

眼鏡型デバイス搭載センサを用いた通学路の歩行挙動分析

秋田工業高等専門学校 学生会員 ○今野 迅人
秋田工業高等専門学校 正会員 長谷川裕修
秋田工業高等専門学校 非会員 大淵 翌華

1. はじめに

平成 24 年 4 月に京都府亀岡市で発生した登校中の児童の列に自動車が入り込む事故を始め、登下校中に児童が死傷する事故が連続して発生したことを受けて緊急合同点検が実施されるなど、通学路・生活道路における交通安全対策の検討^{1), 2)}が行われており、交通安全対策の重要性が高まっている。しかしこれらの検討は、学校や PTA、道路・交通管理者らによるものであり、実際に道路を利用する学生などの利用者側の視点にはあまり重点が置かれていない。実際に利用者が「どのような経路」を「どのように通っているのか」を把握しないまま安全対策を実施しても本当に効果があるのかという点では疑わしく、検討は不十分であると言える。そのため、効果的な交通安全対策の立案には利用者視点からの道路環境・交通環境の現状把握、問題点の抽出といった検討も行う必要がある。

また、交通安全対策実施後の安全性評価手法として、アンケートやヒアリングによる評価³⁾を行っている。しかしこれは、回答者の記憶・認識に左右されるため、主観的な評価手法である。実際に効果的な安全対策がなされているのかどうかを定量的かつ明確に判断することが出来れば、効果的な交通安全対策の立案、検討などに、大きく寄与できると考えられる。

以上を踏まえて本研究は、歩行者の歩行挙動に着目し、通学路における利用者視点での問題点の抽出、交通環境・道路環境の現状把握を可能にするとともに、安全対策実施後の安全性評価を定量的に行う手法を構築するための基礎的知見を得ることを目的として、通学路を利用する学生の歩行挙動を眼鏡型デバイス搭載センサによって把握することを試みるも

のである。具体的には、眼鏡型ウェアラブルデバイスである JINS MEME に搭載されている加速度センサ・ジャイロセンサによって測定されたセンサデータから、通学路における歩行挙動の特徴的なパターンを把握する方法を提案し、これらの特徴的なパターンを自動的に判別するモデルの構築を行う。

2. 歩行挙動の測定

(1)測定の概要

本研究は、通学路における学生の歩行挙動を把握することを目的として測定を行った。被験者は本校学生 6 名とし、測定区間は、土崎駅から秋田高専への通学路のなかで本校学生が最もよく利用する経路に限定した。測定には、JINS 社が開発した加速度センサ・角速度センサ・眼電位センサが搭載されている眼鏡型ウェアラブルデバイスの JINS MEME（以下 MEME）、GPS 受信機・気圧高度計・電子コンパス・光学式心拍数計などが搭載されている GARMIN 社製の活動量計である GARMIN vivoactive J HR（以下 VIVO）、全方位 360° 撮影が可能な GARMIN 社製のアクションカメラである GARMIN VIRB 360（以下 VIRB）という、3 つの測定装置を使用して、歩行挙動の測定を行った。

(2)歩行特性値の算出

MEME、VIVO によって得られたセンサデータを用いて、歩行特性値の算出および結果の可視化を行う。具体的には、1) 加速度センサ測定値の重力加速度単位への変換を行い、 x, y, z 軸方向の加速度 A_x, A_y, A_z を算出する。同様にジャイロセンサ測定値の角速度単位への変換を行い、 x, y, z 軸周りの角速度 G_x, G_y, G_z を算出する。2) センサデータに対して、Madgwick フィルタを適用して姿勢角 ϕ, θ を算出する。3) VIVO から得られた移動距離を元に移

キーワード：歩行者挙動分析、頭部挙動、慣性計測装置、センサフュージョン

連絡先：〒011-8511 秋田県秋田市飯島文京町 1-1 秋田工業高等専門学校

E-mail：k1712002@gm.akita-nct.ac.jp

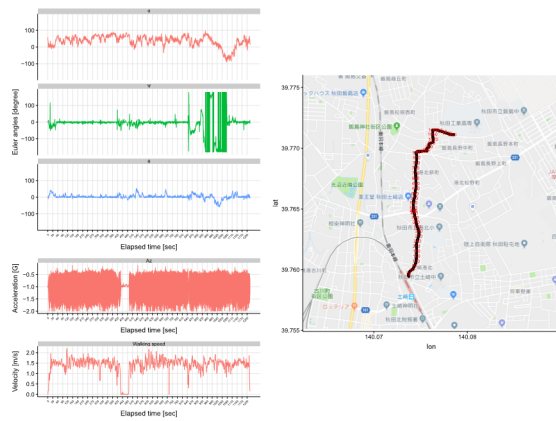


図-1 歩行特性値の時系列変動

動速度 V を算出する。4) 特性値の時系列変動をグラフ化, また GPS の緯度経度情報を元に, 地図データ上に移動経路プロットして, 結果を可視化する。結果の一例として, 2018 年 1 月 31 日の通学路の徒歩移動を測定したデータを可視化したものを図-1 に示す。

測定データごとに, この図と同様の図を作成し, 図と VIRB で撮影した映像とを参照しながら, 歩行挙動の抽出を試みた。その結果, 「1. ただ歩いている」「2. 注意しながら歩いている」「3. ただ止まっている」「4. 注意しながら止まっている」という, 4 つの歩行挙動が抽出された。

3. 歩行挙動判別モデルの構築と評価

算定した歩行特性値と抽出した歩行挙動との関係をクラス判別問題として, ランダムフォレストによる歩行挙動判別モデルの構築と評価を行う。

(1) 歩行挙動判別モデル

2. (2)で抽出した 4 つの歩行挙動を, 歩行挙動クラスラベルとしてデータに付値した。このデータのうち半分を非復元ランダム抽出で抽出し, モデルの学習に用いる学習用データとする。そして残りの半部分をモデルの評価に用いる検証用データとする。モデルの構築にあたり, 入力値は, 加速度 A_x, A_y, A_z , 角速度 G_x, G_y, G_z , 姿勢角 ϕ, θ , 歩行速度 V の 10 変数からなる歩行特性値であり, 出力は「1. ただ歩いている」「2. 注意しながら歩いている」「3. ただ止まっている」「4. 注意しながら止まっている」の 4 種類の歩行挙動ラベルである。

(2) 歩行挙動判別モデルの評価

3. (1)で構築した歩行挙動判別モデルに学習用に用いなかった検証用データを入力し, 出力されたクラスラベルを判別結果とした。その結果を表-1 に示す。モデル全体の評価として, 全体精度 = 0.994 であ

表-1 RF モデル混同行列

		観測			
		1	2	3	4
予測	1	480104	2337	80	626
	2	43	5159	0	3
	3	59	0	10999	9
	4	5	0	10	2257

1: ただ歩いている, 2: 注意しながら歩いている

3: ただ止まっている, 4: 注意しながら止まっている

表-2 クラス別評価指標

評価指標	観測			
	1	2	3	4
適合率	0.994	0.991	0.994	0.993
再現率	1	0.689	0.992	0.78
F値	0.997	0.813	0.993	0.874

り非常に高い。しかし本研究で用いたデータセットはクラス 1 が圧倒的に多い不均衡データである。そこでクラス間のデータ数の多寡を考慮しない平均精度を求めると, 平均精度 = 0.863 であった。全体精度と比較すれば低いが高精度と言える。

またクラス別の評価の結果を表-2 に示す。適合率はいずれのクラスでも 0.99 を超えており, 非常に高い一方で, 再現率でのクラス 2 は 0.689 と本来別のクラスであるものを, クラス 2 であると誤判別しやすい傾向にあることが明らかとなった。

4. おわりに

本研究の成果は以下の 2 点である。1) 眼鏡型ウェアラブルデバイス搭載センサを用いて歩行挙動を把握する方法を提案した。2) 全体精度で 0.994, 平均精度で 0.863 と高い判別能力を示す判別モデルを構築した。今後は, ランダムフォレスト以外の分析手法の比較検討, パラメータ最適化の実施, クラス 2 の再現率改善などを行い, 更なる精度の向上を図りたいと考えている。

参考文献

- 1) 内閣府中央安全対策会議：第 10 次交通安全基本計画
<https://www8.cao.go.jp/koutu/kihon/keikaku10/index.html>, 閲覧日：2018-12-11
- 2) 国土交通省道路局：通学路の交通安全対策,
<http://www.mlit.go.jp/road/sesaku/tsugakuro.html>, 閲覧日：2018-12-11
- 3) 浜松市通学路交通安全プログラム（浜松市 HP）
<https://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/dourokikaku/traffic/tuugakuro/tuugakuro.html>, 閲覧日：2018-12-11