

車車・歩車間無線 LAN 通信と携帯端末センサーによる  
マルコフ連鎖モデルを用いた交通事故防止システム

Traffic Accident Prevention System with Markov Chain Model by Wireless Signals and  
Sensors on Mobile Nodes

竹内 将真<sup>†</sup>, 内田 法彦, 柴田義孝

Shoma Takeuchi, Noriki Uchida, Yoshitaka shibata

### 1.はじめに

近年、交通事故において自動車同士または歩行者・自転車間の事故の大きさや発生数の多さが大きな社会問題となっている。特に歩きスマホや、自転車でスマートフォンを操作しながら運転することで引き起こされる問題は注目されるようになってきた。

そこで本研究では携帯端末の無線 LAN における電界強度とさらにジャイロセンサーの測定値とマルコフ連鎖モデルの応用で、自転車や歩行者に危険を知らせ注意喚起する事故防止システムを提案する。その有効性について、検証を行った。

### 2.関連研究

携帯端末には様々なセンサーが搭載されており、携帯端末を事故防止システムに用いる研究は多く行われている。例えば、マイクセンサーで電気自動車のモーターが発する高周波音を検知し、自動車の接近を検出する手法などがある[1]。しかし本研究では、車両のみならず、近年問題視される歩行者と自転車間の交通も考慮した車車・歩車間の事故防止システムを想定し、重力センサーや加速度センサーによる特徴量などを組み合わせることを提案する。

### 3.提案手法

携帯端末を用いることで自動車だけでなく歩行者や自転車でも使用できる事故防止システムを提案する。本省式は、まず携帯端末の無線 LAN の電界強度の値を、マルコフ連鎖モデルを応用したモデル式にあてはめ、時系列変化を考慮した閾値を超えた際に、電界強度の急激な変化とみなしユーザーに警告を行う。図 1 は提案手法の主な処理のフローである。

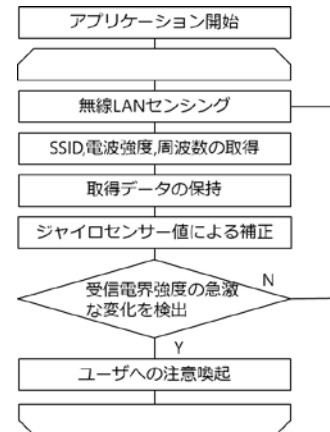


図 1.システムのフロー図

### 4.携帯端末による警告機能

提案するシステムでは電界強度の急激な変化を他端末の急接近に伴う衝突の危険性とし、ユーザーへ注意喚起を行い、マルコフ連鎖モデルを用いた以下のモデル式で危険を検出する。

$$X = \sum_{i=0}^n \alpha_i X_i + \delta$$

$$\sum_{i=0}^n \alpha_i = 1$$

ここで、 $X_i$ は時間 $t_i$ の計測値、 $\alpha_i$ は時間経過による重み付けである。 $\delta$ はジャイロセンサーによる特徴量を用いて移動体を類別し、それぞれに対する補正值とする。 $X$ が設定した閾値を超えるとユーザーへ警告を行う。

### 5.プロトタイプの実装

プロトタイプでは提案するシステムのうち、周囲の無線 LAN の受信電界強度のパラメータを取得し、その後テストデータとして保存するアプリケーションを実装した。またモデル式中 $\delta$ の決定のためジャイロセンサーのサンプルデータ取得用のアプリケーションを実装した。使用した

<sup>†</sup> 福岡工業大学 Fukuoka Institute of Technology

<sup>‡</sup> 岩手県立大学 Iwate Prefectural University

デバイス Nexus5 の OS は Android ver.7.0、アプリケーションは Android studio 2.1.2 により Java で実装した。ターゲット API は Android ver.6.0 である API23 にした。図 2 はプロトタイプの端末画面である。



図 2.プロトタイプの端末画面

## 6.実験

モデル式 $\delta$ 決定のためにジャイロセンサーで通常歩行とスマホ操作時の歩行の特徴量を計測した。通常歩行時は、端末をズボンの前ポケットへ、操作時は手に持って画面を見ながら歩行する。5人の被験者から取得した xyz 軸の各値を 3 軸合成値として縦軸に対しプロットする。

受信電界強度の測定は 50[m]の見通しの良い直線道路で行った。携帯端末を 2 台使用し、端末 A ではネットワーク共有を行い端末 B で端末 A の無線 LAN の受信電界強度の測定を行う。3 パターンの異なる移動速度で計測を行い、10[m]通り過ぎた箇所まで計測する。パターン 1 は歩行者を想定した 5[km/h]、パターン 2 は自転車をも想定した 15[km/h]、パターン 3 は自動車をも想定した 40[km/h]である。

## 7.実験結果と考察

表 1 は通常歩行でのジャイロセンサーによる特徴量ベクトル、表 2 はスマホを操作しながら歩行した際の特徴量である。グラフからスマホを操作している時は端末の揺れが少なく数値が小さいことが分かる。この結果はモデル式の補正值として有効であることを示し、モデル式への導入を今後検討する。表 3 は受信電界強度の計測結果のグラフである。3 パターンとも受信電界強度が 10[m]付近で急激に変化しており、提案手法の事故防止システムは有効であると考えられる。しかし問題もあり、パターン 2 とパターン 3 において速度の増加に伴い計測できたデータの数が増減している。これは Android API の WifiManager に、周囲の無線 LAN を検出する時間がかかることが原因であると考えられる。

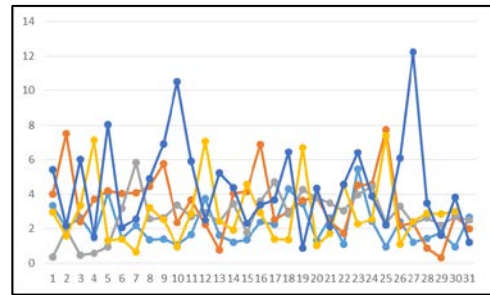


図 3. 通常歩行時の三軸合成値

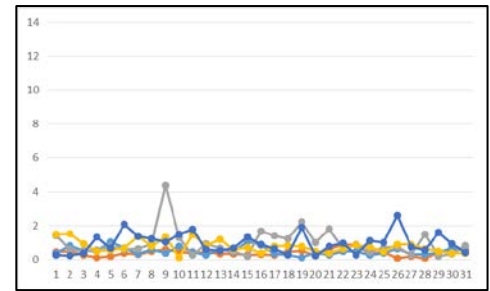


図 4.ながらスマホ歩行時の三軸合成値

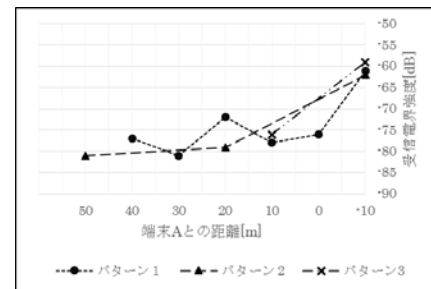


図 5. 端末 A との距離と受信電界強度のグラフ

## 8.まとめと今後の課題

本研究では、自転車や歩行者も考慮した車車・歩車間無線 LAN 通信と携帯端末センサーによるマルコフ連鎖モデルを用いた交通事故防止システムを提案した。実験の結果、受信電界強度の急激な変化を計測することができ提案手法は有効であった。また歩行者特徴量の違いも顕著であったため、提案手法であるモデル式の補正值として評価を行う予定である。また、無線 LAN 検出処理の速度と受信電界強度の計測の精度を向上させるとともに、システムに他のセンサーも補正值として導入し、より精度の高い事故防止のアルゴリズムを研究していく。

## 9.参考文献

- [1] スマートフォンを用いた電気自動車およびハイブリッド車の接近検知手法,高木雅 他,情報処理学会研究報告