

오픈소스 하드웨어 기반의 지하철 혼잡도 알림서비스 연구

이진수*, 강해성*, 이예림*, 송미화*

*세명대학교 정보통신학부

e-mail : sososwek@naver.com

Open Source Hardware Based Subway Congestion Notification Service Research

Lee-Jin Su, Kang-hae seong, Lee-Ye rim, Mi-Hwa Song*

*Dept of Information Communication, Semyung University

요 약

지하철 열차 내의 인원이 얼마나 승차해 있는지 타기 전까지는 알 수가 없다. 지하철 탑승 시 탑승객이 많은 곳에 몰리는 현상을 어플리케이션을 개발하고자 했으며, 지하철 열차 탑승인원 카운트하기 위하여 적외선 센서를 이용한다. 적외선 센서로 카운트한 값을 서버로 무선 전송하기 위한 아두이노 와이파이 모듈을 사용한다. 지하철 예측 서비스를 위하여 지하철 탑승 현황 관련 빅 데이터를 분석하며, 통계된 수치와 센서로 카운트 값을 비교하여 혼잡도를 예측한다. 예측된 값을 어플리케이션을 통해 사용자들에게 알려줌으로써 더 편리한 대중교통 이용이 가능해질 것이다.

1. 서 론

현재 대중교통 중 대표적인 수단이며 많은 사람들이 이용하는 지하철은 대량 인원을 신속하고 단시간 안에 수송할 수 있는 장점이 있어 도시가 대형화되면서 도시 교통 수단으로 크게 자리 잡고 있다. 하지만 최근 지속적으로 이용객들이 증가하고 있는 추세인 반면, 제한되어 있는 지하철 용량과 배차 시간 때문에 지하철 내의 혼잡도는 더욱 증가하고 있는 상황이어서 지하철 혼잡도 개선을 위한 방안이 필요한 시점이다.

지하철은 탑승과정이 무작위 탑승이기 때문에 탑승 전에 인원이 얼마나 승차했는지 승객들이 미리 파악하는 것이 불가능하다. 빠른 환승 칸에 사람이 밀집되어 있는 경우를 대비하여 인원을 분산시킬 뿐만 아니라 추가 정보들을 추가하여 보다 나은 환경을 제공하고자 한다.

현재 열차 내의 혼잡함을 해소하기 위해 서울교통공사는 ‘객실혼잡도 및 역사시설물 정보 현시 장치’를 도입하였다. 작년 2018년 말까지 2호선 전동차들 중 20대의 열차가 내부에 LCD(Liquid crystal Display)를 도입하여 칸별 혼잡도 정보를 제공하고 있다. 서울교통공사에 따르면 전동차의 각 차량마다 무게를 감지하는 하중 감지 센서가 내장되어 있어서 실시간으로 객차 내의 탑승 무게를 감지하고 측정하고 있다. 하지만 이 시스템은 열차 내에 탑승을 해야만 혼잡도 정보를 얻을 수 있지만, 열차 밖에서나 탑승 전에 미리 파악할 수가 없다. 그렇기 때문에 이 연구는 지하철 승객들에게 Application으로 실시간으로 정보를 제공하여 좀 더 효율적으로 정보를 활용할 수 있다.

2. 관련 연구

2.1 공공 데이터 기반 예측 시스템[1]

서울교통공사와 국토교통부 KRIC에서 제공하는 지하철 승·하차 인원 데이터 및 상행, 하행 지하철 승·하차 인원 데이터를 사용하여 시간 별 승·하차 인원과 월별 누적 승·하차 인원을 산출하여 디스플레이에 혼잡도를 표시하는 연구가 존재한다. 평일 08시에서 09시 사이는 출근시간 및 통학시간이기 때문에 주말에 비해 평일 탑승객이 많을 것으로 가정하여 더 많은 가중치를 부여하여 08시에 출발하는 지하철에 탑승하는 탑승객 수를 산출한 시뮬레이션이 있다. 이 연구를 통해 다음열차 혼잡도 정보를 예측하는데 효용성이 높을 것임을 밝혔다.[1]

2.2 빅 데이터 분석을 이용한 예측 시스템[2]

해당 연구에서는 빅 데이터를 분석하여 지하철 혼잡도를 예측하는 연구를 진행하였다. 혼잡도 지표는 지하철 운행 시 승객들의 안전 및 복지를 위한 가장 중요한 요인 중 하나이다. 국토교통부 내 도시철도건설과 지원에 관한 기준에 나타난 자료에는 혼잡도가 150%를 넘는 경우 해당 노선에 증량 또는 증편을 요구하고 있기 때문에, 운영기관에서는 출퇴근시간 및 혼잡 시간대를 분석하여 열차 간 시간 조정 자료 활용과 증량, 증편 등의 정책 결정 자료로 이용된다. 대부분의 운영기관에서 사용하는 혼잡도 추정 방법은 승하차실적(인·km)과 목측 방법을 주로 사용한다. 기관별로 운영되는 차량 규모에 따라 다소 계산방식이 다르지만 방법론적으로 보면 큰 차이는 없다. 인천교통공사에서 이용하는 혼잡도(Congestion) 산정 기준은 다음과 같이 사용하였다.

$$Congestion = Passengers / Capacity \times 100$$

여기서 Passengers는 총 재차인원으로 좌석인원과 입석 인원의 총합이고, Capacity는 차량 정원을 의미한다.

2.3 IoT를 접목한 혼잡도 평준화 시스템[3]

제안하는 기술은 IoT 기술을 목한 하중센서 측정 시스템이다. 지하철이 역에 도착하게 되면 하중 센서로 무게를 측정한 뒤 탑승 인원수를 계산한다. 측정된 탑승인원수는 해당 역에 열차가 도착하기 전 전광판 및 게이트로 전송하여 객차 승강장 내의 승객 수를 조절하는 방안이다.[3]

국내의 경우 센서를 이용하여 측정한 객차 별 인구 밀도를 도착정보 디스플레이에 표시해 주었을 때 지하철 혼잡도에 어떠한 영향을 미치는지 연구한 사례가 존재한다.[1]

그러나 시뮬레이션 모델을 구현하는 과정에서 기존의 지하철 승하차 인원의 데이터를 이용하여 다음 열차의 정보까지 고려한 연구는 존재하지 않는다. 따라서 본 연구는 ‘서울 열린 데이터 광장’에서 제공하는 서울시 지하철 호선별 역별 시간대별 승하차 인원 정보 API를 활용하여 다음 열차의 칸 별 혼잡도를 예측하여 제공할 것이다.

3. 설 계

지하철 탑승 인원 정보 제공 시스템은 사람을 감지하는 적외선 센서, 무선통신 사용을 위한 Arduino Wifi D1 R1 보드를 사용하며 카운트 된 값을 분석 및 관리 하기위한 데이터베이스를 사용한다. 지하철 승차, 하차구별은 지하철 문의 2개 센서를 장착한다. (1)번 센서 -> (2)번 센서 작동 시 탑승객 수를 +1을 하고 반대일 경우 -1로 계산하는 알고리즘을 이용한다. 카운트 된 값을 서버로 전송, 분석 하여 사용자의 모바일 화면에 표시한다. 본문에 사용하는 하드웨어 및 개발환경은 <Table 1>과 같다.

Parts	Functions
Arduino Wifi D1 R1	• 시스템 컨트롤러
아두이노 적외선 센서	• 승하차 인원감지
Android Studio	• 어플리케이션 제작
Mysql Lite	• 데이터 베이스 관리

Table 1. Development Environment

또한 본 연구에서는 무선통신 모듈을 사용하여 서버에 아두이노 센서 값을 전송한다. 센서가 장착된 아두이노 보드와 와이파이 시리얼 보드를 연결한 후에 AP모드로 설정한 후에 데이터를 읽어 그 값을 전송해주는 방식이다. 그림 1 은 해당 방식을 나타낸 구성도이다.

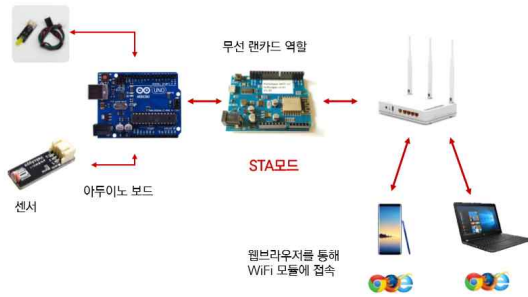


그림1. AP(Wireless Access Point) Mode [4]

지하철 인원수를 카운트한 후 서버로 전송한다. 전송된 값을 지하철 정원 160명, 좌석 수 54좌석을 기준으로 하여 54 이하 값은 여유(녹색), 55~160 값은 보통(황색), 160이상의 값은 혼잡(적색)으로 모바일 화면에 표시한다. 현 시각 역에 도착하는 지하철의 혼잡도뿐만 아니라 다음에 도착하는 지하철의 혼잡도를 예측하기 위해 공공데이터 API인 역, 시간별 승하차 인원 데이터와 지하철의 인원수 카운트 값을 분석하여 서비스를 제공한다.

4.구 현

지하철 이용자들의 편리하고 신속한 서비스 이용을 위하여 어플리케이션의 접근성을 높이고 보다 정확한 인원수 체크를 위하여 적외선 센서를 이용하여 그림 2와 같은 카운트 알고리즘을 이용한다.

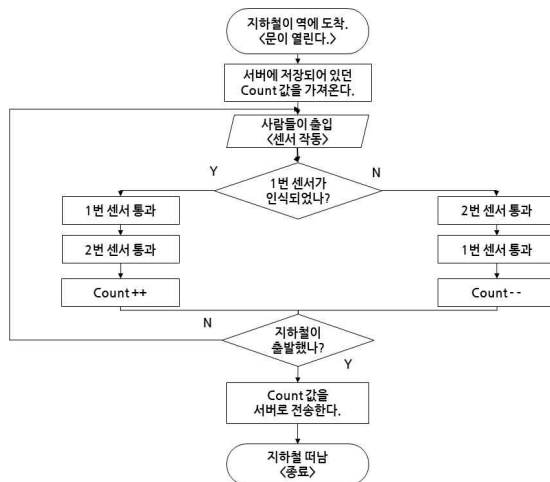


그림2. 지하철 탑승자 검출 알고리즘

그림 3은 지하철 탑승객의 인원수를 확인하는 알고리즘이다. 적외선 1번 센서와 2번 센서 두개를 사용하여 적외선 센서의 순서를 만든다.

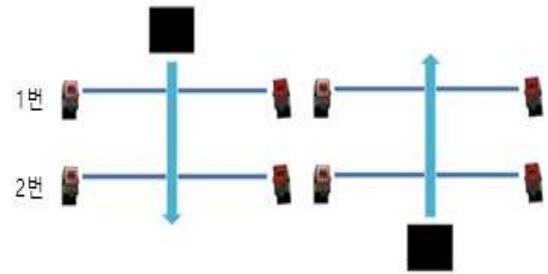


그림3. 적외선 센서 모형

그림 4와 같이 1번 센서를 통과한 후 2번 센서를 통과한 경우 인원수를 한명씩 증가를 시키며 반대로 2번 센서를 통과한 후 1번 센서를 통과하면 인원수를 한명씩 감소시키는 알고리즘을 사용한다. 측정된 센서 무선 와이파이를 이용하여 서버에 전송하며 전송된 데이터를 서버에서 분석한다. 서버에서 어플리케이션으로 정보를 전달하며 지하철 한 량의 정원인 160명과 좌석 수 54석을 기준으로 혼잡도를 화면에 표시한다. 세 가지의 색을 기준으로 녹색, 황색, 적색으로 표시한다. 앉을 자리가 있을 경우 및 카운트 값이 54이하일 경우 녹색으로 표시하며, 54명부터 정원인 160명일 경우까지 황색, 정원이 초과한 경우 적색으로 칸별색을 달리하여 혼잡도를 표시한다.



그림4. Service Operation Scenario

그림 5는 서비스 동작 시나리오로 지하철 이용자는 어플리케이션을 작동시킨 후 지하철 노선도에 자신이 탑승하고자 하는 역을 선택한다. 그 뒤 현재 시간을 기준으로 들어오는 열차의 혼잡도를 칸별 색상으로 제공한다. 상세정보 표시로는 다음 열차 정보 및 칸별 환경정보(온도, 습도, 미세먼지 등)를 추가로 제공하며, 인원수를 측정하여 앉을 수 있는 좌석, 빠른 환승 등 서비스 이용자가 간편하고 빠르게, 유용한

정보를 제공 받을 수 있는 화면을 구현한다.

5. 결 론

지하철 탑승 시 열차 내의 혼잡도 개선을 위해서 어플리케이션 사용자들이 탑승 전 도착하는 열차들의 정보를 미리 제공받아 각 칸마다의 승객 수 분포를 최소화하도록 구현하였다. 승객 수를 적외선 센서를 이용하여 카운트 한 후 서버로 데이터를 전송한다. 전송된 데이터를 분석하여 미리 정해둔 혼잡도 정의에 의하여 어플리케이션에 나타나게 되며 그로 인해 사용자들은 탑승 전 원하는 환경의 열차를 선택할 수 있게 된다.

참고문헌

- [1] 송영한, 최종유, 장선우, 김윤배, “센서기술을 이용한 지하철 객차 내 탑승 인원 알림 시스템 및 승강장 내 탑승 대기자 분산에 관한 연구,” 대한산업공학회 추계학술대회 논문집, 2537-2537, 2018.
- [2] 김진수, “빅데이터 분석을 이용한 지하철 혼잡도 예측 및 추천시스템” 안양대학교 교양대학, 2016.
- [3] 김미례, 조인호, (2016). “IoT를 접목한 지하철 객차 내 혼잡도 평준화 시스템 설계,” 과학기술연합대학원대학교 교통물류시스템 및 ITS공학, 한국철도기술연구원 추진시스템연구팀. 1975-4701, 2016.
- [4] 한국기술교육대학교&능력개발교육원, “아두이노 PLC 활용 IoT실습(10) -Wifi 연결 및 제어” pp.18.