
모바일 환경에서의 고혈압 관리 헬스케어 시스템

이말례* · 김은경* · 이재완** · 장육봉*

A Hypertension Management Healthcare System in Mobile Environment

Malrey Lee* · Eungyung Kim* · JaeWan Lee** · Yupeng Zang*

본 과제는 한국 과학재단 특정기초연구(R01-2006-000-10147-0)지원으로 수행 되었음

요 약

본 논문에서는 RFID tag의 충돌문제를 해결하여 고혈압 환자에게 정확한 의료서비스를 제공할 수 있는 hypertension management system을 제안한다. 제안한 시스템은 OR 로직을 사용하여 환자 주변의 RFID tag를 모바일 RFID 리더가 정확하게 인식할 수 있도록 하였다. 또한 모바일 환경에서 환자의 상태 및 의료서비스를 자동으로 제공하고, 관리하기 위해 멀티에이전트를 적용하였다.

ABSTRACT

This is an example of ABSTRACT format.. This study proposes a hypertension management system that implements a signal collision avoidance algorithm for RFID tags and enables accurate medical services for hypertension patients. The proposed system enables the mobile RFID reader to accurately recognize the RFID tag signals emitted from the patient by using OR logic. Moreover, the system adopts a multi-agent approach to provide and manage information on patient condition and automated medical service in a mobile environment.

키워드

유헬스케어시스템, 모바일 RFID, 고혈압, 멀티에이전트

Key word

U-healthcare System, Mobile RFID, Hypertension, Multi-agent

* 전북대학교

** 군산대학교

접수일자 : 2009. 09. 21

심사완료일자 : 2009. 10. 21

I. 서 론

특정 질환을 가진 환자들은 병원내·외에서 주의 깊은 관찰과 보호가 필요하다. 또한 의료서비스를 받을 수 있는 공간적 제약과 고비용으로 인하여 적절한 시기에 치료를 받지 못해 치명적인 상황까지도 유발할 수 있다[1].

특히 고령화로 인한 특정 질환은 혈압과 관련된 질병이 대부분을 차지하고 있으며, 빠른 발견과 처방이 매우 중요하다. 그 중 고혈압은 상당히 진행되기 전까지는 일반적으로 뚜렷한 증상이 없어서 실제로 환자의 약 절반 정도는 자신이 고혈압인지 알지 못한다. 그러므로 제대로 치료를 받지 않아 협심증, 동맥 경화증, 뇌졸중, 신부전증, 실명 등과 같은 치명적인 합병증을 유발하기 때문에, [2]에서는 고혈압 환자를 위해 국가적으로 예방관리체계를 제시하고, 효율적으로 관리할 수 있는 시스템을 개발하였다.

하지만 이들 시스템 중에서 RFID를 사용해 고혈압 환자를 관리하는 시스템은 RFID tag들이 발생시키는 신호의 충돌로 인해 정확하게 인식되지 못하는 문제점을 가지고 있다. 또한 다른 환자의 RFID tag가 인식되거나 중복된 인식과 같은 불필요한 인식과정을 수행한다. 그로 인해 환자나 의료진에게 잘못된 치료정보가 제공될 수 있으며, 치명적인 의료사고를 유발시킬 수 있다. 그리고 고가의 휴대용 장비의 사용과 한정된 장소에서 서비스를 제공하기 때문에 서비스의 보급에서도 문제가 있다.

본 논문에서는 고혈압 환자를 대상으로 모바일 환경에서 적응적인 상황 처리 서비스를 제공할 수 있는 hypertension management system을 제안한다. 제안한 시스템은 환자 주변에서 발생하는 RFID tag 신호의 충돌 문제를 OR 로직으로 재인식하도록 하였다. 그럼으로써 불필요한 RFID tag의 상태 정보를 제거하여, 환자의 상태에 적합한 치료정보를 제공받을 수 있도록 하였다. 또한 고혈압 환자는 철저한 혈압관리, 식이관리, 운동관리, 약물치료 그리고 생활습관의 교정 등이 중요하기 때문에, 멀티 에이전트를 이용하여 환자의 상태를 관리하도록 하였다.

그리고 관리된 정보는 전자 의무 기록 시스템과 연계시켜 환자의 치료정보를 주기적으로 업데이트하면

서 적합한 치료정보를 제공할 수 있다.

II. 고혈압

고혈압은 혈압이 정상 수치 보다 높은 상태로 보통 수축기 혈압이 160mmHg 이상, 이완기 혈압이 95mmHg 이상인 경우를 말한다. 그리고 혈압은 가능하면 130/60 미만으로 유지하는 것이 중요하다. 그러므로 고혈압은 평생 지속적인 관리와 치료가 필요하며, 합병증의 발생을 줄이기 위해 철저한 혈압관리와 운동관리, 식이관리, 생활습관의 교정, 약물치료와 같은 방법을 병행하고 있다[3]. 그리고 일상생활에서 환자 스스로의 자가 관리를 지원할 수 있는 시스템이나, 만성합병증의 예방 및 조기 치료가 가능한 고혈압 관리 시스템들이 개발되고 있다.

[4]에서는 데이터 마이닝 기법을 이용하여 고혈압 환자의 특성과 치료에 따른 예후를 예측할 수 있는 지식을 발굴하고, 이의 임상적용의 타당성을 검증하여 의사결정지원시스템을 개발하였다. [5]에서는 건강증진프로그램의 예로서 고혈압관리 프로그램에 필요한 지식도출을 위해서 데이터마이닝 기법을 이용하여 국민건강보험공단 데이터베이스 사이에 묻혀 있는 패턴을 발견하고 규칙을 추론하고자 하였다. [6,7]에서는 병원 간염 제어와 공공의 건강 감시를 위해 패턴들의 가치를 확인 할 수 있는 연관규칙을 기반으로 새로운 감시 처리를 정의하여 자동적으로 실세계의 data set에서 흥미 있고 예기치 않은 패턴들을 발견할 수 있는 프로세스를 기반으로 한 자동 패턴 발견 시스템을 개발하였다.

III. 고혈압 관리 시스템

1. 환경 구조

본 논문에서 제안한 시스템은 모바일 RFID와 멀티 에이전트를 기반으로 유비쿼터스 환경에서 고혈압 환자를 대상으로 건강관리 및 의료서비스를 지원할 수 있는 hypertension management system이다. 고혈압 환자는 철저한 혈압 관리와 운동관리, 식이관리 등을 통

해 만성 합병증의 예방 및 조기 치료가 필요하다. 이에 본 논문에서는 고혈압 환자 관리를 위해 RFID tag를 사용하였다. 고혈압 환자 주변의 RFID tag는 환자의 이동성 및 식이관리, 운동관리, 혈압관리 등을 지속적으로 모니터링 할 수 있으며, 필요한 의료 장비의 사용 유무를 검사할 수 있다. 하지만 각각의 RFID tag는 고유한 정보를 가지고 있으며, 고혈압 환자에 상태를 분석하기 위해 정확하게 인식되어야 한다. 그래서 본 논문에서는 RFID tag의 인식에서 발생하는 RFID tag의 충돌 문제를 OR 로직을 사용하여 해결하였다. 그러므로 불필요한 정보가 제거된 고혈압 환자의 상태 정보는 멀티 에이전트로 하여금 환자의 상태를 정확하게 파악하고 환자에게 맞는 식이관리 및 운동관리, 혈압관리를 제공할 수 있다.

환경 구조는Patient management, Emergency measures, Electronic medical record system으로 구성된다. Patient management는 환자와 주변 상황의 정보를 RFID 태그로 구성하여, 각각의 RFID 태그로부터 인식된 정보를 바탕으로 환자에게 맞는 식단과 운동 정도, 혈당관리 및 의사의 처방정보를 제공하게 된다. Emergency measures는 환자의 상태가 위급할 경우 대처할 수 있는 구급센터, 가족, 간병인에게 환자의 상태정보를 전송하여 상황처리를 할 수 있도록 한다. 그리고 Electronic medical record system은 비정기적인 통신으로 환자의 상황 정보를 병원의 DB에 기록하고 의사와 간호사에게 제공하며, 그에 따른 진단 정보를 제공한다. 이러한 환경 구조에서 고혈압 환자 관리 system은 각 객체(Object)들을 관리하며 환자에게 능동적이고 적응적인 치료 및 관리 정보 서비스를 제공하게 된다.

2. RFID 충돌회피 알고리즘

고혈압 환자 주변에 설치된 RFID tag들은 사용자가 휴대하고 있는 모바일 RFID Reader에 의해 발생된 신호가 읽혀진다.

Mobile RFID Reader는 환자 주변의 RFID Tag들이 호출을 시작하기 위해 INVITE 요청을 보낸다. 그러면 RFID Tag는 Reader의 호출 요청에 응답신호인 ACK를 전송한다. 이때 환자 주변의 RFID Tag가 10개가 있다면 Reader의 호출 요청에 보낸 ID를 확인하고 1111011011과 같은 이진 스트링으로 인식된 Tag의 정보를 표현한다. 표현된 이진 스트링에서 1은 인식됨을 의미하고, 0은

인식되지 않음을 의미한다. 초기에 인식된 이진 스트링은 비트열을 각각 OR로 계산하면, RFID tag가 전체적으로 인식되었는지 확인할 수 있다. 그리고 주변의 모든 RFID tag를 읽었다면, BYE 신호를 발생시켜 RFID Reader의 읽는 작업을 중단시킨다. 이를 식으로 표현하면 <식1>과 같다.

$$RFID_{value} = \max (RFID_{num} (OR(\sum_{i=1}^n 2^n))) \dots \text{ <Exp. 1>}$$

RFIDnum은 RFID tag의 ID 비트수이며, n은 사용자 주변에서 인식된 RFID tag의 서로 다른 ID의 개수를 측정된 결과로 RFID tag의 총 개수이다. 각각의 RFID tag는 인식된 순서에 따라 고정된 순번(Fixed Index)을 부여하고, 이들의 값을 비트로 하여 OR 연산을 수행한다. 그리고 인식된 값의 비트들이 최대값이 되었을 때 사용자 주변에 있는 모든 RFID tag를 읽어 들인 상태를 나타낼 수 있다.

$$IF(2^n \equiv MAX) ALL_{READ} ELSE REPEAT_{READ}$$

만약 RFID tag의 총개수가 10개이면, 2¹⁰ = 1024이 되었을 때 모든 RFID tag가 충돌없이 인식된 것이다. 표 1은 RFID tag의 인식 과정을 표현한 예이다.

표 1. RFID 태그인식 예
Table. 1 Example of RFID Tag Recognition

횟수	Stream	RFID tags										R+1
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	INVITE	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	
2	ACK	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	880
3	INVITE	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	
4	ACK4	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	896
5	INVITE	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
6	ACK	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1024
7	BYE											

횡수가 0이면 초기 상태로 모든 RFID tag가 인식되지 않은 상태를 나타낸다. 횡수 1은 RFID Reader가 INVATE 신호를 발생시켜 읽어들이는 값이다. 이것을 초기상태와 OR로 계산하면, 횡수 2의 결과가 된다. 그리고 비트열을 10진으로 표현하면 전체 신호 인식 유무를 확인할 수 있다. 그결과, 횡수 6에서와 같이 모든 비트열이 1이 되었을 때가 사용자 주변의 모든 RFID tag를 정상적으로 읽은 것이다. 그래서 횡수 7은 정상적인 종료 신호인 BYE를 출력하게 된다. 따라서 이러한 과정으로 고혈압 환자 주변에 있는 RFID tag를 충돌 없이 읽게 되어 현재 상황에 맞는 정확한 처방 정보를 제공할 수 있다.

IV. 구조

고혈압 환자 관리 시스템은 멀티 에이전트를 기반으로 하여 고혈압 환자의 주변에 있는 RFID Tag를 인식함으로써 환자에게 필요한 의료 지원 및 정보 서비스를 실시간으로 제공하는 시스템이다.

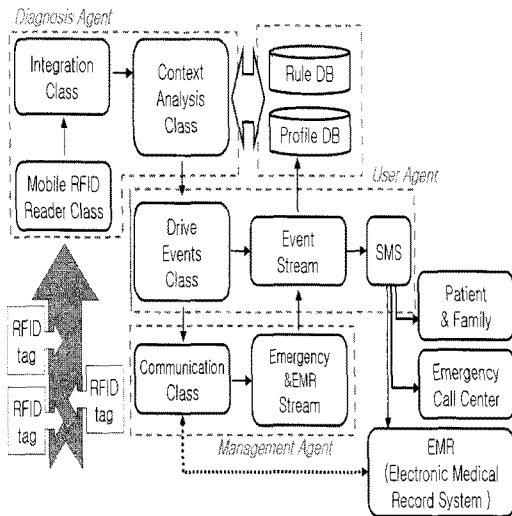


그림 1. 고혈압 에이전트 시스템 구조
Fig.1. Structure of Hypertension Agent System

제안한 시스템의 구성은 Diagnosis Agent, User Agent, Management Agent로 이루어진다. 각각의 에이전트는 협력적인 서비스 처리를 수행하지만 독립적인 상황에서도 자신의 기능에 맞는 서비스 처리가 가능하다. 그림 1은 제안한 u-헬스케어 시스템의 전체 구성도이다.

Diagnosis Agent는 환자 주변에 설치된 RFID tag의 정보와 위치 정보를 Mobile RFID Reader로 인식하고 환자의 상태를 분석하는 기능을 수행한다. 환자의 상태 분석은 공간과 동작에 따른 Rule DB(Data Base)와 Profile DB(Data Base)를 참조한다. 그리고 구성은 Mobile RFID Reader Class, Integration Class, Context Analysis Class로 구성된다. Mobile RFID Reader Class는 사용자 주변의 RFID tag의 인식과 인식에서 발생하는 Signal Collision 회피 정책에 따라 RFID 정보를 filtering 한다. Integration Class는 인식된 정보, 즉 컨텍스트 정보를 고혈압 환자의 몸 상태 정보와 주변 상태 정보로 구분하여 통합하고 이를 분석하기 위한 메타 정보로 구성한다. Context Analysis Class는 메타 정보를 바탕으로 Rule DB와 Profile DB를 참조하여 고혈압 환자의 현재 상태를 결정한다.

Rule DB는 고혈압 Management Policy Rule과 Action Policy Rule으로 구분된다. 고혈압 관리 policy rule은 3가지의 Management 방법에 따라 필요한 Policy을 설정할 수 있다.

고혈압 환자는 자신의 상태에 따라 정확한 관리만이다 다른 질병으로 전이되는 합병증을 예방할 수 있다. 따라서 음식 조절, 운동, 혈압 관리와 같은 관리 방법은 환자 자신에게 맞는 개인화된 관리 정책이 제공되어야 한다. 식이관리는 환자의 일상 생활에서 가장 주의해야 할 항목으로 환자의 위치와 공간, 주변의 음식물 정보를 필요로 한다. 운동 관리는 고혈압 환자의 위치 이동과 시간을 통해 활동량과 운동량을 계산할 수 있으며, 예상 심박수를 측정할 수 있다. 그리고 고혈압 환자의 Profile DB를 참조하여 환자에 맞는 운동 정보를 제공할 수 있다. 그리고 혈압관리는 혈압 환자의 일상 생활에서 일어날 수 있는 응급상황에 대처할 수 있도록 손목형 혈압계를 이용하여 주기적으로 점검한다. Action Policy Rule은 환자가 머무는 장소, 즉 위치에 따라 환자에게 발생할 수 있는 emergency situation을 대처하기 위한 규칙이다.

만약 특정한 공간 내에서 emergency situation이 발생했을 때, 고혈압 환자는 사망할 수 있기 때문에 즉각적인 도움을 필요로 한다. 그래서 Table 2와 같이 위치에 따른 응급 상황이 발생했을 때 Action Policy Rule을 설정할 수 있다.

표 2. 행동 규칙
Table.2 Action Rules

Location	Emergency situation	Action Policy
Bedroom	- 과도한 염분 섭취 - 혈압이상 상태	- 환자/가족: 경고음으로 주위 환기 - 응급센터: 해당 장소로의 이동 - 병원: 응급실에서 필요한 조치를 위한 대기 상태
Bathroom	- 사용자의 움직임 - 급격한 상하위치 변화 - 혈압 상승	- 가족: 경고음과 환자의 위치를 전송함 - 응급센터: 해당 장소로의 이동 (위치 정보 전송) - 병원: 응급실에서 필요한 조치를 위한 대기 상태
External	- 상반신의 상태 변화 - 오심과 구토 - 빈맥 경련 - 무반응/무의식 - 급격한 위치변화	- 환자/가족: 긴급 상황에 대한 조치 정보 전송 - 응급센터: 환자를 응급실로 이동 (위치 정보 전송) - 병원: 환자 치료를 위한 준비

User Agent는 Diagnosis Agent의 상황 분석 결과를 바탕으로 필요한 이벤트를 발생시키는 기능을 수행한다. 구성은 Drive Events Class, Event Stream, SMS(Short Message Service)로 구성된다. Drive Events Class는 management policy rule과 action policy rule을 구분하고 주변 상황에 맞는 event signal을 발생시킨다.

Management Agent는 EMR (Electronic Medical Record System)과 주기적인 통신을 수행하면서 의사와 간호사의 처방 정보를 전달받거나 환자의 상태 정보를 기록하는 기능을 수행한다. 또한 고혈압 환자가 응급상황일 때는 콜센터로 응급한 환자의 상태를 전송

하여 즉각적인 치료를 받을 수 있게 한다. 구성은 Communication Class, Emergency & EMR Stream으로 구성된다. Communication Class는 User Agent의 Context Analysis Information과 Events Information을 EMR에 기록하고, 의사나 간호사가 확인할 수 있도록 한다. 그리고 기록된 내용을 바탕으로 의사나 간호사의 처방 정보가 변화되었을 때 갱신 정보(update information)를 수신한다. Emergency & EMR Stream은 의사나 간호사의 처방 정보가 갱신되었을 때, User Agent가 Profile DB를 갱신(update)할 수 있도록 하기 위한 query를 발생시킨다.

U-헬스케어 어플리케이션의 메뉴는 사용자의 스케줄관리, 식이관리, 혈압관리, 처방정보관리, 긴급호출의 5가지 주메뉴로 구성하였다. 각 메뉴를 사용함에 있어 사용자가 정확하게 메뉴를 선택 하였는가를 점검하도록 하였다. 여기서는 처방관리 화면만 샘플로 보여 주었다.

처방정보관리는 그림 2에서와 같이 병원의 환자 관리 시스템을 보고 사용자에게 맞는 의사의 처방을 사용자에게 주기적으로 제공할 수 있는 메뉴이다.



그림 2. 처방관리와 긴급호출 서비스
Fig. 2. Prescription Management and Emergency Call service

제안된 시스템은 기존의 RFID 기반으로 한 시스템의 문제점인 RFID collision 해결과 이동성, 효율성에 중점을 두어 개발하였다. 그럼으로써 고혈압 환자는 이동 중에 발생할 수 있는 RFID collision을 예방함으로써 환자의 상태를 실시간으로 파악할 수 있다. 또한

고가의 장비를 대여하지 않고 자신이 사용하고 있는 모바일 장치로 필요한 의료 서비스를 제공받을 수 있다.

V. 결론

제안한 시스템은 기존의 시스템들이 가지고 있는 RFID의 Collision 문제를 해결하고 효율성과 실용성을 갖춘 어플리케이션의 개발을 목적으로 하였다. 사용자와 주변 상황에 대한 정보를 가지고 있는 RFID의 인식에서 발생하는 Collision 문제는 다수의 RFID를 정확하게 인식할 수 있도록 OR 로직으로 해결하였다. 그럼으로써 사용자의 상황에 맞는 정확한 정보를 획득할 수 있었다. 또한 이동 중인 고혈압 환자에게서 필요한 RFID 신호를 효율적으로 획득하고 관리할 수 있었다. 그리고 별도의 장비를 이용하는 것이 아니라 환자가 가지고 있는 장비와 문자 메시지(SMS)로 서비스를 제공하기 때문에 사용자가 보다 쉽게 자기 관리를 할 수 있다.

따라서 본 논문에서 제안한 u-헬스케어 시스템은 사용자의 질병 정도에 따라 멀티 에이전트가 판단하고 주어진 환경에서 필요한 치료정보를 제공함으로써 치명적인 합병증을 감소시킬 수 있다.

감사의 말

본 과제는 한국 과학재단 특정기초연구 (R01-2006-000-10147-0) 지원으로 수행 되었음

참고문헌

[1] Bang M, Timpaka T., "Ubiquitous computing to support co-located clinical teams : Using the semiotics of physical objects in system design", *International Journal of Medical Informatics*, 2006.

[2] Hong SJ, Park CG, Park JS, et al., " The relationship between serum adiponectin, essential hypertension, LV mass index, and LV diastolic function, *Korean Circulation J*, Vol.33, pp. 1126-1133, 2003.

[3] Ho SH, et al. "Development of decision support system for the management of hypertension using data mining technology", *Proceedings of the conference the Korean Society of Intelligent information System*, pp. 271-282, 2000.

[4] Chae YM, et al, "Analysis of healthcare quality indicator using data mining and decision support system", *International Journal of Expert System with applications*, 2003.

[5] Yonsei University, "Development of Decision Support System Model for Hypertension Management Using Sequential Patterns", 2005.

[6] Brossette SE, Sprague AP, Hardin JM, Waites KB, Jones WT, Moser SA. "Association rules and data mining in hospital infection control and public health surveillance", *JAMIA*, Vol. 5, pp. 373-81, 1998.

저자소개

이말레 (Malrey Lee)



1998년 중앙대학교 컴퓨터공학과 박사

2010년 현재 : 전북대학교 컴퓨터 공학과 교수

※ 관심분야 : 로보틱스, 멀티미디어, 헬스케어, 게임등

이재완 (Jaewan Lee)



1992년 중앙대학교 전자계산학 공학박사

1996-1998 : 한국학술진흥재단 전문위원

2010년 현재 : 군산대학교 교수

※ 관심분야 : 분산시스템, 운영체제, 컴퓨터네트워크, 멀티미디어등



김은경(Eungyeong Kim)

2006년 공주대학교 컴퓨터공학과
박사

2006~2009 : 전북대학교 박사후
연구과정

※ 관심분야: 로봇틱스, 멀티미디어, 바이오센서, 게임
등



장옥봉(Yupeng Zang)

2008년 전북대학교 컴퓨터공학과
석사

2010년 현재 : 전북대학교
컴퓨터공학과 박사과정

※ 관심분야: 로봇틱스, 멀티미디어, 바이오센서,
게임 등