

頭向き推定に基づく歩行者の交差点内道路横断予測

Prediction of Pedestrians' Road Crossing at Intersection based on Estimation of Head Orientation

高木 俊平*1 梅村 充一*1 牛田 勝憲*1
Shunpei Takaki Michikazu Umemura Katsunori Ushida

川西 康友*2 出口 大輔*2 村瀬 洋*2
Yasutomo Kawanishi Daisuke Deguchi Hiroshi Murase

*1 住友電気工業株式会社
Sumitomo Electric Industries, Ltd.

*2 名古屋大学
Nagoya University

1. はじめに

自動車の先進運転支援システムにおいて、歩行者検出技術が普及している。検出に加えて、車の進路上への歩行者進入を予測できれば効果的に事故を防止できる。また予測に基づいた早期の車両制御は乗員の快適性にも貢献する。以上のことから、自動運転の実現を含む技術的發展には歩行者の数秒後の動きの予測が重要である。日本では車両の交差点右折時に車両対歩行者の死傷事故が最も発生していることから、動きの予測の中でも、交差点での歩行者の道路横断予測は特に重要である。しかし交差点は死角が多いため、移動する車両からの歩行者の道路横断予測は容易ではない。そこで本研究では歩行者の継続追跡が可能な、交差点に固定設置されたインフラセンサ（カメラ、LiDAR等）を用いた道路横断予測と、路車間通信による危険通知に着目する。既存研究として、LSTMを用いて歩行者の移動を予測する手法[1]が提案されているが、歩行者の位置座標のみを入力に用いることから、数秒後の右左折などの予測は困難である。そこで本研究では道路を横断しようとする歩行者の行動意思に着目し、それを予測に利用する。車載カメラ処理の文献[2]において、歩行者の行動意思は頭向きに表れることが報告されている通り、道路を横断しようとする場合、周囲の状況を確認するために頭向きが変化する。本稿では、交差点のインフラカメラを用いて識別した歩行者の頭向きを入力に追加したLSTMを用いて、数秒後の移動軌跡と道路横断するか否かを予測する手法を提案する。

2. 頭向き識別に基づく行動意思推定法

本研究では図1（左）に示すような環境において、丸枠の横断歩道に歩行者が進入することを、その3秒前に予測することを目的とする。歩行者に道路横断する意思がある場合、歩行者の頭は横断先に向くことが期待される。カメラ画像から歩行者の頭向きを識別する。

歩行者の頭向きは、2つのCNNで識別する。まずYOLO v2により、歩行者の矩形領域を検出する。矩形上端から正方形領域を頭画像として切り出し、64×64画素に拡張する。この画像を入力として、45度単位で量子化した8方向に、ResNetを用いて頭向きを識別する。

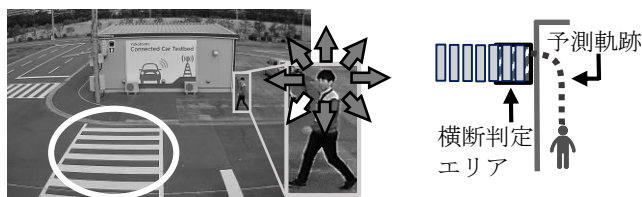


図1. (左) 頭向きの識別, (右) 予測軌跡による横断判定

表1. 道路横断予測の正解率 (%)

| | 3秒前 | 2秒前 | 1秒前 |
|-------|-------------|------|------|
| 頭向き無し | 57.4 | 63.2 | 85.3 |
| 頭向き有り | 77.9 | 85.3 | 89.7 |

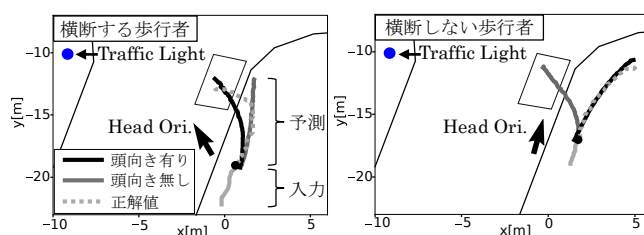


図2. 頭向きの有無による予測軌跡の変化

3. LSTMを用いた軌跡予測と横断判定手法

軌跡予測モデルの入出力変数は下記の通りとする。

入力: [過去の位置座標 x, y , 頭向き, 歩行者信号表示]

出力: [未来の位置座標 x, y]

信号表示は赤と青に応じて0と1を入力する。LSTMの入力系列長は過去15フレーム（1.5秒）、出力は未来50フレーム（5.0秒）である。出力した予測軌跡から歩行者の道路横断を判定するため、図1（右）に示すような横断歩道に基づく判定エリアを設ける。歩行者が横断歩道に近づくまでの間に、予測軌跡が判定エリアに一度でも進入した場合、その歩行者は横断すると判定する。

4. 実験結果

2名から集めた167本の軌跡を学習データ、23名の実験参加者から集めた68本の軌跡を評価データとした。実験参加者には普段通り歩行することを指示し、実験目的は伝えなかった。評価データにおいて、実験参加者が実際に横断歩道エリアに進入するN秒前までに、正しく横断を予測できた正解率を表1に示す。頭向きの追加による正解率の向上が確認できた。図2に、頭向きの有無による予測軌跡の変化を示す。頭向きを加えることで進路をより適切に予測できることが分かった。なお頭向き識別の正解率は、評価データにおいて、正解の向きと完全一致した結果は44%、隣接向きへの誤識別を許容した評価では86%であった。

5. まとめ

歩行者の道路横断予測において位置座標のみでなく、頭向きも用いることで予測精度が向上することを示した。

参考文献

- [1] J. Bock et al., "Self-learning Trajectory Prediction with Recurrent Neural Networks at Intelligent Intersections," VEHITS, pp.346-351, 2017.
- [2] D. Ridet et al., "A Literature Review on the Prediction of Pedestrian Behavior in Urban Scenarios," 21st ITSC, pp.3105-3112, 2018.