

횡단보도 안전보행 서비스 지원을 위한 스마트 연석 기술 개발

A Development of Smart Curb Technology Supporting for the Crosswalk Safety Service

강왕규*, 한진우*, 박정권*, 우병수*

Wang-Kyu Kang , Jin-Woo Han, Jung-Kwon Park, and Byong-Soo Woo

Abstract

u-City는 첨단 정보통신 인프라와 유비쿼터스 정보 서비스를 도시공간에 융합해서 도시민에게 편리하고, 건강하며, 안전하고, 쾌적한 생활을 누리도록 하는 목표로 삶의 질을 향상시키는 신개념의 도시이다. 도시기반시설인 도로는 이러한 u-City를 구축하는데 있어 핵심 구성요소이지만, 도로 공간에서 발생하는 인명사고는 u-City의 목표인 안전한 도시를 구축하는데 있어 걸림돌이 되고 있는 것이 현실이다. 따라서, 본 논문에서는 안전한 도시 구축을 위하여 USN 기술을 활용하여 횡단보도 주변에서 보행자의 안전을 지원하는 스마트 연석에 대한 개념과 개발 내용을 소개하고자 한다. 스마트 연석은 도로 연석과 동일한 크기로 설치되어 지상에 돌출되지 않으므로 주위 환경과 잘 어울리며, 상부 모서리에 경광등이 점멸되어 운전자로 하여금 횡단보도 지역임을 쉽게 알 수 있도록 하고, 측면에서 바닥비춤조명을 비춤으로써 운전자의 시인성을 높여 안전사고를 미연에 방지하는 기능을 가지고 있다.

Keywords: u-City, 횡단보도, 안전, 서비스, 스마트 연석

I. 서 론

U-City의 기반이 되는 도로는 u-City 구축의 핵심 구성요소이지만, 도로 공간에서 발생하는 인명사고는 u-City의 목표인 안전한 도시를 구축하는데 있어 걸림돌이 되고 있는 것이 현실로, 이러한 상황에서 횡단보도에서의 안전은 아무리 강조해도 지나치지 않을 것이다.

이러한 취지에서 개발된 스마트 연석은, 그림 1과 같이 도로 연석과 동일한 크기로 설치되어 지상에 돌출되지 않으므로 주위 환경과 잘 어울리며, 상부 모서리에 경광등이 점멸되어 운전자로 하여금 횡단보도 지역임을 쉽게 알 수 있도록 하고, 측면에서 바닥비춤조명을 비춤으로써 운전자의 시인성을 높여 안전사고를 미연에 방지하는 기능을 가지고 있다.

본 논문에서는, 이러한 스마트 연석에 대한 개념과 개발 내용을 소개하고자 한다.

II. 본 론

1. 개발 방향

1.1 관련 서비스 분석

횡단보도에서 보행자의 안전을 위해 가장 많이 사용하고 있는 방식은 그림 2와 같이 밤에 횡단보도 위에서 집중조명을 비추어 횡단보도를 지나는 보행자가 차량 운전자로 하여금 눈에 잘 띄도록 만드는 방식이며, 최근에는 그림 3과 같이 횡단보도와 인도 사이 바닥에 바닥 등을 설치하거

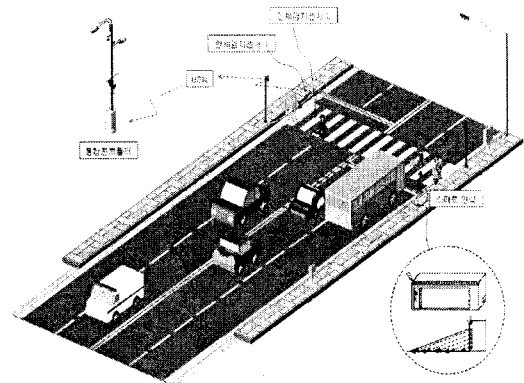


그림 1. 횡단보도 안전보행 서비스 개요도

나, 저전력 저소비 LED 보도블럭을 개발하여 시범운용 하는 시도를 하고 있어, 어린이 교통사고 예방과 함께 야간에 도시 경관조명으로도 활용하고 있다.

외국에서는 그림 4와 같이 스마트 횡단보도라 하여 보행자가 횡단보도를 건너갈 때 횡단보도 바닥과 철재표지판에서 레이저광선 같은 불빛이 번쩍거림으로써 운전자들에

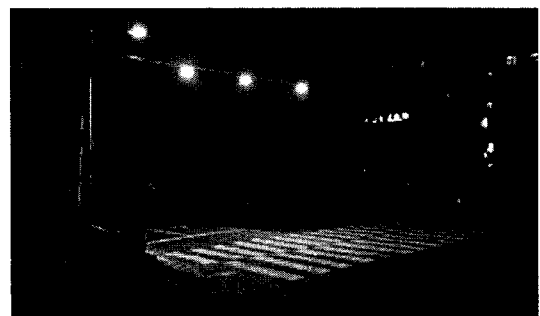


그림 2. 횡단보도 집중조명 방식 전경

접수일자 : 2009년 8월 06일
 최종완료 : 2009년 8월 14일
 *KT 네트워크연구소 인프라연구 담당
 교신처자, E-mail : kangwk@kt.com

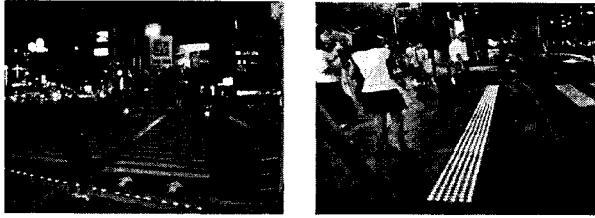


그림 3. 횡단보도 LED 보도등 전경

게 보행자가 지나간다는 사실을 알려주는 시스템을 설치하고 있다. 하지만, 노면 바닥에서 주로 불빛이 발광하도록 되어 있어 포장 보수 공사에 불편이 예상된다.

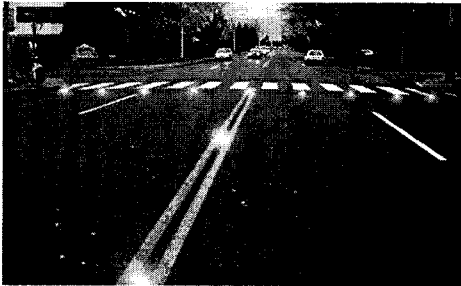


그림 4. 바닥 LED등

또한, 영국 세필드시에서는 지능형 횡단보도라 하여 탐지기를 통해 보행자가 도로를 횡단하는 동안 보행자의 움직임을 모니터하고, 보행자의 진행속도에 따라 횡단시간을 다양하게 조절하는 시스템을 적용하고 있다.

1.2 개발 방향 정립

지상에 돌출되지 않으면서 새로운 장비를 설치하지 않고 현장상태에 있는 그대로 횡단보도 안전보행을 지원하고자 횡단보도 주변의 연석(경계석)을 기능화 하는 방식으로 스마트 연석을 개발하는 것으로 개발방향을 정립하였는데, 이 스마트 연석은 모서리에 LED 경광등을 부착시켜 보행자의 안전보행을 지원하고, 바닥비춤조명을 비춤으로써 운전자로 하여금 횡단보도의 시인성을 높이도록 하였으며, 인체감지센서를 이용하여 보행자를 감지하도록 구성하였다.

또한, 스마트 연석 상호간의 통신은 지그비를 사용하도록 하였으며, 내부상태를 모니터링 할 수 있는 시스템을 갖추도록 하였다.

1.3 서비스 시나리오 구성

스마트 연석을 이용한 횡단보도 안전보행 서비스는 아래와 같이 보행 신호등이 없는 경우와, 보행 신호등이 있는 경우, 보행 신호등이 있으면서 인체감지센서와 병행하는 경우로 나누어 시나리오를 도출하였다.

◆ 시나리오 1 : 보행 신호등이 없는 경우

- ① 인체감지센서 1에서 인체감지
- ② 해당 스마트 연석 경광등 점멸 및 바닥비춤조명 조사
- ③ 감지 정보를 릴레이노드에 전달
- ④ 관련 스마트 연석에 동작 명령 전송
- ⑤ 관련 스마트 연석 경광등 점멸 및 바닥비춤조명 조사
- ⑥ 릴레이노드에서 모든 스마트 연석의 인체감지여부 계속 센싱

- ⑦ 모든 스마트 연석에서 인체가 감지되지 않으면 관련 모든 스마트 연석에 소등 명령 전달

◆ 시나리오 2 : 보행 신호등이 있는 경우 1 (보행신호등 단독)

- ① 보행 신호등 조도센서 또는 신호등 제어신호(신호등 조도 정보)에서 보행신호를 릴레이노드에 전달
- ② 릴레이노드에서 관련 스마트 연석의 센서노드에 동작명령 전송
- ③ 관련 스마트 연석 경광등 점멸 및 바닥비춤조명 조사
- ④ 보행 신호등 조도센서 또는 신호등 제어신호에서 보행금지신호 릴레이노드에 전달
- ⑤ 릴레이노드에서 관련 스마트 연석의 센서노드에 동작금지 명령 전송
- ⑥ 관련 스마트 연석 경광등 및 바닥비춤조명 소등

◆ 시나리오 3 : 보행 신호등이 있는 경우 2 (인체감지센서와 병행)

- ① 보행 신호등 조도센서 또는 신호등 제어신호(신호등 조도 정보)에서 보행신호를 릴레이노드에 전달
- ② 릴레이노드에서 관련 스마트 연석의 센서노드에 동작명령 전송
- ③ 관련 스마트 연석 경광등 점멸 및 바닥비춤조명 조사
- ④ 보행 신호등 조도센서 또는 신호등 제어신호에서 보행금지신호 릴레이노드에 전달
- ⑤ 릴레이노드에서 관련 스마트 연석의 인체감지 여부 정보 획득
- ⑥ 인체감지신호가 없으면 릴레이노드에서 관련 스마트 연석의 센서노드에 동작금지 명령 전송
- ⑦ 관련 스마트 연석 경광등 및 바닥비춤조명 소등

2. 시제품 제작

2.1 외부 합체 (0.2W * 0.27H * 1.0L)

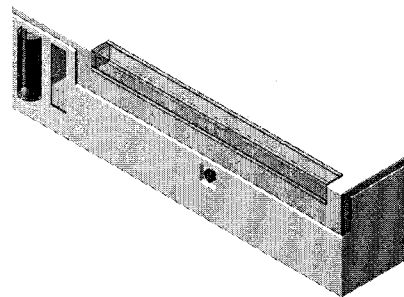


그림 5. 합체 3차원 모델링

스마트 연석을 구성하는 외부 합체에는 녹이 방지되는 스테인레스 재질의 철판을 사용하였으며, LED 경광등 부분은 강화아크릴을 부착하였고, 내부에는 결로현상을 예방하기 위하여 불연 단열재를 부착하였다. 또한, 정면에는 시건장치를 부착하여 안전에 대비하였으며, 상부개폐 방식을 채택하여 유지보수가 용이하도록 하였다. 개폐문과 상전을 인입하기 위한 인입관에는 방수처리를 실시하였으며, 합체 접지용 동 부스바를 설치하여 접지를 실시하였다. 그림 5

는 Solidworks 프로그램을 이용하여 합체를 3차원 모델링한 결과를 나타낸다.

2.2 내부 구성품

스마트 연석 합체 내부에 들어가는 구성품을 살펴보면 그림 6과 같다. 그림에서 보듯이 합체 안에는 상전을 인입하여 충전하는 배터리 충전기가 내장되어 있으며, 배터리를 통하여 DC 전원을 공급받아 통합 제어기에서 LED 경광등과 바닥비춤조명을 제어하도록 구성되어 있다. 또한, 통합 제어기 모듈에는 통신을 할 수 있는 지그비 모듈이 장착되어 있으며, 내부의 온/습도나 침수를 감지할 수 있는 센서를 구비하고 있다. 주요 사양을 나타내면 아래와 같다.

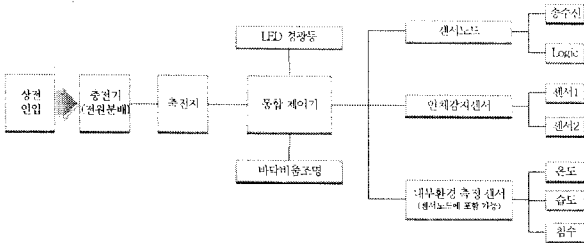


그림 6. 스마트 연석 합체 내부 구성도

① 배터리 충전기

- model : FairStone
- 회로 단락 보호 및 과부하 보호회로
- 역극성 보호회로
- 자동충전 조정 기능
- 발열 특성을 고려한 알루미늄 방열판 케이스

② 배터리

- model : ATLASBX KB18-12
- 무누액 밀폐형 축전지
- 내산성과 내구성이 뛰어난 특수격리판을 사용하여 순간방전 성능이 탁월
- 다공성 특수격리판을 적용, 이온 이동능력을 향상시켜 고율방전 성능 탁월

③ 경광등 모듈

- 모듈사이즈: 800 x 34(mm)
- RGB 단일 칩 고휘도 LED 채용
- SMD5050 사이즈 LED 135개 (45 X 3)
- Full color 구현 가능

④ 바닥비춤조명 모듈

- 3W POWER LED 4EA (PP625-8L63-3W)
- 알루미늄 파워 LED 방열 블럭
- PC convex lens enhance the zooming 채용
- 전원 : 12V 2A

⑤ 통합제어기 모듈

- MCU : Atmel ATmega128-16 AU
- 통신 : RS-485, Zigbee
- Baud rate : 9600bps
- Zigbee : XBee Pro XBP24-AWI-001 모듈
- ISM 2.4 GHz 작동 주파수
- Power Output: 10 mW ~ EIRP
- Receiver Sensitivity: -100 dBm

2.3 서비스 UI

스마트 연석은 도로 횡단보도에 설치되기 때문에 외부 환경에 직접 노출되어 있으며, LED 경광등 및 바닥비춤조명을 동작시키기 위하여 전원이 공급되는 시스템으로 설계되어 있어, 합체 내부의 환경을 모니터링 할 수 있는 시스템을 필요로 한다. 그림 7은 인체감지센서, LED 경광등, 바닥비춤조명의 동작 상태 및 온/습도, 침수 상태 등의 내부 환경을 모니터링 할 수 있는 서비스 UI(예)를 나타내고 있다.

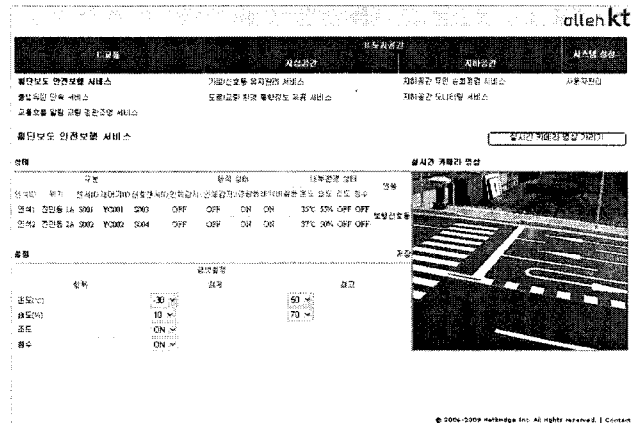


그림 7. 횡단보도 안전보행 서비스 UI(예)

3. 동작 시험

3.1 시험 구성

스마트 연석에 대한 동작 성능을 시험하기 위하여 연구소 옥외시험장 테스트 베드에 스마트 연석 2개를 설치하였으며, 주변 LED 가로등에 릴레이 노드를 설치하고 스마트 연석의 정보를 통합컨트롤러로 전송하여 서비스 UI에 표시되도록 구성하였다.

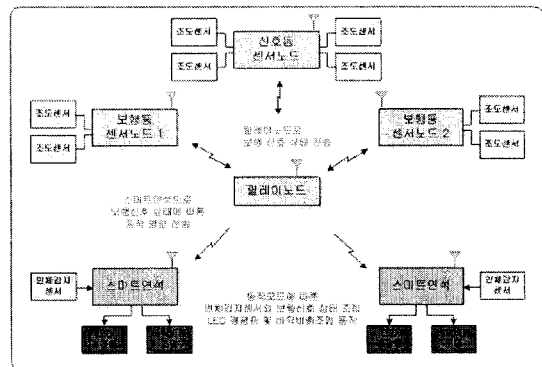


그림 8. 스마트 연석 시험 구성

3.2 서비스 구현

보행 신호등을 소등한 상태에서 횡단보도를 지나가면서 인체감지센서만으로 LED경광등과 바닥비춤조명이 동작하는지(시나리오 1)와 서비스 UI에 제대로 표시되고 있는지를 확인하였으며, 보행 신호등을 점등시킨 상태에서 보행 신호등에 설치된 센서노드로 하여금 파란불을 감지하여 스마트 연석을 제대로 동작시키는 지를 확인(시나리오 2)하였다. 그 결과 그림 9와 같이 감지 속도에 따른 문제 없이

제 기능을 발휘하는 것을 확인하여 횡단보도에서 안전보행을 지원할 수 있는 솔루션임을 입증하였다.

하지만, 바닥비추조명은 LED 경광등과는 달리 낮에는 보이지 않았으며, 밤에도 스마트 연석에서 거리가 멀어질수록 조도가 감소되는 경향을 보이고 있어 일부 개선이 필요한 것으로 파악되었다.

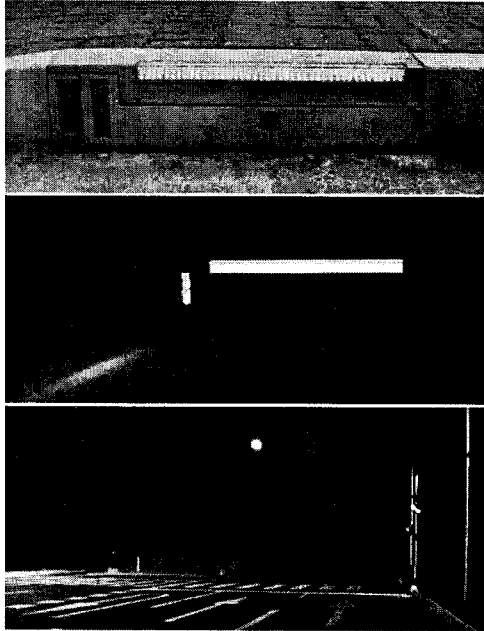


그림 9. 스마트 연석 동작 시험

III. 결 론

이상으로 스마트 연석에 대한 개발내용과 동작시험 결과를 살펴보았는데, 본 논문에서 알 수 있듯이 스마트 연석은 지상 돌출물 없이 기존 연석을 대체하는 것으로서 도시 미관에 영향을 끼치지 않으며, 모서리의 LED 경광등과 측면의 바닥비추 조명이 보행자와 운전자의 시인성을 높여 횡단보도에서의 안전보행을 지원할 것으로 기대하고 있다.

또한, 향후 U-Eco City 테스트 베드 사업에 적용될 수 있도록 저가화를 추진하기 위하여 내부 구성품의 패키지화가 필요할 것으로 예상되며, 차량 충돌에 대한 안전성, 내충격성 및 방수성능을 확보하고, 바닥비추조명의 시야각을 보다 더 넓힐 수 있는 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비지원(07첨단도시A01)에 의해 수행되었습니다.



강 왕 규

1995년 충남대학교 토목공학과 졸업
1997년 충남대학교 토목공학과 공학석사
1998년~현재 KT 네트워크연구소 재직중
<e-mail> kangwk@kt.com



한 진 우

1986년 부산대학교 토목공학과 졸업
1989년 부산대학교 토목공학과 공학석사
1990년~현재 KT 네트워크연구소 재직중
<e-mail> jinuhan001@kt.com



박 정 권

1991년 금오공과대학 토목공학과(공학사)
1996년 금오공과대학 토목공학과(공학석사)
1998년~현재 KT 네트워크연구소 재직중
<e-mail> jkpark9@kt.com



우 병 수

1995년 단국대학교 토목공학과 졸업
1995년~현재 KT 네트워크연구소 재직중
<e-mail> woobs@kt.com