

ベビーカー利用時における周囲への 動作予告手法の基礎検討

立花 巧樹¹ 富永 詩音¹ 大西 俊輝¹ 呉 健朗² 宮田 章裕^{1,a)}

概要：街中でベビーカー利用者と歩行者・自転車利用者の衝突事故が起こりそうな場面をたびたび見かけることがある。ベビーカー利用者と、歩行者や自転車利用者が衝突した場合、ベビーカーが横転するなどして、赤ちゃんの命に関わる事態が生じる可能性がある。この問題を解決するためベビーカーの次の動きを予測して周囲に通知するシステムを提案する。このシステムは、センサデータに基づいてベビーカーの次の動作を機械学習によって推測し、推定結果を LED を用いて周囲に通知する。また、システム全体をハンドルカバーとして実装することで、既存のベビーカーに後から導入できる点も特徴である。本稿では、提案コンセプト、および、プロトタイプシステムの構成を紹介する。

1. はじめに

街中でベビーカー利用者と歩行者・自転車利用者の衝突事故が起こりそうな場面をたびたび見かけることがある。[1]によるとベビーカーを利用中に人とぶつかったことがある、ぶつかりかけたと答えた人の割合は 79.6 %であった。ベビーカー利用者と、歩行者や自転車利用者が衝突した場合、ベビーカーが横転するなどして、赤ちゃんの命に関わる事態が生じる可能性がある。しかし、既存技術ではこの問題の解決は困難である。移動者同士の衝突を防止する研究事例は存在するが、ベビーカー利用者を想定したものではないため、この問題に直接適用することは難しい。

そこで我々は、ベビーカー利用者が特別な操作をすることなく、ベビーカーの次の動きを予測して周囲に通知するシステムを提案する。このシステムは、センサデータに基づいてベビーカーの次の動作を機械学習によって推測し、推定結果を LED を用いて周囲に通知する。また、システム全体をハンドルカバーとして実装することで、既存のベビーカーに後から導入できる点も特徴である。

本稿の貢献は下記のとおりである。

- ベビーカー利用者が特別な動作をしなくても、周囲の人にベビーカーの動作を予告できるインタラクションモデルを考案したこと。
- 上記モデルを実現するプロトタイプシステムを構築したこと。

2. 関連研究

本研究は、ベビーカー利用者と、その周囲を移動する歩行者や自転車利用者ととの衝突回避を目指すものであり、移動者同士の衝突回避を目指す研究分野に属する。この分野の研究事例として、2.1 節で移動者自身に注意を行う研究事例、2.2 節で周囲に注意を行う研究事例を紹介する。

2.1 移動者自身に注意を行う研究事例

移動者自身に注意を行う研究事例としては、[2], [3], [4], [5] が挙げられる。[2] は、自転車に複数のセンサを装着し、走行データをリアルタイムで分析し、危険な運転だと判定したら、自転車の運転者に警告を発するシステムである。[3] は、子供が自転車走行時、危険な運転を行った際、自転車走行中の子供に警告を発するシステムである。[4] は、自転車運転者に注意を行うタイミングを決定するために、自転車の運転内容を推測しようとする試みである。この研究では、自転車運転時に生じる加速度データに対し、k 近傍法や SVM などの機械学習手法を用いて運転内容を推測している。[5] は、移動者自身だけでなく、衝突する可能性がある相手にも注意を行うシステムを提案している。このシステムは、自転車利用者や歩行者の位置情報を GPS を用いて特定し、両者に衝突可能性がある場合には両者に警告を行う。

2.2 周囲に注意を行う研究事例

周囲に注意を行う研究事例としては、[6], [7] が挙げられる。[6] は、自転車利用者が次の行動を周囲に通知するシス

¹ 日本大学文理学部

² 日本大学大学院総合基礎科学研究科

^{a)} miyata.akihiro@acm.org

テムである。このシステムでは、サドル下部に LED が矢印型に取り付けてある。ユーザは、ハンドル部に設置されたレバー型スイッチを操作することで、LED を点灯させて周囲に移動方向を通知できる。[7] は、指先や腕が不自由な人向けの自動車用ウinkerシステムである。このシステムでは、ユーザは音声を発することで任意の方向にウinkerを作動させられる。

3. 研究課題

ベビーカー利用者と、歩行者や自転車利用者が衝突した場合、ベビーカーが横転するなどして、赤ちゃんの命に関わる事態が生じる可能性がある。移動者同士の衝突に関する研究事例は存在するが、この問題を解決することは難しい。

まず、ベビーカー利用者に、周囲の移動者との衝突のおそれがあることを通知するアプローチが考えられる。例えば、[2], [3], [4], [5] を用いれば、ベビーカー利用者に注意を行うことが可能かもしれない。しかし、ここには2つの問題が存在する。1つ目の問題は、これらの研究事例の多くが、自転車の操作モデルに基づいているということである [2][3][4]。自転車とベビーカーの操作方法は大きくことなるため、これらの研究事例をそのままベビーカー操作に適用できるとは考えにくい。2つ目の問題は、注意を行う対象が操作者であるということである [2][3][4][5]。我が子を乗せたベビーカーを押す親は、様々なことで頭がいっぱいである。日差しや温度は問題無いか、次の授乳・オムツ替えはどこで行おうか、我が子が泣きぐずっているが何の原因なのか、などを考えながら歩いているユーザに対して、システムが衝突に関する注意を通知することはユーザに大きな負担をかけることになるし、ユーザはその通知に気付かないかもしれない。

次に、ベビーカー利用者が自身の次の行動を周囲に通知することで、周囲の移動者との衝突を回避するアプローチが考えられる。例えば、[6], [7] を用いれば、ベビーカー利用者は自身の次の行動を周囲に通知できるかもしれない。しかし、上述のとおり、ベビーカー利用者の意識は、我が子のことを中心に様々な対象に向かっている。この状況において、次の行動の通知という新たな作業をユーザに課すことは現実的ではない。

上記の問題をふまえると、ベビーカー利用者と周囲の人の衝突を防止するシステムを設計するためには、2つの要件が考えられる。1つ目の要件は、注意の通知はベビーカー利用者ではなく、周囲に行くべきであるということである。2つ目の要件は、注意の通知はベビーカー利用者の明示的な操作によるものではなく、システムにより自動的に行われるべきであるということである。ここから、我々は、ベビーカー利用者が特別な操作をしなくても、周囲の人にベビーカーとの衝突を避けるための情報を通知するシ

ステムの実現を研究課題として設定する。

4. 提案手法

3章の研究課題を達成する方法として、我々はベビーカーの次の動きを予測して周囲に通知するシステムを提案する。これは、ユーザが特別な操作をせずとも、ユーザが操作するベビーカーの次の動きをシステムが予測して事前に周囲へ予告するシステムである。

システムは、入力部、動作予測部、出力部からなる。入力部は、ユーザが明示的な操作を行わなくても動作予測に必要なデータを取得できるように、センサを用いる。具体的には、圧力センサと加速度センサの利用を想定しており、詳細は5章で後述する。動作予測部は、入力部から取得するセンサデータに対して、機械学習手法を用いて分析を行い、ユーザの次の動作を予測する。出力部は、動作予測部による予測結果を周囲の人に通知する。具体的には、LED の点灯パターンを変化させることによる通知を想定しており、詳細は5章で後述する。

このシステムにより、ベビーカー利用者が特別な操作をしなくても、周囲の人にベビーカーとの衝突を避けるための情報を通知することができ、3章で述べた研究課題を達成できると考えられる。

5. 実装

5.1 ハードウェア構成

4章で述べたとおり、システムは入力部、動作予測部、出力部からなるが、これらを実現するハードウェアがベビーカーの随所に分散してしまうと、ユーザが自分のベビーカーに本システムを導入する手間が大きくなってしまう。そこで、我々は、システムを構成するハードウェアを一箇所に集約し、これらをハンドルカバー型デバイスとしてデザインする。これにより、ユーザは既存のベビーカーのハンドル部に本デバイスを装着するだけで提案システムを利用することができる。

具体的には、図1のようにハンドルカバー上に、入力部を実現する圧力センサ・加速度センサ、動作予測部を実現する Raspberry Pi、出力部を実現する LED を配置する。

5.2 入力部

図1に示すとおり、入力部は4つの圧力センサと1つの加速度センサからなる。圧力センサは、ユーザの手の動きを計測するために用いるものであり、ユーザがベビーカーを操作する際に圧力がかかりやすい左右の手のひらと指先が接する位置に配置する。加速度センサは、ベビーカーの上下・前後・左右の動きを計測するために用いるものであり、今後はベビーカーの回転運動を計測するためのジャイロセンサを併用することも想定している。

5.3 動作予測部

動作予測部は Raspberry Pi からなり、機械学習により構築したベビーカー動作予測モデルを用いて、入力部から取得したセンサデータをリアルタイムに分析してユーザの次の動きを予測する。

センサデータは、4つの圧力センサから得られたデータと、1つの加速度センサの x・y・z 軸のデータの、計7次元である。センサデータから抽出する特徴量としては、各次元の平均値・標準偏差や、複数次元間の相関係数を用いる。今後は Deep Learning による自動的な特徴量設計も視野に入れている。

動作予測モデル構築、および予測の実行には SVM を利用する。SVM はセンサデータから抽出した特徴量を入力とし、予測する動作クラスを出力する分類モデルを構築する。現時点では、動作クラスとして、Straight(直進)・Right(右折)・Left(左折)・Stop(停止) の4つを定義している。

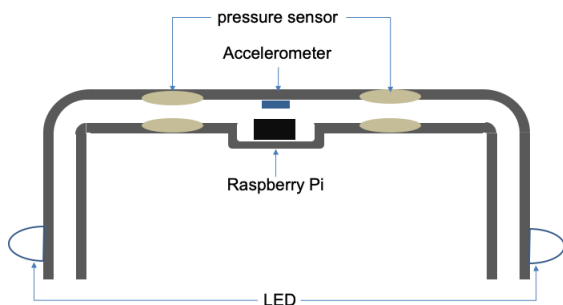


図 1 ハンドルカバーのプロトタイプ模型

Label	Straight	Right	Left	Stop
点灯箇所	無	右	左	両方
色	無	橙	橙	赤
状態	無	点滅	点滅	点灯
図				

図 2 ベビーカーの動作と点灯パターンに関連付け

5.4 出力

図 1 に示すとおり、出力部は 2 つの LED からなる。これらは、各方向から視認しやすいよう、ハンドルカバーの両端位置に配置してある。

LED は点灯パターンを変化させることで、ベビーカー利用者の次の動作を周囲に通知する。点灯パターンは、多くの人が日常的に見慣れている自動車のウインカーのものを参考にする。具体的には、図 2 のように、Straight のときは点灯なし、Right / Left のときは該当する方向の LED を橙色に点滅させる、Stop のときは両方の LED を赤色に

点灯させる挙動とする。

6. おわりに

本稿では、ベビーカー利用者と周囲の移動者の衝突回避を目指し、ベビーカーの次の動きを予測して周囲に通知するシステムを提案した。このシステムはベビーカー利用者の状況を考慮し、動作情報を周囲に通知している点、ベビーカー利用者には特別な操作が不要である点、ハンドルカバー型デバイスを既存のベビーカーに装着するだけで利用できる点が特徴である。今後は、動作予測の精度向上・精度測定実験、予測速度の高速化、デバイスの小型化を行う予定である。

参考文献

[1] 西本由紀子, 上野勝代: 公共交通機関におけるベビーカー利用に関する交通事業者の取り組みとベビーカー利用実態の変化について-神戸市の乳幼児の保護者を対象とした5年前の調査と比較して-, 日本建築学会大会学術講演梗概集・建築デザイン発表梗概集, Vol.2015, pp.7395 (2015).

[2] 下山直起, 安藤輝, 山和人, 石井貴拓, 平山雅之: マルチセンサを用いた走行解析による自転車事故防止システムの検討. 情報処理学会研究報告, システムと LSI の設計技術 (SLDM), Vol.2015-SLDM-170, No.51, pp.1-6 (2015).

[3] Matviienko, A., Ananthanarayan, S., Borojeni, S. S., and Feld, Y., Heuten, W., and Boll, S.: Augmenting Bicycles and Helmets with Multimodal Warnings for Children. Proc. the 20th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services (MobileHCI '18), pp.15:1-15:13 (2018).

[4] 後藤秀信, 三浦元喜: 加速度センサーを使用した自転車の挙動認識. 情報処理学会インタラクション 2014 論文集, pp.309-312 (2014).

[5] Yoshida, H., Hoshina, A., Nakano, M., and Sugaya, M.: Collision Detection for Bicycle and Pedestrian Exchange GPS Location in Smartphone. Adjunct Proc. the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proc. the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers (UbiComp/ISWC '15), pp.1583-1586 (2015).

[6] 小田切健太, 藤堂洋弥, 大橋拓馬, 諏訪達也, 田崎颯音, 出野雄大, 永野幸次郎, 林拓武: 自転車周辺機器の組込デバイス開発. 情報科学研究, No.38, pp.25-32 (2017).

[7] 池本涼夏, 北園優希: 顔方向と音声認識によるウインカー動作システム. 産業応用工学会全国大会 2017 講演論文集, pp.43-44 (2017).