

병원시설의 출입 인원 관리를 위한 새로운 인원 계수 방법

류윤규^{1*}

¹대구보건대학교 보건의료전산과

People Count For Managing Hospital Facilities

Yun-Kyoo Ryoo^{1*}

¹Department of Public Medical Computer Science, Daegu Health College

요약

인원계수는 특정 시설의 혼잡도나 이용량을 파악하여 시설을 효율적으로 관리하거나 화장실 등 특정 장소의 출입인원을 파악하여 자동으로 절전기능을 구현함으로써 에너지 절약을 최대화하기 위한 용도로 늘 관심 있는 방법이었다. 영상처리에 의한 인원계수 방법은 매우 비용이 비싸며 조명의 주위환경에 심하게 영향을 받는 단점이 있고 area sensor의 경우 인원이 팔짱을 끼고 근접하여 통과할 경우 1명의 인원으로 계수하는 단점이 있다. 비용이 비싸고 조명에 영향을 받거나 특정한 경우 인원계수가 부정확한 기존의 방법을 해결하기 위하여 본 논문에서는 라이다(LiDAR)의 원리를 이용한 새로운 인원계수 방법을 제안한다. 병원 출입인원을 정확하게 계수하는 것은 병원시설을 관리하는 데도 도움이 되겠지만 코로나19가 만연한 현시점에서 효율적인 방역대책을 세우는 데도 도움이 될 것이다.

Abstract

People counting has always been a method of interest for maximizing energy saving by identifying the congestion level or amount of use of a specific facility to efficiently manage the facility, or automatically implementing a power saving function by identifying the number of people entering and exiting a specific place such as a toilet. The method of counting people by image processing is very expensive and has the disadvantage of being severely affected by the surrounding environment of the lighting. In the case of the area sensor, there is a disadvantage of counting as one person when the number of people passes close with arms folded. In order to solve the existing method, which is expensive, affected by lighting, or inaccurate the number of people in certain cases, this paper proposes a new method of counting people using the principle of LiDAR. Accurate counting of the number of people entering the hospital will help manage hospital facilities, but it will also help to establish effective quarantine measures at the present time when Corona 19 is prevalent.

Key Words People Count, Lidar, Area Sensor, Infrared, Image processing, Hospital facilities Management

1. 서론

1.1 인원계수의 개관

자동으로 인원을 계수하는 것은 과거부터 현재까지의 꾸준히 지속되는 관심사이다. 쇼핑몰의 특정 영역에서 인원을 계수하고 시간별 추이를 파악하는 것은 그 영역에 전시되거나 판매되고 있는 상품이 사람들에게 얼마나 관심이 있는가를 객관적으로 알 수 있는 방법이다.

은행창구의 대기 줄에 머무는 사람들의 수와 이들

의 행동을 추적하는 것은 은행창구의 업무의 양을 가늠하는 척도가 되며 대기하고 있는 인원의 유입량과 이탈량을 추적함으로써 고객들이 정체된 업무에 대하여 어떻게 반응하는지를 객관적으로 분석할 수 있다.

최근에는 옥외 광고시장의 확대와 더불어 옥외 광고물이 설치된 특정 영역에서 사람들의 체류시간을 측정하여 광고효과에 대하여 객관적이고 과학적인 데이터를 광고주들에게 제시하여 객관적인 광고비용을 산정하려는 노력 들도 있어왔다.

또 에너지 절약의 측면에서는 출입하는 인원을 정

*Corresponding Author : Yun-Kyoo Ryoo(Daegu Health College)

Tel: +82-53-320-1406 Email: kyoo@dhc.ac.kr

Received September 28, 2020

Revised November 10, 2020

Accepted December 08, 2020

확히 파악하여 출입 인원이 없는 경우 시설의 조명이나 전기를 자동으로 차단하여 전기료를 절감하기 위하여 출입인원을 계수하기도 한다.

병원시설의 경우 시간대 별 출입원의 정확한 파악을 통하여 환자들의 병원방문 패턴을 알 수 있고 또 시간별 방문인원에 대한 분석은 병원의 관리를 효율적으로 할 수 있는 기초자료가 되므로 매우 의미 있는 기술이다. 또 최근에 코로나19가 창궐하고 있는 시점에서 고객의 출입제어는 방역의 실패와 성공을 가르는 매우 중요한 기술이 될 수 있다.

1.2 인원계수의 기존 방법

인원계수를 위한 가장 오래된 방법은 2D 영상을 이용한 방법이다. 출입구나 특정 영역의 천정에 영상 카메라를 부착하여 탑뷰(Top-View) 영상을 획득한다. 이렇게 획득된 영상에서 사람의 머리를 검출한 다음 사람의 머리의 움직임을 추적하여 특정 인원이 특정 영역에 진입하였는지 특정 영역을 이탈하였는지를 파악한다[1-4].

2D 영상에 의한 인원계수 방법의 단점은 2D 영상이 조명에 매우 민감하며 사람의 머리 모양과 혼동될 수 있는 많은 물체가 있다는 것이다. 이러한 혼동은 시스템의 정확도를 낮추는 요인으로 작용한다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 스테레오 카메라를 이용하여 3D 영상을 획득하여 인원계수를 수행하는 방법이 제안되었다[5]. 이 방법은 2D 영상에 비하여 정확도가 높아지는 장점이 있으나 여전히 조명의 영향을 많이 받으며 영상을 인식하기 위한 고비용의 하드웨어를 필요로 한다는 단점이 있다.

에너지 절감에 대한 관심이 높아지면서 건물의 공공 화장실에 출입하는 인원을 정확히 계수하려는 시도가 있어왔다. 공공 화장실에서의 인원계수는 2D나 3D 영상 방법을 사용할 수 없다. 그 이유는 사생활의 문제로 인하여 실제 영상이 촬영되는 것이 매우 꺼려지는 경향이 있고 절약되는 전기료에 비하여 인원계수를 위한 영상처리 장치의 비용이 너무 높아 전기절감비용에 대한 회의적인 시각도 대두 되었다. 이러한 이유로 공공 화장실에서의 인원계수 방법은 진입 통로에 적외선 발광 소자와 수광 소자의 쌍을 2개 이상 나란히 측면에 설치하고 사람이 통과할 때 적외선이 차단하는 원리를 적용하여 인원을 계수한

다[6]. 이 방법은 처리 알고리즘이 매우 간단하고 하드웨어 비용이 매우 저렴하여 많은 장소에 실험적으로 설치되기도 하였다.

그러나 이러한 방법의 단점은 2명의 인원이 팔짱을 끼고 센서를 통과하거나 화장실에 들어가는 사람과 나오는 사람이 정확히 센서가 설치된 부분에서 겹쳐 통과하면 정확한 인원을 계수하지 못하고 한 명의 인원으로 계수한다는 치명적인 단점이 있다. 결국 이러한 치명적인 단점으로 인하여 사용자가 전혀 없는 화장실에서 사용자가 체류하는 것으로 오판하여 조명을 계속 켜 채로 유지하여 에너지 절약이라는 소기의 목적을 달성하는데 실패하고 있다.

가장 최근에는 스마트폰 보급의 확산으로 모든 사람이 반드시 스마트폰을 소지하고 다닌다는 점에 착안하여 스마트폰이 WIFI의 공유기에 접속하는 과정에서 스마트폰의 MAC 어드레스를 주고받는 것에 착안하여 인원을 계수하는 방법이 개발되었다[7]. 이러한 방법은 MAC 어드레스 수집기 근방에 존재하는 대략적인 인원은 파악할 수 있으나 인원의 정확한 움직임이나 출입상황을 파악하기에는 많은 한계가 있기 때문에 매우 제한적인 용도에서만 사용되고 있다.

1.3 인원계수 방법의 필수 요소

기존에 여러 인원계수의 방법들이 제안되었으나 여러 가지 단점으로 인하여 상용화에 실패하거나 표준 기술로 받아들여지는 경우는 진무하다. 상용화의 가능성이 높고 표준기술로 받아들여지기 위해서는 아래와 같은 몇 가지 필수 요소들을 갖추어야 한다.

첫째, 인원계수의 방법은 조명의 영향을 받지 않아야 한다. 기존의 영상처리의 방법들은 모두 조명이 인원계수의 성공률에 매우 많은 영향을 미친다. 이는 조명의 상태를 최상으로 늘 유지해야하는 부담을 안게 되며 조명 유지에 대한 추가적인 부담은 시스템의 유지비용을 상승시켜 결국 비효율적인 인원계수 시스템이 된다.

둘째, 하드웨어 비용이 저렴하여야 한다. 2D나 3D 영상에 의한 인원계수의 경우 영상처리를 하기위한 하드웨어 비용이 매우 높다. 이는 인원계수의 효과가 하드웨어 비용을 충분히 감당할 수 있는 수준이 되어야 한다. 하지만 실제 인원계수를 해야 하는 사용

자의 요구사항은 다양하며 고비용을 감당할 수 있는 사례는 별로 없다.

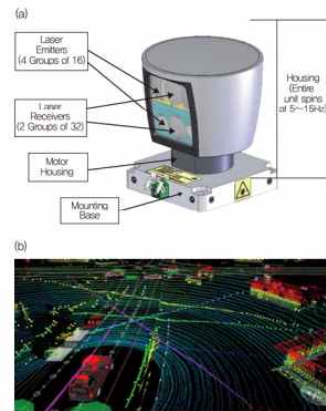
셋째, 들어오거나 나가는 상태를 알 수 있어야 한다. 모든 영역을 감시하여 현재 인원을 정확히 계수하는 것은 불가능하다. 건물의 경우 모든 출입구에 인원계수 센서를 설치하는 것이 일반적이다. 출입구에서 건물을 나가는 사람과 들어가는 사람을 계수하고 모든 출입구에 대하여 이를 합산하면 건물에 체류하고 있는 인원을 계산할 수 있게 된다.

마지막으로 무리지어 들어오는 인원을 정확히 판별할 수 있어야 한다. 건물에 출입하는 인원들은 단독으로 출입하는 경우도 있지만 팔짱을 끼고 2명이 바짝 붙은 상태로 들어오거나 무리지어 많은 인원이 들어오는 경우도 있다. 혹은 들어오거나 나가는 인원이 동시에 센서를 통과하는 경우도 발생한다. 이러한 모든 가능성에 대하여 올바르게 인원을 계수하여야야 성공적인 인원계수의 방법이라 할 수 있다.

2. 관련연구

2.1 LIDAR의 원리

LIDAR는 Light Detection And Ranging의 줄임말로써 레이저 스캐너, 레이저 레이더 등으로 불리기도 한다. 이것은 물체를 감지해 거리를 맵핑하는 TOF(Time of Flight) 방식이다. [그림 1]에서와 같이 레이저 펄스로 목표물을 비추면 후 반사된 반송신호를 수신 받은 시간을 측정한다[8]. 광학 펄스의 폭은 몇 나노초부터 몇 마이크로초까지 변동할 수 있다. 이러한 원리를 이용하여 센서를 중심으로 하여 반구의 영역에서 다수의 포인트를 스캔하여 모든 포인트의 정보를 모으면 3차원 영상정보를 획득할 수 있다[9].

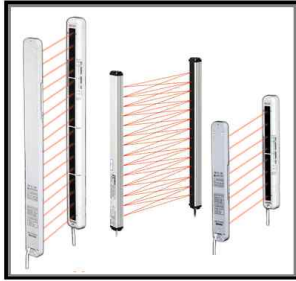


[그림 1] Velodyne의 Lidar Sensor

LIDAR는 센서 위치로부터 반구 형태의 주변 지형지물을 스캔하기 위하여서는 회전하는 반사경을 이용하여야 한다. 반사경을 회전하기 위한 구조는 반드시 기계적인 구조를 가져야 하는데 이러한 기계적인 구조는 마모에 의한 손상으로 긴 내구성을 가지지 못한다. 이것이 LIDAR의 가장 큰 단점이 된다.

2.2 Area Sensor

Area Sensor란 적외선을 [그림 2]와 같이 적외선 발광소자와 수광 소자를 나란히 배치한 센서를 말한다[6, 10]. Area Sensor는 물체가 지나갈 때 발광 소자에서 발사된 빛이 차단되어 수광 소자에 도달하지 않는 원리를 이용한다. Area Sensor는 출입구에 설치하여 인원계수에 사용될 수 있지만 몇 가지 단점을 가지고 있다. Area Sensor는 좁은 출입구에만 설치가 가능하며 적외선 발광소자와 수광소자를 나란히 일치시켜야 하는 불편함이 있다. 또 다수의 인원이 한꺼번에 출입구를 지나치는 경우 정확한 인원계수가 불가능하다. 또 태양광 및 백열등에 의한 오동작은 물론 빗물이나 먼지 등에 의하여 오동작이 발생할 수도 있다.



[그림 2] Area Sensor

3. Lidar를 원리를 이용한 인원계수

3.1 LIDAR를 이용한 인원계수기

Area Sensor를 이용하여 정확한 인원을 계수할 수 없는 가장 주된 이유는 측면에서 물체를 감지하기 때문에 팔짱을 끼거나 나란히 입장하는 인원을 계수할 수 없다는 것이다. 이를 해결하기 위해서는 Area Sensor를 수직으로 설치하여 높이 프로파일을 획득할 수 있다. 하지만 천정에 적외선 발광소자 어레이를 설치하는 것에는 아무런 문제가 없다 하더라도 바닥에 수광소자 어레이를 설치하는 것은 많은 어려움이 수반된다. 바닥에 수광소자를 매립하는 것이 어려울 뿐만 아니라 설령 매립에 성공한다 하더라도 오염에 의하여 센서가 오동작할 확률이 높기 때문이다.

높이 프로파일을 획득하여야 하지만 수직으로 Area Sensor 설치하는 것은 불가능하다. 이 문제를 해결하기 위한 실마리는 LIDAR에 있다. LIDAR는 레이저 신호를 발신하는 발광부와 이 레이저 신호가 물체에 반사되어 되돌아오는 것을 감지하는 수광부가 같은 방향을 바라보고 설치되어 있다. 즉 발광부와 수광부를 모두 천정에 설치하는 것이 가능하다는 의미이다. 수광부에서 레이저 신호를 쏘고 이 신호가 물체를 맞고 되돌아오는 것을 수광소자가 감지하고 이 시간을 측정하면 높이 프로파일을 획득할 수 있다.

LIDAR의 경우 한 쌍의 발광소자와 수광소자를 이용하여 360도 주변을 감지하기 위하여 회전하는 반사경을 이용하였다. 높이 프로파일을 획득하기 위해서는 360도로 회전하는 반사경은 필요가 없지

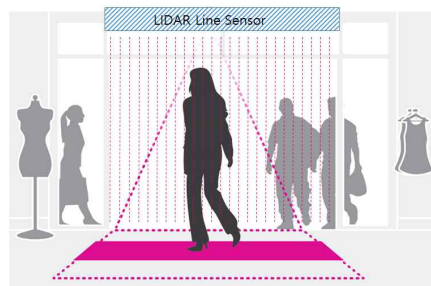
만 라인 단위로 감지하여야 한다. 문제는 라인 센싱을 기계적인 요소로 해결하면 비용의 측면과 내구성의 측면에서 매우 불리할 수밖에 없다는 것이다. 기계적인 요소를 사용하지 않고 라인 센싱을 하기 위해서는 [그림 3]과 같이 일직선으로 여러 개의 발광 소자와 수광 소자의 쌍을 배열하면 간단히 문제가 해결된다.



[그림 3] 인원계수를 위한 LIDAR Sensor

3.2 높이 프로파일 획득 알고리즘

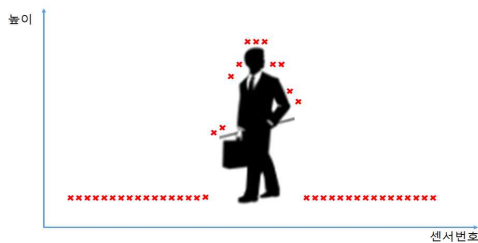
[그림 4]와 같이 발광소자와 수광소자의 쌍을 일렬로 배치한 센서 어레이를 제작한다[11]. 이 센서 어레이를 이용하여 높이 프로파일을 획득하여야 하는데 동시에 발광소자들을 작동시켜 레이저를 쏘고 물체에 반사되어 되돌아오는 신호를 받으면 여러 가지 문제가 발생한다. 동시에 발사된 레이저 신호들이 물체에 부딪혀서 난반사 되어 자기와 쌍이 아닌 수광소자에 도달되기 때문에 높이 프로파일을 얻는 것이 불가능하게 된다. 이를 해결하기 위해서는 순차적으로 센서쌍을 동작시키면 문제를 해결할 수 있다. 순차적으로 센서쌍을 빠르게 동작시키고 발광소자에서 레이저가 발사되고 그 발광소자와 쌍을 이룬 수광소자에서만 레이저를 감지하는 방식으로 높이 프로파일을 얻을 수가 있게 된다.



[그림 4] 인원계수를 위한 Line LIDAR Sensor

3.3 프로파일 분석

한 명의 인원이 센서를 통과 할 때 [그림 5]와 같이 높이 프로파일을 획득하면 어깨 라인과 머리 라인과 같은 패턴이 검출되어 사람이 통과하고 있음을 알 수 있다. 만약 다수의 무리가 동시에 이 라인 센서를 통과하면 머리의 개수만큼 국부 최대점이 발생하게 된다. 이러한 특징을 이용하여 소프트웨어로 분석하면 정확한 인원을 계수할 수 있게 된다.



[그림 5] 높이 프로파일 분석

하지만 인원이 건물을 나가는지 들어오는지를 분석하여야 하는데 이는 한 개의 라인 센서로는 불가능하다. 하지만 두 개의 라인 센서를 나란히 설치하고 라인 센서에 감지되는 높이 프로파일을 분석하면 인원이 건물로 들어오는지 밖으로 나가는지 센싱 시퀀스를 분석하여 알 수 있게 된다.

4. 결론

본 논문에서는 인원계수를 위한 새로운 방법을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 방법은 기존 인원계수 방법의 고질적인 단점을 해결하였고 조명에 영향을 받지 않으며 저렴한 하드웨어로 처리가 가능하다. 또한, 인원의 지정된 장소로 들어오는지 나가는지 이동 방향을 정확히 파악할 수 있다. 그리고 가장 중요한 요소인 여러 사람이 좁은 간격으로 무리지어 지나갈 경우에도 정확히 인원을 계수할 수 있다.

출입문이 여러 개의 경우 각 출입문에서 출입인원을 파악하고 이를 전체적으로 합산하면 건물에 체류하고 있는 전체 인원을 파악하는 것이 가능하다. 본 논문에서 제안된 인원계수의 방법을 병원에 활용할 수 있고 공공 화장실 등에 출입하는 인원을 파악하여 조명을 끄는 등의 에너지를 절감하는 용도에도 이용

할 수 있다. 또 특정 지역에 출입하는 인원을 계수하여 해당 진료과목에 대한 효율적인 관리를 수행할 수도 있을 것이다. 코로나19가 창궐하는 현시점에서 병원에 출입하는 인원에 대한 발열체크가 무인으로 이루어지도록 인원계수 방법을 응용할 수도 있다.

References

- [1] J. Li, L. Huang and C. Liu, "Robust people counting in video surveillance: Dataset and system", *Advanced Video and Signal-Based Surveillance (AVSS) 2011 8th IEEE International Conference on*, pp. 54-59, 2011.
- [2] J. Liu, J. Liu and M. Zhang, "A detection and tracking based method for real-time people counting", *Chinese Automation Congress (CAC) 2013*, pp. 470-473, 2013.
- [3] E. Wahyuni, R. Alinra and H. Setiawan, "People counting for indoor monitoring", *Computing Engineering and Design (ICCED) 2017 International Conference on*, pp. 1-5, 2017.
- [4] Y. Cong, H. Gong, S. Zhu and Y. Tang, "Flow mosaicking: Real-time pedestrian counting without scene-specific learning", *Computer Vision and Pattern Recognition 2009. CVPR 2009. IEEE Conference on*, pp. 1093-1100, 2009.
- [5] R. Urtasun, D. Fleet and P. Fua "3D people tracking with Gaussian process dynamical models", *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, New York, NY, USA, Jun, 2006.
- [6] <http://www.ia.omron.com>
- [7] T. Yoshida and Y. Taniguchi, "Estimating the number of people using existing wifi access point in indoor environment", *Proceedings of the 6th European Conference of Computer Science(ECCS '15)*, pp.46-53, 2015.
- [8] https://ettrends.etri.re.kr/ettrends/138/0905001782/134-143_27-6.pdf
- [9] <https://en.wikipedia.org/wiki/Lidar>
- [10] <https://www.indiamart.com/proddetail/auto>
- [11] <https://www.camcentral.net>