

# AIカメラを用いた高リスク踏切横断者の早期検知技術

AH14213 中瀬 未夢  
指導教員 岩倉 成志



## 1. 背景・目的

近年高齢化が急速に進む中、高齢者が踏切を渡りきらずに死傷するなどの踏切事故が増加しており、この踏切事故における死亡者の約4割を65歳以上の高齢者が占めている。踏切事故対策として効果が絶大であったのは第一種踏切への移行（自動遮断機の設置）であったが、第一種踏切の割合が全踏切道の約9割である現在、高齢者の踏切事故(H.29)死傷者数65名の内、63名が第一種踏切での事故である。

踏切内の危険検出に関しては、障害物検知装置の設置が進められているが、人物検出は難しいのが現状である。そこで本研究では、AIカメラを用いて踏切横断前の踏切外での高リスク高齢者の検出(A)と、踏切内の危険検出(B)が可能である新たな踏切事故対策の提案を目的とする。適用を想定する踏切は、人口や交通量は少ないが高齢者の割合は多い地域にある第一種踏切とし、周りに助けてくれる人がいない状況での高リスク高齢者（転倒や踏切内立往生の可能性が高い）を検出対象とする。

## 2. 検出方法

表1の評価項目の仮説をそれぞれ分析し、高リスク高齢者の検出(A)が可能な項目を見つけ出す。分析ツールはAmazon RekognitionとOpenposeを使用する。Amazon Rekognitionは、AIを活用した画像認識サービスであり、表1仮説一覧の評価項目1,2の画像分析に用いる。OpenposeはCVPR2017で発表された単眼カメラの映像から全身の骨格25点が座標データとして取得可能なアルゴリズムであり、表1仮説一覧の評価項目3以降の歩行分析に用いる。

踏切内の危険検出(B)の方法は、踏切内を撮影した映像を画像に変換し、踏切横断者が踏切内に進入した際に、踏切内にオブジェクト=人が検出できるか分析する(Amazon Rekognitionを使用)。もし検出可能であれば、立往生等の危険な状況を検出できる。

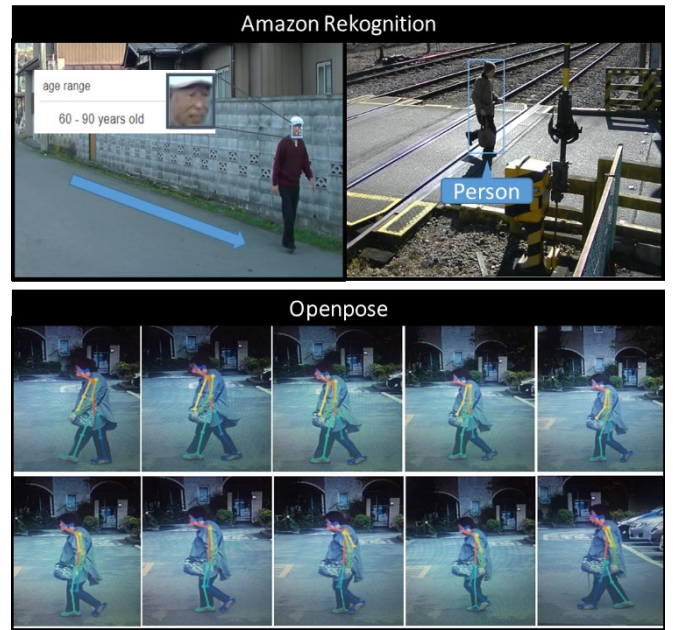


図1 分析ツールの使用例

研究対象は28人（本学学生14人、デイサービスに通う杖を使用する高齢者14人）であり、室内空間での6mの歩行映像を正面から撮影した。

## 3. 分析結果

表1 評価項目の仮説の分析結果 (A)

評価項目		スクリーニング I	スクリーニング II
1	年齢	○	×
2	オブジェクト(杖)	○	×
3	歩行速度	○	○
4	歩幅	○	○
5	上半身の揺れ	分析中	
6	腰の曲がり具合	分析中	
7	脚の動き	○	△
8	歩行波形	分析中	

2段階のスクリーニングで高リスク高齢者を抽出する方法を提案する。初めに、高齢者の特徴的な歩行を探るため、若者と高齢者の比較をし（スクリーニング I）、次に特に高リスクな高齢者の特徴を探るため、一般の高齢者と高リスク高齢者を比較し分析する（スクリーニング II）。高リスク高齢者の抽出は、筆者が映像から主観で判断し、4人を抽出した。

### 3.1 スクリーニングⅠ

【年齢・オブジェクト】年齢推定は71%の確率で推定可能であり、杖オブジェクトの検出は、64%の確率で検出された。高齢者の検知をする評価項目となりえると考えられる。

【歩行速度】6m歩行するのにかかるフレーム数(1frame=0.33sec)を比較する。高齢者の平均フレーム数 $\bar{x}$ が298、標準偏差 $\sigma$ が117であり、若者の平均フレーム数が144、標準偏差が12であった。F検定の結果、平均に大きく差があると分かった。

【歩幅】6m歩行時の歩数を比較。高齢者の平均歩数 $\bar{x}$ が16.0、標準偏差 $\sigma$ が4.1であり、若者の平均歩数 $\bar{x}$ が9.5、標準偏差 $\sigma$ が0.7であった。F検定の結果、平均に大きく差があると分かった。

【脚の動き】本研究では128フレームのデータを2次元の座標データとして抽出し分析する。得られた座標は全て重心を(0,0)にし、首と重心の長さを1にして正規化を行った。

若者・高齢者1サンプルずつの膝x, y座標点(126フレーム分)を図2と図3に示す。若者と高齢者の膝xの標準偏差を比較すると、高齢者の膝xの標準偏差のほうが大きい。次に若者・高齢者14サンプルずつの膝x, y座標点の標準偏差を求め、両者でx, y座標点の標準偏差の平均に差があるかを比較する。xの標準偏差の平均はサンプル数を増やしても高齢者のほうが大きく、t検定を用いた片側検定(有意水準5%)より、両群の平均値に差があるという結果となった。また、yの標準偏差の平均は、両群に差がないと分かった。

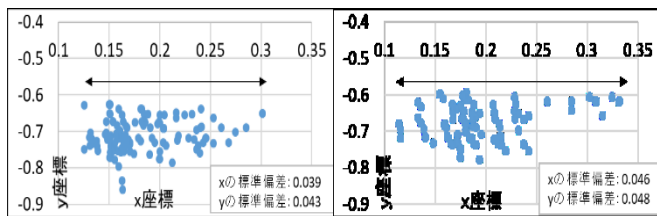


図2 若者の膝の座標

図3 高齢者の膝の座標

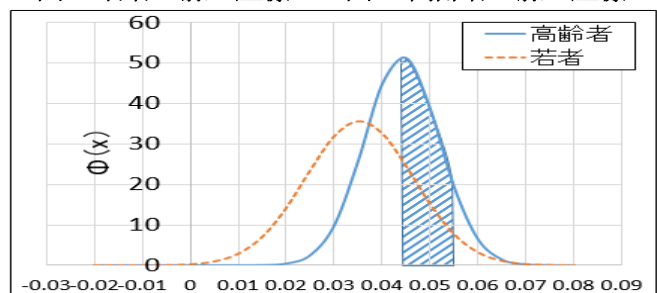


図4 膝xの標準偏差

### 3.2 スクリーニングⅡ

スクリーニングⅠで評価項目となりえると判断できた“年齢、オブジェクト、歩行速度、歩幅、脚の動き”をスクリーニングⅡで詳しく分析する。

【年齢・オブジェクト】年齢推定の結果には幅があるため、高齢者と高リスク高齢者の区別は不可能であった。杖オブジェクトは一般の高齢者も所持する可能性があり高リスク高齢者の判定には利用できない。

【歩行速度・歩幅】高リスク高齢者4人それぞれの歩行速度は、全28人のフレーム数の平均値 $\bar{x}$ (=221)+1.13×標準偏差 $\sigma$ (=116)以上の値を示した。4人それぞれの歩幅は、全28人の歩数の平均値 $\bar{x}$ (=12.7)+0.97×標準偏差 $\sigma$ (=4.4)以上の値を示した。これより、高リスク高齢者の早期検出には歩行速度・歩幅が有用と考える。

【脚の動き】高リスク高齢者4人それぞれの膝xの標準偏差は、高齢者14人の平均値 $\bar{x}$ (=0.044)+0.258×標準偏差 $\sigma$ (=0.008)以上の値を示し、図4の網掛け部分に含まれる。結果、若者と高齢者の重なる部分が大きく、高齢者と高リスク高齢者が入り混じっているため、高リスク高齢者の検出に有用とは言い切れない。しかし、年齢推定との組み合わせや、サンプル数を増やした分析により、高リスク高齢者の検出が可能な評価項目になる可能性があると考えられる。

### 3.3 踏切内の危険検出結果(B)

画像分析の結果、踏切横断者が踏切内に進入した際に、踏切内にオブジェクト=人が検出された。よって、踏切内の危険な状況を検出可能である。

## 4. まとめ

若者と高齢者を判別する評価項目は年齢、歩行速度、歩幅、脚の動きであった。高リスク高齢者の検出が可能な評価項目は、歩行速度、歩幅であり、脚の動きからの検出には課題が残った。実用化には、映像のクオリティが、光/影、振動(電車、車、風)によって影響を受けることや、地面の傾斜とカメラの角度によって取得できる座標の誤差、夜間用暗視カメラの必要性など課題はある。しかし、安価でカメラを設置すれば、すぐに実用可能な踏切事故対策としての可能性は見出すことができたと考えられる。踏切事故の撲滅に向け、今後は様々な条件下でも高リスク踏切横断者の早期検出が可能となる研究がなされ、早急な実用化を期待する。