

駅構内監視カメラ画像を用いた歩行速度推定技術の研究

—東京大会 2020 の駅構内混雑緩和に向けて—



AH15038 近藤 勇志
 AH15080 吉原 和輝
 指導教員 岩倉 成志

1. 研究背景・目的

わが国では2020年に東京オリンピックが開催され、東京圏の鉄道では、通勤客に加えて観戦客や訪日外国人など、相当の鉄道利用者数の増加が予測されている。オリンピックの競技開催時刻が通勤ラッシュと重なった場合、乗換駅では大きな混乱が起これかねない。

そこで、駅構内に設置されている監視カメラの画像からリアルタイムに歩行速度を算出できれば、乗換時間の計算ができる。図1に示すように乗換経路アプリを用いて、混雑緩和のための最適なルート案内を提供できる。このようなナビゲーションを行うことができれば、自然に乗換の混雑を平準化できる。

本研究では、歩行速度と歩行者密度を実測し、歩行者の密度-速度関係を示す kv 曲線を作成し、最適なルート提供の可能性を探ることを目的とする。

2. 既往研究の kv 曲線

歩行者の kv 曲線の作成に先立ち、18編の既往研究を調査し、36本の kv 曲線を収集した。それらを重ねたものが図2(細線)である。各研究で、歩行者の特性(通勤客、行楽客など)や計測区間、計測場所などの諸条件が異なるが、kv 曲線の傾きや自由歩行者の速度(切片)の範囲を把握できる。

3. 調査概要

いくつかの鉄道会社は、監視カメラの画像(個人の特特定はできない)を公開している。本研究では、朝ラッシュ時に激しい混雑が見られる小田急線の登戸駅で調査をした。

2018年12月～2019年1月の平日5日間、7:00～9:00頃に調査し、改札付近の歩行者の密度、乗換時間、改札通過人数の3つのデータを収集した。

歩行者密度の計測には、「小田急アプリ『混雑状況』」を用いた。このアプリは、1分毎の改札付近の混雑状況を、人をアイコン化して表現している。本研究では1分毎の画面内の人数と、指定した範囲の面積を用い

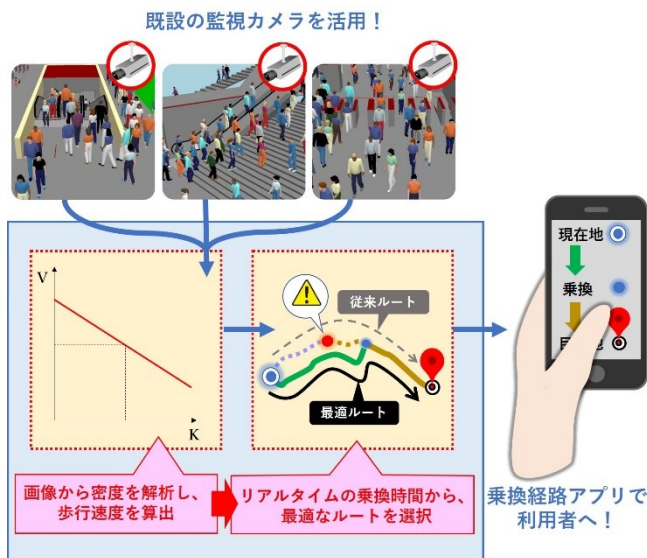


図1 システムのイメージ

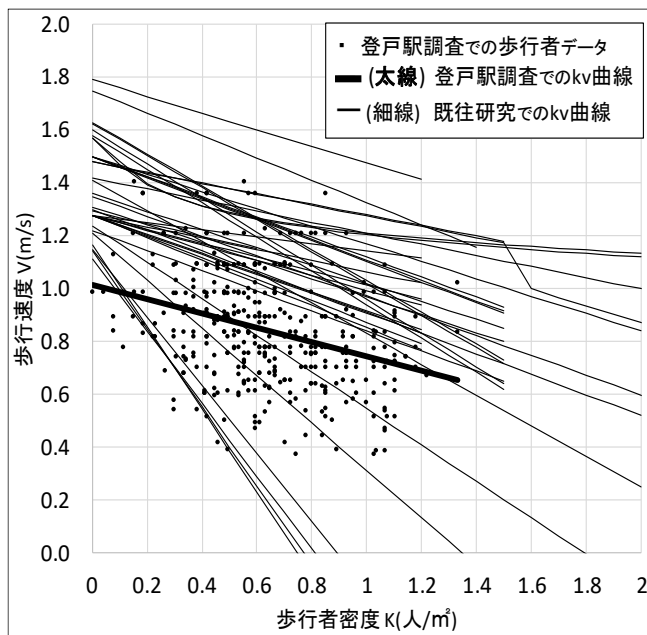


図2 既往研究と登戸調査での kv 曲線

で密度データを取得した。

乗換時間の計測は、小田急線の上りホームから南武線改札前の区間において、乗換利用する両方向の歩行者を、計測者が追従して計測した。また、全体の乗換時間の他に、密度取得区間である改札前後の通過時間も計測した。

改札通過人数の計測では、改札口を通過する入出

場客数を電子数取器でカウントした。

4. 実測調査による kv 曲線

登戸駅での実測調査から得た観測値を図 2(黒点)、推定した kv 曲線を図 2(太線)で示す。この kv 曲線の回帰式は式(1)となった。

$$v = -0.2702k + 1.0149 \quad (R^2 = 0.1107) \quad \dots \quad (1)$$

(v : 歩行速度, k : 歩行者密度, R^2 : 決定係数)

既往研究で収集した kv 曲線と比較すると、登戸駅での kv 曲線は、全体的に歩行者速度が低いことがわかる。これは改札機がボトルネックになり歩行の妨げになっていることが原因と考える。

5. 歩行者マイクロシミュレーションの構築

登戸駅で提供されている公開画像は、改札付近の 1 箇所のみのため、シミュレーションによって、画像取得箇所を増やした際の乗換時間の再現精度の向上を確認する。このため、歩行者シミュレーションソフト Viswalk を用いて、登戸駅の利用客の流動を再現した。

シミュレーションの再現性を確認するため、実測調査で取得した改札付近の歩行者密度、歩行速度、交通量(通過人数)を、シミュレーションの再現データと比較した。

速度データを 4 階級に分割し、密度と交通量の実測とシミュレーションとの相関係数を算出した。また、密度データも 4 階級に分割し、速度の実測とシミュレーションとの相関係数を算出した。その結果、相関係数は密度が 0.963, 交通量が 0.348, 速度が 0.931 となった。

なお、シミュレーションから算出した改札付近での kv 曲線の回帰式を式(2)に示す。

$$v = -0.2842k + 1.1273 \quad (R^2 = 0.2461) \quad \dots \quad (2)$$

実測調査から算出した式(1)と比べると、傾きの係数の誤差は 6%以内に収まり、既往研究での kv 曲線とより近いものが得られた。

6. 監視カメラと乗換時間の推定特性

シミュレーション上で、図 3 に示す①～⑤の複数箇所密度データを取得し、区間ごとの速度を推定した上で乗換時間の算出を行った。そして、シミュレーション内で歩行者が実際に乗換に要した時間との相関係数を求めた。データ取得箇所数ごとの相関係数を図 4 に示す。

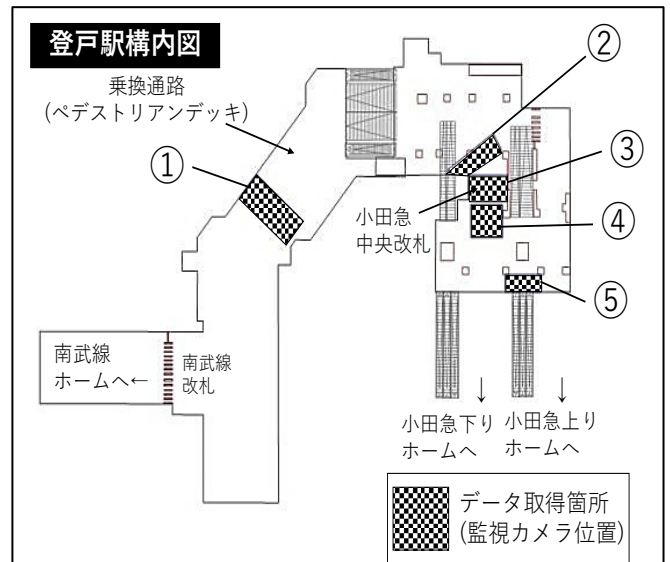


図 3 シミュレーションのデータ取得箇所

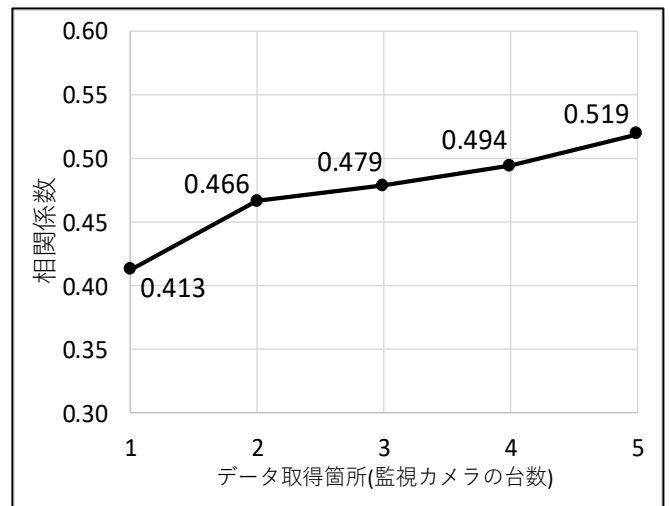


図 4 データ取得箇所と乗換時間の相関

データ取得箇所を増やすことで、より正確な乗換時間の推定が可能であることが示された。よって、複数の監視カメラを用いることが有用であることがわかり、実用化の際の精度向上が期待できる。

7. まとめ

登戸駅での実測調査をもとに、乗換歩行者を対象とした kv 曲線を作成することができた。また、複数箇所密度データを取得することで、より正確な乗換時間の推定が可能になることが示された。今回は登戸駅の 1 駅での調査であったため、今後はオリンピック時に混雑が予測される駅を対象に、データ数を増やして kv 曲線を求めることが望まれる。

Google や NAVI TIME などの乗換経路アプリに本研究の技術を組み込むことで、これまでになくリアルタイムで最適化するルート案内が提供できる。来たるオリンピックに向けての実用化に期待したい。