

논문 2009-46CI-3-3

유비쿼터스 환경에서 상황인지 기반 사용자 맞춤형 장치 추천 시스템

(A Customized Device Recommender System based on Context-Aware
in Ubiquitous Environments)

박 중 현*, 박 원 익**, 김 영 국***, 강 지 훈***

(Jong-Hyun Park, Won-Ik Park, Young-Kuk Kim, and Ji-Hoon Kang)

요 약

유비쿼터스 환경은 보이지 않는 수많은 장치들과 소프트웨어들이 서로 연결되어 각각의 사용자들에게 편리한 서비스를 제공한다. 이러한 환경에서 사용자는 자신이 소유한 개인용 모바일 단말 만을 이용하여 다양한 맞춤형 서비스를 얻기를 원한다. 그러나 개인용 단말이 소형화되면서 제한된 장치를 갖는 것이 현실이다. 그러므로 이러한 장치의 제한성을 해결하기 위한 방법으로 장치 공유와 이를 효과적으로 처리하는 것은 새로운 연구 주제들 가운데 하나이다. 본 논문에서는 장치 공유 환경에서 사용자가 요청한 서비스를 구성하기 위한 장치들을 주변에서 찾고 사용자에게 추천하기 위한 장치 추천 시스템을 제안한다. 장치 추천 시스템은 주변 환경 상황을 고려하여 사용자가 요청한 서비스에 따른 장치를 추천한다. 그러나 사용자가 동일한 공간에서 동일한 서비스를 요청한다 할지라도 각 사용자를 위한 맞춤형 장치라고 볼 수는 없다. 그러므로 논문에서는 사용자의 선호도를 기반으로 장치를 추천한다. 논문에서 제안하고 있는 장치 추천 시스템은 실제 유비쿼터스 환경의 모바일 단말에서 구현하고 테스트하였으므로 실제 환경에서 충분히 사용가능함을 보인다.

Abstract

In ubiquitous environments, invisible devices and software are connected to one another to provide convenient services to users. In this environments, users want to get a variety of customized services by using only an individual mobile device which has limitations such as tiny display screens, limited input, and less powerful processors. Therefore, The device sharing for solving these limitation problems and its efficient processing is one of the new research topics. This paper proposes a device recommender system which searches and recommends devices for composing user requested services. The device recommender system infers devices based on environmental context of a user. However, customized devices for each user are different because of a variety of user preference even if users want to get the same service in the same space, Therefore the paper considers the user preference for device recommendation. Our device recommender system is implemented and tested on the real mobile object developed for device sharing in ubiquitous environments. Therefore we can expect that the system will be adaptable in real device sharing environments.

Keywords : Device Sharing, Recommender System, Context-Aware, Ontology, Rule, Device Reasoning

I. 서 론

유비쿼터스 환경에서 수많은 지능형 컴퓨터들이 유기적으로 연결되어 언제 어디서나 사물(Object)을 인식하고 사람들에게 필요한 정보나 서비스를 제공하는 것을 목적으로 하며, 그 환경은 다양한 형태의 지능형 컴퓨터가 현실 세계와 효과적으로 결합되어 컴퓨팅 자원을 활용할 수 있도록 한다^[1~2]. 이러한 유비쿼터스 컴퓨

* 정회원, 거제대학 조선정보기술계열
(Division of Information Technology &
Shipbuilding, Koje Collage)

** 학생회원, *** 정회원, 충남대학교 컴퓨터공학과
(Department of Computer Engineering, Chungnam
National University)

** 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 지원을 받아 수행되었음(B1120-0901-0002, IT특화연구소
설립:“유비쿼터스 신기술 연구센터”설립 및 운영)

접수일자: 2009년3월27일, 수정완료일: 2009년5월4일

팅 환경에서 이종 장치들 사이의 서비스 구성과 협업을 위한 필요성이 대두 되었으며, 지속적인 서비스를 제공하기 위해서 요구사항을 만족시키기 위한 인프라는 필수적인 요소일 것이다.

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자는 자신이 소유한 경량의 개인용 모바일 단말을 이용하여 다양한 서비스를 받기를 원한다. 그러나 개인용 모바일 단말은 소형화 되면서 작은 화면, 제한된 입력 장치, 그리고 부족한 파워와 같은 제한된 장치들을 갖는 것이 현실이다. 그러므로 사용자는 자신의 부족한 장치들을 대체하기 위해서 자신이 존재하는 공간, 본 논문에서는 이러한 공간을 유비쿼터스 스마트 스페이스(USS)라 부른다, 에서 사용 가능한 장치들을 공유하여 최적의 장치들로 구성된 서비스를 얻기 원한다. 예를 들어 회의실에서 발표자는 자신의 개인용 모바일 오브젝트에 발표 서비스를 요청하는 것만으로도 최적의 장비들로 구성된 발표 서비스를 제공받기를 원할 것이다. 이때 사용자의 모바일 오브젝트는 스스로 주변에서 사용 가능한 장치들 가운데 발표 서비스를 위해 필요한 장치들을 찾고, 이들 가운데 현재 상황에서 사용자를 위한 최적의 장치들이 무엇인지 추론할 것이다. 이렇게 추론된 장치들은 사용자에게 추천되고 최종적으로 발표서비스를 구성할 것이다. 그림 1에서처럼 사용자가 자신의 UMO (ubiquitous mobile object)에 발표 서비스를 요청하면 UMO는 주변에 다른 UMO들과 상호작용하여 서비스를 구성한다. 그러나 효과적인 서비스 구성을 위해서 주변에 많은 장치들 가운데 어떤 장치들을 선택할 것인가가 선행되어야 한다. 그러므로 효과적인 서비스 구성을 위해서는 공유 가능한 장치들 가운데 사용자의 상황을 고려하여 장치를 추론하는 것이 반드시 필요하다. 이러한 필요성은 본 논문의 앞선 연구에서 이미 기술한 바 있으며 이를 구체화하기 위한 방법을 제안한 바 있다. 그러나 앞선 연구에서는 장치를 추론하기 위한 시스템을 실제로 모두 개발하지는 않았으며, 개발된 시스템을 실제 장치 공유를 위한 모바일 오브젝트를 기반으로 실험하지 못했다^[3-4].

본 논문에서는 이종 장치들 사이에 서비스 구성과 협업을 위한 프레임워크를 제안하고, 이 프레임워크의 핵심인 장치 추천 시스템을 제안한다. 이러한 목적을 위해서 우리의 장치 추천 시스템은 기술적으로 두 가지 추론 방법을 사용한다. 첫 번째는 온톨로지 기반 추론 방법이다. 온톨로지 기반 추론 방법은 하위 수준의 정

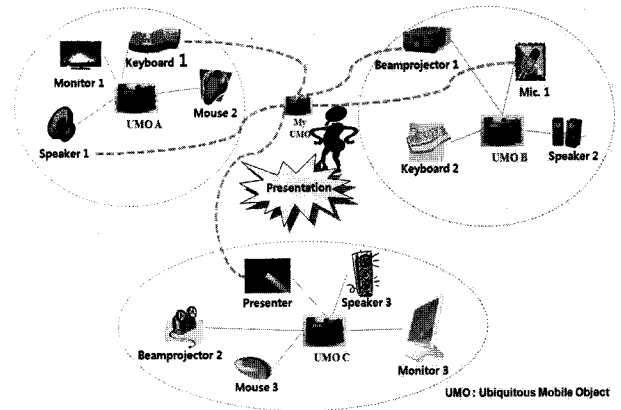


그림 1. 장치 공유를 기반으로 구성된 발표 서비스
Fig. 1. The "Presentation" service composed by device sharing.

보로부터 상위 수준의 정보를 얻기 위해 사용되고, 각 정보들의 일반화 시키고 정보들 사이의 연관 관계를 정의하기 위해 사용된다. 두 번째 추론 방법은 규칙기반 추론 방법이다. 규칙기반 추론 방법은 현재의 환경 상황과 사용자의 선호도를 기반으로 장치를 추론하기 위해서 사용된다.

논문에서 제안하고 있는 장치 추천 시스템은 실제 장치 공유를 목적으로 개발된 모바일 단말에서 설계되고 구현되었다. 또한 시나리오를 기반으로 환경을 구축하고 실제로 이를 평가하였으므로 향후 유비쿼터스 환경에서 장치 공유를 위해 적용이 가능 할 것으로 보인다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 관련연구에 대해 알아보고 III장에서는 유비쿼터스 환경에서 장치 공유를 위한 미들웨어와 본 논문에서 제안하고 있는 장치 추천 시스템을 설명한다. IV장과 V장에서는 각각 본 논문에서 제안하고 있는 환경 상황 기반 추론 방법과 선호도 기반 추론 방법에 대해서 설명한다. VI장에서는 시나리오를 통한 장치 추천 시스템의 예를 보이고, 마지막으로 VII장에서는 결론 및 향후 과제를 제시한다.

II. 관련 연구

Celadon 프로젝트^[5-6]는 컨텍스트 기반 지능형 유비쿼터스 협업 시스템을 구축하기 위해 IBM에서 2004년부터 추진하는 프로젝트로써 사용자 주변에 다양한 서비스, 장치가 존재하는 유비쿼터스 환경에서 지적 객체 간의 지능적인 협업 및 상황인식 서비스를 제공해 주는 브로커 중심의 미들웨어 인프라스트럭처 구축을 주된

목표로 하여 개발하고 있다. 유비쿼터스 환경에서 수많은 서로 다른 기종의 무선 단말기를 주변 장비와 상호 무선통신이 가능하도록 특정 지역 내에서 상호 협업을 할 수 있도록 시스템 하자는 것이다. 운영시스템과 플랫폼이 다른 여러 가지 기기나 장비들을 서로 연동해 사용자 맞춤형 서비스를 제공한다. 쉽게 표현하면 어떤 기기이든, 어떤 장소에서든, 어떤 서비스라도 받을 수 있도록 하겠다는 것이다. 이러한 연구의 목표는 본 논문의 목표와 매우 유사해 보인다. 그러나 이들 연구의 환경은 서버-클라이언트 환경으로 사용자가 필요로 하는 장치를 서버에서 일괄적으로 추론해 준다. 그러나 본 논문에서 고려하는 장치 공유의 환경은 Peer-To-Peer 환경이며 장치의 추론을 사용자 단말 측에서 수행한다. 이는 보다 개인적인 정보를 장치 추론에 사용할 수 있으므로 사용자 맞춤형 서비스 생성을 위해 효과적으로 사용될 수 있을 것이다.

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 상황인지를 통해 서비스를 제공하는 많은 연구들이 이루어지고 있으며, 이러한 연구들 가운데 본 연구에서처럼 온톨로지 기반 추론과 규칙 기반 추론 방법을 기반으로 하는 몇몇 연구들이 이미 존재한다. 온톨로지를 이용하는 대표적인 연구들은 CoBrA Project^[7~8]와 CONON^[9]과 같은 연구들이 있다. CoBrA Project에서 온톨로지는 SOUPA^[10]로 잘 알려져 있으며, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 지식 공유, 상황 추론, 상호운용성을 위한 표준 온톨로지인 일반적이고 범용적인 온톨로지인 정의를 하고 있다. CONON 연구는 유비쿼터스 환경에서 상황을 모델링하기 위해 온톨로지를 이용하고, 이를 추론하여 사용자의 상황 및 환경 내부의 상황 정보를 추론하고 있다. 그러므로 본 논문에서 환경 상황을 모델링하고 이를 추론에 적용하기 위해서 참조가 가능하다. 그러나 이들 연구에서 온톨로지는 가장 일반적인 상위 개념의 온톨로지인, 상황을 일반화하는데 그 목적을 두고 있다. 그러므로 유비쿼터스 환경에서 제공 가능한 서비스와 이를 구성하기 위한 장치들을 체계적으로 분류하여 온톨로지를 정의하고, 추론에 이용하려는 본 논문의 세부 목표와는 차이를 보인다. 온톨로지 기반 추론 함께 널리 쓰이는 추론 방법의 하나인 규칙 기반 추론을 이용하는 연구로는 DR-Prolog^[11]와 CARE^[12] 연구 등이 있다. DR-Prolog 연구에서는 nonmonotonic-rule을 사용함으로써 불완전하고 일치하지 않는 정보들을 이용하는 추론을 하고 있다. CARE의 경우 온톨로지 추론을 이용해 추론된 상황을

보다 높은 수준의 상황 정보로 만들어 이용하기 위해 규칙 기반의 추론을 사용한다. 위의 두 연구 모두 주어진 저수준 상황 정보만을 이용하여 보다 고수준의 상황 정보를 얻는 추론을 수행하고 있다. 그러므로 본 논문에서 저 수준의 환경 상황 정보로부터 적절한 장치를 추론을 위한 고 수준 상황 정보 추출을 위해서 참조 가능할 것으로 보인다. 그러나 이들 연구는 모두 개인 정보를 추론에 반영하기 위해서 규칙을 사용하지는 않는다. 그러나 본 논문에서는 개인화 정보를 이용하여 개인 맞춤형 장치를 추천해주는 목표를 포함하고 있으므로 이들 연구와의 차이점을 보인다.

III. 상황인지 기반 장치 추천 시스템

유비쿼터스 환경에서 장치 공유를 위한 미들웨어의 구조는 그림 2와 같다.

본 논문에서 제안하고 있는 상황인지 기반 사용자 맞춤형 장치 추천 시스템은 이중선으로 된 박스 안에 Device Reasoner, Local Context Manager, Context Information Base(CIB), 그리고 Communicator 모듈들로 구성된다. 그림3은 구체적인 장치 추천 시스템의 구조와 데이터 흐름을 보인다. Context Manager는 장치 추론 시스템 내의 모듈들 사이의 데이터 흐름을 관리한다. Local Context Monitor는 Local context Aggregator에 의해서 현재 시간, 밝기, 그리고 위치와 같은 유비쿼터스 환경에 존재하는 현재 모바일 오브젝트(Ubiquitous Mobile Object: UMO)의 환경 상황 정보를 수집한다. Local Context Monitor의 또 다른 하위 모듈인 User Profile Configuration은 사용자의 개인 신

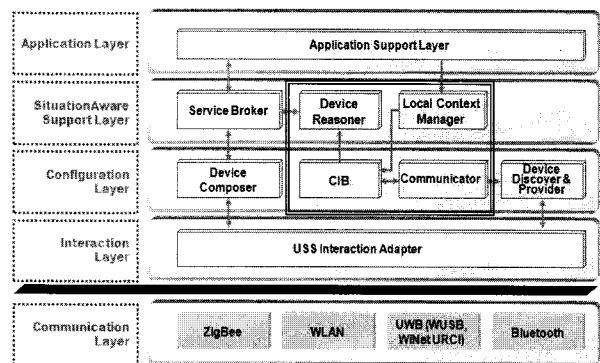


그림 2. 유비쿼터스 환경에서 장치 공유를 위한 미들웨어의 구조
Fig. 2. The Middleware Architecture for Device Sharing in ubiquitous environments.

상 정보와 같은 프로파일 정보를 수집한다. 이렇게 수집된 지역 상황 정보들(Local Context Information)은 RDF^[13]로 기술되어 CIB에 저장된다. Local Device Manager는 Device Configuration에 의해서 자신이 소유하고 있는 지역 장치들의 정보를 RDF로 기술하여 CIB에 저장한다. Device Change Detector는 자신이 소유한 장치들 가운데 사용자나 다른 요인으로 인하여 지역 장치의 사용이 더 이상 유효하지 않거나 새로운 지역 장치가 추가되었을 경우 이를 CIB에 반영하기 위한 역할을 담당한다, CIB는 PDF 형태로 기술된 장치와 추론에 필요한 상황 정보들을 저장하고 관리한다. 또한 CIB는 Context Manager로부터 SPARQL 질의^[14]를 받아 이를 처리한다. PDF로 기술된 정보들을 관리하고 SPARQL 질의를 처리하기위하여 CIB는 온톨로지 기반 추론 엔진인 JENA[15]를 이용한다. Communicator는 다른 UMO들과의 통신을 수행하여 주변에 현재 사용 가능한 외부 장치들의 정보를 얻거나 자신이 소유한 장치들 가운데 공유하고자하는 장치들의 정보를 외부

UMO에게 전달한다. Device Reasoner는 사용자가 요청한 서비스를 구성하기 위해서 현재 사용 가능한 장치들 가운데 상황에 적절한 장치를 추론한다. 이를 위하여 본 논문에서는 규칙을 이용하여 Device Reasoner는 규칙 기반 추론 엔진인 JESS^[16]를 활용한다. Device Reasoner의 하위 모듈인 Context Requestor는 Service Broker로부터 서비스를 요청 받고, 해당 서비스를 구성하기위해 필요한 정보들을 얻기 위한 SPARQL 질의를 생성한다. 이렇게 생성된 질의는 Context Manager를 통해 CIB로 전달되어 그 결과를 얻는다. Context Requestor는 CIB로부터 얻은 정보를 JESS 엔진의 입력인 사실(Fact)로 변환하고 추론을 위한 규칙(Rule)을 함께 Context-Based Reasoner에게 반환한다. Context-Based Reasoner는 사용자가 요청한 서비스를 구성하기 위해서 현재 사용 가능한 장치들 가운데 환경상황을 기반으로 장치를 추론한다. 환경상황을 기반으로 한 장치 추론의 결과는 동일한 상황에 동일한 서비스를 요청한 사용자들에게 모두 동일한 결과를 반환한다. 그러나 비

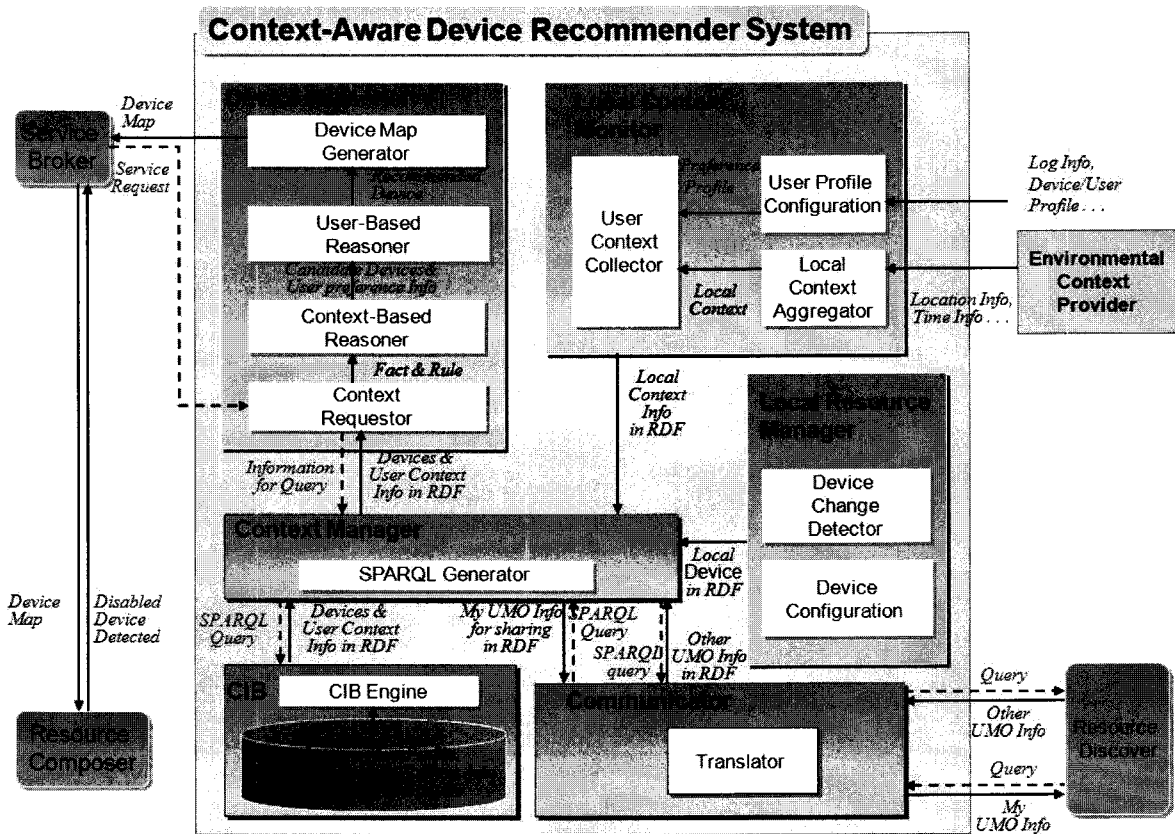


그림 3. 상황인지 기반 사용자 맞춤형 장치 추천 시스템의 구조

Fig. 3. An Architecture of Customized Device Recommender System based on Context-Aware.

록 사용자가 동일한 환경에서 동일한 서비스를 요청한다 할지라도 사용자가 원하는 요구사항은 모두 상이하므로 사용자 맞춤형 장치는 서로 다르다. 그러므로 User-Based Reasoner는 환경 상황기반 추론의 결과에 사용자의 선호정보를 반영하여 사용자 맞춤형 장치를 추론한다. Device Map Generator는 이렇게 추론된 장치들을 사용자에게 추천하기 위한 Map을 생성하여 Service Broker에게 반환한다. Service Broker는 사용자에게 장치들을 추천하고 사용자가 최종적으로 선택한 장치들은 Resource Composer를 통하여 실제 장치들을 연결한다.

IV. 환경 상황 기반 추론

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 다양한 정보를 표현하고 추론하기 위해서는 공통된 표현으로 기술하는 것이 중요하다. 온톨로지는 하위 수준의 정보로부터 상위 수준의 정보를 추출하기 위하여 사용되며 정보들을 일반화

하고 정보들 사이의 관계를 정의하기위해서 사용된다. 특별히 본 논문에서는 환경 상황, 사용자 정보, 서비스 및 장치들을 일반화하고 이들 사이의 연관관계를 정의하기위해서 온톨로지를 사용한다.

온톨로지를 정의하기위해 Web Ontology Language인 OWL^[17]을 사용하여 온톨로지를 정의하였으며, 개인화된 서비스(service)에 따른 장치 집합의 추론을 가능하도록 하는데 초점을 맞추어 온톨로지를 정의하였다. 그림 4는 본 논문에서 장치 추론을 위해서 정의된 온톨로지의 모습을 보인다. 논문에서 제안하고 있는 온톨로지는 여섯 개의 메인 클래스로 구성되어있고 각 클래스들은 하위 클래스들을 갖는다. 그림 5는 자원 온톨로지 가운데 Device 클래스가 포함된 일부를 보인다. 본 논문의 최종 목적은 장치의 공유뿐만 아니라 소프트웨어와 같은 모든 형태의 자원을 공유하는 것이므로 장치 온톨로지는 자원 온톨로지의 하위 온톨로지로서 포함된다. Service 클래스는 사용자가 제공받을 수 있는 서비스들을 기술하기위한 클래스로 장치 클래스와 needsDevice 속성과 usedForService 속성으로 상호 연결되어있다. UMO 클래스는 OwnedBY, LocatedAt, HasCurrentTime, 그리고 hasDevice 속성으로 User, Location, Time, 그리고 Device 클래스와 각각 연결되어있다.

표 1은 발표 서비스를 구성하기 위하여 필요한 장치들과 해당 장치들을 소유한 UMO 그리고 현재 위치의 방 크기와 시간을 얻기 위한 SPARQL 질의와 그 결과이다. 예제에서 알 수 있듯 것처럼 장치 추천시스템은

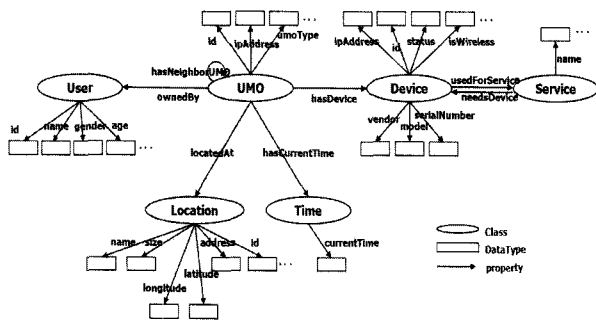


그림 4. 장치 추론을 위한 온톨로지
Fig. 4. Ontology for Device Reasoning.

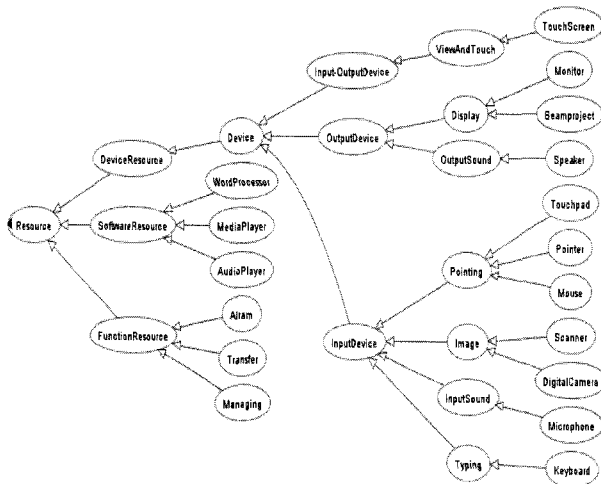


그림 5. 자원 온톨로지
Fig. 5. Resource ontology.

표 1. SPARQL 질의와 그 결과
Table 1. A SPARQL query and its results.

SPARQL query
<pre>SELECT ?UMO ?Device ?Room_size ?Current_time WHERE { ?Service :servicename "presentation". ?Service :needsdevice ?DeviceType. ?Device rdf:type ?DeviceType. ?UMO :hasdevice ?Device. ?UMO :locatedat ?Room. ?Room :size ?RoomSize. ?Time :currenttime ?currentTime }</pre>
Result
<pre>UMO : UMO_01 UMO_02 Device: monitor,presenter,keyboard_01, : beamproject, mouse, keyboard_02 Room_size : small Currnet_time : 10:00AM</pre>

온톨로지 추론을 이용하여 사용자가 요청한 서비스를 구성하기위해서 현재 사용가능한 모든 장치들의 정보와 환경 상황, 그리고 사용자의 개인 선호 정보를 추론한다.

V. 사용자 선호도 기반 추론

온톨로지 추론의 결과는 상황과 사용자 선호도를 고려한 맞춤형 장치 구성을 위해서 Device Reasoner의 입력으로 제공된다. Device Reasoner는 규칙을 기반으로 두 단계의 추론을 수행한다. 첫 번째 단계는 환경상황을 반영하여 장치를 추론하는 것으로 Context-Based Reasoner에 의해서 수행된다. 표 2는 발표 서비스를 요청한 사용자가 실내에 있을 경우 밝기는 300이상, 크기는 30 이상, 그리고 LCD 형태의 모니터를 선택하기위한 JESS 규칙을 보인다. 이러한 규칙들은 다양한 각 서비스에 따라 다양한 환경 상황을 반영할 수 있도록 미리 정의되어있다. 예를 들어 사용자의 위치가 실외이고 낮 시간이면 표 2와 다른 규칙으로 모니터를 추론할 것이다.

환경 상황을 반영한 추론의 결과가 개인 맞춤형 장치라고보기는 힘들다. 다시 말하면, 동일한 환경 상황에서 동일한 서비스를 서로 다른 사용자가 요청한다 할지라도 각 개인이 추구하는 장치는 서로 상이하거나 각 장

표 2. 모니터를 선택하기위한 JESS 규칙
Table 2. A JESS rule for selecting monitors

```
(defrule IndoorMonitorForPresentation
  (Service presentation) (Location Indoor)
  (Monitor (Monitor_ID ?id)
  (Monitor_Brightness ?brightness)
  (Monitor_Size ?size) (Monitor_Type ?type))
  (test (> ?brightness 300) (> ?size 30)
        (> ?type LCD))
  => (assert (RecommendedMonitor ?id)))
```

표 3. 왼손 사용자의 마우스 추천을 위한 JESS 규칙
Table 3. A JESS rule for selecting mousses for a lefty.

```
((defrule preferredMouse
  (User (is_lefty true) )
  (Mouse (id ?mouseID) (shape left_handed)
  (distanceLevel <=s 5) )
  => (assert (RecommendedMouse ?mouseID)))
```

치에 대한 만족도는 다를 수 있다. 그러므로 본 논문에서는 개인 맞춤형 장치를 추천하기위한 방법으로 개인 선호 정보를 반영한다. 현재 본 논문에서 개인 맞춤형 서비스를 제공하기 위해서 사용하는 정보는 사용자의 프로파일과 사용 이력 정보이다. 나이, 성별, 몸무게, 키, 시력과 같은 사용자의 프로파일 정보는 표 3과 같은 규칙으로 정의되어 장치 추론을 위해서 사용된다. 표 3은 왼손잡이 사용자를 위한 마우스 추천의 예를 보인다. 사용자의 사용 이력으로부터 사용자의 선호도를 추출하기 위한 방법으로 본 논문에서는 사용자가 선택한 장치의 정보를 이용하여 각 장치들의 선호 점수 (Preference Score : PS)를 추정한다. 선호 점수 (PS)는 식 1에 의해서 추정된다.

$$s(i) = \begin{cases} 1, & \text{for } property(i) = property(pv) \\ 0, & \text{for } property(i) \neq property(pv) \end{cases}$$

$$w(i) = \frac{N - R_i + 1}{\sum_{i=1}^N (N - R_{+1})_i}$$

$$ps(device) = \sum_{i=1}^N s(i)w(i) \tag{1}$$

식 1에서 $s(i)$ 는 현재 장치의 속성 i 의 값이 사용자가 선호하는 속성 값과 일치하는지 여부를 나타낸다. $w(i)$ 는 해당 속성을 사용자가 장치 선택을 위해 얼마만큼의 비중을 두고 있는지를 추정한다. N 과 R_i 는 장치가 가지고 있는 속성들의 총 개수와 속성 i 의 순위를 나타낸다. 각 속성의 순위는 사용자에 의해서 미리 정의되거나 그렇지 않다면 사용자가 앞서 선택한 장치들의 속성 값 가운데 가장 높은 속성 값을 갖는 속성이 순위를 가장 높다고 가정한다. 예를 들어 사용자가 발표 서비스를 위해서 모니터를 선택할 경우 가장 우선시 하는 속성은 브랜드이고, 그 다음은 모니터의 밝기이며, 마지막으로 모니터의 크기를 중요시한다는 것을 사용자가 미

표 4. 추정된 선호 점수
Table 4. Estimated preference score.

모니터	모니터1	모니터2	모니터3
브랜드	1 × 0.5	0 × 0.5	0 × 0.5
밝기	1 × 0.333	1 × 0.333	0 × 0.333
크기	0 × 0.166	1 × 0.166	1 × 0.166
선호점수	0.833	0.499	0.166

리 정의하거나 사용자의 모니터 사용 이력을 기반으로 추정할 수 있다.

만약 환경 상황에 의해서 세 개의 모니터가 추론되었고 추론된 세 개의 모니터 가운데 모니터1의 브랜드와 밝기 속성 값이 사용자가 선호하는 값과 일치하고, 모니터2의 경우 밝기와 크기 속성이, 그리고 모니터3은 크기 속성만이 사용자가 선호하는 속성의 값과 일치하였다면 식1에 의해서 표 4와 같은 선호 점수를 추정할 수 있다. 그러므로 결국 사용자에게 추천해주기 위한 모니터는 모니터1이다.

VI. 실험 시나리오

상황인지 기반 사용자 맞춤형 장치 추론 시스템을 평가하기 위하여 발표 서비스를 선택했으며, 실험을 위한 실제 환경은 그림 6과 같다.

그림 7에서처럼 사용자는 자신의 UMO에 발표 서비스를 요청한다. UMO는 발표 서비스를 구성하기 위해서 디스플레이 장치, 포인팅 장치, 타이핑 장치가 필요하다는 것을 온톨로지 추론을 통해서 추론한다. 또한 UMO는 현재 사용자가 서비스를 요청한 공간에서 사용가능한 장치들 가운데 발표 서비스를 위해 공유 가능한 장치들을 검색한다. UMO는 검색된 네 개의 디스플레이 장치들(두개의 모니터와 두 개의 빔 프로젝터) 가운데 사용자의 선호도에 따라 두 개의 빔 프로젝터를 디스플레이를 위한 장치로 추천한다. 또한 두 개의 빔 프로젝트 가운데 해상도가 높은 빔 프로젝터를 보다 높은 순위로 추천한다. 포인팅 장치의 경우 사용자의 사용 이력에 의해서 마우스 보다는 공간에 유일하게 존재하는 포인터를 추천한다. 타이핑 장치는 모두 네 개의 키보드가 검색되었지만 환경 상황 정보인 사용자와 키보드 사이의 거리에 의해서 사용자와 가까이

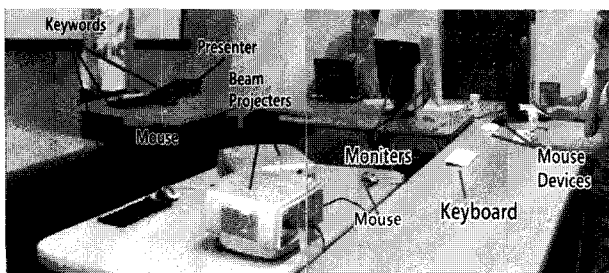


그림 6. 발표 서비스를 위한 실험 환경
Fig. 6. Experimental environment for the "presentation" service.

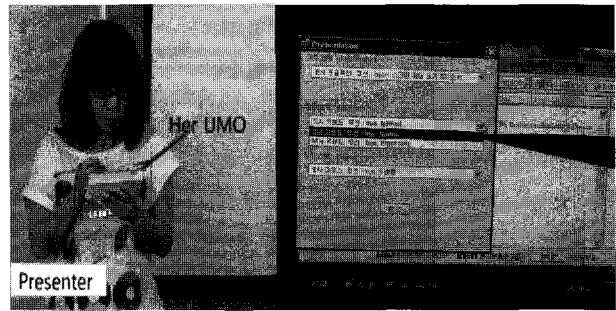


그림 7. 서비스 요청과 결과
Fig. 7. Service request and results.

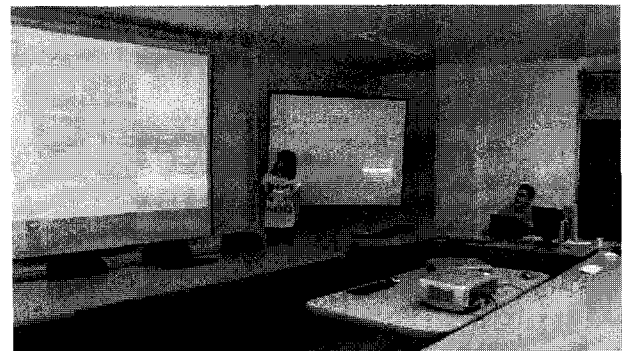


그림 8. UMO에 의해서 추천된 장치들을 이용한 발표
Fig. 8. The presentation using devices recommended by the UMO.

있는 두 개의 키보드가 추천된다. 그 가운데 사용자가 선호하는 인체공학 키보드의 추천 순위가 일반형 키보드의 순위보다 높다. 사용자가 UMO에 의해서 추천된 장치들 가운데 본인이 원하는 장치들을 선택하면 UMO는 선택된 장치들을 물리적으로 연결하여 사용자에게 서비스를 제공한다.

그림 8은 UMO에 의해서 구성된 발표 서비스를 사용자가 사용하는 모습을 보인다. 본 실험에서 사용한 UMO는 공동연구를 수행한 전자부품연구원에서 장치공유를 위해서 개발된 모바일 오브젝트^[18]로 본 논문에서 개발한 장치 추론 시스템이 향후 실제 환경에서 무리 없이 사용될 수 있음을 보인다.

VII. 결론

본 논문에서는 유비쿼터스 환경에 존재하는 다양한 종류의 장치들을 공유하는 것에 의하여 사용자의 모바일 단말만으로 사용자가 요청하는 서비스를 최적의 장치들로 구성하기 위한 방법을 제안하였다. 이를 위하여 주변에 장치들 가운데 사용자의 환경 상황을 반영하고 개인 선호도를 반영하여 상황인지 기반 사용자 맞춤형

장치를 추천하기 위한 시스템을 개발하였다.

장치 공유를 위한 본 논문의 기여는 다음과 같다. 첫째, 본 논문에서는 서비스 제공을 위한 장치 공유를 위해 서비스와 장치들을 일반화하고 연관 관계를 정의하기 위한 온톨로지를 정의하였다. 둘째, 사용자에게 관계없이 환경 상황을 반영하여 장치를 추천하기 위한 방법을 제안하였다. 셋째, 사용자 맞춤형 장치를 추천하기 위하여 사용자 선호도 기반 장치 추천 방법을 제안하였다. 마지막으로 본 논문에서 개발한 상황인지 기반 사용자 맞춤형 장치 추천 시스템을 실제 UMO를 기반으로 실험하여 그 유효성을 보였다.

참고 문헌

- [1] K. Romer, T. Schoch, F. Mattern & T. Dubendorfer, "Smart Identification Frameworks for Ubiquitous Computing Application," Proceedings of PERCOM 2003, Fort Worth, USA, March, 2003.
- [2] M. Weiser, "Some computer science issues in ubiquitous computing," Communications of the ACM, Vol. 36, Issue 7, pp.75-84, July, 2003.
- [3] 박원익, 박종현, 김영국, 강지훈 "유비쿼터스 환경에서의 상황인지 기반 디바이스 협업 시스템" 대한전자공학회논문지 제45권 CI편 제3호 pp.86-96, 2008년 5월.
- [4] 홍성범, 박종현, 김영국, 강지훈 "서비스 및 상황에 따른 장치 공유를 위한 온톨로지 기반 추론" 2008 대한전자공학회 추계학술대회 제31권 제2호 pp.867-868, 서울 연세대학교, 2008년 11월.
- [5] D. Saha, A. Mykherjee, "Pervasive Computing: A Paradigm for the 21st Century", IEEE Computer Vol.36, Issue 3, March 2003 pp.25-31
- [6] MC Lee, HK Jang, YS Paik, SE Jin and S Lee, "Device Collaboration Framework in Ubiquitous Environment: Celadon", SEUS-WCCIA'06, Gyeongju, Korea, April, 2006.
- [7] Harry Chen, Tim Finin, and Anupam Joshi, "An Ontology for Context-Aware Pervasive Computing Environments", In Proceedings of Workshop on Ontologies and Distributed Systems, in conjunction with IJCAI 2003 Conference, Acapulco, Mexico, August 2003.
- [8] "About Context Broker Architecture", <http://cobra.umbc.edu/about.html>
- [9] X. H. Wang, D. Q. Zhang, T. Gu, H. K. Pung, "Ontology Based Context Modeling and Reasoning using OWL," PERCOMW'04, pp.18-22, 2004.
- [10] H. Chen, F. Perich, T. Finin, A. Joshi, "SOUPA: Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Applications," MobiQuitous'04, pp.258-267, 2004.
- [11] Grigoris Antoniou, Antonis Bikakis, "DR-Prolog: A System for Defeasible Reasoning with Rules and Ontologies on the Semantic Web," IEEE Transaction on Knowledge and Data Engineering, Vol. 19, No.2, pp. 233-245, Feb. 2007.
- [12] Alessandra Agostini, Claudio Bettini, Diniele Riboni, "A Performance Evaluation of Ontology-based Context Reasoning," PERCOMW'07, pp. 3-8, 2007.
- [13] W3C RDF Primer, Recommendation 10 February 2004, <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-primer-20040210/>
- [14] SPARQL Query Language for RDF, W3C Recommendation 15 January 2008, <http://www.w3.org/TR/2008/REC-rdf-sparql-query-20080115/>
- [15] JENA2: A Semantic Web Framework, <http://jena.sourceforge.net/>.
- [16] JESS, the Rule Engine for the Java™ Platform, <http://herzberg.ca.sandia.gov/jess/>.
- [17] OWL Web Ontology Language Overview, W3C Recommendation 10 February 2004, <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210/>
- [18] Y. M. Jeong, J. H. Kim, J. J. Ko, S. W. Lee, M. H. Kim, & J. C. Choi, "Resource Collaboration Framework based on Context Awareness in Ubiquitous Computing Environment," Proceedings of ICUCT 2008, Khabarovsk, Russia, August 2008.

저 자 소 개



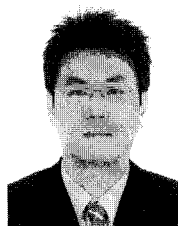
박 종 현(정회원)
 1999년 우송대학교 컴퓨터과학과
 학사 졸업.
 2002년 충남대학교 컴퓨터과학과
 석사 졸업.
 2007년 충남대학교 컴퓨터과학과
 박사 졸업.

2007년~2008년 충남대학교 소프트웨어연구소
 전임연구원.
 2009년~현재 거제대학 조선정보계열 초빙교수
 <주관심분야 : XML, XQuery, Ontology, 분산 데
 이터베이스, 유비쿼터스 컴퓨팅, 웹정보시스템>



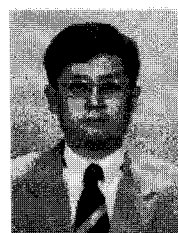
김 영 국(정회원)
 1985년 서울대학교 계산통계학과
 학사 졸업.
 1987년 서울대학교 계산통계학과
 석사 졸업.
 1995년 버지니아 대 컴퓨터과학과
 박사 졸업.

1995년~1996년 핀란드 VIT, 노르웨이 SINTEF
 DELAB 방문연구원
 1996년~현재 충남대학교 컴퓨터공학과 교수
 <주관심분야 : 실시간데이터베이스, 모바일정보
 시스템, 전자상거래시스템>



박 원 익(학생회원)
 2004년 충남대학교 컴퓨터과학과
 학사 졸업.
 2006년 충남대학교 컴퓨터공학과
 석사 졸업.
 2007년~현재 충남대학교 컴퓨터
 공학과 박사 과정.

<주관심분야 : 지능형 추천 알고리즘, e-비즈니스,
 유비쿼터스 컴퓨팅>



강 지 훈(정회원)-교신저자
 1979년 서울대학교 계산통계학과
 학사 졸업.
 1981년 한국과학기술원 전산학과
 석사 졸업.
 1996년 한국과학기술원 전산학과
 박사 졸업.

1996년~1998년 미국 버지니아대학교
 컴퓨터과학과 방문교수.
 2000년~2002년 충남대학교 정보 통신 원장.
 1985년~현재 충남대학교 정보통신공학부 교수.
 <주관심분야 : Semantic Web, 추론 알고리즘,
 XML, XQuery, 디지털 도서관, 데이터베이스 시
 스템, 웹 정보 시스템>