

磁気センサを用いた車両判別の検討

Development of Vehicle Detection System by magnetic sensor

知能機械システム工学コース

機械・航空システム制御研究室 1205032 井上 風歩

1. 研究背景

高齢化が深刻化する現代日本において、交通分野においても高齢者の運転事故は大きな問題となっている。特に、高齢者が高速道路上を逆走した結果発生する事故は全国的に増加しており、75歳以上の運転免許所有者が全体の6%であるのに対して同年齢層の逆走事故における運転手の割合は45%を占めている⁽¹⁾。高速道路における逆走は対向車線への復帰が困難で、走行速度も高速であるため、事故被害が甚大になりやすい。

そこで、本研究では磁気センサを用いて車両の侵入を検知するシステムを開発する。自動車は内部に複数の磁性体および電子機器を搭載しており、自動車が通過した際には磁束密度の変化が測定される。この磁束変化を検出することにより車両を判別する。この磁気センサはループコイルと比較して軽量、安価、省電力で設置工程が少なく、普及が容易である点で優れている。

2. 研究内容

本研究では、安価かつ高精度の磁気センサとして、ROHM社の3軸地磁気センサBM1422GMVを使用する。本センサは地磁気の測定を目的として開発されたセンサであり、車両通過時の微小な磁束密度の変化を測定できる。センサは分解能 $0.042\mu\text{T}$ 測定周期最小 0.5msec ⁽²⁾でX,Y,Zの三軸方向に対して磁束密度を測定し、マイコンに出力する。このセンサとマイコンを道路から15cm下地中に埋め込み、センサ上を通過した車両を検知して検知結果をサーバーへ送信する。

ここで、通過車両に対するX,Y,Z三軸の方向を図1に示す。車両は種々の磁性を帯びており、車両が走行する時にはその磁性が移動すると考えられる。この磁性の変化を検出することにより車両を検出する。車両の通過によって、X軸方向に対してはベクトルが交わらないため、磁束密度の変化はY軸,Z軸と比較すると小さな変化となる。

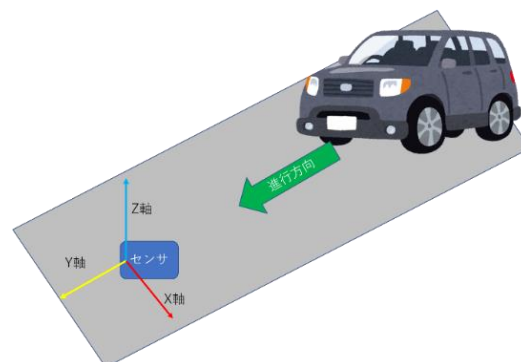


Fig. 1 Installation model of magnetic sensor

そのため、本研究においてはX軸の測定結果は使用せず、Y軸,Z軸の二軸の磁束密度による車両検知システムを構築する。実際に図2のような車両が通過した状態と磁束密度の変化の一例を図3に示す。(時間軸は秒のみ抽出)



Fig. 2 Examples of passing vehicles

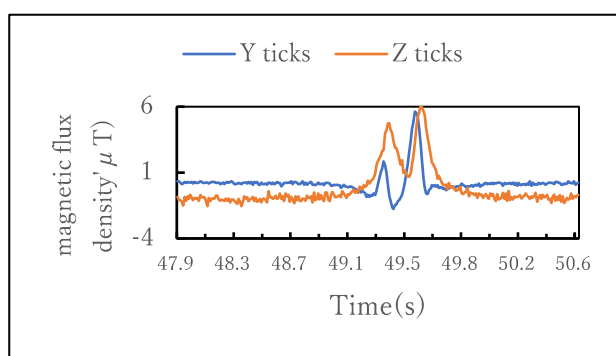


Fig. 3 Magnetic flux change when passing through the vehicle

地磁気の磁束密度は時間や環境によって変化し、車両が通過した際には磁束密度が大きく変化することから、測定値そのものではなく磁束密度の変化量に対して閾値を設定し、それを超えた場合に車両が存在するものとして検知する。この

システムを道路上の進行方向に合わせて複数設置して、センサの反応順により車両の進行方向を判別する。

3. 研究結果

実際に検知に用いる判別法を示す。時間 t における Y 軸, Z 軸のデータをそれぞれ $Y[t], Z[t]$ とする。磁気の測定では、データの乱れが発生するため、時間 $t-1$ におけるデータ $Y[t-1], Z[t-1]$ との平均をとることで細かな磁気の乱れを除去する。この数値を $Y_a[t], Z_a[t]$ としてこの数値から変化量を算出する。

$$Y_a[t] = \frac{Y[t-1] + Y[t]}{2}, Z_a[t] = \frac{Z[t-1] + Z[t]}{2}$$

変化量 $Y_a'[t], Z_a'[t]$ に対して閾値を $0.63 \mu T$ と定め、二軸どちらかの変化量が閾値を超えた場合、車両がセンサ上に存在するものとみなす。図 4 に図 3 で示した磁束密度の変化量のグラフを示す。測定された磁束密度と比較すると Y, Z 双方のデータが低域である区間が短くなっていることがわかる。

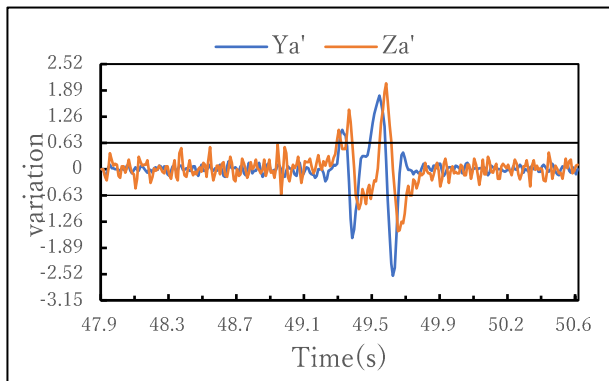


Fig. 4 Change amount of magnetic flux density

ただし、これだけではセンサの誤作動で大きなデータが出力される場合に対応できない。そのため、現在時間から測定データを 10 周期 (0.1 秒) 遡り、その中に閾値越えのデータが一定数、今回の手法では 4 個以上あれば車両が存在するものとする。以上の処理を行うと値の抜けの存在するデータが出力されるため、閾値越えが検知された場合、以後 0.1 秒については、閾値を超えていなくても車両が存在するとして、補完を行う。

以上の方法と磁束密度に対して閾値を与える方法で、一般道を通過する車両に対して検知が可能であるか確認を行った。

対象となる測定データは高知工科大学前の一般道で一般車 90 台 (大型車含む) の通過時の磁束密度測定データである。

特に差がみられたトラックの一例を図 5 から図 7 に示す。



Fig. 5 Photos of the running of large trucks

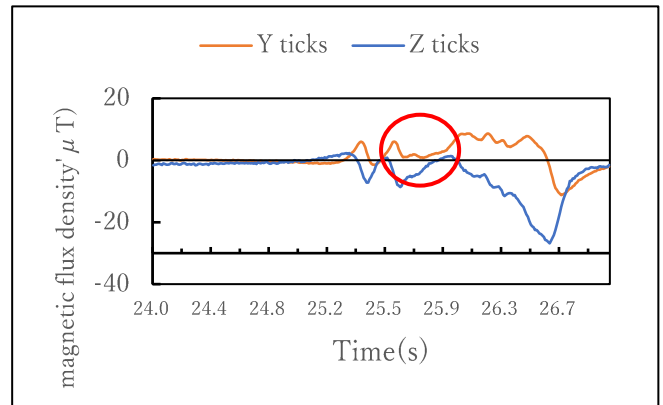


Fig. 6 Magnetic flux change during running of a large truck

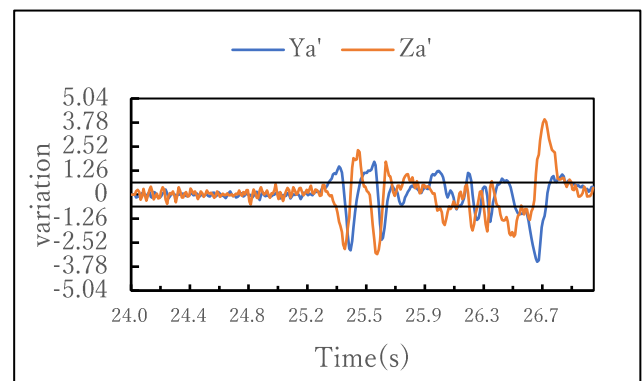


Fig. 7 大型トラックの磁束密度変化

大型車両においては図 6 の赤丸で示した中間部分で観磁束密度のみ低下がみられる。補完周期を 1sec として変化量に閾値を与えるシステムで一般道を通過する車両 90 台に対して適用した所、すべて検知することが確認された。

Table 1 Detection result

Number of detected vehicles	Detected number	Detection success rate
90	90	100%

4. まとめ

変化量による測定の有効性は確認されたが、同時に磁束密度に対して閾値を設定した場合と比較して車両通過後の検知範囲が広がる傾向がみられた。複数車両が近接して通過した

場合,単一の車両として認識される可能性がある 高速走行,複数車の接近走行に対応するための変化量に対する閾値及び補完周期の調整が必要となる.

また,現在は2台のセンサを用いて車両進行方向を判別しているが,磁気センサは理論上単一のセンサで進行方向判別が可能で,並行して検討を行う.

謝辞

本研究は,測研社様,NEXCO 西日本様,住友電気システムソリューション様の補助により,成り立っております.

文献

(1) 『高速道路での逆走対策に関する有識者委員会』 国土交通省

http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/reverse_run/pdf03/03.pdf(2018/1/24)

(2) 『BM1422AGMV : Sensors & MEMS』 ROHM 社

<http://www.rohm.com/documents/11413/4994461/bm1422agmv-e.pdf>(2018/1/19)