

최종보고서						보안등급		
						일반[<input checked="" type="checkbox"/>], 보안[]		
중앙행정기관명		교 육 부		사업명		기본연구지원사업		
연구개발과제번호		2018R1D1A1B07049318						
연구개발과제명		국문		SRC환경에서의 실시간 상황인식 제어 시스템 개발				
		영문		Development of Real-Time Context Aware Control System in SRC(Smart Remote Control) Environment				
주관연구개발기관		기관명		서원대학교				
연구책임자		성명		김봉현				
		연락처	직장전화	043-299-8716	소속부서/직위	컴퓨터공학과/조교수		
	전자우편		bhkim@seowon.ac.kr	휴대전화	*****			
연구개발기간	전체		2018. 06. 01 - 2021. 05. 31 (3년 개월)					
	단계 (해당 시 작성)	1단계	YYYY. MM. DD - YYYY. MM. DD(년 개월)					
		2단계	YYYY. MM. DD - YYYY. MM. DD(년 개월)					
		3단계	YYYY. MM. DD - YYYY. MM. DD(년 개월)					
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원	기관부담		그 외 기관 등의		합계	
		연구개발비	연구개발비		지원금			
		현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물
총계								
1단계	1년차	37,500					37,500	
	2년차	50,000					50,000	
	3년차	50,000					50,000	
	4년차	12,500					12,500	
	5년차							
	6년차							
	7년차							
	8년차							
	9년차							
	10년차							
	11년차							
2단계 (해당시 작성)	1년차							
	2년차							
	3년차							
	4년차							
3단계 (해당시 작성)	1년차							
	2년차							
	3년차							
	4년차							
5년차								
연구개발담당자 실무담당자		성명		김봉현		직위		조교수
		연락처	직장전화	043-299-8716		휴대전화		*****
			전자우편	bhkim@seowon.ac.kr		국가연구자번호		10168072






이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2021년 06월 22일

연구책임자: 김 봉 현
주관연구개발기관의 장: 최 흥 열

※ 주관연구책임자 및 주관연구기관장 서명(인, 직인)은 전자접수를 통한 제출 및 승인으로 갈음함

< 요약 문 >

연구개발단계	기초[√] 응용[] 개발[]					
연구개발 목표 및 내용	최종 목표	SRC(Smart Remote Control)환경에서의 실시간 상황인식 제어 시스템 개발				
	전체 내용	<div>– Beacon, 심박센서, 온도센서, 가속도센서 통합 모듈로 구성된 전용 Wearable 개발</div> <div>– Wearable과 분석서버 간 데이터 송수신을 위한 Base Station 개발</div> <div>– 측정 데이터 분석 및 서비스 제공을 위한 통합관리시스템 구현 및 서비스를 수신 받을 Application 개발</div> <div>– 사용자 상태 분석 정보 활용을 위한 앱 서비스 설계 및 구현</div> <div><div><div>Sensor</div><div>· 센서 · 센서 RawData 추출</div><div></div><div>Bluetooth</div></div><div><div>정보수집 노드</div><div>· 정보 수집 노드 · 멀티 프로세싱 · 데이터 수신 · Raw Data 전송</div><div></div><div>Bluetooth</div></div><div><div>Base Station</div><div>· 다중센서노드와 통신 · 멀티 프로세싱 · 데이터 수신 · Raw Data 수신 · 인터넷 망 통신</div><div></div><div>Bluetooth</div></div><div><div>분석 서버(main Server)</div><div>· 분석 서버 · 멀티 프로세싱 · 데이터 송수신 · Raw Data 분석, 가공 · 환자 위치 탐색</div><div></div><div>인터넷 망</div></div><div><div>APP Service</div><div>· 앱 서비스 · 환자 분석 정보 수신</div><div></div></div></div> <div><div>시계형 측정센서 모듈 개발 통신프로토콜 개발 노드사이의 거리데이터 추출</div><div>분산 처리 설계 및 개발(분산처리 모듈, 데이터 가공 서버) 정보 가공 저장용 미들웨어 개발(데이터 가공 서버) 웨어러블과 센서노드의 거리를 이용한 위치 측정 알고리즘 개발</div><div>App Service와 연계한 어플리케이션 개발</div></div>				
		1단계	목표			
		(해당 시 작성)	내용			
		2단계	목표			
	(해당 시 작성)	내용				
	3단계	목표				
	(해당 시 작성)	내용				
	연구개발성과	<div>– 연구 기간동안 통합관리시스템 구성, 설계 및 구현을 완료하였으며, Wearable 타입의 모듈 개발 및 데이터 송수신을 위한 노드 설계, 데이터 분석용 시스템 개발을 연동한 최종 연구 결과를 도출하였다.</div> <div>– 연구 기간내에 국내전문학술지 3편 게재, 국외전문학술지 1편 심사 중, 국내외 학술대회 논문발표 7편 출판, 수상실적 4건 등의 연구 개발 성과를 도출하였다.</div>				
	연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<div>– 연구 기술을 통해 매년 증가하고 있는 노인 응급환자 사망률을 최소 20% 감소시킬 것으로 전망되며, 사회취약계층인 노인 및 유아 계층에 대한 안전 시스템의 새로운 Paradigm 선도 기술로 활용될 것이다.</div> <div>– 연구 결과는 노인요양원, 장애시설, 유치원, 초등학교 등 사회취약계층이 속해있는 시설에 안전사고 및 실종사고 예방 서비스로 적용할 수 있다.</div> <div>– 또한, 서비스 기술의 확대를 통하여 기업사내, 연구소, 공공기관 등의 정보보안이 필요한 시설 등 다양한 분야에 출입통제/행위제한 등에 활용이 가능하다.</div>				
국문핵심어 (5개 이내)	상황인식	실시간 제어	스마트 원격	통합 센서 모듈	미들웨어	
영문핵심어 (5개 이내)	Context Aware	Real-time Control	Smart Remote	Integration Sensor Module	Middleware	

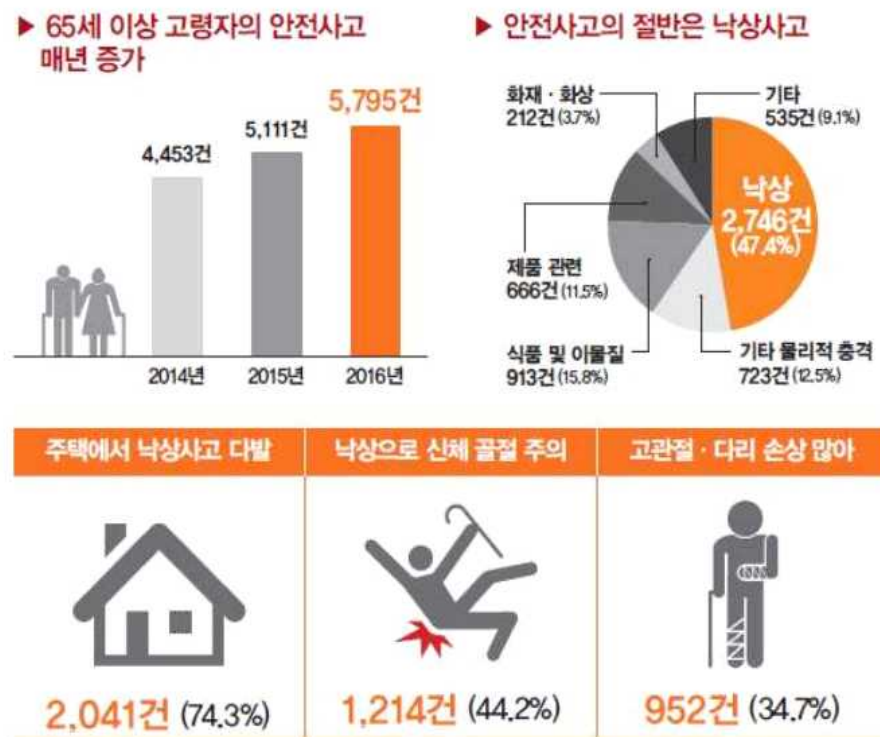
〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요	1
1.1 연구개발 필요성	1
1.2 연구개발 관련 기술 및 서비스 현황	3
1.3 연구개발 목표	5
1.4 연구범위	6
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용	10
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도	17
4. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도	25
5. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획	26
6. 참고문헌	28

1. 연구개발과제의 개요

1.1 연구개발 필요성

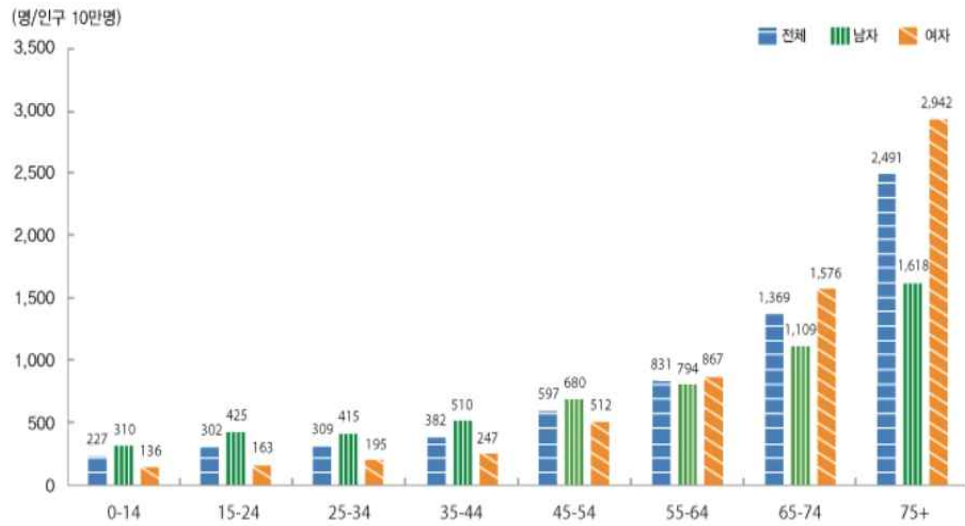
- 최근 3년간(2012년~2014년) 한국소비자원 소비자위해감시시스템(CISS)에 접수된 65세 이상 고령자의 위해정보 건수는 총 12,195건이고, 특히 2014년에는 4,453건으로 전년 대비 16.2% 증가한 것으로 나타난다.
- 사고 발생장소별로는 '가정'이 7,617건으로 전체의 62.5%를 차지하며 그 다음으로 상업시설 1,020건(8.4%), 의료서비스시설 833건(6.8%), 도로 652건(5.3%) 순으로 나타난 것을 확인할 수 있으며 이는 외부의 위험요소 뿐 아니라 통상적으로 안전하다고 인식되어지는 공간도 실제로는 그렇지 못하다는 반증이며 안전사고의 발생범위는 일상생활 전반에 걸쳐 포괄적이라는 반증이기도 하다.
- 중상해 및 사망사례 현황을 보면, 고령자 안전사고 중 중상해 사고는 495건으로 10.5%를 차지함. 이는 전체 연령대의 중상해 사고 발생비율과 비교해 보면 5.3배 많은 것으로 분석되었으며, 사망사고는 66건(1.4%)으로 치료기간을 알 수 있는 전체 연령대의 안전사고와 비교해 보면 7배 많은 것으로 나타났다.



<고령자 안전사고 현황>

- 미국 NEISS의 국가통합통계에 따르면 전체 안전사고 대비 어린이 안전사고 비율이 12년 30.5%, 13년 29.6%, 14년 29.5%로 감소하는 추세를 보이고 있는 반면 우리나라는 12년 37.2%, 13년 37.2%, 14년 40.8%로 매년 비율이 증가하고 있다고 한다.
- 상기의 내용들에서 볼 수 있듯이 고령자의 경우 연령증가에 따른 신체의 노화 및 질병은 안전사고의 증가로 이어질 수 있고 상해의 정도도 심각한 실정이며, 아동의 경우 새로운

제품과 시설물이 출현하면서 위해·위험요소가 증가하고 이에 따라 안전취약계층인 어린이는 지속적으로 안전사고 위험에 노출되고 있는 실정이다.



<낙상사고 피해연령 통계>

- 2007년부터 2009년까지 만65세 이상의 **노년층 낙상사고 발생률 52.2%**

- 60세 이상 입원 환자 1,000명 당 1.6명이 낙상사고 경험

- 미국의 경우 **노인 3명 중 1명이 1년에 한 번 이상의 낙상을 경험하고 사망한 노인 사망자 비율이 75%**

- 2015년 2월 9일, 중환자실 76세 남성의 침대 **낙상사고를 뒤늦게 발견하여 사망**



각종 실내 안전사고로부터의

사전예방 및 조기발견을 할 수 있는 새로운 방안이 필요

- 이에, 신체적 대응능력이 떨어지는 고령자와 위험한 상황에 대한 인식능력이 부족한 사회적 취약 계층을 위한 지속적인 관찰과 안전사고 발생 시 신속한 대응이 이루어 질 수 있는 수단이 필요하다.
- 본 연구개발 내용인 『SRC(Smart Remote Control)환경에서의 실시간 상황인식 시스템 개발』은 중계 서비스 장비인 베이스스테이션을 인터넷에 연결할 수 있는 통신망 1회선만 필요하여 유지비가 적게 발생하고, Beacon수신기와 베이스 스테이션 제작 자체도 저가형의 제품제작이 가능하여 GPS 기반장비에 비하여 Beacon을 활용할 경우 최소 1/10에 제작이 가능하기에 저가형·보급형의 제품 출시가 가능하다.
- 또한, 위치측위의 경우 GPS보다 거리 측정 오차가 적으며, Beacon 자체의 성능에서 실내 위치 파악에 유리하다는 이점이 있으며, GPS 기반의 현 장비가 최대 12시간이라면 블루투스 Beacon의 경우 코인셀 배터리를 사용할 경우 최대 2년까지로 사용자들에게 사용의 편의성 제공이 가능하다.
- 이에, 대상자들의 서비스 이용에 있어 경제적 부담감을 해소시켜줌과 동시에 사회적 실정

에 부응하고 서비스 대상자의 Need를 충족시켜줄 수 있는 대안으로 본 제안개발제품인 『SRC(Smart Remote Control)환경에서의 실시간 상황인식 제어 시스템』을 개발하고자 한다.

1.21 연구개발 관련 기술 및 서비스 현황

◦ 연구개발 관련 기술 현황

① 실내 위치확인 시스템(IPS, In-door Positioning System) 기술 현황

- 미국의 GloPos는 대표적으로 사용되는 GPS, WLAN, 블루투스 같은 기술 없이 위치 정보를 전송받을 수 있는 무선통신망(Cellular network)을 이용해 위치정보를 제공
- 오스트레일리아의 스타트업인 Indoo.rs는 SDK(Software Development Kit)를 실내 공간 관련 사업자들에게 공개해 실내 정보를 실시간으로 업데이트
- Shopkick의 서비스 경우 스마트 폰용 무료 애플리케이션으로 Shopkick을 다운받은 소비자가 자신의 애플리케이션을 켜 상태에서 매장 내 또는 근처에 있을 경우 상점에 설치된 특수기계가 이를 감지하고 소비자에게 해당 매장 내 쇼핑정보와 할인정보, 관련 쿠폰 등을 스마트 폰을 통해 제공하는 서비스
- Boscube기반 Ausstrahlung3는 독일 회사인 Blueon에서 서비스 중인 블루투스 기반 위치인식 시스템
- 퍼플즈(Perples)의 경우 고주파를 활용해 스마트 폰에 관련 정보를 전달하는 기술인 사운드태그(SoundTAG) 서비스를 제공
- SK텔레콤의 경우 Wi-Fi 측위 기술을 활용 신세계 센텀시티에서 주차 확인서비스를 개, 필스룩 조명 박물관에 초정밀 측위 기술을 개발, UWB를 사용하여 'UWB 신호 활용 실시간 위치인식 시스템'을 활용하여 방문 고객 대상 위치 확인 서비스 상용화하여 서비스를 제공
- 삼성전자의 경우 휴대폰으로 사원임을 입증하고 출입문을 통과하여 기존 플라스틱 카드에서 모바일 범용가입자식별모듈(USIM) 내장형으로 교체

② Beacon 기반 서비스 사례

- 페이팔(PayPal)의 세계 최대의 온라인 결제 서비스
- 애플의 아이비콘의 경우 가게 주변을 지나가는 사람들에게 할인 쿠폰을 전송하거나 광고 메시지를 송부
- MLB의 경우는 아이비콘을 뉴욕 메츠 홈구장인 시티필드에 설치 사용자의 위치를 파악해 구장 정보를 제공
- 공항 컨소시엄의 경우 공항 보안 검색대의 승객 식별 서비스 제공
- 국내의 경우 롯데 프리미엄 아울렛 본점과 이천점에 Beacon 서비스가 도입
매장에 방문한 고객들에게 환영 메시지와 매장 지도, 층별 쇼핑 정보 등을 제공
- 아이팝콘과 모바일 쿠폰 앱인 열두시가 제휴해서 최근 오픈한 'Yap'이라는 서비스도 Beacon을 기반으로 시범 적용

③ 웨어러블 디바이스 기술 현황

- 웨어러블 디바이스(Wearable Device)는 이용자에게 가장 밀착된 형태의 컴퓨터로 기존 디바이스들이 제공하지 못한 새로운 서비스 제공이 가능하다는 점에서 각광을 받고 있으며 점점 진화 중

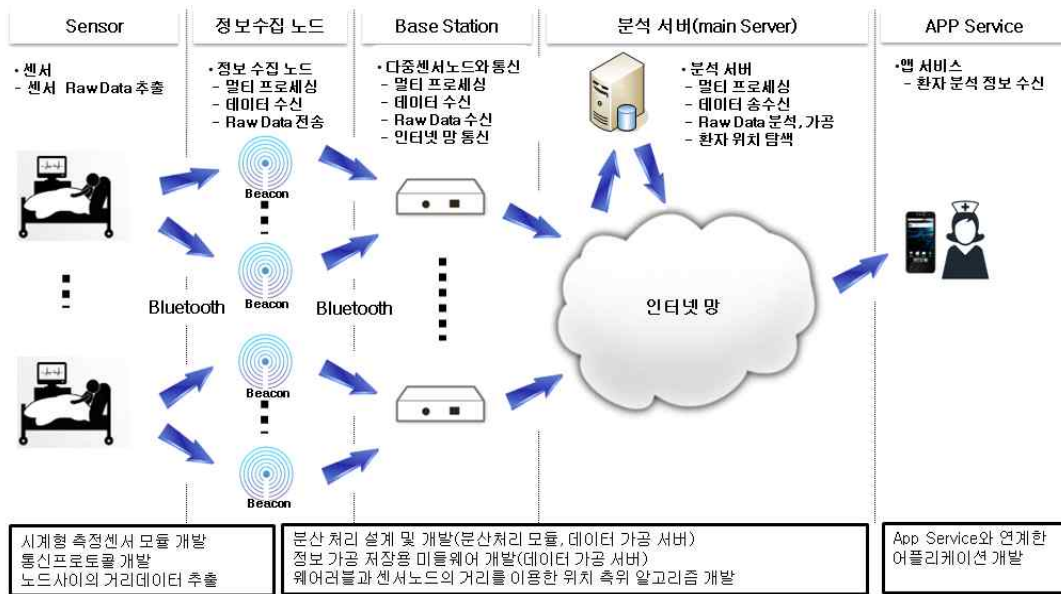
- 실제로 ERTI의 2014년 웨어러블 기술전망을 살펴보면 미국 소비자의 52%는 웨어러블 기술 기기(Wearable Tech Device)에 대해 알고 있으며, 이들 중 1/3은 해당 기기의 구입의사가 있는 것으로 조사되어 앞으로의 기술의 발전 가능성이 수차례 논의되기도 함
 - 웨어러블 디바이스의 상용화에 있어서 제공하는 기능도 중요하나, 소비자들은 제품의 디자인적 측면을 구입하는데 중요한 요소로 꼽힘
 - NPD의 발표 자료에 따르면 스마트안경은 50%, 스마트워치는 42%, 피트니스 트래커는 20% 정도로 제품을 고려하는 것으로 이는 제품의 기능도 중요하나 사용자의 가시성, 편의성, 심미성, 독창성 또한 중요한 상용화 요소로 적용되고 있는 것으로 조사
 - 현재 웨어러블 디바이스의 배터리 성능은 스마트폰의 1/10용량으로, 짧은 배터리 수명으로 인해 항시착용의 가치를 제공하지 못해 고효율 배터리 개발이필요하며 소형화, 대체방안 등 다양한 이슈도 존재할 것으로 예상
 - 전력 소비를 절약하기 위해 스마트폰·AP와 같은 네트워크 허브에 의존해야 한다. 위치정보를 제공하는 GPS와 같은 기능도 제한적으로 사용되어 콘텐츠 개발을 제약하는 요소로 작용
- 연구개발 관련 서비스 현황
- ① 국내 : 독거노인을 대상으로 '응급안전돌보미'라는 시스템이 서비스 중
 - ② 해외 : 일본 로베어 (이화학연구소/스미토모리코)의 노인 돌보미 로봇은 거동일 불편한 환자나 노인의 이동을 돕는 돌보미 로봇으로 개발 중
 - ③ 국내·외적으로 노인의 안전과 편의를 위한 서비스 및 시스템 개발은 활발하나 실제 상용화 서비스는 미흡한 실정
 - ④ 본 연구개발은 사회적 취약계층 안전 시스템으로서 시장 경쟁력이 강화되고 시장 점유가 가능할 것으로 전망
 - ⑤ 또한, 개발 결과인 실시간 위험감지 및 상황인식 모니터링 시스템은 노인 요양시설 뿐만아니라 사회적 취약 계층 보호 시설에 대한 전반적인 적용, 활용이 가능하기 때문에 시장성이 매우 크고 사업성이 우수한 기술로 기대



<응급안전돌보미 구성도>

1.3 연구목표

- 최종목표 : SRC(Smart Remote Control)환경에서의 실시간 상황인식 제어 시스템 개발



<전체 시스템 연구 내용>

- 『SRC(Smart Remote Control)환경에서의 사회적 취약계층에 대한 실시간 상황인식 제어 시스템』은 고령인, 아동, 장애인 등 보호가 필요한 사회취약계층의 생체정보, 위치 등의 정보를 보호자에게 제공함으로써 보호 대상자의 실시간 상태관리 및 예측과 위급상황 발생 시 신속한 대응 기능을 시스템으로 제공하여 안전과 편의성을 제공하고자 하는 시스템이다.
- 세부목표
 - ① Beacon, 심박센서, 온도센서, 가속도센서 통합 모듈로 구성된 전용 Wearable 개발
 - ② Wearable과 분석서버 간 데이터 송수신을 위한 Base Station 개발
 - ③ 측정 데이터 분석 및 서비스 제공을 위한 통합관리시스템 설계 및 개발
 - ④ 수집 정보의 보관을 위한 데이터베이스 설계 및 구축
 - ⑤ 통합관리시스템으로부터 서비스를 수신받을 Application 개발



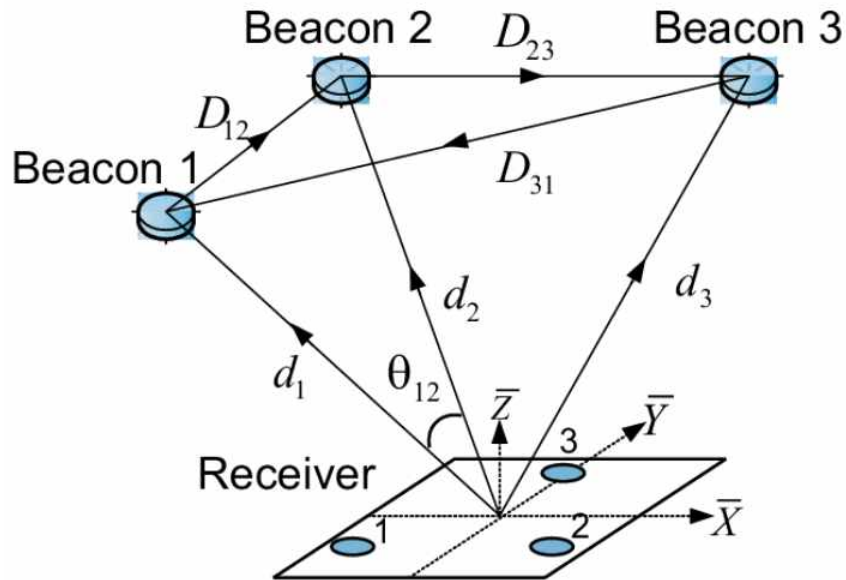
<연구개발 프로세스>

1.4 연구범위

◦ 네트워크 구성

① 센서노드(Beacon신호 수집장치)

- 센서 노드는 전용 Wearable에서 발생하는 센서들의 데이터를 BLE통신 모듈을 이용하여 수신하고 검출된 데이터를 BLE통신을 통해 베이스 스테이션으로 전달하는 노드이다.
- 또한, 위치측위에 사용되는 데이터인 웨어러블과 블루투스 통신의 거리를 측정하여 센서들의 데이터와 함께 베이스스테이션에 전달한다.



<비콘 신호 기반의 거리 측정 구성도>

② Base Station (인터넷이 연결된 노드)

- 매쉬 망(Mesh Network)을 이용하여 센서 노드의 정보를 수집하고 수집된 데이터를 인터넷 통신을 통하여 분석서버로 전달하는 데이터 중간 수집 노드이다.
- 베이스스테이션은 다 수의 센서노드와 연결되어 데이터를 수집하면서 과부하 현상이 발생하기 때문에 일정 구역별로 배치하여 하나의 베이스스테이션에 과부하현상을 방지하기 위한 분산처리를 한다.

③ 분석서버

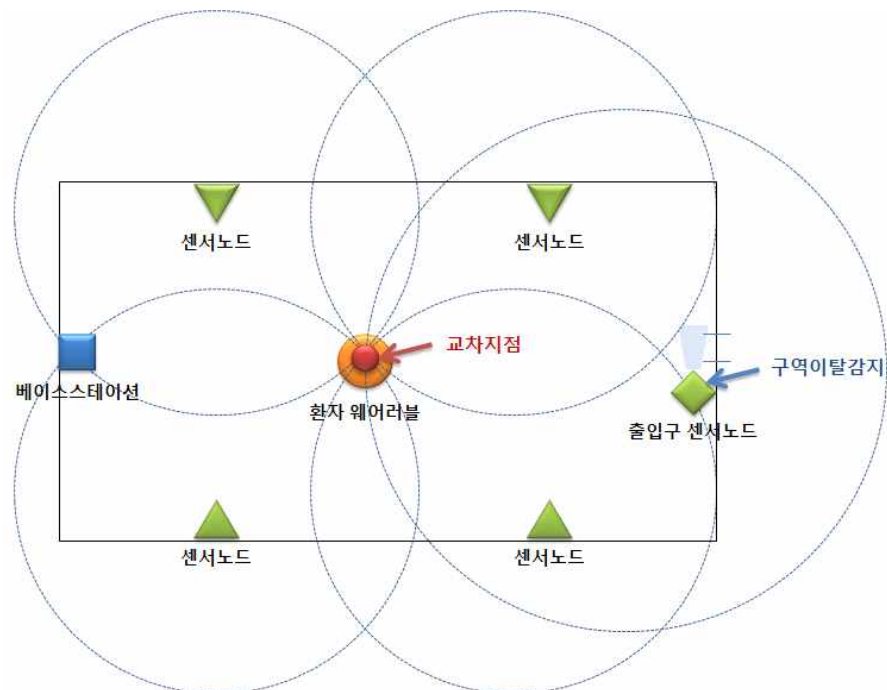
- 분석서버는 베이스스테이션에서 주기적으로 수신한 데이터를 분석 · 가공하고 인터넷 통신을 이용하여 담당자의 스마트 장비로 전달을 통하여 담당자에게 사용자의 정보를 제공한다.
- 또한, 분석서버는 측정값 분석 기준을 통하여 응급상황과 평시상황을 분류하여 응급상황 시에는 즉각 담당자의 스마트 장비로 전달하고 평시상황 시에는 일정 주기적으로 분석데이터를 담당자의 스마트 디바이스로 전달된다.



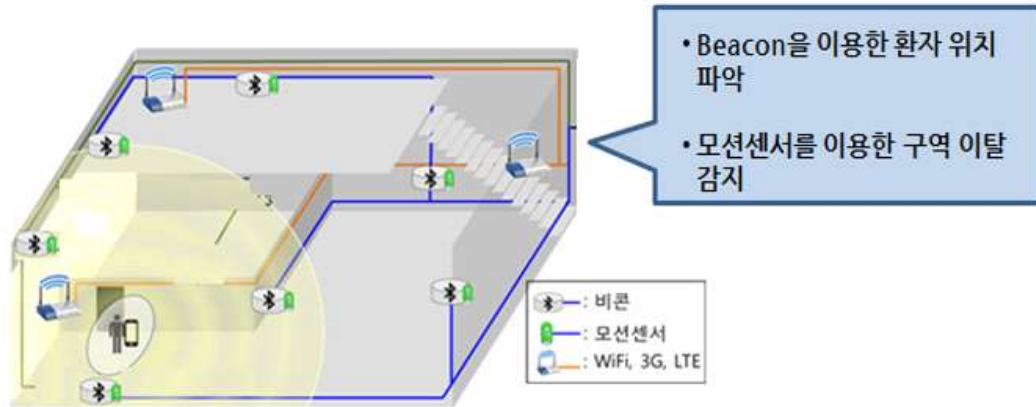
<전체 네트워크 망>

◦ 사용자 케어 웨어러블

- ① 비콘(Beacon) : Wearable에 장착된 비콘과 센서노드 사이의 BLE 데이터 통신을 통하여 데이터를 센서노드에 전달한다. 위치측위를 위한 데이터는 웨어러블과 인접해 있는 센서노드들과의 거리를 측정하여 최종적으로 분석서버에서 분석한다.



<사용자 위치 측위 시스템>



<실내 공간 위치 측위>

- ② 심박센서 데이터 수집 : 인체의 심박 수를 측정하기 위한 센서로 인체에 빛을 투과하여 혈액에서의 반사된 빛을 측정하여 혈액의 흐름에 주기성을 측정하여 심박 수를 측정한다.
 - ③ 온도센서 데이터 수집 : 인체의 체온을 측정하기 위한 센서로 열이 발생하는 곳에서 발생하는 적외선을 이용하여 인체에서 방출되는 적외선 감지를 통해 인체의 체온을 측정한다.
 - ④ 가속도센서 데이터 수집 : 사용자의 낙상을 측정하기 위한 센서로 3축 가속도 센서로 낙상시 발생하는 가속도센서의 x축, y축, z축의 중력가속도 데이터 출력 값을 측정한다.
- 사용자 관리 어플리케이션 : 사용자 웨어러블의 고유식별 번호와 연계하여 매칭된 대상의 위치정보 및 상태정보를 메인서버로부터 수신하여 스마트 디바이스에 GUI로 정보를 제공한다.

환자 Care Wearable



<환자 Care Wearable>

환자 관리 Application



<환자 관리 Application>

- ⑤ 정기보고 : 사용자의 심박 수, 체온, 활동량, 위치 등의 사용자의 상태들을 일정시간을 주기로 정기적으로 사용자의 상태를 담당자에게 전달한다.
- ⑥ 응급보고 : 사용자의 상태가 위급할 경우에 전달되는 메시지로 해당 메시지를 수신 후 응급상황의 정보를 요양사, 담당간호사, 주치의, 센터장에게 일괄적으로 송신되어진다. 응급보고는 심박이상, 체온이상, 낙상감지, 구역이탈 등으로 위급상황이 분류되어지고 분류된 응급상황에 맞춰 담당자가 조기대응할 수 있도록 한다.



<통합 관리 시스템>

- ⑦ 비콘, 심박센서, 충격센서, 체온센서 등을 내장한 환자의 상태정보를 측정 및 데이터 전송을 하는 환자 Care Wearable 디바이스 개발
- ⑧ 심박센서, 체온센서, 충격센서 등 다양한 센서를 활용하여 정확하고 신뢰성 있는 상태 정보 측정 알고리즘 연구
- ⑨ 환자 정보를 데이터 통신을 이용하여 전달 받아 XML기반의 GUI 환경으로 실시간 환자의 위치, 환자 상태, 정보 및 알림 등을 제공하는 환자관리 어플리케이션 개발
- ⑩ Beacon module을 이용한 환자의 실내 위치 감지 및 정확한 데이터 통신을 위한 비콘 데이터 통신 기술 개발



<BLE beacon 서비스>

- ⑪ Beacon Service Server는 Beacon의 ID값과 해당 ID에 대한 정보가 내장되어있는 서비스 서버로 스마트폰과 연결된 Beacon들의 ID값을 통해 Beacon Service Server에서 정보를 조회하는 방식

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

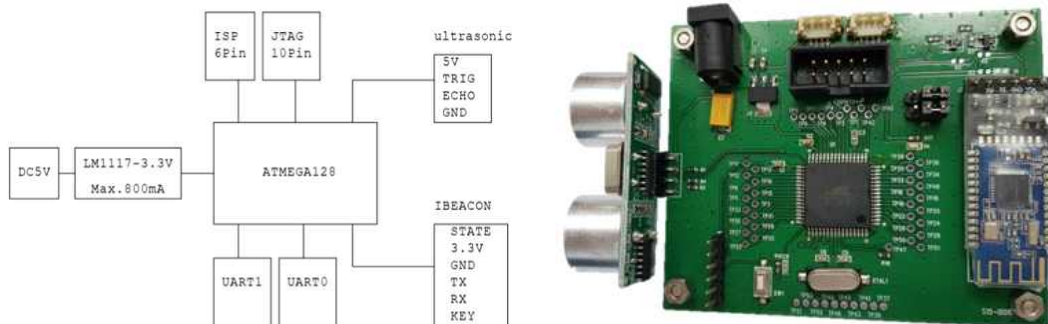
◦ 1차년도(2018.06 ~ 2019.02) 연구개발 수행과정 및 내용

① 1차년도 연구개발 목표

- 실내 위치정보 효율성 증대를 위한 연구
- 이기종 센서 통합 모듈 설계 및 데이터 측정

② 1차년도 연구개발 결과

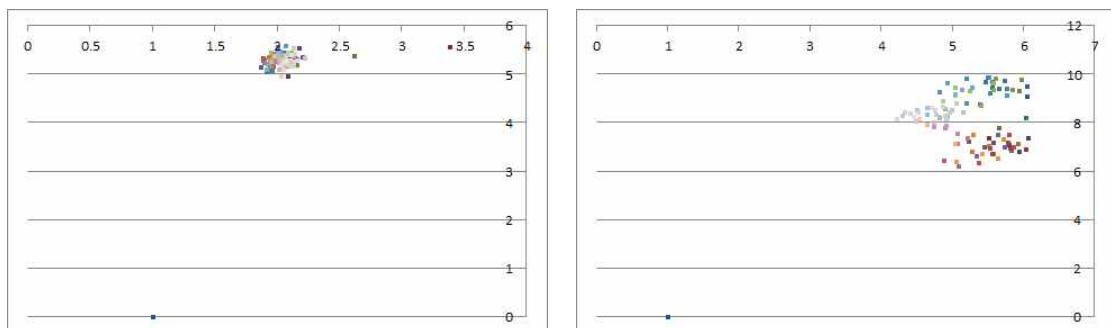
- 실내 위치정보 효율성 증대를 위한 연구
 - ▶ Beacon을 활용한 실내 위치정보 효율성 연구
 - ▶ Beacon과 초음파 센서를 활용하여 실내 위치 측정 통합 모듈 설계



<통합 모듈 설계도 및 개발 모듈>

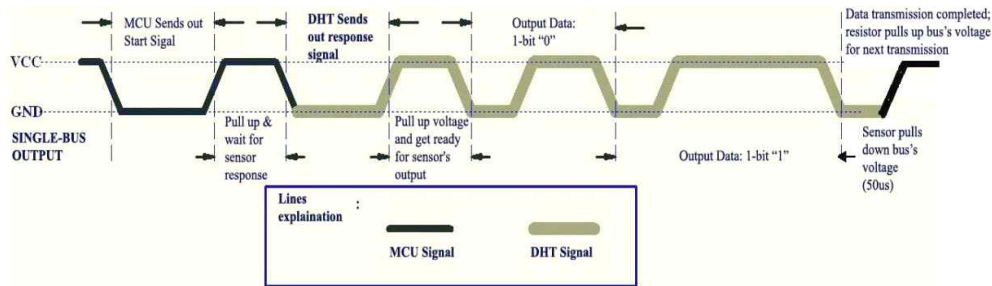
▶ 실내 위치정보 측정 연구

- 장애물이 없는 상황에서 실내 공간 크기와 상관없이 위치 정보에 대한 오차율은 큰 차이가 없다.
- 그러나, 장애물 설치 유무에 따라 실내 공간의 크기와 상관없이 위치 정보에 대한 오차율의 차이가 발생한다. 즉, 실내 공간의 크기가 작고, 장애물이 없는 공간에서 오차율이 작으며, 실내 공간의 크기가 크고, 장애물이 있는 공간에서 오차율이 커지게 된다.
- 따라서, 실내 위치정보에 대한 데이터의 신뢰성 및 효율성을 증가시키기 위해서는 반드시 이기종 위치정보 측정 센서들간의 통합 모듈 설계가 필요하다.



<공간크기 및 장애물 설치 유무에 따른 위치정보 측정 데이터>

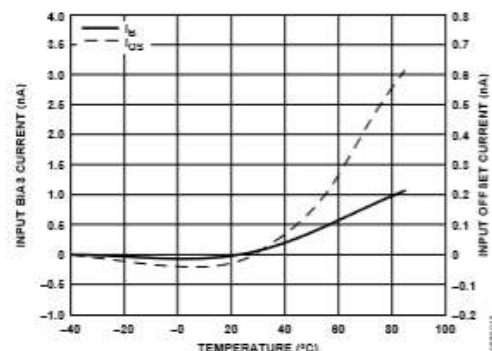
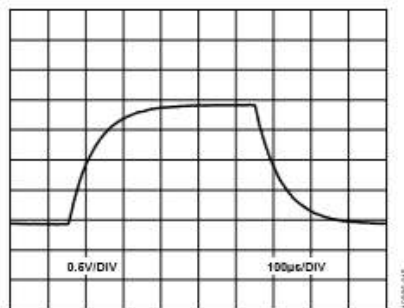
- 이기종 센서(온도센서, 가속도센서, 심박센서) 통합 모듈 설계 연구
 - Arduino Nano를 메인보드로 하여 온습도센서, 3축센서, 심박센서 및 블루투스 를 연동하여 통합 모듈 설계



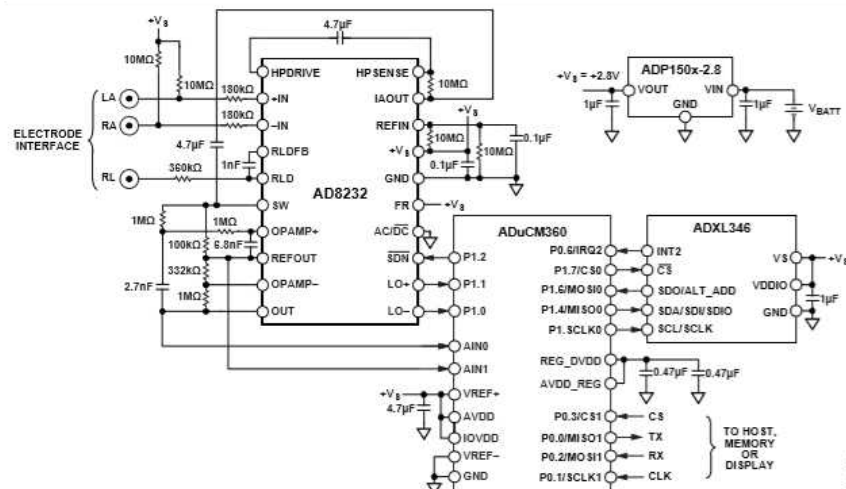
<전체 통신 프로세스>

	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Power Supply	DC	3V	5V	5.5V
Current Supply	Measuring	0.5mA		2.5mA
	Average	0.2mA		1mA
	Standby	100uA		150uA
Sampling period	Second	1		

<VDD=5V, T=25℃ 상태에서 신호 측정>



<계측 증폭기 신호펄스 응답 및 입력 바이어스/오프셋 전류 온도 측정>

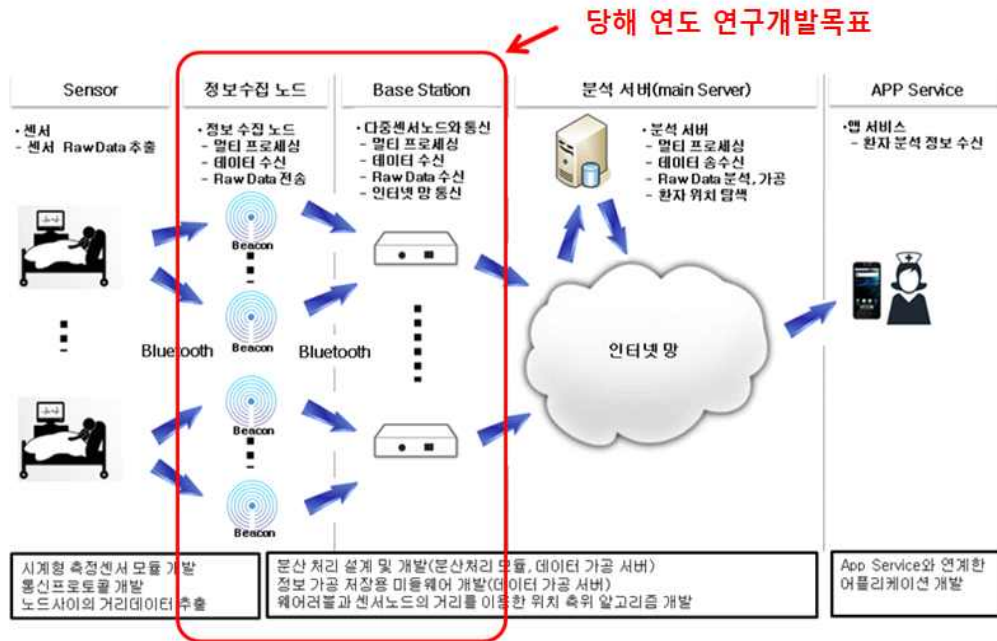


<저전력 휴대용 모니터링 모듈 설계>

◦ 2차년도(2019.03 ~ 2020.02) 연구개발 수행과정 및 내용

① 2차년도 연구개발 목표

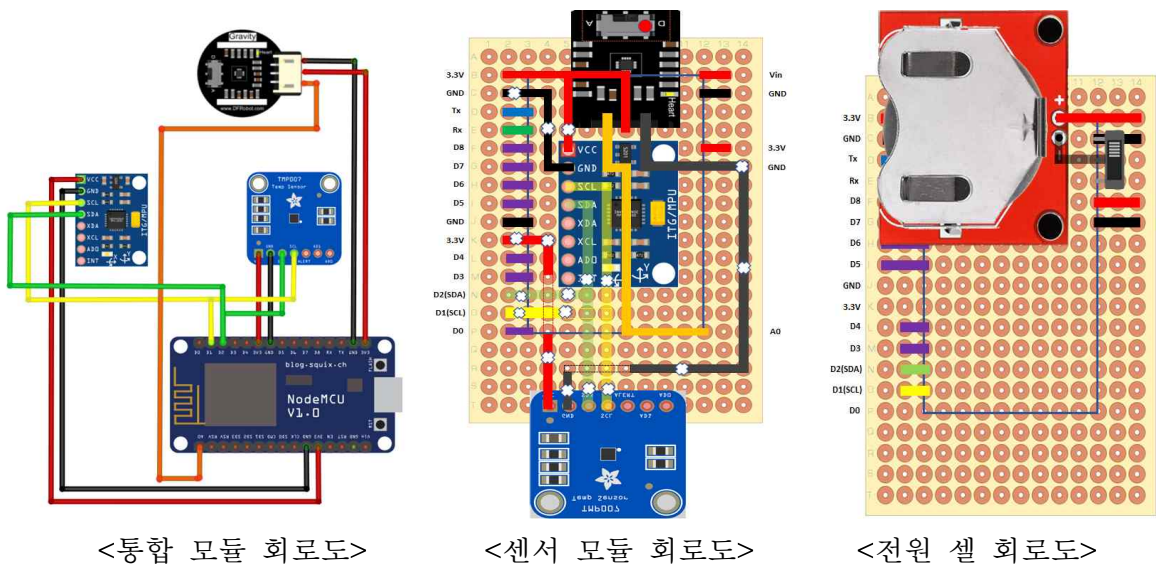
- Wearable 통합 모듈을 적용한 데이터 수집 및 분석
- 데이터 송수신을 위한 Base Station 설계
- 데이터 분석 및 서비스 제공을 위한 관리시스템 및 데이터베이스 설계

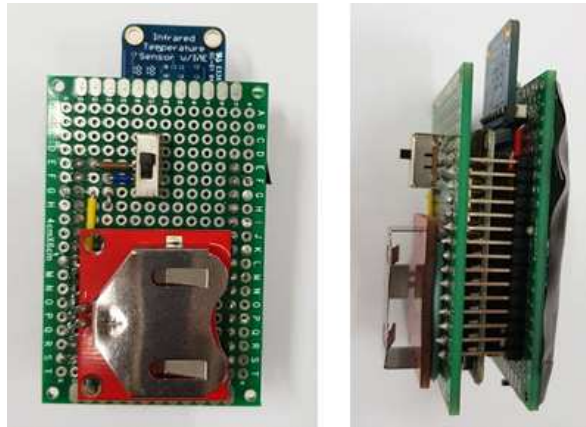


<2차년도 개발 목표도>

② 2차년도 연구개발 결과

- 웨어러블 통합 모듈 설계 및 개발
 - ▶ NodeMCU 메인 프로세서를 토대로 자이로 센서, 온도 센서 및 심박 센서를 연결한 통합 모듈 설계 연구





<2단 연동형 통합 모듈>

- Base Station 설계 및 데이터 SW 연구, 분산형 DB 구축
 - ▶ 통합 모듈 기반의 수집 데이터를 실시간으로 처리하는 SW 모듈 연구 개발
 - ▶ 모니터링 디바이스를 통해 데이터를 수집하고 무선 통신 방식을 통해 서버로 데이터가 전송, 저장 및 분석되는 방식으로 연구 개발
 - ▶ 데이터 처리를 위한 SW 모듈은 Client/Server 방식으로 구성하였으며, Client에서는 아두이노를 기반으로 Device에서 데이터를 수집, 전송
 - ▶ Server에서는 Python을 이용하여 데이터를 저장하고 분석하도록 연구 개발
 - ▶ Client Device SW 모듈에서는 WiFi 통신 방식을 적용하였으며, 자이로 센서 초기 제어 및 측정 변수를 초기화하고, 계산 수식에 의해 정규화 데이터와 가속도 변화량을 표시하도록 설계

```

void accel_calculate(){
  ac_x = 0; ac_y = 0; ac_z = 0;
  normal_x = 0; normal_y = 0; normal_z = 0;

  Wire.beginTransmission(mpu_addr);
  Wire.write(0x3B);
  Wire.endTransmission(false);
  Wire.requestFrom(mpu_addr, 6, true);

  // Data SHIFT
  ac_x = Wire.read() << 8 | Wire.read();
  ac_y = Wire.read() << 8 | Wire.read();
  ac_z = Wire.read() << 8 | Wire.read();

  // Mapping to 10000
  normal_x = map(int(ac_x), -16384, 16384, 0, mapping_value);
  normal_y = map(int(ac_y), -16384, 16384, 0, mapping_value);
  normal_z = map(int(ac_z), -16384, 16384, 0, mapping_value);

  // Calculation of angle deg -> Angle
  deg = atan2(ac_x, ac_z) * 180 / PI; //rad to deg
  dgy_x = gy_x / 131; //16-bit data to 250 deg/sec
  angle = (0.95 * (angle + (dgy_x * 0.001))) + (0.05 * deg);
}

```

<데이터 처리 SW>

```

Microsoft Windows [Version 10.0.17134.885]
(c) 2018 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Wpc>cd c:\work

c:\work>python server.py
서버 시작...
Ctrl-C 키를 누르면 서버 종료

Received Sensor Data : 1,37.2,60,6,2019,8,8,18,0,52
Received Sensor Data : 1,37.2,58,5,2019,8,8,18,0,53
Received Sensor Data : 1,37.2,58,5,2019,8,8,18,0,54
Received Sensor Data : 1,37.2,57,5,2019,8,8,18,0,55
Received Sensor Data : 1,37.5,56,5,2019,8,8,18,0,56
Received Sensor Data : 1,37.5,57,5,2019,8,8,18,0,57
Received Sensor Data : 1,37.5,56,5,2019,8,8,18,0,58
Received Sensor Data : 1,37.5,57,5,2019,8,8,18,0,59

```

<SW 실행 및 DB 연동>

- ▶ 온도, 심박수, 가속도, 전송 등의 센서 데이터를 이전 시간과 대기 시간으로 설정, 저장하여 단위 시간당 데이터를 수집하도록 SW 설계
- ▶ 입력 데이터의 무결성을 체크하고 데이터 중 Device ID, 온도, 심박수, 모션 데이터를 입력받는다. 입력 받은 데이터는 Python의 리스트 타입으로 변환하여 반환

◦ 3차년도(2020.03 ~ 2021.05) 연구개발 수행과정 및 내용

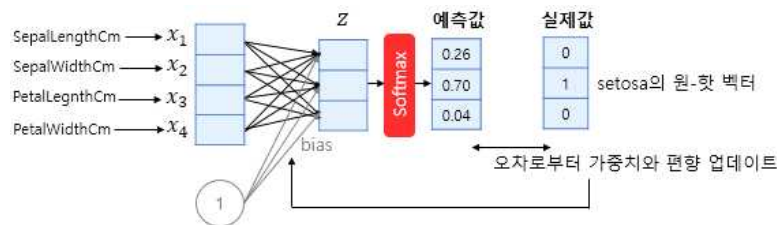
① 3차년도 연구개발 목표

- 낙상 데이터 분석 모델링 개발
- 센싱 데이터 관리 시스템 구축

② 3차년도 연구개발 결과

- 다중분류 딥러닝 모델링 설계 및 개발
- ▶ 다중분류 문제를 위한 활성화 함수로 소프트맥스 함수 이용
- ▶ Softmax는 각각 Label별로 확률을 출력하는 활성화 함수이며, 모든 출력 값을 합치면 1이 된다. Softmax는 큰 값을 강조하고, 작은 값을 약화시키는 효과를 가져온다. k차원의 벡터에서 i번째 원소를 z_i , i번째 클래스가 정답일 확률을 p_i 로 나타낸다고 하였을 때, 소프트맥스 함수는 p_i 를 아래와 같이 정의

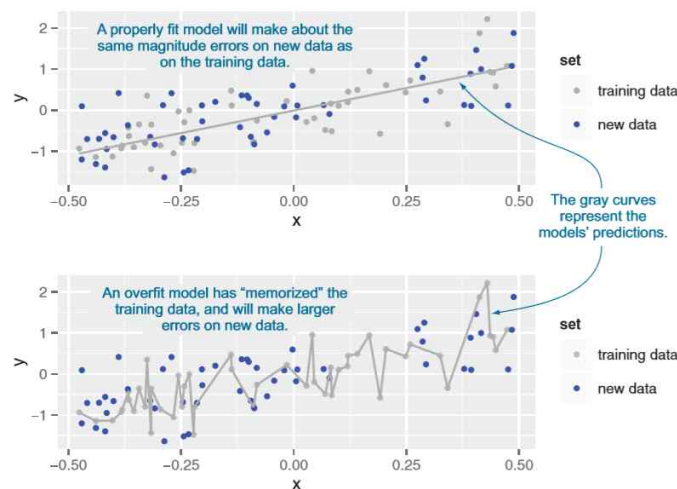
$$P_i = \frac{e^{z_i}}{\sum_{j=1}^k e^{z_j}} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, k)$$



<소프트맥스 회귀>

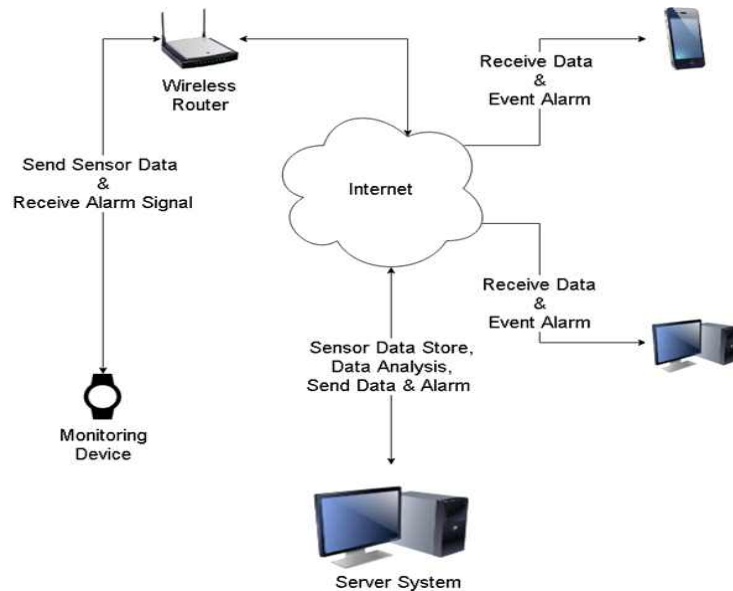
- 이항분류 모델을 적용한 낙상 데이터 분석 모델링 개발
- ▶ 이진분류 문제 해결을 위한 알고리즘으로 로지스틱 회귀 사용
- ▶ S자 모양의 그래프를 만들 수 있는 어떤 특정 함수 f 를 추가적으로 사용하여 $H(x)=f(Wx+b)$ 의 가설을 사용

$$\begin{aligned} H(x) &= \text{sigmoid}(Wx+b) \\ &= \frac{1}{1 + e^{-(Wx+b)}} \\ &= \sigma(Wx+b) \end{aligned}$$



<이항분류에서의 과적합>

- 센싱 데이터 관리 시스템 구축
- ▶ 센싱 데이터 분석, 관리를 위한 서버 구성 및 시스템 구축



<데이터 관리 시스템 프로세스 구성도>

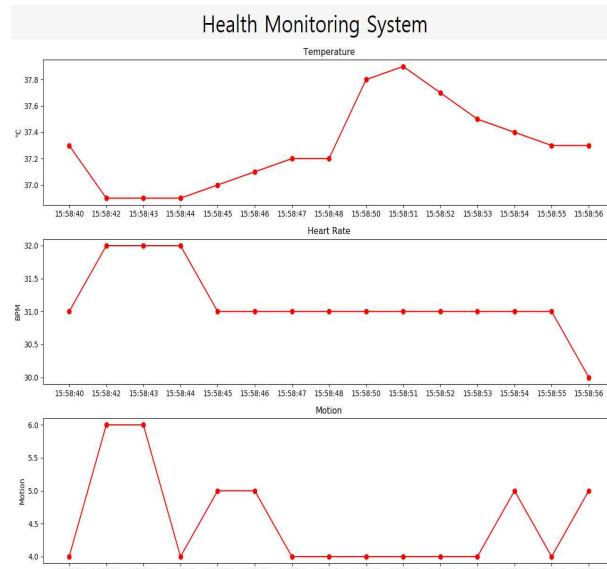
- ▶ 낙상 예측 데이터 분석 프로세스는 사용자의 센서 디바이스를 통해 데이터가 측정 되면 무선 라우터를 이용하여 데이터 전송
- ▶ 서버 시스템에서는 센서 데이터 저장, 데이터 분석 및 이상 데이터에 대한 알람 전송 등의 기능을 수행하도록 구성
- ▶ 센서 디바이스를 통해 입력되는 데이터에 대한 수집 및 저장은 서버 시스템에서 실시간으로 모니터링하고 관리

```

Received Sensor Data : 1,23.6,46,5,2020,8,4,16,0,27
Received Sensor Data : 1,23.6,38,8,2020,8,4,16,0,28
Received Sensor Data : 1,23.6,53,7,2020,8,4,16,0,29
Received Sensor Data : 1,25.5,43,7,2020,8,4,16,0,30
Received Sensor Data : 1,25.7,50,4,2020,8,4,16,0,31
Received Sensor Data : 1,25.7,49,4,2020,8,4,16,0,32
Received Sensor Data : 1,25.7,48,4,2020,8,4,16,0,33
Received Sensor Data : 1,27.0,48,4,2020,8,4,16,0,34
Received Sensor Data : 1,27.4,48,4,2020,8,4,16,0,35
Received Sensor Data : 1,27.4,48,4,2020,8,4,16,0,36
Received Sensor Data : 1,27.4,57,6,2020,8,4,16,0,37
Received Sensor Data : 1,28.1,43,6,2020,8,4,16,0,38
Received Sensor Data : 1,28.3,46,6,2020,8,4,16,0,39
Received Sensor Data : 1,28.3,39,5,2020,8,4,16,0,40
Received Sensor Data : 1,28.3,44,5,2020,8,4,16,0,41
Received Sensor Data : 1,29.3,53,24,2020,8,4,16,0,42
Received Sensor Data : 1,29.6,41,25,2020,8,4,16,0,43
Received Sensor Data : 1,29.6,38,8,2020,8,4,16,0,44
Received Sensor Data : 1,29.6,59,29,2020,8,4,16,0,45
Received Sensor Data : 1,31.0,45,24,2020,8,4,16,0,46
Received Sensor Data : 1,31.3,42,18,2020,8,4,16,0,47
Received Sensor Data : 1,31.3,32,5,2020,8,4,16,0,48
Received Sensor Data : 1,31.3,44,8,2020,8,4,16,0,49
  
```

<서버 시스템 모니터링 화면>

- ▶ 서버 시스템에서 수집되는 데이터는 관리자 시스템으로 실시간 전송되며, 관리자 모니터링 모드에서는 전송 데이터를 그래프로 시각화하여 표현



<데이터 관리 시스템 시각화>

- ▶ 센서를 통해 측정된 데이터를 기반으로 낙상 사고에 대한 유무를 판단하기 위해 이항 분류 모델을 적용한 딥러닝 분석 수행

No.	Timestamp	Device ID	Temperature	Heart Rate	Motion
163	2020-10-11 18:03:31	1	34.9	30	5
164	2020-10-11 18:03:32	1	36.4	43	4
165	2020-10-11 18:03:33	1	36.4	49	4
166	2020-10-11 18:03:34	1	36.4	32	4
167	2020-10-11 18:03:35	1	36.4	38	5
168	2020-10-11 18:03:36	1	37.7	43	4
169	2020-10-11 18:03:37	1	37.7	39	4
170	2020-10-11 18:03:38	1	37.7	39	5
171	2020-10-11 18:03:39	1	37.7	38	5
172	2020-10-11 18:03:40	1	38.2	39	5
173	2020-10-11 18:03:41	1	38.2	39	5
174	2020-10-11 18:03:42	1	38.2	39	4
175	2020-10-11 18:03:43	1	38.2	40	5

<분석을 위한 데이터 변환>

- ▶ 낙상 사고 예측을 위해 입력층 1개와 은닉층 2개, 낙상 사고를 예측해주는 출력층 1개의 모델 구축
- ▶ 출력층을 제외한 층에는 현재 가장 많이 사용되고 있는 렐루 함수 사용
- ▶ 많은 노드를 사용하였기 때문에 dropout을 사용하여 임의로 20%의 노드를 꺼주어 과적합 방지

```
model = Sequential()
model.add(Dense(12, input_dim=8, activation='relu'))
model.add(Dense(8, activation='relu'))
model.add(Dense(1, activation='sigmoid'))
```

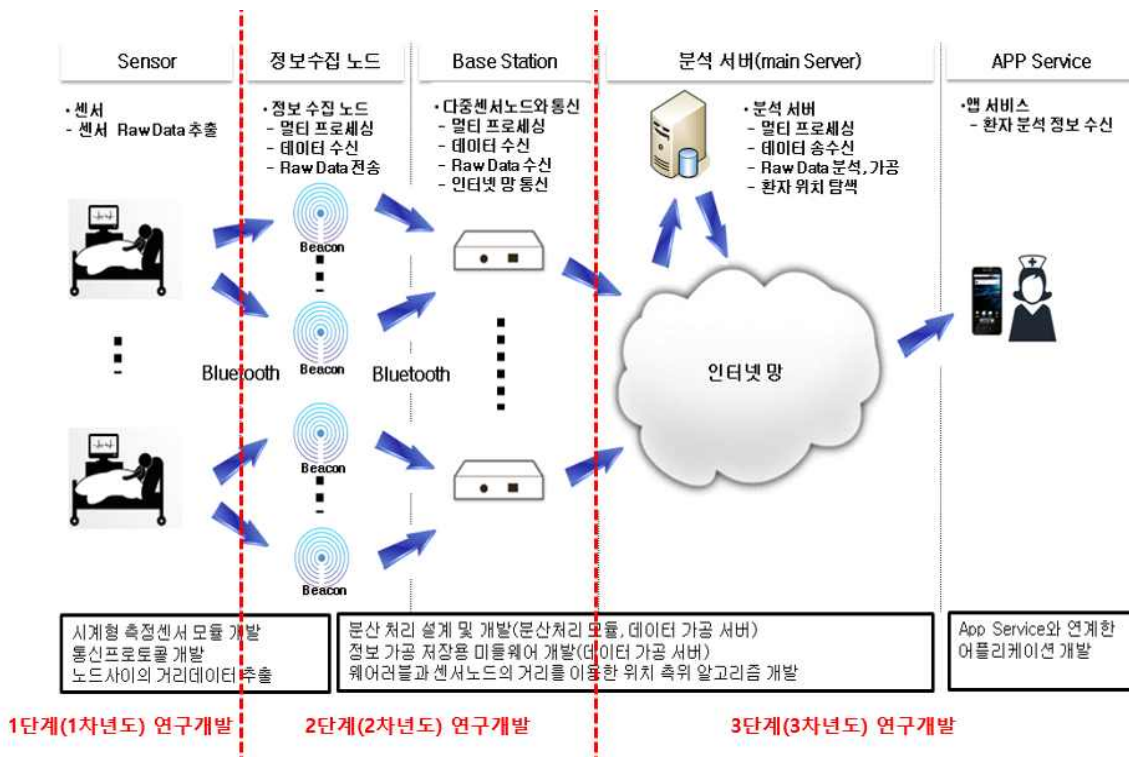
<모델링 설정>

- ▶ 오차 함수는 binary_crossentropy를 사용하였고, 최적화 함수로 adam을 사용
- ▶ 전체 샘플이 100번 반복해서 입력될 때까지 실험 반복
- ▶ 한 번에 입력되는 입력 값을 10개로 하여 분석 수행
- ▶ 테스트셋으로 테스트를 수행한 결과, 정확도는 0.8612 도출

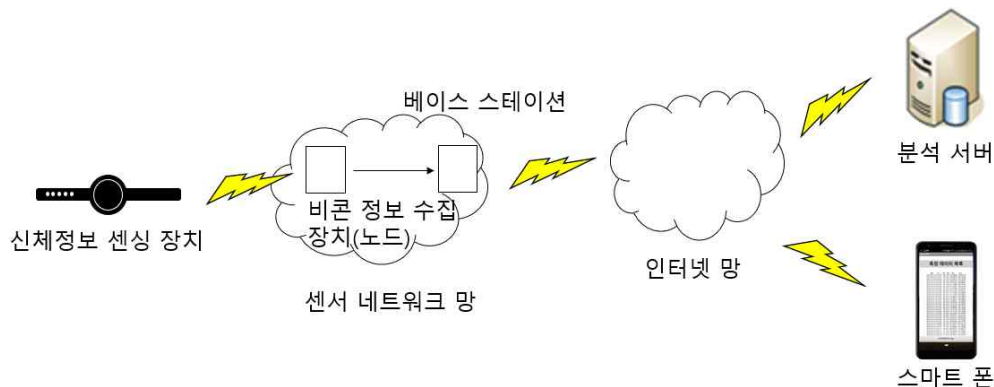
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

◦ 전체 연구개발 목표도

- ① 최종목표 : SRC환경에서의 실시간 상황인식 제어 시스템 개발
- ② 『SRC(Smart Remote Control)환경에서의 사회적 취약계층에 대한 실시간 상황인식 제어 시스템』은 고령인, 아동, 장애인 등 사회취약계층에 대한 실시간 상태관리 및 예측과 위급상황 발생 시 신속한 대응 기능 연구 및 개발
- ③ 보호 대상자의 실시간 상태관리 및 예측과 위급상황 발생 시 신속한 대응 기능을 시스템으로 제공하여 안전과 편의성을 제공하고자 하는 시스템



<단계별 연구개발 목표 및 내용도>



“신체 정보 센싱 장치”에서 수집된 정보를 각 집안의 “비콘 정보 수집 장치”에서 수집하여 이웃의 집들에 설치된 센서 네트워크 망을 통하여 “베이스 스테이션”을 통하여 인터넷 망으로 “분석 서버”로 전송하여 분석 후 각 보호자들의 스마트 기기들에게 분석된 정보를 전송한다.

<시스템 전체 흐름도>

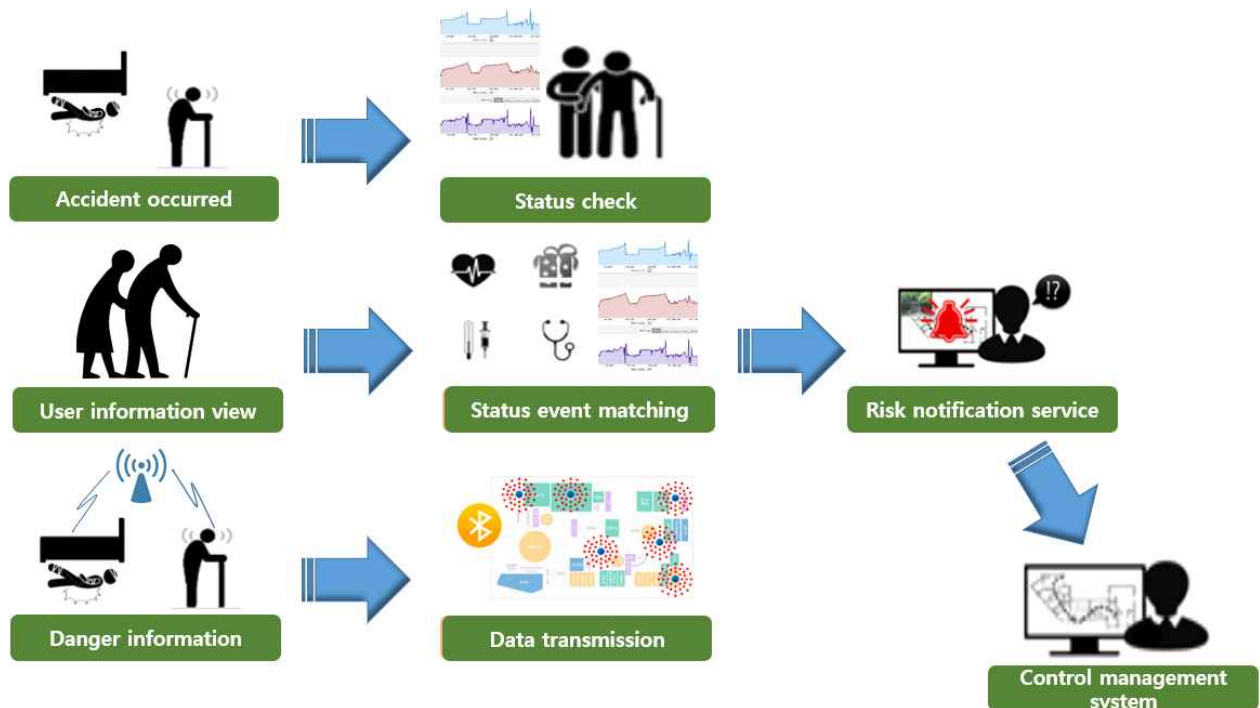
◦ 단계별 목표 대비 달성내용 및 달성도

단계	연구개발 목표	연구수행 내용	달성도
1단계 (1차년도)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 실내 위치정보 효율성 증대를 위한 연구 ▶ 이기종 센서 통합 모듈 설계 및 데이터 측정 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Beacon을 활용한 실내 위치정보 효율성 측정 ▶ Beacon과 초음파 센서를 활용하여 실내 위치 측정 통합 모듈 설계 ▶ 실내 위치정보 측정 실험 ▶ 이기종 센서(온도센서, 가속도센서, 심박센서) 통합 모듈 설계 	100
2단계 (2차년도)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wearable 통합 모듈을 적용한 데이터 수집 및 분석 ▶ 데이터 송수신을 위한 Base Station 설계 ▶ 데이터 분석 및 서비스 제공을 위한 관리시스템 및 데이터베이스 설계 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ NodeMCU 메인 프로세스를 토대로 자이로 센서, 온도 센서 및 심박 센서를 연결한 통합 모듈 설계 ▶ 통합 모듈 기반의 수집 데이터를 실시간으로 처리하는 SW 모듈 개발 ▶ 모니터링 디바이스를 통해 데이터를 수집하고 무선 통신 방식을 통해 서버로 데이터가 전송, 저장 및 분석 구현 ▶ 데이터 처리를 위한 SW 모듈은 Client/Server 방식으로 구성하고, Client에서 아두이노를 기반으로 Device에서 데이터 수집, 전송 구현 ▶ 자이로 센서 초기 제어 및 측정 변수를 초기화하고, 계산 수식에 의해 정규화 데이터와 가속도 변화량을 표시하도록 설계 ▶ 온도, 심박수, 가속도, 전송 등의 센서 데이터를 이전 시간과 대기 시간으로 설정, 저장하여 단위 시간당 데이터를 수집하도록 SW 설계 및 개발 	100
3단계 (3차년도)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 낙상 데이터 분석 모델링 개발 ▶ 센싱 데이터 관리 시스템 구축 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 센싱 데이터 분석, 관리를 위한 서버 구성 및 시스템 구축 ▶ 낙상 예측 데이터 분석 프로세스는 사용자의 센서 디바이스를 통해 데이터가 측정되면 무선 라우터를 이용하여 데이터 전송 ▶ 서버 시스템에서는 센서 데이터 저장, 데이터 분석 및 이상 데이터에 대한 알람 전송 등의 기능을 수행하도록 구성 ▶ 센서 디바이스를 통해 입력되는 데이터에 대한 수집 및 저장은 서버 시스템에서 실시간으로 모니터링하고 관리 ▶ 서버 시스템에서 수집되는 데이터는 관리자 시스템으로 실시간 전송되며, 관리자 모니터링 모드에서 전송 데이터 시각화 처리 ▶ 센서를 통해 측정된 데이터를 기반으로 낙상 사고에 대한 유무를 판단하기 위해 이항 분류 모델을 적용한 딥러닝 분석 	100

1) 연구수행 결과

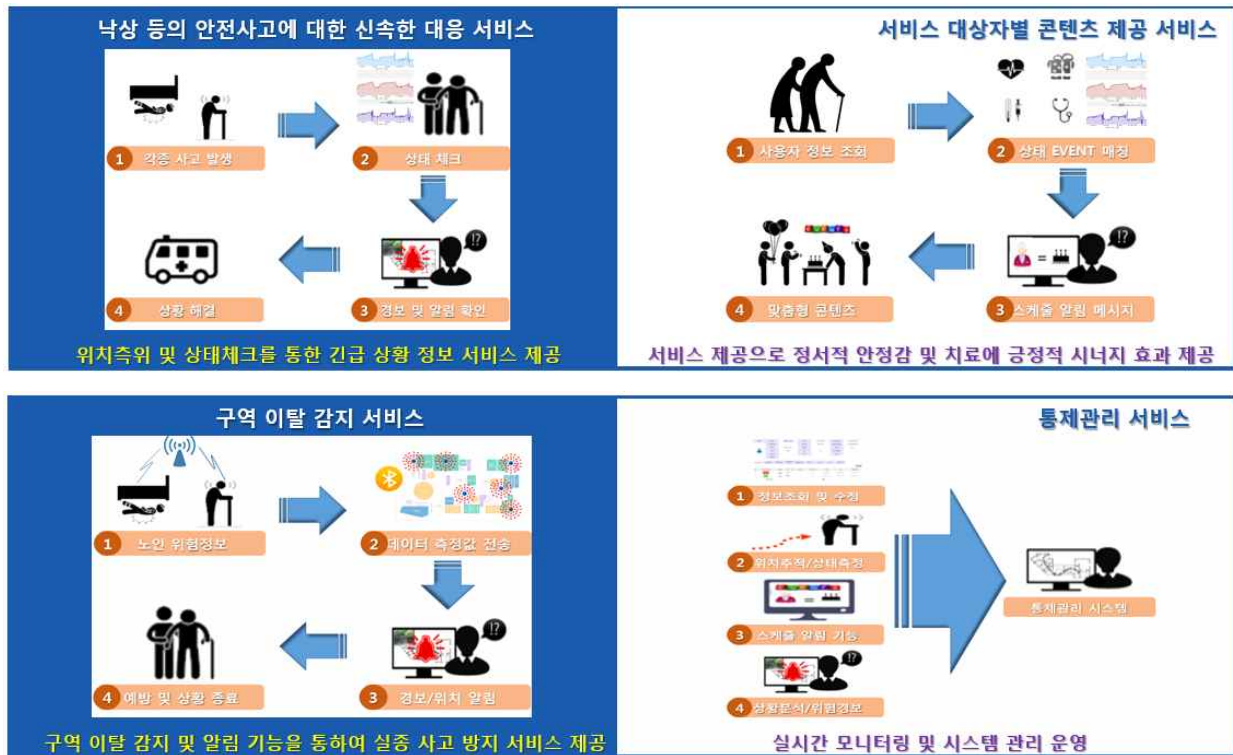
(1) 정성적 연구개발성과

- 본 연구를 통해 1차년도에서 개발된 요소기술 중 실내 위치정보 효율성 증대 기술은 beacon과 초음파센서를 통합 연계한 실내 공간에서의 위치 측정으로 기존의 단일 센서를 이용한 결과보다 효율성이 향상되었음. 또한, 생체신호 측정을 위한 이기종 센서(온도센서, 가속도센서, 심박센서) 통합 모듈 설계를 통해 휴대용 측정센서 모듈을 개발하였음. 2차년도에서 개발된 요소기술은 Wearable 통합 모듈을 적용한 데이터 수집 및 분석을 수행하고, 데이터 송수신을 위한 Base Station를 설계하여, 데이터 분석 및 서비스 제공을 위한 관리시스템 및 데이터베이스 설계에 효율성을 강화하였음. 3차년도 연구에서 개발된 센싱 데이터 분석 및 관리 시스템 구축은 낙상 예측 데이터 분석 프로세스의 구현을 통해 데이터 분석 및 처리 속도를 향상시킴. 또한, 각 연차별로 개발된 요소 기술들은 IoT 환경 기반의 측정 데이터에 대해 응답 서비스를 제공할 수 있는 총체적 기술들을 포함하며 다양한 환경에서 활용 가능할 것으로 전망함.



<전체 연구개발 결과 프로세스 흐름도>

- 본 연구팀은 정성적 및 정량적 목표에 대해서 기대 이상의 성과를 달성하였음. 특히, 정량적 성과 목표의 달성 근거는 구체적으로 3건의 국내 등재 논문지 게재, 2건의 국제학술발표대회 논문 발표, 3건의 국내학술발표대회 논문 발표 실적을 달성하였으며, 1건의 SCOPUS 논문이 심사중에 있음. 즉, 합계 8건의 논문 게재 및 발표 실적과 1건의 논문 심사중 실적을 기반으로 함. 또한, 5건의 국내 및 국제 학술발표대회 논문 실적 중 3건의 논문이 우수논문으로 선정되어 수상을 하였음. 본 연구팀은 국내 및 국제 논문지 게재를 통한 양적 성과목표 달성은 물론 동적으로 활발하게 최신 연구 경향을 반영하는 학술발표대회에서의 논문 발표에 초점을 맞추었음.



<상황별 프로세스 진행도>

◦ 세부목표 달성도(%)에 대한 자체평가

단계	세부목표 달성도(%)에 대한 자체평가
1단계 (1차년도)	실내 위치정보 효율성 증대를 위한 연구 및 이기종 센서 통합 모듈 설계와 데이터 측정, 분석에 관한 개발을 수행하였으며, 연구수행 내용을 통해 국내 등재지 1건, 국제학술발표 1건, 국내학술발표 1건의 실적을 달성하였음. 따라서, 정성적으로 100%의 목표 달성도를 이뤘다고 평가함.
2단계 (2차년도)	Wearable 통합 모듈을 적용한 데이터 수집/분석 및 데이터 송수신을 위한 Base Station 설계와 데이터 분석 및 서비스 제공을 위한 관리시스템 및 데이터베이스 설계, 개발을 수행하였으며, 연구수행 내용을 통해 국내 등재지 1건, 국제학술발표 1건, 국내학술발표 1건의 실적을 달성하였기에 정성적으로 100%의 성과 목표를 달성하였다고 판단함.
3단계 (3차년도)	낙상 데이터 분석 모델링 개발 및 센싱 데이터 관리 시스템 구축에 관한 연구개발을 수행하였으며, 연구수행 내용을 통해 국내 등재지 1건, 국내학술발표 1건의 실적을 달성하였고, SCOPUS 저널 1건에 대한 심사가 진행중에 있음. 따라서, 정성적으로 100% 이상의 성과를 달성하였다고 자부함.

(2) 정량적 연구개발성과

◦ 전문학술지 논문게재 성과정보

전문학술지 논문게재 성과정보											
과제번호	게재연월	논문제목	총저자명	출처	학술지명	권(호)	학술지 구분	sci 여부	impact Factor	국제공동 연구논문	기여도
2018R1 D1A1B0 7049318	2018-11	실내 위치 측위 효율성 분석을 위한 비콘 신호 특성 연구	현미진, 김봉현		한국융합학회 논문지	9(11)	KCI등재	N		N	100
2018R1 D1A1B0 7049318	2019-11	실시간 상황 인식을 위한 다가능 센서 통합 및 데이터 처리 SW 모듈 개발	오정희, 김봉현		한국융합학회 논문지	10(11)	KCI등재	N		N	80
2018R1 D1A1B0 7049318	2021-02	이항 분류 모델링을 적용한 실시간 낙상 예측 데이터 분석	방찬우, 김동률, 김봉현		차세대융합기술학회논문지	5(1)	KCI등재 후보	N		N	50

◦ 기타 연구성과

① 학술대회 논문발표 실적

학술대회 논문발표 성과정보							
과제번호	발표연월	논문제목	총저자명	학술지명	개최국	학술대회구분	기여도
2018R1D 1A1B070 49318	2018-07	Design of In-door Positioning Tracking Service Model based on Beacon	현미진, 유현주, 김봉현	ICICT2018	러시아	국제학술대회	100
2018R1D 1A1B070 49318	2018-10	낙상사고 알림 시스템 구현	현미진, 김봉현	추계융합학술발 표대회	한국	국내학술대회	100
2018R1D 1A1B070 49318	2019-01	Study on the Efficient BLE Data Transfer Methodology for Data Transmission Accuracy	유현주, 현미진, 김봉현	ICNCT2019	일본	국제학술대회	50
2018R1D 1A1B070 49318	2019-10	실시간 위험 감지 및 상황 모니터링 시스템 설계	오정희, 김봉현	추계융합학술발 표대회	한국	국내학술대회	60
2018R1D 1A1B070 49318	2020-10	심층신경망을 이용한 심장질환 발병 예측	홍서빈, 한승연, 방찬우, 김동률, 김봉현	추계융합학술발 표대회	한국	국내학술대회	50

② 수상실적

수상실적 성과정보							
과제번호	수상연월	수상명	수상자		시상기관	시상국가	수상사유
			성명	소속기관			
2018R1D1A1B 07049318	2018-07	Outstanding Paper Award	현미진, 유현주, 김봉현	유원대학교	국제차세대융합 기술학회	대한민국	ICICT2018 학술대회 최우수논문 선정
2018R1D1A1B 07049318	2019-10	우수논문상	오정희, 김봉현	유원대학교	국제차세대융합 기술학회	대한민국	추계융합학술발표 대회 우수논문 수 상
2018R1D1A1B 07049318	2020-10	우수논문상	홍서빈, 한승연, 방찬우, 김동률, 김봉현	서원대학교	국제차세대융합 기술학회	대한민국	우수논문상 수상

실내 위치 측위 효율성 분석을 위한 비콘 신호 특성 연구

현미진¹, 김봉현^{2*}

¹경남대학교 컴퓨터공학부 박사수료, ²유원대학교 스마트IT학과 교수

Study on the Beacon Signal Characteristic for Efficiency Analysis of Indoor Positioning

Mi-Jin Hyun¹, Bong-Hyun Kim^{2*}

¹Ph. D. Student, Department of Computer Science and Engineering, Kyungnam University

²Professor, Department of Smart IT, U1 University

요약 최근 들어, 실내 공간에서의 활동 영역이 넓어지면서 실내 공간에서의 사용자 위치 측위, 추적, 공간 패턴 분석, 환경 분석 등 다양한 형태의 공간 활용 서비스 기술이 개발, 적용되고 있다. 이러한 실내 공간에서의 서비스 기술을 위해 BLE 기반의 Beacon이 대표적으로 사용되고 있다. 따라서, 본 논문에서는 비콘을 기반으로 실내 위치 측정에 대한 신호를 수집, 분석하여 비콘을 이용한 실내 위치 측정의 효율성을 분석하기 위한 모듈을 설계하였다. 실험 결과, 근거리에서 측정된 데이터의 정확도가 높으며, 실내 공간에서 장애물이 없을수록 위치 데이터가 보다 정확하게 추출되는 것으로 분석되었다.

주제어 : 실내 위치 측위, 비콘, 위치 서비스, 저전력 블루투스, 비콘 신호 분석.

Abstract Recently, the activity area in the indoor space has been widening. Various types of service technologies have been developed and applied user location, tracking, spatial pattern analysis and environmental analysis in indoor space. BLE-based beacon is used for the service technology in the indoor space. Therefore, in this paper, we collected and analyzed signals for indoor positioning based on beacon. For this purpose, a module was designed to analyze the efficiency of indoor location measurement using beacon. Experimental results show that the accuracy of the measured data at close range is improved. Also, it was analyzed that the more accurate the position data is extracted without the obstacle in the indoor space.

Key Words : Indoor positioning, Beacon, Positioning service, BLE Bluetooth, Beacon signal analysis.

1. 서론

최근 들어, 일상적인 생활은 물론, 업무활동, 쇼핑, 여가활동, 엔터테인먼트 활동 등 다방면에서 대부분의 활동들이 주로 실내에서 이뤄지고 있다. 뿐만아니라, 고령화 사회가 진행되면서 전국적으로 요양병원과 같은 시설이 증가하고 있다. 또한, 유치원, 어린이집 등에서도 환경적인 문제 등으로 인해 대부분의 유아 활동을 실내에서

진행하고 있는 실정이다. 이로 인해, 실내 공간에 대한 위치 측위, 사용자 추적, 공간 패턴 분석, 환경 분석 등 다양한 형태의 실내 공간 활용 서비스 기술이 개발, 적용되고 있다.

이와 같이, 실내 공간에서의 생활 패턴이 증가하면서 실내 공간에 대한 IT기술의 급속한 발전과 이동 통신 및 무선 통신을 비롯한 ICT 융합 기술의 확대로 인해 실내 공간에서의 다양한 활동들이 증가하고 있다. 이로 인해,

*This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(No. 2018049318)

*Corresponding Author : Bong-Hyun Kim (bhkim@u1.ac.kr)

Received September 11, 2018

Accepted November 20, 2018

Revised October 19, 2018

Published November 28, 2018

실시간 상황 인식을 위한 다기능 센서 통합 및 데이터 처리 SW 모듈 개발

오정희¹, 김봉현^{2*}

¹연세대학교 스포츠융합산업학과 박사과정, ²유원대학교 스마트IT학과 교수

Development of Multi-function Sensor Integration and Data Process SW Module for Real-time Situation Recognition

Jung-Hei Oh¹, Bong-Hyun Kim^{2*}

¹Doctoral Course, Department of Sport Industry Studies, Yonsei University

²Professor, Department of Smart IT, U1 University

요약 현대 사회에서 안전 서비스 및 시스템 환경을 구축하고 활용하는 것은 매우 중요하고 관심이 큰 분야이다. 특히, 어린이, 고령자, 여성, 장애인 및 외국인 등 사회적 취약 계층에 대한 안전 서비스 제공은 사회적 이슈가 되고 있다. 그러나, 대부분의 안전 서비스 및 시스템은 일반인을 대상으로 적용되고 있기 때문에 사회적 취약 계층을 위한 시스템 개발이 필요하다. 따라서, 본 논문에서는 실시간으로 상황을 인식하고, 신속한 대응을 할 수 있도록 데이터를 처리, 전송하는 시스템 모듈을 개발하였다. 이를 위해, 실시간 상황 인식에 필요한 다양한 센서를 통합 모듈로 설계하고, 이를 통해 수집된 데이터를 분석하여 처리 결과를 전송하는 안전 시스템 모듈을 개발하였다.

주제어 : 안전 서비스, 데이터 처리, 다기능 센서, 실시간 분석, 상황 인식 ICT.

Abstract In modern society, developing and utilizing safety service and system environments is a very important and great interest. In particular, the provision of safety services to socially vulnerable groups such as children, the elderly, women, the disabled and foreigners has become a social issue. However, since most safety services and systems are applied to the general public, it is necessary to develop systems for socially vulnerable groups. Therefore, in this paper, we developed a system module that processes and transmits data to recognize the situation in real time and respond quickly. To this end, various sensors for real-time situation recognition were designed as integrated modules, and a safety system module was developed to analyze the collected data and transmit the processing results.

Key Words : Safety Service, Data Process SW, Multi-function Sensor, Real-time Analysis, Situation Recognition ICT.

1. 서론

현대 사회의 가족 형태는 전통적 가족 모델이 해체되

고, 가족간의 유대 관계가 약화되는 추세가 반영되고 있다. 특히, 사회적 트렌드의 변화로 고령화, 빠른 도시화와 함께 지역 커뮤니티의 유대감과 친화성이 저하되면서 안

*This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(NRF-2018R1D1A1B07049318)

*Corresponding Author : Bong-Hyun Kim(bhkim@u1.ac.kr)

Received October 15, 2019

Accepted November 20, 2019

Revised November 1, 2019

Published November 28, 2019

이항 분류 모델링을 적용한 실시간 낙상 예측 데이터 분석

방찬우¹, 김동률¹, 김봉현²*

¹서원대학교 컴퓨터공학과 학생, ²서원대학교 컴퓨터공학과 교수

Real-time Fall Prediction Data Analysis Using Binary Classification Modeling

Chan-Woo Bang¹, Dong-Ryul Kim¹, Bong-Hyun Kim²*

¹Student, Department of Computer Engineering, Seowon University

²Professor, Department of Computer Engineering, Seowon University

요약 낙상사고는 많은 재활 비용을 필요로 하고, 다른 안전사고에 비해 대부분 예방이 가능하다는 점에서 올바른 정보제공을 통한 사전 예방이 더욱 중요하다. 특히, 고령자의 경우 연령증가에 따른 신체의 노화 및 질병은 안전사고의 증가로 이어질 수 있고 상해의 정도도 심각한 실정이다. 따라서, 본 논문에서는 환자에 부착된 통합 센서 모듈에서 실시간으로 수집되는 데이터를 기반으로 낙상 사고에 대한 예측 데이터 모델링을 통해 실시간으로 낙상에 대한 모니터링이 가능한 데이터 분석을 연구하였다. 이를 위해 온도 센서, 심박 센서 및 모션 센서에서 실시간으로 데이터를 수집하고 이항 분류 모델링을 적용한 낙상 예측 데이터 분석을 수행하였다.

주제어 : 낙상 예측, 이항 분류, 아담 함수, 온도 센서, 심박 센서, 모션 센서

Abstract Fall accidents require a lot of rehabilitation costs. Since most of the accidents can be prevented compared to other safety accidents, it is more important to prevent them in advance by providing correct information. In particular, in the case of the elderly, body aging and disease due to an increase in age can lead to an increase in safety accidents, and the degree of injury is serious. Therefore, in this paper, we designed predictive data modeling for a fall accident based on the data collected in real time from the integrated sensor module attached to the patient. In addition, data analysis that can monitor falls in real time was studied. To this end, data was collected in real time from temperature sensors, heart rate sensors, and motion sensors, and fall prediction data analysis was performed by applying binomial classification modeling.

Key Words : Fall prediction, Binary classification, Adam function, Temperature sensor, Heart rate sensor, Motion sensor

1. 서론

2018년 환자안전 사고를 분석한 결과 사고의 절반은 침대에서 떨어지거나 넘어지는 등 낙상인 것으로

나타났다. 2018년 환자안전 사고 자율보고 건수는 이 전해보다 2.4배 증가한 9250건이었다[1].

사고 종류별로 분류해 보면 낙상(4224건, 45.7%)이 가장 많았고, 다음으로 투약(2602건, 28.1%), 검사(533

* 본 논문은 2020년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2018R1D1A1B07049318)

*Corresponding Author : Bong-Hyun Kim (bhkim@seowon.ac.kr)

Received November 13, 2020

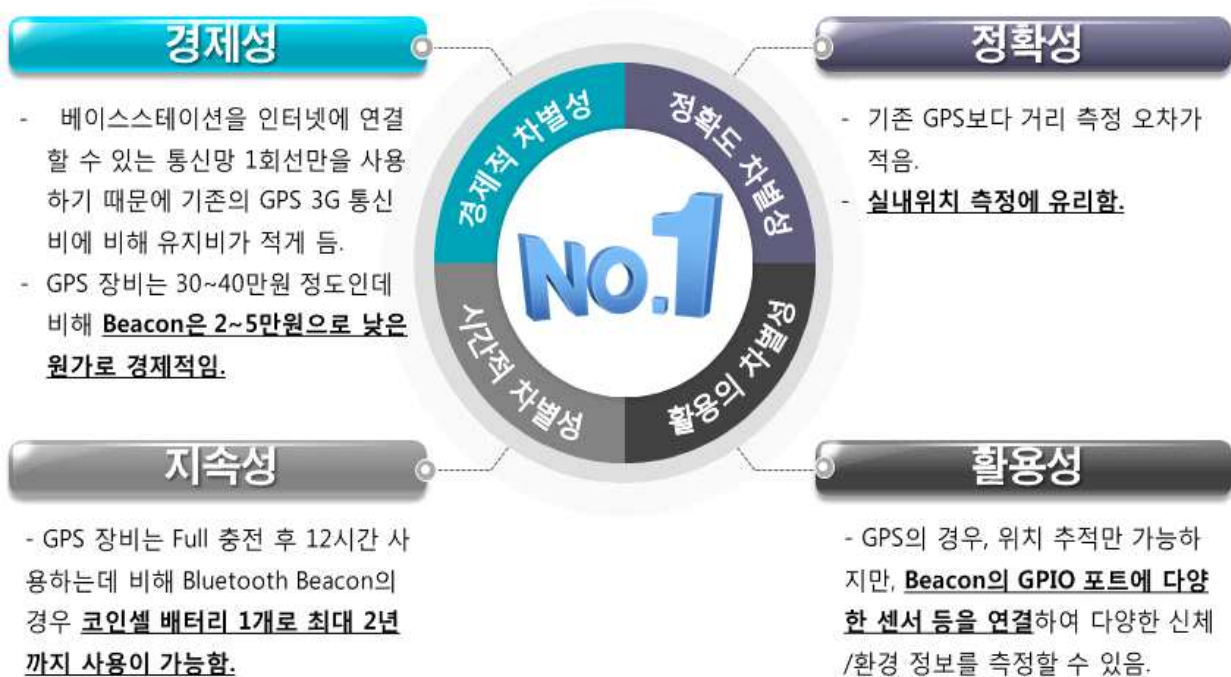
Revised January 12, 2021

Accepted February 06, 2021

Published February 28, 2021

4. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

- 신뢰성이 향상된 실내 공간 위치측위 시스템 개발에 기여
 - ① 이용자가 별도의 행동을 취하지 않더라도 실시간으로 이용자의 위치를 파악해 관련 서비스를 제공
 - ② 다양한 형태의 산업에 적용가능
 - ③ 선진 외국기업들의 위치측위, 디바이스 기술의 의존도를 낮추고 Beacon의 위치측위 및 보정에 대한 기술력 확보
- 경량형 Wearable 디바이스 개발에 기여
 - ① 사용자 밀착형 발신 서비스를 탑재한 디바이스 기술
 - ② 편의성에 중점을 경량 디바이스
 - ③ 착용이 편리한 얇은 밴드 형태의 디자인으로 심리적 감각을 중시한 제품화
 - 저렴한 유지비의 저가형 제품의 보급화·서비스화
 - 기존의 GPS 방식보다 적은 거리측정 오차에 의한 보다 정확한 정보 제공
 - 저전력에 따른 서비스 이용의 편의성·지속성 제공
 - Beacon의 GPIO포트와 다양한 센서의 결합으로 서비스의 형태 확장성



<연구개발 결과에 대한 기여도>

5. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

- 본 연구개발 성과물은 일반 가정 및 사회적 취약계층의 실생활 서포트를 목적으로 하는 제안 기술로서 우리 사회의 구성원이면서 신체적 대응능력 및 위험한 상황에 대한 인식능력이 현저히 부족한 고령자, 아동, 장애인을 지속적으로 관찰하고 위급상황 발생 시 신속한 대응을 통하여 위험요인으로부터 보호하고자 하는 목적으로 대중의 보급화, 시장성 및 사업성이 매우 우수함.
- 본 연구개발 성과물이 보급화·보편화에 성공할 경우 일반 가정 뿐만 아니라, 노인요양원, 장애보호시설, 유치원, 초등학교 등 사회취약계층이 속해있는 시설에 안전사고 대응 서비스로 확대 적용 할 수 있으며, 서비스 기술의 지속적 개발 및 확대를 통하여 기업 현장, 연구소 등의 산업현장으로도 그 활용 범위의 확대가 가능함.



<연구개발 성과물 활용 방안>

- 산업 활용분야
 - ① 실내 위치 측위/추적 기술
 - 대형 복합 공간(대형 쇼핑몰, 경기장 등)에서의 실내위치 안내 및 사용자 이동 패턴을 고려한 정보(제품 안내, 좌석 지정 등) 안내 서비스
 - ② Beacon과 이기종 센서 간 네트워크 구축 기술
 - 센서와 웨어러블 및 모바일 디바이스 탑재형 어플리케이션 간 통신이 요구되는 서비스에 적용될 수 있는 이기종간 센서 네트워크 구축 서비스
 - ③ 내·외부 출입자 접근 및 행위 통제 기술
 - 공공운송수단(기차 등)에서의 탑승자 위치 파악 및 금지 행위(승객이 출입문을 여는 행위) 제한 서비스
 - ④ Beacon과 이기종 센서 간 상황 맞춤형 결합 기술
 - 서비스 적용 공간 특성 맞춤형 복합센서 네트워크 설계 및 구축
 - ⑤ 실시간 사용자 동선 추적 및 리포팅 기술
 - 사용자의 실시간 감시가 요구되는 환경에서의 사용자 동선 추적 및 실시간 리포팅을 활용한 경보 서비스

- 기술적 파급효과
 - ① IPS는 전 세계적으로 실내 위치 측위가 가능하다는 장점을 필두로 다양한 활용 가능성과 그 응용 서비스에 높은 주목을 받고 있음
 - ② 검출된 객체의 궤적 정보나 움직임 히스토리를 분석한 행동 인식 기술
 - ③ 위치 측위에 대한 정확성과 신뢰성을 향상
 - ④ 경량 Wearable 디바이스 제품의 개발 기술력 및 글로벌 경쟁우위 확보
 - ⑤ Beacon의 위치측위 및 보정에 대한 기술력 확보
- 경제적 파급효과
 - ① 별도로 관리되는 인프라 및 시스템의 통합화로 인한 비용절감 효과
 - ② Beacon 및 IPS 관련 기술 경쟁력 향상 및 지적재산권 확보를 통한 기술 국산화
 - ③ 맞춤형 솔루션 제공을 통한 국제적 제품사용자 가능성
 - ④ 스마트(지능형) 제품으로서 해외 시장 진출 가능성 향상

6. 참고문헌

- [1] J. J. Yu, S. Y. Lee & S. W. Ha. (2011). New attention indoor space as a convergence field. *Weekly Technology Trends*, 1571, 14-26.
- [2] C. P. Yoon & C. G. Hwang. (2015). Efficient indoor position systems for indoor location-based service provider. *Journal of the Korean Institute of Information and Communication Engineering*, 19(6), 1368-1373.
- [3] J. Hightower & G. Borriello. (2001). Location systems for ubiquitous computing. *IEEE Computer*, 34(8), 57-66.
- [4] H. S. Hwang, J. T. Park, J. S. Kim, G. S. Phyoo, I. Y. Moon & J. S. Lee. (2015). Beacon Signal Strength Analysis for Efficient Indoor Positioning. *Journal of Advanced Navigation Technology*, 19(6), 552-557.
- [5] S. H. Jung & S. W. Youn. (2017). The First Korean-Made IT Convergence Electric Skateboard. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(3), 31-40.
- [6] N. W. Kim, S. Y. Im & D. S. Choi. (2018). Analysis of Receiving sensitivity according to Contact Surface Change of Transmit-Receiver Ultrasonic Sensor for Fuel Level Measurement in CNG Tank. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(4), 137-142.
- [7] Himanshu B. Soni, U. B. Desai & S. N. Merchant. (2011). Low complexity RAKE receiver for TH-based multiuser UWB system with realistic UWB indoor channel. *International Journal of Ultra Wideband Communications and Systems*, 2(1), 44.
- [8] Maria-Gabriella Di Benedetto, Luca De Nardis, Matthias Junk & Guerino Giancola. (2005). (UWB)2: Uncoordinated, Wireless, Baseborn Medium Access for UWB Communication Networks. *Mobile Networks and Applications*, 10(5), 663-674.
- [9] S. M. Rho. (2014). Analysis of RFID Standard Patent Data for RFID Technology Trends. *The Journal of Advanced Navigation Technology*, 18(2), 185-190
- [10] Yuan Zhuang. Jun Yang. You Li. Longning Qi & Naser El-Sheimy. (2016). *Sensors* (Basel, Switzerland). 16(5). 596.
- [11] B. T. Ahn. (2017). Study of Intelligent Coffeeshop Management System based IOT. *Journal of Convergence for Information Technology*. 7(3). 165-171.
- [12] M. J. Hyun & B. H. Kim. (2018). Study on the Beacon Signal Characteristic for Efficiency Analysis of Indoor Positioning. *Journal of The Korea Convergence Society*, 9(11), 1-7.
- [13] Y. H. Jin & H. S. Kwan. (2016). A Study on the Effect Franchise Restaurant Selection Motives on Visiting Intention - Focusing on the Moderator Effects of Consumer Attitude. *Culinary Science & Hospitality Research*, 22(5), 52-63.
- [14] Z. Xu, D. Koltsov, A. Richardson, L. Le & M. Begbie. (2010). Design and simulation of a multi-function MEMS sensor for health and usage monitoring. *Prognostics and System Health Management Conference*, 1-4.
- [15] H. M. Cho, H. W. Kim & J. Y. Choi. (2019). Design and Implementation of Industrial Embedded Control System Based on AM3359 MPU. *The Journal of Korean*

Institute of Information Technology, 17(2), 45-52.

- [16] M. Navya & P. Ramachandran. (2015). Development of Secured Home Automation using Social Networking Sites. *Indian Journal of Science and Technology*, 8(20), 1-6.
- [17] C. Gu, J. A. Rice & C. Li. (2012). A wireless smart sensor network based on multi-function interferometric radar sensors for structural health monitoring. *IEEE Topical Conference on Wireless Sensors and Sensor Networks*, 1-3.
- [18] M. Pieraccini, M. Fratini, F. Parrini & C. Atzeni. (2006). Dynamic Monitoring of Bridges Using a High-Speed Coherent Radar. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 44(11), 3284-3288.
- [19] M. Y. Kim. (2019). Study on Safety·Security Design Guideline for Improving Home Safety of the Elderly. *Design Research*, 4(2), 9-19.
- [20] E. H. Choi, M. S. Ko, C. S. Yoo & M. K. Kim. (2017). Characteristics of fall events and fall risk factors among inpatients in general hospital in Korea. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*, 23(3), 350-360.
- [21] J. H. Kim, S. J. Shin & E. Lee. (2018). Changes in clinical practice environment of nursing students due to comprehensive nursing care services. *Journal of Korean Public Health Nursing*, 32(2), 221-234.
- [22] Y. O. Kang & R. Song. (2018). Effects of fall prevention education program on attitudes, prevention behaviors and satisfaction among elderly in-patients. *Korean Journal of Adult Nursing*, 30(1), 49-59.
- [23] H. O. Lee, B. H. Lee & C. H. Lee. (2017). Effects of strength exercise on patient fall prevention program: Focusing on the fall high risk group elderly patients. *Journal of Health Informatics and Statistics*, 42(2), 338-345.
- [24] S. Y. Park & H. O. Ju. (2017). The Effect of Pediatric Inpatient Fall Prevention Education on Caregivers' Fall-related Knowledge and Preventive Behaviors. *The Journal of Korean Academic Society of Nursing Education*, 23(4), 398-408.
- [25] R. Bodil, A. T. Bente, L. Stian & G. F. Per. (2019). Effects of a fall prevention program in elderly: A pragmatic observational study in two orthopedic departments. *Clinical Intervention in Aging*, 14, 145-154.
- [26] S. Hwang & S. Shin. (2013). Predictors of fall prevention behaviors in elderly patients. *Korean Journal of Health Promotion*, 13(2), 76-85.
- [27] O. Russakovsky. (2015). ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge. *International Journal of Computer Vision*, 115(3), 211-252.
- [28] J. Lee. (2015). Deep Learning Method for Effective Learning of Imbalanced Data. *Proceedings of KIIS Spring Conference*, 25(1), 113-114.
- [29] A. Krizhevsky. (2012). Imagenet classification with deep convolutional neural networks. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 1097-1105.
- [30] H. D. Choi. (2017). CNN Output Optimization for More Balanced Classification. *International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent systems*, 17(2), 98-106.
- [31] K. K. Sung. (2017). A Study on the IoT Technology Trend and Utilization Plan.

Journal of Next-generation Convergence Technology Association, 1(3), 121-127

- [32] S. J. Hong, S. H. Lee & D. W. Jeong. (2020). Design and Implementation of a Fall Recognition System Based on 3-Axis Acceleration Data and Altitude Data for Improvement of Fall Recognition Accuracy and Convenience. Journal of Korean Institute of Information Technology, 18(1), 115-125.