

# 적외선 거리 측정 센서를 이용한 보행자 수 측정

\*가기환, \*이광국, \*\*윤자영, \*\*김재준, \*김희율  
 \*한양대학교 전자컴퓨터통신공학부  
 \*\*한양대학교 건축환경공학과

e-mail : khka@vision.hanyang.ac.kr

## People counting using infrared distance measurement sensor

\*Kee-Hwan Ka, \*Gwang-Gook Lee, \*\*Ja-Young Yoon  
 \*\*Jae-jun Kim, \*Whoi-Yul Kim

\*Dept. of Electrical and Computer Engineering, Hanyang University  
 \*\*Dept. of Sustainable Architectural Engineering, Hanyang University

### Abstract

본 논문에서는 적외선 거리측정 센서를 이용한 보행자 측정 시스템을 제안하였다. 제안한 시스템은 적외선 거리측정 센서의 배열을 이용하여 센서 시스템을 통과하는 보행자의 높이를 영상으로 획득하며, 이러한 센서열을 두 행으로 배치함으로써 보행자의 이동 방향을 판단한다. 실험 결과 제안한 시스템은 약 90%의 정확도로 보행자 수를 측정할 수 있음을 확인하였다.

### I. 서론

보행자의 수는 건물 내 출입자를 제어하거나 유동량을 추정하는 등 다양한 응용에 유용하게 이용되기 때문에 자동으로 보행자 수를 측정하기 위한 많은 연구가 이루어지고 있다[1][2]. 본 논문에서는 적외선 거리측정 센서를 이용한 보행자 수 측정 방법을 제안하였다. 제안한 시스템에서는 적외선 거리측정 센서 두열을 이용하여 시스템을 통과하는 사람의 높이 정보를 취득하며, 이렇게 얻어진 사람의 높이 정보를 이용하여 보행자의 수와 이동 방향을 측정하는 것이 가능하다.

### II. 제안한 방법

#### 2.1 시스템 구성

본 논문에서 제안한 보행자 수 측정 시스템은 적외선 거리측정 센서를 이용하여 시스템을 통과하는 사람의 높이 정보를 추출하고 이를 통해 보행자 수를 계산한다.

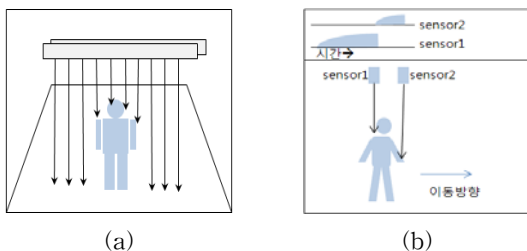


그림 1. 시스템 구성도

제안하는 시스템의 구성은 그림 1에 나타난 것과 같다. 그림 1의 (a)에 나타난 것과 같이 제안하는 시스템은 총 16개의 적외선 거리 센서로 이루어진 센서 열을 통하여 시스템을 통과하는 사람과 센서와의 거리를 측정하며, 그림 (b)의 상단 그래프는 사람이 시스템을 통과할 때 시간에 따라 취득된 높이 정보의 예를 나타낸 것이다. 이동방향을 알기 위하여 두 개의 센서열을 이용하였으며, 센서와 센서 사이의 거리는 13cm, 센서열 간의 거리는 20cm이다.

시스템에서 사용된 적외선 거리측정 센서는 발신부에서 나온 적외선 신호가 물체에 반사되어 수신부로 입사하는 각도를 이용하여 거리를 측정한다. 적외선을 이용한 거리센서는 초음파 거리센서보다 방사각이 좁아서 정확한 측정이 가능하며, 스테레오 카메라를 이용한 방법보다 저렴한 장점이 있다.

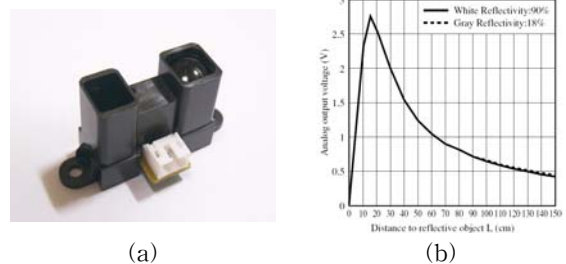


그림 2. 사용된 센서와 거리에 따른 센서의 출력값  
 그림2의 (a)는 이 시스템에서 사용된 적외선 거리감지 센서이며, 그림 2의 (b)는 사용된 센서에서 센서와 물체와 거리에 따른 출력값을 나타낸 그래프이며, 센서의 신뢰범위인 20cm~150cm에서 센서출력값은 물체와의 거리의 역수와 비례한다는 것을 알 수 있다.

#### 2.2 보행자 수 추정방법

##### 2.2.1 최고점 추출

보행자가 이동 할 때 머리가 가장 높은 곳에 위치하기 때문에 보행자의 머리위치를 대표점으로 추출하면 보행자의 위치나 수를 측정 할 수 있다. 하지만 센서의 측정값이 정확하게 추출되지 않았을 때에는 문제가

될 수 있다. 본 시스템에서 사용한 적외선 거리측정 센서는 사람의 머리부분에서 적외선이 난반사하여 측정값의 오차가 발생하는 경우가 생기며, 이를 보완하기 위해 중간값 필터를 적용하였다. 또, 데이터에서 최고점 추출을 안정적으로 하기 위해 평균필터를 적용하여 데이터를 평활화(smoothing)시킨 후 평활화된 영상에서 최고점을 추출하였다. 최고점은 특정 위치의 값이 지역 윈도우 내의 모든 값들보다 높은 점들로 선택되었다. 그림 3은 이러한 방법으로 최고점을 검출한 예를 보여준다. 그림 3의(a)는 사람이 제안한 보행자 수 측정 시스템을 통과할 때의 센서의 출력값이며, 그림 3의 (b)는 노이즈 제거 후에 최고점을 추출한 결과이다. 그림 내의 흰점은 추출된 최고점들을 나타낸다.

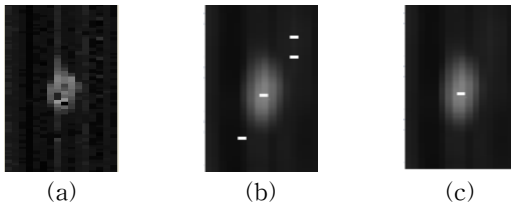


그림 3. 최고점을 검출의 예

2.2.2 사람 영역외의 최고점 제거

앞 절에서 설명한 방법으로 추출된 최고점은 사람의 머리 위치뿐만 아니라 센서 출력 값의 작은 변화에 의해 배경부분에서도 발생한다. 이 배경부분에서 발생한 최고점은 사람 수 측정이나 방향측정에 오차를 유발하기 때문에 제거되어야 한다. 배경부분에서 추출된 최고점을 제거하기 위하여 사람이 지나가지 않을 때의 센서 출력값을 정규분포로 모델링 하였다. 이렇게 모델링 정규분포를 이용하여, 추출된 최고점이 평균값에서 2.5σ의 범위안에 있을 경우는 배경부분에서 포함된 최고점임으로 제거하였다. 그림 3의 (c)의 흰점은 보행자 이외의 배경부분에서 추출된 최고점을 제거한 결과의 예이다.

2.2.3 보행자의 이동방향 판단

앞절에서 설명된 방법에 의해서 추출된 최고점으로 보행자의 수를 측정하는 것은 가능하나, 이동방향을 판단할 수는 없다. 때문에 보행자의 이동방향을 판단하기 위하여 양쪽 센서열에서 추출된 최고점들의 위치를 비교하였다. 최고점간의 비교는 다음과 같이 이루어졌다. 우선 양쪽 센서열에서 추출된 최고점 가운데 가장 근접한 최고점을 찾고, 이 최고점 간의 거리가 임계치 이하일때 두 최고점이 매칭된 것으로 판단하였다. 이렇게 매칭된 최고점간의 위치를 비교하여 보행자의 이동방향을 판단하였다. 또, 일정 시간이 경과한 후에도 매칭이 되지 않은 최고점은 다른 센서열에서 최고점 추출이 실패한 경우라고 판단하여 삭제하였다. 그림 5는 최고점 매칭의 예이며, 실선은 서로 매칭된 최고점들을 나타낸다.

III. 실험 및 결과

제안된 보행자 수 측정 시스템의 성능 측정을 위하여 총 10분 동안 얻어진 데이터를 이용하였다.

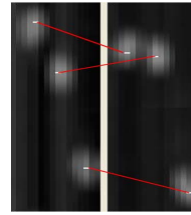


그림 4. 각 센서열에서 추출된 최고점 매칭의 예

실험데이터에서 보행자의 수는 양쪽 방향에 대하여 각각 134명씩이었다. 표 1은 성능 측정 결과를 보여준다.

	실제 사람 수	추정된 결과	정확도
정방향	134	121	90.3%
역방향	134	123	91.8%

표 1. 제안된 방법의 실험 결과

실험결과에서 오차는 주로 사람이 밀집되어 있는 경우와, 사람의 머리부분에서 적외선이 심하게 난반사하여 정확한 데이터를 얻기 어려울 때 주로 발생하였다. 그림 5는 실험에서 오차가 발생한 예를 나타낸다. 그림 5의 (a)는 측정된 센서값이고, (b)는 사람 영역에서 최고점을 찾은 결과이다. 그림내 실선의 원은 사람이 밀집되어 두 명에서 하나의 최고점만 추출된 경우이며, 점선의 원의 경우는 머리부분에서 정확한 데이터를 얻지 못해 최고점 추출에 실패한 경우이다.

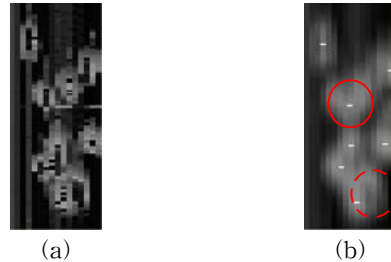


그림 5. 잘못 측정된 보행자의 예

IV. 결론

본 논문에서는 적외선 거리측정 센서를 이용한 보행자 수 측정 시스템을 제안하였다. 제안한 시스템은 센서 두 열을 설치하고 시스템을 통과하는 사람의 높이 정보를 각 센서열에서 취득하여 사람 수와 이동방향을 판단하였다. 실험 결과 제안한 방법이 약 90%의 정확도로 보행자 수를 측정 할 수 있음을 확인하였다. 향후 보행자가 밀집된 경우에서도 정확한 결과를 얻을 수 있는 연구가 필요하다.

참고문헌

[1] D. Kong, D. Gray, Hai Tao, "A Viewpoint Invariant Approach for Crowd Counting," PAMI, 2006.  
 [2] M. Moghavvemi, Lu Chin Seng, "Pyroelectric infrared sensor for intruder detection," Proc. IEEE Int. Conf. Tencon, 2004.