

휴대 단말기를 위한 상황인식 기반 사용제어 모델

(A Usage Control Model based on Context-Awareness for Mobile Devices)

장 혜 영[†] 노 진 욱[†] 조 성 제^{**}
 (Hye Young Chang) (Jin Uk Noh) (Seong Je Cho)

요 약 휴대폰 사용이 대중화됨에 따라 사람들이 때와 장소를 가리지 않고 휴대폰을 무분별하게 사용함으로써 나타나는 폐해가 심각하다. 특히, 휴대폰 사용이 병원의 전자 의료기기나 항공기 이착륙 시스템 등에 나쁜 영향을 끼친다는 연구 결과들이 발표되고 있다. 본 논문에서는 모바일 기기에 적용할 수 있는 상황인식 기반의 사용제어 모델을 제안한다. 즉, 위치와 시간, 주변소음 등의 상황정보에 따라 휴대폰 자체 및 모바일 콘텐츠의 사용을 제어하는 모델에 대해 연구하였다. 제안한 사용제어 모델은 '동적인 역할기반 접근제어' (Dynamic Role-based Access Control)을 포함한다. 제안한 시스템의 효용성을 확인하기 위해, PC 서버 및 임베디드 보드 상에 프로토타입 시스템을 구현하여 그 성능을 평가하였다.

키워드 : 사용제어, 역할기반 접근제어, 상황인식, 모바일 콘텐츠, 휴대폰

Abstract As the number of cell phone users become growing, some researchers have presented that the imprudent use of mobile phones exerts harmful influence on electronic devices such as medical appliances, takeoff and landing system of aircraft. In this paper, we propose a usage model based on context-awareness which can be applied to mobile devices. The model controls the usage of both mobile devices themselves and mobile contents according to some context information like location, time, the circumference noise, etc. The proposed usage control model includes a dynamic role-based access control approach. To show the effectiveness of the proposed model, we have implemented a prototype system on an embedded board and PC server, and evaluated the performance of the system.

Key words : Usage control, Role-based access control, Context-awareness, Mobile contents, Cell phone

1. 서 론

2005년 일본 의료기기협회가 실시한 의료용 전기기기
 의 전자파 간섭 실험에서 휴대 전화로부터 방출되는 전

자파에 의해 총 211기종의 의료기기 중 138기종이 간섭
 을 받는 것으로 나타났다. 휴대 전화기에서 발생하는 전
 자파의 세기는 강하지 않으나 다른 EMI(Electromag-
 netic Interference)보다 의료기기에 훨씬 더 근접할 수
 있다는데 문제가 있다. EMI로 인해 의료기기가 오 동작
 할 경우 환자가 사망에까지 이를 수 있으며, 오 진단,
 부적절한 치료 등 치명적인 피해가 발생할 수 있다[1].
 영국 민간 항공국과 미국 항공 우주국(NASA)이 공동
 조사한 '전자파의 기내 시스템 영향평가 결과'에 따르면,
 휴대폰의 전자파는 의료기기뿐 아니라 항공기의 충돌방
 지/착륙시스템 등 각종 전자장비에 영향을 준다고 발표
 한다. 이에 타이완은 기내에서 휴대 전화 사용 시 4천 5
 백만 달러의 벌금을 내거나 최장 5년의 징역형을 처한
 다고 발표하였고 다른 나라에서도 여러 가지 방법으로
 기내에서의 휴대폰 사용을 금하고 있다.

2003년 2월에는 국내 대기업의 한 직원이 사업장에서
 제품 생산라인을 카메라폰으로 찍어 기술 유출하려는

· 이 논문은 2005년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의
 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2005-042-D00294)

† 학생회원 : 단국대학교 정보컴퓨터학과
 hychang@dankook.ac.kr
 jinuk.noh@gmail.com

** 정 회 원 : 단국대학교 정보컴퓨터학부 교수
 sjcho@dankook.ac.kr
 (Corresponding author임)

논문접수 : 2007년 2월 5일

심사완료 : 2007년 12월 4일

Copyright©2008 한국정보과학회 : 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물
 의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이
 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를
 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형
 의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합
 니다.

정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제 및 테러 제14권 제1호(2008.2)

것이 적발되었고, 이를 계기로 카메라폰의 사업장 반입이 금지되기도 하였다. 2004년 겨울에 휴대폰을 사용한 조직적인 수능부정사건을 계기로, 교육인적 자원부에서는 2005년 대학수학능력시험 당일 휴대폰 및 MP3 플레이어 등을 몸에 소지하거나 수험 장소에 가지고 온 수험생들을 모두 부정행위자로 간주하고 시험취소 등의 엄격한 처벌을 내렸다. 그 때, 추운 날씨로 인해 우연히 부모님이나 형제의 휴대폰이 들어있는 가족의 옷을 입고 온 수험생들은 시험조차 볼 수 없는 피해를 입었다.

이처럼 휴대폰 전자파에 의한 피해, 휴대폰을 이용한 부정행위, 사용자가 의도하지 않은 사용으로 인한 피해 등을 줄이고자 본 논문에서는 휴대 단말기를 위한 상황인식(context-awareness) 기반 사용제어(usage control, UCON) 모델을 제안한다. 제안 모델은, 위치나 시간 등의 상황정보가 변경되면 휴대폰 및 휴대폰 벨소리 모드와 휴대폰의 일부 기능들이 그 상황에 맞게 자동 변경되도록 하는 사용제어를 포함한다. 또한, MP3 음악을 청취할 경우 주변 환경의 소음 정도에 따라 자동으로 볼륨을 높이거나 낮출 수 있도록 한다. 효율적인 사용제어를 위해 동적인 역할 기반의 접근제어 정책을 적용한다. 본 논문에서 제안한 모델은 네트워크 상태, 남은 배터리의 양 등의 추가적인 상황정보를 쉽게 적용할 수 있도록 확장 가능한 구조를 갖는다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 논문과 관련된 상황인식, 접근제어, 사용제어에 대해 알아보고 3장에서는 본 논문에서 제안하는 사용제어 모델에 대해 제안하고 평가한다. 4장은 제안하는 모델에 대한 프로토타입 시스템을 구현하고 성능을 평가한 결과를 보이며, 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 상황인식

“상황인식”이란 용어는 Schilit, Adamas, Want가 처음 사용하였는데 그들은 상황을 장소, 사람이나 사물들을 구별 짓는 특징인 식별번호(identity), 사람이나 사물들을 포함하는 환경의 변화 등으로 설명하였다[2]. Dey는 상황을 사용자가 속해 있는 환경에서 사용자의 감정적인 상태, 주의력, 위치와 방향, 날짜와 시간, 사람과 사물 등으로 정의하였다[3]. 이처럼 관점에 따라 상황의 정의에 차이가 있지만 일반적으로 사용자의 현재 상황에 따라 적절한 정보 혹은 서비스를 제공하기 위해 상황을 이용하는 것을 상황인식이라고 한다[2,4,10]. 본 논문에서는 대표적 상황정보인 위치와 시간뿐만 아니라 주변 소음 정보를 고려하여 휴대 단말기 및 모바일 콘텐츠에 대한 사용을 제어한다.

2.2 접근제어

시스템의 자원에 대한 접근 통제와 각 자원에 대한 기밀성, 무결성 등 보안서비스를 제공하기 위해 운영체제는 접근제어 정책을 사용한다. 기존의 운영체제들은 대부분 임의적 접근제어(Discretionary Access Control, DAC)를 사용하여 각 자원의 소유자(주체, subject)가 자신이 소유한 객체(object)에 대해 자율적 판단에 따라 임의적으로 접근을 제어한다. 즉, 소유자가 아닌 사용자도 해당 권한을 가지고 있다면 특정 객체를 임의로 제어할 수 있다. 따라서 자원의 보호보다는 자원의 공유가 더 중요시되는 환경에 적합하다. DAC 정책에서는 주체의 ID에 기반하여 접근통제가 이루어지므로 다른 사람의 ID를 도용한 행위가 이루어질 수 있어 트로이 목마와 같은 공격에 대하여 취약하다.

이에 반해 강제적 접근제어(Mandatory Access Control, MAC)는 보안관리자가 시스템 전체의 접근제어 정책을 수립해서 강제한다. 즉, MAC는 각 주체가 각 객체에 접근할 때마다 미리 정의된 규칙과 비교하여 그 규칙을 만족하는 주체에만 접근 권한을 부여하는 정책이다. 이는 트로이 목마에 의한 피해를 제한시킬 수 있지만 현재의 분산환경, 상용환경과 같은 다양한 환경에 대해 유연한 보안 정책의 설정이 어렵다는 단점이 있다 [5,6].

기존의 접근제어들은 특정 주체와 객체 간의 관계를 직접적으로 설정해 줌으로써, 기존에 있는 주체나 객체의 구조가 변경되는 경우 그 객체와 관련된 모든 주체와의 관계를 변경해 주어야 하는 비효율적인 면이 존재한다. 이러한 단점들을 보완하기 위해 주체와 객체 사이에 역할(role)이라는 새로운 개념을 도입한 역할기반 접근제어(Role-Based Access Control, RBAC)가 제안되었다[5,6]. 주체는 자신의 역할에 기반하여 객체에 대한 접근을 수행하고 필요할 경우 특정 주체에게 새로운 역할을 부여함으로써, 관리자의 권한을 적절히 나눠줄 수 있는 장점이 있다[7]. 또한, 접근제어 모델을 정의함에 있어 주체 및 객체라는 개념을 사용하지만, 주체와 객체 개념이 실제로 필요할 때 적용되기 때문에 적용 분야와 구현 방법에 따라서 보안성과 접근제어 정책 설정 면에서 매우 유연하다.

2.3 사용제어

많은 경우, 신뢰 관리(trust management)는 권한부여(authorization, 인가)를 위해 디지털 증명서(credentials) 또는 인증서(certificates) 형태로 된 사용자의 자격(capabilities) 또는 특성(properties)을 이용한다. 그러나, 전통적인 접근제어 및 신뢰관리는 서버 시스템 내의 자원들을 보호하는데 초점을 맞추고 있으며, 휴대폰 벨소리나 MP3 파일처럼 지역적으로 저장된 디지털 정보를 위한 클라이언트(휴대 단말기) 쪽의 접근제어를 다루

지는 않는다. 최근 DRM(Digital Rights Management, 디지털 권리 관리) 관련분야는 ‘클라이언트 쪽 참조모니터’(client-side reference monitor)를 이용하고 또한 이미 배포된 디지털 콘텐츠들의 사용을 제어하는데 초점을 맞추으로써, 접근제어 문제에서 상당히 새로운 관점을 가져 왔다[7,8].

본 논문에서는 서버 환경이 아닌 휴대 단말기라는 클라이언트 및 신뢰되지 않은 일반 사용자들로 구성된 환경에서 휴대폰 자체의 접근제어뿐만 아니라 벨소리 및 MP3 파일 등과 같은 유료 콘텐츠의 사용을 제어하는 것을 다룬다. 따라서, DRM 등과 같이 다양하고 개방된 환경에 적용할 수 있는 ‘사용제어’ 모델을 도입하였다.

사용제어는 아래의 그림 1과 같이 주체가 객체에게 접근할 때 권리(right)를 가져야만 한다. 이때 권리는 권한부여, 의무, 조건 등에 의해 결정된다[8]. 주체는 객체에 접근하기 위해 사용권리를 획득하려는 사람이나 사람의 ID로 표현된다. 주체의 속성(attribute)은 사용결정(usage decision) 과정에 이용될 수 있는 주체의 특성이나 자격을 의미하는데, 예로 ID, 그룹 이름, 역할, 멤버십, 보안 인가(security clearance), 선불 금액(prepaid credit, 즉 사용자격) 등이 있다. 객체는 주체가 접근하고자 하는 디렉토리나 파일 등이다. 객체의 속성은 접근결정을 내리는데 이용될 수 있는 객체의 특성이며 그 예로 보안 레이블(security label), 소유권(ownership), 클래스, 가격(value), 역할 허가(role permission) 등이 있다.

그림 1에서 권한부여, 의무(obligations), 조건(conditions) 등은 사용결정을 위해 평가되어야 하는 함수 조건자(functional predicates)다. 권한부여는 주체가 객체에 대해 요청된 권리를 집행할 수 있는지의 여부를 알

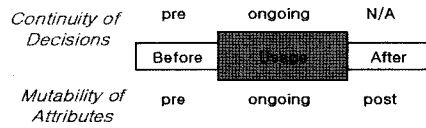


그림 2 사용제어에서 연속성과 변이성

려준다. 전통적인 접근제어는 결정과정에서 권한부여만을 활용한다. 의무는 주체가 객체를 사용하기 전이나 사용하는 중에 수행해야만 하는 강제 요구사항을 확인하는 함수 조건자다. 조건은 환경적인 또는 시스템 중심적인 결정 요소로, 이에 관련된 조건자는 현재 환경 상태나 시스템 상태를 평가한다[10].

권리를 획득하기 전·후로 사용결정에 의해 그림 2와 같이 연속성(continuity)과 변이성(mutability, 변하기 쉬움) 용어를 적용할 수 있다. 연속성은 접근 후에도 권리를 계속 유지 시킬지 아닌지를 결정하는 것이다. 변이성은 접근 전, 접근 중, 접근 후 등의 시점에서 속성을 업데이트를 할 것인지를 결정하는 것이다[9]. ‘변하기 쉬운 속성’(mutable attribute)은 주체가 객체를 접근한 결과로서 특성이 수정될 수 있다. 변하기 쉬운 속성의 예는 금액/자격(하루에 다섯 번 재생, 두 번 인쇄), 사용자로그(이미 읽혀진 부분은 다시 읽힐 수 없음) 등이다. 권한부여나 의무와 달리 조건 변수는 개별 주체의 직접 제어 하에 놓여 있지 않으므로 변할 수 없다. 현재 시간, 현재 위치, 시스템의 보안 상태 등의 조건 변수 값들은 사용자의 행위에 의해 변경될 수 없다.

3. 상황인식 기반 사용제어 모델

이 장에서는 모바일 DRM 기술이 적용되는 환경에서 상황정보에 따라 주체의 역할과 객체에 대한 사용을 제

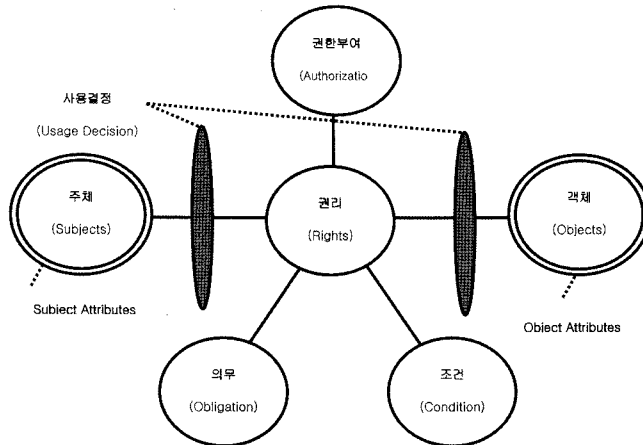


그림 1 사용제어 모델

어하는 기법에 대해 기술한다.

3.1 제안 모델

현재 전세계 인구의 휴대폰 사용가능 인구는 계속 증가하여, 2010년까지 전세계 인구의 90%가 휴대폰을 사용 가능하게 될 것이라고 시장조사기관인 인텔레콘 리서치가 발표했다. 모바일 기기 사용의 증가와 더불어 관련 콘텐츠의 편리한 사용에 대한 요구, 모바일 전자파에 의한 의료기기 오작동, 사내 정보유출 등이 증가하고 있다. 본 논문에서는 이러한 문제들을 해결하기 위해 벨소리, MP3 파일 등의 모바일 콘텐츠 뿐 아니라 모바일 단말기 자체의 사용을 상황에 따라 제어하는 모델을 제안한다.

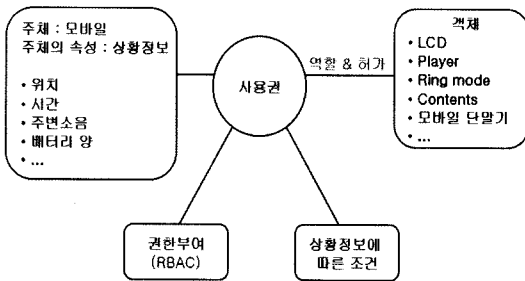


그림 3 제안 모델

휴대폰 벨소리나 MP3 파일 등은 대부분 유료 콘텐츠이고 개방된 클라이언트 환경에서 재생되므로, 본 논문의 사용제어는 모바일 콘텐츠의 저작권을 보호하기 위한 OMA(Open Mobile Alliance) DRM 구조를 기반으로 한다. 사용자는 원하는 콘텐츠를 이용하기 위하여 콘텐츠 사용권리(사용권)를 부여 받아야 하며, 권리 객체에는 저작권 소유자, 사용 기간, 사용횟수 등의 정보가 포함된다. 제안 모델에서 권리 객체에 포함된 정보가 검증된 경우에만 미디어 플레이어에서 재생하도록 하였다. 본 논문에서 제안하는 모델의 개요가 그림 3에 나타나 있다. 정책을 표현하는 방법은 UCON 모델을 따른다.

본 모델에서 주체는 단말기 사용자, 모바일 단말기, 시스템 관리자 등이다. 객체는 모바일 단말기를 구성하는 각 자원으로 모바일 콘텐츠(벨소리, MP3파일 등), 벨소리 모드, LCD, 미디어 플레이어 및 스피커, 카메라 모듈, 모바일 단말기 등이다. 모바일 단말기는 상황에 따라 객체도 될 수 있으며 주체도 될 수 있다. 고려되는 상황 정보는 현재의 위치, 시간, 주변소음 등으로 주체가 객체들을 접근할 때 상황 정보에 맞춰 동적으로 역할과 허가를 준다.

3.2 모바일 상황 정보에 따른 사용제어

위치, 시간, 주변소음 등의 상황정보에 따라 주체에 배정되는 역할(R;로 표시)과 그 역할에 주어지는 객체에

대한 접근허가(P;로 표시)의 적용 예가 표 1과 표 2에 나타나 있다.

- 위치: 표 1과 같이 시험장이나 병원과 같이 휴대폰 사용이 금지되는 매우 중요한 지역(High sensitive area)에서는 주체는 R3 역할을 갖게 된다. R3은 오직 전원을 종료하는 허가(P1)만을 가지게 되며 결과적으로 전원이 꺼지게 된다(표 2 참조). 영화관이나 도서관, 회사 등의 주요 지역(Sensitive area)에서는 R2 역할을 갖게 되어 벨소리를 제외한 진동이나 무음램프의 허가(P3, P4)를 가지게 되며, 카메라 모듈을 끄는 허가(P9)를 가진다. 그 외 일반 지역(Public area)에서는 R1 역할을 가져 모든 허가(*)를 가지게 된다.
- 시간: 평상시에는 R4의 역할로 모든 허가(*)를 가지지만 새벽 0시부터 6시까지는 R5의 역할로 무음램프의 허가(P4)만을 가진다. 또한 회사의 경우 오전에 업무 집중이 필요하다고 판단하여, 오전 근무 시간대(08:30~12:00)에는 휴대폰을 무음으로 해놓거나 받지 못하게 설정할 수도 있다. 이처럼 위치정보와 시간정보를 같이 사용하여 회사에 들어가면 벨의 허가를 제외한 나머지 허가들을 가지게 되고 오전이라면 벨소리 모드 허가들 중 무음만을 허가할 수 있다.

표 1 상황정보에 따른 역할 및 허가 할당의 예

상황 정보	역할	허가
위치	R1: Public	*
	R2: Sensitive (영화관, 도서관, 회사 등)	P3, P4, P9
	R3: High Sensitive (시험장, 병원, 기내 등)	P1
시간	R4: 06:00~24:00	*
	R5: 00:00~06:00	P4
주변 소음	R6: 40dB 이하	P6
	R7: 41dB~69dB	*
	R8: 70dB~79dB	P7
	R9: 80dB 이상	P3, P4, P8

표 2 객체와 허가 할당의 예

객체	허가	
휴대폰 단말기	P1	전원 종료
벨소리 (벨소리 모드)	P2	벨
	P3	진동
	P4	무음램프
MP3 플레이어	P5	Play
	P6	Volume down
	P7	Volume up
	P8	Stop
카메라 모듈	P9	Off
	P10	On

• 소음: 사람의 일상 대화는 60dB, 지하철 혹은 시끄러운 공간은 80~90dB이고, 85dB을 넘기면 사람에게 불쾌감을 주는 소음공해라고 한다. 이를 토대로 주변 소음이 40dB이하일 경우 휴대폰 스피커의 볼륨을 줄이고, 주변 소음이 70dB 이상일 경우 볼륨을 높여준다. 그리고 80dB을 넘기면 주변 소음으로 인해 소리를 들을 수 없으므로 벨소리는 진동이나 무음 램프의 허가로, MP3 플레이어는 꺼지는 허가로 바뀐다. 볼륨 조절이 가능한 경우는 MP3 플레이어를 제어할 수 있는 모드이며 따라서 재생(play) 및 정지(stop) 허가가 기본적으로 가능하다.

위와 같이 설정했을 경우 위치, 시간, 주변 소음 등의 상황에 의해 주체는 여러 가지 역할을 배정받는 경우가 있을 것이고, 따라서 하나의 객체에 대해 여러 개의 허가가 할당될 수 있다. 이러한 경우에는 낮은 번호의 허가를 우선으로 갖게 된다. 즉, P1 허가가 주어졌을 때는 무조건 수행되도록 한다. 예로, 새벽 2시에 주변 소음이 80dB이상인 병원에 들어갔다고 하자. 그러면 R3, R5, R9의 역할을 가지게 되고 그에 따른 허가는 P1, P3, P4, P8이 된다. 이때 P1이 다른 허가들보다 높은 우선권을 가지게 되어 휴대폰의 전원이 자동 종료된다.

또 다른 예로, 사람이 회사에 출근하면서 휴대폰의 MP3 음악을 들으며 조용한 사무실에 들어갔다고 하자. 이때는 R2, R4, R6의 역할을 가지게 되고 P3, P4, P9, *, P6의 허가를 갖는다. P3과 P4는 벨소리에 관한 허가로, 진동이나 무음램프의 모드 중 한가지를 사용할 수 있으며 우선적으로 진동모드로 바뀌게 된다. P6는 MP3 플레이어에 대한 허가이고 P9는 카메라에 대한 허가이다. 즉, MP3 플레이어의 볼륨은 자동으로 감소되며, 카메라 모듈의 기능을 사용할 수 없게 된다.

본 논문에서 동적인 역할기반 접근제어 기법을 적용하고 있어, 새로운 상황정보에 따른 접근제어를 추가하는 것은 어렵지 않다. 예로, 현재 사용 가능한 메모리 혹은 배터리 양에 따라 재생할 수 있는 콘텐츠의 사용을 제한하거나, 배터리 소모를 줄이기 위해 주변의 밝기 정도에 따라 LCD 화면의 밝기를 제어하는 것(키ллер에서 흑백 화면으로 변환하는 것 포함)을 본 모델에 추가하는 것도 가능하다. 이 외에 무선이 유선보다 보안에 취약하기 때문에 무선 단말기에서는 서버에 있는 주요 기밀 자원의 접근을 제한하는 것도 고려할 수 있다.

3.3 제어 정책 표현

벨소리 모드와 모바일 단말기 등의 두 객체들에 대해, 위치와 시간 정보에 따른 주체의 역할과 그에 대응하는 허가를 할당하는 정책이 그림 4에 나타나 있다.

정책표현에서 s는 주체, o는 객체, r은 허가권을 나타내고, ATT(s)는 주체의 위치와 시간 등의 정보로 주체의 속성을 나타낸다. curAREA는 GPS(Global Positioning System)나 LBS(Location Based System)를 이용한 현재의 위치 정보를 나타내고 curT는 현재의 시간 정보를 나타낸다.

HighSensitiveAREA는 R3 역할에 대응되는 위치로 휴대폰 전원이 꺼지게 되며, SensitiveAREA은 R2 역할에 대응되는 위치로 진동이나 무음 모드를 선택할 수 있다(표 1 참조, MP3 플레이어 및 휴대폰 모듈에 대한 정책 표현은 생략). PublicAREA는 일반 지역으로 벨소리, 진동, 무음램프 등 모든 모드를 사용할 수 있다. 새벽 0시부터 6시까지 NightT으로 표현되어 무음램프의 허가만을 가지게 되고, 그 외 시간인 DayT에는 모든 허가를 가지게 된다.

상황정보에 맞는 허가의 조건 검사는 getCon()에서

curAREA : GPS(Global Positioning System)나 LBS(Location Based System)을 이용한 현재의 위치
curT : 현재시간

PublicAREA = {*}
SensitiveAREA = {영화관, 도서관, 회사}
HighSensitiveAREA = {시험장, 병원, 기내}
NightTime = {00:00 ~ 06:00}
DayTime = {06:00 ~ 24:00}

Mobilephone : 0 → {Power off}
Ringtone : 0 → {Ring, Vibration, LampMute}

ATT(s) = {PublicAREA, SensitiveAREA, HighSensitiveAREA, NightT, DayT}
ATT(o) = {Ringtone, Mobilephone}

$$getCon(s, o, r) = \begin{cases} \exists Ringtone(o), & \text{if } (curAREA \in PublicAREA); \\ Ringtone(o) \rightarrow Vibration \vee Ringtone(o) \rightarrow LampMute, & \text{if } (curAREA \in SensitiveAREA); \\ Mobilephone(o) \rightarrow Poweroff, & \text{if } (curAREA \in HighSensitiveAREA); \\ \exists Ringtone(o), & \text{if } (curT \in DayT); \\ Ringtone(o) \rightarrow LampMute, & \text{if } (curT \in NightT). \end{cases}$$

allowed(s, o, r) = preConChecked(getCon(o, r))
stopped(s, o, r) = \neg onConChecked(getCon(o, r))

그림 4 정책 표현

수행하게 된다. preConChecked()는 주체가 객체에 접근하기 위한 권리를 부여 받기 전에 조건이 맞는지 확인하여 그에 따른 허가를 준다. onConchencked()는 권리를 받고 접근하여 서비스를 실행하고 있는 중에도 변화되는 상황정보를 수집하여 그에 따른 허가를 사용하는지를 확인한다. 만약 상황에 맞지 않는 허가를 사용하면 서비스를 멈추고 다시 상황정보에 맞는 허가를 주게 된다.

3.4 제안 모델의 평가

이제까지의 사용제어 모델(UCONABC 등)은 전통적인 접근제어(DAC, MAC, RBAC 등), 신뢰관리, DRM 등을 모두 수용하는 하나의 통합 프레임워크로 통합하는 것에 초점을 두었으며, 그 모델을 쉽게 표현할 수 있음을 강조하였다. 그러면서, 신뢰 속성(trusted attributes)을 제공하기 위한 아키텍처 및 메커니즘은 개방된 상태로 남겨두었다[10]. UCON 모델은 '데이터 제공자'(data provider)와 '데이터 소비자'(data consumer)가 동일 기계에 존재하는 것을 가정하며, 유비쿼터스 컴퓨팅 응용들을 고려하지 않았다[11].

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자(주체)와 사용자간, 사용자와 서비스간의 관계는 사용자와 서비스가 갖는 허가에 따라 자주 변하기 때문에 상황 정보에 대한 동적인 접근제어 및 구조 결정이 필요하다. 이전에도 상황에 따라 자원에 대한 접근을 제어하는 연구들이 수행되었다. 전통적으로 보안구조는 비교적 정적인 요구사항을 가정하고 있으며, 접근제어 결정은 환경조건의 상황에 따라 변화하지 않았다. 즉, 기존의 RBAC은 정적인 보안모델로 상황에 따라 접근제어가 변경되지 않으며 동적인 환경의 변화를 반영할 수 없었다. 이를 해결하기 위해 GRBAC(Generalized RBAC) 모델이 제안되었으며, 환경 역할 등을 추가하여 시간(상황)에 따른 접근제어를 수행할 수 있게 하였다[12]. 그러나 기본적으로 RBAC 모델은 서버중심의 중앙집중식 접근제어 기법으로 개별 단말기를 사용하는 개별 클라이언트들에 대한 접근제어 기법은 제공하지 못하고 있다.

대부분의 위치정보 시스템은 사용자의 희망과 관계없이 사용자의 위치 정보를 공개하고 있으며, 이러한 문제는 개인의 프라이버시 문제를 안고 있다. 미국 벨 연구

소에서는 모바일 및 유비쿼터스 환경에서 사용자 위치 정보를 공개하면서 프라이버시 문제를 해결할 수 있는 PCP(Privacy-Conscious Personalization)를 개발하였다. PCP는 사용자에게 대한 시간, 장소 등의 다양한 조건을 고려하여 정보를 공개할지 여부를 결정한다[13]. 이외에도 위치정보 프라이버시에 대한 연구들이 이루어지고 있으며, 이들은 모두 개인 정보를 보호하는데 중점을 두고 있다[11,13,14].

본 논문에서는 휴대 단말기를 위한 상황인식 기반의 사용제어 모델을 제안하였다. 본 연구에서 보안 정책이나 규칙을 적용하는 기준으로 공공의 안전 및 이익을 먼저 고려하고, 그 다음 휴대폰 사용자 개인의 편의나 이익을 고려하였다. 즉, 병원이나 항공기 내부 등과 같이 공공의 이익이 우선시되는 상황에서는 개인의 프라이버시 보다는 다수의 안전을 위해 사용자의 자원 사용을 제한하며, 일반적인 상황에서는 사용자의 편의와 이익을 증진시키는 방향으로 자원 사용을 제어한다. 이를 위해 사용제어 기법을 도입하여 서버 시스템뿐만 아니라 개별 클라이언트 단말기들의 객체들에 대한 접근을 동적인 상황에 맞게 제어 가능한 새로운 모델을 제안하고 구현하였다.

4. 시스템 구현 및 성능 평가

4.1 시험 환경

본 논문에서 제안하는 모델의 클라이언트 시스템을 구현하기 위해 휴대폰 대신 휴대폰과 비슷한 사양을 가진 한백전자의 EMPOS-II라는 임베디드 보드를 사용한다. 표 3은 일본 노키아의 WiFi 폰과 EMPOS-II 보드의 사양을 비교한 것이다. 임베디드 보드에 Linux 9.0 버전의 Linux-2.4.10 커널을 설치(porting)하고 MP3 파일을 재생시키기 위해 madplay라는 프로그램을 이식했다. 또 위치정보를 수집하기 위해 GPS 모듈을 장착하였다.

4.2 시스템 설계 및 구현

구현된 프로토타입 시스템의 구조가 그림 5에 나타나 있다. 상황 에이전트가 위치와 시간, 주변소음에 대한 상황정보를 수집하고 분석하여, 상황이 변할 때마다 정책에 맞게 벨소리와 휴대폰 단말기에 대한 사용제어를 수행한다.

표 3 EMPOS-II 보드와 WiFi 폰 사양 비교

사양	종류	EMPOS-II	WiFi 폰 (SGVP:SandgateVP)
CPU		Intel Xscale PXA255 400Mhz	Intel Xscale PXA270 530Mhz
Flash Memory		32Mbyte	128Mbyte
RAM		128Mbyte	64Mbyte
LCD		6.4인치 컬러 TFT LCD	2.2인치 TFT LCD
그 외		스피커, madplay, GPS 설치	

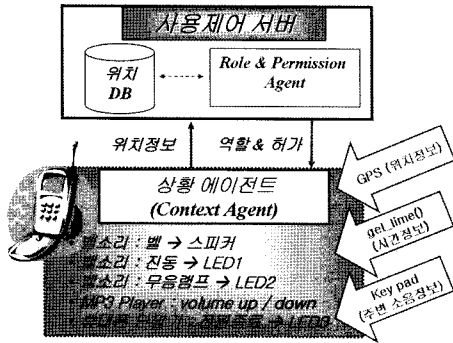


그림 5 프로토타입 시스템 구조

시간정보는 get_time() 함수를 이용하여 시스템 자체의 시간을 읽어 이용한다. 위치정보는 보드에 설치한 GPS 모듈을 통해 위성으로부터 경도, 위도, 고도에 대한 좌표 수치를 주기적으로 전달 받는다. 전달 받은 좌표 값을 이용하여 주체가 현재 어느 건물에 들어가 있는 지를 확인하기 위해서는 지리 정보 DB(데이터베이스)가 필요하다. 휴대폰과 같이 제약된 환경에서는 대용량의 DB를 유지할 수 없으므로 별도의 'DB 서버'(사용제어 서버)를 두어 현재의 위치를 파악한다. 즉, 상황 에이전트는 GPS를 통해 좌표 정보를 받아 사용제어 서버에게 넘겨준다. 사용제어 서버는 현재 좌표에 따른 위치를 파악하고, 그 위치에 대응하는 역할과 허가를 결정하여 상황 에이전트에게 다시 전달한다. 상황 에이전트는 서버로부터 받은 정책에 기반하여 벨소리나 휴대폰, MP3 등의 사용을 제어한다.

주변소음 측정기능을 프로토타입 시스템에서는 키패드를 이용하여 구현하였다. 1번 키패드가 눌러지면 주변 소음이 40dB, 2번 키패드가 눌러지면 주변소음이 70dB, 3번 키패드가 눌러지면 주변소음이 80dB을 나타낸다고 가정하였다. 따라서 각 키패드가 눌러지면 현재의 주변 소음 정도가 바뀌는 뜻한다. 40dB일 경우 MP3의 볼륨을 줄이며, 70dB일 경우는 볼륨을 높이고, 80dB이면 벨소리를 진동모드로 전환하고 MP3 플레이어를 끄도록 구현하였다. 즉, MP3 플레이어는 키패드를 통해 받은 주변 소음정보로 직접 플레이어의 볼륨을 조절한다. 실제 휴대폰 환경에서는 소음을 측정하기 위한 센서 모듈을 사용하는 것이 바람직하다.

임베디드 보드에서 벨소리는 스피커를 통해 재생되나, 휴대폰과 다른 벨소리 모드를 표시하기 어렵기 때문에 프로토타입 시스템에서는 보드의 LED를 통해 이를 확인한다. 즉, 진동은 스피커를 멈추고 LED1로 표시한다. 무음램프는 LED2로, 전원종료는 LED3으로 각각 표현하였다.

4.3 성능평가

상황정보의 종류에 따라 프로토타입 시스템의 객체들을 사용제어 하는데 걸리는 평균 시간을 측정한 결과가 표 4에 나타나 있다. 상황정보의 변화가 발생했을 때를 시작시간으로 설정하고, 상황정보에 맞는 역할과 허가를 받는다. 그 후 이를 실제 적용하여 사용제어가 완료되었을 때를 종료시간으로 설정하고 그 간격을 측정하였다.

표 4 다양한 상황정보에 따른 제어 시간

고려한 상황 정보	수행 시간(us)
소음	327
시간	2,957
위치	328,413
시간 + 소음	3,150
소음 + 위치	328,809
시간 + 위치	330,481
시간 + 소음 + 위치	331,941

측정된 수행 시간을 보면 소음 정보에 따른 사용제어 시간이 짧게 나타나고, 위치 정보에 따른 사용제어 시간이 많이 소요됨을 확인할 수 있다. 소음과 시간 정보의 경우, 모바일 단말기의 상황 에이전트가 정보를 직접 수집하여 역할과 허가를 적용한다. 이때 시간 정보는 get_time() 함수를 이용하여 수집되고 소음 정보는 키패드를 통해 얻어진다. 따라서 소음은 시간과 달리 정보수집의 시간이 포함되지 않아 수행시간이 적게 나옴을 볼 수 있다. 위치정보는 상황 에이전트가 서버에게 좌표 값을 전송하고, 서버는 그 좌표에 대응되는 현재의 위치를 파악한 다음 그에 따른 허가를 결정하여 다시 상황 에이전트에 보내준다. 상황 에이전트는 서버로부터 받은 허가정보에 근거하여 객체들의 사용을 제어함으로써 시간이 많이 걸림을 알 수 있다. 임베디드 보드에서 전체적으로 시간, 소음, 위치 등의 세가지 상황정보를 동시에 발생하여 사용제어를 수행하기까지 약 0.3초가 소요되었다. WiFi 폰의 경우 본 논문에 사용된 보드보다, RAM 용량은 작지만 성능이 더 좋은 CPU, 용량이 더 큰 플래시 메모리를 사용하기 때문에 제안된 모델을 실제 적용하는데 문제가 없을 것이라고 판단된다.

5. 결론

2006년 우리나라 전체 인구의 4,800만 명중 4,000만 명 이상이 이동통신에 가입되어 있다. 그리고 AFP 통신에 따르면 현재 세계 휴대폰 사용인구는 20억 명을 훨씬 넘어설 전망이다. 휴대폰의 기능도 단순 전화통화뿐만 아니라 멀티미디어 데이터를 생성하고 관리하고 저장하는 도구로 발전하였다. 이로써 보다 많은 정보를 수집하고 처리할 수 있는 형태로 진화하고 있다. 이러한 발전과 동시에 휴대폰을 악용하거나 휴대폰으로 인한 피해사례

가 점점 늘고 있다. 즉, 휴대폰의 전자파로 인한 의료가 오작동, 휴대폰에 의한 회사기밀 유출, 시범부정사건에 휴대폰을 악용하는 등의 사례가 늘고 있다.

본 논문은 모바일 환경에서 시간, 장소, 소음 등과 같은 상황정보에 따라 모바일 콘텐츠 및 모바일 단말기에 대한 접근 및 사용을 제어함으로써 휴대폰 악용 사례를 예방할 수 있는 모델을 제안하였다. 예로, 병원이나 항공기 내에서는 휴대폰의 전원을 끄고, 도서관이나 극장 등의 공공 장소에는 휴대폰 벨소리를 진동이나 램프무음으로 전환하고, 회사 내에서는 카메라 모듈을 끄게 하였다. 특정 시간 대에도 벨소리 모드에 대한 사용을 제어하며, 주변 소음에 따라서 스피커의 볼륨을 줄이거나 크게 할 수 있게 하였다.

향후에는 남아있는 배터리 량에 따른 LCD의 밝기 조절, 재생되는 콘텐츠 제한, 기지국과 통신 서비스 제한, 그리고 휴대폰 사양에 따른 보안 등급 조절 등 상황에 기반한 다양한 휴대폰 서비스에 대한 접근/사용을 제어하는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 남기창, 김덕원, "각종 휴대용 전화기가 의료기기에 미치는 영향 및 의료기기 오동작 감소를 위한 대책", KEES 제3회 전자장의 생체영향에 관한 워크숍, 1999.7.8.
- [2] Bil Schilit, Norman Adams, and Roy Want, "Context-Aware Computing Applications," Proceedings of the Workshop on Mobile Computing System and Applications, pp. 85-90, 1994.
- [3] Harry Chen, Tim Finin, and Anupam Joshi, "An Intelligent Broker for Context-Aware Systems," Adjunct Proceeding of Ubicomp 2003, pp. 12-15, Oct. 2003.
- [4] Anind K, Daniel Salber, and Gregory D. Abowd, "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 in the Human-Computer Interaction(HCI) Journal, Vol.16(2-4), pp. 97-166, 2001.
- [5] David F. Ferraiolo, Ravi Sandhu, and Serban Gavrila, "Proposed NIST Standard for Role-Based Access Control," ACM Transactions on Information and System Security, Vol. 4, No.3, pp. 224-274, August 2001.
- [6] Ravi Sandhu, Edward J. Coyne, Hal L. Feinstein and Charles E. Youman, "Role-Based Access Control Models," IEEE Computer, Volume 29, Number 2, pp. 39-47, 1996.
- [7] Guangsen Zhang and Manish Parashar, "Dynamic Context-aware Access Control for Grid Application," The Fourth International Workshop on Grid computing 2003, pp. 101-108, 2003.
- [8] Jaehong Park and Ravi Sandhu, "The UCONABC Usage Control Model," ACM Transactions on

Information and System Security, Vol.7, No.1, pp. 128-174, 2004.

- [9] Xinwen Zhang, Francesco Parisi-Presicce, Ravi Sandhu, and Jaehong Park, "Formal Model and Policy Specification of Usage Control," ACM Transactions on Information and System Security, Volume 8, pp. 351-387, 2005.
- [10] 김경중, 조성배, "상환인지 휴대폰 기술개발 동향", IITA주간기술동향, pp. 26-33, 2007.1.24.
- [11] Manuel Hilty, Alexander Pretschner, Christian Schaefer, and Thomas Walter, "Usage Control Requirements in Mobile and Ubiquitous Computing Applications," International Conference on Systems and Networks Communication (ICSNC'06), pp. 27, 2006.
- [12] 정목동, "상황 인식 보안에 관한 고찰", 정보보호학회지, 제16권 제2호, pp. 37-45, 2006.4.
- [13] 이동혁, 송유진, "Context-Aware 환경에서의 위치정보 프라이버시 연구동향", 정보보호학회지, 제15권 제5호, pp 100-112, 2005. 10.
- [14] Xiaodong Jiang and James A. Landay, "Modeling Privacy Control in Context-Aware Systems," IEEE Pervasive Computing, Vol.1, No.3, pp.59-63, July-September, 2002.



장 혜 영

2003년 단국대학교 이과대학 전산통계학과 학사. 2005년 단국대학교 컴퓨터과학 및 통계학과 석사. 2007년 단국대학교 정보컴퓨터학과 박사과정수료. 관심분야는 컴퓨터 보안, 임베디드 시스템, DRM, Obfuscation



노 진 옥

2005년 단국대학교 정보컴퓨터학과 학사. 2007년 단국대학교 정보컴퓨터학과 석사. 관심분야는 컴퓨터 보안, Obfuscation



조 성 제

1989년 서울대학교 컴퓨터공학과 학사
1991년 서울대학교 컴퓨터공학과 공학석사
1996년 서울대학교 컴퓨터공학과 공학박사.
1996년~1997년 서울대학교 컴퓨터신기술연구소 연구원.
2001년~2002년 미국 University of California, Irvine 객원연구원.
1997년 3월~현재 : 단국대학교 정보컴퓨터학부 부교수. 관심분야는 컴퓨터 보안, 시스템 소프트웨어, 실시간 시스템, 임베디드 시스템 등