

バスの車内事故防止支援システムに関する研究

河田 璃久† 藤橋 卓也‡ 遠藤 慶一‡ 黒田 久泰‡ 小林 真也‡
 †愛媛大学工学部情報工学科 ‡愛媛大学大学院理工学研究科

1 はじめに

わが国におけるバスの利用者数は、年々減少傾向にあるものの、輸送人員は現在でも42億人を超え、多くの人が移動手段としてバスを利用している[1]。しかし、多くの人々が利用する一方で、バスの事故も多発している。なかでも、バスの事故のうち車内事故の占める割合は多い。国土交通省自動車局によると、平成27年におきた1772件のバスの事故のうち、車内事故の件数は490件で、約3割を占めている[2]。バスの車内事故件数自体は年々減少傾向にあるものの、依然深刻な事態である。このような状況により、バスの運転手に安全運転を強く意識させることによって車内事故の発生を抑制することが求められている。

そこで本研究では、バスの走行時における加速度情報をデータ化することで、バスの乗り心地に関する分析を行うとともに、車内事故防止を支援するシステムを開発する。本システムでは、安全運行のための基礎データである加速度情報を計測端末上に蓄積するとともに、乗り心地が悪いと分析された加速度の変化が起こったときに、バスの運転手に装着してもらうウェアラブル端末を通して通知することで、運転への注意を促すことが可能となる。

2 研究の概要

加速度情報計測用アプリケーションの作成

本研究ではまず、バス利用者の乗り心地に関するデータを分析するために、位置情報や加速度情報を計測して記録するアプリケーションを作成する。

加速度情報の計測・収集

作成したアプリケーションをインストールした端末を、5人の学生に所持させたまま実際にバスに乗ってもらい、加速度情報の計測・収集を行う。

収集した加速度情報の分析

収集した加速度情報をもとに、人が乗り心地が悪く感じるときの加速度情報を分析する。

運転手に通知を行うアプリケーションの作成

乗り心地が悪くと判定された加速度変化が起こった際に、バスの運転手が装着するウェアラブル端末を通して通知を行い、注意を促すアプリケーションを作成する。

3 加速度情報計測用アプリケーション

ここでは、本研究で作成した加速度情報計測用アプリケーションの機能について述べる。

3.1 加速度情報を計測する機能

加速度情報は、 x 軸方向の加速度情報、 y 軸方向の加速度情報、 z 軸方向の加速度情報を0.1秒ごとにそれぞれ取得し、それらの合成値を、揺れや振動の大きさとして記録している。しかし、記録した加速度には重力加速度が含まれているため、純粋な揺れや振動の大きさを計測できているとはいえない。そこで、純粋な揺れや振動の大きさのみを計測するため、計測した加速度から重力加速度を抽出・除去している。重力加速度の抽出・除去には、ローパスフィルタを用いる。重力加速度を抽出するローパスフィルタの計算式は以下の式のとおりとなる。

$$g[i] = \alpha \cdot g[i-1] + (1 - \alpha) \cdot d[i]$$

$$g[1] = d[1]$$

ここで、 g は重力加速度、 d は加速度センサで計測した値、 α は1未満の正の数である。 x 軸方向の加速度を a_x^2 、 y 軸方向の加速度を a_y^2 、 z 軸方向の加速度を a_z^2 とすると、3軸の合成値は以下の式から得られる。

$$x = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

ここで、 x は3軸の合成値を表す。

3.2 各種ボタンの設置

本アプリケーションでは、startボタン、stopボタン、乗り心地が悪く感じたときに押すボタン、作成したcsvファイルを一覧できるボタンをそれぞれ設置している。

本アプリケーションの画面は図1に示すとおりである。

- start ボタン
このボタンを押すと、加速度情報の取得を開始する。
- stop ボタン
このボタンを押すと、加速度情報の取得を終了する。また、これまでに取得した加速度情報がcsvファイルに保存される。



図1: 加速度計測用アプリケーションの画面 (Apple Watch)

Study on support system for in-vehicle accident prevention of bus

†R. Kawata

Department of Computer Science, Faculty of Engineering, Ehime University

‡T. Fujihashi, K. Endo, H. Kuroda, S. Kobayashi

Graduate School of Science and Engineering, Ehime University

- 乗り心地が悪いときに押すボタン
このボタンは、人が実際に乗り心地が悪いと感じたときに押すボタンとなっている。作成される csv ファイルにも、このボタンを押したことが記録される。このボタンが押されたときの周辺の加速度情報を分析することで、乗り心地が悪いと感じたときの加速度情報を分析する。
- csv ファイル一覧ボタン
このボタンを押すと、これまでに作成した csv ファイルを一覧で見ることができる。また、csv ファイルを選択して DropBox 等に保存し、後のデータの分析等に役立てることができる。

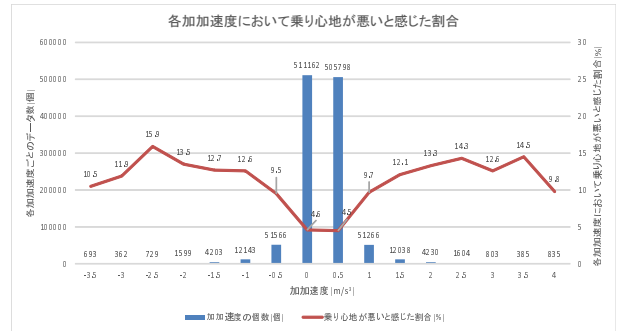


図 2: 各加加速度において乗り心地が悪いと感じた割合

4 加速度情報の分析

加速度情報計測用アプリケーションでは、乗り心地が悪いと感じたときに押すボタンを設けているため、乗り心地が悪いと感じる要因となった瞬間的な加速度変化の情報を知ることができる。しかし、乗り心地が悪いと感じるのは、必ずしも瞬間的な加速度変化によるものだけではなく、ある一定時間の刺激の蓄積または反応の遅れを伴って決定されている [3]。そこで本研究では、単位時間当たりの加速度の変化量をしめす加加速度 (m/s^3) に注目し、ある一定時間の加加速度の変化と乗り心地の良し悪しの関係について分析を行うこととした。

乗り心地が悪いときのボタンを押した時点から前 10 秒間の加加速度変化を、乗り心地が悪いと感じた要因として考え、それぞれの加加速度に対してどれだけの割合で乗り心地が悪いと感じているかの割合を求めた。各加加速度において乗り心地が悪いと感じた割合を示した図を図 2 に示す。図 2 によると、加加速度の絶対値が大きくなるにつれて、乗り心地が悪いと感じる割合が大きくなっていることがわかる。次に、最適な閾値 (乗り心地が悪いと判断する最適な加加速度の値) を決定するために、閾値をそれぞれ設定したときの、偽陽性率 (乗り心地が良いのに悪いと判断した割合)・偽陰性率 (乗り心地が悪いのに良いと判断した割合) を求め、表 1 にまとめた。表 1 から、閾値を大きく設定するほど偽陽性率は低くなり、偽陰性率は高くなっていることがわかる。これらの割合はどちらも低くなるのが望ましいが、偽陽性率と偽陰性率はトレードオフの関係にある。そこで、表 1 に示しているように、各閾値における偽陽性率と偽陰性率の相乗平均をもとめ、相乗平均を最も小さくする閾値 ($3.5m/s^3$) を最適な閾値として決定した。

5 運転手に通知を行うアプリケーション

加速度情報計測アプリケーションと同様に、バスの走行時における加速度情報を計測する。閾値を超える大きさの加加速度が計測された場合には、ウェアラブル端末にシグナルを送信し、バイブレーションによって運転手に通知を行う。

6 おわりに

本研究では、バスの車内事故防止を支援することを目的に、バスの車内事故防止支援システムを開発した。

表 1: 各閾値に対する偽陽性率・偽陰性率とそれらの相乗平均

閾値 (絶対値)	偽陽性率	偽陰性率	相乗平均
$0.5m/s^3$	11.62%	75.57%	0.30
$1.0m/s^3$	3.15%	91.77%	0.17
$1.5m/s^3$	1.22%	96.69%	0.11
$2.0m/s^3$	0.55%	98.49%	0.07
$2.5m/s^3$	0.30%	99.23%	0.05
$3.0m/s^3$	0.18%	99.58%	0.04
$3.5m/s^3$	0.12%	99.75%	0.03

本システムでは、単位時間当たりの加速度の変化量である加加速度に着目し、ある一定の大きさを超える加加速度が表れたときに、バスの運転手に通知を行うことで注意を促し、バスの車内事故防止を支援できるように努めた。

謝辞

本研究の成果の一部は、文部科学省事業「成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成 (enPiT2)」の助成を受けて実施した、実課題に基づく課題解決型学習により得られたものです。

参考文献

- [1] 国土交通省, “バスの車両数, 輸送人員及び走行キロ”, 2016
- [2] 国土交通省自動車局, “自動車運送事業に係る交通事故対策検討会報告書 (平成 28 年度)”, 2017
- [3] 王鋒・佐川貢一・猪岡光, “自動車の加減速と乗り心地の関係に関する研究”, 2000