

택 내 안전관리를 위한 상황인지 시스템 설계 및 네트워크 트래픽 분석☆

Design of a Context-aware System for Safety at Smart Home and Analysis of Network Traffics

성 윤 영* 우 현 제** 이 미 정***
Sung, Yoonyoung Woo, Hyunje Lee, Meejeong

요 약

택내에서 발생할 수 있는 안전사고는 인간의 주의 또는 안전관리 시스템의 도움을 통해 미리 예방하거나 빠른 대처를 함으로써 그 피해를 최소화 할 수 있다. 이에 본 논문에서는 택내에서 발생할 수 있는 안전사고 중에서도 홈 네트워크 환경에서 주로 사용되는 센서와 무선 네트워크 기술을 활용해 예방/관리 할 수 있는 서비스를 도출하였고, 이러한 서비스를 제공하기 위해 택내의 환경정보를 수집하여 위험상황을 인지하고 안전사고를 예방할 뿐 아니라 구조대상자와 사고 발생장소의 상황정보를 이용해 대응을 할 수 있는 택내 안전관리 시스템을 설계하였다. 안전관리 시스템이 대처하는데 있어서의 센서 감지의 정확성을 평가하기 위해 상해손해를 일으킬 수 있는 사고유형을 센서를 활용하여 구현하였으며, OPNET 시뮬레이터를 이용해 이벤트 발생 횟수에 따라 발생하는 트래픽 양을 측정하여 평상시의 네트워크 트래픽 양과 비교하고, IEEE 802.15.4에서 제공하는 대역폭이 제안하는 안전관리 시스템이 필요로 하는 대역폭을 만족시키는지 평가하였다. 또한 중단 지연 시간 및 배터리 소모량을 기반으로 제안하는 안전관리 시스템에 좀 더 적합한 IEEE 802.15.4의 무선 패킷 데이터 전송방법을 결정하였다.

ABSTRACT

Abstract. The damage of safety accidents at home can be minimized by preventing accidents in advance as well as by coping with the accidents promptly through the help of safety management system. In this paper, we identify several services to prevent and cope with the accidents that may occur at home by leveraging sensors and wireless network technology available at home network environments. In order to provide these services, we propose a context-aware system for safety management at home. The proposed system awares the dangerous situations through the information collected by the sensors in home network environment. The proposed system tries to not only prevent the accidents but also to cope with the situations using the information of rescue targets and the location where the accident occurs. We evaluate the appropriateness of sensors by implementing the proposed environments. Through OPNET simulation experiments, we also measure the amount of network traffic in order to confirm that the bandwidth of IEEE 802.15.4 is enough for the proposed system. Finally, we determine more appropriate wireless data transmission mechanism with respect to the end-to-end delay and battery consumption for the proposed system.

☞ KeyWords : Context-aware(상황인지), Safety management(안전관리), IEEE 802.15.4

1. 서 론

상황인지는 사용자가 처한 상황을 인지하고 사용자가 원하는 정보나 서비스를 원하는 형태로 제공하는 것을 의미한다. 일반적으로 중요하게 간

* 정 회 원 : 이화여자대학교 대학원 박사과정
syy83@ewhain.net

** 정 회 원 : 이화여자대학교 대학원 박사과정
hjwoo@ewhain.net

*** 정 회 원 : 이화여자대학교 공과대학 컴퓨터공학과 교수
lmj@ewha.ac.kr

[2009/07/16 투고 - 2009/07/29 심사(2009/10/22 2차) - 2009/11/19
심사완료]

☆ "본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구
센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음"
(NIPA-2010-(C1090-1011-0013))

주되는 상황적 요소로는 위치, 장소, 소음레벨, 임무, 사적인 상황, 시간 등이 있다[1]. 상황인지 기술은 실제의 상황정보 및 인간의 의도 및 감성을 감지하여 종합적으로 추론하고 분석함으로써 사용자의 정보 선택을 도와주고 나아가 맞춤형 서비스를 제공하므로 생산된 정보의 효용성을 극대화시킨다[2]. 시간과 장소에 구애 받지 않고 정보와 서비스를 제공하는 유비쿼터스 환경에서 주어진 상황에 맞는 최적의 서비스를 제공하기 위해 이러한 상황인지 기술이 요구된다. 유비쿼터스 컴퓨팅을 기반으로 지능형 홈 네트워크를 비롯한 재난관리 시스템, U-city 등 다양한 분야에서 서비스 기술이 연구 중인데, 그 중에서도 지능형 홈 네트워크는 가정 내 다양한 정보기기들이 상호간 네트워크를 구성하여 정보기기들을 자동 제어 할 수 있게 한다. 이러한 홈 네트워크 기술과 무선 센서 네트워크 기술을 이용해 택 내에 센서를 부착하고 실시간으로 감시함으로써 상황인지에 기반하여 택 내에서 발생할 수 있는 안전사고를 예방하거나 사고에 대한 대처를 향상시킬 수 있다.

‘어린이 안전사고 유형별 실태조사’[8]에 따르면 14세 이하 안전사고의 60.8%가 가정 내에서 발생하고 있고, 이중 82.3%가 6세 이하의 미취학 어린이 안전사고로 미취학 어린이에 대한 보호자의 각별한 주의가 요구됨을 알 수 있다. 가정 내 사고 장소를 분석한 결과, 방/거실이 약 68.5%로 주로 충돌, 추락, 넘어짐, 미끄러짐이 다른 사고 유형에 비하여 비교적 높게 나타났으며 그 다음은 11.5%를 차지한 주방이다. 주방에서는 다른 사고 유형에 비해 화상이 높은 비율로 발생하는 것으로 나타났다. 또한 노화로 청력, 시력, 감각력, 기억력, 일상생활 능력 등 신체적 기능이 저하된 노인에게도 가정 내에서 넘어짐, 미끄러짐, 떨어짐 등의 안전사고가 발생할 수 있고, 사고 발생 장소는 화장실, 방/침실 순이다[9]. 그런데 현재의 센서 기술로 발생할 수 있는 모든 사고를 예방하는 데는 한계가 있으므로 가정 내 발생할 수 있는 안전사고 중에서도 센서를 활용해 상황을 인지함

으로써 예방/관리 할 수 있는 서비스를 도출하는 것이 필요하다.

택내에서 홈 센서 기술과 무선 센서 네트워크 기술을 이용하여 상황 정보를 수집하고 사고가 발생했음을 인지하여 그에 적합하게 대처하는 기존의 상황인지 시스템에 관한 연구는 효율적인 구조 및 대피를 목적으로 한다. 또한 주로 화재 발생에 대처하는 방안을 제시하고 있는데, [3]은 구조 장소에서 고정 센서를 이용한 출입 관리로 구조 대상자의 수를 파악하여 이를 구조작업 팀에게 알려주는 서비스를 제안하였다. [4]는 화재 발생을 감지하면 대피를 경고하고, 휴대용 조명등의 위치를 대피자들에게 알림으로써 신속한 대피를 가능하게 하는 서비스를 제안하였고, [5]는 화재가 발생한 경우 이를 감지하여 비상구까지의 최단거리를 계산해 대피자들에게 알려주는 서비스를 제공하였다. [6]과 [7]은 화재 발생이 아닌 그 밖의 상황들을 다루고 있으나 관리대상 및 상황을 자녀와 아동에 국한하고 있다. [6]은 자녀 컴퓨터 관리, 원격 방문객 확인, 실내 환경 정보 모니터링 등을 통한 자녀 보호 시스템을 제안하였으나 보호대상이 자녀로 한정되어있고 시나리오도 제한적이므로 택 내에서 발생할 수 있는 다양한 사고로부터 가족 구성원을 보호하기 위한 시스템의 확장이 필요하다. [7]에서는 공간 지향 모델을 기반으로 어린이를 위한 안전관리 시스템을 제안하였다. 어린이의 주변 환경을 사고가 발생할 수 있는 공간과 안전한 공간으로 나누어 어린이가 있는 곳의 상황 정보를 바탕으로 사고가 발생할 수 있는 공간을 판단하고 그 결과를 부모 또는 어린이에게 전달한다. 사고가 발생할 수 있는 공간은 자연 재해로 인한 사고와 교통사고로 세분화 되고 안전한 공간은 부모가 직접 시스템에 설정하는데, 상황 정보를 수집하여 어린이가 처할 수 있는 다양한 환경에 확장시켜 적용할 수 있으나 부모의 설정을 기반으로 한 안전한 공간에서도 예상치 못한 사고가 발생할 수 있다는 점을 고려하지 않고 있다.

즉, 기존의 상황인지 시스템은 특정상황에서 특정대상만을 위해 설계되었으므로 일상생활에서 가족 전반에 걸쳐 적용시킬 수 있는 좀 더 일반적인 택 내 안전관리를 위한 상황인지 시스템으로는 모두 제약점을 가진다. 이에 본 논문에서는 택 내에서 발생할 수 있는 다양한 사고로부터 모든 가족구성원을 대상으로 안전관리를 할 수 있는 상황인지 기반 안전관리 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 경우에 따라 특정 상황에 취약한 가족 구성원에게는 그에 특화된 서비스를 제공하도록 하고, 사고 예방과 관리를 위해 센서를 이용해 지속적으로 택 내 환경을 감시한다. 이를 위해, 먼저 택내에서 발생할 수 있는 안전사고 중에서 센서를 활용해 예방/관리 할 수 있는 서비스를 도출하였고, 택내의 환경 정보를 수집하여 위험상황을 인지하고 안전사고를 예방할 뿐 아니라 구조 대상자와 사고 발생장소의 상황정보를 활용하여 대응을 할 수 있는 택내에서의 안전관리를 위한 상황인지 시스템(Context-aware System for Safety at Smart Home, CSSS)을 설계하였다. 또한 실제 센서를 이용한 구현과 시뮬레이션을 통해 성능을 평가하였다. 본 논문의 연구내용을 정리하면 다음과 같다.

- (1) 택내에서의 안전관리를 위한 서비스를 분류하고 센서 기술을 활용해 예방/관리가 가능한 서비스를 도출함으로써 택내에서 필요로 하는 안전관리 서비스 유형을 분석한다.
- (2) 택내에서 필요로 하는 안전관리 서비스를 제공하기 위해 사용자에 대한 인증과 권한 부여를 하는 사용자 관리자, 상황정보를 수집하여 미리 정의한 규칙을 기반으로 현재의 상황을 분석하는 상황정보 관리자, 그리고 현재의 상황에 적합한 서비스를 발견하고 이를 실행하는 서비스 관리자로 구성되는 안전관리 시스템을 제안한다.
- (3) 시스템 대처의 정확성을 평가하기 위해 상해 손해를 일으키는 안전사고 유형을 실제 센서를 활용해 구현하고 실험한다.

- (4) 시뮬레이션을 통해 전체 네트워크의 트래픽을 분석한다. IEEE 802.15.4 네트워크에서 지원되는 대역폭이 평상시에 시스템에서 필요로 하는 대역폭과 위험상황 이벤트가 발생했을 때 증가하는 트래픽을 만족시키는지 평가한다. 또한 종단 지연을 고려하여 상황별로 적합한 무선 패킷 데이터 전송 방법을 결정하고 센서의 정보 수집 주기를 결정하여, 지연에 민감한 안전사고 예방 서비스를 제공할 수 있게 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장의 서론에 이어 2장에서는 가정 내에서 발생할 수 있는 안전사고유형 분류하여 센서를 이용해 예방/관리 할 수 있는 서비스를 도출하고, 택내에서 안전관리 시스템을 실행시키기 위한 환경 설정을 살펴본다. 또한, 제안하는 상황인지 시스템의 구조와 핵심 컴포넌트를 설명한다. 3장에서는 상황인지 시스템의 구현을 통해 시스템 대처의 정확성을 검증하고, 시뮬레이션을 통해 제안한 시스템에 적합한 무선 패킷 전송 방법 등을 평가한다. 마지막으로 4장에서는 본 논문의 결론에 대해 기술한다.

2. CSSS (Context-aware System for Safety at Smart Home)

이 장에서는 가정 내에서 발생할 수 있는 안전사고의 유형을 분류하고, 센서기술을 활용해 예방/관리 할 수 있는 택내 안전관리 서비스에 대해 고찰한다. 또한 안전관리 서비스를 제공하기 위해 사용자 관리자, 상황정보 관리자, 서비스 관리자로 구성된 택내 안전관리 시스템을 제안하고, 제안한 안전관리 시스템을 택내에서 동작시키기 위한 택내 환경 설정에 대해 살펴본다.

2.1 가정 내에서 발생할 수 있는 안전사고

가정 내에서 발생할 수 있는 안전사고는 표 1과 같이 크게 상해 손해를 일으키는 사고와 재산

손해를 일으키는 사고로 나눌 수 있다[10]. 재산 손해를 일으키는 사고는 전기누전이나 화기용품의 부주의한 사용 의한 화재, 천재지변인 벼락, 가스 폭발 등의 재난에 의한 사고, 강도/절도의 도난에 의한 사고로 나뉜다.

(표 1) 가정 내에서 발생할 수 있는 안전사고

분류		예
상해 손해		신체상의 손해
재산 손해	재난	화재, 벼락, 가스 폭발, 파열 등
	도난	강도 또는 절도

가정 내에서 발생 할 수 있는 신체상의 손해를 일으킬 사고 유형으로 1) 낙상(추락, 미끄러짐) 사고, 2) 화상 사고, 3) 질식 사고, 4) 중독 사고 등이 있으며 대부분이 신체적, 정신적으로 미성숙한 어린이나 노화로 청력, 시력, 감각력, 기억력, 일상 생활 능력 등 신체적 기능이 저하된 노인이 피해 대상이다[11]. 가정 내 어린이의 안전사고는 80%가 방/거실, 주방/부엌에서 발생하며 넘어짐, 충돌 등의 충격에 의한 사고가 대부분을 차지한다. 화상, 질식, 중독의 사고유형이 차지하는 비율은 적으나 열/전기에 의한 화상, 안전하지 않은 잠자리, 동전, 장난감으로 인한 기도폐쇄, 약물/가정용품/

농약에 의한 중독사고는 어린이의 주요한 사망원인이 된다[9]. 한편, 노인의 경우 넘어짐, 미끄러짐 등으로 인한 화장실, 방, 계단에서의 사고 발생 위험이 매우 높는데[9], 이와 같은 유형의 안전사고는 인간의 부주의에 의해 급작스럽게 발생하므로 예방은 거의 불가능하나 빠른 대처가 필수적이다. 또한, 방/거실, 욕실/화장실에서 넘어지거나 미끄러지고 충돌 등의 인간의 부주의로 인해 급작스럽게 발생하는 사고 유형은 예방하는 것은 한계가 있으나, 사고 발생 가능성이 있는 장소에 보호 대상자가 들어가는 경우 이를 보호자에게 알려 발생할 수 있는 사고를 예방하거나 사고 후의 재빠르고 정확한 대처를 통해 피해를 최소화 할 수 있다. 그리고 화상이나 질식 등과 같은 치명적인 사고는 미리 사고 발생 위험성을 인지하여 커피포트, 가스레인지, 오븐 등의 가전제품에 센서를 부착함으로써 사고를 예방할 수 있다. 이에 본 논문에서는 택 내 안전사고의 취약자인 미취학 어린이와 노인을 대상으로 유비쿼터스 홈 네트워크 환경에서 도입할 수 있는 홈 센서 기술 및 무선 센서 네트워크 기술을 활용해 예방/관리에 도움을 줄 수 있는 안전관리 서비스를 표 2와 같이 고찰하였다.

(표 2) 센서 기술을 이용해 예방/관리 가능한 안전사고 유형

분류	사고 유형	목적	장소	상황	대상	서비스
상해 손해	미끄러짐 / 넘어짐	예방	욕실	•들어갈 때	어린이, 치매노인	스피커 경고음 / 보호자의 단말기로 경고
	화상	예방	주방	•들어갈 때(가전제품 사용중), 가까이 갈 때	어린이, 치매노인	
	그 외	예방	현관	•집 밖으로 나갈 때	어린이, 치매노인	
재산 손해	재난	화재	예방	택내	•가스레인지 등 전기기구 사용 중에 일정 시간 이상 자리 비움	- 스피커 경고음
		관리	택내	•화재 발생		
	가스	관리	택내	•가스 누출		
	도난	방법	관리	택내	•출입구 외의 통로로 외부인이 들어올 때	

2.2 CSSS를 위한택내 환경 설정

이 장에서는 제안하는 CSSS를 동작시키기 위해 필요한 기반 환경에 대해 설명한다. 상황인지 기반의 시스템에서 상황인지 에이전트는 사용자의 상황정보를 수집, 추론, 분석함으로써 사용자의 현재 상황에 가장 적합한 서비스를 제공하는 역할을 수행하며, CSSS에서는 홈 네트워크의 홈 게이트웨이가 이러한 에이전트의 역할을 한다고 가정하였다. 이를 위해, 홈 게이트웨이는택내 설치된 센서로부터 센싱된 값을 받는 싱크 노드의 역할을 한다.

택내 안전관리 시스템을 위해 화재 감지 센서, 방법을 위한 적외선 센서, 실내 위치 측정을 위한 초음파 센서, 가전제품의 on/off 상태를 알 수 있는 릴레이 센서, 가스 감지기 등이 사용될 수 있다. 제안하는 CSSS를 위해서는 다음과 같은 센서들의 설치가 필요하다. 방, 주방, 거실, 현관, 화장실의 천장 중앙에 화재 감지를 위한 센서가 설치되어야 하며, 적외선 센서를 창틀에 설치하여 출입구가 아닌 창문을 통해택내로 침입하려는 사람을 감지한다.택내에서 보호 대상자가 위험장소로 가는 지를 감시하고 보호자가 보호대상자의 근처에 있는지를 판단하기 위한 보호대상자/보호자의 위치 측정을 위해 초음파 센서를 방, 주방, 거실, 현관, 화장실의 천장 모서리에 4개씩 설치하고 보호대상자/보호자에게 각 1개를 부착하여야 한다. 릴레이 센서는 가전제품에 직접 연결하여 해당 제품의 on/off를 판단하며, 가스 감지기는 주방의 가스 밸브 옆에 부착하여 가스가 새는 경우를 감지한다.

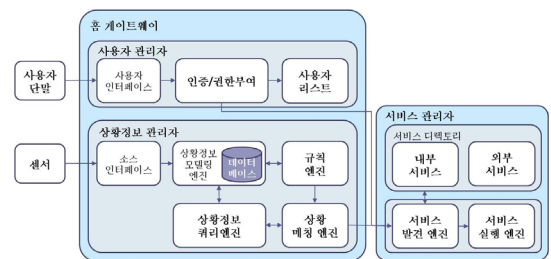
홈 게이트웨이는택내에 설치된 센서로부터 정보를 수집하고 수집된 정보를 통해 위험상황을 인지하면 응용프로그램을 통해 위험상황임을 경고하거나 무선 스피커를 통해 경고음을 내보낸다.

1) 주방에서 커피포트, 가스레인지, 오븐 등의 가전제품을 사용하고 있을 때 미취학 어린이가 혼자 주방으로 들어가는 경우, 사용 중인 가전제품을 건들거나 넘어트리면 화상의 위험이 있을 수 있다.

응용프로그램은 사용자가 휴대하고 있는 PDA, 휴대폰, TV, 모니터 등의 통신기 및 디지털 기기를 한데 묶은 IT 기기에 탑재될 수 있으며, 이들 단말기와 무선 스피커는 블루투스나 ZigBee를 통해 홈 게이트웨이와 통신한다.

2.3 CSSS (Context-aware System for Safety at Smart Home)

이 장에서는택내에서의 안전사고 예방 및 관리를 위한 CSSS의 구조와 구성요소들을 설명한다. 제안하는 CSSS의 개괄적인 구조는 그림 1과 같다. CSSS는 사용자에 대한 인증과 권한부여를 하는 사용자 관리자, 상황정보를 수집하고 수집한 정보에 대해 모델링 한 후 미리 정의한 규칙을 바탕으로 현재의 상황을 분석하는 상황정보 관리자, 그리고 현재의 상황에 적합한 서비스를 발견하고 이를 실행하는 서비스 관리자로 구성된다.



(그림 1) CSSS (Context-aware System for Safety at Smart Home) [12]

2.3.1 사용자 관리자

홈 네트워크 환경에서 사용자는택내에서의 통신을 위해 RFID 태그가 부착된 단말기를 휴대한다. 사용자는 휴대하고 있는 단말기에 본인에 대한 기본 정보(이름, 나이, 성별, 가족/외부인 여부 등)를 입력하고, 단말기는 홈 게이트웨이와의 무선 통신을 통해택내의 실시간 정보를 획득, 처리, 활용한다.

택내의 현관에는 사용자 인터페이스인 사용자 등록기가 존재하며, 사용자는 단말기를 등록기에

태깅하거나 단말기를 휴대하고 있지 않은 경우 수동으로 사용자 정보를 입력하는 방식을 통해 사용자 정보를 홈 게이트웨이로 전송하여 홈 네트워크 사용자를 식별할 수 있도록 한다. 인증 및 권한 부여를 받은 사용자는 사용자 관리자의 사용자 리스트에 저장되고, 자세한 형식은 표 3과 같다. 사용자가 집에서 나갈 때는 등록기에 단말을 다시 태깅하거나 수동으로 외출 사실을 입력할 수 있고, 등록기는 이 사실을 반영하여 사용자 리스트의 ‘택내’를 N으로 갱신한다.

사용자 리스트는 사용자를 보호자/일반, 아이와 노인 등 네 가지 타입으로 분류하여 저장하며, 보호자/일반으로 분류하는 것은 택내에서 미취학 어린이나 치매 노인에게 위험 사고가 발생한 경우 이를 인지시켜 위험 상황을 예방 또는 대처 할 보호자가 필요하기 때문이다. 보호자는 사용자 리스트에 등록된 나이를 바탕으로 부모, 조부모, 동기의 우선순위로 결정되며 보호자가 외출하여 사용자 리스트에서 등록이 해제되면 그 다음 우선순위의 사용자가 보호자가 되고 사용자 관리 엔진은 이 사실을 새로운 보호자의 단말에 알린다. 또한 택내 상황에 따라 아이와 치매노인을 구분한다. 미취학 어린이와 치매노인을 홀로 집에 두고 모든 가족이 외출하는 경우는 없다고 가정한다.

(표 3) 사용자 리스트

ID	택내	성별	이름	나이	가족/외부인	비고(치매)	사용자 분류
F1	Y	F	김OO	35	Y	N	보호자(Pa)
M1	Y	M	이OO	6	Y	N	아이(C)
F2	Y	F	박OO	36	N	N	일반(Pe)
M2	N	M	이OO	35	Y	N	-

2.3.2 상황정보 관리자

상황정보 관리자의 소스 인터페이스는 무선 센서 네트워크의 싱크노드의 역할을 하며, 택내 설치된 각종 센서로부터 1차 데이터 값을 받아 이를

해석이 가능하고 의미있는 상황정보로 표현하기 위해 상황정보 모델링 엔진으로 전달한다. 한편, 센서 고장이나 배터리 전력 소모로 인해 소스 인터페이스로 일정시간 이상 센싱 값을 전송하지 않는 경우, 소스 인터페이스는 사용자 리스트에 등록된 사용자 단말에 해당 센서의 작동중지 사실을 알려 빠른 시일 내에 센서가 올바른 작동을 할 수 있게 한다.

상황정보 모델링 엔진은 소스 인터페이스로부터 센서 값을 전달받아 처리한다. 응용에서 사용자의 상황에 적합한 서비스를 제공하기 위해서는 서비스를 제공하는 시스템이 사용자가 처한 상황을 인지해야 하고, 상황 인지를 위해서 시스템이 센서로부터 데이터를 수집하는데, 센서에서 수집한 1차 데이터를 시스템이 바로 받는다면 이 데이터가 어떤 목적을 위해 어떤 정보를 어디에서 수집한 것인지 알 수가 없으므로 센싱 데이터를 의미있는 정보로 해석할 수 있도록 정형화 시켜 표현해야 할 필요가 있다. 상황정보 시스템에서 정보를 표현하는 방법은 크게 key-value 기반 모델, 마크 업 기반 모델, 그래픽 기반 모델, 객체지향 기반 모델, 로직 기반 모델, 온톨로지 기반 모델 방법 등이 있는데[13], 본 시스템에서는 로직 기반 모델 방법을 이용해 상황정보를 모델링한다.

Key-value 기반 모델은 shell 변수 등의 표현 방법으로도 많이 사용되고 있는 가장 간단한 형태의 모델링 방식으로, 텍스트 형식으로 표현된 값을 패턴 매칭 등의 단순한 문자비교 방식으로 정보를 검색하기 때문에 정형화된 형식을 필요로 하는 효율적인 정보 검색이 어렵다. 한편, 마크 업 기반 모델은 태그, 속성, 내용을 계층구조로 나타내며 재귀적인 형태를 가지는데 간단하고 유연하게 상황정보를 모델링하며 구조화된 특성을 가지나, 응용 프로그램 수준에서 계층적으로 구조화된 정보를 해석해야 하고, 태그만으로 정보들 간의 복잡한 관계를 정의하는데 한계가 있다[14]. 그래픽 기반 모델은 Unified Modeling Language (UML)[15]과 Object-Role Modeling (ORM)[16]를

이용해 상황정보와 정보들끼리의 상호 관계를 정의해 다이어그램으로 표현해서 상황을 나타내지만 로직 기반 모델 방법과 비교하여 상대적으로 표현의 정교도가 낮다. 또한 객체지향 기반 모델은 유비쿼터스 환경의 동적 상황의 복잡성을 캡슐화, 재사용성, 상속성과 같은 객체지향 기술을 기반으로 하여 표현하며, 새로운 타입의 상황 정보의 추가와 인스턴스 갱신 등을 분산된 시스템에서 가능하게 하는 장점이 있으나 본 논문에서 수집하는 택내의 환경정보는 객체지향 기술을 이용하지 않아도 정형화 시킬 수 있고, 상황정보의 추가/갱신을 중앙 시스템에서 할 수 있어 분산된 시스템에서 정보를 추가/갱신하는 것에 비해 전체 센서 네트워크에서 발생하는 오버헤드가 적다. 마지막으로 온톨로지 기반 모델은 고차원의 지식을 추론하고 컴퓨터를 이용하여 방대한 지식베이스에 대해 정형화된 분석을 할 수 있게 한다. 그러나 본 논문에서 제안하는 시스템의 도메인이 ‘택내의 안전관리’로 제한되어 있기 때문에 수집해야 하는 상황정보의 고차원적인 추론을 필요로 하지 않으므로 넓은 범위의 도메인에서 계층화된 상황정보의 추론에 적합한 온톨로지 기반 모델 방법을 사용하여 온톨로지를 구축하는 것은 자원의 낭비를 초래한다. 또한 온톨로지는 데이터를 수집해 추론을 하는 과정에서 외래어, 중의어, 수치 데이터 등을 처리하는 것에 한계가 있다. 특히 본 논문에서는 보호자와 보호대상자의 위치정보, 각 환경센서들의 센싱 값 등의 수치를 상황정보로 수집하는데, 보호자와 보호대상자의 위치 정보를 수집하는 경우 같은 수치라 하더라도 측정 대상이 보호자인지 보호대상자인지에 따라 시스템의 결과가 바뀌므로 측정대상을 반드시 구분할 수 있어야 한다. 이에 제안하는 CSSS의 상황정보 모델링 엔진에서는 상황을 사실, 표현, 규칙으로 나타내고, 규칙을 통해 새로운 사실을 추론할 수 있는 로직 기반 모델 방법을 사용하여 상황정보를 모델링하였다. 로직 기반 모델 방법은 단순한 규칙으로도 택 내에서 발생할 수 있는 위험 상황

을 정형화 시킬 수 있고, 규칙의 수정 및 추가가 용이해 택 내 가족구성원에 맞게 위험상황을 재정의 할 수 있고 확장시킬 수 있다.

모델링된 상황정보는 데이터베이스에 저장되며, 상황정보 관리자의 규칙 엔진에서는 미리 정의한 규칙과 데이터베이스의 상황정보를 비교함으로써 현재의 상황을 분석한다.

표 4는 사실을 표현하는 로직 기반 모델링의 예이고 표 5는 상황을 정의하는 규칙이다. 표 6의 Fact 1과 Fact 2는 택내 설치한 센서로부터 어린이와 보호자의 위치 값을 측정하여 사실(fact)로 표현한 것이고, Rule 1은 아이가 욕실에 혼자 들어가는 경우 ‘미끄러짐/넘어짐’ 유형의 사고가 발생할 수 있음을 규칙으로 정의한 것이다. 위험 상황을 나타내는 규칙(Rules)은 4장 시스템 구현에서 자세하게 다룰 것이다. 상황 매칭 엔진은 현재의 상황이 규칙 엔진의 모든 조건을 만족시키는지 여부를 확인한다. 상황 매칭 엔진의 확인 결과가 참일 경우 현재의 상황에 적합한 서비스가 있다는 것을 의미하여, 서비스 관리자의 서비스 발견 엔진을 통해 해당 서비스를 찾는다. 결과가 거짓인 경우에는 상황정보 수집 주기에 따른 시간차 갱신이 발생할 수 있으므로 상황정보 쿼리 엔진에서 데이터베이스로 쿼리를 보내 매칭되지 않는 사실에 대해 한 번 더 질의한다. 질의 후 상황 매칭 엔진에서 다시 결과를 확인하고 여전히 거짓일 경우 현재의 상황에 적합한 서비스가 없다고 간주한다.

(표 4) 로직 기반 모델링 예시

표현	사실
Location(P) = Place	Location(P) = {p p ∈ 택내 사용자} → 택내 사용자의 위치 ex) Location(C) = B : 어린이가 욕실(Bath Room)에 들어감

(표 5) 상황을 정의하는 규칙

상황	어린이가 욕실에 들어감
Fact 1	Location(C) = B
Fact 2	~Location(Pa) = B
Rule 1	Location(C) = B and ~Location(Pa) = B → 어린이가 혼자 욕실에 들어가면 미끄러짐/넘어짐이 발생할 수 있다.

2.3.3 서비스 관리자

상황 매칭 엔진의 결과 값이 참인 경우 서비스 관리자의 서비스 발견 엔진이 실행된다. 서비스 발견 엔진은 현재의 상황에 적합한 서비스를 서비스 디렉토리에서 찾으며, 서비스 디렉토리는 제공할 수 있는 서비스를 내부 서비스와 외부 서비스로 분류하여 저장하며 Service Location Protocol(SLP, RFC 2608[17])의 디렉토리 에이전트와 같은 역할을 한다. 내부 서비스는 택내의 구성원에게 서비스를 제공하며 위험 상황이거나 사고가 발생했을 경우 택내의 구성원에게 경보를 보낼 수 있다. 외부 서비스는 사고가 발생했을 때 신속하고 효율적인 대처를 위해 관계기간에 신고하고 사고 발생지의 상황정보를 전달하는 서비스를 의미한다. 서비스 실행 엔진은 서비스 디렉토리에서 적합한 서비스를 찾은 후에 서비스를 실행시키는 역할을 한다. 서비스는 사용자가 휴대하고 있는 단말기에서 실행이 되며, 사용자가 단말기를 휴대하고 있지 않은 경우에는 사용자가 접근 가능한 단말기를 찾아 서비스를 실행시킬 수 있다. 즉, 사용자에 가장 가까이 있는 TV, 모니터, 스피커 등을 이용해 서비스를 제공한다.

3. 시스템 구현 및 결과

2.1절에서 택내에서 발생할 수 있는 안전사고 유형을 분류했고, 센서 기술을 이용해 예방/관리가 가능한 사고 유형을 도출했다. 이 장에서는 센서 기술을 이용해 예방/관리가 가능한 사고 유형 중에서 ‘상해손해’를 일으킬 수 있는 사고유형을

구현하여 시스템 대처의 정확성을 검증하고 시뮬레이션을 통해 전체 네트워크의 트래픽을 분석한다. 또한 IEEE 802.15.4에서 지원하는 슈퍼프레임 구조의 GTS (Guaranteed Time Slot)를 사용하는 경우와 사용하지 않는 경우의 중단 지연을 비교/분석한다.

3.1 시스템 대처의 정확성 검증

본 절에서는 실제 센서를 이용해 도출한 상해손해를 일으키는 사고유형을 구현하여, 보호대상자가 위험 장소에 갔을 때 센서가 이를 정확하게 감지하여 경고할 수 있는지 시스템 대처의 정확성을 검증한다.

표 6은 구현한 사고유형이고, 사고유형 별 위험 상황을 정의하는 규칙은 표 7과 같다. 욕실에서는 미끄러짐/넘어짐이 일어날 수 있고, 주방에서는 커피포트, 가스레인지, 오븐 등의 가전제품을 사용하고 있을 때 미취학 어린이/치매노인(이하 보호대상자)이 혼자 주방으로 들어가는 경우, 사용 중인 가전제품을 건드리거나 넘어트리면 화상을 입을 수 있다. 그리고 보호대상자가 집 밖으로 나가는 것을 보호자가 모르는 경우 실종사고가 일어날 수 있다.

발생할 수 있는 상황을 크게 욕실/주방/현관에 ‘들어가는 것’과 ‘들어간 후’로 나누었다. 보호대상자가 욕실에 들어가면 미끄러짐/넘어짐의 위험이 있으므로 보호자 단말기나 보호자의 위치를 파악해 보호자가 있는 곳의 스피커로 경고한다. 가전제품을 사용 중인 주방에 들어가는 경우는 화상의 위험이 있으므로, 보호대상자가 가전제품 근처로 가는 것을 예방하기 위해 보호대상자와 가전제품의 위치를 알아야 한다. 보호대상자가 주방으로 들어오면 신속하고 정확한 위치 측정을 위해 시스템에서 위치정보 수집 주기를 평소 수집주기(1초 간격)의 1/2로 단축시키고, 가전제품 가까이로 이동하면 보호자의 단말기나 스피커를 통해 경고한다. 마찬가지로 보호대상자가 현관으로 가면 신속한 위치 측정을 위해 위치정보 수집

주기를 역시 평소 수집주기(1초 간격)의 1/2로 단축시키고, 집 밖으로 나가면 보호자의 단말기나 스피커를 통해 경고한다. 본 실험에서는 시스템의 대처 결과를 확인하기 위해 보호자 단말기나 스피커가 아닌 PC로 대처 유무가 출력되도록 하였다.

CSSS에서 이와 같이 세 가지 사고 유형을 감지하기 위해 수집해야 하는 상황정보는 위치정보이고, 실내에서의 위치정보를 초음파 모듈(HBE-ZigbeX2-Ultrasonic)[18]을 이용해 구하였다. 초음파 모듈은 고정 노드와 이동 노드간의 거리를 파악한 후, 고정 노드와 이동 노드 간의 거리, 고정노드의 위치를 갖고 삼각측량법[19]을 이용해 이동 노드의 위치를 찾는다. 4개의 초음파 모듈을 고정 노드의 역할을 하도록 욕실/주방/현관의 천

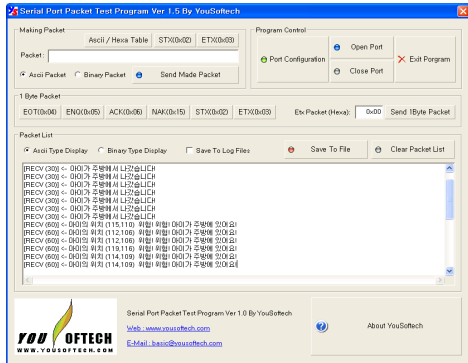
장 모서리에 각각 설치하고, 1개의 초음파 모듈을 이동 노드의 역할을 하는 보호자/보호대상자에게 부착한다. 이동 노드는 천장에 부착된 고정 노드로부터 1초 주기로 초음파를 받아 거리를 계산하고, 거리를 이용해 현재의 위치를 측정한다. Sink 노드로 보낸다. Sink 노드는 PC와 시리얼 포트 연결되어있어서 이동 노드의 위치 정보를 받아 위험상황을 정의하는 규칙을 만족하면 위험상황을 알리는 경고 메시지를 PC로 출력한다. 결과는 그림 2와 같다. 어린이가 주방의 가전제품에 가까이 갔을 때 이를 감지하여 PC로 경고 메시지를 출력하고, 스스로 주방에서 나가는 경우 이를 알려줌으로써 사용자 위치 확인에 대한 센서 감지의 정확성을 확인 할 수 있었다.

(표 6) 센서를 이용해 구현한 사고 유형

사고 유형	장소	상황	필요한 상황 정보	시스템 대처
미끄러짐 / 넘어짐	욕실	•event1: 욕실에 들어감	•보호자/어린이/치매노인의 위치	•event1: 스피커 경고음/ 보호자의 단말기로 경고
화상	주방	•event1: 가전제품을 사용하고 있는 주방에 들어감 •event2: 가전제품에 가까이 감	•보호자/어린이/치매노인의 위치 •가전제품의 위치	•event1: 위치정보 수집 주기를 단축 •event2: 스피커 경고음/ 보호자의 단말기로 경고
그 외	현관	•event1: 현관으로 감 •event2: 집 밖으로 나감	•보호자/어린이/치매노인의 위치	

(표 7) 사고유형 별 위험 상황을 정의하는 규칙

	표현 및 정의
Fact 1	Location(C/Pa/D ²) = B, C, E, N, O ³⁾
Fact 2	~Location(C/Pa/D) = B, C, E, N, O
Rule 1	Location(C/D) = B and ~Location(Pa) = B → 보호대상자가 혼자 욕실에 들어가면 미끄러짐/넘어짐이 발생할 수 있다.
Rule 2-1	Location(C/D) = C and ~Location(Pa) = C → 보호대상자가 혼자 주방에 들어가면 시스템에서 위치 측정 주기를 단축 시킨다.
Rule 2-2	Location(C/D) = C and ~Location(Pa) = C and Location(C/D) = N → 보호대상자가 사용 중인 가전제품 근처로 가는 것은 화상의 위험이 있다.
Rule 3-1	Location(C/D) = E and ~Location(Pa) = E → 보호대상자가 혼자 현관에 있으면 시스템에서 위치 측정 주기를 단축 시킨다.
Rule 3-2	Location(C/D) = O and ~Location(Pa) = O → 보호대상자가 혼자 집 밖으로 나가면 실종될 수 있다.



(그림 2) 시스템 대처의 정확성을 검증하는 결과 화면

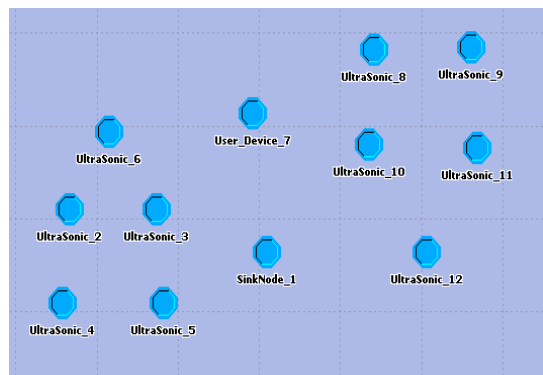
3.2 시뮬레이션 환경 및 결과

IEEE 802.15.4에서 지원하는 대역폭으로 제한된 CSSS의 네트워크 트래픽을 만족시키는 지 검증하고, 시스템에 좀 더 적합한 IEEE 802.15.4의 패킷 전송 방법을 결정하기 위해 시스템에서 발생하는 트래픽에 대한 분석이 필요하다. 이를 위해 OPNET Modeler 14.5 [20]를 이용하여 센서를 이용해 구현 할 수 있는 사고 유형에 대한 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션에서 고려하는 사항은 다음과 같다.

- 욕실/주방/현관의 세 가지 사고 유형에 대해 실험한다.
- 표 8에 따라 Rule 2-2, Rule 3-2의 경우에는 초음파 센서의 주기를 단축시키고, Rule 1, Rule2-1, Rule 3-1의 경우에는 Sink 노드에서 User Device로 경고 메시지를 보낸다.

시뮬레이션 센서 네트워크 모델은 그림 3과 같다. 10개의 초음파 모듈, Sink 노드, User Device로 구성이 되어있고, 초음파 모듈에서 측정된 위치 값을 Sink 노트에서 주기적으로 받아 위험 상황에 처한 경우 User Device로 경고 메시지를 보낸다. 보호자가 보호대상자와 함께 있지 않음을

확인해야 하므로 보호자의 위치 측정이 필요하여, 전체 네트워크 트래픽에 보호자의 위치 측정을 위해 발생하는 트래픽이 추가된다. 고정 노드의 역할을 하는 초음파 모듈은 1초 주기로 6byte의 메시지(mode⁴, SenderID⁵, Samplenum⁶)를 이동 노드에게 보내고, 이동 노드의 역할을 하는 초음파 모듈은 위치 값을 계산하여 8byte의 메시지(mode, SenderID, Samplenum, Distance⁷)를 1초 주기로 Sink 노드에 보낸다. 보호대상자가 혼자 주방/현관에 들어간 경우 보호대상자에 대한 위치정보 수집 주기를 평소 수집 주기의 1/2(0.5초 간격), 1/3(0.34초 간격)로 각각 단축시켜 보았다. 10분 동안 랜덤 시간에 2~10회의 이벤트⁸)를 발생시켰을 때 증가하는 트래픽 양을 이벤트가 발생하지 않은 정상시의 네트워크 트래픽 양과 비교하여 IEEE 802.15.4의 대역폭이 제한하는 시스템에서 필요로 하는 대역폭을 만족시키는 지 평가한다. OPNET에서 제공하는 랜덤함수를 사용해서 표 7의 event1, event2의 발생시점과 시스템 경고 후 보호대상자에게 적절한 조치가 취해지는 시간을 결정했다. 이와 같은 실험을 각 사고유형/이벤트 발생 횟수 별로 10회 한 평균값을 성능측정치로 측정하였다.

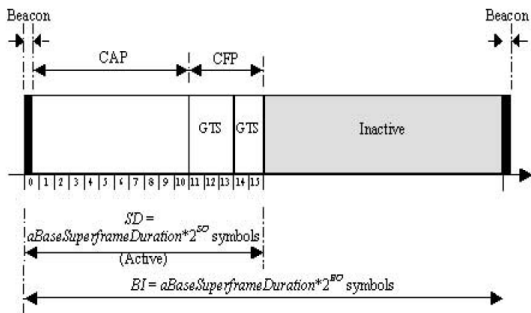


(그림 3) 시뮬레이션 센서 네트워크 모델

- 4) 이동 노드/고정 노드/Sink 노드
- 5) 고정 노드의 ID
- 6) 초음파를 보낸 횟수
- 7) 이동 노드에서 계산한 이동 노드와 고정 노드의 거리
- 8) 주방/현관에 들어감

2) Child: 미취학 어린이, Parents: 보호자, Dotard: 치매노인
 3) Bathroom: 욕실, Cookroom: 주방, Entrance: 현관, Near: 가전 제품 근처(1m이내), Outside: 집 밖

IEEE 802.15.4에서 지원하는 슈퍼프레임의 구조는 그림 4와 같다. 슈퍼프레임 구조는 응용분야에 따라 QoS를 보장 받고 연속적인 통신을 해야 할 경우에 적용할 수 있도록 원하는 모드로 운용할 수 있다. PAN 코디네이터⁹⁾가 일정한 주기로 슈퍼프레임 비컨을 송신하고, 두 개의 비컨 간의 시간 중 active 구간은 16개의 동일한 타임 슬롯으로 나뉜다. 슈퍼프레임 비컨을 받은 후 다음번의 슈퍼프레임 비컨을 받기 전까지의 시간 동안 언제든지 데이터를 보낼 수 있고, PAN 코디네이터는 지정된 대역폭이나 작은 처리 지연이 요구되는 디바이스에 GTS (Guaranteed Time Slot)를 할당할 수 있다. GTS는 실시간 응용이나 특정한 대역폭을 요구하는 응용을 위한 것으로 CFP (Contention Free Periods)에 올 수 있다.



(그림 4) IEEE 802.15.4 슈퍼프레임 구조

논문에서 제안하는 CSSS는 위험상황을 인지하여 사용자에게 경고하는 실시간 응용 시스템이다. 따라서 슈퍼프레임의 GTS를 할당 받는 경우와 GTS를 할당 받지 않고 CAP(Contention Access Period)에서 데이터를 전송하는 경우를 비교했다. 보호대상자가 사고가 발생할 수 있는 장소에 혼자 있는 경우, 정확한 위치 측정이 필요하기 때문에 10개의 초음파 센서 중 보호대상자의 위치 측정을 위한 5개의 초음파 센서에 GTS를 할당한다. 반면 보호자의 위치는 보호대상자와 함께 있는 여부 정도만 알면 되므로 CAP에서 데이터를 전

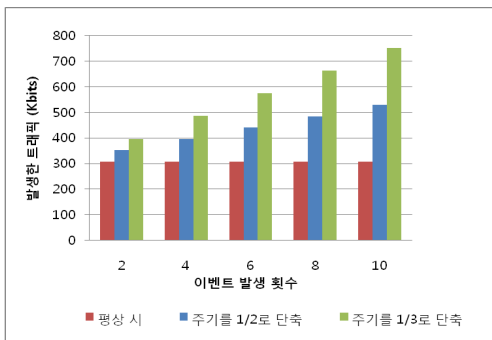
송하게 한다. GTS를 할당하려면 비컨 주기, 슈퍼프레임 지속시간, 슬롯 지속시간을 설정해야 하고, 계산식은 표 8을 따른다. $0 \leq SO \leq BO \leq 14$ 을 만족하는 BO (Beacon Order)과 SO (Superframe Order)을 설정해서 비컨 주기, 슈퍼프레임 지속시간, 슬롯 지속시간을 결정한다. 앞에서 언급했듯이 비컨 주기 동안에 데이터를 전송할 수 있고, 이러한 비컨 주기에 결정하는데 영향을 미치는 파라미터는 BO이다. 또한, 비컨 주기는 슈퍼프레임(active 구간) 지속시간과 sleep(inactive) 구간으로 나뉘는데, 슈퍼프레임 지속시간에 영향을 미치는 파라미터는 SO이다. SO와 BO의 값이 같으면 비컨 주기 동안에 sleep 구간 없이 슈퍼프레임으로 데이터를 보낼 수 있음을 의미한다. 슈퍼프레임 지속시간은 다시 데이터 전송에 경쟁이 필요한 CAP와 경쟁 없이 GTS를 할당 받아 데이터를 전송하는 CFP (Contention Free Period)로 나뉜다. 슈퍼프레임 지속시간은 16개의 동일한 타임 슬롯으로 나뉘고, 응용 분야에 따라 타임 슬롯을 CAP와 CFP에 적절히 할당한다. 1개의 GTS에 할당할 수 있는 타임 슬롯의 최대 개수는 7개이다. 본 실험에서는 초음파 센서의 기본 주기가 1초이므로, 비컨 주기도 같은 1초로 정하여 1초마다 슈퍼프레임을 이용해 데이터를 전송할 수 있도록 BO와 SO를 6으로 설정한다. 또한 각 노드에서 1개의 타임 슬롯을 갖는 GTS를 요청함으로써 CAP는 11개, CFP는 5개의 타임 슬롯을 갖도록 한다.

(표 8) 슈퍼프레임 파라미터

파라미터	계산식
Beacon Interval	$aBaseSuperframeDuration \times 2^{BO} [\text{symbols}]$ $= 960 \times 2^{BO} [\text{symbols}]$ $= 15.36 \times 2^{BO} [\text{msec}]$
Superframe Duration	$aBaseSuperframeDuration \times 2^{SO} [\text{symbols}]$ $= 960 \times 2^{SO} [\text{symbols}]$ $= 15.36 \times 2^{SO} [\text{msec}]$
Slot Duration	$aBaseSlotDuration \times 2^{SC} [\text{symbols}]$ $= 60 \times 2^{SC} [\text{symbols}]$ $= 0.96 \times 2^{SC} [\text{msec}]$

9) 본 실험에서는 Sink 노드가 코디네이터의 역할을 함

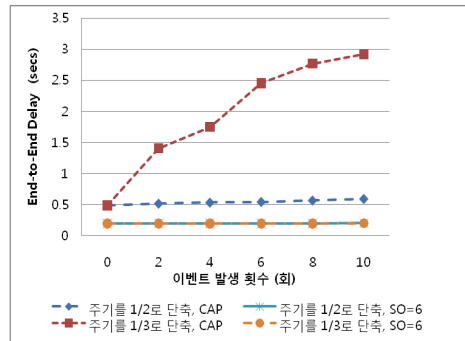
그림 5는 10분 동안 이벤트를 2~10회 발생시킨 다음 위치정보 수집 주기를 각각 평소 수집 주기의 1/2, 1/3로 단축시켰을 때 발생하는 트래픽과 이벤트가 발생하지 않은 정상시의 트래픽을 비교하여 나타낸 것이다. 이벤트 발생 시기를 랜덤함수를 이용해 결정하여 이를 10회 반복한 평균값이며, 육실/주방/현관에서 발생하는 트래픽 양을 합산하여 평균을 낸 값이다. 10분 동안 이벤트를 10회 발생시켰을 때 가장 많은 네트워크 트래픽이 발생하였고, 그 양은 약 1.25Kbps(750Kbits)이다. 그러나 IEEE 802.15.4에서 제공하는 대역폭은 250Kbps로 시스템에서 필요로 하는 대역폭을 충분히 만족시킴을 알 수 있다.



(그림 5) 주기 변화에 따라 발생한 전체 트래픽 양 (Kbits)

그림 6은 CAP에서 데이터를 보내는 경우와 GTS를 할당 받아 데이터를 보내는 경우의 중단 지연시간을 데이터 수집 주기와 이벤트 발생 횟수를 변화시켜가며 측정된 결과이다. CAP를 사용하는 경우, 데이터 전송을 위해 채널 접근에 대한 경쟁이 있어서 충돌이 감지되면 랜덤 backoff 시간만큼 기다린 다음 채널에 접근할 수 있기 때문에 단위시간 내에 데이터 전송 횟수와 많을수록 지연시간도 길다. 이벤트 발생횟수가 많아지면 주기가 단축되는 횟수가 많고, 주기를 평소 주기의 1/3로 단축시킬 때 1/2로 단축시킨 것에 비해 많은 데이터를 수집하여 전송하므로 데이터 수집주기와 이벤트 발생 횟수는 중단 지연 시간에 비례함을 알 수 있다. 반면 GTS를 할당 받은 노드는 채널 접근에 대한 경쟁이 없기 때문에 이벤트 발생 횟수가 중단 지연시간에 영향을 미치지 않는다. 따라서, CAP에서 데이터를 보내는 것보다 GTS를 할당하여 데이터를 보내는 것이 중단 지연 시간 측면에서 봤을 때 시스템에 보다 적합함을 알 수 있다. 또한 위치 정보 수집 주기가 중단 지연 시간에 영향을 미치지 않기 때문에, 보호대상자의 위치를 신속하고 정확하게 측정하기 위해 시스템의 위치 정보 수집 주기를 평소 수집 주기의 1/3(0.34 초 간격)로 단축시켜 정보를 수집하도록 한다.

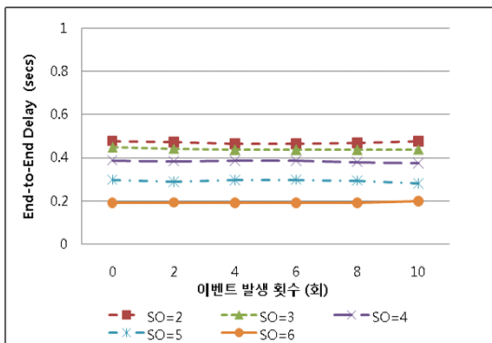
위의 실험에서 GTS(SO=6)를 할당 받는 경우 채널 접근에 대한 경쟁이 없으므로 이벤트 발생 횟수에 따라 데이터 전송량이 많아져도 중단 전송 지연시간에 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 이번에는 SO와 중단 지연 시간과의 관계를 알아보려고 한다. 그림 7은 SO에 따른 중단 지연 시간을 측정된 결과이다. SO는 비컨 주기의 active 구간을 결정하는 것으로 active 구간은 곧 슈퍼프레임 구간이고, inactive 구간에서는 노드가 sleep 상태로 들어간다. 표 10의 슈퍼프레임 지속시간의 계산식에 따르면 SO와 active 구간은 비례함을 알 수 있다. active 구간이 길수록 상대적으로 inactive 구간이 짧아져 비컨 주기의 오랜 시간 동안에 데이터를 보낼 수 있기 때문에 그림 10에서 SO와 중단 지연 시간의 반비례 관계를 보여준다. 그러나 active구간이 길면 센서가 동작하고 있는 시간



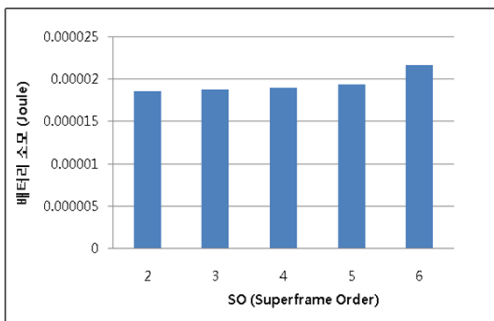
(그림 6) 이벤트 발생 횟수에 따른 CAP와 GTS(SO=6) 사용할 때의 중단 지연 시간 (secs)

나 active구간이 길면 센서가 동작하고 있는 시간

이 그만큼 많기 때문에 active구간이 짧은 경우보다 상대적으로 전력소모가 크다. 무선 센서 네트워크에서 센서의 전력 소모량은 중요시되는 성능 측정치 중의 하나이다. 그림 8에서는 SO에 따른 배터리 소모량을 측정하여 보여준다. SO의 값이 클수록 전력소모가 미세해지지만 커지는 것을 볼 수 있는데, 이는 SO가 클수록 SO가 작은 경우보다 상대적으로 긴 active 구간을 가져 오랜 시간 센서를 작동하기 때문이다. 그러나 증가하는 전력 소모량이 아주 큰 정도가 아니므로 SO의 값을 6으로 설정하면 데이터를 전송 시 중단 지연시간이 가장 짧을 수 있다. 결과적으로, 제안하는 안전관리 시스템에 가장 적합한 무선 패킷 전송 방법은 슈퍼프레임 구조의 GTS(BO=6, SO=6)를 사용하고, 이벤트 발생 시 위치정보 수집주기를 평소 수집 주기의 1/3(0.34초 간격)로 단축 시키는 것임을 확인할 수 있다.



(그림 7) SO에 따른 중단 지연 시간 (secs)



(그림 8) SO에 따른 배터리 소모량 (Joule)

4. 결론

택내의 환경정보를 수집하여 위험상황을 인지하고 안전사고를 예방할 뿐 아니라 구조대상자와 사고 발생장소의 상황정보를 이용해 최적의 대응을 할 수 있는 택내 안전관리 시스템(Context-aware System for Safety at Smart Home, CSSS)을 설계하였다. 이를 위해 택내에서 발생할 수 있는 안전사고 유형을 분류하였으며, 센서를 활용한 예방관리가 가능해 제안하는 안전관리 시스템에서 제공할 수 있는 서비스를 도출하였다.

보호대상자가 위험 장소에 갔을 때 센서가 이를 정확하게 감지하여 경고할 수 있는지 시스템 대처의 정확성을 평가하기 위해 실제 센서를 활용하여 상해손해를 일으킬 수 있는 사고유형을 구현하였고, CSSS에서 발생시키는 네트워크 트래픽을 분석하기 위해 OPNET 시뮬레이터를 통한 시뮬레이션을 하였다. 이벤트 발생 횟수에 따라 발생하는 트래픽 양을 측정하여 정상시의 네트워크 트래픽 양과 비교하고, IEEE 802.15.4에서 제공하는 대역폭이 CSSS에서 필요로 하는 대역폭을 만족시키는지 평가하였다. 또한 IEEE 802.15.4에서 지원하는 슈퍼프레임 구조의 GTS를 사용하는 경우와 CAP를 사용하는 경우의 중단 지연을 측정하고, GTS를 사용하는 경우에는 Superframe Order에 따른 중단 지연 시간과 배터리 소모량을 측정하였다. 그 결과, GTS를 사용하고 슈퍼프레임의 Beacon Order와 Superframe Order를 각각 6으로 설정하는 전송 방법이 중단 지연 시간과 배터리 소모량을 고려했을 때, CSSS에 적합함을 확인할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] 정보통신용어사전, <http://word.tta.or.kr/index.jsp>
- [2] 임신영, 허재두, 박광로, 김채규, "상황인식 컴퓨팅 기술동향", IITA 기술정책 정보단, 2004. 4.
- [3] Jae-Bong Yoo, et al., "Simple & Private Cricket

- Emergency Call System for Location - based Service under U-911 in an Indoor Environment,” ICHIT 2008, pp. 558~563, August 2008.
- [4] 신성식, 서현곤, “유비쿼터스 센서 네트워크를 이용한 실시간 실내 화재감시 시스템”, 한국정보과학회 학술 심포지움 논문집 제2권 제1호, 2008. 6, pp. 108~110
- [5] 김미경, 서민석, 윤종선, 박현주, “유비쿼터스 위치기반 재난 구조 시스템 설계”, 한국인터넷정보학회 2004 춘계학술발표대회 논문집 제 5권 제1호, 2004. 5, pp. 145~148
- [6] 조종식, 박우석 등 “유비쿼터스 자녀보호 시스템”, 한국인터넷 정보학회 학술발표대회 논문집, 2009.5, pp. 639~642
- [7] Katsuhiko Takata, et al., “A Context Based Architecture for Ubiquitous Kid’s Safety Care Using Space-oriented Model,” ICPADS 2005, pp. 384~390.
- [8] 소비자 안전국, 리콜제도 팀, “어린이 안전사고 유형별 실태조사,” 한국소비자원, 2007. 4
- [9] 소비자안전국, 한국소비자원, “가정내 노인 안전사고 실태조사”, 1998. 5
- [10] AIG 우리집 만사 OK 종합 보험, <http://elcoco.co.kr/index.php>
- [11] 2005년도 안전교육교사연수 - 유아기에서 여든 살까지의 행복
- [12] 성윤영, 우현제, 이미정, “택 내에서의 안전관리를 위한 상황인지 시스템 설계”, 한국통신학회, 2009년도 하계종합학술발표회논문초록집 Vol. 39, pp.463
- [13] Strang, T. and Linnhoff-Popiem, C., “A context modeling survey,” UbiComp 1st International Workshop on Advanced Context Modeling, Reasoning and Management, Nottingham, pp. 34-41, 2004
- [14] 이서우, 이종권, “유비쿼터스 컴퓨팅 시대를 위한 상황인식 처리 기술”, 정보과학회지 제 24권 제10호, 2006. 10, pp. 16~24
- [15] Bauer, J. “Identification and Modeling of Contexts for Different Information Scenarios in Air Traffic,” Mar. 2003. Diplomarbeit
- [16] Henriksen, K., et al., “Management Infrastructure from High-Level Context Models,” In Industrial Track Proceedings of the 4th International Conference on Mobile Data Management (MDM 2003), Melbourne, Australia, January 2003, pp.1~6
- [17] RFC2608 - Service Location Protocol, Version 2, <http://www.faqs.org/rfcs/rfc2608.html>
- [18] 한백전자, www.hanback.co.kr
- [19] 삼각측량법, <http://ko.wikipedia.org>
- [20] <http://opnet.com>

● 저 자 소 개 ●



성 윤 영

2007년 이화여자대학교 컴퓨터학과 졸업(학사)
2009년 이화여자대학교 대학원 컴퓨터정보통신공학과 졸업(석사)
2009년 ~ 현재 이화여자대학교 대학원 박사과정
관심분야 : Home Networks, VANETs, etc.
E-mail : syy83@ewhain.net



우 현 제

2004년 이화여자대학교 컴퓨터학과 졸업(학사)
2006년 이화여자대학교 대학원 컴퓨터학과 졸업(석사)
2007년 ~ 현재 이화여자대학교 대학원 박사과정
관심분야 : 무선 모바일 네트워크, Ad-hoc 네트워크, VANETs, etc.
E-mail : hjwoo@ewhain.net



이 미 정

1987년 이화여자대학교 전자계산학과 졸업(학사)
1989년 University of North Carolina at Chapel Hill 컴퓨터학과(석사)
1994년 North Carolina State University 컴퓨터공학과(박사)
1994년 ~ 현재 이화여자대학교 공과대학 컴퓨터공학과 교수
관심분야 : 프로토콜 설계 및 성능분석, 멀티미디어 전송을 위한 트래픽 제어, 인터넷 QoS, 트래픽 엔지니어링, 무선 이동 네트워크, VANETs, etc.
E-mail : lmj@ewha.ac.kr