

uT-space 환경에서 사용자 정의 상황정보를 활용한 추론 연구

정두용*

요약

유비쿼터스컴퓨팅 지능공간은 서로 상이하고 이동성을 가진 컴퓨팅 개체들이 동적으로 조정되고 통신이 가능한 환경을 의미한다. 이동성이 있는 개체들이 다른 물리적인 공간으로 이동하더라도 통신이 가능하기 때문에 물리적인 경계는 제한적이지 않고 확장이 가능하다. 상황인식 서비스는 서비스 사용자와 직접적으로 또는 간접적으로 연관이 있는 물리적 또는 복합적 상황을 판단하여 서비스 사용자에게 보다 정확한 정보나 알맞은 서비스를 제공하는 시스템이다. 사용자가 원하는 서비스 또는 정보를 정확하게 제공해주기 위해서는 상황을 정확하게 추론할 수 있어야하며, 이는 정보의 표현 및 지식 표현과 관련이 있다.

A Study of Reasoning using User-defined Context-information in uT-space Environments

Doo-Yong Jung*

ABSTRACT

uT-space and mobile phase with each other computing objects and dynamically adjust the communication means available to the environment. Mobility in the object, even if they move to a different physical space communications because it can be restrictive rather than physical boundaries can be expanded. Context-awareness is a system to provide customized service to users whenever, wherever they want to get it. The context-awareness system can reason user's physical and organizational context. It have to reason the context exactly to provide service or informations to the user, and it is concerned with representation of knowledge.

Key Words : Ubiquitous, uT-space, Context, Context-information, Context-awareness system

* 공주영상대학 공무원양성과

· 제1저자(First Author) : 정두용 · 교신저자(Correspondent Author) : 정두용

· 접수일(2010년 3월 18일), 수정일(1차 : 2010년 4월 29일), 게재확정일(2010년 5월 6일)

1. 서 론

유비쿼터스컴퓨팅 지능공간(uT-space)이란, 서로 상이하고 이동성을 가진 컴퓨팅 개체들이 동적으로 조정되고 통신이 가능한 환경을 의미한다. 이전의 물리적인 공간에 대응될 수도 있지만, 이동성이 있는 개체들이 다른 물리적인 공간으로 이동하더라도 통신이 가능하기 때문에 물리적인 경계는 제한적이지 않고 확장이 가능하다. 유비쿼터스컴퓨팅 지능공간에서 존재하는 컴퓨팅 개체를 uT-entity라고 지칭하며, 이들 간에 서로 협력하여 동적이고 변화하는 복합 서비스를 제공하는 공통의 목적을 가지고 있다. community는 uT-entity들의 집합을 의미하며, 협력하는 개체들의 집합에 대한 상징적 의미도 내포하고 있다[1].

유비쿼터스 환경은 사용자가 컴퓨터나 네트워크를 인식하지 않고 장소에 상관없이 자유롭게 네트워크에 접속할 수 있는 환경을 말한다. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅(ubiquitous computing)은 여러 기반 기술로 이루어지게 되는데, 상황인식 시스템(context-awareness system)은 그 중에서 핵심적인 요소 기술 중 하나이다. 상황인식 시스템은 사용자의 다양한 상황에 따라 적절한 서비스를 적응적으로 제공할 수 있도록 사용자의 상황을 파악하는 시스템을 의미한다[2].

상황인식 시스템을 사용하는 사용자의 상황정보들은 매순간 발생하며, 사용자가 서비스 또는 어떠한 정보를 상황인식 시스템에 요청했을 때, 또는 그러한 서비스나 정보가 필요한 순간에 상황인식 시스템은 사용자의 다양한 상황정보들을 분석하여 사용자에게 적절한 서비스 또는 정보를 제공해 주어야한다.

사용자가 원하는 서비스 또는 정보를 정확하게 제공해주기 위해서 상황인식 시스템은 사용자의 상황을 정확하게 파악할 수 있어야한다. 하지만 특정 사용자의 상황정보는 항상 그 사용자의 상황을 표현하기에 적합한 정보들만으로 구성되지는 않는다.

사용자의 상황은 시시각각 변화하며, 그들이 원하

는 서비스 또한 매 순간 변하기 때문에 그에 알맞은 서비스를 제공하기 위해서는 사용자의 다양한 상황정보로부터 필요한 정보만을 찾아낼 수 있어야한다.

사용자의 상황을 정확하게 인식하기 위해서 최대한 많은 상황정보를 활용하는 것이 바람직하지만 현재 사용자의 상황과 관련이 없는 상황정보까지 활용하게 된다면 오히려 상황인식 시스템의 성능을 저하시키게 된다.

II. 관련 연구

2.1 상황정보

최초의 상황 인식 시스템인 "Active Badge Location System"[2]과 같은 초기의 상황 인식 시스템들은 주로 사용자의 위치를 상황 정보로 이용하였다. 초기의 상황 정보 시스템들은 파악된 사용자의 현재 위치를 기반으로 적절한 정보를 사용자에게 제공함으로써 상황 인식 컴퓨팅 환경을 구현하고자 하였다.

상황 인식 컴퓨팅 환경에서는 사용자의 위치 이외에도 다양한 상황 정보들이 존재하고 있다. 많은 연구자들은 이러한 상황 정보를 이용하기 위하여 다양한 상황 정보를 열거시킴으로써 상황 정보에 관한 정의를 내리고자 노력하였다. 그러나 이러한 정의들은 각각의 시스템에서 사용된 상황 정보의 종류를 묘사하고는 있지만, 사용자의 의도나 프로파일과 같이 응용 분야에 따라 추가될 수 있는 다른 종류의 상황 정보는 고려하지 못하고 있다.

최근에 개선된 상황인식 컴퓨팅의 정의는 "사용자의 작업과 관련 있는 적절한 정보 또는 서비스를 사용자에게 제공하는 과정에서 '상황'을 사용하는 경우 이를 상황인식 시스템"으로 정의하고 있다[3].

2.2 상황정보 모델

상황 인식 컴퓨팅 환경에서 응용들은 상황 정보 모델을 기반으로 개발되고 실행된다.

상황 인식 시스템에서는 상황 정보를 가공하고, 저장하며, 공유하기 위한 효율적이며 통합된 상황 정보 모델을 필수적으로 제공할 수 있어야 한다. 상황인식 시스템에서 상황정보는 다양한 기기 또는 센서들로부터 수집이 된다.

이러한 정보들을 효율적으로 사용하기 위한 다양한 모델링 기법이 연구되고 있으며, 모델링 방법으로는 크게 key-value 기반 모델, 마크업 스키마 모델, 그래픽 기반 모델, 객체지향 모델, 로직 기반 모델, 온톨로지 기반 모델이 있다.

Manuele Kirsch-Pinheiro는 객체지향형 모델인 UML 스키마 모델을 사용하여 상황정보를 모델링하였다[7]. 이는 자바 API로 구현되었으며 AROM 시스템을 사용하였다.

AROM은 객체 기반 지식 표현 시스템이며 class/objects와 associations/tuples을 사용하여 개체를 표현한다[8]. AROM을 사용하여 상황정보를 모델링함으로써 문서가 가지는 상황정보 표현의 한계를 극복하고, 다양한 상황정보들의 연관성도 표현하였다. 이렇게 객체화된 상황정보는 모든 속성 값을 패턴 매칭 과정을 통하여 비교하고 필터링하게 된다.

하지만 모든 속성 정보를 패턴 매칭하는 필터링 기법에는 큰 문제점이 있다. 명확한 기준이 없으므로 정확한 상황을 파악할 수가 없다는 것과 상황정보가 무한대로 늘어난다고 가정을 한다면 시스템에 과부하가 걸릴 수 있다는 것이다.

III. 상황정보 추론 메커니즘

3.1 상황정보 모델 추론

상황은 매순간 변화하므로 정해진 규칙과 패턴을 통하여 상황정보를 필터링하게 된다면 정확도가 떨어지게 된다. 매우 흡사한 상황이 반복적으로 일어나는 시스템에서는 문제가 될 수 없으나, 그렇게 된다면 상황인식 시스템의 필요성 또한 사라지게 된다. 따라서 변화하는 상황에 맞추어 사용자가 요청한 서비스에 대한 내용도 변화해야 하므로, 각 상황에서는 무엇이 중요한 상황인지도 알 수 있어야하며, 각 상황정보의 중요성을 판단하는 기준도 마련되어야한다.

불확실한 컨텍스트 정보를 모델링하기 위한 기본 개념은 잘 알려진 온톨로지 기반의 컨텍스트 모델이다. 우리의 모델에서 컨텍스트는 술어논리(predicate calculus)로서 표현된다. 이 기본 모델을 컨텍스트 술어논리(context predicate)라 하고 다음과 같은 형식을 취한다.

즉, 컨텍스트는 Predicate(Subject, Value)로 나타내며 위의 시나리오에 있는 컨텍스트의 일부를 표현하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

- Temperature(Room, Warm): 방(room)의 온도(temperature)가 따뜻하다(warm)
- WindowStatus(Window, Open): 창문(window)의 상태(status)가 열려있다(open)

컨텍스트 술어논리의 구조와 속성들은 온톨로지에 기술되는데 이 온톨로지는 도메인의 클래스(class), 속성(property), 그리고 인스턴스(instance)를 표현하는 지식 베이스의 역할을 하게 되는 것이다.

3.2 가중치 기법 적용

가중치 기법을 적용할 때 크게 기본 속성과 기타 속성으로 구분할 수 있다. 기본 속성은 상황정보 필터링 시에 항상 고려되는 속성이다. 필터링 연산 시에 가장 먼저 기본 속성에 대한 패턴 매칭이 이루어진다. 여기에서 충분한 연산 결과가 나오게 된다면 사용자 기본 속성에 해당되는 상황정보와 직접적으로 연관성이 있는 하위 클래스의 속성들에 대하여 다시 연산하게 되고, 가장 연관성이 높은 순서대로 우선순위가 부여된다. 만약 기본 속성에 대한 연산 결과가 충분하지 않다면 기본 속성과 직접적으로 또는 간접적으로 관련이 있는 모든 클래스들에 대하여 패턴 매칭 연산을 하고 연관성이 높은 순서대로 사용자에게 제공된다. 이때 기본 속성은 상황인식 시스템이 사용되는 분야의 전문가들이 직접적으로 설정하는 것을 전제로 한다. 가중치 기법의 성능을 향상시키기 위해서는 다양한 분야의 다양한 상황에 대한 전문적 지식이 있어야만 해당되는 모든 상황정보들에 대하여 중요성을 결정할 수 있기 때문이다. 따라서 기본 속성은 상황에 따라 변화한다.

3.3 상황정보 데이터베이스 설계

제안한 방식을 구현하기 위해서는 우선 데이터베이스의 기본 테이블을 구성해야 한다. 우리의 목적을 달성하기 위해서는 Predicate와 같은 컨텍스트의 종류(context type)로 분류하는 것도 좋겠지만 관계데이터베이스로부터 베이지안네트워크를 구축하기 위해서는 Subject의 종류로 분류하여 이것을 클래스(Class)단위로 처리하는 것이 필요하다.

즉, 시나리오를 통해서 각 Subject인 Room, Window, OutDoorPlace, Person을 개별 class로 정의

하여 데이터베이스의 테이블로 구성하면 다음과 같은 Class-Property 테이블 형태가 되는 것이다.

표 1. 룸 클래스
Table 1. Room Class

Subject	hasLight	hasTemperature	hasSound
Room	Bright	Warm	Silence

표 2. 윈도우 클래스
Table 2. Window Class

Subject	WindowStatus	BlindStatus
Window	Close	Open

IV. 상황정보 추론 프로토타입 시스템

4.1 베이지안 네트워크 구축 및 추론 적용

베이지안네트워크(BN)는 방향성 비순환 그래프(Directed Acyclic Graph, DAG)로서 각 노드는 확률 변수를 나타내며 노드를 연결하는 아크는 그 노드들 간의 직접적인 인과 관계를 나타낸다.

확률 값을 갖고 있는 불확실한 컨텍스트로부터 베이지안네트워크를 구축하기 위해서는 앞서도 언급한 바와 같이 불확실한 컨텍스트의 확률 정보와 그 컨텍스트의 인과관계를 포함하고 있는 Value-Probability 테이블로부터 직접적으로 추론을 위한 데이터를 이끌어 낼 수 있다.

베이지안네트워크의 각 노드는 확률 변수로서 Value-Probability 테이블의 ID 필드가 노드로 표현되며, 각 노드(ID)가 갖는 값이 위 테이블의 Value 필드

의 데이터가 되는 것이다. 또한 각 인스턴스의 Target 값을 검색하여 동일한 데이터 값을 갖는 각 노드의 ID 노드가 Target 노드의 부모노드가 되는 것이다.

표준 베이지안 추론이 각 인스턴스의 속성 값에 관한 질의(queries)에 답하도록 사용되기 전에 하나의 베이지안네트워크가 컨텍스트 온톨로지로부터 이끌어진다.

베이지안네트워크 구축이 이루어짐으로써 표준 베이지안 추론장치가 모든 노드의 확률에 관해서 추론할 수 있도록 그 네트워크를 사용할 수 있게 되는 것이다. 그리고 나서 각 각의 노드의 확률은 온톨로지에 있는 인스턴스의 속성들에 대해 직접적으로 갱신을 처리하게 된다.

4.2 상황정보 추론 프로토타입 시스템 설계

본 논문에서 제안된 시스템은 입력되는 상황정보를 기본 속성과 기타 속성으로 구분한다. 이 때 기본 속성에서는 두 가지 요소를 다시 고려해야 하는데, 사용자로부터 전달된 상황정보가 긴급한 상황사건 발생으로 인해 서비스를 요청하는 상황정보인지, 아니면 사용자 편의를 위해서 서비스를 요청한 상태인지를 구분해야 하기 때문이다. 이 두 가지 경우가 아니라면 나머지 상황정보들을 지속적으로 받아들여서 적합한 서비스를 찾아내기 위한 환경을 만들어야 하지만 상황정보의 특징이 서비스를 요구하는 정보일 경우에는 어떠한 서비스를 요구하는지에 대한 정보만 있으면 된다. 바로 서비스를 제공하면 더 이상 불필요한 시간과 컴퓨팅 자원을 소모하지 않아도 되는 것이다.

상황정보가 입력되었을 때 동적 상황정보 필터링 시스템에서의 데이터 흐름을 보여준다.

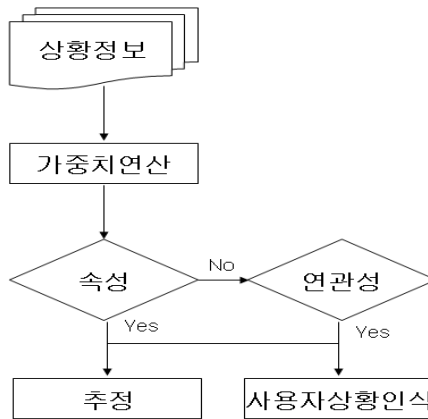


그림 1. 데이터 흐름도
Fig. 1. Data flow

사용자들은 집과 사무실과 건강에 대한 상황인식 서비스를 사용하고 있다고 가정한다. 기본 속성으로 사용될 상황정보는 기본적으로 집이나 사무실 또는 병원 등의 위치정보와 사용자가 사용하고 있고 서비스 받을 수 있는 디바이스를 기본적으로 사용한다. 하지만 사용자가 어떠한 서비스를 요구하게 된다면 서비스 요청 내용도 기본 속성이 된다.

기본 속성의 상황정보는 사용자가 처한 상황에서 가장 중요한 요소라고 판단되는 정보를 기준으로 한다. 이때 보는 관점에 따라서 매우 주관적으로 변할 수 있기 때문에 신뢰성을 확보하기 위해서는 전문적 지식이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 가장 보편적이고 관련 연구에서 가장 많이 언급되었던 위치 정보와 디바이스 정보를 기본 속성으로 구분하였으나, 사용자 중심으로 이루어지는 서비스를 위한 상황정보 필터링이므로 사용자의 서비스 요청을 최우선으로 한다. 또한 사용자에게 요청과 비교하거나 현재 사용자에게 의미 없는 정보라면 기본 속성으로 할당된 상황정보 이더라도 기타 속성으로 분류된다.

본 논문에서 제안한 동적 상황정보 필터링 시스템은 가중치 기반으로 상황정보에 기본 속성과 기타 속성이라는 가중치를 두고 상황정보를 분류한다. 기본 속성에 해당하는 상황정보의 경우 상황정보가 발생한 시점과 장소에 매우 종속적이며, 사용자의 상황에 따라서 기타 속성으로 분류되기도 한다. 사용자에게 불필요한 정보로 인해 상황인식 시스템의 성능이 저하되는 것을 방지하기 위함이다. 다음 그림은 기본 속성의 상황정보와 기타 속성의 상황정보를 구분하는 알고리즘이다.

```
while(!m_pSet->IsEOF())
{
    CString m_ListValue="";
    CString m_getValue="";
    CString m_OtherValue= m_pSet->m_remaining;
    CString m_OtherList="";

    item.iItem =
    m_ShowList.GetItemCount()+1;
    item.iSubItem = 0;
```

그림 2. 상황정보 알고리즘

Fig. 2. Algorithms of Context-information

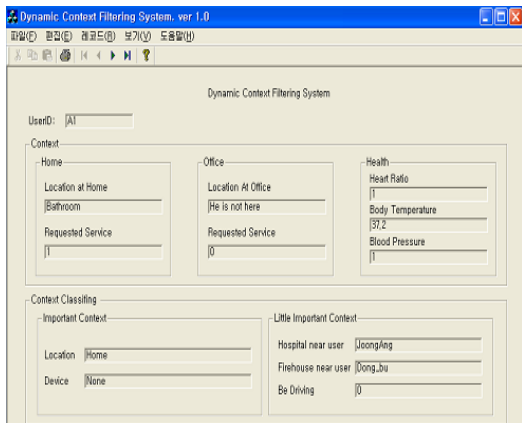


그림 3. 상황정보 프로토타입 시스템

Fig. 3. Prototype System of Context-information

V. 결론

본 논문에서는 상황인식 시스템에서 좀 더 정확하고 효율적인 상황정보 필터링을 위해서 가중치 기법과 입계치의 설정 및 DOA 추정의 응용 등을 통한 동적 상황정보 필터링 메커니즘을 제시하였다.

이 메커니즘은 상황정보 필터링 시 모든 속성을 비교하는 과정에서 불필요한 연산을 감소시킴으로써 좀 더 효율적인 성능을 발휘할 수 있고, 다양한 상황변화에 능동적으로 대처할 수 있게 된다. 또한 모든 객체 변수 값 및 연결을 비교하는 과정에서 생길 수 있는 문제점을 개선하고 상황정보 필터링의 정확성을 높여서 상황인식 시스템의 성능을 향상시킨다. 동시에 상황정보를 필터링하는 기준을 제시하여 사용자에게 제공되는 정보의 신뢰성도 확보한다.

향후 연구과제로는 컨텍스트의 인과관계(causal relationship)를 바탕으로 추론을 위한 베이시안네트 워크(bayesian network)를 구축하여 불확실성에 관한 확률적인 추론에 대한 연구와 알고리즘에 대한 연구가 필요할 것이다.

참고 문헌

- [1] Mark Weiser, "The Computer for the 21st Century.", Scientific American, pp.94-101, September 1991.
- [2] Bill Schilit, Norman Adams, and Roy Wand, "Context-aware Computing Applications", In Proc. of IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, SantaCruz, California, Dec. 1994.
- [5] Rey-Long Liu, Dynamic category profiling for text filtering and classification, ELSEVIER, Information Processing and Management 43 (2007) pp.154-168
- [6] Gwizdka, "What's in the context?," Proceedings of Workshop

on The What, Who, Where, When and How of Context-Awareness, Conference of Human Factors in Computing Systems, 2000.

- [7] Kirsch-Pinheiro, M., Gensel, J., Martin, H. Representing Context for an adaptative Awareness Mechanism. Proceedings of the X International Workshop on Groupware (CRIWG'04), LNCS 3198(San Carlos, Costa Rica, Sept 5-9 2004) Springer-Verlag, 339-348
- [8] Page, M., Gensel, J., Capponi, C., Bruley, C., Genoud, P., Ziebelin, D., Bardou, D., Dupieris, V. A New Approach in Object-Based Knowledge Representation: the AROM System. Proceeding of the 14th International Conference on Industrial & Engineering Applications of Artificial Intelligence & Expert Systems (IEA/AIE 2001), LANI 2070. Springer-Verlag, 113-118.
- [9] David Garlan, Dan Siewiorek, Asim Smailagic, and Peter Steekiste, "*Project Aura: Towards Distraction-Free Pervasive Computing Environments*", IEEE Pervasive Computing, special issue on Intergrated Pervasive Computing Environments, Volumn 1. Number 2, pp22-31, April-June 2002.
- [10] Abhay Daftari, Nehal Mehta, Shubhanan Bakre and Xian-He Sun, "*On the Design Framework of Context Aware Embedded System*", Monterey Workshop on Software Engineering for Embedded Systems: From Requirements to Implementation, 2003.
- [11] Mattias Baldauf, A survey on context-Aware system, Int, J, Ad Hoc and UbiUbiquitous computing, Vol. 2, No. 4, 2007
- [12] K. Wilkinson, C. Sayers, H. Kuno, and D. Reynolds, "*Efficient RDF storage and retrieval in Jena2*", In First Intl Workshop on Semantic Web and Databases, Berlin, September 2003.
- [13] L. Ding, K. Wilkinson, C. Sayers, and H. Kuno, "*Application-specific schema design for storing large RDF datasets*", Technical Report HPL-2003-170, Hewlett Packard Laboratories, Palo Alto, California, 2003.
- [14] 최종명 외, "상황 인지 민요 서비스 웹 사이트 설계", *한 국지식정보기술학회 논문지*, 제5권 제1호, pp.67-76, 2010.



정두용(Doo-Yong Jung)

서강대학교 전자계산학과(이학석사)
경희대학교 전자계산공학과 박사수료

1999년~현재 공주영상대학 공무원양성과 교수
※ 관심분야: 유비쿼터스, 실시간 운영체제, USN

