

# 지하철 객차 승객의 고른 분포를 위한 하이브리드 군중 밀도 측정 방법과 활용업

박민주<sup>○</sup>, 임원준<sup>\*</sup>, 최은지<sup>\*</sup>, 이강희<sup>\*</sup>

<sup>○</sup>숭실대학교 글로벌미디어학부

<sup>\*</sup>숭실대학교 글로벌미디어학부

e-mail: poikii@naver.com<sup>○</sup>, wonjun0325@ssu.ac.kr<sup>\*</sup>,  
tlfqj0340@hanmail.net<sup>\*</sup>, kanghee.lee@ssu.ac.kr<sup>\*</sup>

## Hybrid Crowd Density Estimation Method for Equalizing the Subway Passengers Distribution and Its Application

Min-Joo Park<sup>○</sup>, Won-Jun Lim<sup>\*</sup>, Eun-Ji Choi<sup>\*</sup>, Kang-Hee Lee<sup>\*</sup>

<sup>○</sup>Global School of Media, Soongsil University

<sup>\*</sup>Global School of Media, Soongsil University

### ● 요약 ●

본 논문에서는 지하철 내의 인구밀집도 파악을 통한 승객의 이용 편의성을 극대화하고, 군중밀도가 높은 지하철 구간의 경우 고른 인구분포 측정을 통한 승객의 편의성을 극대화하는 플랫폼 및 모바일 앱을 제안한다. 제안하는 시스템으로 기존의 지하철 역 내에 설치된 CCTV에 모션벡터 영상처리와 RFID 기술을 결합한 Hybrid CDE로 구성되며, Size-Filtering을 통해서 재검출과정을 거친다. 이러한 결과 값은 전동차 각 구간의 인구밀집도 정보를 정확히 측정할 수 있다. 또한 결과 값을 바탕으로 효율적인 인구 유동을 유도할 수 있으며 정보 소외 계층 및 사회적 약자 등, 승객을 안전하게 보호할 수 있는 환경을 조성한다. 시스템 관리자는 학습가능 알고리즘을 통해서 오차 범위를 최소화한 플랫폼 설계를 통해 실시간 모니터링 함으로써 정보 습득 및 제공 면에서도 새로운 시스템 설계 제안이 될 것이다.

키워드: CDE(Crowd Density Estimation), 인구 관리 시스템(Population Management System), RFID

## I. 서론

지하철은 미래 지향적인 교통수단으로 그 의미가 크다고 할 수 있다. 지하철의 대량 수송능력, 접근성과 정시성 및 안정성, 신속성, 정확성, 편리성 등 타 교통수단을 대체할 수 있는 교통수단으로 자리매김 하였다. 이러한 지하철 운행 특성에 따라 출퇴근 시간에 대중교통 이용 수요 또한 급증하고 있다. 1995년 134만 명을 기준으로 2010년 236만 명으로 약 100만 명 이상이 꾸준히 증가하였으며, 6대 도시권 1시간 이상 출, 퇴근 인구가 76% 증가하였다[1]. 이러한 승객 혼잡도를 해결하고 승객의 안전과 편의성을 제공하여야 하며, 사회적 범죄에 대해 CCTV의 기능을 좀 더 진화시키기 위한 노력이 필요하다. 현행 지하철 이용에 따른 고객의 불만족 해소에 대해서는 이용승객들이 느끼는 불편사항을 도출하여 개선방안을 논의함으로써 정책적 방안과 지하철 이용고객만족도를 더욱 강화하기 위한 발판을 마련하고자 하였다. 본 연구에서는 서비스품질 차원의 쾌적성, 편리성 등에 초점을 맞춰 군중밀집도가 높은 지하철 역내를 기준으로 고른 인구분포를 통한 승객의 이용 편의성을 극대화하고 안정화된 플랫폼의 설계 구현을 제시한다. 따라서 군중밀도측정기술과

RFID 기술의 결합을 바탕으로 전동차 각 구간의 인원 수치를 파악하고, 이를 위해 해당 기술 구현의 가능성을 적용하여 미래지향적인 플랫폼을 구축하고자 한다.

## II. 관련 연구

### 1. 관련연구

#### 1.1 군중 밀도 측정(Crowd Density Estimation)

군중 밀도 측정이란 임의의 장소에서 군중의 밀집도, 즉 군중의 양을 측정하는 기법이다. 영상내 컬러의 분포나 텍스처, 외곽선 등의 특징 등을 객체의 움직임에 따라 발생하는 기변값 추정하는 유틸리티 플로우와 움직인 영역에 해당하는 객체 외곽선 정보를 추출한다. 군중을 이루는 객체의 계수나 운동을 검출하는 카메라를 이용한 연구가 대표적이다. 실제로 승강장이나 대합실과 같은 승객의 유동이 잦은 도시철도 서비스 구간 내의 지속적인 혼잡도 모니터링은 계속해서 연구되고 있으며[2], 승강장의 군중 밀도를 모션 벡터를

이용하여 측정하는 연구 등이 있다[3]. 이처럼 국내에서 군중 밀도 측정을 활용한 시스템 연구들이 점점 증가 하고 있으며, 밀도 측정뿐만 아니라 측정된 결과를 활용하는 연구 또한 점점 증가 하고 있다.

### 1.2 모션 벡터 (Motion Vector)

군중 밀도측정에 주로 이용되는 기술이 모션 벡터(Motion Vector) 이다. 모션 벡터란 검출 기법은 영상 내의 특징적인 움직임 벡터의 집합을 구함으로써 목표물의 움직임을 알아내는 방법이다. 또한 목표물 밝기의 시변값에 대하여 적절한 임계값을 적용하여 움직임 영역과 배경 영역으로 구분한다[4]. 본 논문에서는 모션 벡터의 밝기패턴과 이동속도 분석기능을 적용하여 군중의 밀집도를 측정하고, 측정결과를 도출하여 DB에 데이터화 하는 기능에 모션벡터를 적용 하였다.

### 1.3 RFID

RFID 기술은 자동인식 및 데이터 획득 기술의 하나로서 라디오 신호에 따라 반응하는 얇은 평면형태의 태그(Tag)를 이용하여 사물을 식별하고 정보를 처리하는 기술이다. 태그 안에 사물의 정보를 담아 놓고, 이것을 리더(Reader)와 안테나(Antenna)를 이용해 태그를 부착한 사람, 사물 등을 판독, 관리, 추적할 수 있는 기술이다. 바코드와는 달리 비접촉식 인식을 통해 태그의 정보를 인식하며 태그의 데이터변경 및 추가가 자유롭고 동시에 다량의 태그를 인식할 수 있으며 위조가 불가능하고 반영구적이며 재사용이 가능하다는 특징이 있다[5].

## III. 본 론

### 1. 시스템 제안

본 논문에서는 군중 밀도 측정뿐만 아니라 측정 결과를 DB에 저장하고 실시간 모니터링 하는 플랫폼을 제안한다.

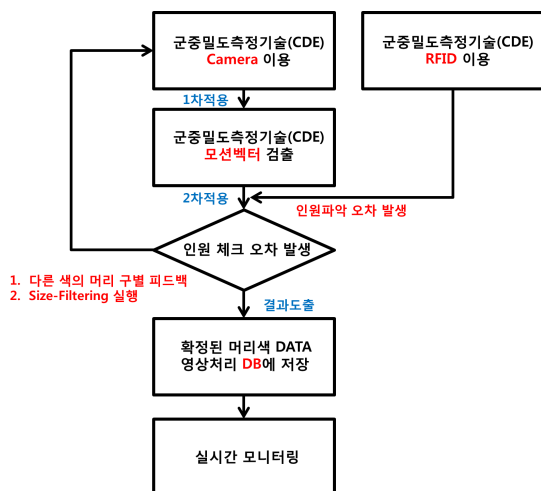


그림 1. Hybrid CDE 학습능력 알고리즘  
Fig 1. Hybrid CDE Learning Algorithm

그림 1은 논문에서 제안하는 학습능력 플랫폼 알고리즘이다. 1차 적용으로 CCTV와 RFID를 이용하여 군중 밀집도를 측정한다. 측정된 결과 값에 모션벡터 검출을 2차로 적용하여 정확한 측정값을 도출 한다. 그 다음 발생한 인원 체크 오차 범위를 머리색 구별법과 Size-Filtering을 통해서 최소화 한다. 재가동을 통해서 오차범위를 최소화하고 도출된 결과를 DB에 데이터화 한다.



그림 2. 출입식 수동인식 RFID  
Fig. 2. Access-type passive recognition RFID

데이터화 된 정보 값은 실시간 모니터링이 가능하고, 이는 CCTV의 영상 저장기능 뿐만 아니라 인구 밀집도를 실시간 모니터링 함으로서 두기능이 결합된 복합적인 기능 활용과 정확한 정보전달이 가능해진다. RFID는 태그의 타입에 따라 능동인식(Active)과 자동인식(Passive)으로 나뉘는데 능동인식은 3M 이상의 장거리 전송이 가능하며 환경 감시, 군수, 의료, 과학 분야 등에 사용된다. 자동인식은 저가격 구현이 가능하지만 장거리 전송에 대한 제한이 있으며 물류관리, 교통, 보안, 전자상 거래 분야 등에서 사용된다. 그림 2와 그림 3은 출입식 수동인식 RFID와 바닥식 자동인식 RFID를 나타낸 것이다.



그림 3. 바닥식 자동인식 RFID  
Fig. 3. floor-type Automatic recognition RFID

그림 2는 전동차 출입문에 설치되어 있는 리더기가 승객이 소지한 태그를 인식하는 방법이다. 출입문에 설치된 리더기는 인식범위

내에 들어온 태그에 저장된 정보를 판독하여 컨트롤러에 전송하는 역할을 한다. 컨트롤러는 태그에서 획득한 정보를 제어하며 응용 프로그램을 통해서 서버에 정보를 저장하며, 그림 3에서 보듯 전동차 바닥에 리더기를 설치함으로써 승객의 출입 여부는 소지한 태그를 바닥에서 인식함으로써 판독 및 정확한 수치를 도출해 낼 수 있다.

이와 같이 도출된 군중밀도의 정보는 그림 4와 같이 사용자 및 관리자 앱을 통해 모니터링이 가능하며, 승객들은 이를 통해 객차에 골고루 탑승하는 효과를 누리게 된다.



그림 4. 바닥식 자동인식 RFID  
Fig. 4. floor-type Automatic recognition RFID

#### IV. 결 론

본 논문에서는 군중의 밀집도를 측정하여 정확한 인원수를 직관적으로 보여줌으로서 지하철 사용자의 편의성을 극대화하기 위한 플랫폼 및 앱을 제안 하였다. 제안된 연구의 활용으로 인프라 분야에서의 네트워크 부족의 해결과 출, 퇴근 시간과 같이 높은 인구 밀집도로 인한 환승부족의 해결을 통해서 철도 이용 감소율을 증대시킬 수 있는 최적화된 방법을 제공한다. 나아가 사용자의 접근성과 정시성 및 편리성 등을 높일 수 있는 가능성을 제시하였다. 또한 학습기

능 알고리즘을 통해서 오류 처리 및 오차 범위를 줄이고, DB에 데이터화함으로써 대략적인 수치(%)가 아닌 비교적 정확한 인원수 파악을 가능하게 한다. 향후 연구 방향으로서는 인구 밀집도가 일정 수치 이상 높은 역사의 경우에는 차후 고객의 활동 방향과 밀집도의 수치와 관계없이 정확한 측정값을 도출 할 수 있는 연구가 이루어져야 할 것이다.

#### 감사의 글

이 논문(저서)은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음 (NRF-2013S1A5A8020988).

#### 참고문헌

- [1] Yong-Hyun Cho, "Metropolitan commuting time in half," Korea Railroad Research Institute, 2013.
- [2] Tae-ki An, Jeong-ryeol Shin, Gyu-jin Kim, Moon-hyun Kim, "Scenario for Measurement of Crowd Density in Urban Transit," CICS '10, pp. 318-319, 2010.
- [3] Gyu-Jin Kim, Tae-Ki An, Moon-Hyun Kim, "A Study of Crowd Density Estimation of Railway Platform," The Korea Institute of Electrical Engineers, pp.2190-2191, 2011.
- [4] Jin-Sung Lee, Kwang-Yeon Lee, Seong-Dae Kim, "Moving Target Tracking Algorithm based on the Confidence Measure of Motion Vectors" Korea Advanced Institute of Science and Technology, p.72, 2000.
- [5] Pil-Sung Jung, "A Study on the Collection of Books Management using RFID," Kwangwoon University, Aug. 2007.