

적외선 라인 레이저를 이용한 보행자 수 측정

*김형기, *이광국, **윤자영, **김재준, *김희율
*한양대학교 전자컴퓨터통신공학과
**한양대학교 건축환경공학과
e-mail : khkim@vision.hanyang.ac.kr

People counting using an IR line laser

Hyeong-ki Kim, Gwang-Gook Lee, Whoi-Yul Kim
*Dept. of Electronics and Computer Engineering, Hanyang University
**Dept. of Sustainable Architectural Engineering, Hanyang University

Abstract

This paper proposes a pedestrian counting system using line laser. By using a line laser and IR filter, the shapes of pedestrians are easily obtained without complex preprocessing. Also, the directions of pedestrians were able to distinguish by employing gradient information. In the experiment, the proposed method successfully counted the number of people with accuracy of about 97% and with processing time of 24ms per frame.

I. 서론

보행자의 수는 건물의 출입자 제어, 보행자 소통 관리, 지역 내 유동량 측정 등에 있어서 매우 중요하게 이용되는 정보이다. 하지만 보행자 수의 측정이 사람에 의해 이루어질 경우 정확도와 효율성의 문제가 발생한다. 그리하여 영상을 분석하여 자동으로 보행자를 추정하는 방법들이 많이 제안되었으며, 대표적으로 영상 내에서 픽셀, 경계와 같은 특징들을 기반으로 하는 방법[1]과 인식을 기반으로 하는 방법[2]들이 있다.

본 논문에서는 line laser를 이용하여 보행자의 수를 추정하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 카메라에 IR filter를 설치하여 레이저의 파장에 해당하는 신호만 취득 후 영상으로 기록하기 때문에 복잡한 처리가 필요 없이 빠른 처리가 가능하다.

II. 제안한 방법

2.1 시스템 구성

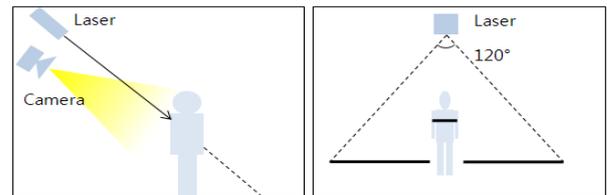


그림 1. 시스템 구성도

그림 1은 영상 획득을 위한 장치들의 구성을 나타낸다. 사람이 관찰 영역 안을 지나갈 경우 그림 1에서와 같이 사람이 있는 부분에서 레이저가 맺히는 위치가 달라지며, 이는 사람이 지나감에 따라 지속적으로 변하게 된다. 그리고 IR filter가 장착된 카메라는 이러한 레이저의 파장에 해당하는 신호만 통과시켜 영상으로 기록한다. 시스템에 이용된 laser의 파장은 855nm이며, pan angle은 120°이다.

2.2 보행자 수 추정 방법

2.2.1 누적 영상 취득

그림 2는 획득한 영상을 이용하여 누적 영상을 획득하는 방법을 나타낸다. 카메라 영상 그림 2의 (a)에서 바닥부터 레이저 선까지의 수직 거리를 측정해서 이를 해당 너비 좌표의 픽셀 값으로 지정한다. 각각의 영상에서 얻어진 1차원 이미지는 시간 순으로 쌓여서 그림 2의 (b)와 같은 이미지를 생성한다. 본 논문에서는 시간에 따라 누적된 영상 안에서 객체들을 검사하여 보행자의 수를 추정하였다.



그림 2. 취득된 영상과 누적된 2차원 이미지의 예

2.2.2 겹쳐진 보행자 분리

보행자가 양옆으로 동시에 지나갈 경우에 얻어진 누적 영상은 그림 3의 (a)와 같이 서로 다른 객체가 병합되어 나타난다. 이러한 객체들을 분리하기 위해서 본 논문에서는 밝기 구배를 이용하였다. 그림 3의 (b)는 보행자가 겹쳐서 지나간 경우에 얻어진 객체의 밝기 구배를 나타낸 것이다. 보행자가 겹쳐져 나타난 객체는 일반적인 단일 보행자의 경우보다 너비가 넓으며, 세로 방향의 밝기 구배(gradient)는 보행자의 경계 부근에서 높은 값을 가진다. 따라서 평균 보행자의 너비보다 일정 비율 이상 넓은 객체에 대하여 지역 마스크(local mask)를 적용하여 지역적 구배의 평균을 계산하였으며, 이 값이 큰 지점에서 객체를 분리하였다.

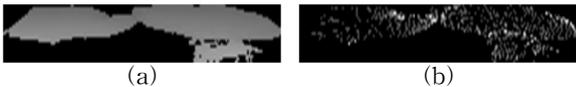


그림 3. 겹쳐진 보행자와 수직 방향 밝기 구배

2.2.3 이동 방향 추정

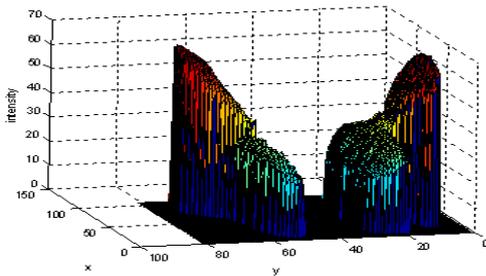


그림 4. 다른 방향으로 지나가는 보행자들의 3차원 표현

보행자의 방향을 추정하기 위해서 객체들의 밝기 값을 그림 4와 같이 3차원 공간으로 표현하였다. 객체들의 밝기 값들은 한쪽으로 기울어진 평면 모양을 가지며 방향에 따라 평면의 기울기가 다르게 나타난다. 이에 보행자의 방향을 결정하기 위해 LMS method를 이용하여 평면으로 fitting하였다. 평면의 기울기가 화면 안쪽으로 들어오는 보행자에 대해서는 음의 값을

가지고, 나가는 보행자에 대해서는 양의 값을 가지므로 이를 보행자 방향 결정에 이용하였다.

III. 실험 및 결과

실험을 위하여 Pentium4 2.53GHz PC에서 총 9 분 동안 실내에서 녹화된 320x240 크기의 16,738 프레임의 영상이 사용되었다. 실험에 사용된 영상에서 보행자의 수는 총 303 명이며, 프레임 당 평균 처리시간은 24ms이었다. 표 1은 제안된 방법의 실험 결과를 나타낸다.

	Miss Detection	False Alarm
Error Rate	3.63% (11/303)	0.33% (1/303)

표 1. 제안된 방법의 실험 결과

검출되지 못한 경우의 대부분은 두 명 이상의 보행자가 함께 지나갔으나, 레이저 영역의 바깥쪽 경계 부분에 걸쳐 있어서 객체의 너비가 한 사람의 경우와 크게 차이가 나지 않는 경우에 주로 발생하였다.

IV. 결론

본 논문에서는 line laser를 이용해 누적 영상을 얻고, 이를 분석하여 보행자의 방향과 수를 추정하는 알고리즘을 제안하였다. 겹쳐 지나가는 객체는 수직방향에 대해 밝기 구배를 구하여 분리하였고, 평면의 방정식을 이용해 보행자의 방향을 판단하였다. 실험 결과 제안된 방법은 실시간 처리가 가능하였으며, 약 97% 가량의 정확도를 보여주었다.

참고문헌

[1] A. Albiol, V. Naranjo, "Real-Time high density people counter using morphological tools," *IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems*, vol. 2, no. 4, pp. 204-218, Dec. 2001.

[2] X.-W. Xu, Z.-Y. W, "A rapid method for passing people counting in monocular video sequences," *International conference on Machine Learning and Cybernetics*, pp. 1657-1662. Aug. 2007.