

Personal Kiosk : 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 모바일 서비스 모델

(Personal Kiosk : A Mobile Service Model for Ubiquitous Computing Environment)

박 정 규 [†] 서 승 호 ^{**} 김 양 남 ^{***} 이 금 해 ^{****}
(Jeongkyu Park) (Seungho Seo) (Yangnam Kim) (Keung Hae Lee)

요 약 컴퓨팅 서비스가 언제 어디서나 이용 가능한 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구축하기 위해 해결해야하는 문제 중 하나는 다양한 특성의 서비스들을 어떻게 효과적으로 제공하고 이를 관리하느냐는 점이다. 기존에 제안된 유비쿼터스 서비스 제공 시스템은 특정 종류의 서비스만을 지원하는데 중점을 두고 있다. 또한 상황과 서비스의 관계 표현 방법이 복잡해 다양한 사용자가 생활하는 복잡한 공간에서 서비스를 제공하는데 어려움이 있다. 본 논문은 이런 문제에 대한 해결 방안으로 Personal Kiosk (PK) 모델을 제안한다. PK는 모바일 단말기를 통해 사용자가 언제 어디서나 유용한 서비스를 사용할 수 있게 해주는 것을 목표로 하는 유비쿼터스 서비스 모델이다. 현재 단계의 PK는 로컬지역을 대상으로 연구되고 있다. 본 논문은 로컬지역에 PK 모델을 구현하기 위해 필요한 실내에서의 정밀한 위치인식기법과 효과적인 서비스 발견기법을 설명하며 이를 바탕으로 사용자의 위치, 권한, 시간정보를 이용해 개인화된 서비스를 제공하는 방법을 설명한다. PK 모델은 서비스를 이용하기 위해 소모되는 사용자의 노력과 시간을 크게 감소시켜 보다 편리한 모바일 서비스 환경을 구축할 수 있게 한다.

키워드 : 유비쿼터스 서비스, 모바일 컴퓨팅, 개인화 서비스, 서비스 선택

Abstract Last few years have seen a rapid increase in research on ubiquitous computing. Ubiquitous computing is often touted as a technology that will make computing available to the user anywhere and anytime. One important problem to be addressed in building such a ubiquitous computing environment is how to manage services and deliver them to the user in an effective manner. This paper presents our model called Personal Kiosk(PK) as a way of solving the problem. PK is a model of ubiquitous service provisioning that enables the user to use desired services anytime and anywhere. The design and implementation of the current PK in the "Local Area" setting with related technical issues are also presented. A location-sensing technique for indoor users and a personalized service provisioning based on user location and privileges are discussed in detail.

Key words : ubiquitous service, mobile computing, personalized service, service selection

1. 서 론

유비쿼터스 컴퓨팅의 등장으로 기존 서비스 제공환경의 한계를 극복한 새로운 개념의 서비스 환경을 구축하

기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이런 서비스 환경은 대부분 물리공간과 서비스공간이 연동되는 경향을 보인다[1-4]. 즉, 장소, 사람, 사물 등과 같은 다양한 물리개체들이 사이버공간에 생성되어 사용자가 언제, 어디서든 이를 편리하게 이용할 수 있게 함으로써 유비쿼터스 서비스 환경을 구축하고 있다. 향후 이런 유비쿼터스 환경이 실세계에 구축되면 인간의 삶의 질을 보다 향상시킬 수 있을 것이다. 하지만 유용한 서비스를 많이 만드는 것으로 유비쿼터스 환경 구축이 끝나는 것은 아니다. 유용한 서비스를 많이 만드는 것과 함께 고려되어야 하는 점은 다양한 특징의 서비스를 어떻게 적절한 사용자에게 전달하고 이들을 효과적으로 관리할 것이냐는

· 본 논문은 산업자원부 한국산업기술평가원 지정 한국항공대학교 부설 인터넷정보검색 연구센터의 지원에 의함

[†] 학생회원 : 한국항공대학교 컴퓨터공학과
fcopark@hau.ac.kr

^{**} 정 회원 : 유엔젤(주)
seosh81@uangel.com

^{***} 정 회원 : 맥스CIC(주)
ynkim@maxonic.com

^{****} 종신회원 : 한국항공대학교 컴퓨터공학과 교수
khlee@hau.ac.kr

논문접수 : 2005년 11월 7일

심사완료 : 2006년 4월 6일

점이다. 이점은 특히 많은 수의 사용자들이 이용하고 여러 하위공간으로 이루어지며 다양한 종류의 서비스가 제공되는 복잡한 지역에서 더욱 심각하게 나타나는 문제이다(e.g. 캠퍼스, 호텔, 멀티플렉스 등). 즉, 입출력의 제한을 가진 모바일 사용자는 자신과 관련된 서비스를 쉽게 찾아 이용할 수 있어야 하고[5,6], 서비스들을 관리하는 관리자는 다양한 특성의 서비스를 효과적으로 관리할 수 있어야 한다. 이런 이유로 서비스 제공, 유지, 관리를 효과적으로 할 수 있는 서비스제공시스템이 필요하다.

본 논문에서는 이 문제를 해결하는 방안으로 Personal Kiosk(PK) 모델을 제안한다. PK는 무선 통신 기능이 탑재된 모바일 단말기를 통해 사용자가 언제 어디서나 유용한 서비스를 편리하게 이용할 수 있게 하는 것을 목표로 한다. PK가 지향하는 유비쿼터스 환경을 구축하기 위해서는 서비스 공간의 크기에 따라 조금씩 다른 기술과 방법이 적용되어야 한다. 예를 들어 집과 같은 공간에서는 제공되는 서비스가 주로 장비의 기능이고 일반적으로 하나의 네트워크로 연결되며 공간의 크기 또한 비교적 작기 때문에 Jini[7], UPnP[8]와 같은 기술들을 적용할 수 있다. 하지만 캠퍼스와 같이 다양한 사용자가 이용하고 많은 수의 하위공간으로 구성된 복잡한 지역에서는 이와 같은 기술을 그대로 적용하는데 무리가 있다. 그렇기 때문에 우리는 유비쿼터스 서비스 지역을 그 크기에 따라 wide, local, small area로 분류하였다. Wide area는 국가/시 단위의 넓은 지역을 의미하고 local area는 학교, 회사, 관광지 등과 같이 국가/시 단위의 넓은 시각으로 볼 때 논리적으로 하나로 인식되는 단위의 공간을 의미하며 small area는 사무실, 집과 같이 제한된 몇몇 사람만 이용하는 비교적 작은 공간을 의미한다.

본 논문에서는 많은 수의 하위공간으로 구성되고 다양한 사용자들이 여러 조직을 구성하는 복잡한 로컬지역(local area)에 존재하는 유비쿼터스 서비스를 효과적으로 지원하고 이를 편리하게 이용할 수 있도록 모바일사용자에게 전달하는 방법에 대하여 중점적으로 설명한다.

2. 관련 연구

PK와 유사한 목표를 가진 연구는 대표적으로 AROUND [9]와 UbiCOSM[10]이 있다.

AROUND연구는 공간을 계층적으로 표현하고 각 공간에 관련된 위치기반서비스(Location-Based Service: LBS)를 등록하여 사용자가 특정 공간에서 서비스를 요청했을 때 해당공간과 상위공간의 서비스를 선택해 제공해주는 방식으로 사용자에게 적합한 위치기반서비스를 선택, 제공하였다. 이런 방식은 서비스를 효과적으로 제공하는데 크게 세 가지 문제점이 있다. 첫째, AROUND

는 모든 사용자가 이용 가능한 공개된 서비스만을 대상으로 하고 있다. 하지만 실세계의 서비스 환경은 다양한 서비스가 존재하고 각 서비스에 따라 이용할 수 있는 사용자가 다르기 때문에 AROUND는 실세계의 복잡한 서비스 환경에 적절하지 않다. 둘째, AROUND에서는 사용자가 해당 공간 안으로 들어갔을 때 제공되는 서비스만을 대상으로 한다. 하지만 모든 종류의 서비스가 공간에 종속되지는 않는다. 예를 들어, 캠퍼스내의 식당정보(메뉴, 가격 등)를 안내해주는 서비스는 식당과 관련된 서비스이지만 식당 밖에 있는 사용자에게 제공될 때 더욱 유용하다. AROUND는 이와 같은 서비스를 세밀하게 지원하지 못한다는 단점이 있다. 셋째, AROUND가 제안한 서비스 발견 방식은 많은 비용이 소모된다. AROUND는 사용자가 위치에 따라 적절한 AROUND 서버를 쉽게 발견하도록 하기 위해 위치정보에 대응하는 서버의 주소를 돌려주는 중앙집중적인 서버를 두는 방식을 제안했다. 이 방식은 기존 DNS의 동작방식과 유사하기 때문에 시스템을 유지 관리하는데 많은 비용과 네트워크 리소스가 소모된다.

UbiCOSM 연구의 경우에는 서비스가 제공되어야 하는 공간과 이용권한의 관계를 표현하여 상황을 정의하고 이 상황에서 제공될 수 있는 서비스를 명세하여 이 조건을 만족하는 사용자에게 서비스를 제공하는 방법을 제안하였다. UbiCOSM의 방식은 크게 두 가지 문제점을 가지고 있다. 첫째는 많은 공간이 복잡하게 존재하는 local area에서는 비효율적이라는 점이다. 예를 들어 캠퍼스는 일반적으로 수개 혹은 수십 개의 건물로 구성되어 있고 각 건물은 다시 수십 개 이상의 방으로 구성되어 있다. UbiCOSM이 제안한 방법은 이처럼 복잡한 공간에서 각 방마다 제공될 수 있는 서비스 리스트를 일일이 명세하고 이를 통합적으로 관리하는데 많은 노력과 비용이 소모된다. 둘째로 UbiCOSM은 AROUND와 마찬가지로 서비스를 공간에 완전히 종속된 경우만을 대상으로 하고 있어 다양한 형태의 서비스를 지원하지 않는다는 한계점을 가지고 있다.

AROUND와 UbiCOSM에 비해 PK는 다음과 같은 장점이 있다. 첫째, 사용자의 권한에 따라 편리하게 서비스에 대한 접근제어를 할 수 있고 둘째, 공간과 서비스의 관계에 따라 보다 효과적으로 서비스를 제공할 뿐 아니라 셋째, 유비쿼터스 서비스를 제공하는 로컬 서버를 보다 효과적으로 발견할 수 있게 한다.

3. PK 모델

PK 연구는 사용자가 어디로 방문하던지 그 곳에서 제공되는 서비스를 자신이 항상 휴대하고 다니는 모바일 장치를 통해 쉽게 이용할 수 있는 유비쿼터스 서비

스 환경 구축 방법에 관한 것이다. 우리는 이런 목표를 위해 그림 1과 같이 PK 모델을 설계하였다. PK 모델은 *Client*, *Infrastructure*, *Services*로 구성되어 있다.

*Client*는 사용자가 휴대하고 다니는 모바일 장치로써 모바일 사용자가 PK 기반구조가 설치된 임의의 지역(로컬지역)을 방문하더라도 PK 기반구조와 자동으로 연동되어 이 지역에서 제공하는 서비스를 요청하고 제공 받은 서비스를 실행하거나 출력해주는 역할을 한다.

*Infrastructure*는 사용자와 서비스를 중계해주는 역할을 수행한다. 즉, 모바일 사용자에게 무선통신기능을 제공함과 동시에 사용자의 상황정보(context)를 자동으로 인식하고 분석하며 이를 기반으로 해당 사용자에게 적합한 서비스를 선택해 제공할 뿐 아니라 등록된 서비스가 본래 목적에 따라 올바르게 동작하고 있는지 관리한다. *Infrastructure* 부분의 가장 중요한 기능은 사용자의 상황정보를 인식하고 이에 대응해 활성화되는 서비스를 선택하는 것이다. 예를 들어 사용자가 사무실1에서 사무실2로 이동하였다면 *Infrastructure* 부분은 이런 위치변화를 인식해 사무실1과 관련 있는 서비스를 비활성

화 시키고 사무실2와 관련 있는 서비스를 활성화시킨다.

마지막으로 *Services*는 실제 사용자에게 제공되는 서비스들의 집합이다. *Infrastructure*와 *Services*의 분리는 서비스를 개발하는 역할과 이를 제공하고 관리하는 역할을 나눔으로써 보다 효과적으로 서비스를 개발하고 유지보수 할 수 있게 한다. 본 논문에서는 PK의 세 부분 중 가장 핵심적인 부분인 *Infrastructure*에 대해서 중점적으로 설명한다.

4. Infrastructure

*Infrastructure*는 사용자와 서비스를 효과적으로 연결해주는 기능을 수행함과 동시에 서비스관리자가 서비스를 일관되고 편리하게 관리할 수 있는 기능을 제공해주는 PK의 핵심적인 부분이다. *Infrastructure*는 그림 2와 같이 크게 사용자가 위치한 로컬지역에서 서비스를 효과적으로 제공, 관리해주는 *PK Middleware*와 이를 위해 무선통신 및 상황정보 인식 등의 기능을 제공하는 *Wireless Support & Context Sensing* 부분으로 나눌 수 있다.

*Infrastructure*는 다음과 같이 동작한다. 개발된 서비

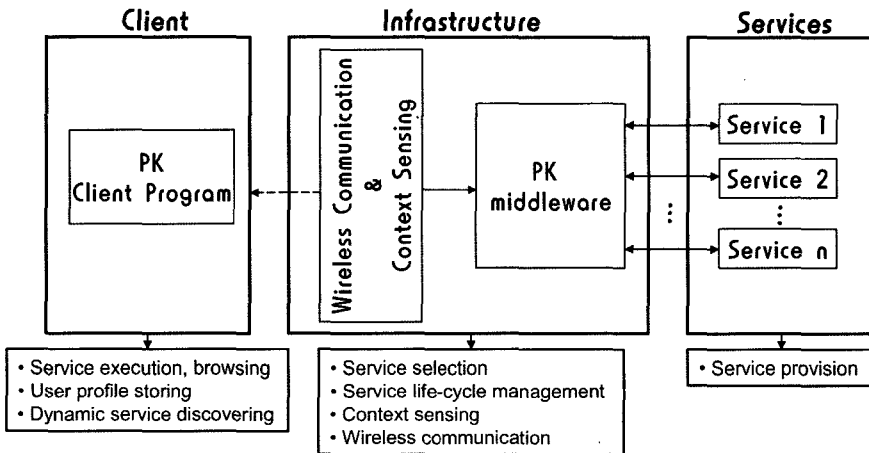


그림 1 PK 모델

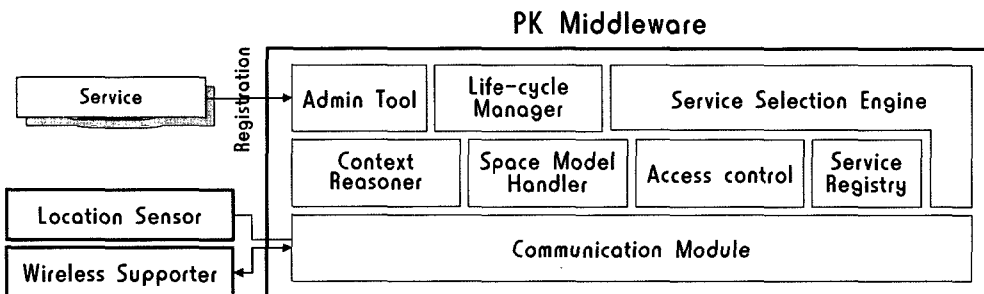


그림 2 Infrastructure

스는 *Admin Tool*에 의해 *Service Registry*에 등록된 다. 서비스를 등록할 때 관리자는 서비스가 어떤 특성을 가지는지 명시한다. 이렇게 등록된 서비스의 정보는 *Life-cycle Manager*에 의해 정상적인 동작을 주기적으로 관리 받는다.

사용자가 서비스를 요청하면 모바일장치는 로컬지역과 관련된 서비스를 제공해주는 *PK Middleware*를 자동으로 발견해 사용자의 서비스 요청 메시지를 전달하고 *Context Sensor*는 현재 사용자의 상황정보를 인식하여 *Context Reasoner*에게 전달한다. *Context Reasoner*는 인식된 상황정보를 추론하여 상황을 인식하며 *Service Selection Engine*은 이를 기반으로 등록된 사용자에게 유용한 서비스를 선택하여 제공한다. 위와 같은 방식으로 사용자가 자신의 모바일 장치를 통해 로컬 지역의 서비스를 편리하게 이용할 수 있게 하려면 다음과 같은 문제들에 대한 해결책이 있어야 한다.

- *PK Middleware* 자동 발견
- 사용자의 상황정보인식
- 상황을 기반으로 한 개인화된 서비스 제공

본 논문에서는 위 3가지에 문제점들을 중심으로 PK 모델을 상세하게 설명한다.

4.1 PK Middleware 자동 발견

PK는 이동성을 가진 모바일 사용자를 대상으로 이루어진다. 모바일 사용자는 임의로 위치를 변경할 수 있기 때문에 데스크톱과 같은 고정된 클라이언트를 대상으로 하는 경우와 다르게 사용자의 위치에서 사용할 수 있는 서비스를 제공하는 *PK Middleware*를 발견할 수 있어야 한다. 특정 지역에서 서비스를 제공하는 로컬서버와 같은 서버를 발견하는 방법은 크게 두 가지가 있다. 첫째는 DNS와 같은 중앙집중식방식으로 중앙서버가 사용자의 위치정보를 전달받아 해당 지역의 로컬서버의 네

트워크 주소를 돌려주는 방식이고 둘째는 각 로컬지역에서 그 지역에 관련된 서비스를 제공하는 로컬서버를 자동으로 발견할 수 있는 방법이나 장치를 제공하는 방식이다. 첫 번째 중앙집중식방식은 로컬지역에서 별도의 기능을 구현할 필요 없이 서버를 발견할 수 있다는 장점이 있지만 해당 로컬지역의 공간범위내의 모든 위치정보를 중앙 서버에 등록해야 한다는 단점이 있다. 예를 들어 로컬지역의 넓이가 1000평이라고 가정하면 중앙집중식방식을 위해서는 1000평 내에 해당하는 모든 절대좌표범위를 중앙집중식서버에 등록해야한다. 로컬지역의 모양이 직사각형의 형태를 띠다면 이는 쉬운 일이지만 불규칙한 모양을 가진다면 1000평 내의 절대좌표 범위를 표현하는 것은 힘든 일이다. 이뿐만 아니라 중앙집중식방식은 중앙집중식서버를 설치하고 관리하는데 많은 비용이 소모된다. 우리는 *PK Middleware* 자동 발견을 위해 두 번째 방식을 이용하였다. 두 번째 방법은 서비스 발견 메커니즘을 각 로컬지역에 구현해야한다는 단점이 있지만 중앙집중식방식에 비해 빠르고 정확하게 *PK Middleware*에 접속할 수 있게 한다. 본 논문에서는 사용자가 속해있는 로컬지역에서 사용자의 간섭 없이 자동으로 *PK Middleware*를 발견하기 위해 무선 LAN 액세스포인트(Access Point: AP)를 이용하는 방법을 제안한다.

현재 AP를 기반으로 한 무선통신에서 모바일 사용자가 인터넷을 이용하기 위해서는 주변 AP에 접속하여야 한다. 본 논문에서 AP란 DHCP기능을 가진 무선 IP 공유기를 지칭한다. AP는 접속을 요청한 클라이언트에게 네트워크 주소를 할당한다. PK에서는 클라이언트가 PK 서버의 네트워크 주소를 요청할 때 이를 전달하도록 AP의 기능을 확장한다. 그림 3은 이와 같은 클라이언트와 AP의 상호작용을 보여준다.

통신을 위해 PK AP에 연결된 클라이언트가 로컬지역의 *PK Middleware* 주소를 요청하면 PK AP는 해

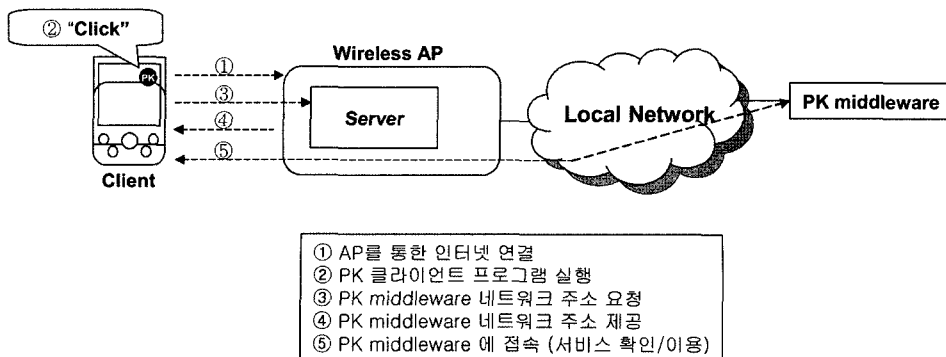


그림 3 Access Point를 통한 PK 서버 발견

당 PK Middleware의 네트워크 주소를 응답해준다. 그림 3은 클라이언트가 PK Middleware를 발견하는 과정으로 다음과 같이 동작한다. 첫 번째로 클라이언트는 AP에 접속해 네트워크 주소를 할당받아 인터넷에 접속한다. 두 번째로 사용자가 로컬지역의 서비스를 검색 및 이용하고자 할 때 클라이언트의 PK 클라이언트 프로그램을 실행한다. PK 클라이언트 프로그램은 현재 연결된 AP에게 로컬 PK Middleware의 네트워크 주소를 요청하는 메시지를 보낸다. PK클라이언트는 AP와 세션을 유지하고 있기 때문에 AP에 쉽게 접근할 수 있다. 네 번째로 PK AP는 해당 클라이언트에게 PK 서버의 네트워크 주소를 제공한다. PK AP에는 PK Middleware의 네트워크 주소 요청을 기다리는 서버가 구동되고 있어 클라이언트의 요청에 PK Middleware 정보를 전달한다. 마지막으로 사용자는 자신의 위치정보와 식별정보를 PK Middleware에게 전송하고 로컬지역의 서비스 목록을 웹 브라우저를 통해 제공받는다.

기존 AP의 기능을 확장한 PK 서버 발견방법은 사용자의 이동에 따라 변화하는 PK서버를 일관된 방식으로 발견할 수 있게 한다. 이런 방식은 인터넷을 이용하기 위해 접속해야하는 무선 LAN AP를 이용하기 때문에 추가적인 장치가 필요하지 않으며 무선 LAN AP의 보급률이 다른 무선통신 중계기에 비해 현저히 높기 때문에 실용화가 쉽다는 장점이 있을 뿐 아니라 브로드캐스팅이나 멀티캐스팅을 사용한 발견 방법과 같이 서비스 발견을 위해 네트워크 리소스를 소모하지 않는다는 장점이 있다.

4.2 사용자의 상황정보인식

상황정보는 서비스를 사용자에게 능동적으로 제공하기 위해 사용되는 물리적, 논리적 정보로 정의하기에 따라 많은 것들이 포함될 수 있다. 본 논문에서는 서비스를 효과적으로 제공하는데 필요한 주요 상황정보로 위치, 권한, 시간을 선정하였다. 이와 같이 3가지 상황정보를 선택한 이유는 유비쿼터스 환경에서의 서비스는 올바른 장소에서 올바른 사용자에게 올바른 시간에 제공되어야하기 때문이다. PK에서 다루고 있는 주요 상황정보 중에서 일반적으로 가장 많이 이용되지만 인식하기 어려운 것이 사용자의 위치정보이다. 본 논문에서는 비교적 쉬운 방법으로 인식할 수 있는 권한과 시간정보 보다는 위치정보를 정밀하게 인식할 수 있는 방법에 대해서 다룬다.

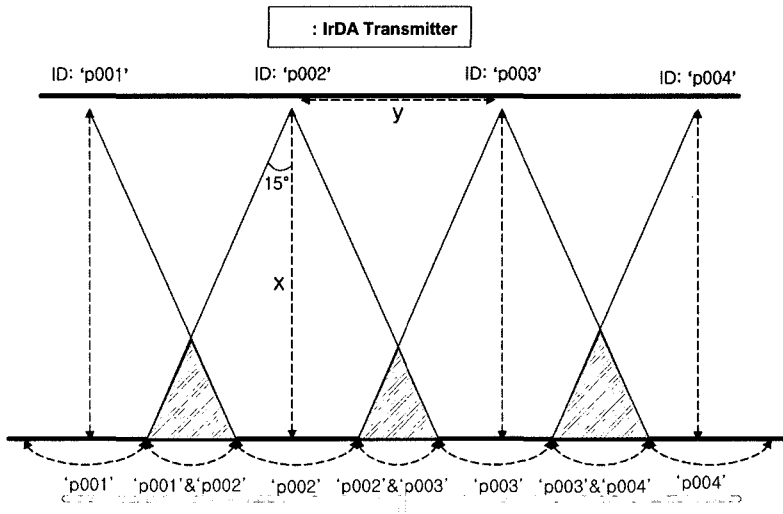
위치정보의 인식은 그 공간에 따라 다른 기술을 이용하는데 국가, 시 등과 같이 넓은 지역을 서비스 대상으로 하는 wide area 서비스 환경에서는 실외에서 위치를 인식하는데 효과적인 방법인 GPS를 가장 많이 이용하며[17], 하나 혹은 몇 개의 건물들을 대상으로

하는 local area에서는 실내에서 동작하지 않는 GPS의 한계를 극복하기 위해 WLAN[18], 블루투스[12], RFID[2], IrDA[19] 등의 기술들을 이용하고 있다. 그렇지만 실내 위치인식에서는 실외의 GPS와 같이 정밀하게 사용자의 위치를 인식할 수 있는 대표적인 기술은 아직 없다. 이렇듯 실내에서의 위치정보인식은 다른 상황정보에 비해 정확하게 결정하기 어렵기 때문에 이를 정확하게 인식할 수 있는 위치인식방법이 필요하다. PK에서는 보다 정확한 위치인식을 위하여 IrDA를 이용하였다. IrDA는 1~2 미터의 짧은 통신거리와 30°에 불과한 좁은 통신각을 가지고 있다. 하지만 통신거리는 IrDA 장치의 제조 방식에 따라서 15미터까지 확장이 가능하고 좁은 통신 각도는 정밀하게 위치를 인식하는데 오히려 도움이 된다. 이에 반해 무선 LAN이나 블루투스와 같이 RF(Radio Frequency)를 이용한 방식은 전 방향 통신이 가능하다는 점과 벽과 같은 장애물의 방해를 적게 받는다는 통신의 편리성은 있지만 이런 장점은 위치를 인식하는데 있어서 오히려 정밀성을 떨어뜨린다. 이런 RF 방식의 한계를 극복하기 위해 신호강도를 측정하여 보다 정밀하게 위치를 인식하는 기술이 제안되었지만 RF의 신호강도는 항상 일정하게 측정되는 것이 아니기 때문에 이 방법 역시 항상 정확한 위치인식을 보장해주지는 못한다[20,21]. 위와 같은 이유로 PK 연구에서는 보다 정확하고 정밀한 위치인식을 위해 IrDA를 이용하여 사용자의 위치 정보를 인식하는 방법을 선택하였다.

그림 4는 IrDA를 이용한 실내위치인식 방법을 보여준다. IrDA 송신기(IrDA Transmitter)에서 발생한 신호는 해당 구역에 있는 사용자의 모바일 장치의 IrDA 수신기에 의해 인식된다. IrDA를 이용한 위치인식방법은 바닥과 천장의 높이 x 에 따라 정밀도가 달라진다. 사용자의 정확한 위치를 필요로 하는 공간(e.g. 박물관)에서는 송신기 간 거리 y 값을 좁혀 모바일 장치가 여러 수신기의 ID를 중복 수신하게 함으로써 정밀하게 위치를 인식할 수 있고 반대의 경우에는 y 값을 빈공간이 존재하지 않는 범위에서 최대한 길게 하여 위치인식에 소요되는 비용을 최소화할 수 있다.

IrDA를 이용한 위치인식방법은 정밀한 위치인식을 가능하게 하지만 실제 환경에 구축하는 데는 많은 노력이 필요하기 때문에 단독으로 사용하는 것은 힘들다. 높은 정밀도를 필요로 하는 서비스가 제공되는 공간에서는 IrDA를 이용한 방법을 사용하고 비교적 낮은 정밀도로도 동작 가능한 서비스가 제공되는 공간에서는 WLAN이나 블루투스를 사용한다면 효과적으로 위치를 인식할 수 있을 것이다.

4.3 상황을 기반으로 한 개인화된 서비스 제공



모바일 장치가 인식하는 위치신호 (IrDA transmitter ID)

그림 4 IrDA를 이용한 실내위치인식

주요 상황정보인 위치, 권한, 시간을 인식한 후에는 이를 효과적으로 이용해 사용자에게 적합한 서비스를 선별적으로 제공해야한다. 우리는 사용자에게 유용한 서비스를 효과적으로 제공하기 위해서 다음과 같은 서비스 제공 방법을 제안한다.

4.3.1 공간기반 서비스 제공

물리공간의 개체들이 각각의 기능과 역할을 서비스공간에 표현하고 이를 사용자에게 제공하는 유비쿼터스 서비스 환경에서는 사용자의 위치에 따라 유용/가용 서비스들이 매우 동적으로 변한다. 사용자의 위치를 인식한다는 것은 다른 말로 사용자가 속해있는 공간을 인식하는 것이다. 특히 local area에서는 일반적으로 사용자의 좌표 상 위치보다는 이를 기반으로 추출된 소속공간이 더욱 의미 있다. 본 논문에서의 위치정보는 사용자가 소속된 공간을 의미한다.

몇 개의 하위공간이 모여 하나의 상위공간을 이루고 다시 몇 개의 상위공간이 모여 더 큰 공간을 이룬다. 이는 특정 공간에서 유효한 서비스는 그 공간에 속하는 하위공간에서도 유효하다는 것을 의미한다. 이런 특징을 지원하기 위해 공간을 계층적으로 표현한 방식이 등장하였다[9,11]. PK 시스템에서도 서비스와 공간의 관계를 표현하기 위한 공간 모델링에 계층적 방식을 사용한다. 계층적으로 분류된 공간과 서비스의 관계를 정의함으로써 사용자의 위치에 따른 유용서비스를 결정할 수 있다. 우리는 기존에 제시된 방법보다 더욱 효과적으로 유용서비스를 결정하기 위해 유비쿼터스 서비스를 공간과 관련하여 크게 세 가지 종류로 분류하였다.

• Space Dependent Services (SDS)

SDS는 local area 내의 사용자가 해당 서비스와 관련된 공간 안에 있을 때 활성화되는 서비스로 그 예로는 다음과 같은 것들이 있다.

- 건물 내에서 사용자의 위치를 인식해 건물구조를 안내하는 모바일 서비스[2]
- 박물관에서 박물관 정보를 사용자의 모바일 장치로 제공하는 박물관정보제공서비스[12]
- 쇼핑몰에서 최적의 쇼핑 경로를 제공해주는 모바일 구매지원 서비스[13]

• Space Related Services (SRS)

SRS는 local area 내의 사용자가 해당 서비스와 관련된 공간 밖에 있을 때에도 활성화되는 서비스로 그 예로는 다음과 같은 것들이 있다.

- 사용자가 자신의 사무실이나 집 내의 물건들을 원격지에서 확인할 수 있는 지능형 캐비닛, 지능형 냉장고[13,14]
- 원격지의 사용자에게 근처 관광 명소를 정보를 안내해주는 서비스[15]
- 이 외 원격지에서 물리 객체의 정보를 확인하게 하는 서비스들

• Space Independent Services (SIS)

SIS는 local area 내에 존재하는 서비스지만 어느 특정 공간과 연관 없이 제공되는 서비스이다. 예를 들어, 캠퍼스의 스쿨버스 운행 정보를 안내해주는 서비스의 경우, 해당 local area내 어떤 특정 공간과도 관계를 가지지 않는다. 이처럼 SIS는 local area 하위의 어떤 특

정 공간과 관계를 가지지 않는 서비스이다.

SIS에 비해 SRS가 가지는 중요한 차이점은 근접성 (Proximity)으로 서비스의 가중치를 결정한다는 것이다. 근접성이란 사용자의 현재 위치와 해당 서비스가 제공 되는 공간과의 거리를 의미한다. SRS는 서비스 유용성을 근접성으로 평가할 수 있다. 예를 들어 어느 local area내에서 사용자가 근처 자판기 정보를 검색한다면 이때 여러 자판기 정보 중 이 사용자에게 가장 유용한 것은 사용자와의 물리적 거리가 가까운 것이다. 이런 경우를 위해 사용자와의 물리적 거리로 서비스의 유용성을 결정할 수 있다. SRS와 SIS는 사용자에게 local area 내에서는 언제나 이용할 수 있다는 유사점이 있지만 SRS는 SIS와 다르게 물리적 거리의 근접성을 바탕으로 서비스의 유용성을 산출해서 그 순서로 제공된다는 차이가 있다. 이와 같은 분류를 통해 물리공간과 서비스공간을 연결하면 local area 내 각 물리공간과 관련하여 해당 서비스가 어느 순간에 활성화될지를 효과적으로 결정할 수 있다.

그림 5는 제안된 방식으로 물리공간과 서비스공간이 연결된 모습을 보여준다. "Local Area"는 하위공간으로 "Building1"과 "Building2"로 구성되며 "Building1"은 그 하위공간으로 "Room1", "Room2"를, "Building2"는 그 하위공간으로 "Room3", "Room4"를 가진다.

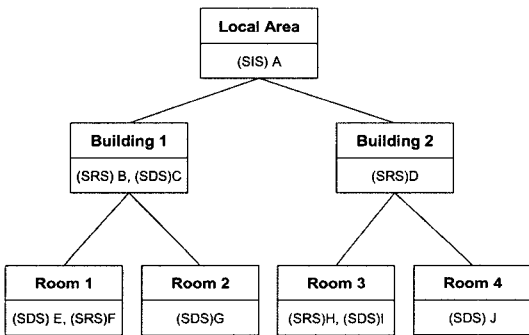


그림 5 물리공간과 서비스의 연동

이렇게 구성된 물리공간모델에 각 서비스들이 배치된다. 각 서비스는 공간에 종속된 연결(SDS)이나 연관/독립된 연결(SRS/SIS)을 가지며 물리공간과 연동된다. 여기서 SIS는 로컬지역 하위의 어떤 공간과도 관계가 없는 특성상 특정 하위공간에 등록되지 않고 모든 공간에서 접근 가능한 최상위 공간 "Local Area"에 등록된다.

이와 같은 방법은 공간과 서비스의 관계를 보다 세밀하게 표현할 수 있다. 이는 특정 공간에 종속된 서비스만을 대상으로 하던 기존 방법에 비해 사용자에게 유용한 서비스를 정확하게 결정할 수 있다는 장점을 가진다. 그

림 3의 물리공간과 서비스의 연동을 통해 사용자가 서비스를 요청한 공간을 기반으로 유용한 서비스를 선택하는 과정은 다음과 같다.

- Step 1.** 사용자가 위치한 공간의 모든 서비스 선택
 - 사용자와 가장 가까이 있는 서비스를 먼저 선택
- Step 2.** 요청공간으로부터 루트공간까지 모든 조상공간을 방문하며 모든 서비스 선택
 - 한 공간에 위치한 것은 그 공간의 모든 상위공간에 위치한 것과 같은 의미
- Step 3.** 요청공간의 모든 자식공간을 방문하며 SRS 선택
 - 사용자가 속해 있는 공간의 하위공간은 물리적으로 근접함
- Step 4.** Step 1~3에서 방문한 공간을 제외한 모든 공간을 방문하며 SRS 선택
 - 해당 공간 밖에서 이용할 때 더욱 유용한 SRS만을 선택
- Step 5.** Step 4에서 선택된 SRS들을 서비스 요청 공간과의 물리적 거리 근접성 순으로 정렬

위 방법에서 계층적 공간모델의 순회는 깊이우선탐색 (Depth First Search: DFS)으로 한다. 왜냐 하면 넓이우선탐색(Breadth First Search: BFS)을 할 경우 여러 공간의 서비스들이 복잡하게 섞여 서비스들을 공간의 계층 구조에 따라 정렬하기 힘들기 때문이다.

위와 같은 계층적 공간모델의 한계는 정확하게 두 공간간의 거리를 측정할 수 없다는 것이다. 예를 들어 로컬지역의 하위공간에는 건물 A, 건물 B, 건물 C가 있다고 가정하자. 계층적 공간모델에서는 건물 B, C 중 건물 A와 가까운 것이 어떤 것인지 알 수 없다. 물리적 근접성을 정확히 측정하기 위해 우리는 GPS에서 사용하는 절대좌표를 이용하였다. 최초 로컬지역을 계층적으로 모델링 할 때 PK 관리자는 모든 하위공간을 대표하는 절대좌표를 측정해 이를 해당 하위공간에 명세한다. 사용자가 서비스를 요청하면 서비스 요청공간과 선택된 SRS들의 관련 공간 간의 거리를 계산해 근접성을 정확히 측정하고 이 순서대로 서비스를 제공한다. 이런 방법을 적용함으로써 서비스 제공자는 보다 정확하게 자신으로부터 가까운 거리에 있는 순서로 서비스를 제공할 수 있다. 이와 같이 관리자가 공간모델과 서비스관계를 표현하는 것을 가능하게 하는 부분이 PK Middleware 구조에서 Space Model Handler의 역할이다.

위와 같은 단계를 거치며 로컬지역에서 특정 사용자의 위치를 기준으로 유용한 서비스의 집합을 효과적으로 선택할 수 있다. 예를 들어 그림 3에서 사용자가 "Building2"에서 서비스를 요청하였다면 가용 서비스집합을 아래와 같은 단계로 선택된다.

- Step 1. "Building2"의 모든 서비스 선택 (서비스 D)
- Step 2. Local area의 모든 서비스 선택 (서비스 A)
- Step 3. 하위공간인 "Room3"과 "Room4"의 SRS 선택 (서비스 H)

Step 4. 방문하지 않은 모든 공간을 순회하며 공간별 SRS 서비스 선택 (서비스 B, F)

Step 5. 물리적 거리의 근접성 순으로 정렬

위 방법에 의해 계산된 결과는 D, A, H, B, F 이고 서비스 B, F는 사용자와의 물리적 근접성 순서로 정렬되어 제공된다. 이런 방법으로 특정 공간에 위치한 사용자가 자신에게 유용한 서비스를 제공받을 수 있으며 사용자는 서비스와 관련된 공간이 자신으로부터 어느 정도 떨어져있는지 추측할 수 있다.

4.3.2 권한기반 서비스 제공

서비스는 그 특성상 특정 권한을 가진 사용자에게만 제공되어야 하는 것들이 있다. 이를 위해 서비스는 PK Middleware에 등록될 때 어떤 사용자에게 가용한지 정의되어야 한다. 기존의 접근제어 방식 중 접근제어목록(Access Control List: ACL)은 사용자가 명확히 지정한 서비스(정보)에 대하여 접근권한이 있는지를 결정하는 방식이어서 특정 사용자가 이용할 수 있는 모든 서비스의 목록을 알아야하는 PK의 접근제어 방법으로 이용하기에는 부적합하다. 즉, ACL은 사용자가 지정한 하나의 정보에 대해 그 사용자가 이용권한이 있는지 판별하기에는 적합하지만 전체 정보를 대상으로 특정 사용자가 이용할 수 있는 모든 정보를 선택하기에는 효과적이지 못하다. 기존 접근제어 방법의 하나인 보호영역(Protection Domain) 역시 많은 수의 서비스와 사용자가 존재하는 환경에서 각각의 서비스에 허가된 사용자를 일일이 지정해야하기에는 부적합하다. 이뿐만 아니라 새로운 사용자나 서비스를 추가하는 것도 쉬운 문제가 아니다. 이런 이유로 우리는 역할 개념을 이용해 사용자에게 가용한 서비스 목록을 추출하는 방법을 사용하였다.

사용자의 역할을 기반으로 리소스의 접근 권한을 표현하는 방법은 역할기반접근제어(Role-Based Access Control: RBAC)[16]에서 볼 수 있다. RBAC은 그림 6과 같이 사용자(Client)에게 역할(Role)에 따른 권한(Permission)을 부여함으로써 데이터에 대한 접근을 제어하는 방법이다. 우리는 RBAC 중 역할의 계층적 관계를 이용하여 접근 권한을 상속받는 RBAC1을 적용하여 각 서비스와 이를 이용할 수 있는 사용자의 관계를 그림 6과 같이 표현하였다. 예를 들어 그림 6에서 서비스를 요청한 사용자가 대학생생이라면 그 사용자는 서비스 G, C, A, B에 대한 사용 권한을 가진다. 즉, 서비스 G, C, A, B가 해당 사용자에게 활성화된다. 이런 방법은 계층적 구조의 상속관계를 이용함으로써 많은 수의

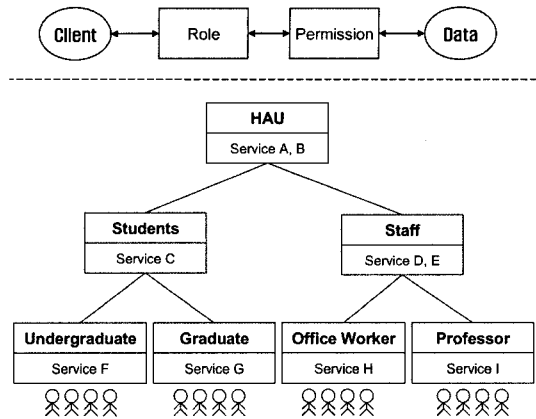


그림 6 RBAC1을 이용한 서비스 접근제어

사용자와 서비스들 간의 접근제어를 효과적으로 할 수 있을 뿐 아니라 새로운 서비스나 사용자의 추가가 용이하다는 장점이 있다.

PK Middleware에서는 Access Control 모듈이 위와 같은 RBAC의 기능들을 담당한다.

4.3.3 시간기반 서비스 제공

물리공간과 서비스가 연동되면서 발생하는 중요한 특징은 시간에 따라 물리공간의 상태가 변하고 물리공간의 상태가 변함에 따라 서비스의 가용여부가 변화한다는 것이다. 이와 같은 특징이 있는 서비스를 효과적으로 사용자에게 제공하기 위해 본 논문에서는 시간을 기반으로 서비스를 선택하는 방법을 제안한다. 시간기반 서비스 선택은 간단한 방법으로 구현이 가능하다. 그림 7은 시간을 기반으로 서비스의 유용성을 산정하는 방안을 보여준다. 여기서 서비스에 대한 특별한 가용 시간 명세가 없는 경우 모두 시간과 관계없이 이용할 수 있는 서비스로 본다.

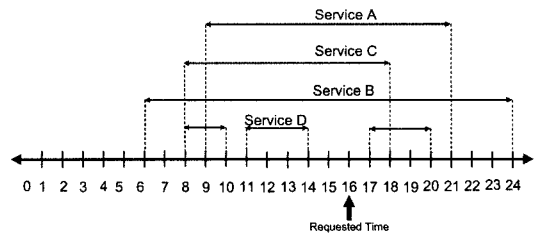


그림 7 시간을 기반으로 한 유용서비스 산정

만약 그림 5와 같은 서비스 환경에서 사용자의 서비스 요청시간(request time)이 오후 4시 (16시)라면 시간기반 서비스 선택방식을 통해 서비스 D가 현재 가용하지 않다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 방법을 이용하면

어떤 시점에 어느 서비스가 유효한지 쉽게 결정할 수 있어 사용자가 현재 시점에서 가용하지 않는 서비스에 접근하는 것을 방지할 수 있다.

PK Middleware에서 Service Selection Engine은 사용자 공간정보와 권한정보 그리고 현재 시간정보를 바탕으로 지금까지 설명한 세 가지 방식을 통해 Service Registry에 등록된 서비스 중 해당 사용자에게 유용/가용 서비스를 선택한다. Service Selection Engine은 3 가지 선택 조건을 모두 만족한 서비스를 최종적으로 선택한다. 즉, 공간, 권한, 시간을 기반으로 산정된 세 개의 서비스 집합에서 공통 교집합을 선택함으로써 특정 사용자에게 유용/가용한 서비스를 선정할 수 있다.

지금까지 설명한 방식은 특정 사용자에게 가용한 서비스들을 리스트 형태로 보여주는 방식 즉, 디렉토리 형태의 서비스 제공에 방법에 관한 것이다. 하지만 이런 방식은 사용자가 자신이 찾는 서비스에 관련된 단어를 입력하여 검색하는 키워드 방식의 검색에도 효과적으로 이용될 수 있다. 기존 키워드 방식의 검색 방법은 사용자가 입력한 키워드만을 고려하여 이와 가장 높은 연관도를 가지는 정보나 서비스를 검색한다. 이와 같은 방법은 서비스를 요청한 사용자가 자신의 권한으로 사용할 수 없는 서비스까지 함께 검색한다. 즉, 해당 사용자에게 가용하지 않은 서비스들도 함께 제공된다. 이를 방지하기 위해서는 사용자가 특정 단어를 입력하면 이에 대응하는 서비스를 검색함과 동시에 입력 키워드와 관련이 있더라도 사용자의 위치, 권한, 시간적 상황에 적절하지 않는 서비스는 제외함으로써 해당 사용자가 실제로 이용할 수 있는 서비스만을 제공하는 효과를 얻을 수 있다.

5. 프로토타입 구현

본 장에서는 지금까지 설명한 PK모델과 그 세부기능을 기반으로 구현한 PK프로토타입에 대해서 설명한다. PK프로토타입은 그림 8과 같은 구조를 가지고 동작한다.

사용자가 주변 서비스를 검색하기 위해 PK 클라이언트 프로그램을 실행하면 사용자 장치는 천장에 부착된

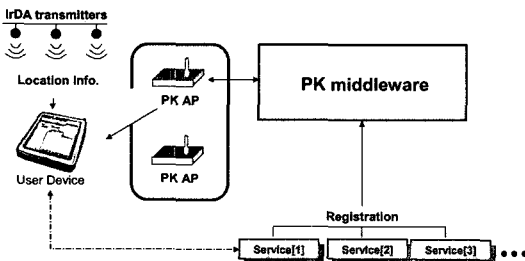


그림 8 PK 프로토타입

IrDA 전송기로부터 위치정보를 받고 PK AP로부터는 로컬지역의 PK Middleware의 네트워크 주소를 받는다.

사용자 장치는 PK AP에서 제공받은 PK Middleware의 네트워크 주소로 서비스를 요청하는데 이때 요청 메시지는 현재 위치정보와 사용자의 프로파일정보(사용자식별정보)가 포함된다. PK Middleware는 사용자의 요청 메시지를 바탕으로 등록된 서비스 중 해당 사용자에게 유용/가용 서비스를 선택하고 그 목록을 전달한다. 전달된 서비스 목록을 통해 사용자는 local area에 존재하는 서비스를 확인할 수 있고 이 중 원하는 서비스를 선택하여 이를 이용한다.

5.1 PK 클라이언트 프로그램과 서비스 브라우저

PK 클라이언트 프로그램은 IrDA 송신기로부터 위치정보(e.g. "p001")를 받고 사용자 장치가 연결되어있는 AP로부터 PK Middleware 네트워크 주소(e.g. "203.253.146.235")를 받으며 장치에 저장되어 있는 사용자 프로파일로부터 사용자식별정보(e.g. ID)를 추출한다. 그림 9는 구현된 IrDA 송신기와 PK AP를 보여준다. 상용화된 AP는 제조업체에서 임의로 수정할 수 없도록 제작되기 때문에 본 논문에서는 PK AP를 구현하기 위해 무선 LAN 카드가 장착된 랩탑의 무선통신공유기능을 이용해 AP역할을 수행하게하고 여기에 PK AP를 구현하였다. 무선 LAN카드가 장착된 랩탑의 무선통신공유기능은 해당 랩탑을 무선 AP와 같은 역할을 하게 한다. 무선통신을 원하는 클라이언트 장치에게 사설 IP를 할당하고 통신을 중계해주는 역할에 사용자가 요청한 PK 서버의 주소를 반환해주는 작은 서버기능을 추가하면 무선 AP는 무선통신기능을 제공하는 것과 더불어 서비스 발견(Service Discovery) 기능을 수행할 수 있다. 이런 방법은 무선 AP 제조업체에서 현재 급성장하고 있는 위치기반서비스를 지원하기 위해 제품의 기능을 확장할 수 있는 방법으로 활용될 수 있을 것이다.

PK 클라이언트 프로그램은 위치와 사용자식별 정보를 토대로 PK Middleware에게 서비스 요청 메시지를 보낸다. PK Middleware는 요청자의 상황을 본 논문에서 제안한 방식을 통해 인식하고 분석하여 유용한 서비스를 선택하여 이를 사용자 장치로 전송한다. 전송된 서비스 목록은 그림 10과 같이 웹 브라우저를 통해 사용자에게 출력된다. PK 프로토타입에서 서비스 브라우저를

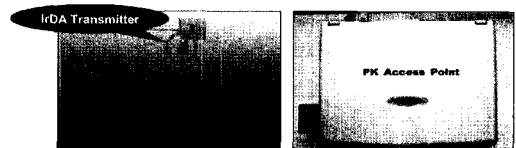


그림 9 IrDA송신기와 PK Access Point

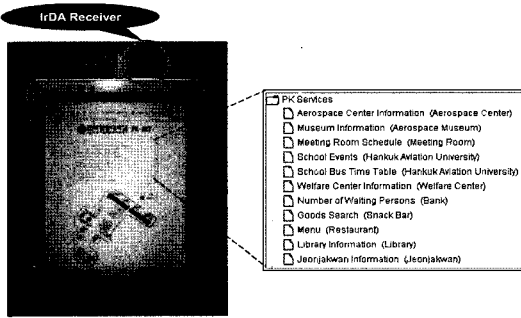


그림 10 PK 클라이언트 프로그램 실행 결과

기존 웹 브라우저를 이용하였다. 웹 브라우저는 이미지, 비디오, 오디오 등의 다양한 형태의 데이터를 처리할 수 있을 뿐 아니라 자바 애플릿, 플래시, 각종 스크립트 언어를 지원해 그 확장성과 정보표현 기능이 뛰어나기 때문에 다양한 서비스를 효과적으로 사용자에게 전달할 수 있다.

PK프로토타입에서 사용자 장치로 타블렛 PC를 이용하였다. PK는 PDA이나 휴대폰 등과 같이 실제로 사용자가 휴대하고 다니는 장치를 대상으로 한다. 하지만 휴대폰의 경우 제조사의 동의없이 프로그램하기 어렵고 PDA의 경우는 IrDA, GPS, 무선LAN 등과 같은 기능을 지원하는 장치를 추가할 수 있는 디바이스 포트가 부족해 PK프로토타입을 구현하기에 어려움이 있다. 이런 이유로 PK프로토타입에서는 타블렛 PC를 사용자의 휴대장치로 가정하였다.

5.2 Admin Tool

지금까지 살펴본 다양한 유비쿼터스 서비스들을 효과적으로 사용자에게 제공하기 위해서는 서비스 등록 과정에서 각 서비스의 특성을 명세해야한다. Admin Tool은 이런 다양한 유비쿼터스 서비스를 각 특성에 맞게 등록할 수 있는 방법을 제공해준다. 서비스가 등록될 때 명세 되어야 하는 정보는 표 1과 같다.

Admin Tool은 서비스 관리자가 서비스를 등록할 때 표 1과 같은 정보를 명세할 수 있게 하며 이런 정보들은 향후 Service Selection Engine이 특정 사용자에게 유용한 서비스를 능동적으로 선정하는데 이용된다.

유비쿼터스 서비스가 등록되면 이를 효과적으로 관리

표 1 서비스 등록 시 명세 되는 정보

서비스 특성	값
서비스 실행 방법	Push / Pull
공간과의 연관성	SIS / SDS / SRS
연관된 공간	계층적 공간 모델에서의 관련 공간
서비스 접근 제어	RBAC 계층도에서의 대상 사용자
시간과의 연관성	서비스 가용 시간

해야한다. PK에서는 각 서비스들의 상태를 주기적으로 확인하고 특정 서비스가 서비스 불능 상태일 때 이를 PK 시스템 관리자에게 경고 메시지를 전달하고 해당 서비스를 임시로 Service Registry에서 삭제해 사용자가 이 서비스를 이용하려고 하는 것을 방지한다. PK프로토타입에서는 유비쿼터스 서비스를 효과적으로 관리하기 위해 ICMP(Internet Control Message Protocol)를 이용하였다. Life-Cycle Manager는 ICMP를 이용하여 등록된 서비스의 정상작동 유무를 확인하고 이상이 감지되었을 때는 이를 Admin Tool을 통하여 관리자에게 알린다. 그림 11은 Admin Tool을 보여준다.

관리자는 그림 11의 Admin Tool을 통해 로컬지역의 공간을 모델링하고 RBAC 계층도를 작성하며 서비스를 등록한다. Life-Cycle Manager에 의해 문제가 발생한 서비스는 서비스테이블(Service Table)에 표시되어 관리자에게 이상을 알린다.

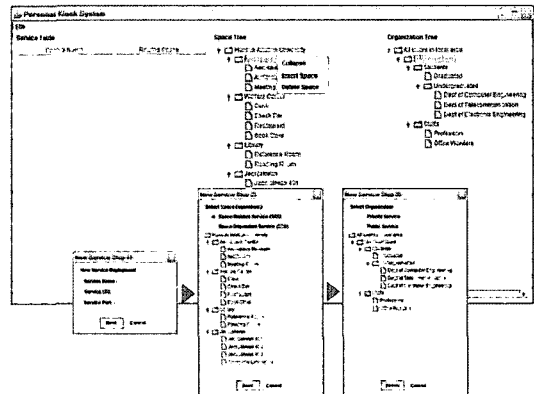


그림 11 PK Admin Tool

5.3 로컬지역 모델링 및 서비스 구현

PK프로토타입을 실험하기 위한 로컬지역으로 많은 사용자들이 여러 공간을 복잡하게 이용하는 캠퍼스를 선정하였다. 우리는 캠퍼스를 그림 12와 같이 총 18개의 하위공간이 존재하는 로컬지역으로 구성하였고 RBAC 모델은 총 10개의 역할로 구성하였다.

구현된 PK 서비스 환경을 실험하기 위한 시범 서비스를 표 2와 같이 캠퍼스에서 유용한 서비스 리스트를 만들고 이중 일부는 실제로 구현하였으며 나머지 일부는 가상으로 구현하여 캠퍼스 PK 프로토타입으로 구축하였다.

5.4 실험 결과

IrDA송신기에서 송출되는 적외선은 원통형을 띄기 때문에 천장으로 부터 모바일 장치까지의 거리에 따라 인식영역이 달라진다. IrDA 위치인식의 정확도를 실험하기 위해서 그림 1과 같이 천장의 높이를 가장 일반적인

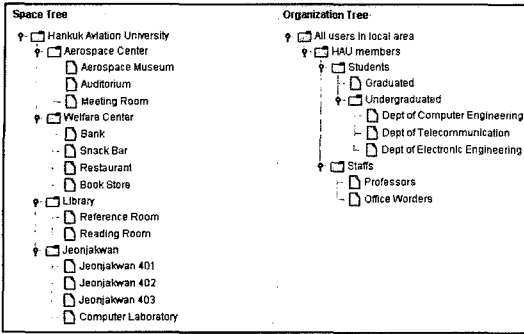


그림 12 캠퍼스의 공간모델 및 RBAC모델

표 2 PK환경 실험을 위한 시범서비스 리스트

PK Services	
캠퍼스행사안내	강의 자료 다운로드
스쿨버스 시간표	실험/실습실 스케줄 안내
항공우주센터 정보	프린팅 서비스
IRC·국제학술대회 정보	공지사항 전달 서비스
항공우주박물관 정보	도서관 정보
박물관정보제공 서비스	열람실 좌석 정보
대강당 행사 안내	열람실 좌석표 발급
은행 대기자 정보	유비쿼터스 컴퓨팅 연구실
은행 대기표 발급	학생 복지회관 시설 안내
국내 서점 도서 검색	식당 메뉴 정보
매점 판매품 안내	식권 구입
강의실 스케줄 안내	주차정보 안내

높이인 260Cm로 가정하였고 IrDA 송신기는 통신 각도 약 60도, 통신거리 약 300Cm인 제품을 사용하였다. 사용자가 모바일 장치를 사용하는 높이를 일반적인 남성의 평균 어깨높이인 150Cm로 가정한다면 송신기 하나가 인식하는 범위는 그림 13과 같이 직경 약 110Cm의 원과 같은 형태로 나타났다.

이런 기능을 갖는 IrDA 송신기는 여러 대를 중첩함으로써 보다 정확하게 위치를 인식할 수 있다. 표 3은 IrDA 송신기의 수에 따른 위치인식의 정확도를 보여준다. 단, IrDA 송신기들은 55Cm 간격을 두고 격자 형태로 배치하였다.

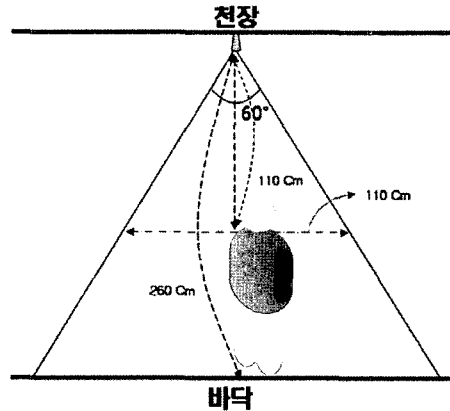


그림 13 IrDA를 이용한 위치인식 실험

IrDA 송신기를 1기 설치하면 그 위치인식오차가 110Cm지만 2기를 설치했을 때 약 38Cm로 향상되고 4기를 설치했을 때는 16Cm의 오차를 가진다. 이처럼 IrDA 송신기의 설치에 해당 공간에서 제공되는 서비스에서 요구하는 오차한계에 따라 다양하게 조절할 수 있다.

PK의 장점은 사용자가 자신이 위치한 로컬지역의 서비스에 즉시 접근하여 이를 쉽게 이용할 수 있다는 것이다. 이런 점을 정량적으로 조사하기는 힘들기 때문에 우리는 문제를 단순화시켜 로컬지역에 존재하는 서비스가 각 공간에서 얼마나 감소하였는지를 실험했다. 표 4는 표 2의 24개 서비스 중 PK 서비스 선정 방식을 적용하였을 때 각 공간별로 감소하는 서비스 숫자를 보여준다. 여기서 사용자의 권한은 방문자 권한으로 실험하였다. 표 4에서 볼 수 있는 것처럼 전체 24개의 서비스 중 방문자는 각 공간마다 약 12~13개 만을 실제로 이용할 수 있는 서비스로 선정했고 이는 모든 서비스를 제공하는 방식보다 45.2%가 감소되었다. 표 4에서는 나타나지 않지만 제공되는 서비스는 사용자의 현재위치를 기준으로 물리적으로 근접한 순서로 제공되기 때문에 사용자는 보다 편리하게 로컬영역의 서비스를 파악할 수 있다.

현실적으로 캠퍼스에서 제공될 수 있는 모든 종류의 서비스를 전부 구현하는 것은 어려운 일이다. 하지만 다

표 3 IrDA 인식범위 중첩을 통한 위치인식 정밀도 향상

IrDA 송신기 수	1기	2기	4기
배치 형태			
인식 정확도 (오차)	110Cm	38Cm	16Cm

표 4 공간별 유용서비스 개수 (방문자 권한)

	Local Area	Aerospace Center	Meeting Room	Museum	Restaurant	감소율
유용 서비스 (총24개)	13개	13개	15개	13개	12개	45.2%

양한 종류의 서비스가 실제로 구현된다면 PK의 효율성은 더욱 높아질 것이라고 예상된다.

6. 결론

유비쿼터스 컴퓨팅은 물리공간과 서비스공간이 연동되는 추세로 발전하고 있다. 물리공간과 서비스공간이 연동된 환경은 인간의 삶을 보다 편리하게 해주는 여러 가지 서비스들을 제공해 줌과 동시에 이들을 어떻게 효과적으로 관리하고 제공할 것인지에 대한 문제를 안겨준다. 유비쿼터스 서비스 공간은 그 크기에 따라 크게 wide area, local area, small area로 분류할 수 있고 각 서비스 공간을 유비쿼터스 컴퓨팅 공간으로 구축하기 위해서는 조금씩 다른 기술들을 적용하여야 한다. 본 논문에서는 로컬지역을 대상으로 우리가 지향하는 유비쿼터스 서비스 환경인 PK를 구축하기 위해 해결해야 하는 문제점을 다음과 같이 정의하고 이에 대한 해결책을 제시하였다. 첫째, 로컬지역을 유비쿼터스 환경으로 구축하기 위해서는 우선 사용자의 상황정보를 정확하게 인식하여야 한다. 상황정보 중에서도 특히 실내에서의 사용자 위치 정보는 정확하게 인식하기 힘든 상황정보이다. PK에서는 실내에서의 위치인식 문제를 해결하기 위해 IrDA를 이용한 정밀한 위치인식방법을 제안하였다. 둘째, 사용자가 원하는 서비스를 제공하는 서버에 접속하기 위해 소모하는 노력과 시간을 줄여야한다. PK에서는 사용자의 개입 없이 서비스 제공 서버를 발견하기 위해 무선 LAN 액세스포인트의 기능을 확장하는 방법을 제안하였다. 마지막으로 인식된 사용자의 환경정보를 효과적으로 이용해 사용자에게 적합한 서비스를 개인화된 방식으로 제공해주는 방법이 필요하다. PK에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 대표적인 상황정보인 위치, 권한, 시간을 기반으로 한 개인화된 서비스 제공 방법을 제안하였다.

현재의 IT기술로도 쉽게 제공할 수 있는 편리한 서비스들은 많이 있다. 이런 서비스들이 아직 실세계에서 제공되지 못하는 중요한 이유 중 하나는 이를 효과적으로 제공해줄 수 있는 시스템이나 기반구조가 없기 때문이다. PK모델은 이러한 서비스들을 쉽게 제공할 수 있는 중계역할을 함으로써 사용자의 노력과 시간을 크게 줄일 수 있어 보다 편리한 차세대 서비스 환경인 유비쿼

터스 환경을 구현하는데 도움이 될 것으로 기대된다.

7. 향후연구

현재 구현된 PK 서비스 환경은 실내 위치인식 기술만으로 구현하였다. 로컬지역은 실내의 공간이 복합적으로 구성될 수도 있기 때문에 실내의 사용자가 실외로 이동하였을 때, 혹은 그 반대의 경우에도 서비스를 계속 제공할 수 있어야 한다. PK 연구는 향후 실외 위치인식 기술인 GPS와 실내 위치인식 기술을 연동해 실내에서 서비스를 이용하던 사용자가 실외로 이동하여 위치정보의 인식방법이 달라져도 사용자가 계속적으로 서비스를 이용할 수 있도록 하는 방법에 대해 연구할 것이다. 또한 wide area의 유비쿼터스 제공 방법을 연구하여 wide area와 local area에서 유비쿼터스 서비스를 유연하게 이용할 수 있는 통합 환경 구축을 목표로 PK를 확장시켜나갈 것이다. 현재 PK 모델이 가지고 있는 한계는 장치에서 제공하는 서비스를 지원하지 못한다는 점이다. 향후 우리는 OSGi, Jini, Upnp등과 같은 장치의 기능을 제공하는 미들웨어와 PK 모델을 연계하여 보다 다양한 서비스를 제공하는데 관심을 가질 것이다.

참고 문헌

- [1] CoolTown web page, <http://www.cooltown.hp.com>
- [2] Ichiro Satoh, "Linking physical worlds to logical world with mobile agents," Mobile Data Management, IEEE International Conference, pp. 332- 343, Jan. 2004.
- [3] Scott M. Thayer, Peter Steenkiste, "An Architecture for the Integration of Physical and Information Spaces," Personal and Ubiquitous Computing, Volume 7, Issue 2, July 2003.
- [4] Kay Römer, Thomas Schoch, "Infrastructure Concepts for Tag-Based Ubiquitous Computing Applications," Workshop on Concepts and Models for Ubiquitous Computing at Ubicomp 2002, Göteborg, Sweden, Sept. 2002.
- [5] IBM MoDAL web page, <http://www.almaden.ibm.com/cs/TSpaces/MoDAL/>
- [6] Keung Hae Lee and Toby Lehman, "MoDAL: an XML Based Dynamic User Interface Description System for Mobile PDAs," Proceedings of the Internet Computing 2000 Conference, June 2000.
- [7] Rahul Gupta, Sumeet, Talwar, Dharma P. Agrawal, "Jini Home Networking: A Step toward Pervasive Computing," IEEE Computer, Volume 35, Issue 8, pp. 34-40 Aug. 2002.
- [8] Microsoft Corporation web page, "Understanding of universal plug and play," <http://www.upnp.org/resources/whitepapers.asp>, June 2000.
- [9] Rui José, Adriano Moreira, Helena Rodrigues, Nigel Davies, "The AROUND Architecture for

- Dynamic Location-Based Services," Mobile Networks and Applications archive, Volume 8, Issue 4, pp. 377-387, Aug. 2003.
- [10] Antonio Corradi, Rebecca Montanari, Daniela Tibaldi, "Context-based access control for ubiquitous service provisioning," Proceedings of the 28th Annual International on Computer Software and Applications Conference, Volume 1, pp. 444-451, Sept. 2004.
- [11] Christian Becker, Frank Dürr, "On location models for ubiquitous computing," Personal and Ubiquitous Computing, Volume 9, Issue 1, Jan. 2005.
- [12] Ayako Hiramatsu, Nobuyuki Kawamura, Yohei Takada, Norihisa Komoda, "Operation support for the location-aware exhibit information service system using Bluetooth communication," Systems, Man and Cybernetics, IEEE International Conference on , Volume 4, pp. 4051-4056, Oct. 2003.
- [13] George Roussos, Panos Kourouthanasis, Theano Moussouri, "Designing appliances for mobile commerce and retailtainment," Personal and Ubiquitous Computing, Volume 7, Issue 3-4, July 2003.
- [14] C. Floerkemeier, M. Lampe, T. Schoch, "The Smart Box Concept For Ubiquitous Computing Environments," Proceedings of sOc'2003 Smart Objects Conference, pp. 118-121, May 2003.
- [15] K. Cheverst, N. Davies, K. Mitchell, A. Friday, C. Efstathiou, "Developing a context-aware electronic tourist guide: Some issues and experiences," Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, pp.17-24, April 2000.
- [16] Ravi S. Sandhu, Edward J. Coyne, Hal L. Feinstein, Charles E. Youman, "Role-based Access Control Models," Computer, Volume: 29, Issue: 2, pp. 38-47, Feb. 1996.
- [17] Salil Pradhan, Cyril Brignone, Jun-Hong Cui, Alan McReynolds, Mark T. Smith, "Websigns: Hyperlinking Physical Locations to the Web," IEEE Computer, Volume 34, Issue 8, pp. 42-48, Aug. 2001.
- [18] Yen-Cheng Chen, Yao-Jung Chan, Cheung-Wo She, "Enabling location-based services on wireless LANs," Networks, 2003. ICON2003, The 11th IEEE International Conference on, pp. 567-572, 28 Sept.-1 Oct. 2003.
- [19] Andrei Oliveira da Silva, Paulo Henrique de Souza Schneider, Fabricio D'Avila Cabral, Ana Cristina Benso da Silva, João Batista de Oliveira, Eduardo Augusto Bezerra, "Towards service and user discovery on wireless networks," Proceedings of the second international workshop on Mobility management & wireless access protocols, Oct. 2004.
- [20] Ankur Agiwal, Parakram Khandpur, Huzur Saran, "LOCATOR: location estimation system For

wireless LANs," Proceedings of the 2nd ACM international workshop on Wireless mobile applications and services on WLAN hotspots, Oct. 2004.

- [21] Paramvir Bahl, Venkata N. Padmanabhan, "RADAR: an in-building RF-based user location and tracking system," INFOCOM 2000. Nineteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings of IEEE, Volume: 2, pp. 775-784, March 2000.



박 정 규

2004년 한국항공대학교 컴퓨터공학과 학사. 2006년 한국항공대학교 컴퓨터공학과 석사. 2006년~현재 한국항공대학교 컴퓨터공학과 박사과정. 관심분야는 Mobile Computing, Location-based Service, Ubiquitous Sensor Network



서 승 호

2004년 한국항공대학교 컴퓨터공학과 학사. 2006년 한국항공대학교 컴퓨터공학과 석사. 2006년~현재 유엔젤(주) 플랫폼 사업2부 MRBT 개발팀 연구원. 관심분야는 유비쿼터스 컴퓨팅, 모바일 컴퓨팅, 무선 인터넷 솔루션



김 양 남

2004년 한국항공대학교 컴퓨터공학과 학사. 2006년 한국항공대학교 컴퓨터공학과 석사. 2006년~현재 (주)맥스씨아이씨 기술연구소. 관심분야는 윈도우즈 프로그래밍, 모바일 컴퓨팅



이 궁 해

1980년 서강대학교 전자공학과 학사
1986년 Virginia Tech 전산학과 석사
1990년 Virginia Tech 전산학과 박사
1990년-1993 IBM. 1999-2000년 IBM Almaden Research Center 방문과학자
1993년~현재 한국항공대학교 컴퓨터공학과 교수. 관심분야는 소프트웨어공학, 객체지향시스템, 인터넷 컴퓨팅, 모바일 응용