

가정 내 약복용 지원을 위한 상황인식 및 상황관리 방법

임명은[○], 최재훈, 김대희, 박수준

한국전자통신연구원

{melim, jhchoi, dhkim98, psj}@etri.re.kr

A Context Recognition and Management Method for Supporting Medication Reminding Service in Home Environment

Myungeun Lim[○], Jaehun Choi, Daehee Kim, Soojun Park

Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

본 논문은 가정 내 센서 환경에서 주기적인 약복용 지원용 알림 서비스 실시를 위한 상황 인지 기술에 관한 것이다. 적절한 복약 서비스 콘텐츠의 생성을 위해 복약 상황의 모델링 및 관리, 상황 판별을 위한 상황 인지 기술이 요구된다. 본 연구는 Jess 기반의 상황 인지 모듈을 구현하여 복약 상황 인지 및 서비스를 추론할 수 있는 추론 모듈을 제안한다. 그리고, 상황 추론 시 발생할 수 있는 상황 충돌 문제의 해결을 위한 우선순위 기반의 충돌 해소 방법을 제안한다.

1. 서 론

다양한 센서 기술의 발달로 유비쿼터스 환경에 대한 인식이 확대되면서 가정내의 거주 환경 개선을 위한 기술적 시도들이 활발해지고 있다. 특히 삶의 질적 향상을 추구하는 시대적 분위기가 형성되고 있는 현실에서 건강 관리에 대한 욕구가 증대되고 있으며, 이들 건강 관리에 대한 기술적 지원 요구 역시 증가하는 추세이다.

한편, 건강 관리를 위해 지속적으로 약복용이 필요한 만성질환 환자의 경우 정기적으로 정해진 패턴에 의해 약을 복용해야 하지만, 실제 고령자의 경우 약복용 시간을 잊어버리거나 약을 복용한 사실 자체를 잊어버리는 횟수가 빈번하다. 이는 때때로 건강상의 치명적인 결과로 나타나기도 한다. 때문에 약복용 지원을 위한 알림 및 복약 지원 기술이 요구된다.

약복용의 편의를 위한 기존의 상용 제품으로 일단위로 약을 수납하여 휴대할 수 있는 약 케이스와 케이스에 시간 설정 기능을 더하여 지정된 시간에 알람을 통하여 약복용을 상기시키는 약상자 등이 있다. 그러나 약 케이스의 경우 알림 기능이 없어 지정된 시간에 약을 복용하도록 지시할 수 없고, 알람 약상자의 경우 알람 후 실제 약복용 여부를 알아낼 수 없는 단점이 있다.

본 연구는 복약 지원 서비스를 통해 약복용 시간에 시간됨을 알리고, 실제 약복용 여부를 판별하여 복약 관리가 보다 실질적으로 이루어질 수 있도록 하는 복약 도우미 시스템에 관한 것이다. 특히, 복약 상황 및 주변

상황을 인지하여 상황에 서비스하기 위해서는 복약 대상자의 약복용 상황을 인지하여 상황에 적절한 서비스를 제공할 수 있어야 하는데, 이를 위한 상황의 관리 및 상황 추론 방법이 요구된다. 본 논문은 약복용 서비스를 위한 상황정보의 모델링 및 상황 인지 방법을 제안한다.

일반적으로, 상황인지를 위한 상황 모델은 상황 표현을 위한 데이터 요소와 상황 판단을 위한 규칙들로 구성된다. 'If ... then ~'으로 표현되는 단순 조건 기반의 상황 판별은 상황 모델 및 조건의 변화에 따른 융통성이 떨어지고 응용 애플리케이션에 종속적이다. 때문에 범용적인 모델로 온톨로지 기반 상황인식 방법을 사용하기도 한다[1]. 온톨로지로 구성된 상황 모델은 복잡하고 다양한 상황 객체들간의 관계를 모두 포함하므로 응용에 따라 지나친 모델링 비용이 요구되기도 한다. 본 연구에서 사용된 상황인지 방법은 온톨로지에 비해 단순하게 표현된 상황모델과 단순화된 SWRL로 기술된 규칙에 대해 Jess 추론 엔진[2]을 이용하여 규칙기반 추론을 실행하는 방법을 제안한다.

한편, 다양한 센서들이 사용되는 환경하에서 다수의 상황 및 상황 발생 조건을 기술하려면 규칙 및 모델의 복잡도가 증가하여 발상 가능한 모든 상황에 대한 커버리지가 낮아진다. 반면, 규칙의 복잡도가 낮아지면 동일조건에 대한 복수의 상황이 추론되어 충돌이 발생하게 된다. 본 연구에서는 상황 발생 표현의 단순성을 추구하되, 이로 인해 발생할 수 있는 추론의 충돌을 상황별 우선순위를 이용하여 해결하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 약복용 알림

서비스를 위한 서비스의 개념 및 상황 모델에 대하여 설명하고, 3장에서 추론 엔진의 구성 및 상황 추론 방법에 대하여 기술한다. 4장에서 구현 및 동작 예를 설명한다.

2. 서비스 및 상황 모델

약복용 지원 서비스는 서비스를 제공하는 액자와 제공받는 사용자 간의 거리에 따른 영역을 구분하여 영역별로 서비스를 제공한다. 제공되는 서비스는 문안인사, 스케줄 안내, 약복용 안내, 일상영상 서비스로 구성되는데, 문안인사와 스케줄 안내, 일상영상 서비스는 사용자가 위치하는 위치에 종속적이고, 약복용 안내는 시간 종속적이다.

- 문안인사: 서비스 영역에 진입 시 안부인사를 실시. 안부인사는 문안, 가벼운 인사, 작별인사로 세분
- 스케줄 안내: 서비스 영역에 머무를 시 당일 약복용 스케줄을 안내. 영역에 따라 개략 안내, 상세 안내로 세분
- 약복용 안내: 약복용 시간 도달 시 약복용 실시를 알림. 시간내 안내, 시간초과 안내, 차회 복용 안내로 세분
- 일상영상지원: 영역 이탈 시 디지털액자의 기능으로 일상 영상을 표현

각 서비스의 영역별 분류 및 시스템을 구성하는 하드웨어의 구성은 그림1과 같다.

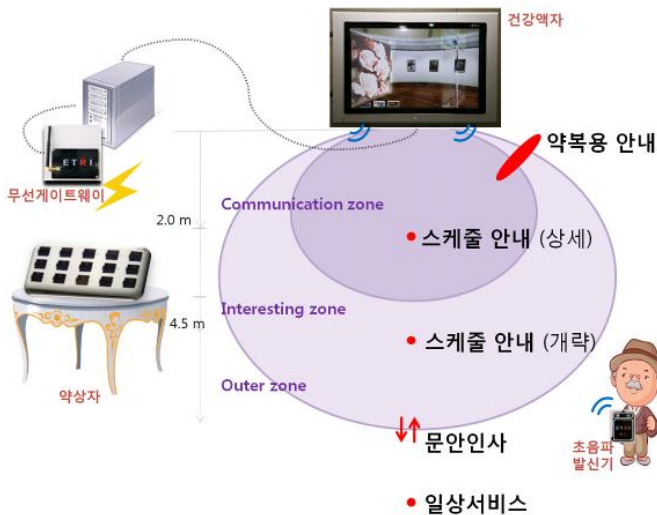


그림 1. 약복용 지원 서비스 개념

대상자에게 각 서비스에 해당하는 콘텐츠를 제공하기 위해 모니터 형태의 액자를 사용한다. 액자에는 사용자와 액자와의 거리 측정을 위한 초음파 센서, 동작 유무 판별을 위한 적외선 센서, 그리고 근거리로 접근 시 알림 취소 등의 상호작용을 위한 터치패드가 내장되어 있다. 사용자는 초음파 신호를 발신하는 초음파 발신 노드를 착용하여 초음파 도달 속도에 따른 거리를 산출할 수 있다. 약상자는 15개의 약을 수납할 수 있는 셀로 구성되며, 각 셀 내부에 적외선 센서를

부착하여 약의 존재 유무를 감시한다. 또, 각 셀마다 LED를 포함하여 지정한 시간에 복용할 약이 포함된 셀을 식별할 수 있게 한다. 각 장치의 수집 데이터는 무선 게이트웨이를 통해 PC에 전송된다.

본 서비스를 위한 상황 추론을 위해, 전술한 것처럼 상황을 단순 조건 비교 방법(if... then~)을 사용하면 구현의 용이한 반면 조건의 변경에 따른 변경 비용이 많이 요구되고, 학습 기반 모델[3]을 사용하면 학습 데이터 구축에 따른 비용 및 학습의 신뢰도 문제가 발생할 수 있다. 본 연구에서 대상으로 하는 서비스 및 상황이 예측 가능한 명확한 상황이므로 규칙기반 추론 방법을 사용한다.

2.1 상황 모델의 표현

규칙기반 추론을 위한 상황 모델 및 상황 판별 조건들은 지식베이스(Knowledgebase)에 기술되는데, 지식베이스의 구성요소는 다음과 같다.

- Atom: 복수의 속성(property)으로 구성되어 추론에 사용되는 객체들을 표현
- Rule: 객체들간의 속성으로 상황 만족 조건을 표현. SWRL과 유사한 Horn 규칙 표현
- Individual: 객체들의 실제 데이터를 유지

Atom과 Individual은 객체 지향 모델을 따른 것이며, 향후 OWL 모델로의 이식을 용이하게 하기 위하여 유사한 형태를 사용한다. Rule 역시 시멘틱웹에서 표준으로 사용되는 SWRL을 수용하기 위해 유사한 문법을 사용한다. 서비스 상황인지를 위한 상황 모델은 그림2와 같이 구성된다.

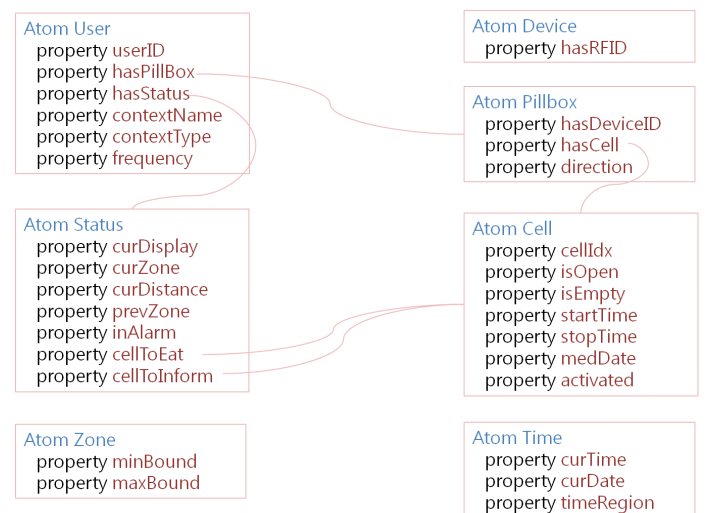


그림 2. 상황 모델의 구성

'User'는 소유한 약상자와 현재의 상태를 표현하는 객체 정보를 가지며, 추론된 서비스 컨텍스트 정보를 표현한다. 'Status'는 접근한 액자, 액자 내 영역, 거리, 복용할 약 등 사용자의 현재 상태와 관련된 각종 정보를 표현한다. 'Pillbox'는 약상자를 구성하는 셀 객체 및 약복용 지침을 포함하며, 'Cell'은 약복용 시간,

약존재 유무 등 현재 셀의 상태 정보를 표현한다. 'Zone'은 거리에 대한 영역 판별 기준 정보를, 'Time'은 시간 데이터를 표현한다.

3. 규칙 및 추론 모듈의 구성

그림3은 상황 추론 엔진의 구성 및 흐름에 대한 도식이다. XML로 표현된 상황 모델 및 규칙은 추론 시작 전에 추론기를 통해 Jess 규칙 엔진에 적재된다. 시스템이 시작되면 사용자 거리, 약상자 셀 상태, 접촉한 RFID 태그 데이터가 주기적으로 입력되어 전처리 과정을 통해 Jess의 사실(fact) 정보로 적재되어 추론을 실행한다. 충돌 해결 과정을 거쳐 생성된 상황정보는 후처리 과정을 거쳐 서비스 콘텐츠 생성을 위한 서비스 정보로 변환되어 서비스 처리 모듈로 전달된다.

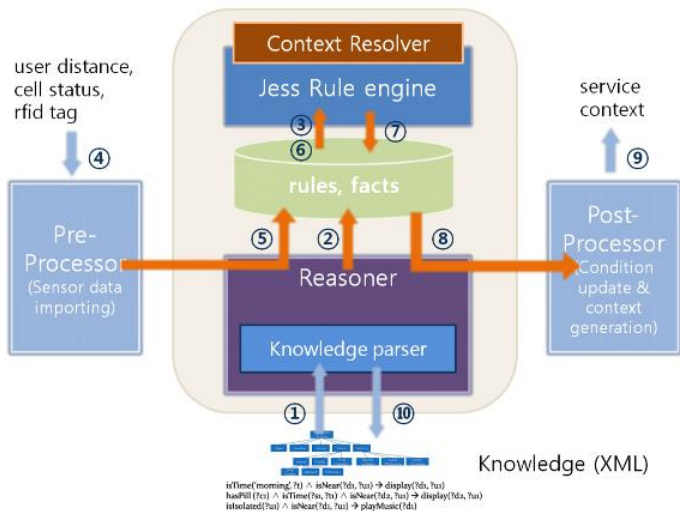


그림 3. 추론 엔진의 구성

3.2 지식 모델 및 추론 규칙의 변환

지식베이스의 각 항목들이 실제 Jess 엔진에서 구동하기 위해서는 Jess에서 해석 가능한 형태로 변환되어야 한다. 지식 파서(Knowledge parser)는 그림 4에 예시된 변환규칙에 따라 Atom과 Individual을 Jess의 Fact로, Rule을 jess의 rule로 변환한다.

Atom은 유사한 형태를 가지는 Jess의 Template으로 표현이 가능하나 SWRL 형태의 규칙을 사용할 수 없어 본 연구에서는 SWRLJessBridge에서 사용한 방법처럼 Atom의 각 속성을 개별 Fact 형태로 변환하는 방식을 따른다[4]. Atom을 구성하는 각 속성은 '(Atom이름 property이름 타입)' 형태의 Fact로 변환되어 저장된다. 유사하게, Individual의 경우에는 각 속성에 대해 '(property이름 individual이름 property값)'의 형태로 변환한다. 그림4의 (b)에서 Individual 'UGranfa'가 'userID', 'hasPillbox', 'hasStatus', 'contextName'으로 시작되는 각 property의 fact 리스트로 변환된 예를 볼

수 있다.

한편, Jess 내의 규칙은 LHS와 RHS가 '(객체이름 파라미터_리스트)' 혹은 '(함수이름 파라미터_리스트)'의 조합으로 기술된다. Rule을 구성하는 술어부(predicate)의 속성이나 함수는 '객체이름', '함수이름'으로 매핑되어 '(속성이름 파라미터_리스트)' 형태로 변경된다. 한편, 추론 결과 충돌에 대한 해소를 위해 Jess 내부에 'assertProperty'라는 사용자 정의 함수를 구현하여 규칙 활성화 시 항상 호출되어 충돌 여부를 확인 및 해결한다.

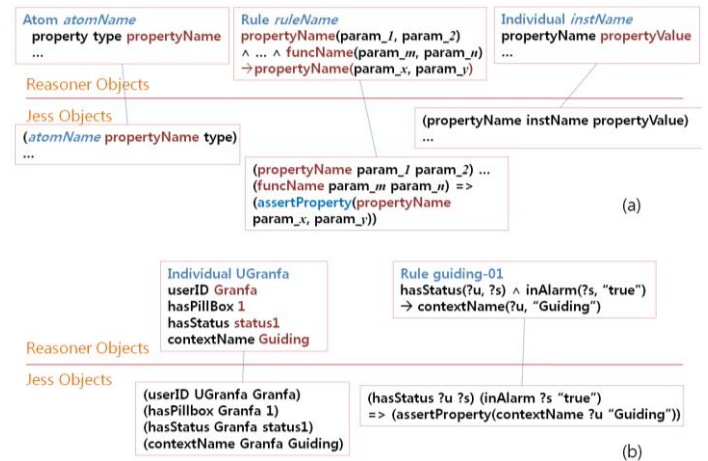


그림 4. 지식 구성요소의 변환 방법 및 변환 예

3.3 추론 충돌 해소

상황 모델 및 규칙 기술의 복잡성을 피하기 위해 규칙 기술을 단순화하면 동일한 상황 하에서 2개 이상의 규칙이 활성화되어 추론 상황 충돌이 발생할 수 있다.

```
User(?u) ^ curZone(?u, "interesting")
→ contextName(?u, "informing_detail") → (1)
User(?u) ^ cellToEat(?u, ?c) ^ start (?c, ?st) ^ lessThan(?st, cur)
→ contextName(?u, "guiding_ontime") → (2)
```

예를 들면, 규칙(1)에서 측정된 거리에 의해 '상세 스케줄 안내' 서비스 상황이 발생하고, 규칙(2)에서 현재 시간과 약의 복용 시간을 비교하여 '약복용 안내' 상황이 발생할 수 있다. 이처럼 독립된 규칙에 의해서 다른 상황이 발생할 경우 jess 추론 엔진에서는 규칙 충돌 에러(rule conflict error)가 발생하여 추론이 중지된다. 상기 상황의 경우 '약복용 안내'가 '스케줄 안내'보다 서비스 측면에서 우선순위를 가질 수 있는데, 이처럼 충돌 가능성이 있는 속성들에 대해 가능한 속성값들의 우선순위를 정하여 충돌이 발생할 경우 우선순위가 높은 상황이 선택되도록 한다.

각 속성들에 대한 우선순위는 속성별로 우선순위 테이블을 구성하고, 추론 엔진에서 우선순위 테이블이 존재하는 속성이 활성화(fire)될 경우 'Context Resolver'에서 발생한 값과 이전에 발생한 값을

비교하여 최종 속성값을 갱신한다. 우선순위 테이블 역시 지식베이스에 저장된다.

4. 구현 및 평가

센서 및 영상입출력을 담당하는 I/O부는 C++로 구현되었고, 메인 시스템은 자바로 구현되었다. 메인과 I/O부 간의 인터페이스는 JNI 인터페이스로 랩핑하였다. 그림 5는 전체 시스템의 실행 예로, (a)는 지식베이스 편집화면, (b)는 실시간 모니터링 및 리소스 편집화면, (c)는 서비스 메시지 표시화면이다. 지식베이스 편집창에서는 지식베이스의 각 구성요소를 편집하고 실제 Jess 엔진을 통하여 규칙을 검증할 수 있다.

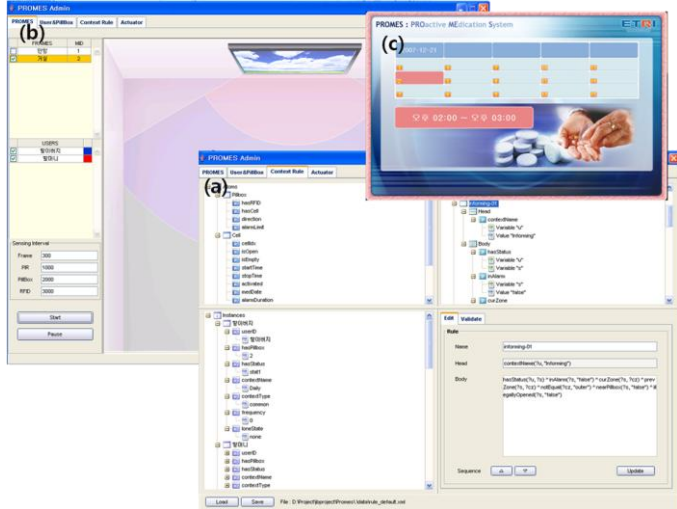


그림 5. 동작 화면

시스템의 성능 평가를 위해 구현된 시스템에 2명의 사용자에게 대해 약상자, 약복용 스케줄 등에 대한 50개의 객체를 등록 후 문안인사, 스케줄 안내 등의 약복용 알림 상황에 대한 12개의 세부 서비스 상황을 인식하는 51개의 규칙을 작성하여 응답시간을 측정하였다. 응답시간은 초기 지식베이스의 메모리 적재시간과 센서데이터 적재 후 Jess의 실제 추론시간을 분리하여 평가하였다. 측정 결과 펜티엄4 PC에서 초기 적재에 380msec의 시간이 소요되었으며, 서비스 상황 추론에 16msec의 평균 응답시간을 보였다.

표 1. 평가 결과

KB객체	변환된 Jess Fact	초기적재시간	평균추론시간
50개	304개	380msec	16msec

5. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 가정 내에서 센서를 활용한 약복용 도우미 서비스를 위한 상황 모델 및 상황인지 방법을

제안하였다. 다양한 상황 및 발생 조건의 기술을 위해 규칙기반 추론 방법을 이용하여 적절한 약복용 상황에 대처할 수 있도록 하였으며, 실험 결과 적절한 응답시간을 보여 실시간에 사용할 수 있음을 보였다.

본 시스템에서 목적으로 하는 알림 서비스 이외에 실내에서 발생하는 전반적인 일상 상황 인식을 위해서는 보다 일반적인 상황 모델 기술 방법이 필요할 것이다. 향후 모델을 확장함에 있어 통상적으로 범용성이 보장되는 OWL 기반의 온톨로지 기반 상황 모델과 온톨로지에 대한 SWRL 전체 문법을 지원하는 추론 모델을 도입하여 범용성을 추구할 필요가 있으리라 사료된다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 정보통신 연구기반조성사업의 일환으로 수행하였음. [B1100-0801-0019, 차세대 IT 기반 사업화 기반조성]

참고문헌

- [1] Gu, T., Pung, H.K. and Zhang, D.Q. "A middleware for building context-aware mobile services", Proceedings of IEEE Vehicular Technology Conference (VTC), 2007
- [2] Ernest Friedman-Hill, "Jess in Action", MANNING, 2003
- [3] Sengul Vurgun, Matthai Philipose, Misha Pavel, "A statistical reasoning system for medication prompting", Proceedings of Ubicomp 2007, 2007
- [4] Martin O'Connor, Holger Knublauch, Samson Tu, Benjamin Grosz, Mike Dean, William Grosso, and Mark Musen, "Supporting Rule system Interoperability on the Semantic Web with SWRL", Proceedings of International Semantic Web Conference (ISWC) 2007, p974-986, 2007