USN에서의 어린이 교통사고 방지 시스템

유범정, 유재봉, 김상윤, 박찬영
한림대학교
e-mail:metheny81@hallym.ac.kr

Anti - Car Accident System for children in USN

Beom-Jeong Yoo, Jae-Bong Yoo, Sang-Yoon Kim, Chan-Young Pack
Dept. of Computer Science, Hallym University

요 약

최근 2005년 기준으로 우리나라 어린이 교통사고율은 OECD 국가 총 28개국 나라 중 3위을 차지할 만큼 높다. 그 심각성에 입각하여 도로에서 어린이들을 안전하게 보호해야 한다는 여론이 점차 많이 제기되고 있다. 이에 대한 해결책으로 각 학교나 관계 당국은 어린이의 교통 안전 교육을 강조하고 안전 시설을 마련하고 있지만, 어린이가 돌발 상황을 인지하고, 대처하는 데에는 한계가 있다. 본 연구는 센서 네트워크를 이용한 위치 인식 기술을 활용하여 공원과 같은 공공 장소에서 어린이들이 예고없이 나올 경우 운전자에게 돌발 상황을 미리 경고해 어린이의 안전을 도모하여 교통사고의 예방을 돕는 시스템을 제안한다.

1. 서론

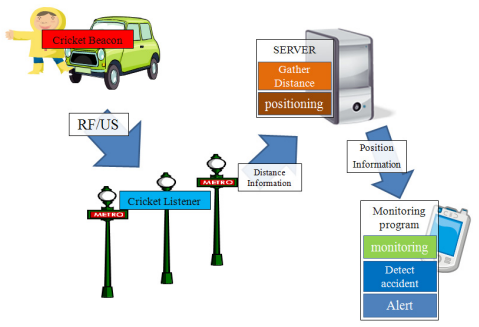
우리 나라의 자동차 등록 건수는 1997년 1,000만대를 넘어선 이후 10년 만에, 1,600만대를 돌파하였다.[1] 자동차 수가 급속도로 증가함에 따라 간선 도로의 정체를 피하기 위해서 이면 도로로 우회함으로써 주택가 통과 차량이 증가하고 있다. 이는 어린이들의 통학로와 놀이공간으로 이용되는 학교 주변의 주택가 골목의 경우 교통사고를 발생시킬 위험 요소로 크게 작용할 수 있다. 최근 교통사고 발생건수는 줄어들고 있지만, 어린이 교통사고 발생 건수의 하락 폭은 미미한 실정이다[2]. 실제로 우리나라의 어린이 교통사고율은 OECD국가 총 28개국 중 3위를 차지해 최상위권에 머물고 있다. 어린이는 성인에 비해 상황 판단이나 행동 대처 능력이 부족하기 때문에 운전자들의 주의가 더욱 요구된다. 본 연구에서 제안하는 시스템은 USN의 위치 인식 기술을 사용해 센서를 스쿨존과 같은 어린이 밀집지역에 설치함으로써 어린이들의 사고 예방에 도움을 줄 수 있는 시스템이다.

2. 관련연구

USN에서 현재까지 제안된 대표적인 위치 인식 기술에는 GPS(Global Positioning System))[3]와 적외선 신호를 사용하는 Active Badge System[4], 초음파 펄스를 이용한 Active Bats System[5], 영상 인식을 이용한 위치 측정 시스템인 Easy Living Project[6], RF 신호의 도달 시간을 측정하여 위치를 파악하는 PinPoint사의 3D-iD[7] 그리고 새롭게 연구되고 있는 UWB(Ultra Wide Band)를 이용한 위치 측정 시스템[8]등이 있다. 본 시스템에서는 MIT에서 개발된 크리켓(Cricket)센서를 사용하였다. 크리켓은 초음파 송신기(Beacon)들로부터 송신된 신호를 고정된 위치에 부착된 초음파 수신기(Listener)에서 계산하여 위치를 측정하는 센서이다. 작동 원리는 비콘들은 초음파 신호와 RF신호를 동시에 송신하고, 리스너는 초음파로부터 초음파와 RF신호를 수신받는데, 이 때 초음파와 RF신호의 전파속도차이로 거리를 측정한다.

3. 시스템 설계

본 시스템은 자동차가 학교 주변이나 주택가에서 주행할 경우 주행 방향으로 어린이가 갑작스레 뛰쳐나올 경우, 사각 지역에 어린이가 존재해 운전자가 인지하지 못할 경우 일어나는 교통사고를 예방하기 위해 제안하였다.



[그림 1] 시스템 구성도

그림 1과 같이, 전체 시스템은 거리 정보를 수집하는 센서모듈, 수집된 거리 정보를 이용하여 자동차의 위치를 계산하는 서버 그리고 서버로부터 위치를 받아 운전자에게 주위 상황을 알려주는 모니터링 프로그램 세 가지로 구분한다.

3.1 거리수집센서

전체 시스템은 거리 정보를 수집하는 센서, 수집된 거리 정보를 이용하여 이동체의 위치를 계산하는 서버 그리고 서버로부터 위치를 받아 운전자에게 주위 상황을 알려주는 모니터링 프로그램으로 나뉜다.

크리켓(Cricket)센서는 비콘(Beacon), 리스너(Listener)로 나뉘며 수신부인 리스너을 스쿨존과 같은 어린이 밀집지역의 구조물에 설치한다. 송신부인 비콘은 어린이 밀집지역을 지나가게 될 자동차와 그 지역에서 보행하게 될 어린이에게 각각 부착되어 비콘과 리스너 사이의 거리 정보를 서버에게 주기적으로 보낸다. 비콘들은 고유한 ID를 가지며, 이 ID를 거리 정보와 같이 보내 각각 이동체의 종류를 식별하게 한다.

3.2 서버

서버는 리스너들이 거리정보를 수집하여 위치를 계산하는데, 이때 삼각측량법이 사용된다. 동일 직선상에 위치하지 않는 세 개의 리스너를 이용하여 이동체의 좌표를 얻어온다. 삼각측량은 최소 세 개 이상의 알려진 위치를 가진 리스너가 있을 때, 리스너는 측정된 비콘과의 거리들로부터 위치를 계산할 수 있다.

리스너와 비콘간의 거리를 d_i로 놓고 비콘의 위치를 (X, Y, Z), 리스너의 위치를 (x_i, y_i, z_i)로 놓으면 다음 식을 얻을 수 있다.

$$d_i^2 = (x_i - X)^2 + (y_i - Y)^2 + (z_i - Z)^2 \quad (1)$$

식(1)에 listener(x_0, y_0, z_0)을 대입한 식(2)과 식(1)에 listener(x_1, y_1, z_1)을 대입한 식(3)을 양변에 더할 경우 z값들은 동일한 값이므로 소거되어 (4)와 같은 식을 만들 수 있다. 이 때, 가로등에 설치된 리스너의 위치는 계산 편이상 같다고 가정한다.

$$d_0^2 = (x_0 - X)^2 + (y_0 - Y)^2 + (z_0 - Z)^2 \quad (2)$$

$$d_1^2 = (x_1 - X)^2 + (y_1 - Y)^2 + (z_1 - Z)^2 \quad (3)$$

$$2(x_1 - x_0)X + 2(y_1 - y_0)Y = x_1^2 - x_0^2 + y_1^2 - y_0^2 - d_1^2 + d_0^2 \quad (4)$$

따라서 3개의 beacon으로 두 개의 1차 방정식을 만들 수 있고 (5)와 같은 행렬식으로 연립방정식의 해를 구할 수 있다.

$$A\vec{x} = \vec{b} \quad (5)$$

식(5)의 행렬 A와 벡터 $\vec{x}$, $\vec{b}$는 다음과 같다.

$$A = \begin{bmatrix} 2(x_1 - x_0) & 2(y_1 - y_0) \\ 2(x_2 - x_0) & 2(y_2 - y_0) \\ \cdots & \cdots \\ 2(x_i - x_0) & 2(y_i - y_0) \end{bmatrix}, \quad \vec{x} = \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix}$$

$$\vec{b} = \begin{bmatrix} x_1^2 - x_0^2 + y_1^2 - y_0^2 - d_1^2 + d_0^2 \\ x_2^2 - x_0^2 + y_2^2 - y_0^2 - d_2^2 + d_0^2 \\ \cdots\cdots \\ x_i^2 - x_0^2 + y_i^2 - y_0^2 - d_i^2 + d_0^2 \end{bmatrix}, i \geq 2, \det(A) \neq 0 \quad (6)$$

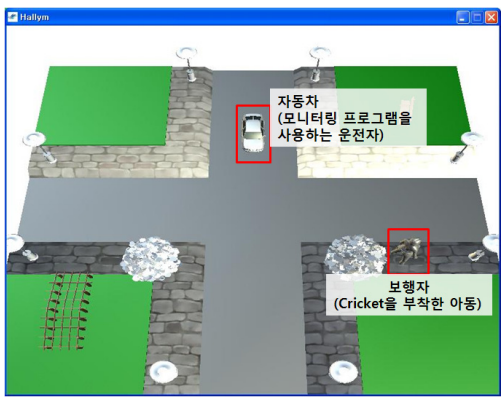
식(6)에서 $i \geq 2$ 이고 행렬A의 determinant가 0이 아닐 경우, 연립방정식의 해인 벡터 $\vec{x}$는 다음 식(7)로부터 구할 수 있다.

$$\vec{x} = A^{-1}\vec{b} \quad (7)$$

거리 정보와 같이 수집된 Beacon의 ID를 식별하여 자동차와 그 주변에 있는 아동들의 위치를 모니터링 프로그램상에 표시한다.

3.3 모니터링 프로그램

아래 그림 2는 3D로 제작된 모니터링 프로그램이다. 모니터링 프로그램에는 현재 운전자가 승차하고 있는 자동차의 위치와 주변 보행자의 위치가 표시된다. 단순 숫자의 좌표가 아닌 3D 그림으로 표현하여 사용자, 즉 운전자가 운전 중에도 쉽게 알아 볼 수 있는 인터페이스를 구현하였다. 보행자가 자동차의 주변으로 가깝게 위치했을 경우 시각적으로 화면에 경고표시와 청각적으로 경고음을 발생시켜 운전자의 경각심을 일깨우도록 하였다.



[그림 2] 모니터링 프로그램

4. 구현 및 실험 결과

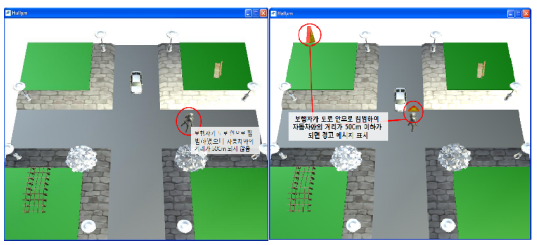
실험을 위해 사용된 공간의 크기는 200Cm(Width) × 200Cm(Depth) 이다. 정사각형 공간의 각 모서리에는 100Cm 높이의 모형 가로등을 세워 그 위에 리스너를 설

치했다. 로봇 자동차를 이용하여 실제 자동차의 주행처럼 도로 위를 주행할 수 있다. 로봇 자동차 컨트롤 프로그램은 로봇 자동차와 Zigbee를 통해 통신하여 조정하고, 크리켓을 가진 보행자는 서서히 이동하여 실험하였다. 다음 표 1은 개발환경이다.

[표 1] 개발환경

	개발환경
Motes	HBE - Zigbex Cricket
Robot	HBE - ROBOCAR
OS	Windows XP
Application	Monitoring Program Positioning Program(server) Robot Car Control Program

실험에서는 경고를 표시하는 조건을 자동차와 보행자가 모두 도로 안에 있을 때 서로의 거리가 50Cm이하일 경우로 설정하였다. 첫 번째 상황, 그림 3 왼쪽과 같이 보행자가 도로에 침범했지만 자동차와의 거리가 멀리 떨어져있는 경우이다. 보행자가 도로 위에 있지만 설정한 조건에 만족하지 않아 경고는 표시하지 않는다. 두 번째 상황 그림 4와 같이, 두 번째 상황, 그림 3 오른쪽과 같이 보행자와 자동차 간의 거리가 50Cm 미만일 경우이다. 오른쪽 그림의 화면 왼쪽 상단에 경고 표시를 하여 위험을 알렸으며, 표시된 보행자의 머리 위에도 표시하여 충돌 위험이 있는 보행자의 위치를 알려준다.



[그림 3] 보행자와 자동차 사이의 거리 50Cm 이상 (left)와 보행자와 자동차 사이의 거리 50Cm 미만 (right)

5. 구현 및 실험 결과

학교 주변의 스쿨존, 놀이터 주변, 주택가 골목과 같이 어린이들의 통학로나 놀이공간에 자동차가 이동할 경우, 이를 알지 못하고 어린이들이 자동차 앞으로 뛰쳐나갈 수 있다. 또는, 몸집이 작은 아이들이 사각지역에서 갑자기 자동차의 주행 방향으로 나타날 수가 있다. 어린이들에 이런 돌발적인 행동은 신체적 정신적으로 아직 미숙하기 때문이다. 상황 인지/대처 능력이 떨어지기 때문에 자동차를 보고도 피하지 못하는 경우가 많아 큰 사고로 이어진다. 이를 위해 각 학교나 관계 당국은 교통 안전 교육과 안전시설 설치에 열을 올리고 있지만, 교육이나 시설 확충에는 한계가 있다. 이에 본 연구는 어린이들이 많이 모여 있는 지역에 센서를 설치하여 차량 주변에 있는 어린이들을 감지해 운전자에게 신속하게 알려주어 사전에 돌발적인 상황을 피할 수 있는 시스템을 제안했다. 마지막으로 실험을 통해 차량 주변 상황을 운전자에게 충분히 알려줄 수 있음을 알 수 있었다.

Acknowledgements

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

참고 문헌

[1] 연합뉴스 보도자료 "우리나라 자동차등록대수가 1600만대를 넘어서며 세계 13번째 자동차 보유국으로 부상했다.", 황문선

[2] 도로교통안전관리공단, “교통사고 통계분석”, 각년도

[3]Parkinson, B.W., "Global Positioning System :Theory and Applications", pp.3-28, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Washington, D.C, 1996

[4] R. Want et al., "the Active Badge Location System," ACM Trans, Information Systems, pp. 91-102. jan. 1992

[5] Nissanka B. Priyantha, Anit Chakraborty, Hari Balkrishnan, "The Cricket Location- Support system," Proc.6th ACM MOBICOM, Boston, MA, Aug. 2000

[6] Microsoft Research, EasyLiving Website, http://www.research.microsoft.com/easyliving

[7] PinPoint to introduce its new 3D-ID locator system for tracking both people and equipment, BBI VOL 21, NUMBER 10, pp 221-224, 1998

[8] Joon-Yong Lee and Robert A. Scholtz, "Ranging in a Dense Multipath Environment Using an UWB Radio Link," IEEE JSAC, Vol.20, No.9, Dec. 2002