다. 채널  $CH_u$ 에서의 CTT는 긴급 CCR문서에 대한 방송 시간 정보를 유지하고, 채널  $CH_p$ 에서의 CTT는 평이 CCR문서에 대한 방송시간 정보를 유지한다.

### 3.3 CCR 문서 방송 채널 구조

방송서버가  $n_c$  명의 클라이언트가 요청한  $n_c$ 개의 CCR문서를  $k$ 개의 긴급 CCR 문서와  $p$ 개의 평이 CCR 문서로 나누어, 긴급 CCR 문서는 방송 채널  $CH_u$ 에 방송하고, 평이 CCR문서는 방송채널  $CH_p$ 에 방송하며 각 방송 채널은 인덱스와 CCR 문서가 스케줄링된다.

긴급채널  $CH_u$ 에서는 다음과 같이 인덱스 테이블인 PT와 CTT와 함께  $k$ 개의 긴급 CCR문서가 주기적으로 방송된다.

$$\langle PT, CTT, CCR_{u1}, CCR_{u2}, \dots, CCR_{uk} \rangle \text{ on } CH_u \quad (5)$$

평이채널  $CH_p$ 에서는 클라이언트가 인덱스 정보인 CTT에 빠르게 접근할 수 있도록 평이 CCR문서를  $m$  등분하여  $m$ 개의 문서 그룹으로 나누고 각 그룹마다 다음과 같이 인덱스 테이블 CTT와 함께 그룹의 평이 CCR문서가 주기적으로 방송된다.

$$\langle CTT, CCR_{p1}, CCR_{p2}, \dots, CCR_{pm} \rangle \text{ for each group on } CH_p \quad (6)$$

Fig. 3은  $n_c=10, k=2, p=8$ 일 때, 10명의 클라이언트가 요청한 CCR 문서를 방송하는 긴급채널과 평이채널 구조의 예를 보인다. 긴급채널은 분산 인덱스 DICD의 인덱스 테이블 PT와 긴급 CCR 문서를 위한 CTT를 포함하고, 평이채널은 평이 CCR 문서를 위한 CTT를 포함한다.

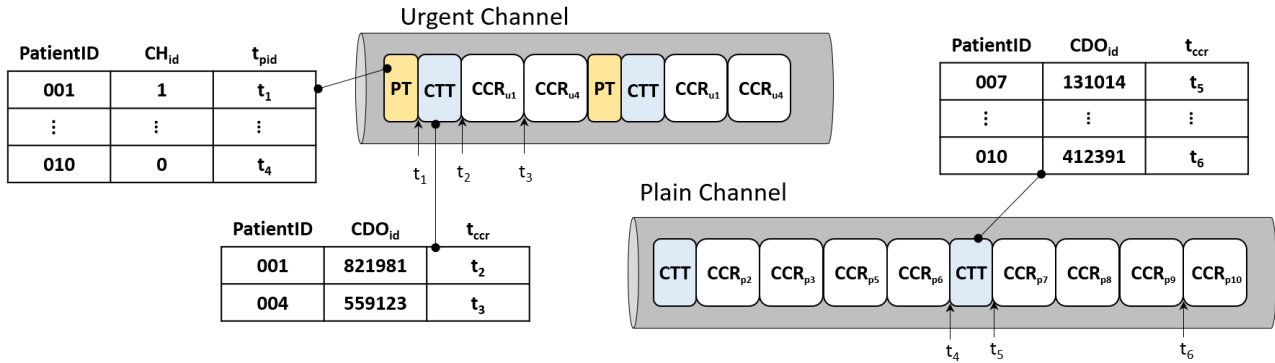


Fig. 3. Urgent channel and plain channel for broadcasting CCR documents

### 3.4 방송채널에서 CCR 문서 검색

클라이언트는 두 채널  $CH_u$  과  $CH_p$  에 방송되는 CCR 문서들 중에서 자신이 요청한 CCR문서를 검색하여 다운로드한다. 모든 클라이언트는 자신의 CCR문서가 어느 채널에서 방송되는지를 확인하기 위해서 우선적으로 긴급채널  $CH_u$  에 액세스하여 인덱스 테이블 PT의 정보를 확인하는 것으로 문서 검색을 시작하고 다음과 같은 과정을 통해서 CCR문서를 다운로드한다.

- (1 단계) PT에서 자신의 PatientID를 포함하는 튜플을 통해  $CH_{id}$ 와  $t_{pid}$ 를 확인하여 CCR 문서가 방송되는 채널과 CTT가 방송되는 시간 정보를 확인한다.  $CH_{id}$ 가 1이면 시간  $t_{pid}$ 에  $CH_u$ 에서 CTT에 액세스 하고, 0이면  $CH_p$ 에서 CTT에 액세스한다.
- (2 단계) 액세스한 CTT에서 자신의 PatientID를 포함하는 튜플을 통해는 CCR Document Object ID  $CDO_{id}$ 와 CCR문서의 방송시간  $t_{ccr}$ 을 저장하고, 대기모드로 전환하여 기다린다.
- (3 단계) 자신이 요청한 CCR문서가 방송되는 시간  $t_{ccr}$ 에 방송 채널에 액세스하여 CCR 문서를 다운로드한다.

## 4. 성능평가

### 4.1 성능평가를 위한 테스트베드 구현

본 논문에서 설계 제안한 멀티 채널 데이터 방송 기반의 헬스케어 서비스 시스템은 시뮬레이션 테스트베드를 구현하여 성능 평가를 진행하였다. 테스트베드의 구현은 이산 시간 이벤트 시뮬레이션 프레임워크 SimJava를 사용하여 JAVA 기반으로 진행하였고, 테스트베드는 EMR 서버와 방송 서버, 두 개의 방송채널, 그리고 1000개의 클라이언트가 구현되었다. 테스트베드에서 각 클라이언트가 방송 서버에 자신이 원하는 CCR 문서를 요청하면, 방송 서버는 EMR 서버에 CCR 문서의 발급을 요청하여 반환받아 긴급도를 결정하여 인덱스와 함께 긴급 채널과 평이 채널 중 한 채널을 선택하여 방송한다. 클라이언트는 두 채널에서 자신이 요청한 CCR문서의 방송시간을 확인하고 그 시간에 문서를 다운로드한다.

Fig. 4(a)는 CCR 문서의 한 예를 보이며, 성능평가에 사용된 CCR 문서의 항목은 Fig. 4(b)에서 볼 수 있는 것과 같이 7개의 항목의 긴급도를 설정하고 다른 항목들의 긴급도를 0으로 설정하였다. 클라이언트가 CCR 문서를 요청하면, 설정된 CCR 문서의 항목들의 긴급도를 기반으로 문서 전체의 긴급도를 설정한다. 성능평가를 위해서, 각 클라이언트가 요청하는 CCR 문서의 크기는 8K byte가 되도록 일정하게 하였다.

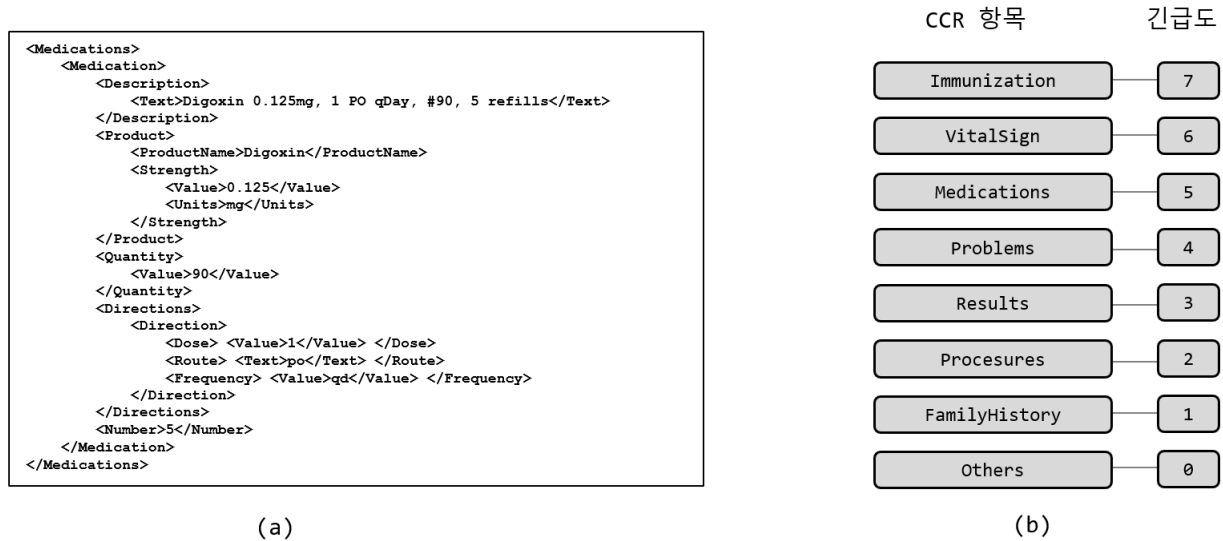


Fig. 4. An example of CCR document and the urgency of its items

성능평가를 위해서 긴급문서를 선택하는 기준인 긴급문서비율  $P_{urgt}$ 를 다양하게 설정하여 클라이언트가 요청한 CCR 문서를 검색하여 다운로드하는데 까지 소요되는 시간인 액세스 시간을 측정하였다. 또한 무선 채널에서 CCR 문서를 전달하는 최소의 논리단위인 버킷(bucket)의 크기를 다양하게 설정하여 성능평가를 진행하여 제안된 시스템의 액세스 시간이 다른 시스템에 대해 우수하다는 것을 검증하였다. 성능검증을 위한 비교 대상으로서 CCR문서를 싱글(single) 채널로 방송하는 시스템을 구현하여 싱글 채널과 멀티채널일 때의 액세스시간을 비교하였고, 기존 연구인 Exponential 인덱스를 적용한 시스템을 구현하여 인덱스가 바뀌었을 때의 성능을 비교하였다<sup>9)</sup>. 설계된 인덱스 DICD의 구현을 위해서, PatientID, CCR Document Object ID는 8 바이트 정수를 사용하였고, 시간 정보는 8바이트 실수를 사용하였다. 구현된 테스트베드를 이용하여 멀티채널 데이터 방송을 이용한 시스템의 성능평가를 진행하였다.

## 4.2 액세스 시간 비교

액세스 시간은 클라이언트가 CCR 문서를 요청하여 무선채널에서 다운로드할 때까지 소요된 시간을 의미하며, 제안된 시스템이 클라이언트가 얼마나 빨리 CCR 문서를 다운로드할 수 있도록 지원하는지를 평가하는 성능지표이다. 비교를 위해 액세스 시간을 CCR 문서를 다운로드할 때까지 클라이언트가 대기하는 버킷의 수로 표시한다.

첫 번째로 멀티채널과 싱글채널을 이용한 액세스시간을 비교하고 인덱스 기법을 다르게 했을 때 액세스시간을 비교한다. Fig. 5는 긴급문서비율  $P_{urgt}$ 가 30%이고, 버킷의 크기가 64 바이트일 때, 액세스 시간을 보인다. 여기서, DICD는 제안된 멀티채널 CCR 문서 방송시스템이고, DICDS는 DICD와 동일한 인덱스를 적용하고 싱글 채널로 구현된 방송시스템을 의미한다. 그리고, EXP는 Exponential 인덱스를 적용한 CCR 문서 방송시스템이다. 제안된 멀티 채널 시스템 DICD의 액세스 시간이 싱글 채널을

적용한 시스템의 액세스시간보다 우수하다. 이것은 멀티채널을 이용하는 시스템에서 긴급도가 높은 CCR 문서를 방송하는 긴급채널의 방송주기가 평이채널보다 짧기 때문에 긴급도가 높은 CCR 문서를 다운로드하려는 클라이언트의 액세스시간을 줄여 줄 수 있기 때문이다. 또한 분산인덱스 기법을 이용하는 EXP 인덱스를 적용한 시스템이 제안된 DICD 보다 긴 액세스시간을 보이는데 이것은 EXP 인덱스 기법이 CCR 문서에 대한 인덱스 정보를 채널에 중복적으로 방송함으로 방송채널의 방송주기가 길게 하기 때문이다.

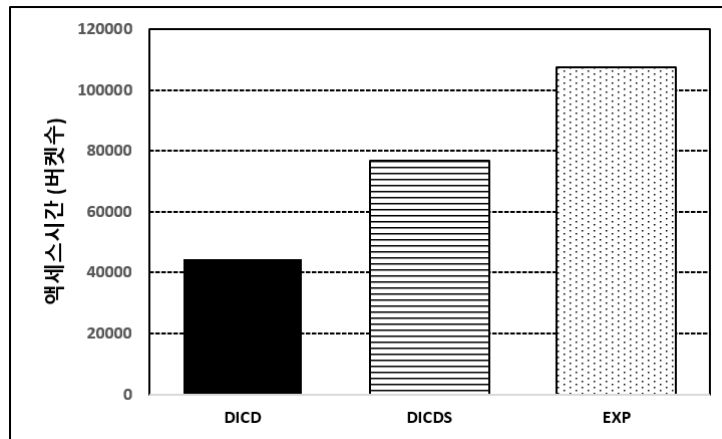


Fig. 5. The comparison of the access time between the proposed system and others

두 번째로, 버킷의 크기에 따른 액세스시간을 비교한다. 버킷의 크기는 방송 채널에서 CCR 문서를 전달하는 논리적인 기본 단위로서 다양한 크기로 버킷을 구성할 수 있다. Fig. 6은 긴급문서 비율이 30%일 때 다양한 버킷 크기에 따른 각 방송 시스템에서의 액세스시간을 보인다. 버킷의 크기는 64바이트, 128 바이트, 256 바이트로 하여 성능평가를 진행하였고, 각 버킷의 크기에 대해서 제안된 시스템 DICD 가 액세스시간에서 우수한 성능을 보인다. 이것은 버킷의 크기가 변하더라도, 멀티채널을 이용했을 때의 장점과 분산 인덱스 기법으로서의 DICD의 장점이 그대로 유지되기 때문이다. 따라서 제안된 방송시스템 DICD는 다양한 방송 환경에서도 클라이언트들이 효과적으로 자신이 원하는 CCR 문서를 다운로드할 수 있도록 서비스할 수 있다는 것을 확인할 수 있다.

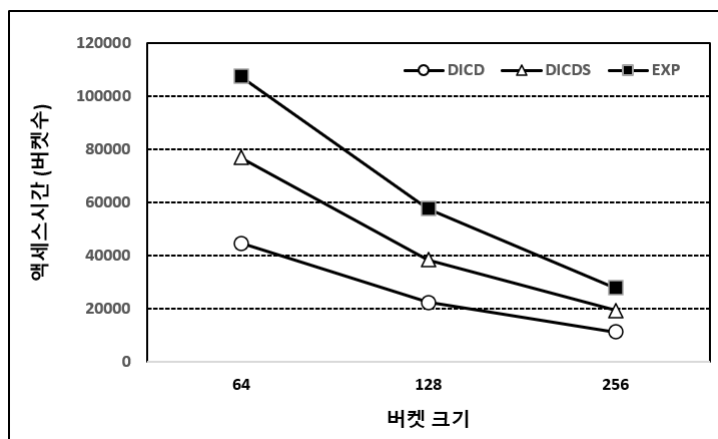


Fig. 6. The access time according to changing the size of the bucket



세 번째로, 다양한 긴급문서의 비율에 대해 제안된 CCR 방송시스템의 액세스시간을 비교하여 제안된 시스템의 우수성을 검증한다. Fig. 7은 버킷의 크기가 64 바이트일 때 긴급문서의 비율을 10%에서 40%까지 변화시킨 경우의 클라이언트의 액세스시간을 보인다. Fig. 7을 통해서 긴급문서 비율이 낮아짐에 따라 액세스시간이 더 길어지는 것을 알 수 있다. 이것은 긴급문서 비율이 낮아질수록 싱글 채널을 이용한 방송시스템에 가까워지기 때문이며, 클라이언트의 CCR 문서 액세스시간을 줄이기 위해서 긴급문서 비율을 조정하는 것이 중요하다.

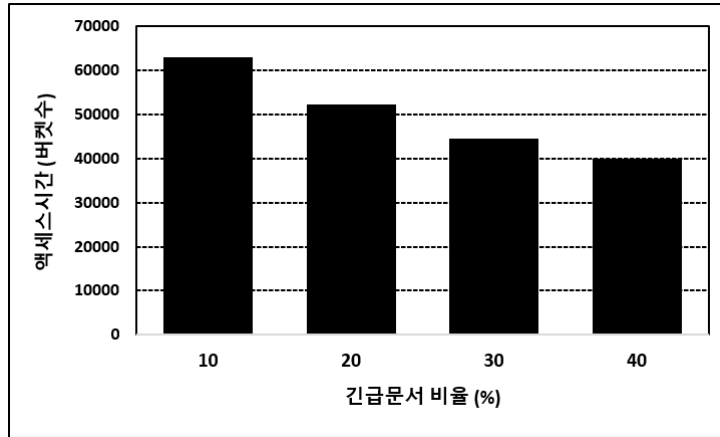


Fig. 7. The access time according to changing the urgency rate of CCR documents

## 5. 결론

본 논문은 멀티 채널 데이터 방송을 이용한 CCR 기반의 헬스케어 서비스 시스템을 제안하여, 헬스케어 서비스에서 중요한 요소인 헬스 데이터에 대한 연속성, 클라이언트에 대한 확장성, 긴급한 헬스 데이터를 클라이언트들이 빠르게 액세스할 수 있는 유연성을 제공할 수 있도록 하였다. 제안된 시스템은 클라이언트들이 요청한 CCR 문서들을 긴급 CCR 문서와 평이 CCR 문서로 나누고 각각 다른 무선 채널에 방송하여 클라이언트들이 긴급 문서를 빠르게 액세스할 수 있도록 하였고, 분산 인덱스 DICD를 설계하여 클라이언트들이 긴급 CCR 문서를 효과적으로 검색할 수 있도록 하였다. 제안된 시스템의 우수성을 증명하기 위해서 테스트베드를 구현하여 시뮬레이션 기반으로 성능평가를 진행하였다. 성능평가를 통해서 제안된 시스템이 기존 연구들에 비해서 클라이언트들의 액세스시간이 짧아 자신들이 원하는 CCR 문서를 빠르게 다운로드 할 수 있음을 보였다. 성능검증을 위한 비교 대상으로서 CCR문서를 싱글 채널로 방송하는 시스템을 구현하여 싱글 채널과 멀티채널일 때의 액세스시간을 비교하였고, 기존 연구인 Exponential 인덱스를 적용한 시스템을 구현하여 인덱스가 바뀌었을 때의 성능을 비교하였다. 첫 번째로 멀티 채널과 싱글채널을 이용한 액세스시간을 비교하고 인덱스 기법을 다르게 했을 때 액세스시간을 비교하여 제안된 시스템이 짧은 액세스시간을 가짐을 검증하였고, 두 번째로, 버킷의 크기에 따른 액세스시간을 비교하여 다양한 버킷 크기에서도 제안된 시스템이 우수함을 검증하였다. 마지막으로, 다양한 긴급문서의 비율에 대해서도 제안된 CCR 방송시스템이 우수한 액세스시간을 가짐을 검증하였다.

## Acknowledgement

※ “본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학ICT연구센터육성지원사업의 연구결과로 수행되었음” (IITP-2021-2017-0-01630).

## References

1. Z. Lu, W. Wu, and B. Fu, “Optimal Data Retrieval Scheduling in the Multichannel Wireless Broadcast Environments”, IEEE Transactions on Computers, Vol. 62, No. 12, pp. 2427-2439, 2013.
2. S. Im, H. Youn, J. Choi, and J. Ouyang, “A Novel Air Indexing Scheme for Window Query in Non-Flat Wireless Spatial Data Broadcast”, Journal of Communications and Networks, Vol. 13, No. 4, pp. 400-407, 2011.
3. A. B. Waluyo, F. Zhu, D. Taniar, and B. Srinivasan, “Design and Implementation of a Mobile Broadcast System”, 2014 IEEE 28th International Conference on Advanced Information Networking and Applications, Vitoria, Canada, 2014.
4. S. Im, and H. Hwang, “An Index Based on Irregular Identifier Space Partition for Quick Multiple Data Access in Wireless Data Broadcasting”, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol. E99-D, No. 11, pp. 2809-2813, 2016.
5. D. J. Chiang, C. S. Wang, C. L. Chen, and W. J. Lo, “Scheduling Management for Multiple Real-Time Data over On-Demand Mobile Environments”, Proceedings of the International Conference Mobile Services, pp. 383-390, 2015.
6. Z. Lu, Y. Shi, W. Wu, and B. Fu, “Data Retrieval Scheduling for Multi-Item Requests I Multi-Channel Wireless Broadcast Environments”, IEEE Transactions on Mobile Computing, Vol. 13, No. 4, pp. 752-765, 2014.
7. 임석진, 황희정, “XML 기반 CCR 문서의 무선 데이터 방송을 위한 프레임워크의 설계와 구현”, 한국인터넷방송통신학회논문지, 제15권 제5호, pp.169-175, 2015.
8. <https://www.astm.org/BOOKSTORE/ADJUNCT/ADJE2369.htm>
9. B. Zheng, W. C. Lee, K. C. K. Lee, D. L. Lee, and M. Shao “A Distributed Spatial Index for Error-Prone Wireless Data Broadcast”, VLDB Journal, Vol. 18, No. 4, pp. 959-986, 2009.