

고령자 약복용 지원을 위한 선행위 지식 기반 시스템†

최재훈^o, 임명은, 김대희, 박수준
한국전자통신연구원
{jhchoi;melim;dhkim;psj}@etri.re.kr

A Proactive Knowledge-Based System for Medication Assistances of Aged Persons

Jae Hun Choi, Myung Eun Lim, Dae Hee Kim, Soo Jun Park
Electronics and Telecommunications Research Institute(ETRI)

1. 서론

우리 사회의 고령화가 빠르게 진행됨에 따라 저비용으로 고령자의 건강을 효과적으로 보호할 수 있는 방법들이 요구되고 있다. 65세 이상의 고령자 5,200명을 조사한 결과, 이중 76%가 질병 치료 등의 목적으로 정기적으로 약을 복용하고 있었다. 또한, 세계보건기구 WHO(World Health Organization)는 약복용에 대한 고령자의 부적응이 질병 치료를 실패하게 하거나 오히려 악화시키는 주된 원인으로 보고했다[1]. 이 부적응의 원인은 대부분 복잡한 약복용 스케줄과 고령자 기억력 감퇴에서 기인하고 있다[2].

현재, 고령자가 약복용 스케줄에 쉽게 적응할 수 있도록 지원하는 많은 시스템들이 개발되고 있다. 이 시스템의 목적은 고령자가 정시에 정확한 약을 복용할 수 있게 하는 것이다. 고령자에게 이 시스템을 학습시켜 실제 적용한 결과에 의하면, 지원 방법에 따라 상당히 효과가 있는 것으로 알려졌다[3]. 그러나, 이 시스템들은 두 관점에서 문제점을 가지고 있다. 첫째는 인식되는 고령자의 상황이 너무 단순하여 약복용에 적합하지 않다. 즉, 상황을 보다 세분화하고, 각각의 상황에 적합한 다양한 형태의 서비스를 고령자에게 제공할 수 있어야 한다. 둘째는 기존 시스템들이 고령자의 약복용 여부를 약상자 커버의 개폐를 통해 판단한다는 것이다. 즉, 해당 시간에 복용해야 할 약의 존재 유무에 대한 변화에 따라 약복용 여부를 판단해야 한다. 본 논문에서는 우리가 개발한 시스템 PROMES (**PRO**active **ME**dication **S**ystem)가 위에서 제시한 문제들을 어떠한 방식으로 해결하는지 설계 및 구현의 관점에서 설명한다.

2. 본론

PROMES는 크게 3개의 모듈(감지, 추론, 지원 모듈)로 구성되어 있다. 첫째, 감지 모듈은 다양한 센서 장치를 통해 고령자의 위치 변화와 약복용 상태를 모니터링 한다. 추론 모듈에서는 감지된 센서 데이터를 통해 사용자의 약복용 상황을 추론한다. 즉, 센서 데이터로부터 생성된 사실들에 의해 활성화되는 규칙으로부터 추론된다. 지원 모듈에서는 추론된 상황에 따라 약복용에 필요한 행위들을 디스플레이와 약상자를 통해 표현한다.

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. 특정 영역 안에 있는 사용자들을 식별하는 방법은 다음과 같다. 먼저, PIR 센서를 통해 이 영역 안에서 인체의 움직임을 감지한다. 움직임을 감지되면, 모든 고령자의 초음파 발신기에게 순차적으로 초음파를 발신하도록 요청한다. 만약, 특정 고령자가 이 영역 안에 있게 되면, 두 개의 수신기에 해당 고령자가 발신한 초음파가 시간 차이를 가지고 도착하게 된다. 이 도착 시간 차이를 통해 사용자의 위치를 감지할 수 있다. 또한, 약상자의 특정 컨테이너 안에 약이 존재하는지는 적외선 센서를 통해 감지할 수 있다.

고령자의 감지된 상태에서부터 약복용 상황을 인식하는 추론 방법은 다음과 같다. 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.

약복용에 대한 상황 세분화를 위한 공간과 시간을 각각 분할한다. 공간은 3개 영역('incoming', 'interesting', 'interacting')로 분할되며, 그 각각의 거리는 1, 5, 10 미터로 설정하였다. 사용자가 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

† 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 정보통신 연구기반조성사업의 일환으로 수행하였음.

[B1100-0801-0019, 차세대 IT 기반 사업화 기반조성]

제공되는 정보에 집중할 수 있기 때문에 당일 약복용에 대한 자세한 스케줄과 같은 서비스가 제공된다. ‘interacting’ 조건에서는 사용자가 터치스크린을 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.

약복용 상황과 조건을 인식하기 위한 기존의 추론 엔진(JESS)을 사용한다. 먼저, XML로 저장된 규칙들이 추론에 적합한 형태로 변환된다. 센서를 통해 감지된 사용자 상태들은 사실로 변환되고, 이 사실들에 의해 특정 규칙이 활성화되어 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.

이 XMM은 고령자의 약복용 행위를 지원하기 위한 선행위 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’은 실시간으로 사용자 이름으로 대체된다. 또한, 이 XML에서와 같이 하나의 상황에 대한 행위 지원은 시각화되는 기간을 가지는 멀티미디어 컴포넌트 <Component>들의 연속으로 표현될 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>
  <Component duration="5"> ... </Component >
</Act>
```

4. 결론

본 논문에서는 선행위 지식을 이용하여 고령자가 약복용에 쉽게 적응할 수 있도록 하는 약복용 행위 지원 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 현재 위치 및 약복용 시간에 따라 고령자의 상황을 세분화하여 인식한다. 이 인식된 상황에 따라 고령자의 약복용 행동을 지원할 수 있는 멀티미디어가 순차적으로 서비스된다. 이 서비스를 위해 본 논문에서는 다양한 센서가 부착된 디스플레이와 약상자를 개발하였다. 전자는 약복용 행위를 멀티미디어로 시각화하거나 고령자와의 상호작용을 위해 사용된다. 후자는 여러 스케줄에 따라 약을 보관할 수 있게 한다. 또한, 약복용 여부를 자동으로 감지하여, 고령자가 약복용 스케줄을 정확하게 지킬 수 있게 한다. 특히, XML로 선행위 지식을 표현함으로써, 본 시스템이 서로 다른 환경에 있는 고령자에게 쉽게 적용할 수 있게 하였다. 향후 과제에서는 고령자의 일상 행위를 지원하는 헬스케어 응용 환경과의 통합이 요구된다.

참고문헌

[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. 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.