

## GIS 拡張のための歩容による注意散漫度合いの推定 Estimating Distracted State from Deviated Gait for GIS

植村 喜弘<sup>†</sup>  
Yoshihiro Uemura

梶原 祐輔<sup>‡</sup>  
Yusuke Kajiwara

島川 博光<sup>‡</sup>  
Hiromitsu Shimakawa

### 1. はじめに

World Health Organization によると、交通事故による死亡者数は、全世界で毎年約 124 万人である。このうち歩行者の死亡数の占める割合は 22%で、日本は 33%程度である。歩行者を巻き込んだ交通事故には 2 つの人的過失があると考えられる。歩行者側の過失とドライバー側の過失である。ドライバー側の過失による交通事故を未然に防ぐ取り組みとして、Geographic Information System (GIS) が利用されている。GIS とは、位置情報を持ったデータを一元的に管理し可視化することで、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術である。GIS を利用した Safety Map[1] は、交通事故履歴や急ブレーキ数などを可視化し、交通事故件数の削減に貢献している。しかし、これは統計情報に依存しており、歩行者の過失を考慮していない。ここで、歩行者側の過失として、周囲への注意欠如などが挙げられる。

本研究では、注意散漫な歩行者を見つけ、事故を未然に防ぐためのシステムを提案する。事故を防ぐためには周囲に注意を払う必要があるが、考え事など、マルチタスクで歩行しているさい、注意散漫状態となる。例えば、同行者と会話しているさいや、多忙による過負荷などが考えられる。したがって本研究では、並行して複数の動作をしている歩行者を見つけ、注意散漫度合いを推定する。推定した情報を GIS に付加することで、カーナビなどを通し、ドライバーに注意を喚起することができる。例えば、カーナビによる経路推薦時、運転手は早期に歩行者の状態を把握でき、経路決定のさいに考慮することができる。また、同時に注意散漫状態にある歩行者に注意を促すことができる。これにより、歩行者側の過失による事故を未然に防ぎ、安心・安全を享受することができる。

### 2. 関連研究

本研究では、歩行者の注意散漫度合いを把握する。注意散漫に関連した既存研究を以下に示す。Hamaoka らは、ユーザの頭上に加速度センサを設置し、頭の回転から前方車両への認知を検知している [2]。他にも、スマホ内蔵の加速度センサ値の標準偏差による、歩きスマホの検知や、対象への注目度を算出した研究が挙げられる。しかし、注意散漫状態になる要因はこれらだけではなく、考え事や多忙など、複数考えられる。これらの既存研究はそれぞれ特定の動作のみに着目しているため、複数の動作に着目した場合、それぞれを適用する必要がある。Killane らは、歩行時の注意散漫状態を脳波センサにより把握している [3]。しかし、脳波センサは導入にコストがかかり、測定環境も限定的である。したがって、低コストで特定の動作だけでなく、複数の動作による注意散漫を把握する必要がある。



図 1: 手法概要図

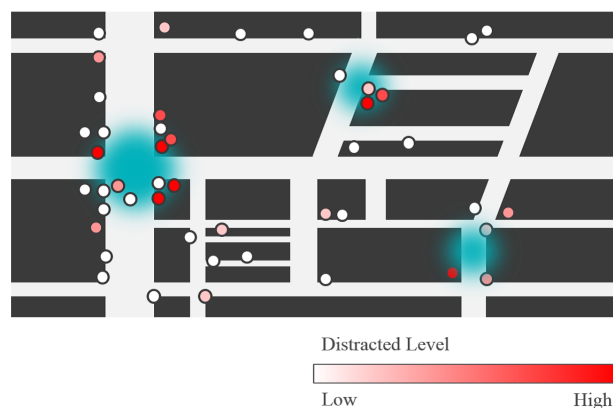


図 2: Dynamic Attention Map

### 3. センシングによる注意散漫度合い推定

#### 3.1 手法概要

本研究では、歩容に着目し、注意散漫度合いを推定する。歩きスマホや歩行中の荷物運搬状態は歩容に影響を与える [4]。また、加速度センサを用いて歩行成分を取得することができる。したがって本研究では、加速度センサにより取得される歩容特徴から注意散漫度合いを推定する。近年、加速度センサはスマホやウェアラブル端末に内蔵されている。これらの端末の普及率は上昇しており、新たなセンサを必要としないため、コストを抑えることができる。

手法概要図を図 1 に示す。注意散漫な歩行者の位置、及び注意散漫な歩行者の多い区画をマップへ反映する。これにより情報の付加されたマップを、本手法では Dynamic Attention Map (DAM) と呼ぶ (図 2)。○は歩行者を意味し、色の濃度は注意散漫度合いを示している。生成される DAM を GIS へ反映し、カーナビ等を通してドライバーに共有する。また、注意散漫度合いの高いユーザへは注意を促す。これにより、歩行者側の過失による事故を未然に防ぐことができる。

<sup>†</sup>立命館大学大学院情報理工学研究所

<sup>‡</sup>立命館大学情報理工学部

表 1: 被験者 1 における Z 軸加速度の平均値・標準偏差

	平均値		標準偏差	
	負荷無	負荷有	負荷無	負荷有
D	1500	1442	876.3	830.2
C	1495	1443	878.2	826.8
A	1509	1440	876.4	810.8
E	1503	1459	880.8	845.0
B	1493	1464	857.1	836.1

### 3.2 注意散漫とワーキングメモリ

注意散漫状態は、複数の動作を同時並行して行っている間に陥る。ここで、ワーキングメモリに着目する。ワーキングメモリとは、個人の持つ仕事の処理能力を示しており、個人によって容量が異なる擬似的なメモリである。これは脳により制御されており、情報の保持や更新、処理を担っている。ワーキングメモリは複数の動作を同時並行したさい、容量を超過し、パフォーマンスにエラーが生じる。例えば、運転中の携帯電話使用による前方不注意事故や、鍋に火をかけたまま電話することによる火災事故などが挙げられる。また、脳の覚醒度により、注意散漫度合いも変化するが、歩行中は覚醒度が高いと考えられる。本研究では、覚醒状態での歩容特徴から、ワーキングメモリの使用量を推定する。そして使用量が多い場合を注意散漫度合いが高いと定義する。

本手法は学習フェーズと識別フェーズを必要とする。学習フェーズでは、ワーキングメモリ使用量とその時点での歩容を教師信号とし、注意散漫度合い推定モデルを作成する。加速度センサによって取得された 3 軸 (X, Y, Z) のセンサ値から特徴成分を算出する。そのうち重要な働きをするものを抽出し、それに基づいた推定モデルを構成する。識別フェーズ、すなわち新規ユーザがシステムを利用するさいは、取得される加速度に対し、学習フェーズと同様の処理をし、特徴成分を算出する。これを推定モデルに入力し、注意散漫度合いを推定する。

## 4. 歩容と注意散漫状態の関係評価

### 4.1 実験目的と概要

ワーキングメモリが消費されたさい、歩容が乱れるかを検証するために実験した。被験者は運動習慣の無い 20 代男性 2 名 (それぞれ、被験者 1, 被験者 2 とする) で、右足の甲に加速度センサを設置し、10ms ごとに 3 軸加速度値を取得した。進行方向を X 軸とし、進行方向に対し左右方向を Y 軸、上下方向を Z 軸とした。実験環境は、幅約 3.0m の廊下で、片道 50m を 5 往復する。往路は無負荷で、復路は想起問題を負荷した。想起問題では、被験者はあるキーワードについて、それに該当するものを口頭で挙げる。今回キーワードは、世界の国名、都道府県名、赤い食べ物、魚の名称、哺乳類の名称の 5 種である。これを順に負荷 A から E と呼称する。また、実験後に相対評価による難易度をアンケートを実施した。

### 4.2 結果

被験者 1, 2 における実験結果を表 1, 表 2 に示す。表に表す負荷の順序はアンケートにより得られた、難易度の高い順である。

表 2: 被験者 2 における X 軸加速度の平均値・標準偏差

	平均値		標準偏差	
	負荷無	負荷有	負荷無	負荷有
C	1035	1119	968.1	1021
E	1038	1160	978.3	1071
D	1039	1104	966.8	1019
B	1076	1048	1006	916.9
A	1072	1125	1039	1017

今回、被験者ごとに差の最も大きい成分が異なった。被験者 1 は Z 軸成分、被験者 2 は X 軸成分である。被験者 1 について、それぞれを比較すると、負荷有の場合の方が平均値及び標準偏差が低い。したがって、被験者 1 はワーキングメモリが消費されたさい、足の上下移動がゆっくりになり、歩行を安定させようとしていると考えられる。被験者 2 について、負荷 B 以外について、負荷有の場合の方が平均値及び標準偏差が高い。すなわち、被験者 2 はワーキングメモリが消費されたさい、早足で歩幅が安定せず、身体制御が疎かになっていると考えられる。また、負荷 B に対して、被験者 2 はあまり負荷を感じていないが、実験中に回答に詰まる場合が複数回見られた。したがって、答えに詰まったさいの歩行特徴の変化が、平均値及び標準偏差に影響を与えたと考えられる。今回、相対評価による難易度によって、平均値及び標準偏差に特徴的な変化は見られなかった。

## 5. おわりに

本研究では、GIS 拡張のための歩行者の注意散漫度合いを算出する手法について議論した。ワーキングメモリの消費量の観点から注意散漫度合いを定義し、歩容からこれを推定する手法を提案した。実験から、歩行特徴に個人差があるものの、歩容とワーキングメモリの消費量に関係があることが示唆された。今後は、平均値や標準偏差だけでなく、時系列に沿った歩容の変化に着目し、取得データを詳細化する。また、難易度を主観的な評価だけでなく、想起問題への回答数など定量的な視点からも評価する。

## 参考文献

- [1] Honda: SAFETY MAP 【みんなでつくる安全マップ】, Honda(online), [http://www.honda.co.jp/safetymap/\(2016.06.14\)](http://www.honda.co.jp/safetymap/(2016.06.14)).
- [2] Hamaoka, H., et al.: A Study on the Behavior of Pedestrians when Confirming Approach of Right/Left-Turning Vehicle while Crossing a Crosswalk, Proc. of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 2013.
- [3] Killane, I., et al: Measurement of Attention during Movement: Acquisition of Ambulatory EEG and Cognitive Performance from Healthy Young Adults, IEEE EMBS, 2013.
- [4] 植村喜弘他: 足取り取得によるパーソナリティを考慮したユーザ状態の推定, 情報処理学会論文誌, Vol.56, No.12, pp.2358-2369, 2015.