

A I を活用した画像解析による 交通安全施策と課題

道路部 道路計画課 青江 匡剛
道路部 道路計画課 課長補佐 木下 賢祐
道路部 道路計画課 調査第一係長 宮川 智行

四国では全国平均よりも全県それぞれ10万人当たり交通事故死者数が高く、高齢者の横断違反が多い状況である。そこで、稀に発生する事象を長期的に観測できるA I 画像解析技術の特徴を利用し、重大事故を招きやすい乱横断について、A I 技術を活用した検討を行った。

キーワード A I , 画像解析, 交通事故, ETC2.0

1. はじめに

四国における人口10万人あたりの交通事故死者数が全国より高い状況となっている。特に歩行者が、横断歩道のない車道を横断するいわゆる「乱横断」は、ドライバーにとっても、歩行者がいることを想定して走行していないことが多く、発見の遅れが起因した重大事故を招きやすい事故形態であり、高齢者の歩行者死亡事故の主要因となっている。

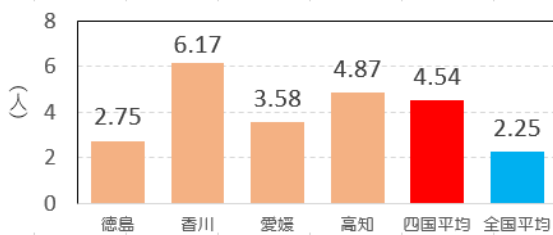


図-1 人口10万人あたり交通事故死者数 (R2)

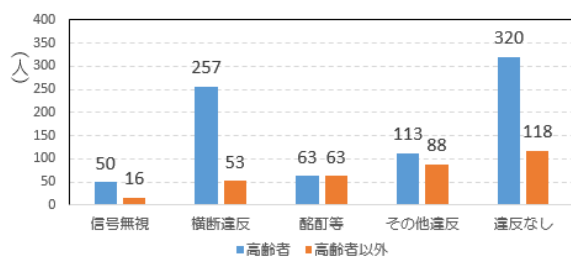


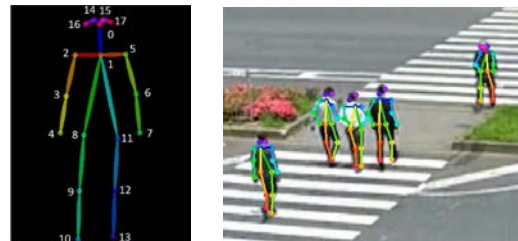
図-2 歩行者死亡事故における歩行者の法令違反 (R1)

本稿では、乱横断の実態を効率的に把握するため、A I を活用した画像解析による検知を検討し、適用可能性と実態把握を検討した。まず、プレ調査を実施し、A I を活用した画像解析による乱横断の検知精度と課題について調査・とりまとめを行った。次いで、松山市内の国道196号について、乱横断実態の把握を行い、事故データやETC2.0との因果関係分析を実施した。

2. 乱横断を観測する仕組み

(1) A I による画像解析

今回、乱横断者（歩行者及び自転車）の特定に際して、A I を活用した画像解析手法のうち、骨格検知方式を採用した。骨格検知方式は、A I による画像認識により人物の関節点を抽出し、関節点の接続状態から画像内の人物の骨格を推定する。関節点間の繋がりの強さを予測し、特徴点を接続することで、自動車、自転車、歩行者を判別し、精度良く人物の検出が可能である。



検出部位一覧

0: 鼻 1: 首 2: 右肩 3: 右肘 4: 右手首 5: 左肩 6: 左肘 7: 左手首 8: 右腰 9: 右膝 10: 右足首 11: 左腰 12: 左膝 13: 左足首 14: 右目 15: 左目 16: 右耳 17: 左耳

図-3 骨格検知方式

(2) 乱横断判定の仕組み

乱横断の判定は、道路の画像に「判定ライン」を設定し、骨格検知で人・自転車と認識された移動体が判定ラインを乗り越える事象が発生した場合とした。

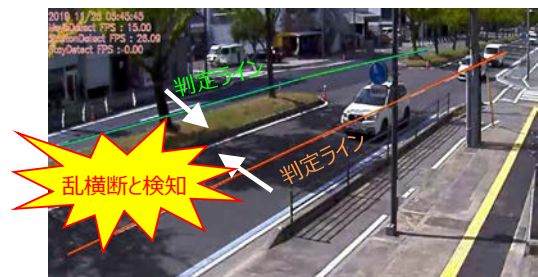


図-4 乱横断検知方法

3. プレ調査の実施

(1) 目的と調査方法

乱横断が発生している松山市内のケーススタディ箇所として、松山市平和通りにカメラを設置し、A I 技術を活用した画像解析と目視による比較により乱横断の検知精度を検証した。

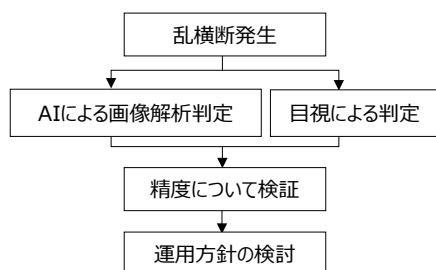


図-5 乱横断検知方法

(2) 調査結果

3日間の調査で、684件の乱横断が確認され、うち529件がA I を活用した画像解析により検知された。検知率は77.3%であった。未検知は155件で、誤検知は発生しなかった。未検知の具体的な理由の内訳は、図-6に示すとおり、対象人物の映像中の大きさが検知可能なサイズを下回っている事例が63%であり、ついで、車両による重なりにより未検知となった事例が26%であった。また、夜間の未検知事例も発生している。

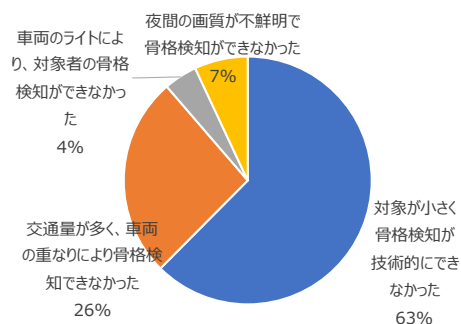


図-6 乱横断検知方法

(3) 得られた知見と対応策

今回採用した骨格検知は、適用できない条件があるものの、対応策を講じることで、高い精度で歩行者を判定できることから、乱横断の検知としての活用は可能と判断した。

また、同様にA I を活用した画像解析に取り組んでいる各地方整備局と意見交換を目的とした合同研究会を開催し、A I を活用した画像解析のメリット及びデメリットと対応策について次のとおりとりまとめを行った。

A I を活用した画像解析のメリットとして「全数調査が可能」が挙げられる。ETC2.0をはじめとしたプローブ

データは、車載器を搭載している車両のデータを収集して活用しているため、基本的にサンプリング調査である。そのため、場所によっては、サンプル数が少ないことによるデータの有意性や、特定の属性に偏ったデータの信頼性などの課題がある。一方、A I を活用した画像解析は、基本的にカメラが設置された画角で撮影されたものに対して検知（センシング）を行うため、検知さえできれば、全数把握が可能である。

次に、「希にしか発生しない事象を確実に捕らえられる」が挙げられる。交通事故や危険挙動は、希に発生する事象であり、人手観測による長時間の観測は非現実的である。しかし、A I を活用した画像解析は、24時間365日の観測が可能であり、異常行動・イレギュラー事象の定義をあらかじめ設定しておくことで、希にしか発生しない事象を確実に捕らえることができる。

一方、A I を活用した画像解析における最大の課題は、「見えないと検知できない」ことである。具体的な事象別に対応策を以下に示す。

a) 車両等の障害物のため、対象物が見えない(図-6 a)への対応策

検知した対象物に固有のIDを付与することにより、一時的に見えない物体を連続的に検知するアルゴリズムの開発することや、異なる角度からの撮影（360度カメラによる相互補完）、過去の画像を時系列的に使用することで対象物が隠れた場合でも予測するアルゴリズムで対応することが有用である。（図-6 a）

b) 対象のピクセルが小さいと未検知(図-6 b)への対応策

解像度の高い（4K、8Kカメラ）による撮影で対応可能である。ただし、画像データが膨大となる点に留意が必要である。これについては、今後のA I デバイスの進化とネットワーク軽量化技術の進展により、より大きな解像度の入力などにより解決予定である。

c) 夜間のコントラスト低下、車両ライトでの幻惑等により対象物が見えないこと(図-6 c)への対応策

低照度カメラ、高感度カメラ、赤外線カメラの組み合わせにより対応可能である。

d) 気象の影響(降雨・降雪による視界不良、水滴付着、傘による影響(図-6 d))への対応策

傘差し状態のパターン学習による強化を行うことやカメラレンズの撥水加工の実施により対応可能である。

e) 気象の影響(降雨・降雪による路面反射による影響(図-6 d))への対応策

雨及び雪による水たまりに反射した反射光等の画像への影響は、画像処理の雑像除去技術が有効だが、根本的な解決にいたっていないのが現状である。



図6 AIによる画像解析における未検知事例

4. 国道196号における乱横断実態調査

国道196号における乱横断実態をAIを活用した画像解析による分析を実施した。

(1) 調査箇所の選定

調査箇所の選定は、イタルダ事故別データ(H27-30)を基に、乱横断に関連する事故（人対車両の事故で歩行者横断中に発生した事故のうち「横断歩道横断中」を除く、「横断歩道付近横断中」，「横断歩道橋付近横断中」，「その他横断中」）が多発しているとして、松山市の国道196号（2.4km）区間とした。



図-7 調査対象区間

(2) ビデオ観測調査の実施

選定された松山市内の国道196号2.4km区間において、24台のビデオカメラを設置し、ビデオ観測調査を行った。なお、プレ調査の結果をうけて、遠方でも解析が可能となるよう解像度の高い4Kビデオカメラを用いた。

表-1 ビデオ観測調査の概要

項目	内容
調査日	2020年9月～10月の平日1日
時間帯	7:00～19:00（解析は、7:30～17:30で実施）
箇所数	24箇所
ビデオカメラ	4Kビデオカメラ

ビデオ観測は、7:00～19:00の12時間で行ったが、AIを活用した画像解析は夜間画像の骨格検知が低下したことから、日没前の7:00～17:30で行った。

(3) AIを活用した画像解析による乱横断検出結果

今回撮影を行った一般国道196号延長2.4kmの区間で、調査時間10.5時間の間に、歩行者で643件、自転車で451件、合計1,094件の乱横断が確認された。



図-8 乱横断検知例

(4) 乱横断マップの作成

ビデオ画像から緯度・経度座標データを変換し、乱横断マップを作成した。

上記方法により、作成した乱横断マップを図-10に示す。当該箇所の乱横断は、①渡河部、②商業施設前において多く発生が見受けられた。



図-10 AIによる乱横断検出結果

5. 事故データ等との因果関係分析

分析された乱横断の発生状況について、ETC2.0プローブデータ及び事故データと組み合わせ、因果関係について分析した。

(1) 事故データ

事故データは、イタルダデータ（H21-30）を用いた。なお、乱横断との因果関係をみるため、事故累計が「人対車両」が対象となっているものを地図上にプロットを行った。

(2) 車両挙動

車両挙動データは、ETC2.0プローブデータ（挙動履歴）のR2年9月を基に、急ブレーキ発生率の閾値に用いられる前後加速度 $-0.3G$ 以上が発生した場所を発生時の速度帯別に、地図上にプロットを行った。

(3) 比較図による分析

事故データ（イタルダ）(1)と車両挙動データETC2.0プローブデータ（挙動履歴）(2)、乱横断発生状況の比較図を図-11に示す。乱横断発生箇所と事故発生箇所及び急減速が発生している箇所は因果関係があることが明らかとなった。

6. 今後の取組

今回調査を行った区間はA Iを活用した画像解析により、乱横断が多発していることが明らかとなった。今後、対策を検討していくが、防護柵や横断歩道橋などのハード対策は、用地の制約及び費用と時間を要する。そのため、今回のA I技術を活用し、乱横断を検知し、警告を促すシステムの導入などを検討していく。また、A Iによる画像解析の課題である夜間に発生する乱横断が危険であるため、夜間でも対応可能な赤外線カメラによる検知技術の検証及び夜間対策の検討も行っていく予定である。

7. さいごに

本稿では、A Iを活用した画像解析について、交通安全への取組として乱横断の実態の把握を行った。今後も、A Iを活用した画像解析の技術動向を注視しながら、道路交通行政の効率的な運用のため、効果的な活用箇所への適用検証や課題解決に向けた他分野の活用事例を参考にA Iを活用した画像解析の導入を引き続き検討していく。

謝辞：本稿をまとめるにあたり、多くのご助言、ご指導頂いた愛媛大学大学院理工学研究科吉井稔雄教授、倉内慎也准教授に感謝申し上げます。

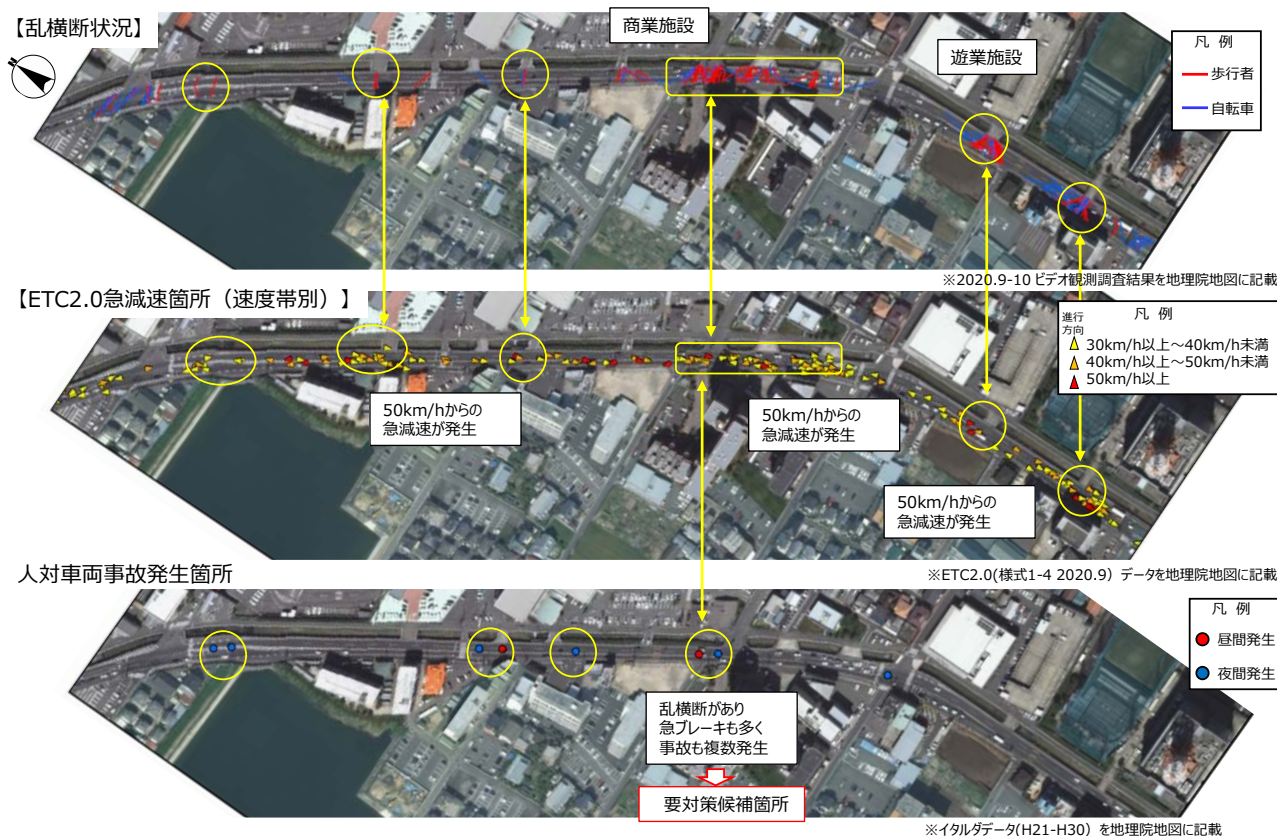


図-11 乱横断発生箇所と事故発生箇所及び急減速発生箇所との比較図（一部区間のみ）