

전자 팔찌를 이용한 전자 출석부 · 어린이 보호 장치 시스템

문승진
수원대학교 IT대학 컴퓨터학과
(sjmoon@suwon.ac.kr)

김태남
수원대학교 IT대학 컴퓨터학과
(jipes@naver.com)

김판수
수원대학교 IT대학 컴퓨터학과
(kikapapy@gmail.com)

본 논문에서는 RFID 기반의 전자 팔찌를 이용한 전자 출석부 및 어린이 보호팔찌 시스템을 제안한다. 제안된 시스템에서는 임베디드시스템 기반의 RFID 기술을 응용한 전자 출석부가 필요하며, 위치 추적과 동시에 범인의 전자 팔찌와 반응할 수 있는 GPS 시스템이 있어야 한다. 또한 이동 통신 모듈을 이용한 RFID 전자 팔찌와 임베디드시스템 기반의 RFID 출입 통제 시스템이 필요하며 상황정보를 전송 받을 수 있는 스마트폰 등의 모바일 시스템이 있어야 한다. 이렇게 동시에 연동될 수 있는 장비와 시스템들을 융합하여 사용한다면 아이들이 안전하게 유치원이나 학교를 다닐 수 있을 것이다. 본 논문의 구성은 RFID 리더기와 임베디드시스템 기반의 전자 출석부(고정용 리더기) 및 출입 통제 시스템, RFID 태그와 리더기, GPS 및 이동 통신 모듈(CELL 방식)를 활용한 추적 시스템을 가진 전자 팔찌로 이루어져 있다.

논문접수일 : 2011년 08월 28일 게재확정일 : 2011년 10월 25일

투고유형 : 학술대회우수논문 교신저자 : 문승진

1. 서론

최근에 우리나라는 성 범죄를 줄이고 예방하는 차원에서 성 범죄자들에게 전자 팔찌 및 발찌를 채우는 제도를 도입 했다. 하지만 현재 일어나고 있는 아동 범죄 사건들 중 대부분은 아동 성폭행 범죄자들이 전자 팔찌나 발찌를 하고 있음에도 불구하고 범죄를 저지르고 있어 현 시스템으로써는 범죄를 막기에는 역부족이다.

<그림 1>은 미국의 성 범죄자 추적 시스템을 나타낸 그림이다. 파란색이 성 범죄자를 의미하는데 생각보다 많은수가 일상적인 생활을 하고 있다.

<그림 2>는 국내의 성범죄자 알림 사이트의 화면이다 위에서도 언급했듯이 성범죄자의 신상목록을 공개하는 것이나 전자 팔찌를 사용하고 있음에도 불구하고 범죄를 저지르고 있기 때문에 범죄의 예방차원에서 좀 더 신속하게 능동적으로 피해를 최소화 하는 방안이 필요하다.

이에 본 논문에서는 아이들의 안전과 보호자들의 성폭행 범죄에 대한 불안을 해소하고 전자 팔찌가 가지고 있는 여러 문제점들을 해결하기 위해 새로운 시스템을 제안한다. 기존의 전자 팔찌는 중대 범죄자에게만 착용하여 위치 추적, 위험 관리 등을 하기 위해 사용하였다. 하지만 이는 범죄자의

* 본 연구는 경기도의 경기도지역협력연구센터사업의 일환으로 수행하였음(GRRC수원 2011-B4, 실시간 상황대응을 위한 정밀 위치추적 시스템 연구).



<그림 1> 미국의 성범죄자 추적 시스템

고자 한다. 또한 학생의 출석 여부 확인, 위치 추적 등을 실시간으로 확인 할 수 있도록 하여 성범죄 뿐만이 아닌 납치등의 아동강력범죄로부터 범죄의 대상이 되는 아동들을 보호한다. 그리고 RFID 임베디드 전자 출석부, GPS 및 이동 통신 모듈을 이용한 전자 팔찌, RFID 임베디드 출입 통제 시스템, 스마트폰을 이용하여 보호자들이 수시로 아이의 위치를 파악 할 수 있도록 하는 시스템에 대하여 논하고자 한다.

2. 관련 연구

2.1 전자 팔찌 및 전자 발찌

전자 팔찌 또는 전자 발찌는 위치 추적 전자 장치 등을 이용하여 팔찌나 발찌 착용자의 위치나 상태를 감시하는 장치이다. 주로 한 번 이상 범죄를 저지른 사람에게 사용되며, 치매나 기타 보호받아야 하는 독거 노인들의 모니터링을 위해 사용하기도 한다.

우리 나라에서는 ‘특정 성폭력 범죄자에 대한 위치 추적 전자 장치 부착에 관한 법률(성 범죄자 전자 발찌법)’으로, 성폭력 범죄자의 재범을 막기 위해 2007년 4월 27일 법률을 공포하였고 2008년 9월 1일부터 도입되었다. 법무부가 현재 시행 중인 ‘위치 추적 전자 장치’는 인권 보호 차원에서 발목에 착용하는 전자 발찌라 할 수 있다.

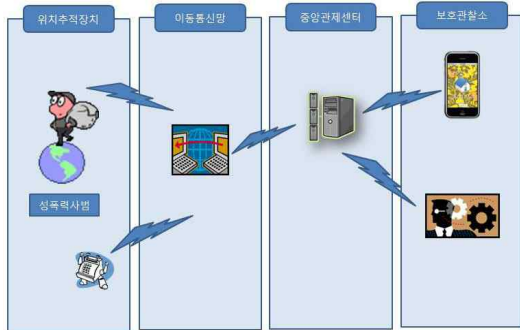
전자 발찌는 휴대용 추적 장치, 가택 감독 장치, 충전기 등의 장비로 구성되며 대상자의 위치를 24시간 추적할 수 있게 된다. 그리고 유치원이나 학교 등 성폭력이 일어나기 쉽거나 가능성이 높은 곳은 위험 지역으로 판단하여, 이 지역에 출입할 경우 중앙 관제 센터에 통보 된다. 또한 전자 발찌가 단말기와 떨어지거나 절단될 경우에도 중앙 관



<그림 2> 국내 성 범죄자 알림 사이트

위치등은 추적할 수 있지만 성 범죄의 대상이 되는 아동들을 보호할만한 방법이 없고 실제로 피해를 입는 사례가 발생하기도 했다. 따라서 본 논문에서는 LBS(Location Based Service) 및 USN(Ubi-quitous Sensor Network) 기술 기반의 전자 팔찌를 중대 범죄자와 상대적 약자인 학생(유아)에게도 착용하게 하여 위험한 상황을 지능적으로 감시하고 파악하여 아동 성 범죄를 미연에 방지하고, 또 범죄가 일어났을 경우 지능적인 범죄상황 판단으로 인하여 신속한 조치를 통해 피해를 최소화 하

제 센터에 통보가 되며 방수·충전 기능도 있다. 이러한 전자 팔찌의 적용 대상은 성폭력 범죄로 2회 이상 징역형을 받아 그 형기의 합계가 3년 이상인 자가 5년 내에 성폭력 범죄를 다시 저지른 때, 전자 팔찌를 부착한 전력이 있는 자가 다시 성폭력 범죄를 저지르거나 성폭력 범죄를 2회 이상 범해 상습적이거나 고의성이 인정 될 때 등이다.

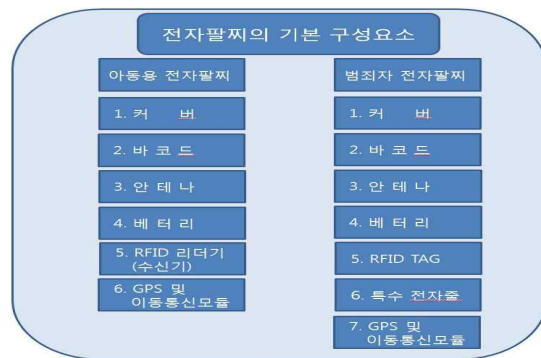


<그림 3> 전자 팔찌 시스템

전자 팔찌의 전체 시스템은 <그림 3>과 같다. 이런 성폭력 사범의 발목에 채워지는 전자 팔찌는 휴대용 추적 장치와 가택 감독 장치에 전자파를 발신해 피부 착자의 동일성을 확인하는 장치이다. 휴대용 추적 장치의 경우 위성 항법 장치(GPS)와 이동 통신망을 통해 피부 착자의 위치 정보를 중앙 관제 센터에 송신하는 기능을 한다. 또한 피부 착자의 가택에 설치되는 가택 감독 장치는 피부 착자의 재택 여부를 중앙 관제 센터에 알리는 기능이다.

위치 추적 절차는 성폭력 사범의 휴대용 추적 장치를 통해 위성 신호를 수신하면 위치 정보가 이동 통신망을 거쳐 서울 보호 관할소 내 중앙 관제 센터로 송신 되며, 중앙 관제 센터에서 해당 성폭력 사범의 특정 지역 출입 금지 및 외출 제한 등 준수 사항 위반 여부를 파악하는 단계를 거치게

된다. 그리고 센터에서는 추적 대상 사범 관련 정보를 보호 관찰관에게 전달하게 된다. <그림 4>는 전자 팔찌의 구성 요소이며 커버와 바코드, 안테나와 배터리 등으로 이루어져 있다



<그림 4> 전자 팔찌의 구성 요소

2.2 LBS(Location Based Service)

LBS(Location Based Service)란 사람이나 사물의 위치를 파악하고 이를 응용해 다양한 서비스를 제공하는 위치기반 서비스로 이것은 일반적으로 GPS를 통해 획득된 위치정보로서 경도와 위도 및 고도 등의 데이터를 활용한다. 최근에는 휴대폰이나 PDA 등 모바일 기기에 탑재되어 있는 GPS 모듈을 통해 이동 객체의 위치를 실시간으로 추적하여 정보화 화거나 구축된 정보를 다양한 분야에 서비스하는 연구가 진행 중에 있다. 위치정보를 얻기 위해 이동통신의 기지국을 이용하는 방법은 오차범위가 수 Km까지 차이가 날 수 있지만, GPS를 이용하면 수십m 범위내의 오차로 위치정보를 획득할 수 있는 장점이 있다. GPS로부터 얻을 수 있는 자료는 경도와 위도이지만 우리는 m로 환산한 거리 개념에 더욱 익숙한데 이를 위해서는 지도상에 나타난 경도나 위도를 가지고 두지점간의 거리를 m로 계산하는 방법이 필요하다. 본 논문에서

제안된 성범죄 예방 시스템에서는 이 LBS 기술을 응용하여 성범죄의 대상이 되는 아동이나 전자팔찌를 착용하고 있는 범죄자들의 위치를 실시간으로 추적하여 언제 생길지 모르는 아동 성범죄를 지능적으로 인식하고 판단하여 성범죄상황에서 능동적으로 대응할 수 있도록 한다.

2.3 유비쿼터스 센서 네트워크

USN(Ubiquitous Sensor Network)란 필요한 모든것에 전자태그를 부착하고 이를 통하여 사물의 인식 정보를 기본으로 주변의 환경정보까지 탐침하여 이를 실시간 네트워크에 연결하여 정보를 관리하는 것을 말하는 것으로 궁극적으로 모든 사물에 컴퓨팅 및 커뮤니케이션 기능을 부여하여 언제(anytime), 어디에서나(anywhere), 언제라도(anything), 통신이 가능한 환경에서 원하는 서비스들을 제공 받기 위한 것이다. 유비쿼터스 센서네트워크는 앞서 언급한 바와 같이 모든 곳에 컴퓨터가 내장되어 자유롭게 사용할 수 있으며 사람 자신이 네트워크와 통신 기능을 가진 소형 컴퓨터를 휴대하여 언제 어디서나 사용자 상황에 따라 변화하는 서비스를 제공함을 그 특징으로 한다. 나아가 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 센싱, 트래킹(위치추적, GPS 등)스마트 기능, 가상현실과 같이 물리공간의 전자화를 가능케 하며, 무선 인터넷 증강현실 기능을 통해 전자 공간의 물리 공간화를 동시에 실현한다. 현재 국내의 유비쿼터스 센서네트워크 기술은 체계적인 개발 계획 수립단계이며, 저주파 RFID IC 칩 및 리더모듈을 도입하여 도서관, 출입통제, 교통카드 등에 사용되고 있다. 본 논문에서 제안하는 시스템은 유비쿼터스 센서네트워크 기술을 응용하여 아동들의 출석여부와 하교길에서도 현재 아이가 어디에 있는지의 정보를 특별한 요청없이

도 부모들이 파악할 수 있고 더 나아가서 범죄상황을 지능적으로 감시하고 파악하여 인근 경찰서 등과의 연계를 통해 신속한 대응을 취할 수 있다.

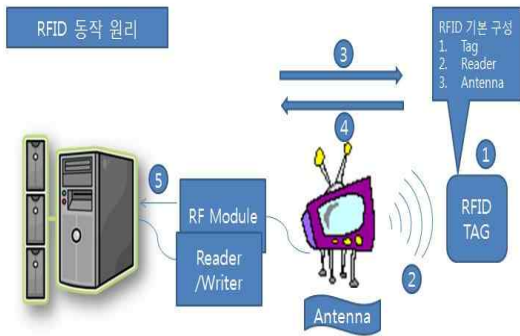
2.4 RFID(Radio-Frequency Identification)

RFID 기술이란 전파를 이용해 먼 거리에서 정보를 인식하는 기술을 말한다. 여기에는 RFID 태그(이하 태그)와 RFID 판독기(이하 판독기 or 리더기)가 필요하다.

태그는 안테나와 집적 회로로 이루어지는데 집적 회로 안에 정보를 기록하고, RFID Chip이 탑재되어 각각의 고유 번호를 가지고 있으며, 안테나를 통해 판독기에게 정보를 송신한다. 이 정보는 태그가 부착된 대상을 식별하는데 이용된다. 그리고 RFID가 바코드 시스템과 다른 것은 빛을 이용해 판독하는 대신 전파를 이용한다는 점이다. 따라서 바코드 판독기처럼 짧은 거리에서만 작동하지 않고 먼 거리에서도 태그를 읽을 수 있게 된다.

Tag의 기능은 3가지로 분류되는데 첫 번째 태그 제조 시 고유정보가 Write되어 정보 내용 변경이 불가능한 Read-only Tag가 있다. 두 번째 사용자가 데이터를 프로그램하며 프로그램 한 후에 변경이 불가능한 WORM Tag가 있다. 마지막으로 세 번째 태그는 몇 번이고 프로그램 및 데이터 변경이 가능한 Read/Write Tag가 있다.

안테나는 Tag를 활성화 시키기 위한 신호를 전달하기 위해 무선 주파수 전파를 사용한다. Tag가 활성화 되면 Tag는 가지고 있던 데이터를 안테나로 전송한다. 이 데이터는 대개 처리가 일어나는 PLC로 넘겨진다. 이러한 처리에는 문을 통과하는 정도의 단순한 것에서부터, 데이터 베이스가 연동된 판매 거래 행위처럼 복잡한 것에 이르기까지 다양한 것들이 포함된다.



<그림 5> RFID 동작원리

또한 리더기는 주파수 발신을 제어하고 태그로부터 수신된 데이터를 해독한다. 그리고 용도에 따라 고정형, 이동형, 휴대용으로 구분하고 안테나 및 RF회로, 변/복조기, 실시간 신호처리 모듈, 프로토콜 프로세서 등으로 구성되어 있다. 호스트는 한 개 또는 다수의 태그로부터 읽어 들인 데이터를 처리한다. 분산되어 있는 다수의 리더 시스템을 관리 하고 리더로부터 발생하는 대량의 태그 데이터를 처리하기 위해 에이전트 기반의 분산 계층 구조로 되어 있다.

RFID의 동작 원리는 루프 코일/안테나로 데이터 송수신이 이루어지는 형태로써, <그림 5>과 같이 전자 기장의 자기장에 반응하여 작동하며 다음의 방식으로 동작한다.

- ① Reader/Writer기기를 통해 Tag의 메모리에 정보 저장(암호화된 방식)
- ② 안테나 전파 영역 내에 Tag 진입
- ③ Tag의 칩에 전원 공급(passive RFID tag의 경우)
- ④ Tag의 메모리에 저장된 정보를 Reader기에 전송
- ⑤ Reader는 정보처리 시스템에 전달.

RFID 태그는 전원 공급을 위한 배터리 장착 유

무에 따라 크게 능동형 RFID 태그와 수동형 RFID 태그로 구분된다. 능동형 RFID 태그는 자체적으로 배터리를 장착한 것이고 그렇지 않은 것이 수동형 RFID 태그이다. 이 능동형 RFID 태그는 수동형에 비해 인식 거리가 길고 금속 물체에 적용이 용이하며 태그에 센싱 기능 추가가 용이한 장점이 있으나, 태그 단가가 비싸며 주기적으로 배터리를 교체하거나 충전해야 되는 단점이 있다.

또한 RFID를 동력 대신 통신에 사용하는 전파의 주파수로 구분하기도 한다. 낮은 주파수를 이용하는 LFID(Low-Frequency IDentification)는 120~140킬로 헤르츠(khz)의 전파를 쓴다.

HFID(High-Frequency IDentification)는 13.56 메가헤르츠(Mhz)를 사용하며, 그보다 한층 높은 주파수를 이용하는 장비인 UHFID(UltraHigh-Frequency IDentification)는 868~956메가 헤르츠 대역의 전파를 이용한다.

2.5 RFID 출입 통제 시스템

RFID 출입 통제 시스템은 통제 구역을 지정하여 출입이 제한된 사람은 들어오지 못하도록 막는 시스템이다. RFID Reader를 설치하여 출입이 허용된 RFID CARD를 가지고 있는 사람들을 RFID Reader Controller 시스템에 저장을 한 후 출입 시 검색하여 허가된 ID만 출입시키고 허가되지 않은 사람이 있을 경우 경고 메시지를 보내며 전자 팔찌와 연동하여 아이들을 범죄자로부터 빠르게 보호하고 대처 할 수 있도록 한다.

2.6 RFID의 국·내외 동향

셀은 이동 통신에서 하나의 기지국이 포괄하는 지역을 가리키는 개념이다. 휴대전화를 뜻하는 영어인 Cellular Phone은 여기에서 유래하였다. 이동

통신은 제한된 주파수 대역을 다수의 사용자가 이용하므로 주파수의 재활용이 중요한 기술적 요소가 된다. 주파수 대역을 달리하는 몇 종류의 셀을 조합하여 서비스 지역을 확대할 수 있다.

2.7 GPS(Global Positioning System)

GPS는 모토로라사의 ONCORE 시리즈의 VP 모델을 사용하였다. ONCORE 모델은 6개월의 체널을 사용할 수 있고 크기가 매우 작아서 여러 시스템에 적용하기가 매우 용이하다. GPS 모듈은 위치뿐만 아니라 속도, 방위각, 인공위성 추적 상태 및 시간을 함께 표시한다.

‘NMEA-0183’ 포맷이라는 것이 있는데, 이것은 미국의 해안 경비대에서 해양에서 사용되는 장비의 직렬통신 포맷을 통일시키기 위해 제정한 것으로 ASCII 문자로 출력이 되므로 이용하기 편리하다. 또한 GPS가 계속 새로운 위치정보를 확보하지 못할 경우에는 수신 상태를 감시하는 소프트웨어를 고정시킨다. 그리고 GPS 모듈이 인공 위성으로부터 수신하는 모든 GPS 위성의 궤도 정보, 시간 보정(Clock Correction), 대기 지연 인자(Atmospheric Delay Parameter)를 포함 하는 자료인 ‘ALMANAC’을 회복시킨다.

ALMANAC은 GPS가 작동을 시작할 때 인공 위성의 추적이 빠른 시간 내에 이루어지도록 하며, GPS 모듈 내에 있는 EEPROM에 기억 된다. 그리고 GPS 모듈이 작동하지 않는 동안에는 모듈 내에 지속적으로 저장되어 있지만, 자료로서 유효한 기간은 약 3일 정도이다.

2.8 H-mote(cc2420)

모듈의 특징과 센서의 동작에 대해 설명하고자 한다. H-mote의 특징 중 본 논문의 시스템에서 사

용하는 cc2420 모듈은 강력한 성능의 TI MSP430 Processor를 사용하며 TinyOS 기반의 실시간 센서네트워크 구성, 내장 PCB 안테나 및 외장 확장 안테나 단지 및 다양한 센서 확장을 위한 확장포트 제공, USB를 통한 프로그래밍 데이터 송수신 가능, 강력한 전원 관리기능, 실내위치 추적기능 추가, 제 2.7절의 Embedded System(X-Hyper320)과 연결하여 사용 가능하다. 가장 특징적인 장점으로서는 Battery를 소비하는 어플리케이션에서 최저의 전류소모와 빠른 구동시간을 나타내며 장기적인 어플리케이션으로 많은 각광을 받고 있다.



<그림 6> H-mote

<그림 6>에서 보여지는 것이 H-mote의 사진이다.

H-mote의 많은 기능 중 본 논문의 시스템에서 사용하는 cc2420은 Texas Instruments에서 개발한 IEEE 802.15.4 방식의 무선통신을 지원하는 무선 송수신 칩이다. 학교의 전자출석부등에서 학생의 전자 팔찌 태그로부터의 정보를 수집하여 아래 설명할 X-hyper 320TKU로 전송한다.

2.9 X-hyper 320TKU

Bulverde(pxa270)후속 제품으로 Mavell사의 PX

A320 프로세서 기반으로 제작되어 모바일 용도로 적합한 장비로, 멀티미디어와 전원관리기술이 강화되었다. CPU, 메인보드 IEB 보드로 모듈로 구성되어 있어 추가기능을 위한 확장 및 CPU 업그레이드, FPGA 독립실험 등이 가능하다. 내부 SRAM 용량이 768KByte 이어서 800×480 LCD를 사용했을 경우 Refresh를 위한 Frame Buffer를 내부 SRAM으로도 가능하다. 저전력으로 LCD를 구동할 수 있고, 인터페이스 또한 빠르게 동작한다. Wireless LAN, GPS, 고해상도 CMOS Camera Module이 탑재되어 다방면으로 활용 가능하다.



<그림 7> X-hyper 320TKU

<그림 7>에서 보여지는 320TKU 보드는 범죄 상황을 인식하였거나 기타 다른 상황들을 감지하였을 경우 H-mote를 통하여 수신된 데이터를 처리하여 각각의 필요한 서버나 다른 임베디드 장치들로 신호를 보내주는 Gateway 역할과 동시에 각각의 장비들을 수동으로 제어하는 역할도 할 수 있다.

2.10 RFID Tag 및 Sensor들의 고려할 점

각 센서와 태그들로부터 수많은 데이터들이 게이트웨이를 거쳐 각각의 제어 모듈로 보내지게 된다. 이때 각각의 태그로부터 들어오는 데이터들이

충돌이 일어나지 않도록 태그와 노드단의 상호 순서 조율을 필요로 한다. 그리고 가장 큰 문제는 배터리의 크기가 문제가 된다. 배터리의 크기가 커지게 되면 태그와 노드가 커지게 되어 소형화, 경량화함에 있어 문제점이 생기고, 반대로 노드와 태그를 작게 만들면 배터리가 작아져 가용 시간이 줄어들게 된다. 그래서 센서네트워크 분야의 연구는 에너지의 효율적인 사용을 고려해서 진행된다. 예를 들면 활성화 되어질 필요가 없는 태그는 휴면 상태에 들어가 있다가 활성화 되어질 필요가 있음을 감지하여 작동을 하는 방식이나 또는 가장 많은 에너지를 소모한다고 판단되는 두 노드간의 통신을 줄이기 위하여 잦은 통신을 피하거나 가능하면 적은 양의 데이터들을 주고받는 것이 중요한 과제중의 하나이다.

또한 노드와 태그는 크기가 작기 때문에 많은 메모리를 사용할 수가 없다. 메모리 기술이 많이 발전했어도 노드의 크기가 작기 때문에 많은 양의 데이터들을 저장할 수가 없는 실정이다. 그렇기 때문에 꼭 필요한 데이터들만 저장하는 방식이 필요하다.

3. 시스템 구성 및 개요

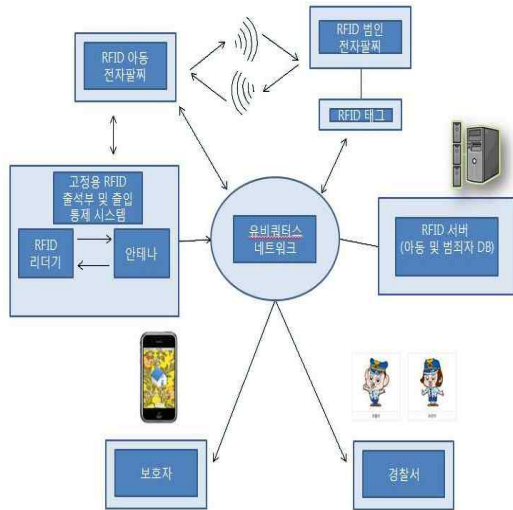
본 논문에서 제안하는 시스템은 RFID 기반의 전자팔찌를 이용하여 전자 출석부, 안전 시스템을 이용하여 아동의 안전을 보호하는 시스템이다. 따라서 본 논문에서는 <표 1>과 같이 시스템을 크게 3부분으로 나누었다.

경보 발생 및 시스템 운영에 대한 부분은 중앙관리용 통제 시스템이 담당하게 되며, 위험상황 모니터링 센터와 보호자가 확인 할 수 있도록 구성한다. 또한 해당 시스템을 이용하여 위험 경보와 패턴 데이터를 저장함으로써 빈번히 발생하는 위

협상환지역을 파악하여 CCTV와 같은 범죄 예상 시스템을 최우선적으로 도입할 수 있도록 <그림 8>과 같이 구성하였다.

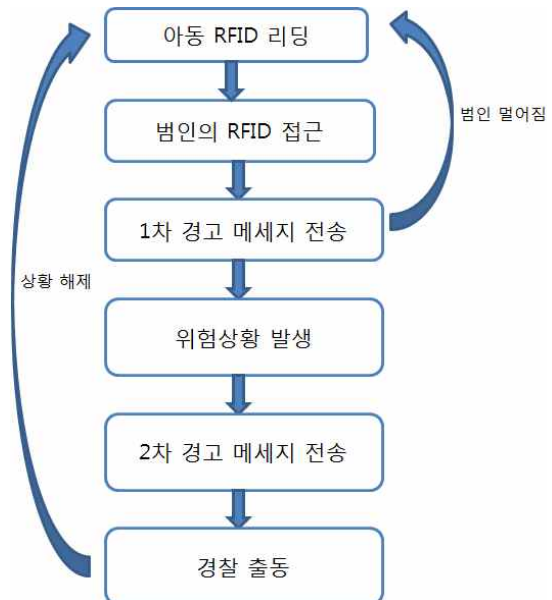
<표 1> 시스템 구조

구분	내용
이동형 RFID 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 아동용 RFID 및 범인용 RFID 위치추적 시스템
고정형 RFID 시스템	교육기관 및 가정용 고정형 RFID 시스템
중앙관리용 통제 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 상황에 따른 경보 발령 아동 및 범죄자 DB 구축



<그림 8> 시스템 전체 구성도

- 과 위치정보를 1차 경고 메시지 전송
- ④ 범인의 위치가 멀어질 경우 1번으로 돌아가 범 죄자의 접근을 감시
- ⑤ 아동 또는 범죄자의 태그가 벗겨지는 상황 또는 아동과 범죄자가 3~5분 이상 동일 지역에 있을 경우 위험상황 발생으로 인지
- ⑥ 관리센터 및 보호자에게 긴급 상황과 위치정보 를 2차 경고 메시지 전송
- ⑦ 경찰 출동으로 초기 범죄 예방



<그림 9> 시스템 순서도

따라서 본 논문에서 제안한 위험상황 인식과 경 보발생 및 위치추적 시스템은 <그림 9>와 같은 방법으로 1. 위험상황 인식, 2. GPS 및 위치추적 모듈을 사용한 위치좌표 전송, 3. 경보 발령 과 같 이 동작 하도록 설계 하였다.

- ① 아동의 RFID 태그는 범죄자의 접근을 감시
- ② 범인의 RFID 태그의 접근 발생
- ③ 아동용 수신기와 관리센터 및 보호자에게 상황

3.1 이동형 RFID 시스템

이동형 RFID 시스템은 아동용 RFID 전자 팔찌 와 범인용 RFID 전자 팔찌로 나뉘며 <그림 10>과 같이 구성된다.

- ① 범인용 전자 팔찌의 RFID 모듈과 아동용 전자 팔찌의 RFID 모듈은 서로 다르게 구성이 된다. 범인용 전자 팔찌의 RFID 모듈은 RFID TAG



<그림 10> 이동형 RFID 시스템

로 되어 있고, 아동용 전자 팔찌의 RFID 모듈은 RFID 리더기(수신기)로 되어 있어 범인이 어느 장소에 있던 아동이랑 20m 이내에 같이 있다면 아동용 RFID 모듈은 수신기가 자동으로 반응을 하여 일정주기로 통제센터로 상태를 전송한다. 또한 고정형 RFID 시스템과는 안전지대를 설정하도록 구성한다.

- ② 위치추적 모듈은 실외 및 실내 위치추적을 위하여 실외 위치추적 모듈로서는 GPS 또는 이동통신 모듈(CELL 방식)을 사용하며 실내 위치추적 모듈로 UWB, Wi-Fi 기반 위치추적 모듈 등을 사용하여 실내에서도 위치좌표를 측정할 수 있도록 센서를 구성하여 중앙 관리센터 서버에 현재 자신의 상황이나 위치를 알릴 수 있도록 한다.
- ③ 이동통신 모듈을 통하여 아동과 범인의 근접도와 동일지역에 일정시간이상 머무르는 상황 발생시 위치 및 상황을 통제센터와 보호자에게 전송하도록 구성한다.

3.2 고정형 RFID 시스템

고정형 RFID 시스템은 아동의 위치와 상황을 판단하기 위한 교육기관의 전자 출석부 시스템과 가정에 설치되는 안전시스템으로 구성된다.

아동이 교육기관에 등교를 하게 되면 고정형 RFID 임베디드 출석부를 통해 출석을 확인하여 안전하게 학교에 도착했다는 메시지를 보호자에게 전송한다. 그리고 학교가 끝나게 되면 전자 출석부에

서 시간을 인식하여 학생들의 수업이 끝났다는 것을 보호자에게 전송한다. 또한 아파트나 현관에 있는 RFID 출입 통제 시스템과 연동하여 RFID 전자 팔찌를 통해 출입문이 열릴 수 있도록 하는 시스템을 구축하고 집에 안전하게 도착한 것을 알 수 있도록 메시지를 보호자에게 보내게 된다.

만약 출석시간이 되었는데도 출석을 못하였거나 집에 도착할 시간이 되었는데도 도착하지 못하였을 경우 고정용 RFID 리더기 즉 전자 출석부나 RFID 출입 통제 시스템에서 중앙 관리 센터로 아이의 정보를 보내게 된다. 그러면 GPS 또는 이동통신 모듈을 이용하여 아이의 전자 팔찌 위치를 찾아 보호자의 스마트폰과 전자 출석부에 메시지를 전송하여 학교 선생님과 보호자가 알 수 있도록 한다. 그리고 필요 시 보호자의 스마트폰이나 전자 출석부에서 바로 경찰에 신고할 수 있도록 하는 시스템을 구축한다.

또한 아동상태가 교육기관에 있거나 가정에 있을 시에 안전상태로 상태를 변경하여 이동형 RFID의 전원을 관리하도록 한다.

3.3 중앙관리용 통제 시스템

중앙관리용 통제 시스템에서는 <표 2>와 같은 기능을 제공한다

<표 2> 통제 시스템 기능

구 분	내 용
DB 관리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 아동 및 범죄자의 DB ◦ 아동 및 범죄자의 이동 패턴 DB
시스템 운영	아동 및 범죄자의 현재 위치와 상황의 상태정보
요청 처리	관계자의 대상 상태 요청

중앙관리용 통제 시스템은 아동의 DB 구축은 아

동의 단말기 ID, 나이, 보호자 연락처, 주소 등의 신상정보를 저장하고 범죄자의 DB에는 단말기 ID와 연락처, 주소 및 범죄기록, 범죄등급, 위험등급 지정 등의 정보를 구축하고, 1차, 2차 경보 메시지의 발생 빈도 및 해당 아동 및 범죄자의 단말기 ID, 발생 위치, 발생상황(근접, 팔찌 벗겨짐, 일정 시간 동일지역)등을 기록하여 범죄 예방을 위한 자료로 사용한다.

또한 보호자, 선생님 및 경찰 등 관계자 들은 해당 아동 또는 범죄자의 정보 및 현재 위치 상태 등의 정보를 스마트 폰 또는 인터넷으로 검색 할 수 있는 기능을 제공한다.

4. 결론 및 향후 연구 과제

아동 성범죄 제발을 막기 위해 여러 가지 시스템 들이 나오고 있는 추세이다. 그 중 대표적인 방법이 바로 전자 팔찌 혹은 전자 발찌 시스템 도입이었다. 성공적으로 정착한 듯 보였지만 전자 팔찌나 발찌를 차고 있어도 범죄가 일어날 수 있다는 사실이 드러났다. 이 외에도 범인의 인권 문제나 사생활 보호 등 다방면에서 문제점들이 나타나고 있다. 이런 문제점들을 없애기 위해 시행되어야 할 많은 법규들이 있지만 그보다 먼저 아이들의 안전을 생각하여 범죄가 일어나기 전에 미리 방지하고자 하는 차원에서 이 시스템을 제안하였다.

아동용 전자 팔찌를 아이들이 사용하기 편리하게 만들기 위해서는 리더기를 아이들이 가지고 다니기 편리한 크기로 바꾸어야 하고 수신률을 높여

야 할 것이다. 그리고 에너지 소모를 최소화 하여 오랜 시간 동안 지속되도록 해야 한다. 또한 많은 아이들이 사용할 수 있도록 안정적인 가격이 되어야 한다. 현재 기술보다 더욱 발전된 기술이 나오게 된다면 아이들을 손쉽게 보호할 수 있고 범죄가 일어나기 전에 미리 방지할 수 있을 것이며 앞으로 우리가 안전한 삶을 살아가는데 많은 도움을 주는 시스템이 될 것이다.

참고문헌

- 이석원 외 3명, “OFDM 셀룰러 시스템에서 셀 간 협력통신을 통한 다이버시티 기법”, 대한전자공학회, 2008.
- 윤원주 외 2명, “능동형 RFID 시스템에서 태그 수집 성능 향상을 위한 다중 채널 기반 충돌방지 프로토콜”, 한국통신학회, 2009.
- 이인성 외 4명, “신경회로망을 이용한 화상인식 출입통제 시스템”, 대한전기학회, 2010.
- 김태남, 문승진, “전자 팔찌를 이용한 성 범죄자로부터의 임베디드 어린이 보호 팔찌”, 한국통신학회, 2010.
- 이종무 외 2명, “GPS를 활용한 누유 추적부이 시스템”, 한국해양공학회, 1997.
- 김선필, 김남기, “MICAz의 전송적력에 따른 데이터 전송범위 특정 및 분석”, 한국정보기술학회, 2010.
- 엄홍식, “전송적력 최적화를 통한 센서네트워크의 효율적인 에너지 관리에 대한 연구”, 학위논문(석사) 동국대학교 2008.

Abstract

Electronic Roll Book using Electronic Bracelet · Child Safe-Guarding Device System

Seung-Jin Moon* · Tae-Nam Kim* · Pan-Su Kim*

Lately electronic tagging policy for the sexual offenders was introduced in order to reduce and prevent sexual offences. However, most sexual offences against children happening these days are committed by the tagged offenders whose identities have been released. So, for the crime prevention, we need measures with which we could minimize the suffers more promptly and actively. This paper suggests a new system to relieve the sexual abuse related anxiety of the children and solve the problems that electronic bracelet has.

Existing bracelets are only worn by serious criminals, and it's only for risk management and positioning, there is no way to protect the children who are the potential victims of sexual abuse and there actually happened some cases. So we suggest also letting the students(children) wear the LBS(Location Based Service) and USN(Ubiquitous Sensor Network) technology based electronic bracelets to monitor and figure out dangerous situations intelligently, so that we could prevent sexual offences against children beforehand, and while a crime is happening, we could judge the situation of the crime intelligently and take swift action to minimize the suffer. And by checking students' attendance and position, guardians could know where their children are in real time and could protect the children from not only sexual offences but also violent crimes against children like kidnapping.

The overall system is like follows : RFID Tag for children monitors the approach of offenders. While an offender's RFID tag is approaching, it will transmit the situation and position as the first warning message to the control center and the guardians. When the offender is going far away, it turns to monitoring mode, and if the tag of the child or the offender is taken off or the child and offender stay at one position for 3~5 minutes or longer, then it will consider this as a dangerous situation, then transmit the emergency situations and position as the second warning message to the control center and the guardians, and ask for the dispatch of police to prevent the crime at the initial stage.

The RFID module of criminals' electronic bracelets is RFID TAG, and the RFID module for the children is RFID receiver(reader), so wherever the offenders are, if an offender is at a place within

* The University of Suwon, Dept. of Computer Science

20m from a child, RFID module for children will transmit the situation every certain periods to the control center by the automatic response of the receiver. As for the positioning module, outdoors GPS or mobile communications module(CELL module)is used and UWB, WI-FI based module is used indoors. The sensor is set under the purpose of making it possible to measure the position coordinates even indoors, so that one could send his real time situation and position to the server of central control center.

By using the RFID electronic roll book system of educational institutions and safety system installed at home, children's position and situation can be checked. When the child leaves for school, attendance can be checked through the electronic roll book, and when school is over the information is sent to the guardians. And using RFID access control turnstiles installed at the apartment or entrance of the house, the arrival of the children could be checked and the information is transmitted to the guardians. If the student is absent or didn't arrive at home, the information of the child is sent to the central control center from the electronic roll book or access control turnstiles, and look for the position of the child's electronic bracelet using GPS or mobile communications module, then send the information to the guardians and teacher so that they could report to the police immediately if necessary.

Central management and control system is built under the purpose of monitoring dangerous situations and guardians' checking. It saves the warning and pattern data to figure out the areas with dangerous situation, and could help introduce crime prevention systems like CCTV with the highest priority. And by DB establishment personal data could be saved, the frequency of first and second warnings made, the terminal ID of the specific child and offender, warning made position, situation (like approaching, taken off of the electronic bracelet, same position for a certain time) and so on could be recorded, and the data is going to be used for preventing crimes.

Even though we've already introduced electronic tagging to prevent recurrence of child sexual offences, but the crimes continuously occur. So I suggest this system to prevent crimes beforehand concerning the children's safety. If we make electronic bracelets easy to use and carry, and set the price reasonably so that many children can use, then lots of criminals could be prevented and we can protect the children easily. By preventing criminals before happening, it is going to be a helpful system for our safe life.

Key Words : RFID, Electronic Bracelet, Electronic Roll, Embedded Systems, GPS, Sensor Networks

저 자 소개



문승진

미국 텍사스 주립대학교 컴퓨터학과 학사 졸업 후 미국 플로리다 주립대학교 컴퓨터학과 석사, 박사학위 후 현재는 수원대학교 IT대학 학장으로 재직 중이며 관심분야는 실시간 임베디드 시스템, 실시간 센서네트워크 시스템, 실시간 데이터베이스 등이다.



김태남

안산대학교 인터넷 정보과 전문학사 후 현재 수원대학교 컴퓨터학과 학사과정 중이며, 관심분야는 유비쿼터스 센서네트워크, 지능형 보안감시 시스템, 실시간 위치추적 등이다.



김관수

수원대학교 컴퓨터학과 학사 졸업 후 동대학 컴퓨터학과 석사수료 후 박사과정중이며, 관심분야는 센서네트워크 위치추적, 대상체 인식기법, 실시간 데이터베이스 등이다.