경사로 사고 방지 및 건강을 위한 스마트 안전 노인 보행기

김현주*, 이승민*, 함소정*, 김기동*, 김중재**, 김혜윤*
*상명대학교 시스템반도체공학과
**현대엘리베이터
e-mail: rlaguswn0203a@naver.com

Smart Safety Senior Pedestrian for Preventing Accidents and Health

Hyeon-Ju Kim*, Seung-Min Lee*, So-Jeong Ham*, Gi-Dong Kim*, Joong-Jae Kim**, Hye-Yun Kim*
*Department of System Semiconductor Engineering, Sang-Myung University
**Hyundai Elevator

요 약

노인들이 많이 이용하는 이동 보조 기구인 기존 보행기에 다양한 기능이 부족하여 안전 서비스, 알림 서비스, 스마트폰 애플리케이션 서비스로 분류하여 기능을 추가하였다. 안전 서비스 부문의 기능으로는 경사로 사고 방지 시스템, 장애물 알림 시스템, 밝기에 따른 전조등 시스템, 손잡이에서 손이 떨어지면 자동으로 동작되는 브레이크 시스템, 겨울철 손을 따뜻하게 유지하기 위한 난방 시스템이 있다. 알림 서비스로는 현재의 온·습도 및 미세먼지 농도를 알려준 후 외출하기에 부적합할 시 경고등으로 알려주는 시스템이 있다. 스마트폰 애플리케이션 서비스는 심박 및 체온을 알려주고, 노인의 위치와 SOS신호, 운동량을 알 수 있고, 도난 방지 시스템이 있는 스마트 안전 노인 보행기를 설계하였다.

1. 서론

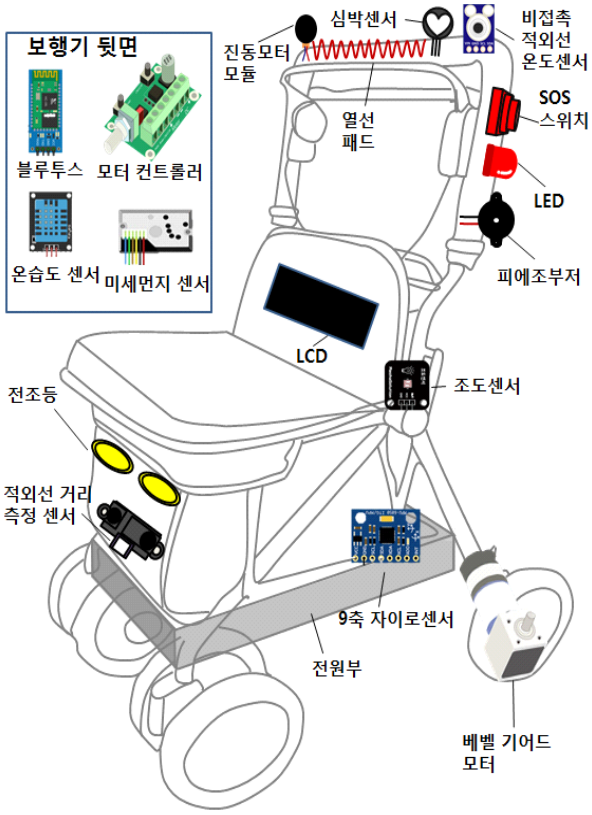
우리나라는 전 세계에서 가장 빠른 속도인 17년 만에 고령화 사회에 진입하였다.[1] 2018년도에는 총 인구 중 65세 이상 고령인구 비중이 14%를 넘으면서 고령사회에 진입하였다.[2] 노인의 증가와 더불어 노인들을 대상으로 재화나 서비스를 제공하는 산업이 크게 발전할 것으로 전망된다. 보호와 운동에 필요한 노인의 자립 생활을 지원해 주는 물품에 대한 수요가 급증하는 추세이며 이동 보조기구인 보행기가 그 물품 중 하나이다. 이러한 지원에도 불구하고 노인들이 유아용 유모차에 의지하는 경우가 적지 않다. 유모차는 위험하기도 하지만 허리나 무릎 병을 악화시킬 수 있어 조심해야 한다. 보행기는 수직 방향으로 전달되는 성인 남성 체중까지 버틸 수 있는 반면 유모차는 17kg의 힘만 받아도 넘어진다는 결과가 나온다.[3] 노인의 보행은 노화에 따른 보행 변화와 동반되어 다양한 보행 장애를 일으킨다. 보행 장애는 65세 이상에서 약 15%부터 85세에는 40%까지 이른다.[4] 보행 장애를 도와주는 방법으로 보행기 사용이 있으며 보행기에 안전을 위한 시스템을 착안하였다. 경사로에서 바퀴에 모터를 부착하여 이용하는 데 저항을 늘리고 줄이는 역할을 하도록 하였다. 또한 노인들이 보행기 위에 폐지나 물건을 올려두어 시야를 가리게 된다. 그렇게 되면 앞에 있는 장애물을 볼 수 없는데 적외선 거리 측정 센서를 이용하여 장애물이 감지될 시 손잡이 부분에 진동을 울려 알려 줄 수 있는 기능을 추가하였다. 노인들은 혈관의 수축, 오한과 같은 추위에 적응하는 능력과 온도 변화에 따른 대처능력이 떨어져 폭염과 한파 같은 상황에서는 특히 위험하다. 겨울에는 신체 중 가장 많이 노출되는 손을 보호하기 위해 손잡이 부분에 열선 패드를 이용하여 손을 따뜻하게 유지해줄 수 있다. 최근에는 미세먼지의 위험성도 많이 발생하고 있고 이를 방지하기 위해 상시 온·습도와 미세먼지 농도를 확인하여 위험을 감지해 노인들에게 외출 금지 경고등을 만들어 알려줄 수 있다. 노후화된 주택, 골목과 같은 가로등이 적고 그나마 있는 가로등마저 노후화되면서 가로등 색이 오히려 음산한 분위기를 조성한다.[5] 이런 환경에 노인이 야간에 야외 활동을 할 시 많이 위험하며 이러한 환경을 보호하고자 일정 조도가 되면 보행기에 전조등이 켜지도록 하였다. 스마트폰 애플리케이션을 직접 설계하여 보행기에 부착된 심장 박동 센서와 비 접촉 적외선 온도 센서를 이용하여 노인의 건강 상태를 바로 알 수 있으며, GPS를 이용하여 노인의 위치와 SOS 신호를 사용하여 위급상황을 즉각적으로 알 수 있고, 구글 피트니스와 데이터를 연동하여 노인의 운동량을 체크할 수 있다. 또한 보행기와 블루투스 페어링을 한 후 초기에 데이터화 되어 있는 노인의 심장 박동 데이터와 다를 경우에 경고음을 울려 도난을 방지할 수 있다. 보행기는 바퀴가 있는 보행보조기구이기 때문에 경사로에서 미끄러질 수도 있다. 이를 방지하기 위해 손잡이에서 손이 떨어지면 자동으로 동작하는 브레이크 시스템이 있다.

본 논문은 경사로 사고방지 및 건강을 위한 스마트 안전 노인 보행기를 설계하였다.

2. 본론

2.1 스마트 안전 노인 보행기의 개요

그림 1은 스마트 안전 노인 보행기의 개념도이다. 9축 자이로 센서, 모터드라이버, 베벨 기어드 모터를 이용하여 오르막길과 내리막길에서 바퀴의 속도를 조절하여 안전하게 보행할 수 있도록 도움을 준다. 적외선 거리 측정 센서로 보행기 앞쪽의 장애물을 감지하여 거리를 측정한 후 노인이 보행하기에 힘든 장애물이 발견되면 진동 모터 모듈을 사용하여 물체가 있음을 감지하여 알려준다. 온·습도 센서와 미세먼지센서를 사용하여 실시간으로 온도, 습도, 미세먼지 농도를 측정하여 LCD로 알려주고, 노인이 외출하기에 적절하지 않은 기상상태일 때 LED를 켜서 알려주며, 겨울철 노인이 외출하게 되면 손을 따뜻하게 유지할 수 있도록 손잡이에 열선패드를 부착하여 손을 따뜻하게 유지시켜준다. 조도 센서를 사용하여 노인이 야간에 이동하기에 위험한 조도 상태가 되면 보행기 앞쪽에 전조등을 켜서 안전하게 보행할 수 있도록 도와준다. 스마트폰 애플리케이션을 개발하여 노인의 심장 박동, 체온, 위치, 운동량을 알 수 있고, 위급 상황 시 SOS신호를 보호자에게 노인이 전송할 수 있다. 또한 블루투스 페어링을 사용하여 보행기의 도난을 방지할 수 있고, 손잡이의 심장 박동 센서를 사용하여 노인이 보행기의 손잡이를 잡고 있지 않은 경우 모터의 동작을 중지시킨다.



<그림 1> 스마트 안전 노인 보행기의 개념도

2.2 기존 제품과의 차별성

표 1은 기존에 출시된 보행기와의 기능 분석표이다. 기존 제품에 어떤 기능이 있는지 확인한 후 필요한 기능은 참고하고 기존 제품에 없는 기능은 추가하였다. 기존에 출시된 제품에는 브레이크와 방향전환 등 2가지 정도 기능이 있다. 이를 보완하기 위해 스마트 안전 노인 보행기를 기획하게 되었고 기능들을 추가하였다.

제품명	뉴워킹 보행기 CW-C200	
제조	케어맥스	
제품설명	높낮이 조정 가능 보관 및 휴대 편리 의자 있음 수납공간 없음 브레이크 없음 점멸안전등 있음 방향전환 캐스터로 자유롭게 방향전환 가능	
제품명	성인용 보행기 KCS-501	
제조	라온라띠	
제품설명	높낮이 조정 불가능 보관 및 휴대 불편함 의자 있음 수납공간 있음 순간브레이크, 주차브레이크 있음 안전등 없음 이중 손잡이 구조로 되어 있음	
제품명	U자형 보행보조차	
제조	스마일 의료기	
제품설명	높낮이 조정 가능 보관 및 휴대 불편함 의자 있음 수납공간 없음 브레이크 없음 안전등 없음 허리를 붙일 수 있음 균형이 불안정하고, 잡는 힘이 약한 분에게 편리	
제품명	코지워커 P01A	
제조	코지케어	
제품설명	높낮이 조정 가능 보관 및 휴대 불편함 의자 없음 수납공간 있음 브레이크 있음 안전등 없음 일체형 팔 받침대가 있음	
제품명	보행보조차 나이스워커 4S	
제조	나이스텍	
제품설명	높낮이 조정 가능 보관 및 휴대 불편함 의자 있음 수납공간 있음 후진방지, 자동 브레이크가 있음 안전등 없음 잘 미끄러지지 않는 재질의 손잡이	

<표 1> 기존 제품의 기능과 분석표

2.3 스마트 안전 노인 보행기 서비스 및 기능

서비스	기능
안전 서비스	경사로 사고 방지 시스템
	장애물 감지 시스템
	밝기에 따라 동작하는 전조등 시스템
	손잡이에서 손이 떨어지면 동작하는 자동 브레이크 시스템
	손잡이 열선 난방 시스템
알림 서비스	온도와 습도 알림
	미세먼지 농도 알림
스마트폰 서비스	건강 상태 시스템(심장박동, 체온)
	위급상황 시스템(노인의 위치, SOS신호)
	운동량 측정 시스템
	도난 방지 시스템

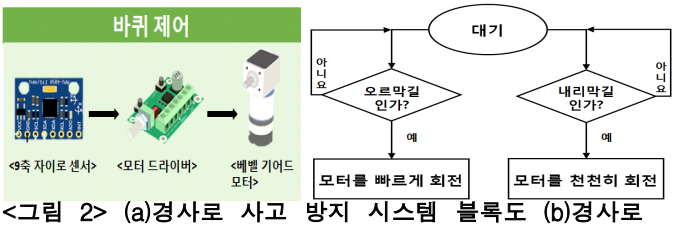
<표 2> 스마트 안전 노인 보행기의 서비스 및 기능표

표 2는 스마트 안전 노인 보행기의 서비스 및 기능 표이다. 스마트 안전 노인 보행기에는 안전 서비스, 알림 서비스, 스마트폰 서비스가 있다.

2.4 스마트 안전 노인 보행기의 설계

2.4.1 경사로 사고 방지 시스템

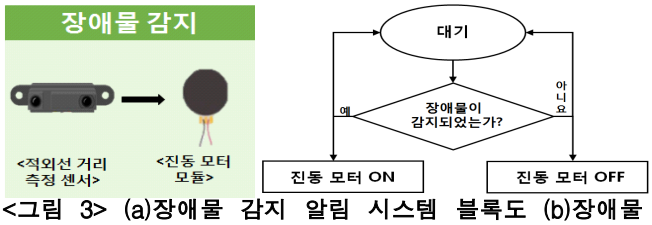
노인은 경사도가 5%이내의 보행접근이 가능하고 경사도 10%이하일 때 보행하기에 안전하다. 하지만 노인이 이동함에 있어 오르막길이나 내리막길을 보행하는 경우가 생긴다. 노인이 오르막길이나 내리막길을 이동할 때 9축 자이로 센서를 사용하여 보행기의 이동에 따른 경사도를 측정한다. 그림 2(b)와 같이 경사도가 심하면 모터의 회전속도를 조절하여 오르막길에서는 빠르게 회전하여 도움을 주고, 내리막길에서는 천천히 회전하여 저항을 늘려준다.



<그림 2> (a)경사로 사고 방지 시스템 블록도 (b)경사로 사고 방지 시스템 알고리즘

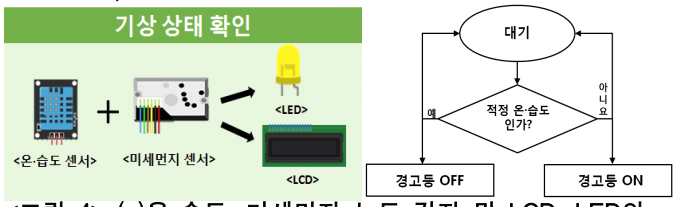
2.4.2 장애물 감지 알림 시스템

노인이 보행기를 사용하면서 위에 짐을 올려놓으면 보행기 앞쪽의 물체를 정확히 발견하고 이동하기에 어려움이 있다. 보행기 앞쪽에 적외선 거리 측정 센서를 부착하여 보행기 앞쪽에 있는 물체와의 거리를 측정한다. 손잡이에는 물체가 감지되면 알릴 수 있도록 진동모터를 손잡이 전체가 울릴 수 있도록 부착한다. 그림 3(b)와 같이 보행기 앞쪽에 있는 물체와의 거리가 10cm 이하가 되면 진동모터를 울려 노인이 물체를 감지할 수 있도록 한다.



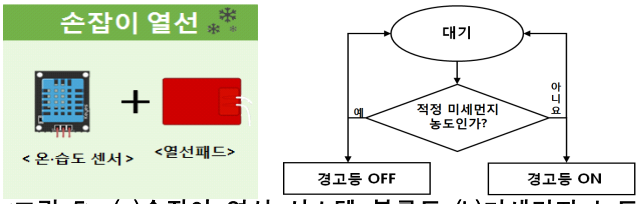
<그림 3> (a)장애물 감지 알림 시스템 블록도 (b)장애물 감지 알림 시스템 알고리즘

2.4.3 온도, 습도, 미세먼지 농도 감지 및 LCD, LED알림, 손잡이 열선 시스템



<그림 4> (a)온·습도, 미세먼지 농도 감지 및 LCD, LED알림 시스템 블록도 (b)온·습도, 감지 및 LCD, LED알림 시스템 알고리즘

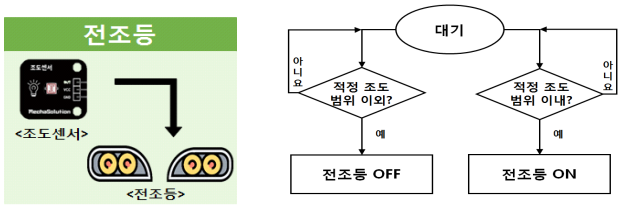
온·습도 센서와 미세먼지 농도 센서를 사용하여 보행기가 이동하는 곳의 온도, 습도와 미세먼지 농도를 실시간으로 측정한다. 측정된 온도, 습도, 미세먼지 농도는 보행기에 부착한 LCD로 출력하여 노인이 실시간으로 확인할 수 있다. 여름철이나 겨울철에는 폭염이나 한파로 노인이 외출하기 적절하지 않은 기상상태인 경우가 많다. 그림 4(b)에서 적절하지 않은 온·습도는 여름철에는 온도가 33℃이상, 습도가 60%이상이면, 겨울철에는 온도가 -12℃이하, 습도가 40%이상으로 설정한다. 적절하지 않은 온·습도에서 보행기에 부착한 LED를 켜서 노인이 외출하기에 적절하지 않은 기상상태임을 알려준다. 겨울철에 노인이 외출하게 되면 손을 따뜻하게 유지해 주기위해 그림 5(a)에서 보는 바와 같이 열선패드로 체온을 유지해준다. 또한 미세먼지 농도가 좋지 않는 경우 노인이 외출을 하게 되면 유해한 영향을 유발 할 수 있다. 그림 5(b)에서 적절하지 않은 미세먼지 농도인 81이상(μg/m^3), 초미세먼지 농도가 38(μg/m^3)이상이 되면 보행기에 부착한 LED를 켜서 노인이 외출하기에 적절하지 않은 미세먼지 농도임을 알려준다.



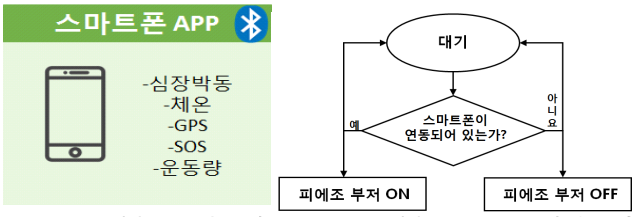
<그림 5> (a)손잡이 열선 시스템 블록도 (b)미세먼지 농도 감지 및 LCD, LED알림 시스템

2.4.4 밝기에 따라 동작하는 전조등 시스템

노인이 야간에 외출을 하게 되면 어두워서 이동에 어려움이 있다. 조도센서를 사용하여 야간의 평균 조도인 13[LUX]이하가 되면 보행기 앞쪽에 부착된 전조등이 자동으로 켜지고 이상이 되면 전조등이 자동으로 꺼진다.



<그림 6> (a)밝기에 따라 동작하는 전조등 시스템 블록도 (b)밝기에 따라 동작하는 전조등 시스템 알고리즘



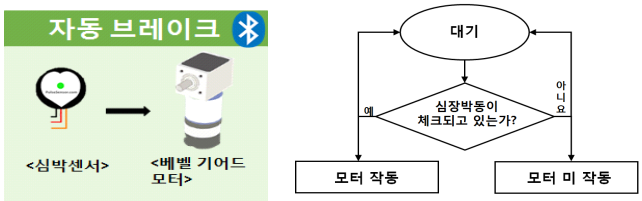
<그림 7> (a)애플리케이션 블록도 (b)블루투스 페어링과 도난 방지 시스템 알고리즘

2.4.5 Bluetooth와 애플리케이션

App Inventor2를 사용하여 블루투스로 페어링 할 수 있는 애플리케이션을 제작하였다. 사용자의 심장박동의 데이터를 초기에 저장한다. 블루투스 페어링이 완료된 상태에서 노인의 심장박동수를 측정하고 측정된 데이터가 초기에 저장된 노인의 심장박동과 유사하면 사용자가 로그인을 한 것으로 판단한다. 애플리케이션의 건강항목에서는 손잡이에 부착된 심장 박동 센서와 비 접촉 적외선 온도 센서로 측정된 심장 박동과 체온을 실시간으로 확인할 수 있다. 위치항목에서는 노인이 이동하는 경로를 파악할 수 있도록 해주며, 노인의 위치를 실시간으로 판단할 수 있도록 한다. 응급상황항목에서는 노인이 위급한 상황이 되면 애플리케이션의 SOS버튼을 누르거나 보행기에 부착되어 있는 SOS스위치를 누르면 보호자에게 자동으로 연락이 된다. 운동항목에서는 측정된 노인의 하루 운동량을 확인할 수 있다. 애플리케이션을 사용하기 위해서 사용자의 스마트폰과 애플리케이션간의 블루투스 페어링이 필요하다. 블루투스 페어링을 사용하여 사용자의 스마트폰이 아닌 다른 스마트폰과 페어링이 되거나 사용자의 스마트폰이 페어링이 되지 않으면 사용자가 보행기와 멀어진 상황으로 판단하여 피에조 부저를 울려서 보행기의 위치를 노인이 쉽게 파악할 수 있도록 한다. 개발된 애플리케이션은 노인뿐만 아니라 보호자도 사용가능하여 노인이 보호자의 건강상태나 위급상황을 파악할 수 있어 유용하다.

2.4.6 손잡이에서 손이 떨어지면 자동으로 동작하는 브레이크 시스템

노인이 보행기를 사용하여 이동을 하면서 손잡이를 놓치게 되는 경우를 방지하기 위한 기능이다. 그림 8(b)와 같이 손잡이에 부착되어 있는 심박센서를 사용해서 노인의 심박데이터가 인식되지 않으면 노인이 보행기를 사용하지 않은 상태로 인식하고 모터의 동작을 정지한다.



<그림 8> (a)손잡이에서 손이 떨어지면 자동으로 동작하는 브레이크 시스템 블록도 (b)손잡이에서 손이 떨어지면 자동으로 동작하는 브레이크 시스템 알고리즘

3. 결론

본 논문에서는 노인이 일상생활에서 가장 많이 사용하고 있는 이동 보조기구인 보행기를 더욱 안전하고 건강에 도움이 되도록 스마트 안전 노인 보행기를 설계하였다.

경사로 사고 방지 및 건강을 위한 스마트 안전 노인 보행기는 근력이 부족한 노인이 경사로에서 더 편하게 움직일 수 있다. 노인들이 보행기 위에 폐지 혹은 짐을 많이 올려두어 시야를 가리는 경우 앞에 장애물이 있음을 감지하여 진동으로 알려 줄 수 있다. 또한, 폭염이나 한파와 같은 기상상태나 미세먼지가 많은 날에는 노인들이 외출하는 것을 위험하다. 이를 방지하기 위해 온·습도를 및 미세먼지 농도를 알려주고, 추운 겨울에 노출 되어있는 손의 체온을 유지하기 위해 열선 패드를 이용하여 따뜻하게 보행기를 이용할 수 있다. 이뿐만 아니라 노인들의 활동 시간과 범위를 늘리기 위해 야간에 적정 조도 범위가 넘어가면 전조등이 켜지며 노인의 심장 박동, 체온, GPS, SOS 신호, 운동량을 직접 개발한 애플리케이션을 이용하여 건강 상태를 알려줄 수 있을 뿐 아니라 위급 상황 시 즉각적으로 대처가 가능하다. 도난을 방지하기 위해 애플리케이션과 블루투스 페어링을 확인하여 도난 상황을 감지한다. 또한, 내리막에서 손을 놓치면 위험할 수 있어 이를 방지하기 위해 애플리케이션으로 초기에 사용자의 심장 박동 수를 데이터화하여 심장 박동 수가 측정 되지 않으면 손잡이에서 손이 떨어진 상태로 인식하여 자동으로 브레이크가 작동 할 수 있도록 하였다. 이로 인해 보행기를 많이 이용하는 노인들은 치명적인 낙상 사고에 노출된 확률이 감소한다. 노인이 외출하기에 부적절한 기상상태를 알려주고 자동으로 활동환경을 적절하게 개선해주어 노인들의 활동량이 증가한다. 또한 위급상황 시 즉각적으로 대처가 가능하고 안전사고 방지와 건강관리에 편의성을 향상 시킬 수 있고 보호자가 노인의 상태를 실시간으로 확인하여 안심할 수 있을 것으로 기대가 된다.

참고문헌

[1]임도원, “세계에서 가장 빠른 고령화 속도 한국”, 2018.8.28.
https://blog.naver.com/bulja200/221347794818
[2]이훈철, ‘인구 100명 중 14명 노인... ’고령사회‘ 첫 진입’,News1,20119.3.22.
http://news1.kr/articles/?3577571
[3]박성원,‘노인들’유모차 의지‘위험...퇴행성 질황 악화 조심,’ 뉴스테스크‘,2013.04.11.
http://imnews.imbc.com/replay/2013/nwdesk/article/3264778_18585.html
[4] 국가건강정보포털,’노인 보행장애‘,2019.07.15.
http://health.cdc.go.kr/health/HealthInfoArea/HealthInfo/View.do?idx=13510
[5]조주형,’골목 가로등 불빛, 여전히 어두워...“당신의 밤길은 안전합니까?”,소비라이프뉴스,2019.03.26.
http://www.sobilife.com/news/articleView.html?idxno=18836

본 논문은 과학기술정보통신부
정보통신창의인재양성사업의 자원을 통해 수행한
ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.