

位置情報を利用した自転車とシニアカーの接近検知による衝突回避手法

古川晶平†, 平川豊‡, 平柳達哉‡

芝浦工業大学大学院理工学研究科† 芝浦工業大学工学部情報工学科‡

1. はじめに

近年、日本における高齢者人口の割合は増加しており、特に2025年には団塊の世代が後期高齢者となるため、より一層高齢化が進む。このため、高齢者の生活におけるモビリティを支援するシニアカーの利用者も増加することが予測される。

本研究では、高齢者が多い住宅街での使用を想定し、複数のシニアカーユーザと自転車ユーザの位置情報から接近を検知し、自転車ユーザに警告を発するシステムを提案する。また、処理台数が増えた場合にサーバでの処理を効率化するため、対象となるエリアの分割やデータベースの使用など、複数の手法を比較検討し、最適な手法を明らかにする。

2. 関連研究

スマートフォンを用いた歩行者と自転車との接近検知手法として、Bluetooth 通信によるGPS 情報を用いた手法が検討されている[1]。しかし、スマートフォンにおけるBluetooth 通信ではお互いの端末を認証するペアリングが必要である。利用場面を考えると不特定他者と通信が必要でありBluetooth の利用は困難である。

3. 提案手法

本研究では、サーバを用いて自転車とシニアカーの位置情報を管理することで自転車へのシニアカー接近を検知し、自転車に警告を出すことで衝突を回避する。提案手法では、サーバを用いる事で不特定かつ複数のユーザを対象にすることが可能となり、また、早期の段階でお互いの接近を検知し、警告することが可能となる。

以下に提案手法の流れを記す。

- ① 自転車とシニアカーの位置情報(ID, 緯度, 経度, エリア番号)をサーバに送信し、サーバは受信したシニアカーの位置情報をエリア番号毎に分けて保存する。エリア全体の大きさは4km×4kmで、それぞれのエリアが200m×200mの全400エリアに分ける。
- ② 受信した自転車の位置情報を基に、自身の属するエリアとその周辺エリアに存在するシニアカーとの距離を比較する。
- ③ サーバは自転車ユーザ端末に対し、一定距離以内にシニアカーが存在する事を警告する。

Collision Avoidance Method by Location-Based Bicycle and Senior Car Proximity Detection

†Shohei Furukawa, ‡Yutaka Hirakawa, ‡Tatuya Hirayanagi

†Electrical Engineering and Computer Science, Shibaura Institute of Technology, Tokyo, Japan

‡Computer Science and Engineering, Shibaura Institute of Technology, Tokyo, Japan

4. 実験・評価

提案手法の実現に向けて、サーバ性能評価実験を行った。

実験の実装環境として、CPUにInter Core i7@4.00GHz、メモリ96GB、データベースにはMySQL、開発言語としてPython、C言語、スマートフォンはSHARP SH-M07を用いた。システム全体の処理の流れとして、まず、自転車ユーザの位置情報は0.5秒毎、シニアカーユーザの位置情報は1秒毎に送信される。シニアカーの位置情報をデータベースに格納し、サーバは自転車の位置情報を基に、データベースに格納されているシニアカー情報の検索を行うクエリを投げる。クエリは、それぞれの自転車、シニアカーの緯度及び経度の値を元に距離の比較を行い、近くにいるシニアカー情報を取得する。また、その際この検索を効率化するため、エリア分けを行い、自転車が存在するエリアとその周辺のエリアに存在するシニアカー情報を対象として検索を行う。なお、今回データベースに送るクエリは自転車の(ID, 緯度, 経度, エリア番号)であり、結果として、その自転車への距離が近づきつつあるものの中で最も近くにいるシニアカーの(ID, 自転車の距離)を受け取る。

実験では、提案手法のエリア分けの有効性を確かめるため、エリア分けを行わない方法と、エリア分けを行う方法の2つについて比較を行った。最初に、複数の自転車とシニアカーを実験エリア内にランダムに配置した。シニアカーの速度を6km/h、自転車の速度を12km/hと設定し、自転車ユーザの情報が送られてくる0.5秒以内に返信なく処理することのできるシニアカーユーザの台数を求めた。エリア分けを行わない場合の結果を表1、エリア分けを行った場合の結果を表2に示す。

表1 自転車数が一定の時のシニアカーの処理台数

データベースあり エリア分けなし	自転車の台数		
	100台	200台	300台
シニアカーの台数	50台	20台	8台
サーバ及びDBの処理遅延時間	0.423秒	0.460秒	0.490秒

表2 エリア分けとシニアカーの処理台数の関係

データベースあり エリア分けあり	自転車の台数		
	100台	200台	300台
シニアカーの台数	325台	200台	150台
サーバおよびDBの処理遅延時間	0.457秒	0.451秒	0.460秒

表1と2を比較すると、エリア分けをすることでより多くの台数を処理できるということが分かる。

次に、シニアカーのデータの保存にデータベースを用いない場合に、

シニアカーの処理台数や遅延時間がどのように変化するかを調査をした。ここでは、エリア分けを行わずにこれまでの実験と同じように0.5秒以内で処理できるシニアカーの台数を求めた。その結果を表3に示す。

表3 データベースを用いず、エリア分けを行わない場合のシニアカーユーザの台数

データベースなし エリア分けなし	自転車の台数		
	100台	200台	300台
シニアカーの台数	2600台	1400台	850台
サーバの処理遅延時間	0.467秒	0.449秒	0.466秒

表3の結果から、データベースを用いずの方が処理できる0.5秒以内に処理できる台数が非常に多いことが半明した。これは、データベースの処理が重いため処理時間が長くなったからだと考えられる。よって、以降ではデータベースを用いず手法で実験を行った。

また、これまでの実験では開発言語としてpythonを用いた実験を行っていたが、事前実験よりC言語を用いた方がより多くの台数を処理できることが半明したので、以降はC言語を用いて実験を行うことにした。

以上を踏まえ、データベースを用いずC言語で作成したものについて、これまでと同様エリア分けなし、ありのものと、新たな手法としてシニアカーの位置情報の経度方向について2分探索木を構築し、経度方向のみエリアを限定することで距離を比較するシニアカー数を限定し、さらに、1ヶ隣のデータへのアクセスを高速化したものについてそれぞれ限界台数と遅延時間を求めた。エリア分けを行わない場合の結果を表4、エリア分けを行わず、2分探索木を構築するものを表5、エリア分けを行った場合の結果を表6に示す。

表4 データベースなし、エリア分けなし

データベースなし エリア分けなし	自転車の台数		
	500台	2800台	1.55万台
シニアカーの台数	1.48万台	2800台	500台
サーバの処理遅延時間	0.425秒	0.438秒	0.470秒

表5 データベースなし、エリア分けなし、2分探索木構築

データベースなし エリア分けなし	自転車の台数		
	500台	4200台	3.48万台
シニアカーの台数	2.74万台	4200台	500台
サーバの処理遅延時間	0.404秒	0.455秒	0.412秒

表6 データベースなし、エリア分けあり

データベースなし エリア分けあり	自転車の台数		
	500台	1.74万台	33.57万台
シニアカーの台数	40.9万台	1.74万台	500台
サーバの処理遅延時間	0.433秒	0.413秒	0.411秒

表4と6を比較すると、エリア分けすることで、自転車が500台の時はシニアカーの台数が約28倍、自転車とシニアカーの台数を揃えて計

測した時はそれぞれの台数が約6倍ずつ、シニアカーが500台の時は自転車の台数が約23倍もの台数を処理できることが分かった。表1と2の結果も考慮すると、エリア分けをすることで、エリア分けをしない場合と比べ、非常に多くの台数を処理する事が可能である事が分かった。これは、距離を比較する必要のあるシニアカーの数がエリア分けをすることにより大幅に減るため、計算負荷が軽くなるからだと考えられる。この結果から、エリア分けが非常に有効である事が示された。また、表5の2分探索木を用いたものに関しては、エリア分けなしのものに比べると処理台数やや増えているが、2分探索木の構成をする処理が必要なこともあり、エリア分けをしたものに比べると処理台数は大幅に少ないため、エリア分けをしたものの方が優れているということが分かった。

次に、実際の使用を想定し、自転車ユーザにシニアカーの接近を知らせる際何メートル前から警告を出せば安全に止まることができるのかを調査した。提案手法では、シニアカーの接近を検知すると自転車ユーザへ警告を出す。警告を受け取った自転車ユーザはブレーキをかけ、自転車が止まった時点で5m以内にシニアカーが入っている割合(ヒヤリ・ハット率)を求めた。また、より現実の環境に近づけるため、シニアカーが一般的に使われる機会の多い住宅街と、道幅が広く車通りの多い大通りでスマートフォンを用い、GPSの誤差の値を計測し、そのデータをもとにGPSによる測定の誤差を考慮したうえで実験を行った。その結果を表7に示す。

表7 警告する距離とヒヤリ・ハット率の関係

	住宅街	大通り
警告する距離	ヒヤリ・ハット率	
15m	6.1%	3.3%
17.5m	1.9%	1.4%
20.0m	0.3%	0.3%
22.5m	0.0%	0.0%

5. まとめと今後の課題

本研究では、サーバを用いた自転車利用者向けシニアカー接近検知による衝突回避手法を提案した。結果として、エリア分けをすることにより、自転車とシニアカーの台数を揃えて計測した時点では、それぞれ約6倍もの台数を処理できるということが半明し、エリア分けが非常に有効であるということを示した。また、自転車へのシニアカーの接近を警告する距離に関しては、20m程度確保すれば衝突の危険が少ないということが半明した。

今後の課題として、今回半明した安全な警告する距離を元にエリア分けの最適なサイズを検証する。

参考文献

- [1] 吉田裕幸, 中野美由紀, 渡辺由佳子, 菅谷みどり, “移動体位置情報を利用した接近検知における自転車と歩行者の事故防止システム”, 情報処理学会研究報告, Vol.2015-UBI-46, No.10, pp.1-8, 2015-05
- [2] 警察庁, “電動自転車等の交通事故”, http://www.npa.go.jp/koutsu/kikaku12/shi_04jikojittai.pdf