

車両位置推定に向けた移動走査コードを用いた次世代区画線

情報科学科 石野 友美

指導教員：小栗 宏次

1 はじめに

市街地での自動走行では交差点に応じて挙動を制御する必要がある。特に停止線の前で停止することが重要であり、停止線から自車両までの距離を把握するために車両位置推定技術が研究されている。従来手法では衛星との通信によって遅延が生じることや、導入の際に道路を作り直すコストが高いことなどの問題がある。そこで、既存の道路インフラである区画線に着目し、進行方向に関する車両位置情報を提供可能な移動走査コードを備えた次世代区画線を提案する。

2 区画線上の移動走査コード

車両で走行中に計測することを想定した場合、一般的なコードのように、コードの読み取り開始地点と終了地点を固定することはできない。そこで、データ系列の途中から読み始めた場合でも情報を取り出すことが可能なコードとして、移動走査コードを提案する。本研究で提案する移動走査コードが満たす4つの条件を表1に示す。また、左外側線上に移動走査コードを設置したときの区画線の様子を図1に示す。条件3の部分数列の長さ n に応じて移動走査コードの全長と表現できる情報の多さは増加する。 $n = 4$ の移動走査コードは2747桁の長さを持ち、2744種類の情報を持つ。例えば、5 cm 毎に数列の各要素を区画線上に設置したとき、137.2 m 手前から停止線までの距離を車両へ提示することができる。表1の条件を満たす数列の各数字は凹凸として区画線上で表す。図1のように幅15 cmの区画線を5 cm 毎に区切り、1区間毎に数列の要素を1桁ずつ割り当てる。区間内には0~3個の半球状の突起を設置し、突起の有無のパターンによって0から7までの8種類の数字を表現する。

表1 移動走査コードが満たす条件

条件1	数字は0から7までの8種類である
条件2	同じ数字は隣接しない
条件3	長さ n の部分数列を一つのコードとしてみなす
条件4	コードは数列内に一つのみ存在し、重複しない

3 移動走査コードから得られる情報

レーザレーダ(LIDAR)を用いて区画線上の突起パターンを検知し、移動走査コードから情報を取得する。図1に示すように、レーザレーダは車体の左側面に設置する。進行方向に対して垂直にレーザ光を走査させることで、車両の走行に伴って移動走査コードを1桁毎に計測する。計測した突起の有無のパターンを2進数とみなし、1桁毎に図1に示す数字に変換する。そし

て、連続した4桁分の数列を用いて、停止線までの距離情報を取得する。また、GPSによっておよその絶対位置を把握することで、誤差範囲5 cm 以内の絶対位置を推定することができる。さらに、GPSを用いて検索範囲を限定し、長さ4の部分数列をキーとしてネットワーク上のデータベースにアクセスすることで、走行車線内の車両の位置毎にLDM(Local Dynamic Map)の情報(事故や渋滞など)を得ることも可能である。

4 静止状態での突起パターンの検知実験

移動走査コードに適した突起物を検討するために、図2に示す既存の道路上の突起物を用いて実験を行った。(a)厚さ7 mmのリップ、(b)厚さ5 mmのスポットフレックス及び(c)厚さ5 mmのガイドウェイラインの3種類の突起物を道路の区画線上に設置した。突起物がある場合を‘1’、ない場合を‘0’としたとき、“010”、“110”、“111”、“101”という4種類の異なる突起パターンを20回ずつレーザレーダを用いて計測した。レーザレーダは図3のように区画線から60 cm 離れた地点に設置し、高さ110 cmの位置から路面に向けて図1に示すようにライン上に走査させた。先行研究[1]に基づいて区画線の位置を検知し、区画線上の凹凸の変化から突起パターンを推定した。突起物の種類毎に突起パターンの検知が実際の突起パターンの有無と一致した平均検知率を表2に示す。

表2 突起物の種類毎の平均検知率

リップ	スポットフレックス	ガイドウェイライン
96.3 %	28.8 %	23.8 %

表2より、3種類の突起物の中でレーザレーダでの検知に最も適しているのはリップであった。これは、リップの厚さが大きく、表面が平滑でなかったためである。

5 おわりに

本研究では自動走行に向けた次世代区画線のために、区画線上に設置する移動走査コード及びレーザレーダを用いたその検知手法を提案した。実験より、リップはレーザレーダでの検知に適しており、リップを用いることで平均96.3%の精度で突起パターンの判別が可能であった。今後の課題に走行状態での移動走査コードの検知の実現が挙げられる。

参考文献

- [1] 磯貝ら, “レーザスキャナを用いたレーンマーカ検出”, 映像情報メディア学会誌, No. 68, Vol. 10, pp. 780-784, 2014.

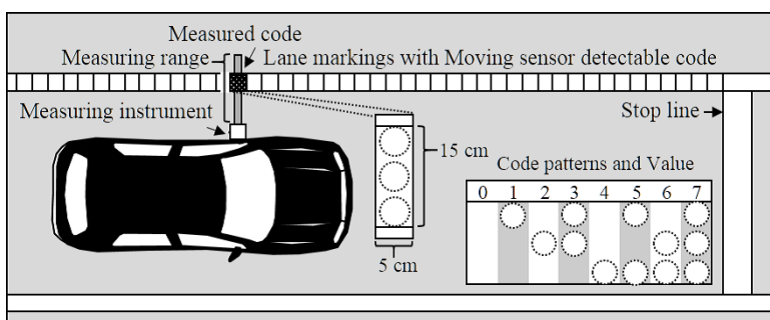


図1 区画線上の移動走査コード

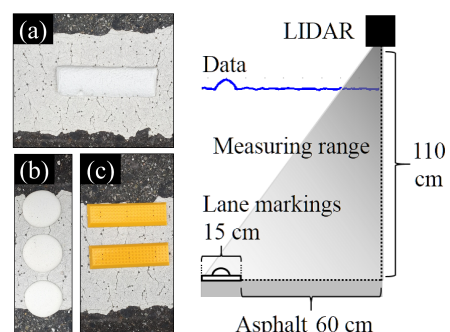


図2 計測対象

図3 実験環境