

유비쿼터스 환경에서의 치매환자 관리 시스템 설계

조정원^{○*}, 황인준^{*}, 박길홍^{**}
고려대학교 대학원 전자전기공학과*, 의과대학 생화학교실**
{jwcho[○], ehwang04^{*}, ghpark^{**}}@korea.ac.kr

Design of a Dementia Patients Management System in Ubiquitous Environments

JeongWon Cho^{○*}, EenJun Hwang^{*}, GilHong Park^{**}
School of Electrical Engineering*, Department of Biochemistry, College of Medicine**, Korea University

요 약

Ubiquitous 기술의 눈부신 발전에 힘입어 많은 새로운 응용 분야가 대두되고 있다. 특히, well-being에 기반한 고품질의 healthcare 서비스에 대한 사회적 수요가 급증하면서, U-Healthcare에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 healthcare 서비스 중에서 치매 환자의 효과적인 관리를 위한 시스템 설계에 초점을 두고 있다. 구체적으로, 환자의 예상 활동 영역을 계층적으로 분할하고, 특정 영역 내에서의 치매 환자 출입 상황이나 위치 등을 자동적으로 파악하여 치매환자를 효과적으로 관리하고 실종 등의 상황에서 보호자나 의료인에게 필요한 정보를 효과적으로 제공하는 치매 환자 배회 관리 시스템을 설계한다.

1. 서 론

유비쿼터스 컴퓨팅은 인간이 이용 가능한 모든 사물에 통신기능을 내장한 컴퓨터를 포함하며, 언제 어디서 어떻게 컴퓨팅이 이루어지는 사용자가 인지하지 못하고 사용자가 요구하는 서비스를 자동으로 제공해주는 컴퓨팅을 요구하고 있다. 최근, 이러한 유비쿼터스의 대열에서 u-센서 네트워크와 함께 무선인식 (RFID, Radio Frequency Identification)이 두각을 나타내고 있다. RFID는 초소형 반도체에 식별정보를 내장하고 무선주파수를 이용하여 그 침을 지닌 사물, 사람 등을 판독, 추적, 관리할 수 있는 기술이다.

현대 사회가 고령화되어 감에 따라 기억 장애를 수반하는 노인성 치매 환자의 질병은 의학적, 사회적으로 심각한 문제로 대두되고 있다. 일반적으로 대부분의 치매환자들이 제일 먼저 호소하는 증상은 기억력 장애이다. 이러한 기억 장애가 심해지면 이름과 전화 번호들을 잘 기억하지 못하는 경우가 늘어나고, 지적 능력에 문제가 발생하여 방향 감각이나 공간 인식 능력이 현저히 떨어지게 된다. 또한, 길을 자주 잃어 버리게 되거나 자주 다니던 길도 해매게 되는 경우(배회 증세)가 자주 발생하게 된다.

따라서 일상 생활의 간섭이나 방해 없이 치매로부터 고통 받고 있는 노인들을 위한 실종 방지 및 탐색 시스템을 만들기 위해서 RFID와 GIS 기술을 통합하는 것이 필요하다. 또한 수동적이고 인적자원을 많이 필요로 하는 길을 잃은 치매 환자를 찾는 방법을 개선할 수 있는 치매 환자 배회 관리 시스템을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 U-Healthcare 및 치매 환자 관리 시스템에 대한 관련 연구

를 살펴보고 3장에서는 제안하는 전체 시스템 개요에 대해 기술한다. 4장에서는 서비스 흐름을 기술한 다음 5장에서 시스템의 서비스 흐름을 통해 실제적인 서비스 시나리오를 제시한다. 6장에서는 결론 및 향후 과제에 대해 기술한다.

2. 관련 연구

치매는 주로 노인에게 나타나는 만성적이고 대부분 진행성의 지적 기능의 저하 질환이다. 전반적으로 65세 이상의 노인의 약 10%와 85세 이상의 노인의 약 50%가 치매 질환으로 발전할 것이다[1]. 비록 몇몇 반응 억제제인 아세틸콜린 에스테라아제가 알츠하이머 유형의 치매의 증상에 따른 경감을 위해 등록되어 있지만, 현재 이 질환을 위한 치료법은 없다. 그럼에도 불구하고, 만약 환자가 질병의 초기 단계에서 진단을 받지 못한다면 그들은 치료에서 최선의 효과를 거둘 수 없다[2].

치매 환자가 자택에서 외부로 나갔을 때 방향 감각이 떨어져 길을 잃게 되는 경우가 종종 발생한다. 보호자에 의하여 확인이 되는 경우에는 가정으로 돌아가게 되지만, 그렇지 않으면 행방불명 되어 치매 환자를 찾기 위하여 보호자들에게 많은 물적, 시간적 손실을 유발하게 된다. 한편 종래에는 행방 불명 방지를 위하여 주로 치매 환자의 이름, 주소 등을 적은 띠나 배지 등을 손목이나 목걸이에 착용하게 하였으나, 이는 치매 환자를 발견한 사람이 연락을 하여야 하는 단점이 있고, 치매 환자가 인적이 드문 곳으로 갈 경우에는 연락을 할 수가 없게 되는 문제점이 부각되었다. 또한, 치매 환자의 행방 불명 발생 과정에서 중요한 점은 발생시에 신속하게 실종 신고 및 추적을

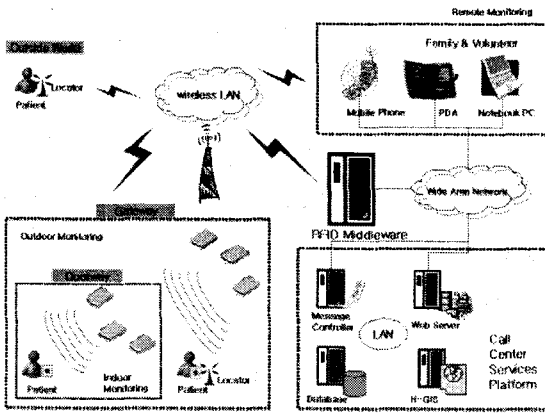
하면, 치매 환자의 이동 반경이 상대적으로 작기 때문에 발견 확률이 높다는 것이다.

현재 치매 환자를 위한 연구 경향은 치매 환자의 조기 진단이나 치매 환자의 인식력 감소의 속도를 줄이는 방법 등에 관한 것이다[3].

유비쿼터스 컴퓨팅과 통신기술에 기반한 많은 성공적인 헬스케어 응용은 다음과 같은 논문[4, 5, 6, 7, 8]에서 발표되었다. 이들 응용은 의사가 환자들의 전자 기록들을 병원 내에서 언제든지 어디서든지 이용 가능하게 한다. 병원 밖의 환자의 현재 위치를 파악하는 것이 헬스케어 시스템 디자인에 있어서 중요한 요구사항이 되고 있고 실제적인 치매 환자의 감시 및 위치 파악에 관한 연구는 미비함에 따라 치매 환자 배회 관리 시스템의 필요성이 절실히 요구되고 있다.

3. 전체 시스템 개요

본 논문에서 제안하는 치매 환자 배회 관리 시스템은 [그림 1]과 같은 구조로 되어 있다.



[그림 1] 치매 환자 배회 관리 시스템 구조

하나 이상의 출입구를 가지는 영역 내에 RFID 리더기가 출입구 주변 및 환자가 자주 배회하는 곳에 설치되어 있고, 치매 환자는 RFID 태그를 소지하고 있다. 치매 환자가 출입구를 벗어날 때, 근거리무선 통신을 통해 상기 저장된 고유 정보를 RFID 미들웨어 모듈로 전송한다. RFID 미들웨어 모듈은 치매 환자에 대한 고유 정보를 수신하고, 정제하여 치매 환자에 대한 출입 관련 메시지 포맷을 생성하여 서비스 플랫폼으로 전송한다. 서비스 플랫폼은 수신된 메시지 포맷의 환자 ID와 데이터베이스 서버에 저장된 환자 ID와 일치된 환자 정보를 검색하고 RFID 리더기의 ID를 통해 H-GIS 서버에 저장된 리더기 위치 정보를 찾아내 GIS 파서를 통해 환자의 위치 정보를 표시한다. 환자의 일반적인 정보와 지정학적 정보를 통합하여 웹 서비스 서버를 통해 환자의 관련 주체에게 환자 정보를 제공하여 환자의 구호를 가능하게 한다.

또한 하나 이상의 출입구를 가지는 영역은 중첩된 다중

영역으로 구성되며, 치매 환자가 상기 각 영역을 벗어날 때마다 차등적인 조치를 수행하는 것을 특징으로 한다.

전체 시스템은 아래와 같이 크게 네 가지 구성 요소로 이루어져 있다.

- 중첩된 영역에 존재하는 RFID 하드웨어 기술: RFID 기술은 태그, 안테나, 리더 그리고 태그와 리더 사이의 교환되는 정보를 받아 서버나 네트워크로 전달해주는 미들웨어로 구성이 된다. RFID 기술은 저주파일수록 태그 인식 속도가 늦고, 크기가 큰 반면 환경 영향에는 고주파보다 강한 편이다. 또 고주파일수록 태그 인식 속도나 일괄 인식이 좋고, 태그 크기가 저주파에 비해 적은 반면 환경 영향은 저주파 대역에 비해 민감한 편이다. 따라서 치매 환자 통신 단말은 저주파를 이용하는 RFID 태그로 구성되고, 출입구 통신 단말은 상기 RFID 태그로부터 정보를 읽어 들이는 RFID 리더기가 적합하다.
- RFID 미들웨어 모듈: 치매 환자의 식별과 위치 추적을 통한 구호를 위해 무선 네트워크를 통해 직접적으로 RFID 리더와 통신하고 이로부터 데이터를 정제하는 역할을 구성하는 모듈이 필요하다. 그 모듈의 구성 요소는 아래와 같다.
 - 디바이스 드라이버: 일괄적으로 치매 환자 주변에 설치된 RFID 리더기들과 통신하는 역할을 한다. 통신 프로토콜을 단순화하여 디바이스들만 일괄되게 관리할 수 있도록 해준다. 이렇게 RFID 리더기로부터 얻어진 모든 정보, 즉 단말의 상태 및 감지된 데이터 정보는 '이벤트' 라는 단일한 형태로 표현된다.
 - 필터: 디바이스 드라이버를 통해 들어온 이벤트를 정제하여 응용 서비스가 필요한 메시지 형태로 만드는 역할을 한다.
 - 디스패처: 정제된 센싱 데이터를 광대역 통신망을 통해 응용 서비스의 서버로 전달하는 역할을 수행한다.
 - Administrator 관리자: 드라이버, 필터, 디스패처 등을 관리할 수 있는 관리자가 필요하고 새로운 드라이버, 필터, 디스패처 등의 추가, 수정, 삭제가 가능할 수 있도록 구성해야 한다.
- 서비스 플랫폼: 환자의 각 영역 출입 여부 및 위치 정보 등을 이용하여 관련 주체에게 위치 추적 및 보호 요청 시 그에 따른 서비스를 제공한다. 플랫폼은 데이터베이스 서버, 웹 서비스 서버, 메시지 제어 서버 그리고 Health-GIS서버로 구성되어 있으며 구체적인 기능은 다음과 같다.
 - 데이터베이스 서버: 환자 관련 정보의 저장과 관리를 수행
 - 웹 서비스 서버: 외부 사용자에게 포털 서비스를

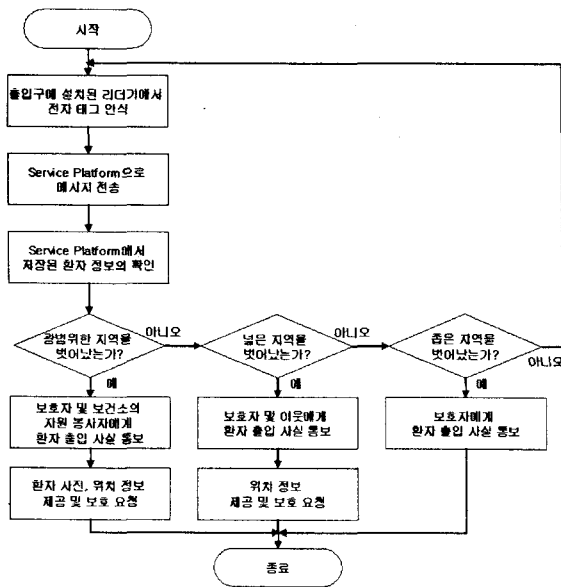
제공, 환자 데이터의 통합, 각각의 사용자 장비에 따른 Resolution과 디스플레이 디바이스의 aspect-ratio를 위한 GUI 포맷 변환을 수행

- 메시지 제어 서버: 네트워크를 통한 미들웨어와의 접속을 통한 메시지 제어
- Healthcare Geographic Information Server (H-GIS): 환자 운송과 응급 구조 업무에 사용.

- 사용자 단말: 수색 작업을 효율적으로 하기 위해 각기 다른 운영 인터페이스가 제공되고 수색을 위한 보건소의 자원 봉사자나 혹은 가족 구성원들은 모바일 폰, PDA, 노트북, PC 등을 통하여 행방 불명된 환자에 관련된 정보를 얻을 수 있다.

4. 서비스 흐름

[그림 2]는 치매 환자를 위한 주요 서비스 흐름도를 나타내고 있으며 크게 3가지 단계로 구성된다.

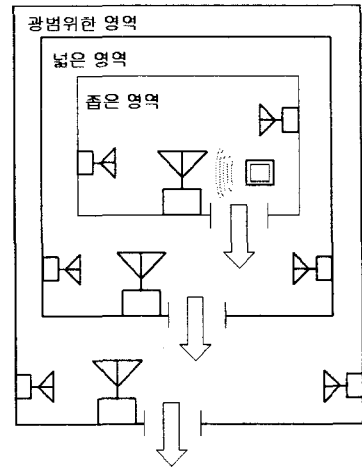


[그림 2] 치매 환자 배회 관리 서비스 절차

- RFID 태그를 인식하는 단계: 하나 이상의 출입구를 가지는 영역내에서 치매 환자가 출입구를 통해 제한된 영역을 벗어날 때, 치매 환자의 출입을 검사하는 하는 단계. [그림 3]은 중첩 영역에서의 리더기 배치 구조를 나타낸다.
- 데이터를 정제 및 메시지 포맷 구성 단계: 치매 환자에게 부착된 RFID 리더기에서 RFID 태그로부터 수신된 데이터를 정제하고, 중첩된 영역을 구분하며 환자의 정보를 나타내는 메시지 포맷을 생성하여 서비스 플랫폼으로 메시지를 전송하는 단계.

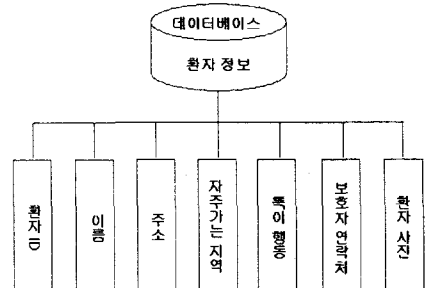
- 서비스 제공 단계: 메시지 포맷 분석 및 데이터베이스 서버에 이미 저장된 환자의 정보를 확인하고 H-GIS 서버를 통해 환자의 위치 정보와 결합하여 관련 주체로 상기 치매 환자의 출입 사실을 통보하는 단계.

치매 환자에 대한 출입 관련 메시지는 환자 아이디 정보, 출입 시간 정보 및 출입문 위치 정보 중에서 선택된 어느 하나 이상을 포함한다. 치매 환자의 출입 관련 정보가 전송되는 관련 주체는 중첩된 지역의 범위에 따라 치매환자를 관리할 수 있는 책임을 가지는 주체에게 전달하고 대상은 보호자, 이웃 및 지역 보건소에 근무하는 자원 봉사자중에서 선택된다.



[그림 3] 중첩 영역에서의 리더기 배치 구조

또한, [그림 4]는 환자 정보 데이터베이스의 주요 스키마 정보를 나타낸다. 환자 정보 데이터베이스에는 환자 ID, 이름, 주소, 환자가 자주 가는 지역, 환자의 행동 특징, 보호자 연락처, 그리고 환자 사진 등 치매환자와 관련된 정보들이 저장된다.



[그림 4] 환자 정보 데이터베이스 스키마

치매 환자가 길을 잃었을 때, 시스템은 전체적인 환자의 수색 과정을 기록하는 메시지 포맷을 생성한다. 메시지 포맷은 Message ID(MID), Event ID(EID), Patient ID(PID), Reader ID(RID), State, Timestamp로 구성되어 있다.

MID는 각 메시지의 오름차순의 연속적 숫자이고 EID는 유일한 이벤트 식별자이며 PID는 치매 환자의 주민등록번호와 같은 환자 식별 정보를 나타내며 데이터베이스에 저장된 환자 ID와 동일한 값을 가진다. 환자가 배회하는 영역은 각기 출입구가 존재하는 중첩된 영역으로 구성되어 때문에 State 속성은 현재 환자가 어느 영역에 존재하는 지 알기 위한 방편으로 위치 추적을 위해서 사용되며 아래와 같이 6개의 상태로 나타낼 수 있다.

- Calm State (C-State): 좁은 지역 (집안, 병실 등)의 영역 안에 있는 안정적인 상태
- Indoor State (I-State): 좁은 지역 (집안, 병실 등)의 영역을 벗어난 상태
- Outdoor State (O-State): 넓은 지역 (아파트 단지, 병원 등)을 벗어난 상태
- Wide State (W-State): 광범위한 지역 (보건소 관할 구역 및 의료 관할 구역)을 벗어난 매우 위험한 상태
- Emergency State (E-State): 갑작스런 발병으로 환자가 응급 구호 요청을 한 상태
- Remote State (R-State): 관련 주체가 원거리에서 환자 위치를 요청한 상태

Timestamp 속성은 각 메시지의 시간을 기록한다. State와 Timestamp 속성은 사용자가 각 이벤트의 추적 과정을 재구성하게 해준다. 환자 혹은 관련 주체로부터 효력 있는 구호 신호와 같은 이벤트가 발생할 때 EID가 생성된다. 구호 검색 전체 기간에 걸쳐 탐색 장비에 의한 모든 응답 기록은 같은 EID로 구성이 된다. 아래의 [표 1]은 치매 환자의 배회로 인해 생성된 메시지 포맷을 나타낸다.

[표 1] 환자 위치에 따른 메시지 포맷의 예

MID	EID	PID	RID	State	Timestamp
1	1	300101-XXXXXXX	0001	C	07/22/2006 10:48:23 AM
2	1	300101-XXXXXXX	0011	I	07/22/2006 11:04:55 AM
3	1	300101-XXXXXXX	0021	O	07/22/2006 11:15:49 AM
4	1	300101-XXXXXXX	0031	W	07/22/2006 11:31:21 AM
5	1	300101-XXXXXXX	0021	O	07/22/2006 11:46:12 AM
6	1	300101-XXXXXXX	0011	I	07/22/2006 11:56:43 AM
7	1	300101-XXXXXXX	0001	C	07/22/2006 11:59:38 AM

5. 서비스 모드

RFID 기반의 마일웨어 모듈과 함께 제안하는 시스템의 효용성을 검증하기 위해 우선 가정용 영역으로 시스템을 적용하고자 한다. 이를 위해 크게 네 가지 모니터링 계획을 제공하는 서비스 플랫폼을 설정하였다. 가정 혹은 실내에서 제공되는 Indoor Monitoring, 가정의 현관문이나 아파트의 경비실을 벗어나는 상태를 감시하는 Outdoor Monitoring, 관련 주체가 언제든지 치매 환자를 감시하는 Remote Monitoring이 있고 환자가 갑작스런 건강 악화를 예방하기 위한 응급 구호 모드가 있다.

- Indoor Monitoring: 치매질환을 가진 노인이 뚝뚝 없이 홀로 부엌, 목욕실 등 특정한 지역을 돌아다니거나 집을 떠나는 경우 본 시스템은 노인의 행적을 자동적으로 감시할 수 있다. 노인이 홀로 집을 떠나게 되었을 경우에도 시스템은 경고 메시지를 무선 네트워크를 통하여 서비스 플랫폼에 메시지를 전달한다. 노인이 어떤 위험을 마주치는 것을 방지하기 위해 즉각적으로 가족 구성원들은 치매환자의 출입 관련 메시지를 받는다.
- Outdoor Monitoring: 평소 치매 환자가 자주 가는 지역을 중심으로 환자 데이터베이스에 이미 정보를 저장하고 광범위한 지역으로 환자가 이동할 경우 평소 관련이 있는 지역을 중심으로 환자를 감시한다. 일단 환자가 미리 설정된 지역을 떠나면 알람 신호가 무선 네트워크를 통하여 이웃 및 보건소의 자원 봉사자에게 전달된다. 치매 환자의 가정과 비교적 먼 지역을 감시한다. 제한된 RFID 리더기의 수로 인해 치매 환자 다 빈번히 출현하는 지역을 그 범위로 한다.
- Remote Monitoring: 가족 구성원이 치매 질환을 가진 노인의 현재 위치를 알고 싶어할 때 그들은 무선 네트워크를 통하여 서비스 플랫폼에 접속할 수 있다. ID 인증을 한 후에 그 시스템은 자동적으로 단일 위치 보고 혹은 각각의 시간에 따른 주기적인 보고를 통하여 치매 환자의 위치를 보고한다.
- 응급 구호 모드: 노인(치매환자가 아닌 일반적인 환자 혹은 기억이 있을 때)이 응급 상황에 처할 때, 노인은 Service Platform으로 응급 메시지를 전달하기 위해서 응급 구호 버튼을 누를 수 있다. Service Platform에서 응급 메시지를 받은 후에 환자를 식별하고 응급 상황을 기록하고 환자의 프로필, 위치 정보, 관련된 간병인, 수색 자원 봉사자 그리고 가족 구성원에게 응급 상황을 맞은 노인의 지정학적 정보를 전송하여 그를 구호할 수 있도록 한다.

5.1 서비스 시나리오

치매 환자가 계속해서 중첩된 영역을 벗어나게 되는 비정상적인 상황이 발생할 때마다 RFID 기술을 이용한

위치 감시 및 추적 장치는 즉시 환자의 위치 상태와 환자를 담당한 리더기 정보를 포함하는 메시지를 서비스 플랫폼에 전달한다. 서비스 플랫폼을 거치기 전에 RFID 리더의 정체 후 메시지 포맷을 생성한다. 서비스 플랫폼에서 메시지를 수신한 후에 메시지 포맷 속의 환자의 ID를 통해 검색과 구호를 위해 필요한 완전한 정보를 생성하기 위해 환자의 이름, 주소, 보호자 및 사진과 같은 기본적인 정보들을 데이터베이스 서버에서 검색하여 환자의 정보를 파악하고 RFID 리더기 ID를 통해 RFID 리더기의 위치를 지도상의 거리 위치로 변환하고 환자 정보와 결합한다. 검색 작업의 과정을 용이하게 관찰하기 위해 각기 다른 운영 인터페이스가 제공되어 검색 자원 봉사자 혹은 가족 구성원은 모바일 폰, PDA, 노트북, PC등을 통해 실종된 치매 환자에 대한 관련된 정보를 획득하고 치매환자를 구호한다. 아래의 [그림 5]는 본 시스템의 서비스 흐름도를 나타낸다

가지고 있는 환자를 관리하는 통합적인 시스템으로의 확장에 관한 연구도 진행되어야 할 것이다.

참고 문헌

[1] D. Knopman, S. DeKosky, J. Cummings, H. Chui, J. Corey-Bloom, N. Relkin, G. Small, B. Miller, and J. Stevens. Practice parameter: diagnosis of dementia (an evidence-based review): report of the quality standards subcommittee of the American academy of neurology. *Neurology*, 56(9):1143- 1153, 2001. <http://www.neurology.org/cgi/reprint/56/9/1143>.

[2] R. Anand. Rivastigmine - Clinical efficacy and tolerability. *Clinician*, 16(5):14- 22, 1998.

[3] Holly Jimison, Misha Pavel, James McKanna and Jesse Pavel, " Unobtrusive Monitoring of Computer Interactions to Detect Cognitive Status in Elders" , *IEEE Transaction on Information Technology Biomedicine*, Vol 8, No 3. pp. 248-252, Sep. 2004,

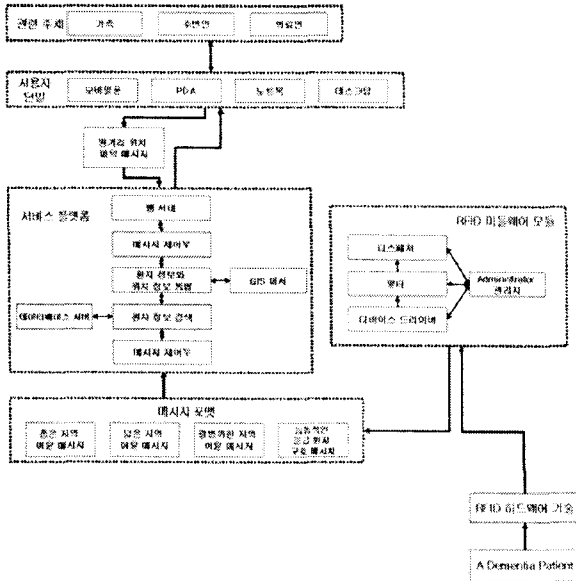
[4] Kathy J. Liszka, Michael A. Mackin, Michael J. Lichter and David W. York, " Keeping a Beat on then Heart" , *Pervasive computing*, pp. 42-49, Oct. - Dec. 2004

[5] Sandra Fischer, Thomas E. Stewart, Sangeeta Mehta, Randy Wax, Stephen E. Lapinsky, " Handheld Computing in Medicine" , *Journal of the American Medical Informatics Association*, Vol. 10 No. 2, pp. 139-149, Mar. -Apr. 2003

[6] Marcela D. Rodriguez, Jesus Favela, Edgar A. Martinez and Miguel A. Munoz, " Location-aware access to hospital information and services" , *IEEE Transaction on Information Technology in Biomedicine*, Vol 8, No 4. pp. 448-455, Dec. 2004

[7] Jesus Favela, Marcela Rodriguez, Alfredo Preciado and Victor M. Gonzalez " Integrating context-aware public displays into a mobile hospital information system," *IEEE Transaction on Information Technology in Biomedicine*, Vol 8, No 3. pp. 279-286, Sep. 2004

[8] Yuan-Hsiang Lin, I-Chien Jan, Patrick Chow-In Ko, Yen-Yu Chen, Jau-Min Wong and Gwo-Jen Jan, " A wireless PDA-based physiological monitoring system for patient transport" , *IEEE Transaction on Information Technology in Biomedicine*, Vol 8, No 4. pp. 439-447, Dec. 2004



[그림 5] 치매환자 검색 및 구호 흐름도

6. 결 론

본 논문에서는 특정 영역의 각 출입구에서 치매 환자와의 근거리 무선 통신을 통해 출입을 검사함으로써 치매 환자의 배회에 대한 관리를 수행할 수 있는 치매 환자 배회 관리 시스템을 설계하였다. 다중의 영역으로 구분된 지역에서 각 영역별로 근거리 무선 통신을 통한 치매 환자의 출입 상황을 검사하고, 각 단계별로 상황에 따른 조치를 취함으로써 치매 환자의 배회에 대한 관리를 효과적으로 수행할 수 있었다.

향후 연구되어야 할 내용은 국내외의 RFID 시스템의 현황 분석을 통해 본 연구의 목적에 맞는 시스템 프로토타입을 제시하고 치매 환자뿐 만 아니라 만성적인 질환을