

장애인을 위한 상황인식 및 서비스 추론기술 개발

Development of Context Awareness and Service Reasoning Technique for Handicapped Person

고광은, 장인훈, 심귀보
Kwang-Eun Ko, Jang In-Hoon, and Kwee-Bo Sim

중앙대학교 전자전기공학부
(E-mail: kbsim@cau.ac.kr)

요 약

현대 산업의 발전에 따른 사회고령화, 장애인구 증가는 장애인을 위해 특화된 서비스를 제공할 유비쿼터스 컴퓨팅 기술의 개발이 필요함을 나타낸다. 이를 위해 사용자와 유비쿼터스 환경 간의 상호작용이 지원되는 상황인식 서비스 기술 개발이 필요하다. 상황인식 서비스 기술은 미들웨어와 응용서비스 개발로 분류 가능하며, 본 논문은 응용서비스 개발의 차원에서 장애인을 위한 서비스 Activity를 결정하고, 이것을 기반으로 온톨로지가 적용된 상황정보의 모델링을 구현한다. 상황정보 모델을 상황인식을 위한 베이지안 네트워크의 구조학습에 적용하여, 확률 기반 상황 추론이 가능한 상황인식 시스템을 개발한다.

Key Words : 상황인식, 상황인식 모델링, Bayesian network, 서비스 추론

1. 서 론

유비쿼터스 컴퓨팅 기술은 일상생활 속에 편재해 있는 컴퓨팅 자원을 통해 사용자의 인지 범위 밖에서 언제 어디서나 동적인 서비스를 제공할 수 있는 기술이다[1]. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 기술의 특성은 장애인과 같은 생활 보조가 필요한 사용자에게 필요한 서비스를 제공할 수 있다. 이들에게 실질적인 유비쿼터스 서비스 제공을 위해서는 기존의 사용자와 컴퓨터 간의 일방적인 관계가 아닌 환경의 물리적인 상황정보를 시스템이 인식하고 이를 기반으로 사용자와의 상호 작용을 지원하는 상황인식 기술이 필수적이다[2]. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 가장 핵심적인 기술은 바로 이 상황인식 기술로서[3] 주된 목적은 사용자의 상황인식 결과를 이용하여 적절한 서비스를 추론, 직접적인 명령 없이도 능동적으로 사용자에게 제공할 수 있도록 하는 것이다.

상황인식 기술은 많은 데이터가 요구되는데, 주로 각종 센서를 통해 정보를 수집하거나, 기존 데이터베이스에 입력된 정보를 상황정보로

서 활용하고, 실제 물리적 공간의 정보를 가상 공간으로 투영하는 정보의 추상화를 위한 온톨로지 기술 및 인식된 상황정보에 대응하는 서비스의 추론 기술 등도 진행되어온 바 있다.

본 논문에서는 장애인을 위한 상황인식 기술 개발을 위해 장애인 해당 상황정보 및 상황인식을 정의하고, 장애인에 특화된 서비스 Activity를 결정한다. 그리고 온톨로지를 적용하여 상황정보를 모델링하고 이것을 이용하여 상황 추론을 위한 베이지안 네트워크의 구조 학습 및 확률 기반 상황 추론이 가능하도록 하는 기술을 개발한다.

2. 상황인식 관련 연구

2.1 상황정보 및 상황인식 개념 정의

일반적으로 상황정보는 사용자와 U-환경 사이의 관계와 연관된 사용자나 어플리케이션에 관한 정보를 통칭하는 것이다[4].

Schilit는 "Context", 즉 상황정보를 Location, User와 Object의 Identity, 주변 환경 (User, Object 포함)의 변화로 정의하였고[5], Dey는 사용자가 속한 환경에서의 사용자의 감정적인 상태, 주의력, 위치 및 방향, 날짜, 시

감사의 글 : 본 연구는 2008년도 삼성전자 정보통신 트랙 산학과제에 의해 수행되었습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

간, 사용자, 사물 등의 정보로 정의하였다[6].

기존의 상황인식에 대한 관점은 유비쿼터스 환경에서의 물리환경, 컴퓨팅 시스템 상황, 사용자-시스템 간의 상호작용, 시간정보의 변화에 초점을 두고 있으며, 각 특성 별로 분류하고 있다. 상황에 대응되는 서비스 제공을 위해 상황정보를 이용하는 것이 상황인식이다.

본 논문에서는 주 사용자 계층을 장애인으로 보고 그에 관련한 상황정보의 정의로서 표 1과 같은 분류 및 정의를 내린다.

표 1. 장애인 사용자 대상 상황정보 정의

| 상황정보 | 정의 | 해당 데이터 |
|----------|---|---|
| Object | 사용자(장애인), 서비스제공주체 | -사용자Identity(이름, 성별, 나이, 장애정보) -서비스제공주체분류 (Smart Device, Robot) |
| Location | Object 관련 위치 정보 (실제 위치 또는 추상적인 위치) | -사용자, 서비스제공주체의 위치 좌표 정보 -Object 위치한 장소명 -Object의 추상적 위치 (실내, 지하, 지상 등) |
| Activity | 서비스제공주체 Object 반응을 유발하는 U 환경 사용자 Object 행동 정보, 서비스 제공 Object 정보 | -실제행위 (앉다, 일어서다, 들어오다 등) -Object 반응유발 행동 (쓰러짐, 발작 등) -Object의 서비스 정보 (Emergency, Entertain) |
| Time | 시간 관련정보 (날짜, 시간, 계절 등) | -현재날짜 및 시간 -Activity 발생 시간 -Object의 서비스 제공 시간 정보 |

상황인식기술은 상황인식 미들웨어와 응용서비스 개발로 구분된다. 상황인식 미들웨어는 응용서비스 개발에 필요한 공통 기능을 응용레벨에서 분리하여 미들웨어 형태로 개발자에게 제공하는 방안이 연구되고 있으며[2], 응용서비스는 상황인식 서비스를 기존의 홈네트워크에 적용한 "EasyLiving", "AwareHome" 등 다양한 프로젝트가 진행되고 있지만 Object 사이에 발생 가능한 서비스 충돌 및 모호한 상황정보의 처리는 부족한 실정이다[7].

본 논문에서는 장애인 사용자를 대상으로 특화된 서비스 Activity를 정의하고 Object 사이에서 발생 가능한 서비스 충돌 및 모호 상황처리를 위한 온톨로지 기반 상황정보모델을 구성하여, 베이저안 네트워크(이하 BN)의 구조학습에 적용하고 상황정보 간 확률관계를 수치화하여 상황인식을 수행하고자 한다.

2.2 온톨로지 기반 상황정보 모델링

상황정보를 온톨로지를 이용해 모델링함으로써 상황정보를 계층적으로 구성하고, 다음 단의 상황인식을 위한 베이저안 네트워크 구조 학습에 적용할 수 있다.

본 논문에서는 상위 계층의 공통 온톨로지를

상속받아 특정 도메인에 적합한 하위 계층의 온톨로지를 생성 가능한 계층 상황 온톨로지 관리방법을 사용한다[2]. 온톨로지는 데이터관계를 생성하고, 컴퓨터가 데이터를 이해할 수 있도록 도와주는 개념과 관계들로 구성된 사전으로 특정 도메인 관련 객체들을 계층적 구조로 표현하고, 추가적으로 확장 가능한 추론 규칙을 포함한다. 이로써 스스로 관계를 정의하고, 필요한 정보를 추론할 수 있다. 온톨로지를 이용한 상황인식 시스템에서는 온톨로지 구조와 규칙을 재 정의하고 배포함으로써 변화된 상황 혹은 전혀 다른 상황에서도 상황인식 시스템의 수정 없이 적용이 가능하다[8].

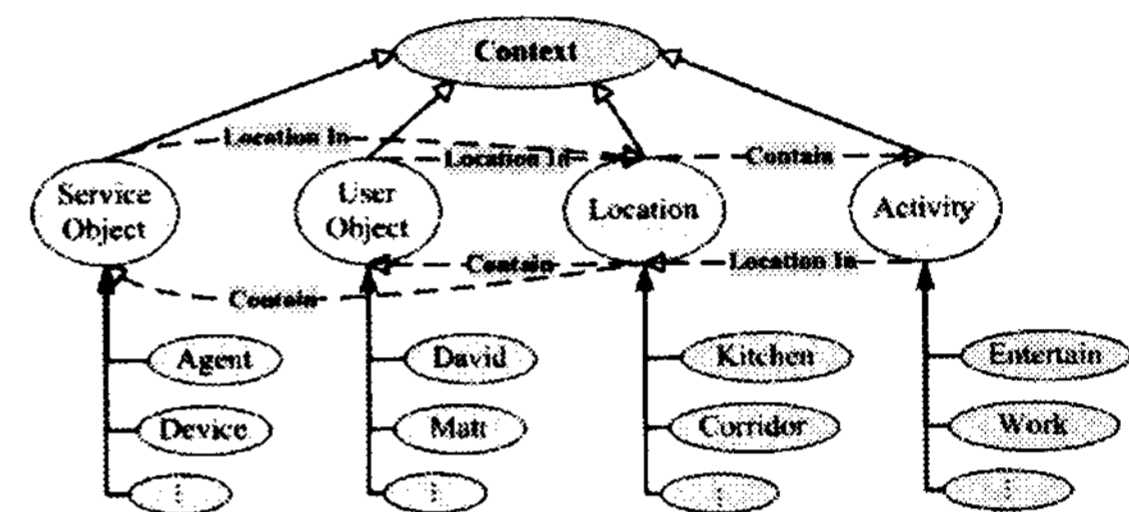


그림 1. 계층상황 온톨로지 구성

그림 1은 본 논문에서 사용될 상황정보 정의 개념 간의 관계를 표현한 개략적인 온톨로지를 표현한 것으로 공통 상위 온톨로지 상황정보와 도메인 특성에 맞게 상속하여 별도로 정의된 하위 도메인 상황정보로 구성되었다. 상황과 그 속성은 OWL로 정의하며 동적 응용 서비스 환경의 변화에 적응하기 위하여 기존 도메인 상황정보를 상속받아 변화된 상황정보를 추가할 수 있어야 한다.

2.3 베이저안 네트워크(Bayesian Network)

BN은 불확실한 상황을 확률로 표시하고, 복잡한 추론을 정량화된 노드의 관계로 단순화시켜 노드의 연결 관계로 표현하는 방향성 비순환 그래프로, 미리 정의된 조건부확률테이블(CPT)에 의해 확률 관계를 효율적으로 표현 가능하다[9][10].

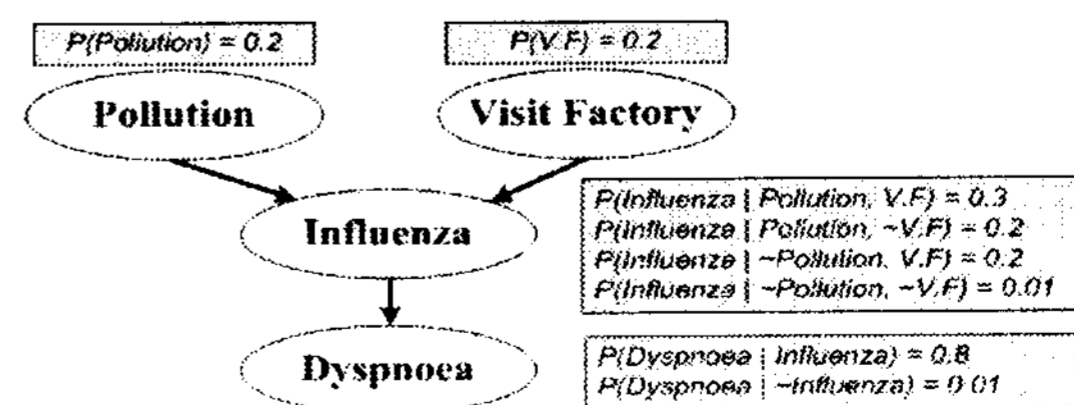


그림 2. 베이저안 네트워크 예시

BN를 구축하기 위한 구조 및 확률분포는 각각 전문가에 의해 설계되고, 전문가가 계산

하지만, 주어진 데이터에 의해 학습된다. 학습 후 어떤 상황에 대한 증거가 관찰되면 이를 바탕으로 베이지안 추론 알고리즘을 통해 각 노드의 상태에 대한 확률이 계산된다.

BN의 네트워크 모델 G 는 네트워크 구조 B_s 와 파라미터 집합 Θ 로 (G, Θ) 쌍으로 정의 가능하다. $\Theta = \{B_\phi, B_p\}$ 는 B_ϕ : 조건부 확률 분포, B_p : 초기 확률 분포로 구성된다. x_i 를 $\{x_i^1, x_i^2, \dots, x_i^n\}$ 의 p_i 개의 값을 갖는 BN G 의 i 번째 노드라 하고, π_i 를 $\{\pi_i^1, \pi_i^2, \dots, \pi_i^n\}$ 의 q_i 개의 상태 조합을 갖는 x_i 의 부모 집합이라고 하면, x_i 에서의 CPT값을 $P(x_i = x_i^k | \pi_i = \pi_i^j)$ 로 정의할 수 있다. 따라서 BN 모델링은 주어진 도메인을 가장 잘 표현하는 $\{B_s, B_\phi, B_p\}$ 를 찾는 것이다[10]. BN의 추론을 위하여 주어진 증거노드 E 에 대한 추론 결과 R 에 대한 확률을 구하면 다음과 같다.

$$P(R) = P(R | E) = \frac{P(E | R)P(R)}{P(E)} = \frac{P(R, E)}{P(E)} \quad (1)$$

조건부확률을 Chain Rule에 의해 표현하면,

$$P(x) = P(x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n P(x_i | x_1, \dots, x_{i-1}) \quad (2)$$

그림 2에 주어진 예시 BN의 전체 노드의 결합 확률은 다음과 같다.

$$P(P, V, I, D) = P(P)P(V)P(I | P, V)P(D | I) \quad (3)$$

3. 상황정보 추론 및 인식

사용자가 장애인일 경우 일반 사용자와 차별되는 서비스 Activity의 정의가 필요하다. 장애인대상 U-서비스는 대부분 Healthcare 시스템의 형태를 취하며 다양한 연구가 진행 중이고 대표적 8가지 주제는 다음과 같다[11].

- Aid people mild dementia
- Healthcare to the elderly and cognitively disabled
- Monitoring elder's home behavior
- RFID-based personal nutrition monitoring
- Text-to-speech quality of book readers for blind reader
- Image-based tools for aiding people with autism
- Improving smart clothes
- Wireless system for assisting independent elder living

위 주제를 토대로 장애인에 대해 정의된 서비스 Activity 예시는 다음 표 2와 같다.

표 2에서의 사용자 Activity와 표 1에서 정

의된 상황정보를 이용하여 확률기반 상황추론을 통해 상황인식이 이루어져야 한다. 그러기 위해서는 앞서 모델링된 계층적 상황정보 모델을 이용하여 상황 추론을 위한 베이지안 네트워크의 구조 학습이 이루어 져야한다.

표 2. 장애인 사용자 대상 Activity 및 서비스 예시

| User | Activity | 해당 서비스 |
|----------|---|--|
| Blind | -Moving -Searching -Reading | -Alarm about crash -Inform Location -Text : Speech Translate |
| Deaf | -Calling -Danger, -Emergency | -Message Display -Light, Shock Alarm -Warning by Image |
| Dementia | -Danger Activity -Lost way -Lost memory | -Inform Location -Inform Circumstance -Warning Danger -Calling Guardian |

그림 3의 상황정보 모델을 BN의 구조학습으로 적용하여 BN를 구성하고 각 노드에 대한 확률 값을 추론한 후 추론된 결과를 반영한다.

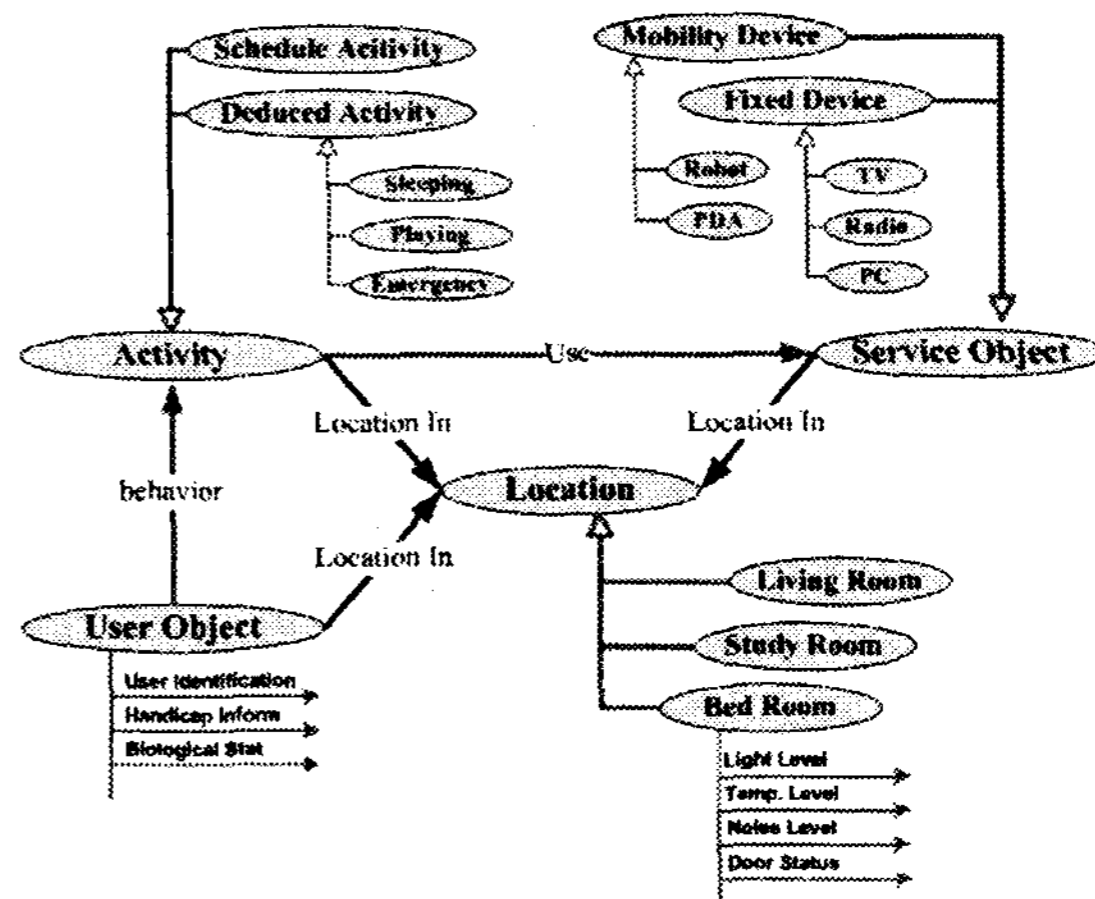


그림 3. 온톨로지 기반 상황인식 모델링

상황인식 모델을 통한 BN 구조학습과 노드별 확률정보에 대한 Parameter 학습을 통하여 적절한 BN이 구성되면, 그림 4와 같은 BN 구축을 통한 확률 추론 과정이 진행되게 된다.

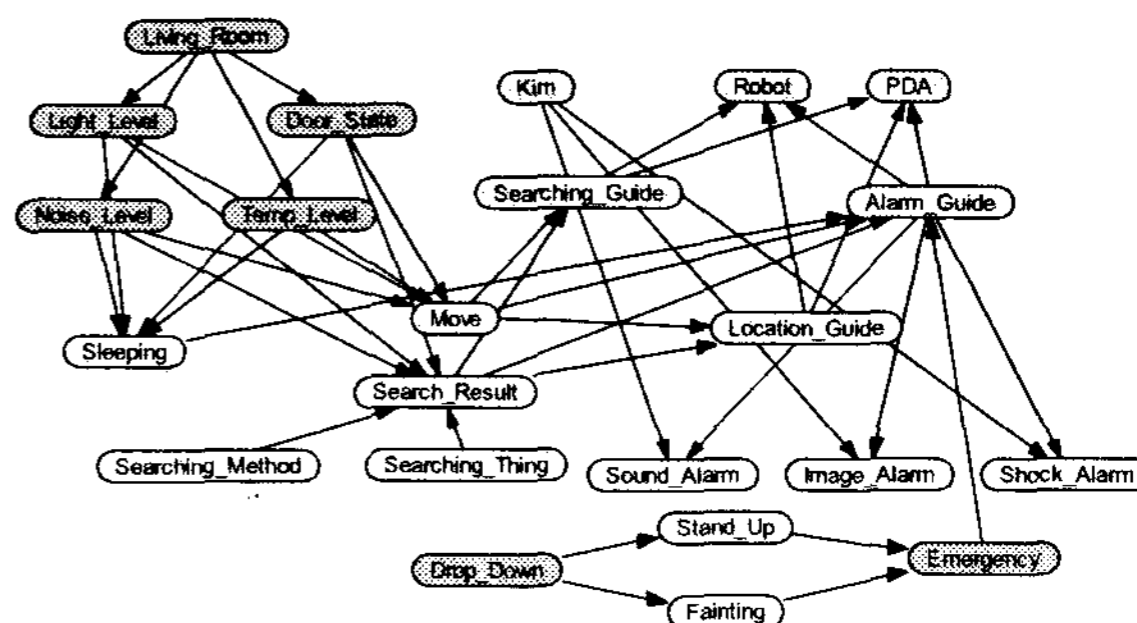


그림 4. 상황인식 베이지안 네트워크

4. 시뮬레이션 및 결과 고찰

시뮬레이션에는 Norsys Software Corp.의 BN개발 툴 Netica Application을 사용하였다.

그림 5는 BN에서의 Location과 User정보를 기반으로 사용자의 Activity를 추론 결과이다.

거실 1개, 청각장애인을 예시로, 각 확률 정보의 지정 후 BN을 이용한 추론 결과, 조도, 소음도, 온도, 문 열림 상태가 High, High, Medium, Open일 경우 Moving 및 Searching Activity의 확률이 크게 증가함을 볼 수 있다.

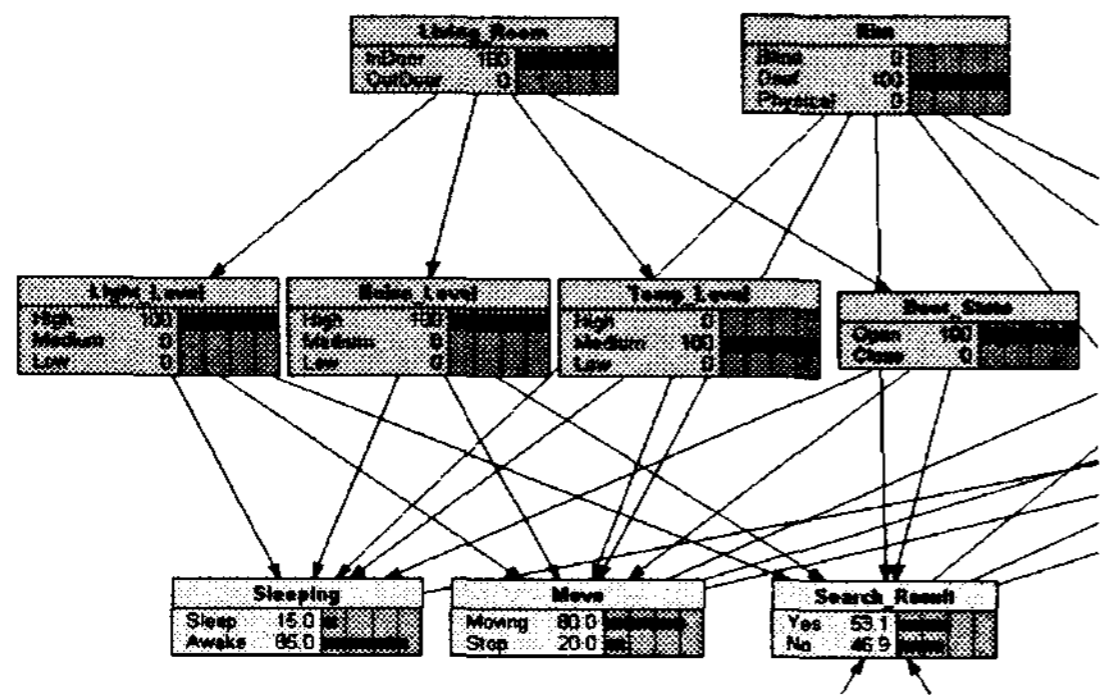


그림 5. Location, User 정보기반 Activity추론

그림 6은 Location, User 정보기반 Activity 추론 결과에 따른 서비스 추론 결과이다. 주요 Activity가 Moving, Searching으로 추론되었으므로 이에 적용되는 서비스의 형태는 Location Guide와 Searching Guide로 표현된다. 서비스를 실행할 주체 Device는 Robot 확률이 크다.

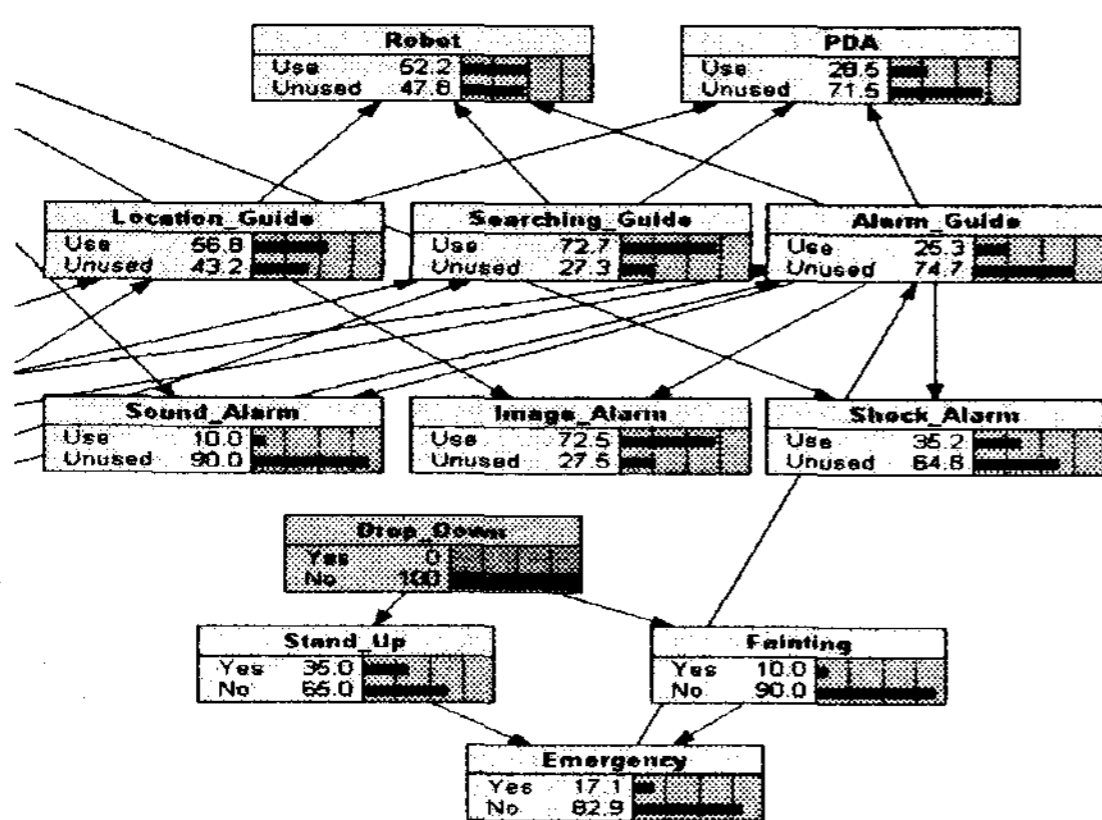


그림 6. Activity에 따른 서비스 추론 결과

5. 결 론

본 논문에서는 장애인을 위한 상황인식 기술 개발을 위하여 응용서비스 개발차원에서의 온톨로지 기반 상황정보 모델링과 베이지안 네트

워크를 이용한 상황 인식 기술을 제안하였다.

향후 온톨로지를 통한 베이지안 네트워크의 구조학습에 관련하여 적절한 구조로 설계가 가능하고 확률 정보의 Parameter 학습이 이루어질 수 있도록 추가 연구를 진행할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] Mark Weiser, "The Computer for 21st Century", ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review archive, Vol 3, Issue 3, pp.3~11, July 1999
- [2] 정현만, 이정현, "유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 상황인식을 위한 확률확장 온톨로지 모델", 한국 컴퓨터 정보학회, 제11권, 제3호, pp.239~248, 2006. 7.
- [3] S. S. Yau and F. Karim, "An Adaptive Middleware for Context - Sensitive Communications for Real - Time Applications in Ubiquitous Computing Environments", Real-Time Systems, pp.29~61, January 2004.
- [4] Dey. A. K., et al. "A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications" anchor article of a special issue on Context-Aware Computing, Human-Computer Interaction(HCI) Journal, Vol.16, No.2, 3 & 4, pp.97~166, 2001
- [5] B. N. Schlit, N. Adams, and R. Want, "Context-aware computing applications.", Proceeding of the Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pp. 85~90, 1994
- [6] Dey. A. K., "Supporting the Construction of Context-Aware Applications.", Dagstuhl seminar on Ubiquitous Computing, 2001
- [7] B. A. Truong, Y. K. Lee, S. Y. Lee, "Modeling and Reasoning about Uncertainty in Context -Aware Systems", ICEBE, pp.102~109. 2005
- [8] 이승철, 김치수, 임재현, "온톨로지 기반 상황해석 구조를 이용한 의도추론의 모호성 해결", 한국인터넷정보학회, 제8권, 제5호, pp.99~108, 2007. 10
- [9] 박지형, "유비쿼터스 환경에서의 상황 인지 시스템 - 연구 활동 소개 도우미 -", 한국정밀공학회지, 제21권, 제11호 pp. 31 - 37, 2004. 11
- [10] 황금성, 조성배, "베이지안 네트워크의 학습", 로봇공학회지, 제3권, 제4호, pp.15~17, 2006. 10.
- [11] Drees.R.M, Mulvenna.M, Mikalsen.M, Walderhaug. S, "Healthcare systems and other Applications", Pervasive Computing, IEEE, Vol. 6, Issue 1, pp.59~63, January 2007