

컨텍스트 인지 시스템의 소프트웨어 공학적 이슈

최종명^o, 문희성, 기지훈, 박준성
국립목포대학교 컴퓨터공학전공
e-mail: {jmchoi, hsmoon, jhki, jspark}@mokpo.ac.kr

Software Engineering Issues in Context-Aware Systems

Jong-myung Choi, Heesung Moon, Jihoon Ki, Joonsung Park
Dept. of Computer Eng., Mokpo National University

요 약

컨텍스트 인지 시스템의 중요성이 커지면서 이러한 시스템을 효과적으로 개발하기 위한 요구가 증대되고 있다. 본 논문에서는 컨텍스트 인지 시스템의 요구 사항을 파악하기 위해 컨텍스트 정보, 컨텍스트 서비스의 개념을 정의하고, 컨텍스트를 중심으로 시스템 요구 사항을 파악하는 방법을 소개한다.

1. 서론

현재 유비쿼터스 컴퓨팅에 관한 관심이 매우 높아지면서 유비쿼터스 컴퓨팅 개념을 구현하기 위한 많은 시스템들이 개발되고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅에서 주된 특징 중의 하나는 컨텍스트를 인식해서 사용자에게 가장 적합한 서비스를 제공할 수 있다는 점이다. 이에 따라 컨텍스트 인지에 관련된 많은 연구들이 수행되고 있다. 예를 들어, 컨텍스트를 이용한 시스템, 컨텍스트를 모델링하기 위한 연구, 컨텍스트 시스템의 소프트웨어 아키텍처 패턴 등의 연구들이 진행되고 있다. 컨텍스트 인지에 관련된 많은 시스템들이 개발되고 있지만, 아직은 프로토타입 수준이고, 실제로 널리 사용되는 시스템은 아직 많지 않은 실정이다. 이러한 시스템들은 아직까지 개념을 정립하고, 시스템의 가능성을 알아보기 위해서 개발되는 것들이 많고, 경제적 혹은 상업적인 목적을 위해서 개발되고 있는 것은 아직 드물다.

컨텍스트 인지 시스템은 환경 혹은 자신의 상태를 의미하는 컨텍스트를 인식하고, 이러한 정보를 바탕으로 사용자에게 적합한 서비스를 제공하는 시스템을 의미한다. 컨텍스트 인지 시스템은 서비스를 제공한다는 측면에서 기존의 시스템과 공통된 사항이 많지만, 컨텍스트 인지라는 측면에서 다음과 같은 고유한 특징들을 가지고 있다. 첫째로 컨텍스트

인지 시스템은 외부 환경을 측정하기 위해 다양한 입력 혹은 센서 장비를 활용한다. 즉, 유비쿼터스 컴퓨팅 시스템은 매우 다양하고 이질적인 장비들로 구성되어 있어서 시스템의 복잡도는 매우 높다. 예를 들어, 위치를 파악하기 위해서 GPS, Active Badge 등을 활용하거나 사용자를 인식하기 위해서 RFID가 내장된 스마트카드, 카메라 등이 활용될 수 있다. 둘째로 컨텍스트 인지 시스템은 지능적인 시스템의 특징을 갖는다. 이것은 외부 환경 정보로부터 입력받는 정보들을 통해서 사용자에게 적합한 정보를 제공해야 하기 때문에 때로는 정보를 해석하고, 때로는 기존 정보로부터 새로운 정보를 추론해야 할 필요가 있다. 셋째로 컨텍스트 인지 시스템에 대한 요구사항과 시스템의 범위가 명확하지 않을 수 있다. 컨텍스트 인지 시스템은 다양한 입력과 지능적인 기능을 지원하기 때문에 사용자 시나리오를 약간 변경하는 경우에 시스템 기능 및 구조에 많은 영향을 미칠 수 있다. 넷째로 컨텍스트 인지 시스템은 확장성이 좋아야 한다. 컨텍스트 인지 시스템은 새로운 장비의 도입이 쉬워야 하고, 새로운 기능을 추가할 수 있어야 하기 때문에 확장성이 매우 중요하다.

컨텍스트 인지 시스템들은 다양한 형태로 연구 및 개발되고 있지만, 현재까지는 시스템의 가능성을 알아보기 위해서 개발되는 것들이 많고, 경제적 혹은

은 상업적인 목적을 위해서 개발되고 있는 것은 아직 드물다. 컨텍스트 인지 시스템들이 상용화와 경제성을 위해서는 소프트웨어 공학을 고려해야 한다. 본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅, 특히 컨텍스트 인지 시스템에서 컨텍스트를 중심으로 시스템의 요구 사항을 파악하는 방법을 소개한다. 유비쿼터스 컴퓨팅에서 사용의 편리성과 가장 밀접한 관련을 가지고 있는 것은 컨텍스트 관련 기술이다. 컨텍스트는 사용 시나리오와 밀접한 관계를 지니고 있기 때문에 시스템 전체에 미치는 파급 효과가 매우 크다. 즉, 시스템에서 사용되는 컨텍스트에 관한 내용이 변경되면, 시스템의 기능이 변경되거나 혹은 시스템 구조가 변경되어야 하는 문제가 발생할 수 있다.

본 논문은 5개 장으로 구성되어 있다. 2장에서는 관련연구를 소개하고, 3장에서는 컨텍스트 인지 시스템의 특징을, 4장에서는 컨텍스트 인지 시스템의 요구사항 파악 방법을 소개한다. 끝으로 5장에서는 결론과 향후 연구 계획을 밝힌다.

2. 관련연구

현재 컨텍스트 인지 시스템과 관련되어서 많은 연구들이 진행되고 있지만, 소프트웨어 공학 측면에서는 아직 많은 연구가 진행되고 있지는 않다. 현재까지 소프트웨어 공학 측면에서 이루어진 연구로는 컨텍스트 인지 시스템에 대한 프레임워크, 시스템 아키텍처에 관련된 것들이 주를 이루고 있다.

컨텍스트에 따라 정보와 서비스를 제공하는 시스템의 예로는 사용자 위치에 따라 여행지 정보를 제공하는 상황인지 투어 가이드 시스템[1], 사용자의 ID, 위치, 취향에 따라 음악을 제공하는 상황인지 음악 서비스[2] 등이 있다. 또한 사용자의 위치에 따라 서비스가 이동하는 팔로우미(followme) 서비스[3]가 있다. 팔로우미 서비스는 사용자의 현재 위치 컨텍스트 정보의 변화를 감지하고 사용자와 가장 가까이 있는 미디어를 찾아 현재 서비스 중인 미디어 서비스를 끊임없이 제공한다.

컨텍스트 인지 시스템을 효과적으로 개발하기 위해서 컨텍스트 인지 기능을 위한 프레임워크를 개발하기 위한 연구들이 진행되었다. 이러한 프레임워크의 기본적인 기능은 컨텍스트 정보를 획득, 수집, 해석하는 태스크들을 포함한다. 이러한 연구의 대표적인 것으로는 센서로부터 컨텍스트 정보를 획득하는 복잡한 과정을 추상화하여 제공하는 ContextWidget [4], CORBA(Common Object Request Broker

Architecture) 기반의 GAIA [2], 서비스 지향적인 상황인지 인프라스트럭처인 SOCAM (Service-oriented Context-Aware Middleware) [5] 등이 있다.

컨텍스트 인지 시스템을 위한 소프트웨어 아키텍처에 관련된 연구들은 주로 컨텍스트 인지 시스템의 ECA 구조[10]에 대해서 연구하고 있다. 이는 컨텍스트 변화라는 이벤트에 따라서 액션이 수행되는 구조를 의미한다. 현재 일부에서는 디자인 패턴[8,9]에 관련된 연구도 진행되고 있다.

3. 컨텍스트 인지 시스템의 특징

3.1 컨텍스트의 특징

컨텍스트에 대한 연구는 1960년대부터 시작되었을 정도로 오랜 역사를 가지고 있다. 사람간의 대화에서 컨텍스트란 “의사소통을 원활하게 도와주는 암묵적인 상황적 정보[7]”를 의미한다. 이와 유사하게 유비쿼터스 환경에서는 사람과 컴퓨터 사이의 상호작용에서 컨텍스트의 중요성이 강조되고 있다. 그러나 오랜 연구에도 불구하고, 사람과 컴퓨터 사이의 컨텍스트에 대해서 아직까지 모두 공감하는 정의는 존재하지 않고, 연구자들에 따라 컨텍스트(context)를 다양하게 정의하고 있다. Schilit[11]은 컨텍스트를 위치, 사람 혹은 사물의 식별자, 사물에 대한 변화로 보았고, Brown[6]은 컨텍스트를 사용자의 컴퓨터가 인식하는 사용자의 환경 정보라고 정의하였으며, Dey[7]는 컨텍스트를 엔티티의 상황을 특징지을 수 있도록 사용되는 정보라고 정의하였다.

컨텍스트는 다양하게 정의되고 있으며, 컨텍스트에 대한 연구 역시 여러 가지 접근법으로 다양한 주제에 대해서 이루어지고 있다. 컨텍스트는 시스템의 외적인 정보와 내적인 정보로 구성되기 때문에 컨텍스트를 이러한 정보들의 튜플로 표현할 수 있다. 컨텍스트를 튜플로 정의하는 것은 여러 가지 장점을 가지고 있다. 첫째는 집합에 관련된 많은 이론들이 수학적으로 정립되어 있고, 이에 따른 알고리즘들이 이미 개발되어 있기 때문에 기존 이론을 활용할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 둘째는 여러 가지 정보를 이용해서 컨텍스트를 판단하는 것이 매우 직관적이고, 자연스럽게 모델링할 수 있다는 점이다. 셋째로 튜플을 이용한 컨텍스트 모델은 구현하기 쉽다는 장점을 가지고 있다. 정의 1은 튜플을 이용한 컨텍스트의 정의를 보여준다.

정의 1. 컨텍스트 정보

$C_{base} = \{ \langle c_i \rangle \mid c_i \in \text{시스템의 내외적 정보} \}$ 이고, $\delta()$ 는 컨텍스트 정보를 이용해서 유추할 수 있는 함수이다. C_{max} 는 컨텍스트 인지 시스템에서 C_{base} 정보로부터 유추할 수 있는 최대 컨텍스트 정보들의 집합이다.

$$C_{max} = C_{base} \cup \left(\bigcup_{i=0}^n \delta(C_{max}) \right)$$

3.2 컨텍스트 인지 시스템의 특징

외부 혹은 내부 상황의 변화(사용자 위치, 시간, 외부 온도 등)는 컨텍스트의 변경을 의미하고, 이는 시스템의 입력으로 사용된다. 이에 대한 응답으로 시스템은 서비스 내용을 변경하거나 혹은 서비스를 자동적으로 실행시킨다. 이러한 상호작용에서 컨텍스트의 변경을 의미하는 정보 혹은 값을 컨텍스트 정보라고 하고, 시스템의 응답으로 실행되는 서비스를 컨텍스트 인지 서비스라고 한다.

컨텍스트의 상호작용 측면에서 컨텍스트 서비스는 시스템의 출력 혹은 응답이다. 컨텍스트 인지 시스템(context-aware system)[7]은 컨텍스트를 인지하고, 이에 따라 사용자에게 적절한 서비스를 제공한다. Dey는 이러한 서비스는 3가지로 범주로 분류하였는데, 본 논문에서는 컨텍스트 인지 서비스를 다음과 같이 5가지 유형으로 분류한다.

- 브랜치(branch) : 사용자에게 컨텍스트에 따라 정보와 서비스 제공하기 때문에 컨텍스트 정보가 서비스를 결정하는 브랜치 역할을 한다.
- 트리거(trigger) : 컨텍스트가 미리 지정된 조건을 만족시키는 경우에 서비스를 자동적으로 실행한다.
- 자원검색(co-operable resource scanning) : 사용 가능한 자원들을 찾고, 이를 활용할 수 있는 서비스 제공한다.
- 팔로우미(follow-me) : 사용자의 이동에 따라 서비스가 이동한다.
- 컨텍스트 리코딩(context recording) : 현재 컨텍스트에 대한 정보를 저장한다.

컨텍스트 서비스 유형은 배타적이지 않고, 서로 결합될 수 있다. 예를 들어, A라는 컨텍스트 인지 서비스는 컨텍스트가 변경됨에 따라 자동적으로 실행되면서, 컨텍스트 정보의 값에 따라 여러 형태의 서비스를 제공할 수도 있다. 따라서 A라는 서비스는

trigger 유형이면서 동시에 branch 유형에도 포함된다.

정의 2. 컨텍스트 인지 서비스

컨텍스트 인지 서비스 CA는 시스템에서 컨텍스트 정보를 활용해서 제공하는 서비스를 의미한다. CA는 $CA = \{ f(C):Q \mid f(c_{i1}, c_{i2}, \dots \in C) \rightarrow q_{k1}, q_{k2}, \dots \in Q, q_k \text{는 컨텍스트 서비스범주, } f \text{는 컨텍스트 인지 서비스} \}$ 로 정의한다. C는 시스템에서 활용하는 컨텍스트 정보 유형들의 집합이다. Q는 시스템에서 제공하는 컨텍스트 서비스 유형들의 집합이다.

4. 컨텍스트 인지 시스템의 요구 사항 파악

컨텍스트 인지 시스템의 요구사항은 다음과 같은 단계를 거쳐서 파악할 수 있다.

1. 시스템에 대한 유즈케이스를 작성한다.
2. 유즈케이스에서 컨텍스트 인지 서비스 혹은 기능을 찾는다.
3. 컨텍스트 인지 서비스 혹은 기능에서 컨텍스트를 찾는다.
4. 컨텍스트를 구성하는 컨텍스트 요소를 찾는다.
5. 컨텍스트 요소를 인식하는 디바이스 혹은 서브시스템을 찾는다.
6. 2~5번을 더 이상 컨텍스트 인지 서비스 혹은 기능이 없을 때까지 반복한다.
7. 시스템 아키텍처를 결정한다.

컨텍스트 인지 서비스를 파악하기 위해서는 다음과 같은 단계에 따라야 한다.

1. 시스템에서 사용하는 컨텍스트 인지 서비스 시나리오를 찾는다.
2. 서비스 시나리오에서 사용되는 컨텍스트 정보와 서비스 유형을 찾는다.
3. CA에 컨텍스트 정보와 유형을 추가한다.
4. CA에 더 이상 추가되는 내용이 없을 때까지 1~3단계를 반복한다.

기존의 시티 가이드 시스템을 약간 변형한 시스템을 생각해보자. 이 시스템은 사용자의 위치에 따라 관광 정보를 제공할 뿐만 아니라, 사용자의 메뉴 선택 기능을 추가했다고 가정해보자. 예를 들어, 현재 위치를 알려주는 태그를 읽고, 다시 식당 그림에 해당하는 태그를 읽는 경우에 현재 위치 근처에 있는 식당에 관련된 정보를 사용자에게 제공한다. 이러한 시스템의 경우에 다음과 같이 컨텍스트 인지 서비스를 정의할 수 있다. 첫 번째로 다음과 같은

서비스 시나리오를 파악한다.

g : 사용자의 현재 위치에 따라 관광지 정보를 제공한다.

서비스 시나리오 g 에서 필요한 컨텍스트 정보는 위치(L)이고, 이때 관광지 정보는 사용자에게 자동적으로 제공되어야 하기 때문에 서비스 유형은 트리거(T)이다. 그런데 사용자 위치에 따라 다른 정보가 제공되어야 하기 때문에 서비스 유형은 스위치(S)라고도 할 수 있다. 따라서 시나리오 g 에 대해서 다음과 같은 CA를 구할 수 있다.

$$CA = \{ g(\{L\}) : \{S, T\} \}$$

서비스 시나리오 f 에 대해서는 사용자가 다시 식당에 해당하는 태그를 읽음으로써 현재 위치에서 가까운 식당에 관한 정보를 제공받는다. 이때 식당에 해당하는 태그 정보는 위치 정보가 아니라 식당을 표현하는 사물에 해당되는 정보이다. 따라서 CA는 다음과 같이 정의할 수 있다.

f : 근처에 있는 식당 정보를 제공한다.

$$CA = CA \cup \{ f(\{L, O\}) : \{S, T\} \}$$

$$\therefore CA = \{ g(\{L\}) : \{S, T\}, f(\{L, O\}) : \{S, T\} \}$$

5. 결론

유비쿼터스 컴퓨팅에서 사용자 측면에서 가장 중요한 특징 중의 하나는 컨텍스트 인지 서비스이다. 컨텍스트 인지 서비스는 사용자가 복잡한 시스템의 내부 혹은 사용법을 모르면서도 쉽게 원하는 서비스를 받을 수 있도록 한다. 이러한 특징 때문에 컨텍스트 인지 시스템을 위한 많은 연구와 시도가 있었다. 그러나 현재까지 개발된 시스템들은 프로토타입 수준에 머무르고 있다.

본 논문에서는 컨텍스트 인지 시스템을 개발하기 위해서 필요한 컨텍스트에 대한 정의, 컨텍스트 인지 서비스에 대해 정의하고, 이를 바탕으로 컨텍스트 인지 시스템을 개발하기 위해서 필요한 요구사항 분석 방법에 대해서 소개하였다. 컨텍스트 인지 시스템은 다양한 입력 시스템으로 구성되어 있기 때문에 복잡하고, 지능적인 서비스를 제공해야 하기 때문에 시스템의 요구 사항을 정확히 파악하는 것이 중요하다. 따라서 본 논문에서는 사용자를 중심으로 한 시나리오에서 컨텍스트 정보를 바탕으로 컨텍스트 서비스를 찾는 방법을 소개하였다. 컨텍스트 인지 시스템에서 이러한 요구사항 분석 방법은 시스템 개발에서 많은 시행착오를 감소시켜줄 것이다.

참고문헌

- [1] G. Kappel, W. Retschitzegger, E. Kimmerstorfer, B. Pröll, W. Schwinger, Th. Hofer, "Customisation for Ubiquitous Web Applications - A Comparison of Approaches," in IJWET, January 2003.
- [2] Manuel Roman, et. al., "Gaia: A Middleware Infrastructure to Enable Active Spaces," IEEE Pervasive Computing, pp. 74-83, 2002.
- [3] Eunhoe Kim, Jaeyoung Choi, "An Ontology-based Context Model in a Smart Home," ICCSA 2006, LNCS 3983, pp. 11-20, May 2006.
- [4] Daniel Salber, et. al., "The Context Toolkit: Aiding the Development of Context-Enabled Applications," CHI'99, pp. 15-20, May 1999.
- [5] Tao Gu, Hung Keng Pung, Da Qing Zhang, "A Service-Oriented Middleware for Building Context-Aware Services," in JNCA, Vol. 28, Issue 1, pp. 1-18, January 2005.
- [6] P.J. Brown, "The Stick-E Document: A Framework for Creating Context-Aware Applications," in EP'96, pp. 259-272, 1996,
- [7] Anind K. Dey, Gregory D. Abowd, "Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness," Workshop on The What, Who, Where, When, and How of Context-Awareness in CHI'00, 2000.
- [8] Gustavo Rossi, Silvia Gordillo, and Fernando Lyardet, "Design Patterns for Context-Aware Adaptation"
- [9] James A. Landay and Gaetano Borriello, "Design Patterns for Ubiquitous Computing," *IEEE Computer*, pp. 93-95, Aug., 2003.
- [10] Wolfgang Beer, et. al. "Modeling Context-Aware Behavior by Interpreted ECA Rules", in LNCS(Mobile and Ubiquitous Computing), pp. 1064-1973, 2004.
- [11] Bill Schilit, *A context-aware system architecture for mobile distributed computing*, Ph.D. Dissertation, Columbia University, 1995.