

スマートフォン搭載の加速度センサ ジャイロセンサを使用した二輪車の挙動収集

神村 吏^{†1} 木谷 友哉^{†2} 渡辺 尚^{†3}

近年、車両通信の研究が盛んに行われている。しかし、ノードとなる車両について、二輪車と四輪車の違いに目を向けた研究は少ない。二輪車の挙動は、すり抜けが可能、車体を傾けて曲がるなど四輪車の挙動とは異なる点が多く、従来の ITS サービスを二輪車にそのまま使うことはできない。そこで、それらを区別し、二輪車特有の挙動を推定把握することで車両通信の効率化や交通安全支援を目指す。本研究では、近年普及しつつあるスマートフォンを通信デバイスとして用いることで通信デバイスの導入コストを下げ、スマートフォンに内蔵される加速度センサとジャイロセンサを使用して、車両の傾きなどの状態をセンシングするシステムを提案する。さらに、実際に二輪車にこのシステムを装着し、挙動データの収集する。実際に収集した結果から、二輪車の旋回挙動をジャイロセンサの Y 軸 Z 軸の値から把握可能であることを示す。

A system to collect a motorcycle's behavior using acceleration and gyro sensors on a smartphone

TSUKASA KAMIMURA,^{†1} TOMOYA KITANI^{†2}
and TAKASHI WATANABE^{†3}

Recently, inter-vehicle communication has drawn much attention but there are few researches focusing on difference between car and motorcycle. The mobility of motorcycles are much different from that of cars. Motorcycles can pass through cars easily and they must lean their body to turn. To support traffic safety and efficiency of vehicle communication, we investigate the mobility and behavior of motorcycles. In this study, we adopt a smart phone as the on-board unit in a motorcycle in order to cut the introduction cost of the device since smart phones have become popular. We propose a system to collect the motorcycle's behavior with the acceleration sensor, the gyro sensor on the smart phone. Through the experiment on road, we confirm that it is possible to understand the behavior of turning on road to see the value of the Z-axis and Y-axis of the gyro sensor output.

1. はじめに

高度交通システム (ITS) は、情報技術を駆使し車両や道路など交通にかかわる様々なことを安全化、高効率化するシステムの総称である。交通管理の効率化やカーナビの高機能化などの多くの研究分野が存在する。

ITS において、安全運転支援に関する研究の中に、車両通信を利用した安全運転支援システムがある。車両通信には、車々間通信 (V2V)²⁾、路車間通信 (V2I)、人車間通信 (V2H) などが考えられる。しかし、通信ノードとなる車両について二輪車と四輪車の違いに目を向けた研究は少ない。文献 2) によって紹介された次世代交通システムでは、非常に多くのデバイスを車両に取り付けることを前提としており、二輪車のような小さな車体では、そのようなデバイスの搭載はできない。

二輪車の挙動は、すり抜けが可能、車体を傾けて曲がるなど四輪車の挙動とは異なる点が多い。そのため、他車からは目視がしづらかったり、転倒による事故が発生しやすいという特徴がある。このように挙動が異なるために、四輪車を想定したサービスをそのまま使うことはできないことがある。例えば、二輪車がすり抜けを行おうとしているとき、四輪車側では衝突すると検知されてしまうなど、四輪車と二輪車を区別しないことから起こる問題が考えられる。さらに、二輪車は事故を起こした場合、身を守るものが少なく重傷、場合によっては死に至ることが四輪車に比べ多い。警視庁の 22 年度の統計によれば二輪車の事故時の致死率は四輪車の約 2.5 倍、重傷率は約 5 倍である。¹⁾ そこで、それらを区別し、二輪車特有の挙動を推定把握することで交通安全支援を目指す。また、二輪車がすり抜け中は、データ散布ノードになってより多くのデータを送信するなどし、車々間通信の効率化を目指す。

また、車車間通信は現段階では普及に至っていない。この原因として、現在の市販車で、通信機を搭載したものが少ない点や便利なアプリケーションやサービスが不在である点などが考えられる。

そこで、本研究では現在普及の兆しを見せているスマートフォンを通信機として使うこ

†1 静岡大学情報学部

Faculty of Informatics, Shizuoka University

†2 静岡大学若手グローバル研究リーダー育成拠点

Division of Global Research Leaders, Shizuoka University

†3 静岡大学創造科学技術大学院

Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

とを前提とし、またそれをアプリケーションを提供するプラットフォームとして使用する。これによって、通信機の後付コストを減らし、便利なアプリケーションを提案することで車両通信の普及を促進する。さらに、二輪車の挙動をセンシングする事にもスマートフォン搭載の3軸加速度センサ、ジャイロセンサ、GPSを使用することでセンサの後付コストなく車々間通信アプリケーションを提供できることを目指す。

本稿では、車両通信アプリケーションを提供する第一歩として、これらのセンサを使用し、二輪車両の傾きや車両状態をセンシングするシステムを提案する。また、実際に二輪車にこのシステムを装着し、挙動データの収集した結果を示す。

本稿の章構成を示す。第2章では、はじめに、二輪車事故防止の先行研究について述べる。第3章では、実験に使用したシステムの提案と実際の実験の結果を示す。第4章では、提案システムを実験し、結果を考察する。最後に第5章でむすびとする。

2. 関連研究

二輪車の安全運転支援や事故防止として我が国では、ASV(Advanced Safety Vehicle)⁵⁾というプロジェクトの下、研究が進められている。現在、主要自動車メーカーが参加し、四期まで開発がすすめられている。これには、カメラ映像を解析しその情報から事故防止や運転支援を行うものや、車々間通信や路車間通信を行い渋滞情報の流布、危険情報の流布を行うことなどが含まれている。また、文献4)では、通信機を搭載している車両と搭載していない車両が混在している状態を考え、その状態下でのシステムの安全性能を評価するために、車々間通信を用いた衝突警報システムをシミュレートしている。このような従来のシステムでは、四輪車のみを対象としており、二輪車は考慮されていない事が多い。文献2)では非常に多くの通信機器を搭載することを前提としている。このような、非常に場所をとるデバイスを二輪車に取り付けることは、積載能力の小さい二輪車にとって難しい。しかし、これらの車両は新規開発をベースに作られており次世代の車を作ることに重きを置いている。よって、これまで生産された車両には様々なカメラやセンサを後付けする必要がある。現在の普及している車両に大きな改修を加えずとも、これらのシステムを使えることが理想である。

本研究ではスマートフォンを車載器として用いてシステムを形成する。スマートフォンを利用して、車々間通信ネットワークを形成する先行研究として以下のようなものがある。文献3)では、特定エリア内の車両同士で迅速かつ多くの情報を共有することを目的とし、スマートフォンを用いて車々間通信を形成し位置情報の流布を行うプラットフォームが提案さ

れている。

二輪車は、四輪車と挙動が違うことですり抜けなどが可能である。このような特殊な挙動を把握可能であれば、すり抜け中の目視のしづらい場面での安全運転支援や、四輪車にはできない挙動を生かし、情報の収集や拡散を担うノードとして車々間通信の効率化につなげられる。

本稿で提案する手法では、近年普及しつつあるスマートフォンのGPSやセンサを使用し、二輪車の車両挙動のセンシングを行う。このスマートフォンのセンサを使うことによって、デバイスの導入のコスト無しに車両挙動をセンシングすることが可能となる。二輪車の車両単体での車両挙動把握は、MotoGP等のレースで車両の出力制御をし、転倒防止や旋回性の向上のために行われている。しかし、市販車レベルでは搭載されていない。

車載機器のコストが高いことや提供するサービスが不足していることで、車々間通信の普及は遅れている。しかし、筆者らが提案するシステムは、スマートフォンを用いることでこの問題も同時に解決できると考える。

3. 提案するスマートフォンを用いた二輪車向けITSシステムの概要

本研究は、二輪車の特有の車両挙動を把握し、その情報をスマートフォンを使用して周囲の車両と共有することで周囲の車両全体で協調した交通安全支援を目指す。その第一段階として、本稿では、スマートフォンに搭載されたセンサを使用して、二輪車の挙動を収集し把握可能かを実験する。

3.1 想定するシステム構成

本研究では、全ての車両にスマートフォンが搭載されているものとする。車載されたスマートフォンは、車両の停車時においてY軸の正方向が進行方向で、鉛直方向がZ軸負方向になるよう固定されているものとする。それらのスマートフォンは、搭載のGPS、加速度センサ、ジャイロセンサを使用しデータを収集し、そのデータをスマートフォン搭載の通信機を使用して交換する。また、そのためのアプリケーションを内蔵している。

3.2 加速度センサ

3軸加速度センサは図2で示したように、スマートフォンの(X, Y, Z)の三軸方向成分の加速度をセンシングすることができる。3軸の方向加速度を取得できる事で、前進時にはY軸方向負成分が取得され、減速時にはY軸方向正成分が取得される。また、車体を倒すなど左右方向への加速度は、右向きに力をX軸方向正成分として取得し、左向きの力をX軸方向負成分として取得する。さらに、Z軸では上下方向の加速度を取得し、上向きの力を

表 1 二輪車と四輪車の特徴

| 比較 | 二輪車 | 四輪車 |
|------|------------|-----------|
| 曲がり方 | 車体を傾けて曲がる | ハンドルを切る |
| すり抜け | 可能 | 不可能 |
| 車載装置 | 設置可能な場所少ない | 設置可能な場所多い |
| 事故時 | 防御するもの無し | 車体で防御 |

Z 軸方向性成分として取得し、下向きの力を Z 軸方向負成分として取得する。

3.3 ジャイロセンサ

ジャイロセンサは、図 2 に示したように各軸の角速度を取得する。X 軸を軸とした回転であるピッチ動作を行う時、X 軸の正成分方向を向き、右回りの回転では X 軸の正成分として取得し、左回転では X 軸の負成分として取得する。Y 軸を軸とした回転であるロール動作を行う時、Y 軸の正成分方向を向き、右回りの回転では Y 軸の正成分として取得し、左回転では Y 軸の負成分として取得する。Z 軸を軸とした回転であるヨー動作を行う時、Z 軸の正成分方向を向き右回りの回転では Z 軸の正成分として取得し、左回転では Z 軸の負成分として取得する。つまり、左方向への方向転換では Z 軸の正成分の値を取得し、右方向への方向転換では Z 軸の負成分の値を取得する。

3.4 二輪車と四輪車の挙動の違い

四輪車と二輪車には違いが多く存在している。本研究に関係のある部分を大まかにまとめたものが表 1 である。

3.4.1 二輪者と四輪車の運転操作の違い

四輪車は、ハンドルを切りタイヤを方向転換させることで曲がる。一方、二輪車は、ハンドルを傾けることと同時に車体を傾けることで曲がる。この違いによって、二輪車は曲がる時に転倒事故を起こしやすいという危険性がある。

図 1 で示したように、二輪車と四輪車では、旋回時の車両の姿勢が違う。それにより、同じ道路を走行してもセンサの取得地に違いが発生する。二輪車を受ける力は車体を傾斜させて旋回するため、X 軸方向の加速度は、重力の X 軸方向成分と遠心力の X 軸方向成分の合力となる。転倒しないために、運転手は、この値を 0 となるように操作すると考えられる。また、Z 軸方向の加速度は、重力の Z 軸方向成分と遠心力の Z 軸方向成分の合力となる。一方、多少外方向へロールするものの、ほぼ、四輪車を受ける力は X 軸正方向（右向き）にかかる遠心力と Z 軸負方向（下向き）にかかる重力である。

また、ジャイロセンサでは、Z 軸の角速度は四輪車と二輪車で同じとなる。しかし、二輪

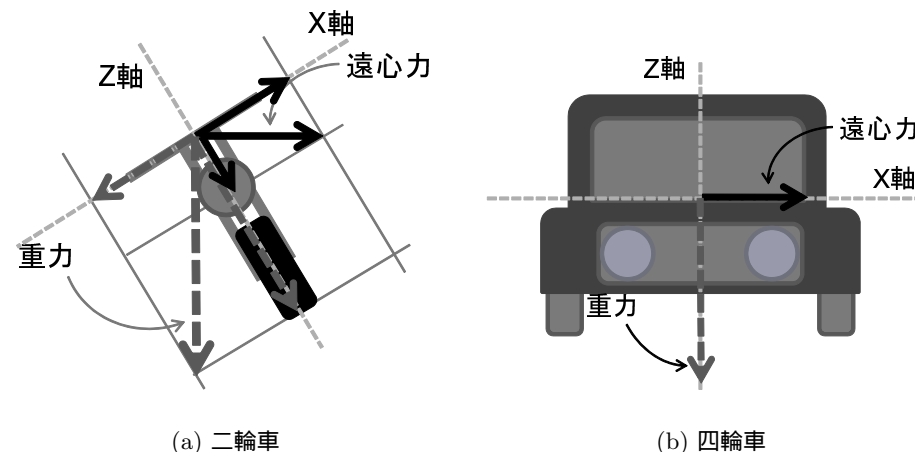


図 1 右旋回時に受ける力の方向

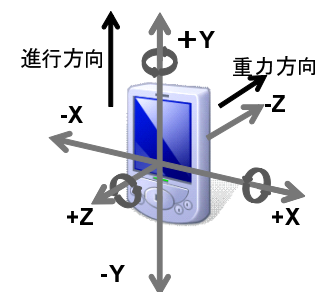


図 2 スマートフォン内蔵の加速度及びジャイロセンサの軸

車は曲がる時に車体を倒すために Y 軸に変化が現れる。左折であれば負方向成分、右折であれば正方向成分の動きがある。さらに、車は旋回中わずかではあるが、外側にロールするするために二輪車とは反対の力を受ける。

3.4.2 二輪者と四輪車の移動性の違い

二輪車は、車体が四輪車に比べ細いため四輪車では通行できない幅の場所を通行可能であ

る。車両と車両の間も走行可能であり、多くの二輪車は、車両間をすり抜ける動作を行っている。このすり抜けという動作は、元々車体が小さく四輪車に比べ視認しづらい二輪車の視認を更に難しくしてしまい、見落としと事故の一つの原因となる。

3.4.3 二輪者と四輪車の車体の違い

事故時において四輪車では車体で防御されるが、二輪車は防御するものがない。このために、先述したとおり事故時の重症率、死亡率が高くなり、二輪車の安全運転支援システムが確立されることが望まれる。

また、二輪車は車体が小さいため車載スペースが少ない。そのため、大きな装置やたくさんの装置を設置することが難しい。四輪車であれば実現できるシステムも二輪車には装置が設置できず実現できない可能性がある。

3.5 実現するサービス

本研究を用いて実現可能になるサービスを考える。本研究によって、明らかになることは二輪車のすり抜けや車体を倒すなどの挙動が把握可能であることと、車両間で情報を共有できることである。これを安全運転支援と車両通信の効率化に使用する。

まず、安全運転支援をする場合、車両単体であれば、二輪車の車体の倒し具合を判断し、もし、倒しすぎているのであればアラートを鳴らす転倒防止サービスが考えられる。また、通信を組み合わせることで周りの車両と協調できるようになると、視認の難しい二輪車の位置を周囲の車に知らせるサービスなどが実現出来る。さらに、リアルタイムで車両挙動を把握できるようになると、現在、衝突や転倒の危険がある車両を検出してアラートを出すことが可能となる。このサービスによって、四輪車の二輪車見落としなどの事故を減少させることができる。と考える。

車両通信を効率化させる場合、すり抜けが可能で多くの四輪車を追い抜く可能性が高い二輪車に情報を集め、情報収集、散布ノードにすることで情報伝播効率を上げるようなプロトコルが考えられる。また、二輪車が旋回などの予備動作中にデータを送信できれば、二輪車が今後進む先に送りたいデータの中継してもらおうプロトコルなどが考えられる。

4. スマートフォンを用いた二輪車の車体挙動収集実験

本稿では、スマートフォンアプリとして加速度とジャイロセンサの値を取得するものを作成し、単独での二輪車の挙動把握が可能かどうか実験を行った。

本章では、実際にスマートフォン用に開発したアプリケーションの詳細と実験の設定、実験の結果を提示する。

4.1 計測アプリの開発

本稿では、スマートフォンとして iPhone4S⁶⁾ を使用し、iPhone App として GPS、加速度センサ、ジャイロセンサの値を現在時刻と共に csv 形式で出力するアプリケーションを作成した。加速度センサ、ジャイロセンサのデータ取得間隔は最小で 0.1 秒に設定した。本稿では、これらのデータを iPhone4S にログデータとして残し、計測実験後解析を行った。

4.2 ノイズの除去

今回の実験において、車体の微振動によって測定値に与えるノイズが大きな問題となった。車体の微振動の原因は大きく分けて以下の 2 つと考えられる。

- エンジンからのノイズ
- 路面からのノイズ

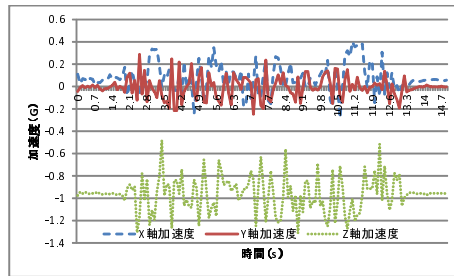
二輪車はエンジンを動かしてそこから力を得て車輪を回す駆動力にしている。エンジンは、内部でガソリンを燃焼させることで周期的に爆発を繰り返しているため、エンジンや車体に大きな振動を与える。これがエンジンからのノイズである。また、車両は走行中に地面の凹凸にぶつかることで、車体を振動させるとなる。これが、路面からのノイズである。これらの振動が起こることによって、今回提案するシステムのために設置するスマートフォンが振動を受け、3 軸加速度センサやジャイロセンサに大きなノイズを発生させてしまう。このノイズが発生すると、前進による受ける加速度や旋回によって受ける加速度、各加速度の値を覆い隠してしまい、挙動の把握が難しくなってしまう。

そこで、設置するスマートフォンのマウント位置をまず検討した。今回は、以下の 3 つのマウント場所によるノイズの大きさを比較した。

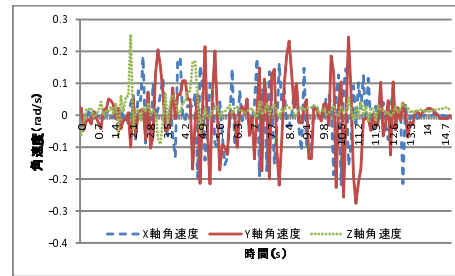
- ハンドルバー（はさみ込み式のハンドルクリップで固定）
- ステップ（振動度目の耐震マット（厚さ：5mm）で貼付け固定）
- メットイン（振動度目の耐震マット（厚さ：5mm）で貼付け固定）

各設置場所にスマートフォンを設置し、二輪車のエンジンを停止状態からアイドリング状態にすることで振動を起こし、その後エンジンを停止させる。2 台のスマートフォンを各設置場所に取り付け、実験を 2 回行った。この時、ノイズがどのように取得されるかを調べる。

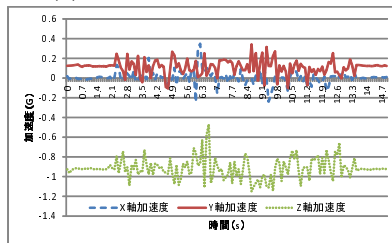
まず、ハンドルバーに取り付ける場合とステップに取り付ける場合を比較する。その結果を図 3 に示した。図 3 (a)(b) のハンドルバーに設置したものと図 3 (c)(d) のステップに設置したものを比べると、ステップに設置したほうがノイズが少ないことがわかる。さらに、ステップとメットインに設置した場合の結果を図 4 に示した。こちらも、図 4 (a)(b) のハンドルバーに設置したものと図 4 (c)(d) のステップに設置したものを比べると僅か



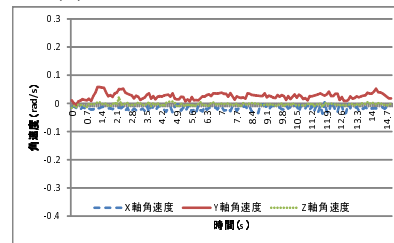
(a) ハンドルバー加速度



(b) ハンドルバー角速度



(c) ステップ加速度



(d) ステップ角速度

図 3 ステップとハンドルバーに設置したときの測定値

であるが、エンジンから受けるノイズには、メットインに設置したほうがより良い結果を残しているがわかる。よって、以下の挙動解析の実験ではメットインに設置する。

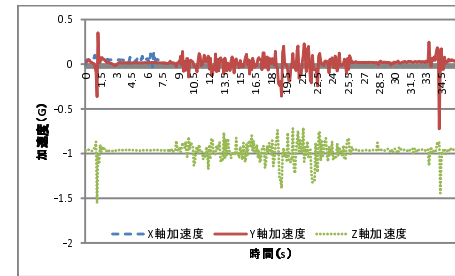
また、上記のハードウェア的なノイズの減少方法に加え、ソフトウェア的にも取得データの移動平均を取るなどの方法でデータからノイズを減少させることができる。以下では必要に応じて移動平均をとった。

4.3 加速度による車体挙動の測定

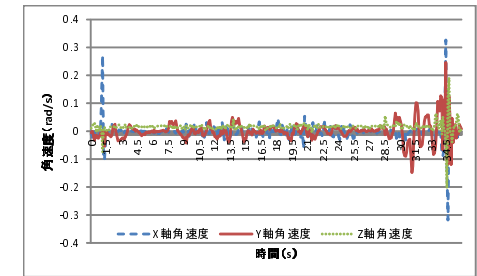
実際に、車両に iPhone4 を装着し実験を行った。加速度の値をアプリケーションがどのように取得するのかを確認するために、実際のログデータをグラフにして提示する。

4.3.1 実験の設定

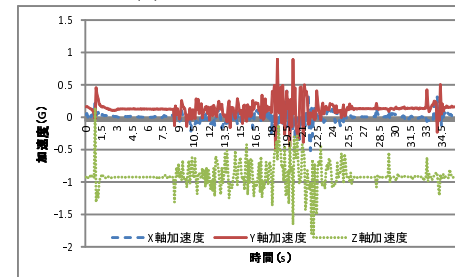
二輪車と四輪車にスマートフォンを装着して実験を行った。車両として、二輪車はミニバイク（スズキ Let 's4）、四輪車はセダン（ホンダインスパイア）を使用した。スマートフォ



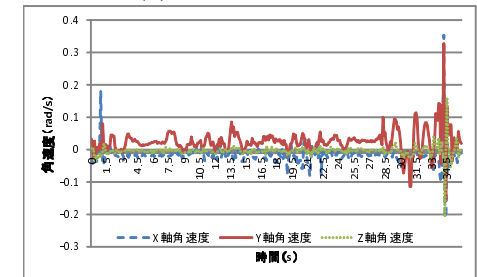
(a) メットイン加速度



(b) メットイン角速度



(c) ステップ加速度



(d) ステップ角速度

図 4 メットインとステップに設置したときの測定値

ンは iPhone4 を使用し、iPhone アプリとして 0.5 秒間隔で 3 軸方向の加速度のログを残す。実験場所は、広く開けた平面駐車場であり、そこにパイロンを置いて実験を行った。直進の実験では、100m 以上の直線で 30km/h まで加速し、その後等速移動した後、減速し停車する。左旋回実験では、30m 直線を移動した後、半径 5m と半径 10m の旋回半径で 180 度左旋回した後、30m 直進後停車するような実験を 2 つの速度（約 10km/h、約 20km/h）で各 3 回ずつ行った。

4.3.2 四輪車の車体挙動測定結果

四輪車の半径 5m 速度約 20km/h で左旋回時の実験結果を、図 5 に示す。四輪車は、図 5 の Y 軸が時刻 2 秒あたりで負方向成分へ振れていることから、加速していることが分かる。また、時刻 15 秒あたりから正方向成分に振れていることから、減速していることがわかる。さらに、X 軸がに示すように時刻 8 秒付近で左旋回し、正方向成分に加速度が記録されており左旋回していることがわかる。Z 軸方向成分にはほとんど変化が見られない。

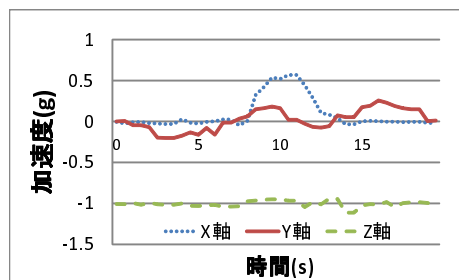


図 5 左旋回四輪

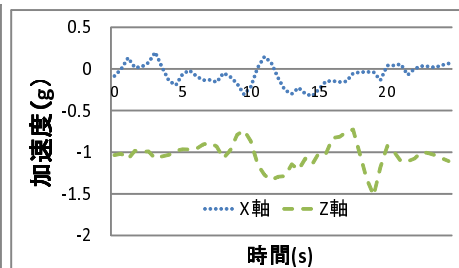


図 6 左旋回二輪

つまり、四輪車は X 軸の値を見ることでどちら方向の旋回動作を行なっているかを判別可能である。X 軸の値が正方向成分に振れば左旋回である。X 軸の値が負方向成分に振れば右旋回である。前後の加減速についても Y 軸が負方向成分に振れている場合は加速であり、正方向成分に振れている場合は減速であると判断できる。

4.3.3 二輪車の車体挙動測定結果

二輪車は、図 6 に示すように、時刻 10 秒付近から左旋回したとき、X 軸の加速度が負方向に振れる。また、Z 軸方向の加速度も変動していることがわかる。ここで旋回動作を行なっている。

しかし、旋回中は二輪車のドライバーは、車体が転ばないように X 軸方向の加速度は 0 になるように操作をする。また、タイヤのグリップによってそのバランスには許容値が存在するので、X 軸の値は正方向成分、負方向成分どちらにも振れてしまう。そのため、X 軸を見てもどちらに旋回しているかを判別できない。また、Z 軸の値から、旋回が始まったかどうかは判断できるとしても、どちらの方向に旋回しているかは判断できない。

4.4 加速度とジャイロを用いた車両挙動把握

前節の結果より、四輪車は加速度センサで右左折、加減速の車両挙動のセンシングが可能であるが、二輪車では難しいことを示した。そこで、新たにジャイロセンサを使用することで、角速度を取得し二輪車の車両挙動把握を行う。ジャイロセンサを使用すると、二輪車の傾きの速度と向き、方向転換がセンシング可能になるため、車両の挙動を把握できる。

4.4.1 実験の設定

ジャイロセンサと加速度センサの値を見ることで、現在の二輪車の状態が把握できるか実験を行った。

実験場所として静岡大学浜松キャンパスの約 400m × 300m である外周を使用した。正門から出発して戻ってくる、左折 6 回とその間の直線の走行を繰り返す図 7 の環境である。車両として、二輪車にミニバイク (スズキ Let's4) を使用した。スマートフォンは iPhone4S を使用し、データ取得間隔を 0.1 秒とした。ここで、直進動作と左折動作時にセンサがどのような値を示すかを実験する。

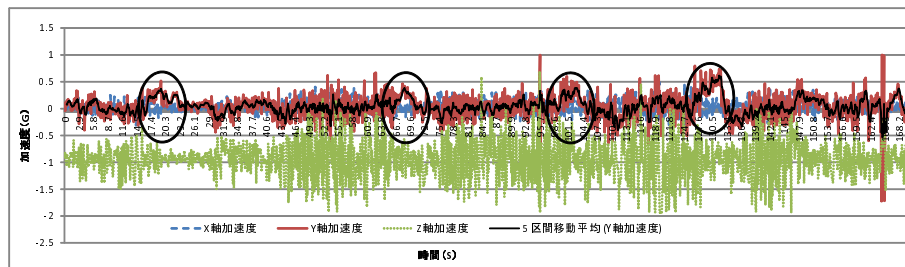
4.4.2 実験結果



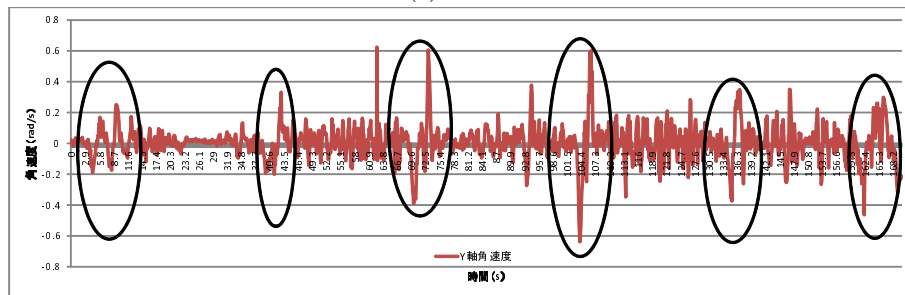
図 7 走行経路の GPS ログ

二輪車の車体挙動測定実験における加速度の結果を、図 8(a) に示す。黒線で描写したものが、Y 軸加速度の 5 区間 (0.5 秒間) の移動平均であり、縦軸が加速度、横軸が時間となっている。図 8(a) の時刻 18 秒、69 秒、102 秒、129 秒当たりの Y 軸の値が大きく正方向に振れているのが分かる。Y 軸正方向への力は減速動作を行うと得られる力であるのでここで減速していることが分かる。これはちょうど外周道路で左折をする直前の時刻である。

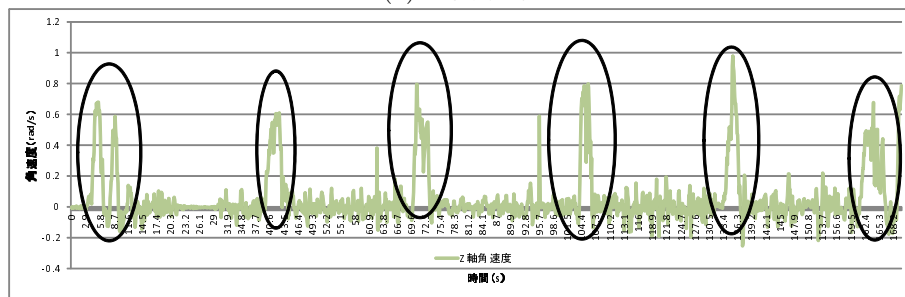
図 8(b) と図 8(c) は同時刻のジャイロセンサの Y 軸と Z 軸の角速度である。まず、図 8(b) の丸で囲まれた位置に注目すると、一度大きく負方向に振れてから次は正方向へと大きく振



(a) 加速度



(b) Y 軸角速度



(c) Z 軸角速度

図 8 加速度，ジャイロセンサによる挙動把握実験の結果

れている。つまり、左旋回を行うために車体を左に倒しこんでから直進動作に戻るために、車体を起こすロール動作を行なっていることが分かる。また、図 8(c) の丸で囲まれた位置に注目すると、大きく正方向成分に振れている。これにより、二輪車が左に 90°方向転換をするためにヨーの動作を行ったことが分かる。

なお図 7 は、スマートフォンの GPS がから取得した実験中の経路をプロットしたものである。図 7 より、左折機会が 6 回であり実際の挙動に則したデータを取得できていることが分かる。また、GPS 単体での精度の誤差が出ている部分が見受けられ、2 つ目の角付近での取得値は、道路上ではなく大学の構内を走行しているような値になってしまっている。

4.4.3 考察

二輪車の旋回動作は、実験の結果で示したとおり、Y 軸と Z 軸の変化を読み取ることで可能であると考えられる。左折動作では、Y 軸が一度負方向に振れてから、正方向に振れることと Z 軸の方向転換で正方向に現れる値を読み取り、右折動作では、Y 軸が一度正方向に振れてから、負方向に振れることと Z 軸の方向転換の負方向に現れる値を読み取ることで区別できる。

4.5 挙動の予測

以上により得られた実験結果から、直進と左旋回動作、すり抜けについてそれぞれ測定値がどのように変化するか、解析を行った。

直線動作は、60km/h まで 5 秒間で加速し、その後減速停止する場合を考える。その時各センサで受ける値は表 2 で示すような変化を起こすと考えられる。

また、左折動作時は、3 秒間で 20km/h で加速し、半径 10 メートルのコーナーを時速 20km/h でコーナリングすることを想定した。このとき、加速度の X 軸の値は車体を倒す動作を行う時に負成分を取得し、車体を起こす時に正成分を取得する以外取得はしない。これは、コーナリング時に受ける遠心力と、車体を倒した場合に X 軸に取得される重力の合力が X 軸の取得する値となり理想状態ではこの値は 0 となる。その時各センサで受ける値は表 3 で示すような変化を起こすと考えられる。

また、すり抜けの状態は時速 5km/h で移動し車の間を縫うように移動したと仮定し、この時の小回り半径を 2m とした。このような程度く活小さい小回り半径では、ハンドルを使って曲がるためほとんど加速度に値は出ないと考えられる。よって表 4 のような変化になると考える。

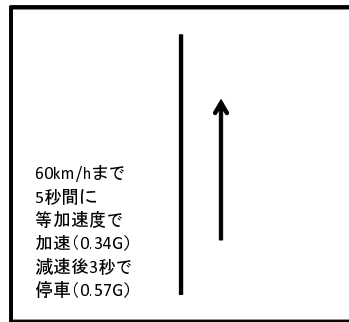


図9 直進時の動作モデル

表2 二輪車における直進時の各測定値の予測値

| | 加速度 | | | ジャイロ | | |
|------|-----|-------|----|------|---|---|
| | X | Y | Z | X | Y | Z |
| 加速 | 0 | -0.34 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| 定常走行 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| 減速 | 0 | 0.57 | -1 | 0 | 0 | 0 |

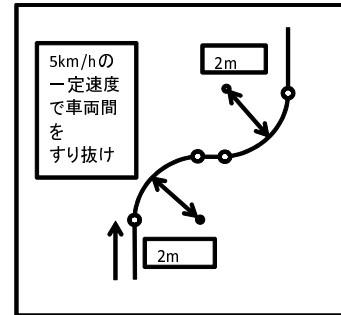


図11 すり抜け時の動作モデル

表4 二輪車におけるすり抜け時の各測定値の予測値

| | 加速度 | | | ジャイロ | | |
|---------|-----|---|----|------|----|-------|
| | X | Y | Z | X | Y | Z |
| 定常走行 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| 定常走行 右折 | 微増 | 0 | -1 | 0 | 微増 | -0.71 |
| 右折 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | -0.71 |
| 右折 定常走行 | 微減 | 0 | -1 | 0 | 微減 | -0.71 |
| 定常走行 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| 定常走行 左折 | 微減 | 0 | -1 | 0 | 微増 | 0.71 |
| 左折 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0.71 |
| 左折 定常走行 | 微増 | 0 | -1 | 0 | 微減 | 0.71 |
| 定常走行 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 |

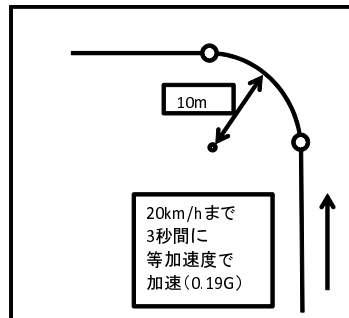


図10 左旋回時の動作モデル

表3 二輪車における左旋回時中の各測定値の予測値

| | 加速度 | | | ジャイロ | | |
|--------|-------|-------|-------|------|----|---|
| | X | Y | Z | X | Y | Z |
| 前進 | 0 | -0.19 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| 前進 左旋回 | -0.12 | 0 | -1.05 | 0 | -1 | 1 |
| 左旋回 | 0 | 0 | -1.05 | 0 | 0 | 1 |
| 左旋回 前進 | 0.12 | 0 | -1.05 | 0 | 1 | 1 |
| 前進 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 |

5. むすび

本稿では、二輪車向け車両通信事故防止アプリケーションを実現するための第一段階として、スマートフォン搭載のセンサを用いた二輪車の車両挙動把握システムを提案し、実際に二輪車に取り付け挙動データを収集した。二輪車や道から受けるノイズをできるだけ軽減し、各動作に適したセンサを選びデータを取得することで、動作の把握が可能であることを示した。今後は、二輪車独特のすり抜け動作なども判別できるようにし、その情報をリアルタイムに判断するようにシステムの改良していく予定である。

参考文献

- 1) 警視庁交通局：“平成22年中の交通事故の発生状況” (2011).
- 2) Sue Bai：“Next Generation Vehicle Safty System Research via Wireless Communication,” HONDA R&D Technical Review, Vol.22(No.1), 74-81 (2010).
- 3) 澤田暖, 佐藤雅明, 植原啓介, 村井純：“iDANS：スマートフォンを用いた車両間アドホックネットワークにおける位置情報に即した情報流布基盤,” 情報処理学会研究報告, 2011-ITS-44, 1-8 (2011)
- 4) 高取祐介, 長谷川孝明：“ITSにおける衝突警報システムの安全性評価,” 生産研究, 59 (231), 231-235 (2007).
- 5) 櫛田和光, 片山睦, 堤陽次郎, 丸山一幸, 鎌田豊, 村田裕：“Honda ASV-3の紹介(二輪車),” HONDA R&D Technical Review, Vol.18(No.2), 13-20 (2006).
- 6) Apple Inc. iPhone4S. <http://www.apple.com/jp/iphone/>.