

트램 환승 구역에서의 양방향 승객 유동 해석

Two-way Passenger Flow Analysis at Tram Transfer Zone

남성원*†, 객재호*

Seongwon Nam*†, Jaeho Kwak*

초 록 양방향 여객 유동 해석은 철도 환승역과 같은 대향 여객이 교차하는 시설물에서 혼잡도를 완화시키고, 평가하는 데에 필요한 틀이다. 본 연구에서는 포텐셜-유적선 개념을 사용한 새로운 보행류 전산 해석법을 개발하였다. 복수의 노선이 교차하는 철도 환승역에서 흔히 볼 수 있는 노선간 연결 통로에서의 여객 유동을 해석하였다. 대표적인 환승 구역의 형태를 계산 모델로 하였으며, 최단거리 동선을 선택할 때와 우측통행 동선을 선택할 때를 비교 분석하였다. 유동해석 결과, 우측통행 여부에 따라 여객의 이동 동선이 확연하게 달라지며, 소요시간도 줄어들었다. 환승통로의 중앙 분리대를 각 방향의 동선이 겹치는 구역에 최소한만 설치하여도 충분한 효과를 얻을 수 있었다. 또한, 새롭게 개발한 포텐셜-유적선 해석법의 타당성을 검토하기 위하여 기존의 연구 결과와 비교하였으며, 서로 잘 일치함을 알 수 있었다.

주요어 : 여객 유동, 철도 환승역, 전산해석, 쾌적성, 안전, 최적 동선

1. 서 론

철도 환승역, 복합 다중시설, 대형 쇼핑몰, 스타디움 등은 군중 유동이 발생하는 대표적인 도시 건축물이다. 철도 환승역과 같은 교통 다중시설을 이용하는 사람들이 출발지부터 목적지까지 이동하는 경로를 선택하는 데에는 여러 가지 요소가 작용한다. 사전에 알고 있는 경로라면, 당연히 최단 경로를 채택할 것이며, 생소한 길이라면, 여러 가지 표지를 보고 움직이므로 가시성(가시거리, 가시각도 등등)이 주로 작용할 것이다. 또한, 연령이나 건강 상태에 따라 빠른 보행과 느린 보행이 되기도 하고, 있을 것이며, 심리 상태에 따라 직진성도 작용할 것이다. 본 연구에서는 철도 환승역에서 흔히 볼 수 있는 노선간 연결 통로에서의 여객 유동을 해석하였으며, 기존의 해석 결과와 비교하였다.

2. 군중 유동 해석

2.1 해석방법

Potential Pathline method에서 시간 $t + \Delta t$ 에 이동할 새로운 위치는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \bar{S}_i^{t+\Delta t} = & [x_i^t + \alpha V_0 \cos(\theta_1 \pm \theta_2 \pm \frac{\theta_3}{\beta}) \Delta t] \bar{e}_x \\ & + [y_i^t + \alpha V_0 \sin(\theta_1 \pm \theta_2 \pm \frac{\theta_3}{\beta}) \Delta t] \bar{e}_y \end{aligned}$$

여기서, x_i^t, y_i^t 는 시간 t 에서의 x 및 y 방향의 위치, V_0 는 표준 보행속도, θ_1 는 (x_i^t, y_i^t) 지점에서 pathline의 접선 각도, θ_2 는 직진확률에 따라 직진으로부터 벗어나는 각도, θ_3 는 가시성에 따라 다른 pedestrian 또는 벽과 충돌을 회피하기 위한 각도, α 는 완급 계수(느린 보행자를 1로 하였을 경우, 빠른 보행자는 2.828), β 는 우측통행 영향 계수를 각각 나타낸다.

만약, θ_1 방향의 Grid에 다른 보행자나 벽과 같은 장애물이 있을 경우에, θ_2 및 θ_3 는 다른 방향의 Grid를 찾기위한 것이

† 교신저자: 한국철도기술연구원
(swnam@krrri.re.kr)

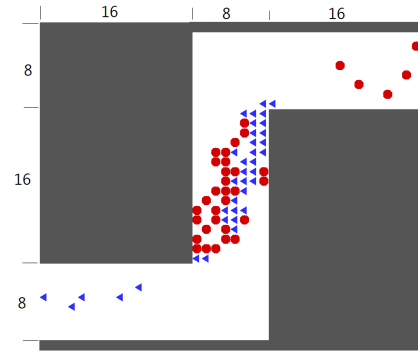
* 한국철도기술연구원

므로 순차적으로 고려한다. 고려중인 보행자가 직진성이 높다면, θ_2 는 0이며, 다른 보행자나 장애물이 없다면, θ_3 도 0이다. 또한, 우측 통행만 가능하다고 한다면, 선택 가능한 방향 각도가 우측으로만 국한되므로 β 는 2이다.

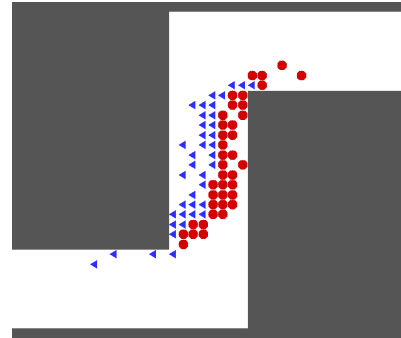
원점을 출발한 보행자는 도중에 장애물이 발생하지 않는다면, potential pathline을 따라 목적지까지 이동하지만, 도중에 다른 보행자나 장애물을 만나면, 대안의 루트를 찾게 된다. 여기에 관여되는 변수가 θ_2 , θ_3 및 β 이다.

2.2 해석 결과

Fig. 1은 우측 통행 여부의 효과를 나타낸 snapshot이다. 넓이 8m의 통로가 각각 16m씩, 좌측로 한번, 우측으로 한번씩 굽은 통로를 계산 모델로 하였다. 그림에서 ●표시의 그룹은 좌측통로에서 진입하여 우측으로 진행하며, ◀표시 그룹은 우측통로에서 진입하여 좌측으로 나가며, 1명/ms의 비율로 10초 동안 유입하여 각각 총 80명의 여객이 이동한다고 가정하였다. 우측보행을 한 Fig.1(b)의 경우, 중간의 교차부에서 ●그룹은 우측에, ◀그룹은 좌측에 분포하지만, Fig.1(a)의 경우, 두 그룹이 무작위로 섞여 있는 것을 알 수 있다. 좌측 하단에서 출발한 ●그룹 2명의 궤적에서 보듯이, 유입부 통로에서는 우측을 유지하다가 중앙의 교차부 통로에서는 마주오는 ◀그룹과 마주치므로 빈곳으로 가기위하여 좌측으로 몰렸다가, 유출부 통로에서는 마주오는 그룹이 없기 때문에 단거리로 가기위하여 우측으로 편중된다. 우측 상단에서 출발한 ◀그룹의 궤적은 이와 반대의 이동 패턴을 보인다. 반면, 우측 보행을 한 경우, 유입부-교차부-유출부에서 두 그룹이 각각 우측을 유지하기 때문에, 그림(a)처럼 중앙의 교차부에서 궤적이 교차하는 현상은 없음을 알 수 있다.



(a) w/o right-hand traffic



(b) with right-hand traffic

Fig. 1 Comparison of snapshot

3. 결론

본 연구에서는 포텐셜-유적선 개념에 기초한 microscopic 여객 유동 해석법을 개발하였으며, 대표적인 환승역 모델에 대하여 해석하였다.

후기

본 연구는 트램 사고 예방 복구 및 무임 승차 예방 기술 개발(DR18002), 무가선 저상 트램 실증노선 구축(DR18001), 무임 트램 차량 핵심 기술 개발(PK1802B2B)의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] S.W.Nam (2005) Development of Algorithm for Passenger Flow Analysis based on DEM, *Journal of the Korean Society for Railway*, 8(4), pp. 337-341.