

音波を用いたシニアカーと自転車の接近検知手法

阿部 太一†

† 芝浦工業大学大学院理工学研究科

平川 豊‡

‡ 芝浦工業大学工学部情報工学科

1. 研究背景

日本の高齢化率は年々増加しており、今後も高齢化は進行すると予測されている。それに伴い、高齢者の日々の生活を支援するシニアカーの利用者も増加することが予想される。しかし、シニアカーの交通事故は毎年200件前後発生しており[1]、利用者の増加とともに交通事故件数も増加すると考えられる。また、全交通事故に占める自転車関連事故の構成比は約20%前後で横ばい傾向が続いている[2]ことから、特にシニアカーと自転車との交通事故の多数発生が予想される。

また、本学ではシニアカーの自動運転セットボックスの研究開発プロジェクトが進められており、本研究ではその一環としてシニアカーと自転車との通信手法を検討する。

本研究では、高齢者が多い生活道路での使用を想定して、建物が交差点の直近まで迫っていて見通しが悪いなど自転車にとって条件が悪い交差点が多いことからシニアカーユーザと自転車ユーザが持つスマートフォンを用いて接近を検知する手法を検討する。

2. 関連研究

歩行者と自転車との接近検知手法としては、GPS情報とBluetooth通信を用いた手法が検討されている[3]。これは自身のスマートフォンと近接するスマートフォンとをBluetoothで接続し、それぞれのGPS情報から計算された両者間の距離が閾値より小さければ両者のスマートフォンに警告するシステムである。

しかし、この研究ではBluetoothの電波強度がClass1であるスマートフォンを使用し、通信距離が100mであることを前提としているが、スマートフォンに搭載されているBluetoothの電波強度はほとんどがClass2であり、通信距離は約10mである。そのため、実際の警告距離はこの手法の実験結果より小さくなるという問題点がある。

3. 提案手法

3.1. 手法概要

本研究で提案する手法は生活道路での使用を想定しており、ユーザの所有するスマートフォンを用いて20kHzの超音波の送受信によって接近検知を行う。人間の可聴域はおおよそ20Hzから20kHzであるが、人間の聴力は年齢とともに衰えるため、大人の可聴域の平

均は15~17kHzである。したがって人間の可聴域外となる20kHzの音波を用いることにより、使用中にユーザに音を感知させることなく通信することが可能となる。

本研究のシステム構成を図1に示す。シニアカーにはあらかじめスピーカを設置し、スマートフォン送信アプリケーションで生成した音波をスピーカを通して送信する。自転車にはハンドル部分にスマートフォンを設置し、スマートフォン受信アプリケーションで録音・解析を行い、接近を検知したら自転車ユーザが警告を受ける。本研究では送信アプリケーションと受信アプリケーションを作成した。

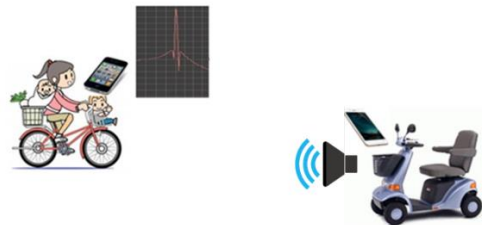


図1 システム構成

3.2. 接近検知アルゴリズム

受信アプリでは録音と同時に約0.093秒ごとの録音データについて高速フーリエ変換(FFT)を行って周波数成分に分解し、デシベル値を算出したのち、20kHzデシベル値について接近検知を行う。FFTに用いたサンプリング数は4096であり、サンプリングレートは44.1kHzである。ここで本研究では、接近検知手法について3つの手法を提案する。

手法1. 閾値設定

本手法では20kHzデシベル値について閾値を手入力により設定し、録音データの20kHzデシベル値が閾値を超えたら接近を検知したと判断して警告する。

手法2. 周辺周波数帯との差による検出

本手法では差を設定し、録音データの20kHzデシベル値と19~19.5kHz平均デシベル値との差が設定した差を超えたら接近を検知したと判断して警告する。

手法3. 重ね合わせて周辺周波数帯との差による検出

本手法では約0.093秒ごとの録音データを連続して複数個集め、周波数成分について平均値を算出(重ね合わせ)する。また差を設定し、その20kHzデシベル値と19~19.5kHz平均デシベル値との差が設定した差を超えたら接近を検知したと判断して警告する。

Detecting Approach of Mobility Scooters and Bicycles Using Sound Waves

†Taichi Abe, ‡Yutaka Hirakawa

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

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

4. 評価実験

大通りの交差点で評価実験を行った。交差点の先は道が広く音が反響しにくい環境である。また、曲がり角はコンクリートの壁が建てられており、見通しが悪い。うえに音が通り抜ける可能性は低い。衝突が予想される位置から6m離れた一方の地点に20kHzの音を送信させたスマートフォンとスピーカを設置し、曲がり角の他方で、十分離れた距離からゆっくりと接近しながら受信した。スマートフォンから警告を受けた地点で停止し、スマートフォン同士の距離（警告距離）を計測した。スマートフォンはASUS社のZenfone3 Z017DA、スピーカはSONY社のSRS-XB40を用いた。実験のイメージを図2に示す。

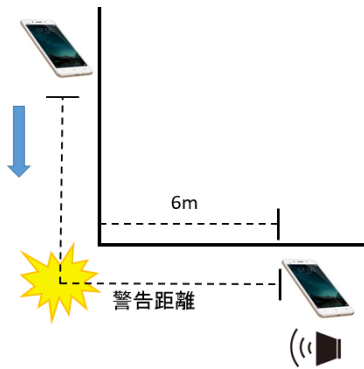


図2 実験のイメージ

手法1についての実験結果を示す。実験時の風速は受信者側から見て向かい風1.2m/sであった。実験直前に環境音の20kHz成分を調査したところ、デシベル値が-92~-79dBであったことから、閾値を-76dBと-72dBに設定して実験を行った。5回行った結果とその平均を表1に示す。

表1 手法1の警告距離

閾値	-76 dB	-72 dB
1回目	9.1 m	8.3 m
2回目	9.8 m	7.5 m
3回目	9.0 m	8.5 m
4回目	9.4 m	8.0 m
5回目	8.3 m	7.6 m
平均値	9.12 m	7.98 m

手法2についての実験結果を示す。実験時の風速は受信者側から見て追い風0.4m/sであった。差を正しく設定するため、実験直前に環境音の20kHz成分と19~19.5kHz成分について調査した。これらのデシベル値の差を15dB以上に設定すれば環境音による誤検知がなく接近検知を行えることが分かったため、差を15dBと20dBに設定して実験を行った。5回行った結果とその平均を表2に示す。

手法3についての実験結果を示す。実験時の風速は受信者側から見て追い風0.4m/sであった。差は手法2同

様15dBと20dBに設定し、重ね合わせ個数は3個と5個に設定して実験を行った。5回行った結果とその平均を表3に示す。

表2 手法2の警告距離

差	15 dB	20 dB
1回目	16.8 m	11.0 m
2回目	16.4 m	9.8 m
3回目	14.2 m	11.2 m
4回目	15.9 m	13.0 m
5回目	14.7 m	10.0 m
平均値	15.60 m	11.00 m

表3 手法3の警告距離

差, データ個数	15 dB, 3個	15 dB, 5個
1回目	10.4 m	10.2 m
2回目	12.4 m	11.0 m
3回目	9.6 m	10.2 m
4回目	13.0 m	8.0 m
5回目	11.9 m	12.1 m
平均値	11.46 m	10.30 m

手法1では環境音をあらかじめ確認し、それに余裕を持って閾値を設定したため、警告距離が短くなった。また、この手法は閾値設定後の急激な風速変化に対応できない。手法2では常に同じ時間の録音データの19~19.5kHz成分と比較して接近検知しているため、環境の変化に左右されにくく、十分な警告距離が得られた。手法3も警告距離の向上が見られたが、最大約0.4秒前のデータとの平均値を使用するため、最新のデータの検知精度を弱める結果となった。

5. まとめと今後の課題

本研究では生活道路での使用を想定し、20kHzの超音波の送受信によるシニアカーと自転車の接近検知手法を提案した。

今後の課題としてGPS情報を用いて交差点を認識し、方向に周波数を割り当てることで対向車の方向が認識できる接近検知システムを検討する。

参考文献

- [1] 警察庁, “電動車いすの交通事故”, https://www.npa.go.jp/koutsuu/kikaku13/shi_04/jikojittai.pdf
- [2] 警察庁, “平成29年における交通死亡事故の特徴等について”, <https://www.npa.go.jp/toukei/koutuu48/H29sibo/ubunnseki.pdf>
- [3] 吉田裕幸, 中野美由紀, 渡辺柚佳子, 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