

画像解析による歩車混在道路空間評価の基礎的研究

八千代エンジニアリング株式会社 正会員 ○作田 莉子, 菅原 宏明

1. 研究の背景と目的

我が国の目指す未来社会の姿として、「Society 5.0」¹⁾では、デジタル技術を活用して経済発展と社会的課題の解決を両立する“人間中心の社会”としており、実現に向けて社会インフラの一つである道路についても機能や役割を見直す動きが見られる。

2020年には国土交通省によって「2040年、道路の景色が変わる」²⁾という提言集が取りまとめられ、生活道路は多様な交通が行き交う重要な対象空間としている。このような歩車混在道路を、人間中心に回帰させるには、歩行者の安全性確保が前提となる。

道路空間における従来の安全性評価は、車両の衝突発生確率を客観的に評価するTTC指標³⁾やPET指標⁴⁾といった車両視点の評価が多い。しかしながら近年、歩行者視点の評価も増えつつある。海野ら⁵⁾はVRシミュレーションを用いて、車両とのすれ違い時の主観的な不安感を評価し、陳⁶⁾は歩行者が車両とすれ違う時の不安感を定量的に評価するために、時空間暴露量という式を提案した。この時空間暴露量は、速度を用いて算出し、暴露量として車両の速度による歩行者への影響範囲(シャドウの面積)を考慮しており、その妥当性は陳らのアンケートによって示されている。以下に時空間暴露量の式を示す。

- 一人当たりの時空間暴露量

$$E_{total} = \sum_{i=1}^N E_i = \sum_{i=1}^N (t_i \times (s_{xi} \times s_{yi})) \quad (1)$$

- シャドウの算出式(普通車の場合)

$$\text{進行方向: } s_x = 0.0702V^{1.5834} \quad (2)$$

$$\text{垂直方向: } s_y = 0.02V + 2 \quad (3)$$

- 暴露されている時間の算出式

$t1$: 歩車が同一方向の暴露時間

$t2$: 暴露時間(車両と歩行者が反対方向)

$$t1 = \frac{c + s_x}{V - v} \quad t2 = \frac{c + s_x}{V + v} \quad (4)$$

V : 車両の速度 v : 歩行者の速度 c : 車長

前述の時空間暴露量は、研究当時のデータ取得技術の制限により、実際の通行状況を詳細に表現することが難しい。特に最も影響する車両の速度は、区間内平均速度を用いており、歩車がすれ違うまでの時系列の速度変化を表現できず、時空間暴露量を過大または過小評価する可能性がある。一方で、近年では画像解析技術が進化し、個々の交通行動を詳細に捉えることが可能となっている。そこで本研究では、歩車混在空間の新たな評価指標構築のため、画像解析技術を用いて詳細な交通行動を把握し、時空間暴露量の問題点を明らかにすることを目的とする。

2. 研究手法

本研究では、実在の歩車混在道路で取得した、歩車の軌跡データを用いて各挙動を把握する。その後、前述の時空間暴露量の問題点と今後の改良方針を示す。

本研究における対象道路は、歩道と車道の物理的な分離がなく、歩行者と車両の通行が確認でき、沿道に住居や商業施設が集積する宮崎県宮崎市広島通り(以下、「広島通り」という。)とした。

データ取得には道路面から高さ3mの位置に三脚を用いて市販のビデオカメラを道路脇に設置し、動画を取得する方法を採用した。データ取得後の画像解析処理は、小篠ら⁷⁾が検討した深層学習を用いたAIシステムTRAVICを用い、検出モデルには深層学習の画像認識手法の一つであるSingle Shot Multi Box Detector(SSD)を適用した。検出した各歩車の位置データを投影変換によって補正した道路平面図上にプロットし、歩車が同一空間に存在するフレームを抽出後、フレーム毎に速度等の軌跡データを整理した。

3. 分析結果

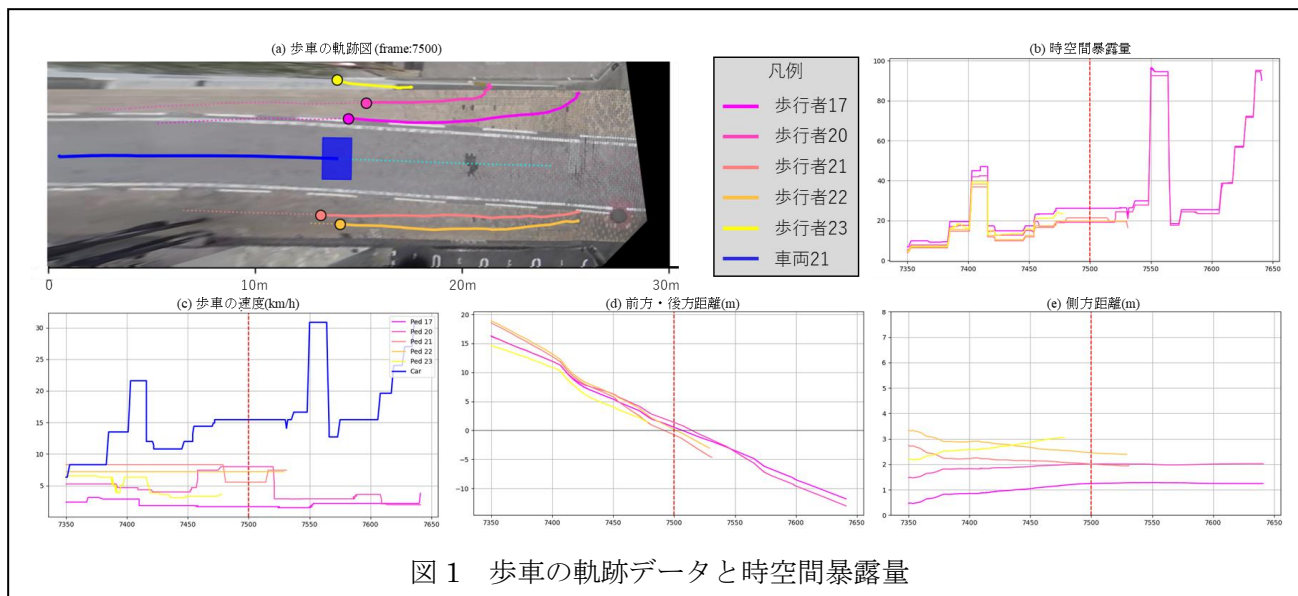
3-1. 歩車の挙動

10分間の動画の1ケースについて整理した歩車の挙動を図1に示す。

図1は約30mの区間で一車両に対して、両側の歩道から5人の歩行者がすれ違う様子を表している。

キーワード 歩車混在道路, 質的評価, 画像解析, 交通行動分析, 時空間暴露量

連絡先 〒111-8648 東京都台東区浅草橋5-20-8 CSタワー TEL:03-5822-2900 E-mail:rk-sakuda@yachiyo-eng.co.jp



フレーム 7500 の位置において、(d)前方距離がおおよそ 0m と歩車がすれ違う時点となっており、(c)車両速度も 15km/h 程度で低速走行を行っている。この時、車両に最も近い歩行者 17 と歩行者 21 の車両に対する(e)側方距離は、約 1~2m となっている。また、フレーム 7420 ごろに(c)車両の速度変化が見られ、(d)前方距離約 10m の位置で速度が減少していることがわかった。この挙動から、車両が歩行者を約 10m の位置で認知して速度を減少させた可能性がある。

3-2. 時空間暴露量の問題点

時空間暴露量は車両速度に依存し、速度変化とほぼ同じ挙動である。車両速度は、歩行者とすれ違うまでに区間内で増減が見られるため、平均速度のみでは時空間暴露量を過大または過小に評価してしまう可能性がある。また、歩車がすれ違う際に車両に近い歩行者の方がより不安感を大きく感じると思われるが、側方距離、前方・後方距離は考慮していない。

4. まとめ

実空間の歩車混在道路の軌跡データを用いて、歩車の挙動の整理と時空間暴露量の問題点を整理した。

歩車の挙動は時系列で大きく変化するため、車両速度だけでなく、軌跡データに基づき他の変数を組み込む必要がある。例えば、歩車がすれ違うまでの挙動の変化として、前方・後方距離や側方距離といった歩車の相対位置が挙げられるため、距離を減衰係数として考慮する改良が考えられる。

謝辞

本研究は、内閣府総合科学技術・イノベーション会

議の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第3期「スマートモビリティプラットフォームの構築」によって実施されました。

また、本研究の調査実施にあたり、宮崎市役所の皆様にご協力をいただきました。感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 内閣府: Society 5.0-科学技術政策, 2021.
- 2) 国土交通省道路局: 2040 年, 道路の景色が変わる～人々の幸せにつながる道路～, 2020.
- 3) Hayward, J.C. (1972), Near-miss determination through use of a scale of danger, Highway Research Record, 384, 24-34.
- 4) Allen, B.L., Shin, B.T. and Cooper, D.J. (1978), Analysis of traffic conflicts and collision. Transportation Research Record, 667, 67-74.
- 5) 海野遥香, 藤田蓮土, 橋本成仁, 氏原岳人(2021), 「VRシミュレーションを用いた生活道路における歩車すれ違い時の歩行者の不安感に関する研究」, 都市計画論文集, 56 巻, 3 号, p.1343-1350.
- 6) 陳章元(1998), 「歩車混合空間における交通環境評価指標に関する研究—時空間占有量によるアプローチ—」, 東京大学大学院博士論文.
- 7) 小篠耕平, 菅原宏明, 藤井純一郎, 大久保順一, 岡野将大(2021), 「路側からの撮影動画を用いた車種別車両計測とナンバープレート認識の複合認識システムの開発および精度検証」, 土木学会全国大会.