DBpia

논문 15-40-05-10 The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences '15-05 Vol.40 No.05
http://dx.doi.org/10.7840/kics.2015.40.5.851

가로등 인프라를 활용한 안전한 스마트 방범 시스템

차 정 화◆, 이 주 용*, 이 지 훈°

Secure Smart Safety System Using Streetlight Infrastructure

Jeong-hwa Cha◆, Ju-Yong Lee*, Ji-hoon Lee°

요 약

최근 빈번한 사고로 인해 국민들의 '안전 의식'이 고조되면서 재난안전 및 응급조치와 관련한 어플리케이션들이 관심을 모으고 있다. 이에 따라 기존의 다양한 사물들에 인터넷을 결합하는 IoT(Internet of Things) 또한 큰 관심사로 여겨지고 있으며, 이러한 IoT 기술을 활용한 방범 서비스 어플리케이션이 개발되고 있다. 하지만, 기존의 방범 시스템 서비스용 어플리케이션들은 단순한 사용자 위치 정보를 파악하는 수준에서 구현되어 있으며 어플리케이션이 독립적으로 실행되기 때문에 안전사고에 유연하게 대처하지 못하는 문제가 발생한다. 본 논문에서는 사용자 위치 정보 및 다양한 센서 정보를 활용하여 위험상황을 감지하고, 가로등 제어 모듈과의 통신을 통하여 보다 안전하고 효율적인 방범 서비스를 제공할 수 있는 스마트 방범 서비스 구조를 제안한다. 또한, 비인가 사용자로 인한 오작동을 회피하기 위해 사용자 단말의 고유 정보를 이용한 통신 구조를 제안한다.

Key Words : Mobile safety, Risk detection, Secure application, Streetlight communication, UDID based secureness

ABSTRACT

As crime has actually increased in recent years, various mobile applications related to safety and emergency measure have received much attention. Therefore, IoT (Internet of Things) technologies, which connect various physical objects with Internet communication, have been also paid attention and then diverse safety services based on IoT technologies have been on the increase. However, existing mobile safety applications are simply based on location based service (LBS). Also, as they are independently operated without the help of another safety systems, they cannot efficiently cope with various safety situations. So, this paper proposes the efficient smart safety service architecture with both the risky situation detection using user location as well as various sensing information and the risk congruence measure using the streetlight infrastructure. Additionally, UDID (unique device identifier) is utilized for the secure communication with the control center.

Ⅰ. 서 론

2014년 국내 스마트폰(Smart Phone) 가입자는 4,000만 명으로 전체 5,720만 명의 이동전화 서비스 가입자 수의 대부분을 차지하고 있으며 각종 기술의 발달로 그 비중에 날로 높아지고 있는 추세이다[1]. 그에 따라, 스마트폰 및 부가 기능을 활용한 다양한 모바일 어플리케이션이 출시되고 있다. 한편, 최근 국내에서 각종 범죄와 안전사고로 인한 인명 피해가 급증함에 따라 안전과 관련된 모바일 어플리케이션 개발

◆ First Author : Dept Of Information and Telecommunication Engineering, Sangmyung University, cjh_0626@naver.com, 학생회원
° Corresponding Author : Dept. Of Information and Telecommunication Engineering, Sangmyung University, vincent@smu.ac.kr, 정회원
* Dept Of Information and Telecommunication Engineering, Sangmyung University, goal0208@naver.com, 학생회원
논문번호 : KICS2015-03-068, Received March 23, 2015; Revised April 23, 2015; Accepted April 23, 2015

www.dbpia.co.kr

이 주목을 받고 있다[2-5]. 본 논문에서는 범죄와 안전사고에 대한 불안감을 해소하기 위해 스마트폰과 가로등을 활용하는 안전한 서버 통신 기반의 스마트 방범 시스템을 제안한다. 본 스마트 방범 시스템은 프라이버시 제공과 효율적인 방범 서비스 제공을 위해 스마트폰에 장착된 GPS와 각종 임베디드 센서로부터 얻어진 사용자 위치 정보 및 사용자 인증 정보를 활용한다. 또한, 사용자 정보의 지속적인 위치 정보 업데이트에 따른 정보 유출과 제어 메시지 오버헤드 문제를 해결하기 위한 효율적인 정보 전달 방법을 제안한다. 특히, 스마트폰의 센서를 이용하여 어플리케이션 사용자의 위험을 제안 시스템이 스스로 감지하고 일정 시간동안 응답이 없게 되면 제어센터와의 통신을 통해 자동 신고 및 지인에게 메시지나 알림을 보내고 사용자의 주변에 위치하고 있는 사람들에게 위험한 상황을 알려 사용자의 안전을 보장하도록 설계되었다.

스마트폰과 통신하는 제어센터는 인증된 사용자만이 본 스마트 방범 시스템을 구동할 수 있도록 설계한다. 제어센터는 사용자의 위치정보 및 센서 정보를 이용하여 데이터베이스에 저장되어 있는 가로등의 위치 정보와 가로등의 ID를 분석한 후, 사용자 위치로부터 가장 근접한 가로등을 제어하여 사용자의 위험이 주변에 알려지도록 한다. 기존의 방범 서비스용 어플리케이션들이 사용자 위치 정보에 기반하여 수동적으로 지인들에게 공지하는 대응 방법들만을 사용하고 있는 반면에, 본 제안된 시스템은 능동적으로 즉각 위험에 대응할 수 있도록 설계되었다.

Ⅱ. 관련 모바일 어플리케이션

범죄 예방을 위한 기존의 모바일 어플리케이션의 유형은 크게 안심형, 호신형, 방범형 3가지 범주로 나뉜다. 안심형은 간단한 조작만으로 작동하며 자신의 위치 정보를 미리 설정해놓은 지인에게 주기적으로 전달하거나 112, 119등의 응급 연락처로 신고하는 기능을 가지고 있다. 이러한 형태의 어플리케이션으로는 '스마트 안전귀가' 등이 있다. 호신용 어플리케이션 방식으로써, 스마트폰의 스피커나 다양한 장치들을 이용하여 위험을 주변에 알려 타인의 도움을 받을 수 있는 환경을 만들어 주며 대표적인 형태의 어플리케이션으로는 '호신용 사이렌' 등이 있다. 즉, 위급한 상황을 응급 연락처에 알리는 것과 달리 위험 상황을 주변에 알리는 기능에 초점을 맞추고 있다[6]. 방범형 어플리케이션들은 위급한 상황 및 도움이 필요한 상황을 알리는데 유용하다. 하지만 갑작스러운 위험 상황 회피 및 대처를 위한 보다 실질적인 정보 제공에는 제한적이다. 즉, 위험 상황에 처한 사용자의 위치를 정확하게 파악하기 위해서는 지속적인 정보 교환이나 부가적인 정보를 필요로 하게 됨에 따라 기존 방법들은 효율적인 위험 상황 회피에 다소 제한적이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 스마트폰을 이용한 위치 정보와 기간시설의 하나인 가로등 시스템을 스마트 시스템으로 활용함으로써 보다 효율적이고 실질적으로 위험 상황에 대처할 수 있도록 구현한다.

Ⅲ. 안전귀가 시스템 설계

본 장에서는 가로등과의 통신을 활용한 스마트 방범 시스템의 설계 방안을 제시한다. 제안하는 스마트 방범 시스템은 사용자를 식별하고 가로등을 제어하는 제어센터, 사용자의 현재 위치 및 각종 필요한 정보들을 제언 센터로 전달하는 모바일 어플리케이션, 그리고 가로등 통신 시스템으로 구성된다.

3.1 스마트 방범 어플리케이션

스마트 방범 어플리케이션의 핵심기능은 위치기반 서비스, 센서를 통해 수집된 정보를 활용한 이벤트감지, 그리고 정보를 제어센터에 전달하는 기능으로 크게 분류된다.

위치 기반 서비스: GPS 및 유무선 통신망을 통하여 제공받은 사용자의 위치 정보를 획득하고[7], 이를 이벤트 감지 시 주변 스마트 가로등 시스템과 제어센터로 전달하여 연관 동작을 수행할 수 있게 한다.

상황 감지 서비스: 스마트폰에 내재된 가속도 센서, 중력센서, 근접센서[8] 등을 통해 위험 상황을 자동 감지 및 예측한다. 즉, 센서정보의 조합을 통해서 응급상황 및 도움이 필요한 상황을 감지한다.

안전한 정보 전달: 위험 상황 감지 시, 사용자 위치 정보를 근간으로 사용자와 가장 근접한 스마트 가로등 시스템과의 안전한 정보 교환으로 위험 상황 회피 및 대응을 신속, 정확하게 처리할 수 있게 한다. 또한 사용자 위치 정보 유출에 따른 프라이버시 침해 상황 방지를 위해 제어센터와 정보를 교환하기 전에 사용자 인증 과정을 수행하게 한다. 이를 통해 인가된 사용자 여부를 식별할 수 있는 정보 교환을 선행한다. 이를 위해 등록된 스마트폰 기기의 UDID (unique device identification)와 사용자 인증 정보를 쌍으로 전달하여 안정성을 확보한다.

www.dbpia.co.kr

3.2 제어센터

제어센터는 어플리케이션이 전송한 위치 정보 데이터를 토대로 사용자 위치와 가까운 가로등으로 제어 정보를 전송하는 기능을 수행한다. 따라서 제어센터는 시스템의 악용을 방지하기 위하여 사용자 식별 및 위치기반 서비스를 이용하기 위해 사용자 정보 데이터를 분석하는 기능을 수행한다.

안전한 정보 교환을 위한 사용자 식별: 제안하는 스마트 방범 시스템은 사용자 기기의 UDID정보를 통해 사용자를 식별하여 허가된 사용자만 사용할 수 있도록 함으로써 시스템의 악용을 방지할 수 있다. UDID는 스마트폰의 고유정보로 디바이스 토큰을 제어센터와 공유한다. 즉, 어플리케이션에서 디바이스 토큰을 받아와 제어센터와 공유하여 사용하므로 시스템의 안전성을 보장한다. 스마트 방범 어플리케이션과 제어센터, 그리고 스마트 가로등 사이의 안전한 정보 교환을 위한 동작은 그림 1과 같다.

데이터 분석: 제안하는 스마트 방범 시스템은 사용자 위치 정보 데이터를 근간으로 가로등 제어가 수행되기 때문에 제어센터는 가로등의 위치 및 ID 정보를 갖고 있다고 가정한다. 이러한 가로등 정보와 사용자 위치 정보 데이터를 분석하여 사용자와 가장 근접한 스마트 가로등 시스템과의 통신 제어를 수행한다.

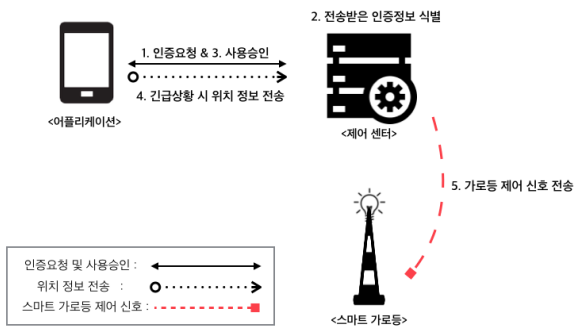


그림 1. 제어센터와 스마트 방범 어플리케이션간 안전한 정보 교환 절차
Fig. 1. Secure information exchange procedures between the Control Center and the Smart Safety Application

Ⅳ. 시스템 구현 및 분석

본 장에서는 제안한 스마트 방범 시스템의 효율성 검증을 위해 프로토타입으로 제작, 구현 및 적합성 분석을 수행한다. 스마트 방범 가로등 시스템은 아두이노 플랫폼을 기반으로 구현되었으며, 스마트 방범 어플리케이션은 안드로이드 운영 체제 4.3 젤리빈 버전 기반의 모바일 어플리케이션으로 상용 갤럭시 S3 (SHV-E210S)를 사용하여 구현하였다.

4.1 스마트 방범 어플리케이션의 구현

먼저 스마트 방범 어플리케이션의 레이아웃은 그림 2에서와 같이 지도 및 사용자의 이동경로를 표시하는 맵 프래그먼트(Fragment)와 위급한 상황을 알리는 'HELP'버튼, 안전귀가 모드를 실행 시키는 'START TRACKING' 버튼으로 구성되어 있으며 지도 관련 기능을 구현하기 위해서는 구글 맵 API v2를 사용하였다.

스마트 방범 어플리케이션의 전체적인 작동은 다음과 같다. 어플리케이션의 'START TRACKING' 버튼을 클릭하여 안전귀가모드를 실행하면, 사용자 식별정보인 UDID가 제어센터에 전달되고 제어센터는 인증과정을 수행한다. 제어센터는 사용자 인증 후, 해당 사용자에게 시스템 접근을 허가한다. 만약 인증에 실패하면 인증실패 메시지가 출력되며 해당 사용자는 어플리케이션을 사용할 수 없다. 제어센터로부터 인증을 받은 사용자는 스마트폰의 GPS를 이용해 사용자의 위치정보를 경도와 위도 값으로 얻어오며 그 정보를 가지고 이동경로를 추적하며 사용자의 이동경로를 맵 프래그먼트(Map Fragment)를 통해 보여준다. 또한

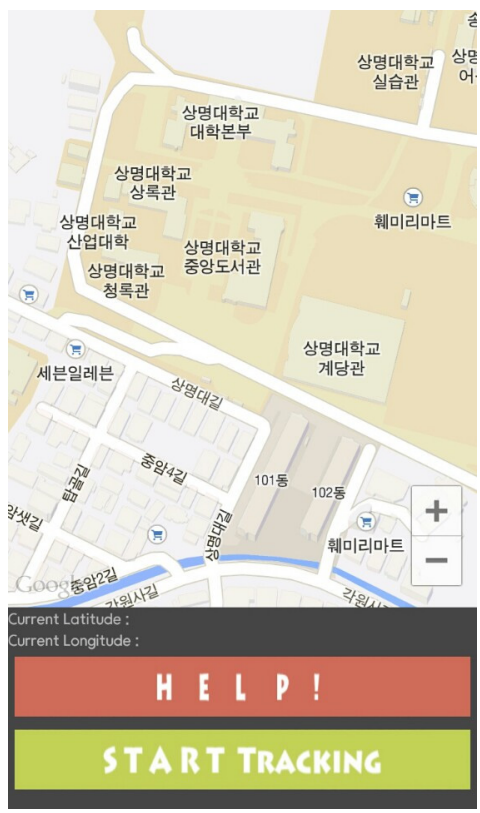


그림 2. 스마트 방범 어플리케이션 레이아웃
Fig. 2. Layout of the smart safe application

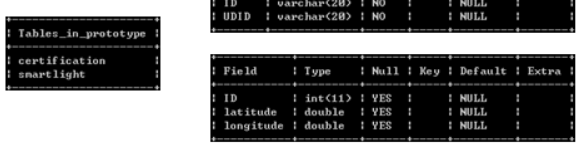
www.dbpia.co.kr

각종 스마트폰의 센서 값들을 이용하여 이상여부를 감지하며 이상여부가 감지되면 자동적으로 제어센터로 사용자의 현 위치를 전달하여 도움을 요청할 수 있으며 'HELP'버튼을 이용하여 수동적으로도 도움을 청할 수 있다. 하지만, 사용자의 위치 정보를 제어센터로 전송하게 되면 사용자의 이동경로를 예측할 수 있어 프라이버시 문제가 발생할 소지가 있으므로 실제로 본 논문에서 구현한 스마트 방범 어플리케이션에서는 위급한 상황이 발생하는 경우를 제외하고는 GPS에서 얻은 정보를 제어센터로 전송하지 않음으로서 프라이버시 문제의 발생 소지를 최소화 한다.

4.2 제어센터의 구현

제어센터는 인가된 사용자의 확인 및 가로등의 제어기능을 수행한다. 제어센터는 아파치를 이용하여 구현했으며 PHP (Personal Hypertext Preprocessor)을 이용하여 데이터베이스 관리 시스템인 MySQL을 연동했다. 또한, 사용자 인증 및 가로등을 관리하기 위해 데이터베이스를 구현하였다. 제어센터의 데이터베이스는 그림 3과 같이 인증정보 및 가로등의 아이디를 관리하는 테이블로 구성되어있다. 먼저 certification이라고 명명된 테이블은 인증기능과 관련된 ID와 UDID 필드를 가진다. ID필드는 추가적이 인증기능을 수행하기 위하여 만들어놓은 임시 필드이며 설계한 시스템에서는 사용자의 단말기 소유자를 식별하기 위한 식별자로 사용한다. UDID필드는 스마트 방범 어플리케이션으로부터 전달받은 기기고유의 식별코드들이 저장되어있다. 따라서 스마트 방범 어플리케이션이 인증 요청을 할 때 UDID필드의 저장된 값의 비교를 통해 사용인가 허가 여부를 결정하는데 사용한다.

smartlight이라고 명명된 테이블은 가로등을 관리하는 필드로 구성되어있다. ID필드는 스마트 가로등을 식별하기 위하여 사용되며 latitude와 longitude 필드는 스마트 가로등의 위도, 경도가 기록되어있다. 따라서 스마트 방범 어플리케이션으로부터 수신한 사용자로부터 받은 위치데이터를 기준으로 smartlight 테이블의 위도, 경도 필드 값들을 가지고 가장 가까운



Tables_in_prototype
certification
smartlight

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
ID	varchar(20)	NO		NULL	
UDID	varchar(20)	NO		NULL	

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
ID	int(11)	YES		NULL	
latitude	double	YES		NULL	
longitude	double	YES		NULL	

그림 3. 제어센터 데이터베이스의 테이블 및 필드
Fig. 3. Table and field of the Control Center database

스마트가로등을 선택하여 제어한다. 위의 과정동안 제안한 시스템은 제어센터를 근간으로 작동하기 때문에 사용자는 자신의 위치정보를 제어센터로 전송하므로 프라이버시 문제를 야기한다. 즉, 누군가가 악의 적으로 위치정보를 수집한다면 사용자의 이동경로를 파악할 수 있는 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 구현한 제어센터는 수신된 사용자의 위치정보를 저장하지 않고 처리 후 삭제하는 과정을 진행한다.

4.3 스마트 가로등의 구현

스마트 가로등은 아두이노 기반으로 구현했으며 제어센터로부터 수신 받은 제어 신호로 가로등의 불빛을 제어한다. 아두이노를 클라이언트로 설정하여 제어센터로부터 제어신호를 받으면 LED를 구동하도록 구현하였으며 구현의 편의상 제어센터와의 연결을 위하여 Ethernet 모듈을 이용하였다. 또한, 제안한 시스템을 넓은 지역에 적용시키려고 할 경우 WLAN 및 Zigbee를 활용할 수 있다. 즉, 제어센터로부터 아두이노가 제어신호를 수신하면 사용자와 가장 근접한 가로등을 불빛을 제어한다. 이를 구현하기 위한 시스템 구성도는 그림 4와 같다.

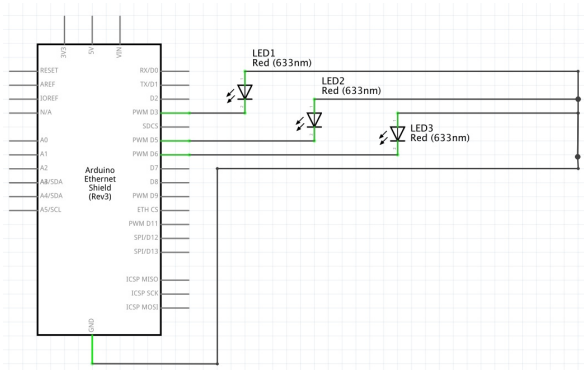


그림 4. 스마트 가로등의 시스템 구성도
Fig. 4. System block diagram of the Smart Streetlight

4.4 동작 테스트 및 분석

실제 동작 테스트를 위해 스마트 방범 어플리케이션 실행 후 실제 일정 구역의 이동을 통한 테스트를 수행했다. 테스트시나리오는 그림 5, 6과 같으며 특정 위치에서 제어센터에 도움을 요청하며 이후 스마트 가로등의 동작이 성공적으로 작동하는지 확인한다. 두 대의 스마트폰을 이용하여 실험을 진행하였고 Cha 아이디를 비인증 단말기로 설정하였고, Lee 아이디를 인증 단말기로 설정하여 인증시스템의 작동여부를 확인한다. 또한 가로등을 LED로 대체했기 때문에 각각의 LED를 가로등에 해당되는 ID, 위도 경도 값을 미

www.dbpia.co.kr

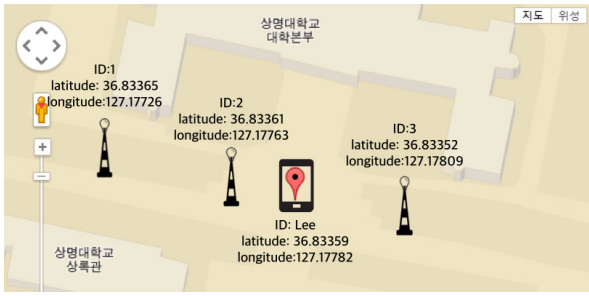


그림 5. 구현 시나리오
Fig. 5. Scenarios of implement

리 저장했다.

단말기가 어플리케이션을 실행시키는 순간 두 단말기 모두 자신의 ID와 UDID를 제어센터에 보낸다. 정보를 받은 제어센터는 certification이라고 명명된 테이블의 ID와 UDID 필드 값을 전송받은 데이터와 비교하여 인증 결과를 통보한다. 즉, ID: Lee는 ID 및 UDID가 제어센터의 데이터베이스에 존재하므로 사용이 가능하다. 반면에 ID: Cha를 가진 스마트폰은 존재하지 않으므로 사용이 불가능하다. 인증 과정을 마친 후 일정거리 이동 후 도움을 요청한다. 도움을 요청하는 순간 스마트 방범 어플리케이션은 현재의 자신의 위치정보인 위도: 36.83359, 경도: 127.11782가 제어센터로 전송된다. 제어센터는 smartlight이라고 명명된 가로등관리테이블을 가지고 있다. 테이블의 ID필드는 스마트 가로등을 식별하기 위하여 사용되며 latitude와 longitude 필드는 스마트 가로등의 위도, 경도가 기록되어있다.

제어센터는 단말기의 위도 경도 정보와 가로등의 위도, 경도 정보를 바탕으로 직선거리를 계산한다. 해당 사용자와 가장 근접한 가로등의 위치를 찾기 위해 두 지점의 위도 경도 정보를 활용하여 직선거리를 계산하는 google.maps.LatLng 클래스를 활용했으면 클래스에서 사용된 수식은 수식(1)과 같다. 따라서 수식(1)에 위도경도 값을 대입하여 두 위치간의 직선상의 거리를 구한다. Ma을 모바일 어플리케이션, Sl을 스마트 가로등이라고 하고 (1)의 공식을 이용하여 직선상의 거리를 구해 해당 사용자와 가장 근접한 가로등의 가장 가까운 곳의 가로등인 ID1을 찾는다.

cos-1(cos(rad(90-Ma의 위도))*cos(rad(90-Sl의 위도))
+sin(rad(90-Ma의 위도))*sin(rad(90-Sl의 위도)) (1)
*cos(rad(Ma의 경도-Sl의 경도)))*6371

그 후 제어센터가 가장 가까운 스마트 가로등인 ID1로 전송신호를 전달하면 그 전달신호를 받은 아두이노는 스마트 가로등의 불을 제어한다.

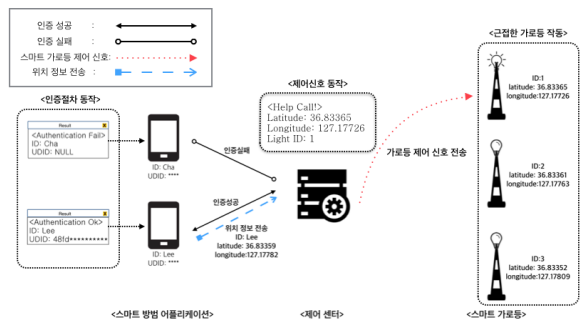


그림 6. 스마트 방범 시스템의 동작 과정 및 결과
Fig. 6. Operating processes and result of Smart Safety System

V. 결 론

본 논문에서 제안하는 스마트 방범 시스템은 다음과 같은 두 가지 특징을 갖는다. 먼저, 사용자 위치 정보 및 다양한 센서 정보를 활용하여 위험상황을 감지하도록 설계한다. 안드로이드의 위치기반서비스를 이용하여 사용자의 위치 정보를 받아오며 어플리케이션 내의 응급 상황을 알리는 버튼을 누르는 동작 뿐 만 아니라 스마트폰의 가속도 및 자이로센서를 사용하여 사용자가 버튼을 누르지 않아도 위험 상황을 감지하도록 한다. 두 번째로 위험상황 알림을 위해 제어센터와 스마트 가로등 시스템 간 안전한 정보 교환을 위한 방식을 제안한다. 즉, 스마트폰의 UDID를 이용하여 기등록된 사용자를 식별하며 응급 상황 발생 시 제어센터로 들어온 사용자 정보를 사용 후 바로 삭제되도록 설계한다. 위험 상황 통보 시 사용자의 위치정보 기반으로 제어센터에서는 사용자 위치에 가장 가까운 스마트 가로등 시스템을 제어하여 효율적인 방범 동작을 수행하게 한다. 이러한 모바일 어플리케이션과 서버기반 제어센터 그리고 새로운 통신용 가로등 시스템을 접목한 새로운 사용자 경험을 제공함으로써 위험에 대한 사용자의 두려움을 감소시켜 보다 편안한 삶을 제공할 수 있는 기초를 제공한다.

References

[1] M. S. Kang, *Wireless subscribers statistics*(2015), Mar. 16. 2015, from http://www.msip.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw4b&artId=1251095

www.dbpia.co.kr

[2] Y. H. Kim, J. B. Lee, Y. J. Kim, and D. K. Yoon, "An examination of the functions and usages of mobile applications for disaster and safety management in korea," *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, vol. 14, no. 1, pp. 247-255, Feb. 2014.

[3] S. J. Oh, S. J. Moon, and S. O. Choi, "Intelligence security and surveillance system in sensor network environment using integrated heterogeneous sensors," *J. KICS*, vol. 38, no. 7, pp. 551-562, Jul. 2013.

[4] S. Y. Hwang and S. H. Park, "A study on the methodology of positioning security CCTV cameras in multi-family housings – A study on the methodology of positioning fish-eye lens CCTV cameras -," in *Proc. KICS*, pp. 567-568, Daejeon, Korea, Nov. 2014.

[5] K. C. Park, S. T. Choi, and W. D. Cho, "The gait pattern Analysis using mobile Phone Accelerometer for Healing Care," in *Proc. KICS*, pp. 457-458, Yongpyeong, Korea, Jan. 2014.

[6] D. H. Shin and Y. M. Kim, "Activation strategies of the disaster public-apps in korea," *J. JKCA*, vol. 14, no. 11, pp. 644-656, Nov. 2014.

[7] J. Y. Ryu and T. S. Song, "Design and Implementation for Child Tracking System using GPS and WiFi under Android Environment," *J. KIICE*, vol. 18, no, pp. 1343-1349, Jun. 2014.

[8] Y. C. Lee and C. W. Lee, "Android Platform based Gesture Recognition using Smart Phone Sensor Data," *Smart Media J.*, vol. 1, no. 4, pp. 18-26, Dec. 2012.

차 정 화 (Jeong-hwa Cha)

2013년 3월~현재 : 상명대학교 정보통신공학과 학부과정

<관심분야> 모바일 어플리케이션, 네트워크 보안

이 주 용 (Ju-Yong Lee)

2010년 3월~2014년 2월 : 상명대학교 정보통신공학과 학사

2014년 3월~현재 : 상명대학교 정보통신공학과석사 과정

<관심분야> 미래인터넷, 네트워크 보안, Electric vehicle

이 지 훈 (Ji-Hoon Lee)

1998년 3월~2001년 8월 : 고려대학교 대학원 전자공학과 공학 박사

2001년 9월~2002년 3월 : 고려대학교 차세대인터넷 센터 Research fellow

2002년 4월~2012년 2월 : 삼성전자 종합기술원 전문 연구원

2012년 3월~현재 : 상명대 정보통신공학과 조교수

<관심분야> 미래인터넷, CCN, M2M, 네트워크 보안, Electric Vehicle

www.dbpia.co.kr