

고령자 약복용 지원을 위한 선행 지식 기반 시스템

(A Proactive Knowledge-Based System of Medication Assistance for Aged Persons)

최재훈[†] 임명은^{**} 김대희^{**} 박수준^{***}

(Jae Hun Choi) (Myung Eun Lim) (Dae Hee Kim) (Soo Jun Park)

요약 본 논문에서는 고령자의 약복용에 대한 순응도를 향상시킬 수 있는 약복용 행위 지원 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 고령자의 약복용 상황에 필요한 행위들을 XML템플릿으로 미리 정의한 선행 지식을 이용한다. 지식 기반 약복용 행위 지원 서비스는 고령자의 약복용 스케줄이나 위치를 지속적으로 모니터링함으로써 인식되는 현재 상황에 매우 의존적이다. 본 시스템은 약복용 모니터링을 약상자와 디스플레이에 각각 부착된 적외선 센서 및 초음파 센서를 통해 수행한다. 이 모니터링된 결과로부터 인식된 고령자 상황에 따라 요구되는 약복용 행위는 사용자 친화형 멀티미디어를 통해 서비스한다. 특히, 실험을 통해 본 논문에서 개발된 시스템이 만성질환 환자들의 약복용 순응도를 향상시킬 수 있음을 평가하였다.

키워드 : 유비쿼터스 헬스, 약복용, 약상자, 선행 지식, 상황인식

Abstract In this paper, we developed a system that could assist appropriate activities for medication compliancy of the elderly. It employs a proactive knowledge which is represented as XML templates predefined for their medication activities. The knowledge-based assistance depends on the contexts considerably, which the system can recognize by continuously monitoring the current position and the time-schedule for their medications. The monitoring can be performed with ultrasonic sensors and infrared sensors mounted in a display and a pillbox respectively. According to the recognized contexts, the medication activities required by the elderly can be serviced through user-friendly multimedia display. In special, our experiment evaluates that the developed system is able to enhance the medication compliancy of chronic disease patients.

Key words : u-Health, Medication, Pillbox, Proactive Knowledge, Context Awareness

- 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 정보통신 연구기반조성사업의 일환으로 수행하였음(B1100-0801-0019, 차세대 IT 기반 사업화 기반조성)
- 이 논문은 2008 한국컴퓨터종합학술대회에서 '고령자 약복용 지원을 위한 선행위 지식 기반 시스템'의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것임

[†] 정 회 원 : ETRI 라이프인포매틱스연구팀 선임연구원
jhchoi@etri.re.kr

^{**} 비 회 원 : ETRI 라이프인포매틱스연구팀 선임연구원
melim@etri.re.kr
dhkim98@etri.re.kr

^{***} 비 회 원 : ETRI 라이프인포매틱스연구팀 팀장
psj@etri.re.kr

논문접수 : 2008년 9월 3일

심사완료 : 2009년 8월 26일

Copyright©2009 한국정보과학회 : 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지 : 소프트웨어 및 응용 제36권 제11호(2009.11)

1. 서 론

인구의 고령화가 빠르게 진행됨에 따라 저비용으로 고령자의 건강을 효과적으로 보호할 수 있는 방법들이 요구되고 있다. 이를 위해 모바일-케어, 홈-케어, 텔레메디슨 등과 같이 IT 기술이 융합된 많은 e-헬스 기술들이 연구되고 있다. 이 기술들은 다양한 센서를 통해 고령자들의 상태를 모니터링하여 그 결과를 관련자들에게 보고하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위해서는 집안 또는 가전 등에 센서들을 설치하여 고령자의 상태를 계속 감지할 수 있어야 한다[1].

다른 측면에서, 65세 이상의 고령자 5,200명 중 76%가 질병 치료 등의 목적으로 정기적으로 약을 복용하고 있는 것으로 조사되고 있다. 또한, 세계보건기구 WHO (World Health Organization)는 약복용에 대한 고령자

의 부작용이 질병 치료를 실패하게 하거나 오히려 악화시키는 주된 원인으로 보고했다[2]. 이 부작용의 원인은 대부분 복잡한 약복용 스케줄과 고령자 기억력 감퇴에서 기인하고 있다[3].

현재, 고령자가 약복용 스케줄에 쉽게 순응할 수 있도록 지원하는 u-헬스 시스템들에 대한 연구들이 국외를 중심으로 진행되고 있다. 약복용 순응도는 전체 약복용 회수 중 환자가 정확하게 복용한 회수에 대한 비율로 나타낸다[4]. 이 시스템들을 고령자들에게 실제 적용한 결과 상당히 순응도가 향상된 것으로 알려졌다[5]. 이를 위해 약복용 지원 시스템은 크게 사용자에게 약복용 알림을 제공하는 모듈과 사용자의 약복용을 모니터링하는 모듈로 구분된다.

먼저, 약복용 알림 모듈은 일정한 순서대로 약상자에 적제된 약을 정시에 복용할 수 있도록 소리나 음성과 같은 다양한 미디어를 통해 알려준다. 대표적으로 MEMS[5], TEMPEST[6], MMCabinet[7], MedTracker [8] 등 다양한 형태로 개발되고 있다. 이 시스템들의 알림은 고령자의 여러 약복용 상황을 고려하지 않는 문제점을 가지고 있다. 즉, 고령자가 시각 또는 청각 장애를 가지고 있거나 약을 복용할 수 없는 등의 상황이 알림 방법에 반영되고 있지 않다. 최근, 유비쿼터스 환경이 급속히 진행됨에 따라 이 환경에서 인식되는 사용자의 상황을 활용할 수 있는 약복용 지원 시스템들이 연구되고 있다[9,10]. 특히, CAMP는 사용자가 집에 없거나 침대에서 수면을 취하는 등의 상황을 인식하여 MedTraker의 동작을 조절할 수 있게 한다. 그러나, 이 시스템은 약복용 상황 외에 모든 일상 생활에서 발생할 수 있는 상황들까지 인식해야 하기 때문에 약복용 지원 서비스에 적용하기에 아직 연구단계에 있는 것으로 판단된다[11,12].

약복용 모니터링 모듈은 약상자에 적제된 약을 사용자가 정시에 복용했는지의 여부를 감지하는 기능을 수행한다. 이 모니터링을 위해 약상자에 부착된 범용 압력 센서를 이용하였다. 무게 변화량이 너무 적어 센서의 오차 한계를 현재 기술로는 극복하지 못하고 있다. 다른 방법으로 MedSignals[13]은 약상자에 개폐 센서를 부착하여 약복용을 인식하고 있지만, 약의 추출 여부를 명확하게 알 수 없다는 문제점을 가지고 있다. 즉, 개폐의 목적이 약 적제, 상태 확인, 또는 사용자 실수 등 다양한 사용자 상황들을 인식해야 하는 문제점을 가지고 있다. Pillstation[14]은 일회 복용 단위로 약용 용기에 포장하여 약상자에 순차적으로 적제하여, 사용자가 커버를 개봉하는 순간 약의 적제된 상태를 이미지화하여 관리자 서버에게 전송한다. 관리자는 현재 상태의 이미지를 이전 상태의 이미지와 비교하여 약복용 여부를 판단한

다. 이 시스템은 약의 배출 여부에 따라 약복용을 정확하게 인식할 수 있다는 장점을 가진다. 그러나, 약상자에 복잡한 영상 스캐너를 장착해야 하고, 관리자가 이미지를 직접 비교해야 하는 문제점을 가지고 있다.

본 논문에서는 위 문제를 해결하기 위하여 약복용과 관련된 상황들을 인식하여 적절한 알림을 수행하며, 매우 간단한 적외선 센서를 통해 약복용을 모니터링할 수 있는 PROMES(PROactive Medication System)를 개발하였다. 또한, 이 시스템을 적용한 실험을 통해 현재 약을 복용하고 있는 고령자들을 대상으로 약복용 순응률을 평가하였다. 다음은 이 시스템에 대한 설계 및 평가에 대한 설명이다.

2. 시스템 설계

PROMES는 크게 3개의 모듈(감지, 추론, 지원 모듈)로 구성되어 있다. 첫째, 감지 모듈은 다양한 센서 장치를 통해 고령자의 위치 변화와 약복용 상태를 모니터링한다. 추론 모듈에서는 감지된 센서 데이터를 통해 사용자의 상황을 추론한다. 즉, 센서 데이터로부터 생성된 사실들에 의해 활성화되는 규칙으로부터 사용자의 상황이 추론된다. 지원 모듈에서는 추론된 상황에 따라 약복용에 필요한 행위들을 디스플레이와 약상자를 통해 표현한다. 예를 들어, 약복용 시간 및 주의사항들은 디스플레이의 멀티미디어로 표현될 수 있고, 약의 정확한 위치는 약상자에 부착된 LED를 통해 표시할 수 있다. 그림 1은 시스템의 모듈 구성 및 모듈들 사이의 관계를 나타내고 있다.

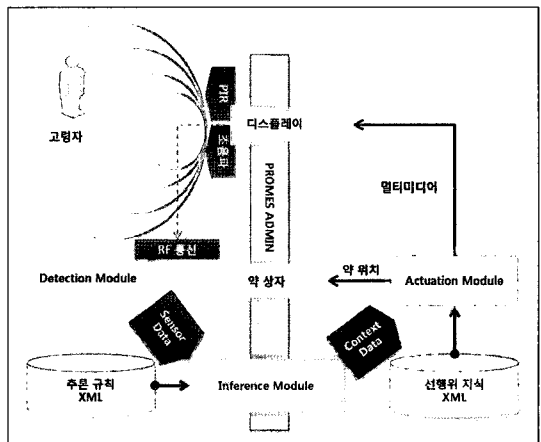


그림 1 PROMES 구성도

2.1 데이터 모델링

PROMES을 구성하는 3 모듈들은 공통 데이터 모델을 공유한다. 이 데이터 모델은 사용자의 상태와 상황을

표현하기 위해 이용된다. 즉, 이 데이터 모델을 통해 사용자의 위치, 약상자 상태, 약복용 스케줄 및 현재의 상황 등의 데이터가 공유된다.

그림 2는 이들에 대한 예이다. 사용자 'USER' 상태는 'Location', 'Schedule' 그리고 'Context' 필드의 값들로 구성된다. 위치 'LOCATION' 상태는 거리 'Distance'와 각도 'Angle'로 구성된 'Position' 필드로 표현된다. 또한, 사용자의 영역 이동 경로 표시를 위해 현재 영역 'CurZone' 필드와 이전 영역 'PreZone' 필드를 가진다. 이 영역은 2.3 절에서 자세히 설명된다. 약복용 스케줄 'SCHEDULE' 상태에서 'Position' 필드는 약상자에 대한 거리 'Distance'와 각도 'Angle'를 나타낸다. 또한, 약상자는 여러 컨테이너 'Container' 필드에 대한 나열로 표현된다. 이 'Container' 필드는 자신의 현재 상태 및 여기에 보관된 약의 복용 스케줄을 가진다. 상황 'Context' 필드에는 현재의 고령자의 현재 상태를 통해 추론되는 상황 정보가 기술된다. 다음 장에서는 고령자의 상태를 모델링하기 위해 필요한 필드들의 상태 값을 감지하는 방법에 대해 설명한다.

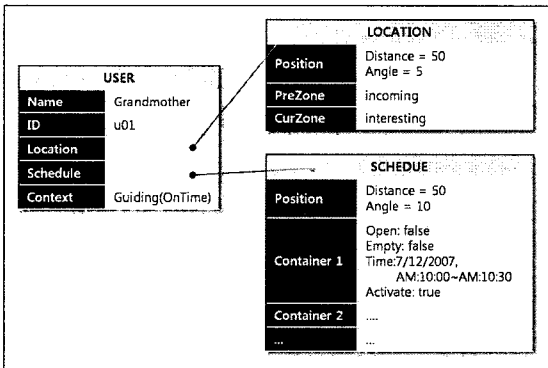


그림 2 고령자 데이터 모델

2.2 고령자 상태 감지

약복용 상황을 세분화하여 인식하기 위해서 고령자의 현재 상태를 크게 2 종류로 구분한다. 하나는 사용자 위치에 따른 상태이고, 다른 하나는 약복용 시간에 따른 상태이다. 이 상태들을 인식하기 위해서 먼저 사용자를 식별할 수 있어야 한다. 이 식별은 여러 사용자들이 동시에 PROMES를 사용할 수 있게 한다.

그림 3은 특정 영역 안에 있는 사용자들을 식별하는 방법을 설명하고 있다. 먼저, PIR(Pyroelectric Infrared Ray) 센서를 통해 이 영역 안에서 인체의 움직임을 감지한다. 움직임을 감지되면, 모든 고령자의 초음파 발신기에 각각 순차적으로 초음파를 발신하도록 요청한다. 만약, 특정 고령자가 이 영역 안에 있게 되면, 두개의

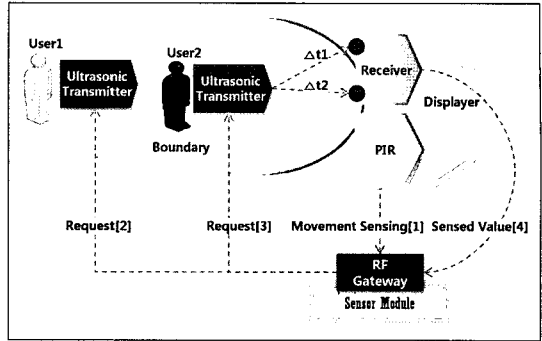


그림 3 센서를 통한 사용자 식별

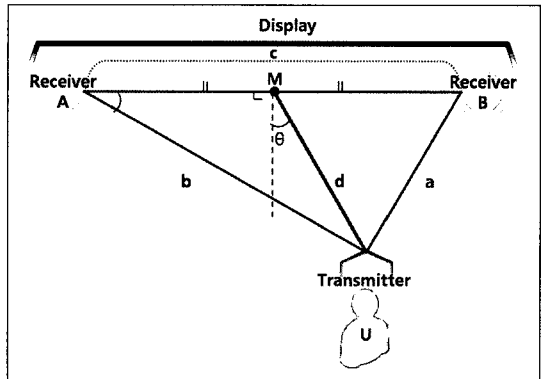


그림 4 초음파 센서를 통한 사용자 위치 감지

수신기에 해당 고령자가 발신한 초음파가 시간 차이를 가지고 도착하게 된다. 예를 들어, User1은 영역 외에 있기 때문에 User2에서 발신한 초음파만이 수신된다. 반대로 두 사용자가 영역 안에 있을 경우 두 초음파 값이 순차적으로 수신된다.

그림 4는 식별된 사용자의 위치를 초음파의 도착 시간 차이를 통해 감지하는 방법이다. 디스플레이에 부착된 두 개의 초음파 수신기 A와 B의 거리 c는 일정하게 고정된다. 이때, 사용자 U의 위치는 U와 M 사이의 거리 d와 M에서 U 사이의 각도 θ 로 표현된다. 여기서, MICOM 프로세서의 클럭 주파수가 400kHz이고, 상온에서 초음파의 속도는 346(m/s)이다. 따라서, U에서 발생된 초음파가 B에 수신될 때까지 소요된 클럭의 개수를 $n(B)Hz$ 라고 한다면, U와 B사이의 거리는 $a=n(B)/400*346$ 로 계산된다. 거리 b도 같은 방법을 적용하여 계산할 수 있다. U와 M 사이의 거리 d와 각도 θ 는 다음과 같이 코사인 제2법칙으로 계산할 수 있다.

$$d = \sqrt{\left(\frac{c}{2}\right)^2 + b^2 - b \cdot c \cdot \cos(A)} = \frac{\sqrt{2 \cdot (a^2 + b^2) - c^2}}{2}$$

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{d^2 + (c/2)^2 - b^2}{d \cdot c}\right) - 90^\circ$$

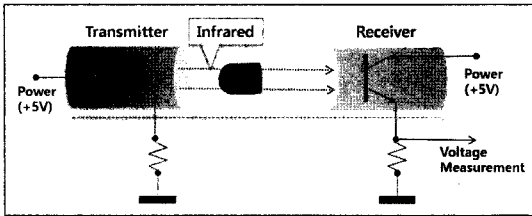


그림 5 적외선 센서를 통한 약 존재 유무 감지

그림 5는 약상자의 특정 컨테이너 안에서 약의 존재 유무를 감지하기 위한 적외선 센서의 구성을 나타내고 있다. 이 센서는 크게 발신부와 수신부로 나뉘어지며, 발신부로부터 수신부에 전달되는 적외선의 양에 따라 감지 전압이 다르게 나타난다. 즉, 약이 존재할 경우 기준 보다 낮은 전압이 감지고, 존재하지 않을 경우 기준 전압이 감지된다. 비록 이 장치는 매우 단순하지만 약복용 여부를 판단하는데 핵심적인 역할을 담당한다.

2.3 상황 인식 및 행위 지원

이 절에서는 고령자의 감지된 상태에서부터 약복용 상황을 인식하는 추론 방법에 대해 설명한다. 고령자의 약복용에 대한 상황은 크게 정보 제공 'Informing'과 행위 안내 'Guiding', 그리고 경고 'Warning'으로 구분될 수 있다. 'Informing'은 약복용에 대한 스케줄을 제공하는 상황으로, 고령자의 공간적인 상태에 따라 상시적으로 발생할 수 있다. 'Guiding'은 약복용에 대한 행위를 안내하는 상황으로, 사용자의 위치에 관계 없이 스케줄에 따라 필요한 약복용 행위를 유도한다. 'Warning'은 사용자의 적절하지 않은 상태를 경고하기 위한 상황이다.

그림 6은 약복용에 대한 상황 세분화를 위한 공간과 시간의 분할을 나타내고 있다. 공간은 3개 영역('incoming', 'interesting', 'interacting')로 분할되며, 각각의 거리는 1, 5, 10 미터로 설정하였다. 사용자가

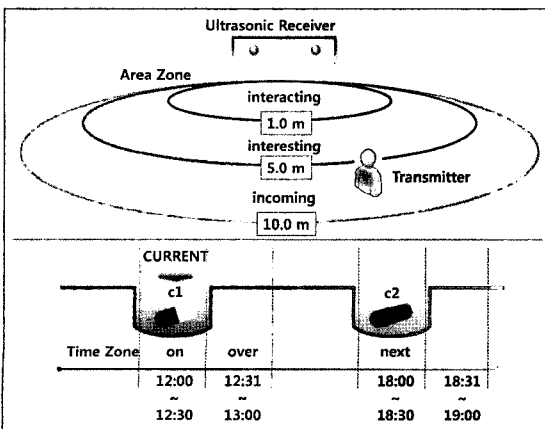


그림 6 상황 세분화를 위한 시공간 분할

각각의 영역에서 수행할 수 있는 행위의 종류가 공간 분할의 기준이 되었다. 이 분할에 따라 'Informing' 상황에 대한 조건이 구분된다. 즉, 고령자가 먼 거리에 있을 경우, 'incoming' 조건에 해당하며 간단한 정보만 제공된다. 예를 들면, 당일 약복용 횟수를 제공함으로써 고령자의 기억을 환기시킬 수 있다. 'interesting' 조건에 있을 경우, 고령자가 제공되는 정보에 집중할 수 있기 때문에 당일 약복용에 대한 자세한 스케줄과 같은 서비스가 제공된다. 'interacting' 조건에서는 사용자가 터치 스크린을 통해 시스템과 상호작용이 가능하기 때문에 약복용에 대한 다양한 정보를 획득할 수 있다. 이 조건들의 변화는 사용자가 다른 영역을 이동하거나 한 영역에서 일정 시간 이상 머무르는 경우에 발생한다.

'Guiding' 상황은 시간 영역의 분할에 따라 그 조건이 결정된다. 이 분할 역시 약상자의 특정 컨테이너에 대한 약복용 시간을 중심으로 3개의 영역이 존재한다. 즉, 이 영역에 따라 'Guiding' 상황을 'on', 'over', 'next' 조건으로 구분한다. 현재 시간 current가 해당 컨테이너에 부여된 복용 기간에 속하면 'on' 조건이다. 따라서, 사용자에게 해당 약을 복용할 수 있도록 필요한 행위들을 멀티미디어를 통해 지원한다. 복용 기간이 지났지만 약을 복용하지 않은 'over' 조건에서는 고령자의 긴급한 약복용 행위를 유도하게 된다. 현재 복용해야 할 약은 없고, 다음 복용해야 할 약이 있는 'next' 조건에서는 고령자가 다음 약복용 시간을 기억할 수 있게 한다. 예를 들어, current='12:40'이고 컨테이너 c1에 약이 존재한다면, 'over' 조건에 필요한 긴급 행위를 지원하게 된다.

'Alarming' 상황은 사용자의 여러 부적절한 약복용 행위들에 대한 조건들을 구분한다. 예를 들어, 할머니가 할아버지 약상자에 접근한 조건 'illegal_user', 현재 복용해서는 안 되는 컨테이너의 커버를 개방한 조건 'illegal_open' 등이 있다. 이렇게 하나의 상황을 여러 조건들로 분할함으로써 노인이 해당 상황에서 발생할 수 있는 여러 상태에 따라 적절한 행동을 보다 세분화하여 지원할 있다.

그림 7은 약복용 상황과 조건을 인식하기 위한 추론 절차이다. 먼저, XML로 저장된 규칙들이 추론에 적합한 형태로 변환된다. 센서를 통해 감지된 사용자 상태들은 사실로 변환되고, 이 사실들에 의해 특정 규칙이 활성화 되어 사용자의 상황을 인식하게 된다. 이때, 생성되는 새로운 사실들이 다시 상황 추론에 이용되는 피드백 과정을 수행한다. 따라서, 여러 상황들이 순차적으로 추론될 수 있으면, 이들은 그 우선순위에 따라 스케줄링된다.

```

rule:
  (Location,?u,?)^(in,?l,boundary)^(Schedule,?u,?)^(Container,?s,?c)^(Activate, ?c, true) ^
  (Time, ?c, ?ct)^(on, ?ct, now)
  -> (guiding, ?u, 'on')
    
```

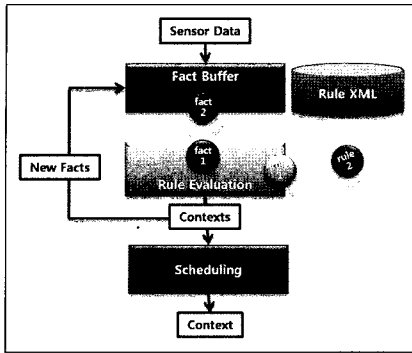


그림 7 약복용 상황 추론 절차

규칙은 '→'를 중심으로 왼쪽의 조건부와 오른쪽의 결과부로 구성되어 있다. 입력된 사실들과 조건부가 부합되어 하나의 상황으로 귀결된다. 조건부에서 'User'는 '?u', 'Location'는 '?l'와 'Schedule'은 '?s'으로 각각의 변수를 표시된다. 만약 현재 시간 'now'가 '?s'의 하나의 컨테이너 '?c'에 할당된 복용 기간 '?ct' 안에 있다면, 이 규칙이 활성화되고 사실 (guiding, ?u, 'on')을 생성한다. 따라서, '?u'가 'Guiding' 상황의 'on' 조건에 있다는 것을 시스템이 인식할 수 있다.

```

<Act context="guiding" type="on" priority="34" led="blue">
  <Component duration="10">
    <Media g="true">Guiding Image</Media>
    <Message>"?u! Take Medicine!</Message>
  <Agent>Guiding AG</Agent>
</Component>
</Act>
  
```

이 XML은 고령자의 약복용 행위를 지원하기 위한 선행 지식의 예이다. 사용자 '?u'가 'on' 조건으로 인식되면, 이 지식의 시나리오에 따라 멀티미디어를 서비스한다. 이 멀티미디어는 사용자의 해당 상황에 적합한 약복용 행위를 지원하는 내용들에 대한 컴포넌트로 표현된다. 예를 들어, <Media>에는 사용자가 현재 복용해야 할 약을 보관하고 있는 컨테이너가 표시된 약상자 이미지가 기술된다. 이 이미지는 약상자에 현재 상태에 따라 시스템에 의해 동적으로 생성된다. 또한, 아바타가 <Message>에 있는 내용을 음성과 텍스트로 사용자에게 제공한다. 또한, 상황에 따라 아바타의 종류 역시 <Agent>를 통해 변경할 수 있다. 이때, 이 메시지에 포함된 '?u'는 실시간으로 사용자 이름으로 대체된다. 또한, 이 XML에서와 같이 하나의 상황에 대한 행위 지원은 시각화되는 기간을 가지는 멀티미디어 컴포넌트 <Component>들의 연속으로 표현될 수 있다.

3. 구현 및 평가

이 장에서는 2장에서 설계된 내역에 따라 구현된 PROMES의 실제 H/W 구성과 그 성능을 평가한다. 특히, 성능에서는 초음파 센서에 의해 감지되는 사용자의 거리에 대한 평가를 자세히 설명한다. 그 이유는 본 시스템이 노인을 대상으로 하고 있으며, 노인의 움직임이 상황 인식에 매우 중요하게 작용하고 있기 때문이다.

그림 8은 PROMES의 장치 구성 및 이들에 대한 상호관계를 나타내고 있다. 여기서, 게이트웨이는 PROMES가

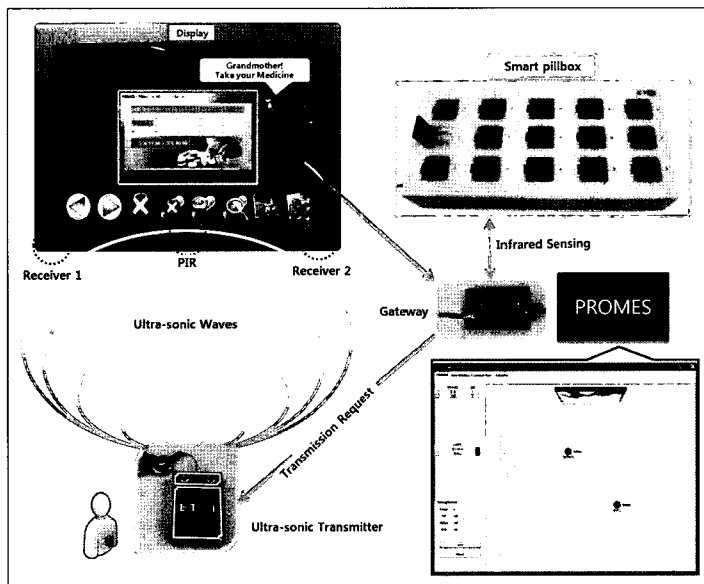


그림 8 PROMES의 장치 구성

무선 RF 메시지를 통해 센서 장치들을 제어할 수 있도록 한다. 이 메시지에는 PIR로부터의 사용자 움직임, 초음파의 시간 차이 등과 같은 사용자의 위치 상태 그리고 약의 존재 유무, LED 색, 컨테이너의 개폐 등과 같은 약복용 스케줄에 관한 상태를 전달하게 된다. 현재, 디스플레이는 'guiding' 상황의 'on' 조건에 해당하는 멀티미디어를 제공하고 있다. 이 멀티미디어에 포함된 이미지에는 현재 사용자의 상황에 해당하는 약의 위치, 복용시간, 주의사항 등이 표시된다. 따라서 사용자는 이 이미지를 통해 현재 어떤 컨테이너의 약을 어떻게 복용해야 하는지를 직감적으로 파악할 수 있다. 또한, 약상자의 LED 색은 현재 복용해야 할 약이 어떤 컨테이너에 있는지를 표시한다. 또한, 적절한 사용자가 이 약상자에 접근할 경우 해당 컨테이너가 자동으로 열리게 된다. 사용자들의 현재 위치는 GUI를 통해 그래픽하게 모니터링할 수 있다.

그림 9는 약복용 스케줄을 관리할 수 있는 GUI를 나타내고 있다. 이 GUI를 통해 사용자에게 해당하는 약상자를 설정할 수 있다. 또한, 약의 전체적인 복용 정보 및 약상자 각각의 컨테이너에 약복용 스케줄을 할당하여 관리할 수 있다. 이 설정된 데이터들은 XML를 통해 저장된다.

그림 10은 초음파를 통한 감지되는 사용자의 거리에 대한 실험 결과 그래프이다. 이 그래프는 X축에 실제 거리와 감지 거리를, Y축에 두 거리의 차이를 각각 표시하고 있다. 초음파 센서의 속성으로 인해 사용자 거리가 멀어질수록 차이가 커지고 있다. 그러나, 'interacting' 영역에서 그 차이가 0.1 미터 이하로 매우 정확하게 측정되며, 사용자가 충분히 시스템과 상호작용을 할 수 있다. 또한, 'Interesting' 영역에서도 차이가 1 미터 이하이기 때문에 고령자가 약복용에 관련된 멀티미디어를 어렵지 않게 식별할 수 있다. 또한, 약 존재 여부 실험에서는 정상적으로 작동한 적외선 센서의 경우 지름이 3mm 이상인 크기의 약들을 99% 이상 정확하게 인식한다.

사용자들의 약복용 순응률을 실험하기 위해 본 시스템의 약상자를 국내 실정에 적합하도록 개선하였다. 또한, 대구시에 거주하고 있으며, 실제 약을 복용하고 있는 환자 10명(남자 3명, 여자 7명)을 대상으로 36일 동안 각각의 순응률을 평가하였다. 이 실험의 방법 및 기간은 해당 여러 의료기관들과 전문가들의 협조를 통해 의료 안정성을 확보할 수 있도록 설정하였다. 순응률은 해당 기간 동안 복용해야 하는 총 약의 개수와 실제 지정 시간에 복용한 약의 개수를 통해 $\text{순응률} = (\text{복용한 약 개수}) / (\text{총 약 개수})$ 로 계산하였다.

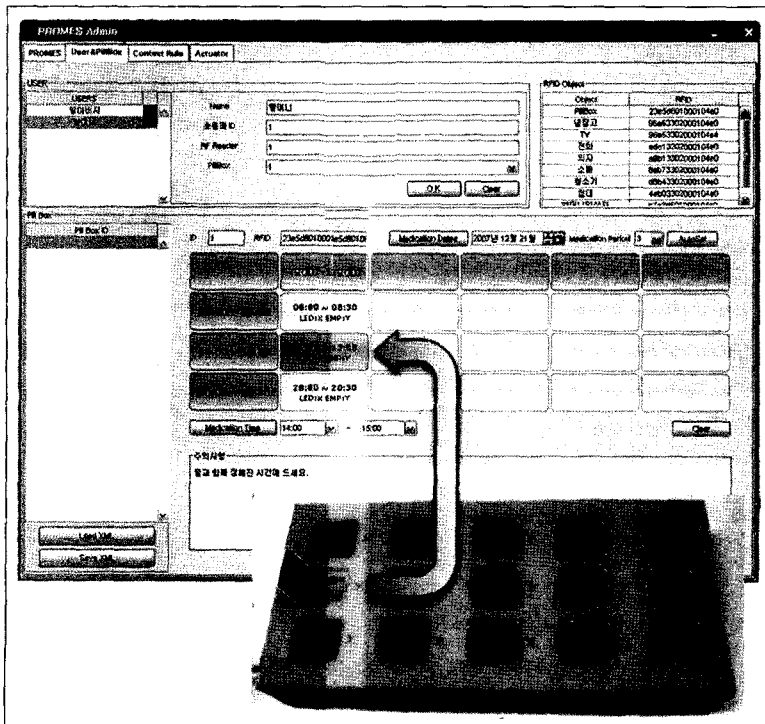


그림 9 약복용 스케줄 관리 GUI

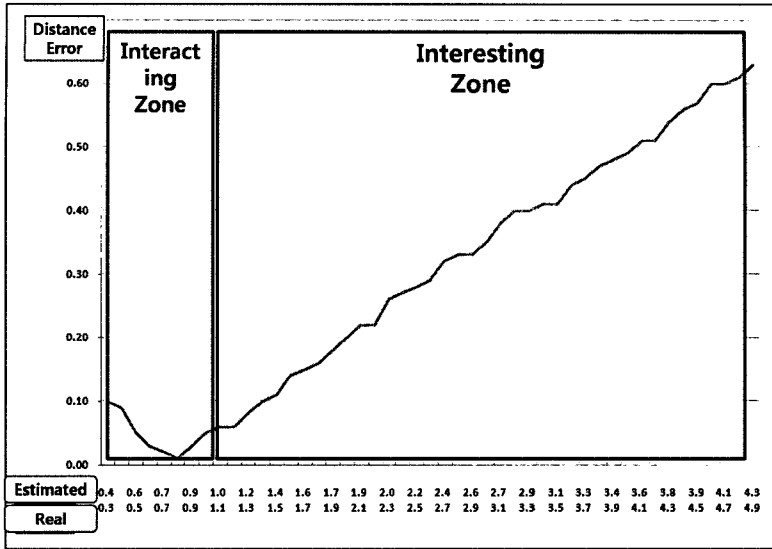


그림 10 사용자 거리 평가 실험

표 1 성별 순응률

성별	대상 인원	순응률
남	3	77%
여	7	66%

표 2 연령별 순응률

나이	대상 인원	순응률
40	1	75%
60	4	78%
70	5	61%

표 1과 표 2는 순응률 평가 결과를 나타내고 있다. 이 실험 결과에 의하면 평균 순응률은 69.3%로 WHO에서 평가한 일반적인 약복용 순응율 50% 보다 높게 평가되었다. 특히 사항으로는 70대 여자 노인 1명이 수시로 병원에 입원/퇴원을 반복하여 해당 성별 및 연령에서 약복용 순응률이 저조한 것으로 나타났다. 또한, 남성이 여성보다 순응률이 높았고, 연령별 순응률은 매우 고르게 증가했음을 알 수 있다. 즉, 본 논문에서 개발된 약복용 모니터링 시스템이 노인뿐만 아니라 다양한 연령층에서 사용될 수 있음을 나타내고 있다.

4. 결론

본 논문에서는 선행 지식을 이용하여 고령자가 약복용에 쉽게 순응할 수 있도록 하는 약복용 행위 지원 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 현재 위치 및 약복용 시간에 따라 고령자의 상황을 인식한다. 이 인식된 상황에 따라 고령자에게 요구되는 약복용 행동을 지원할 수 있

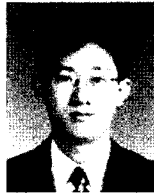
는 멀티미디어가 순차적으로 서비스된다. 이 서비스를 위해 본 논문에서는 다양한 센서가 부착된 디스플레이와 약상자를 개발하였다. 전자는 약복용 행위를 멀티미디어로 시각화하거나 고령자와의 상호작용을 감지하기 위해, 후자는 여러 스케줄에 따라 약을 보관 및 약 배출을 모니터링하기 위해 사용한다. 특히, 약복용 모니터링은 고령자가 약복용 스케줄에 순응하도록 피드백 서비스를 제공할 수 있게 한다. 본 논문의 실험은 이 시스템이 고령자의 약복용 순응률을 상당히 향상시킬 수 있음을 평가해 주고 있다. 향후 과제에서는 고령자의 일상 행위를 지원하는 헬스케어 응용 환경과의 통합이 요구된다.

참고 문헌

- [1] J. Lundell and et al., "Continuous Activity Monitoring and Intelligent Contextual Prompting to Improve Medication Adherence," *29th International Conference of the IEEE Engineering In Medicine and Biology Society*, 2007.
- [2] WHO, "Adherence to Long-term Therapies: Evidence for Action," Geneva: WHO, 2003.
- [3] J. Lundell and et al., "Why Elders Forget to Take Their Meds," *Smart Homes and Beyond*, pp.98-105, 2006.
- [4] Alan Naditz, "Medication Compliance—Helping Patients Through Technology: Modern "Smart" Pillboxes Keep Memory—Short Patients on Their Medical Regimen," *Telemedicine and e-Health*, vol.14, Issue 9, 2008.
- [5] 성지동 외 12명, "Medication Event Monitoring System을 이용한 한국 고혈압 환자의 약물 치료 순

용도 연구," *The Korean Society of Circulation*, vol.35, pp.821-826, 2005.

- [6] J. A. Cramer and et al., "How often is Medication Taken as Prescribed? A Novel Assessment Technique," *The Journal of the American Medical Association*, vol.261, pp.3273-3237, 1989.
- [7] K. Doughty and et al., "TEMPEST-an Intelligent Pill Reminder and Delivery System for Telecare Applications," *Engineering in Medicine and Biology Society*, vol.3, pp.1206-1209, 1998.
- [8] Dadong Wan, "Magic Medicine Cabinet: A Situated Portal for Consumer Healthcare," *1th International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing*, pp.352-355, 1999.
- [9] T. L. Hayes and et al., "An Electronic Pillbox for Continuous Monitoring of Medication Adherence," *27th International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 2006.
- [10] K. Fishkin and et al., "A Ubiquitous System for Medication Monitoring," *Proceedings of the Conference on Pervasive Computing*, pp.193-198, 2004.
- [11] S. W. Loke, "Context-Aware Artifacts: Two Development Approaches," *IEEE Pervasive Computing*, vol.5, no.2, pp.48-53, 2006.
- [12] A. Mihailidis and et al. "A Context-aware Medication Reminding System: Preliminary Design and Development," *Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America*, 2003.
- [13] MedSignals, <https://www.medsignals.com/>.
- [14] SentiCare, <http://pillstation.com/>.



김 대 회

1996년 2월 인하대학교 전기공학 학사
1998년 2월 인하대학교 전기공학 석사
2001년~현재 한국전자통신연구원 선임 연구원. 관심분야는 칼라영상처리, HCI, Bioinformatics, u-헬스케어



박 수 준

1991년 University of Iowa, 학사. 1994년 Lehigh University, Computer Science, 석사. 1994년~현재 한국전자통신연구원 현재 라이프인포매틱스팀 팀장. 관심분야는 행위추적, u헬스케어, Bioinformatics, 영상처리, HCI



최 재 훈

1994년 전북대학교 컴퓨터과학과, 학사
1996년 전북대학교 전산통계학과, 석사
2000년 전북대학교 전산통계학과, 박사
2000년~현재 한국전자통신연구원. 관심 분야는 온톨로지, 시맨틱웹, 데이터베이스, u-헬스



임 명 은

1999년 2월 동국대학교 컴퓨터공학 학사. 2001년 2월 동국대학교 컴퓨터공학 석사. 2001년~현재 한국전자통신연구원 선임 연구원. 관심분야는 Bioinformatics, u-헬스케어, 데이터베이스, 시맨틱웹