통행량 분석을 위한 보행자 패턴 추출 시스템

강유현, 권미소, 한희정, 조동섭

이화여자대학교 컴퓨터공학과

Uhyun322@ewhain.net, miso1211@ewhain.net, hanjulie0530@ewhain.net, dscho@ewha.ac.kr

Analysis of Pedestrian Pattern

for Pedestrian Counting Systems

You Hyun Kang, Miso Kwon, Hee Jeong Han, Dong Sub Cho Dept of Computer Science and Engineering, Ewha Womans University

Abstract

There are a number of reported papers about detection and tracking of pedestrian for urban design. While related studies have not dealt with various environmental situations, this paper proposes a pedestrian counting system using pedestrian pattern for overcoming technical limitations. The Pedestrian Algorithm uses four steps to count the number of pedestrians for analyzing the pedestrian pattern according to the characteristics of the foot patterns of pedestrians.

1. 서론

보행자의 수를 측정하는 시스텎은 건물 내 출입자를 제어하거나 통행량을 추정하는 등 다양한 응용 분야에서 유용하게 이용되기 때문에 이에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다[1][2]. 더 자세히 살펴보면, 복잡한 화경과 상황에서 물체를 정확히 Detection 하고 Tracking 하는 기법에 대한 연구가 크게 이루어 졌으며, 이 밖에 People Counting 이나 Traffic Counting 과 같이 수를 헤아리기 위한 기법이 많이 연구되었다.

기존의 연구는 다수의 를 Counting Lines 이용하거나 배경과의 이미지 분리를 이용하는 등 하가지 조건을 가지고 구현하여 알고리즘이 취약하다[3]. 그러나 본 논문에서는 기존 시스템의 문제점을 보완하고 보다 정확한 보행자의 수를 측정하는 Pedestrian Algorithm 을 제안한다.

본 논문에서는 Pedestrian Algorithm 의 각 조건을 단계별로 소개한다.

2. Pedestrian Algorithm

본 논문에서 제안한 The Formation of Pedestrian Pattern 시스템은 Pedestrian Algorithm 으로 구현되었다. 도식화한 알고리즘 구조는 [그림 1]과 같다.

보행자 수를 바닥에 내장된 F-pad 가 Counting Line 을 기준으로 보행자 수를 센다. 일반적인

사람들의 보행 패턴을 분석하여 보행자 수를 측정에 기준이 될 조건 4가지를 제시한다.





2.1 보행 패턴의 분석

보행자의 보행 패턴을 분석하면 양 쪽 발은 각각 PRESSED, HOLD, RELEASE, IDEL 상태를 반복한다.

그리고 한발이 지면에서 떨어지는 순간 다음 발을 바닥에 내려놓는다. 이 때의 시간을 t1 이라고 하면, 보행자의 왼발 [그림 2] F-1 의 발의 상태는 RELEASE, 오른발은 PRESSED 이다. 일정 시간이 경과한 후인 t2 가 되면 RELEASE 는 IDLE 로 PRESSED 는 HOLD 로 상태가 바뀌고 이 둘은 같은 순간에 함께 나타남을 알 수 있다. 따라서 IDLE 상태의 발이 하나 존재하면서 HOLD 인 발이 있을 시 Pedestrian Algorithm 의 첫 번째 조건이 만족된다.





2.2 경계선 설정과 보행자 결정

상태가 HOLD 인 발은 많을 수 있다. 그 중 시스템의 결과 값에 영향을 주는 개체만이 조건 연산의 대상이 되어야 한다. 따라서 HOLD 인 모든 발에서 하나의 IDLE 과 선을 만들었을 때 그 선이 Counting Line 을 지나는 경우만을 고려한다. 이 때 Counting Line 의 양 끝점을 (x1, y1), (x2, y2), IDLE 인 발을 (x3, y3), HOLD 인 발을 (x4, y4)로 두고 네 점의 교점 방정식을 이용하여 교점이 존재하는지 판별한다. 네 점의 교점 방정식[그림 3]은 다음과 같다.

[그림 3] Formula of intersection with four points 2.3 보행자 판별을 위한 보행방향 기울기 결정

직진으로 걷는 보행자가 앞발을 뻗었을 때 앞발의

$$(P_{X_{1}}P_{Y_{1}}) = \left(\frac{(x_{1}y_{1} - y_{1}x_{2})(x_{3}-x_{4}) - (x_{1}-x_{2})(x_{3}y_{4}-y_{3}x_{4})}{(x_{1}-x_{2})(y_{3}-y_{4}) - (y_{1}-y_{2})(x_{3}-x_{4})} - \frac{(x_{1}y_{1} - y_{1}x_{2})(y_{3}-y_{4}) - (y_{1}-y_{2})(x_{3}y_{4}-y_{3}x_{4})}{(x_{1}-x_{2})(y_{3}-y_{4}) - (y_{1}-y_{2})(x_{3}-x_{4})}\right)$$

Counting line의 양 끝점 : (x1,y1), (x2,y2)

보행자의 양 발 :(X3,Y3),(X4,Y4)

위치는 뒷발과의 직선 방향에서 약 45°내의 범위에 놓이게 된다. 제시하는 알고리즘에서는 좀 더 융통성 있는 카운트를 위해 이 각도를 60°로 설정한다. 즉 IDLE 상태의 뒷발과의 기울기가 60° 이내에 존재하는 HOLD 상태의 발들을 고려한다.

2.4 보행자 보행 특성 반영

성인의 평균 보폭은 60~80cm 사이[4]로 그 수치가 한정되고, 보행자에게는 Personal Space 가 존재하기 때문에 보행자의 뒷발과 앞발은 최단거리에 위치할 것임을 알 수 있다. 따라서 HOLD 상태의 발들과 IDLE 상태의 발과의 거리들을 Delaunay Triangulation Algorithm 이용하여 계산한다. 그 중에서 최단거리에 있는 발을 추출하고 이를 통해 유일한 발을 찾아낼 수 있다.

2.5 실험 환경

본 논문에서 제안한 Pedestrian Algorithm 을 반복 수행하여 앞 선 4 가지 조건을 모두 만족할 때마다 보행자의 수를 증가시킨다.

Arduino 는 연결된 F-pad 를 통해 보행자의 발을 input data 로 받는다. Arduino 는 다시 이 데이터를 좌표화 하여 streaming output data 로 변환한 후 Processing 에 전달한다. Processing 은 이 데이터로 Pedestrian Algorithm 을 수행한다.

3. 결론

본 논문에서는 Pedestrian Algorithm 을 이용해 보행자 패턴을 분석하고 제시한 조건에 부합할 경우 총 보행자의 수를 계산하는 The Formation of Pedestrian Pattern 시스템을 제안한다. 보행자의 수는 쇼핑몰 마케팅, 건물 내 보안 및 출입자 제어, 도로 위 인구 통행량 측정 등의 다양한 응용에 유용하게 이용될 수 있기 때문에 본 논문에서 제안된 알고리즘의 활용을 기대할 수 있다. 현재 제한적인 테스트 환경에 의해 다양한 보행 패턴을 테스트하는 것에 한계가 있다. 하지만 향후 실험적인 검증과 다양한 테스트 케이스를 추가한다면 지능적인 People Counting 시스템이 구현되고 정확도 또한 향상되리라 본다.

본 연구는 미래창조과학부 및
정보통신기술진흥센터의 서울어코드활성화지원사업의
연구결과로 수행되었음(IITP-2015-
ITAH1807140110140001000100100)

참고문헌

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

[3] J. Barandiaran, B. Murguia, and F. Boto, "Real-Time People Counting Using Multiple Lines", *IEEE*, 2008