

卒業論文要旨

磁気センサによる駐車場管理システムの検討

Examination of parking lot management system using magnetic sensor

システム工学群

機械・航空システム制御研究室 1220004 安達 雄紀

1. 緒言

近年、物流の大幅な増加により、大型車両台数の増加だけでなく、トラックの大型化が進んでいる。高速道路での SA・PA では、大型車駐車マスに駐車できないトラックが加速車線や路肩まで溢れるような光景が見られている。このように、高速道路の SA・PA における大型車駐車マス不足の問題を解決するために、ドライバーに高速道路 SA・PA での正確な駐車場情報を提供することは有用である。

現在の駐車車両検知器には、主にループコイル式、画像式がある。ループコイル式は、広範囲に埋設工事が必要であり、コイルの切断が生じやすい。画像式は、雨、雪、及び光景の変化などの外部環境の影響を受け、誤検出が多い(1)。

今回提案する地磁気センサを用いた車両検知器は、従来の車両検知器と比較して小型で埋設工事が容易であり、光景などの環境の影響を受けないなどの利点がある。センサの原理は、磁化された車両の磁性体が持つ残留磁束密度の大きさを地磁気センサによって検出するものである。今回の発表では地磁気センサを用いて大型車両の駐車を検出し、地磁気センサの有用性を示す。

2. 車両検出の原理

地磁気センサとは、地球の磁気を検出するセンサであり、X 軸、Y 軸、Z 軸の 3 軸の磁束密度を数値として検出する。自動車の車体は通常、鉄板で残留磁気を持っており、発生する磁束密度の大きさを検出することにより、車両を検出することができる。実際に車両が駐車マスの 2 つのセンサ上を通過すると、図 1 のような磁束密度の波形が検出できる。このように磁束密度の値の大きさを比較することで車両の駐車の有無を判定する。

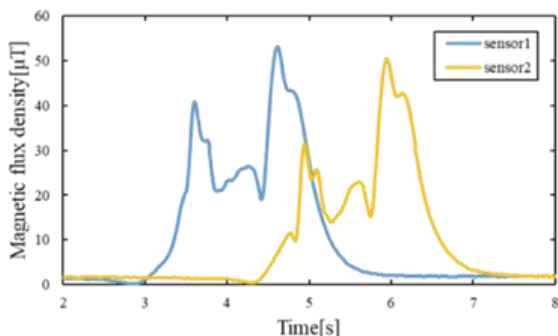


Fig.1 Variation of the magnetic flux density

3. 大型車駐車単体マス検知

3.1 駐車車両検知方法

実測データ取得のため、磁気センサの親機及びビデオは図 2 のように大型車マス近くに駐車した車両の中に設置し、計測を行った。図 2 のように計 4 マスの駐車スペースに各 2 つの磁気センサ#1~#8 を埋設した。親機は、これら 8 つのセンサの X 軸、Y 軸、Z 軸の磁束密度を 2 秒間隔で受信収集している。駐車マスに進入、退出するときの X 軸、Y 軸、Z 軸の 3 軸それぞれの磁束密度の変化量を観察し、大型車駐車単体マス検知を行う。

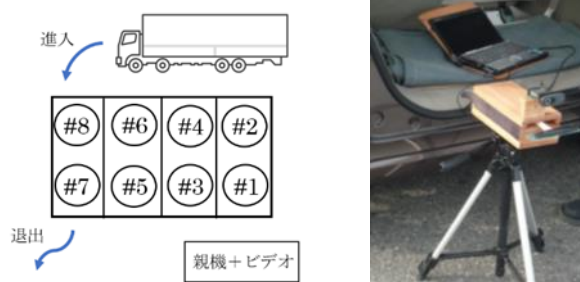


Fig.2 Data acquisition information

3.2 進入時における磁束密度の変化

実際に南国 SA にて 10 日間地磁気センサを用いて駐車データの取得を行った。図 3 に車両が駐車マスへと進入する時のビデオからの写真と、その状況を図にしたものを示す。

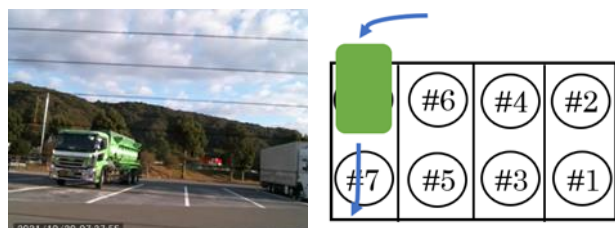


Fig.3 Vehicle enters the parking space

図 4 と図 5 に、車両がセンサ 7 とセンサ 8 が埋設されている駐車マスに進入した時の磁束密度の変化を示す。車両はセンサ 7 より先にセンサ 8 上を通過するため、図 5 のグラフより図 4 のグラフの立ち上がりは早くなっている。また、3 軸方向のうち Z 軸の磁束密度はセンサ 7、センサ 8 も両方増加している。

しかし、X 軸、Y 軸の磁束密度はセンサ 7 とセンサ 8 で増減が逆転している。これは、センサ 7 とセンサ 8 が 180 度回転して埋設されている可能性がある。また、センサ 8 は車両が斜め方向から進入してしまったことで、磁束密度の向きが変化し、センサ 7 とセンサ 8 の X 軸、Y 軸が逆転してしまっている可能性も考えられる。さらに、変化の割合がセンサ 7 の方

が大きくなっているのは、センサ 8 は車両が斜め方向から進入してくるのに対し、センサ 7 は車両の中心がセンサ上を通過することが要因ではないかと考える。

しかし、センサ 7、センサ 8 とともに Z 軸の磁束密度の値は最終的に増加して一定になっているため、駐車されたことが判定できる。

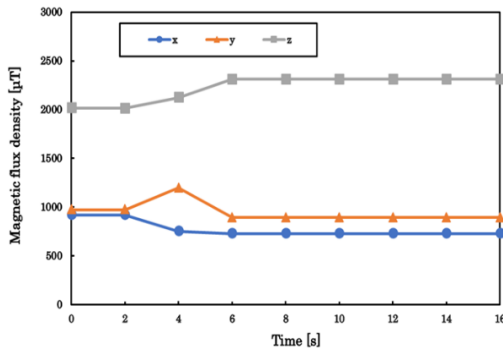


Fig. 4 Change in magnetic flux density of sensor #8

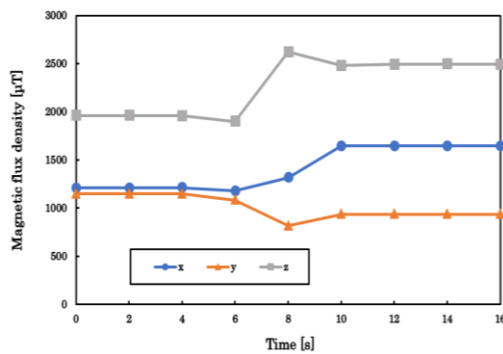


Fig. 5 Change in magnetic flux density of sensor #7

3.3 退出時における磁束密度の変化

図 6 に車両が駐車マスから退出するときのビデオからの写真と、その時の状況を図にしたものを示す。

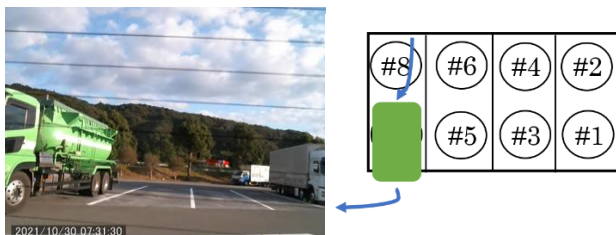


Fig. 6 Vehicle leaves the parking space

図 7 と図 8 に、車両がセンサ 7 とセンサ 8 が埋設されている駐車マスから退出した時の磁束密度の変化を示す。

センサ 8 の Z 軸の磁束密度は、車両が退出すると大きく減少し、増加傾向は見られない。しかし、センサ 7 は減少した後増加し、その後再び減少し一定値に落ち着いている。これは、センサ 7 は車両の前方と後方が通過することが原因であると考えられる。センサ 7、センサ 8 とともに最終的には駐車時よりも Z 軸、X 軸の磁束密度の値は小さくなっていることから、退車判定することができると思われる。

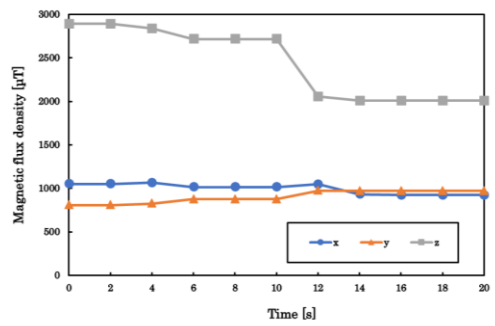


Fig. 7 Change in magnetic flux density of sensor #8

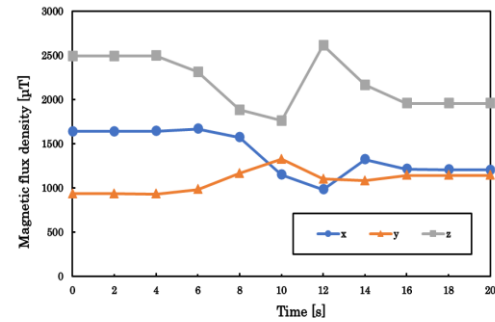


Fig. 8 Change in magnetic flux density of sensor #7

3.4 センサ 8 における進入時と退出時の磁束密度比較

図 9 に、センサ 8 のみ値が変動した時の磁束密度の変化を表したグラフを示す。図 4 の一定となった磁束密度と図 7 の最初の磁束密度を比較すると 500pT ほど増加している。図 9 より、徐々に増加した傾向はなく、急激に増加した後すぐに一定となっていることがわかる。他のセンサ 1~7 は一定値を保っていた。さらにビデオで確認できる限りでは、その瞬間に周囲の状況に変化は見られなかった。よって、磁束密度の変化とは別に、偶発的に発生したセンサの出力が急に变化したものと考えられ、用いたセンサ基板のプログラムの異常ではないかと考える。

以上のことから、新たな検知アルゴリズムを作成する時には、他のマスとの値の変動を比較し、このような状況が起こった時に、センサの誤作動を打ち消せるようにする必要がある。

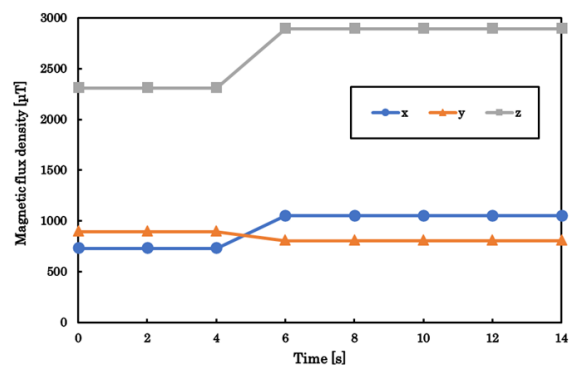


Fig. 9 Change in magnetic flux density of sensor #8

4. 隣接駐車の影響

4.1 単独駐車と隣接駐車

磁力の3軸方向の内、横軸方向の磁力が隣接マスに影響を与え、誤検知を起こす可能性がある。そこで、単独駐車と隣接駐車の影響を比較して隣接駐車の影響を検討した。図10,11に単独駐車と隣接駐車と比較した時の状況を示す。また、表1にその時の平均値、最大値、最小値の検知結果を示す。図12に単独駐車と隣接駐車の影響を比較したもの示す。また図13に、単独駐車の影響と隣接駐車の影響を比較したもの示す。

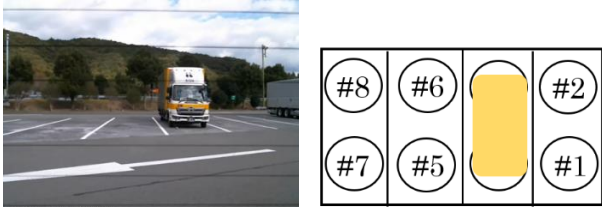


Fig.10 Single parking

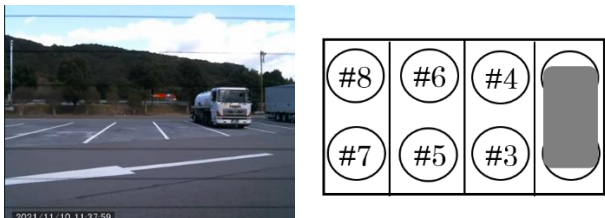


Fig.11 Adjacent parking

Table.1 Comparison of single parking and adjacent parking

		Sensor 3	Sensor 4
Single parking	Average	1101	1210
	Max	1332	2418
	Min	948	405
Adjacent parking	Average	1182	1070
	Max	1613	1265
	Min	914	749

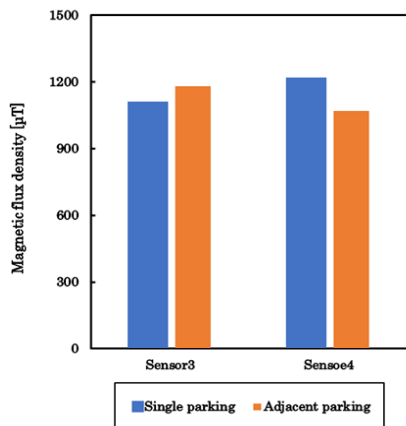


Fig.12 Comparison of average values of single parking and adjacent parking

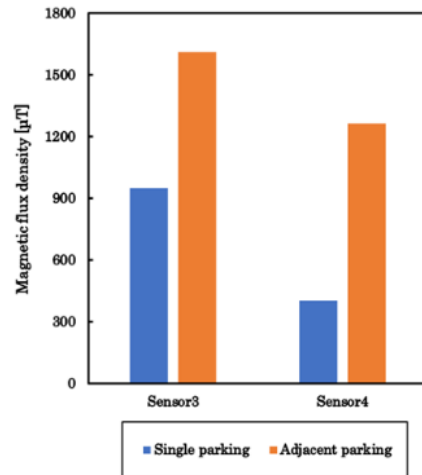


Fig.13 Comparison of minimum value for single parking and maximum value for adjacent parking

図12より、センサ4は単独駐車の方が磁束密度の値は大きくなっているが、センサ3では隣接駐車の影響の方が大きくなっている。また表1より、センサ3の磁束密度の平均値、最大値は、隣接駐車の方が大きくなっている。さらに、図13より、センサ3もセンサ4も隣接駐車の影響の方が大きくなっているが、センサ3の方が隣接駐車の影響を受けやすいことがわかる。

以上のことから、隣接駐車の影響は大きく、別の検知アルゴリズムを検討することが必要である。

5. 結言

地磁気センサを用いた車両の検知方法を提案し、大型車の単体マス検知を行った。また、単独駐車と隣接駐車の影響を比較し、隣接マスの影響の大きさを検証した。

今後は、隣接マスの車両の影響を抑える方法を検討し、センサ別の磁束密度の値を比較することで、センサの異常を打ち消すことができるような検知アルゴリズムの作成を行う。

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)、株式会社測研社の筒井啓造氏、東北大学の熊谷靖彦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) FUREX株式会社 車両検知センサの方式比較 https://www.fu-rex.co.jp/product1/sensor_info.html (2022/1/17 取得)