

磁気センサーを用いた車両の方向検知機の開発

Development of vehicle direction sensor using magnetic sensor

システム工学群

機械・航空システム制御研究室 1180128 橋本 稜太

1. 緒言

近年、逆走による事故が多発している。逆走事故発生場所は、高速道路が多く、概ね2日に1回の頻度で逆走事故が発生している⁽¹⁾。逆走事案は、インターチェンジ(IC)、ジャンクション(JCT)で約6割を占めており、現在、NEXCO西日本では、高速道路に大型矢印路面表示や注意喚起看板などで、運転者に注意喚起を行うことで逆走を防ぐための対策を実施している。しかし、高齢者ドライバーや運転疲労で運転しているドライバーが、大型矢印路面表示や注意喚起の看板が設置しているところに気がつかず走行してしまう場合がある。

本研究は、逆走による事故を防ぎ、高速道路における走行安全性の向上を目的として、高速道路などの道路に埋設できる磁気センサーを用いた車両の方向検知機を提案する。

提案するセンサーの検出原理は、走行する車両の磁気特性を地磁気センサーによって検出するものである。従来の方向検知器は、2つのセンサーを用いて行っているところ、磁気センサーでは1つのセンサーで方向を検知することが可能である。また、磁気センサーは比較的小型なユニットで設計が可能で、ユニット内部にバッテリーを内蔵できる。そのため、従来の車両検知器と比較して、埋設工事が容易であり、低消費電力で費用削減が出来る。

今回の発表は、提案するセンサーの原理の説明を行う。その後、センサーの原理から言えた進行方向の検知原理のデータを取得するため、磁石を用いた基礎実験を行う。そして、検知原理データと実際の車両を用いたデータを比較し検証を行うため、実際の車両を用いた実験結果より進行方向検知の有用性を検討する。

2. 研究内容

2.1 提案するセンサーの原理

地磁気センサーは、地球の磁気などの磁性体から発生する磁場の大きさを数値で検出することが出来る。また、地磁気センサーの軸がX,Y,Zの3軸で検出できるため、磁力線の向きも検出できる。そのため、車両の磁気特性を一つの大きな磁石と仮定することで、磁力線の向きの変化を読み取り、車両の進行方向を検出することが可能である。

例えば、図1のような場合の車両が検出したとする。以下に、車両の設定と磁気センサーの軸設定を簡条書きで示す。

- ・車両前方が磁石のN極、車両後方がS極
 - ・車両の進行方向は、図1の青い矢印で示す方向
 - ・磁気センサーは図1の赤い長方形で示すように地面に埋設
 - ・磁気センサーの軸設定は、図1の左下に示したX,Y,Z軸方向
- 以上の条件で設定した車両を磁気センサーの上に通過させると、磁場の変化は、図2のようになると考えられる。また、図2のZ軸が零点を交差しているところを緑の縦軸で示す。この縦軸上ではX軸のデータは最小を示していることがわかる。このように、各軸が零点との交差時、他方の軸の値が極大、極小を検出することによって、進行方向を検知すること

が原理であると言える。

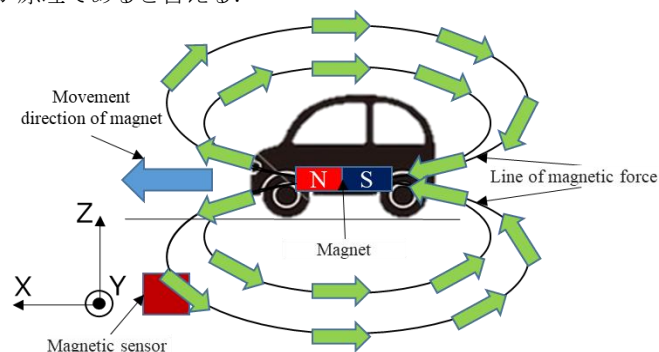


Fig.1 In the case of N pole in front of the magnet, Forward run

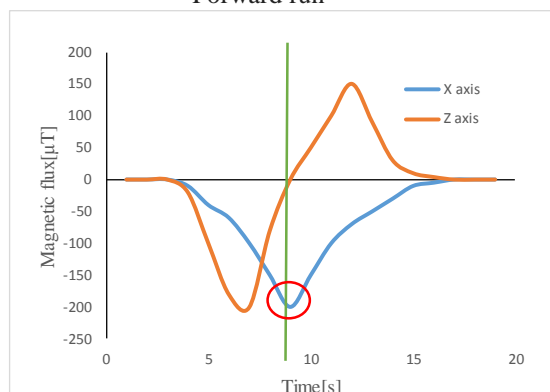


Fig.2 The predicted graph of Figure 1

2.2 磁石基礎実験

2.1で説明した進行方向検知原理を確認するために、磁石(ネオジウム磁石)を使用し、磁気センサーの上に磁石を通過させ、磁気センサーで原理データの取得を行った。実験で使用した実験装置を図3に示す。実験方法は、図3の実験装置に緑の丸で囲っている磁石を、写真のレール上に右側から左側へ移動させ、レールの下に赤い丸で囲っている磁気センサーで、移動している磁石の磁場を読み取る。実験結果を図4、図5に示す。図4、図5の説明を簡条書きで示す。

図4(順走方向データ)

- ・図4の上の図が車両前方をS極と仮定した場合の図
 - ・図4の下図が車両前方をN極と仮定した場合の図
 - ・青い矢印が磁石の進行方向
 - ・磁気センサーの軸設定は、図の真ん中に示したX,Y,Z軸方向
 - ・右側グラフが左側の磁石実験で取得したグラフ
- 図5は、図4と同様に、逆走方向の場合で示すデータである。

図4、図5のグラフに各軸が零点との交差した点を緑の縦

軸で、各軸が零点との交差時、他方の軸の値が極大、極小を赤い丸で示す。

表 1 に図 4、図 5 の X 軸が零点との交差時、X 軸の値がマイナスからプラスの場合に Z 軸の値が極大か、極小か、また、X 軸の値がプラスからマイナスの場合に Z 軸の値が極大か、極小かの区別を表す。

表 2 は、表 1 と同様に、図 4、図 5 の Z 軸が零点との交差時の場合を表す。

表 1 と表 2 に表したように各軸が零点との交差時、他方の軸の値が極大か、極小かの区別を検出することによって方向を判別できると提案する。この表 1、表 2 を用いた方向判別法、車両実験で取得したグラフと比較を行う。

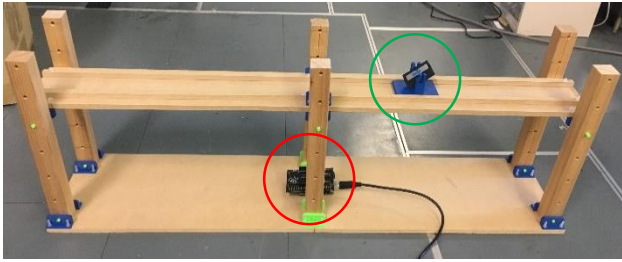


Fig.3 Magnet experiment machine

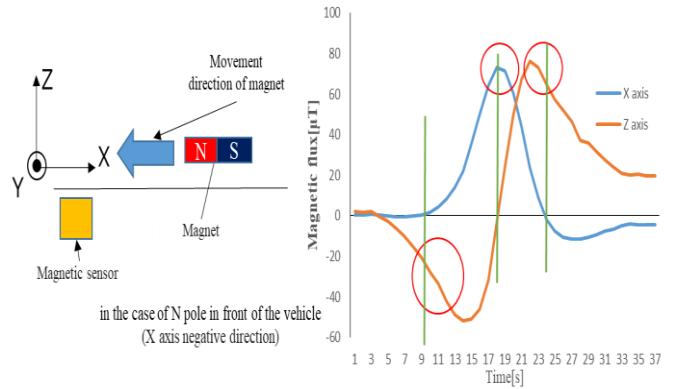
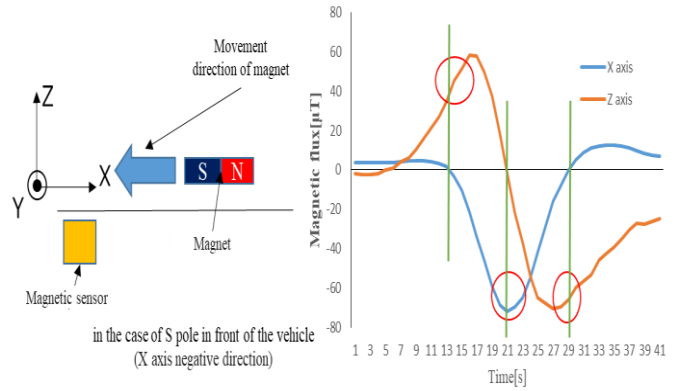


Fig.5 backward direction
up: in the case of S pole in front of the vehicle
down: in the case of N pole in front of the vehicle

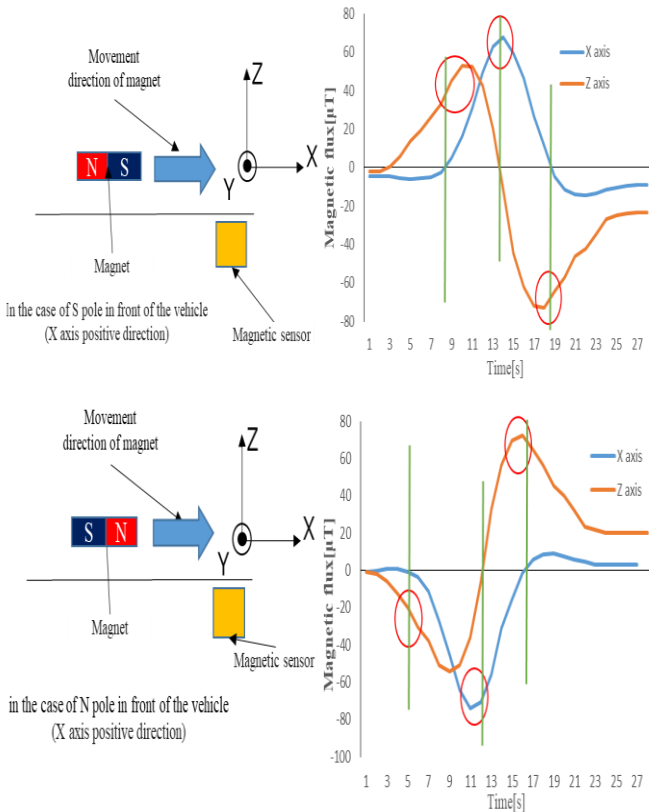


Fig.4 forward direction
up: in the case of S pole in front of the vehicle
down: in the case of N pole in front of the vehicle

Table 1 X zero cross (Z maximum or minimum)

Pole in front of the vehicle	X axis	Z axis (forward direction)	Z axis (backward direction)
S	X(-→+)	Maximum	minimum
N		Maximum	minimum
S	X(+→-)	minimum	Maximum
N		minimum	Maximum

Table 2 Z zero cross (X maximum or minimum)

2.3 比較検証結果

検証方法は、車両を用いた実験結果から磁気センサで検出したグラフを提案した方向判別方法で検証を行う。検証した結果から実験車両の写真と比較し、提案した方向判別法の有用性の確認を行う。

車両を用いた実験結果の写真と磁気センサで検出したグラフデータの一部を図6, 7に示す。図6は、順方向走行している場合で、車両実験の車両 No.7 の写真とそのグラフデータを表している。図7は、逆方向走行している場合で、車両実験の車両 No.8 の写真とそのグラフデータを表している。図6, 7のグラフに、各軸が零点との交差する点を緑の縦軸で、各軸が零点との交差時、他方の軸の値が極大、極小を赤い丸で示す。それぞれの図の緑の縦軸を左から順に番号で示す。

検証した結果を、表3, 表4に示す。表3は、図6の緑の縦軸ごとの検証結果である。表4は、表3と同様に、図7の緑の縦軸ごとの検証結果である。表3, 表4に示す内容を、以下に箇条書きで示す。

- ・1列目、それぞれの図における緑の縦軸番号
- ・2列目、各軸が零点と交差する付近の値がマイナスからプラスの場合か、プラスからマイナスの場合か
- ・3列目、各軸が零点との交差時、他方の軸の各軸の値が極大か、極小か
- ・4, 5列目、表1と表2を用いた方向の判別結果

それぞれの検証結果から、表3では順方向、表4では逆方向という検出結果となり、図6, 図7の写真と比較してみると、それぞれの検出した方向と写真の方向が一致する。このことにより、2.2で提案した方向判別法で車両の進行方向検出が有効性を確認できた。



In the case of N pole in front of the vehicle (Forward run)

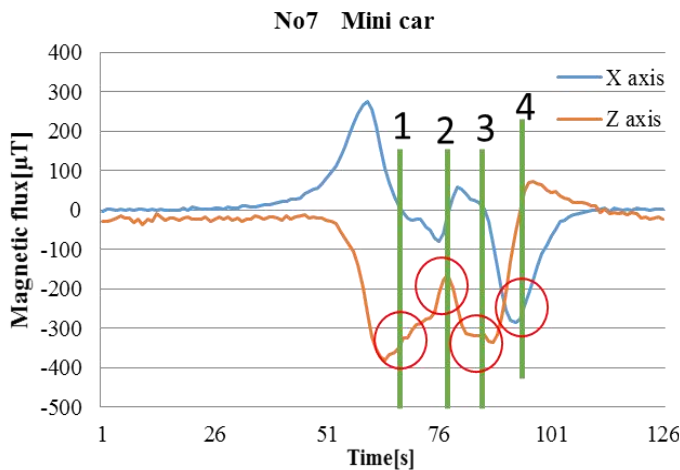


Fig.6 Experimental vehicle and graph (Forward run)

Pole in front of the vehicle	Z axis	X axis (forward direction)	X axis (backward direction)
S	Z(-→+)		
N		minimum	Maximum
S	Z(+→-)	Maximum	minimum
N			



In the case of N pole in front of the vehicle (Reverse run)

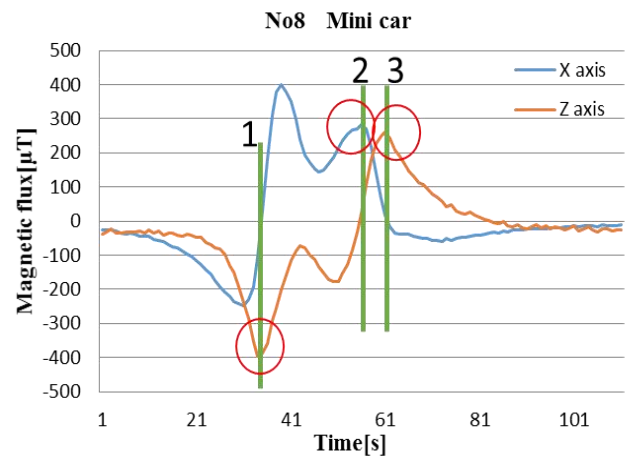


Fig.7 Experimental vehicle and graph (Reverse run)

Table 3 Distinction result of figure 6

	Axis (X or Z)	Max or mini (X or Z axis)	Table 1 of direction	Table 2 of direction
1	X(+→-)	Z, mini	forward	
2	X(-→+)	Z, Max	forward	
3	X(+→-)	Z, mini	forward	
4	Z(-→+)	X, mini	forward	forward

Table 4 Distinction result of figure 7

	Axis (X or Z)	Max or mini (X or Z axis)	Table 1 of direction	Table 2 of direction
1	X(-→+)	Z, mini	backward	
2	Z(-→+)	X, Max		backward
3	X(+→-)	Z, Max	backward	

3. 結言

提案する磁石の原理から、磁石実験で導いたグラフの各軸が零点との交差時、他方の軸の値が極大か、極小かの区別で、車両の方向検知する方法で進行方向検知方法システムを検討、提案した。今回の磁石実験では、磁石の角度を固定していなかったため、今回は、磁石の角度ごとにデータをサンプリングし、新たな事象で再検討を行う。展望として、以上の検討を行いつつ、シミュレーションを用いて車両の進行方向を判別する自動解析システムの作成を行う。

謝辞

本研究を進めるにあたり、西日本高速道路株式会社 (NEXCO 西日本)、高知工科大学測研社の筒井啓造氏、高知工科大学の立花邦彦助教授に多くの知識やデータの提供をして頂きました。ここに感謝の意を表します。

文献

- (1) 安全を守る取り組み -逆走防止対策 | NEXCO 西日本
2018/1/17 取得
http://www.w-nexco.co.jp/safety_drive/technology_re_run/
- (2) 平成 29 年度 地磁気センサーに関する研究報告者
高知県公立大学法人 高知工科大学 平成 30 年 1 月
2018/1/18 取得