

# GOLSA に基づくマイクロナビゲーションシステムの提案

左 元†, 中島 毅†

芝浦工業大学大学院理工学電気電子情報工学専攻†

## 1. はじめに

近年, PCW 会社の調査によると, 車の販売台数増加に対して燃費改善をしない場合, 車の CO<sub>2</sub> 排出量は 2013 年に 61 億トンから 2050 年に 95.7 億トンまで増加すると予測される. COP21 パリ協定に基づき 2050 年までに車の CO<sub>2</sub> 排出量の予測値の 82%(17 億トンに抑える)を削減する計画である. 現時点では 2020 年以降 CO<sub>2</sub> 規制をさらに強化する具体的な計画はどの国でも掲げられていない. そのため, 車から排出される CO<sub>2</sub> 低減目標の達成は危機的な状況となっている[1].

従来のナビシステムではユーザが起点と終点を入力し, 静的な情報に基づいて時間優先でルートを選択することしかできない. 走行中に道路の動的な情報(車の速度, 信号機の時間など)を取得できないため, 選択ルートは頻繁な加減速の発生により, CO<sub>2</sub> の排出量の増加につながる場合がある.

近年車車間, 路車間の通信を実現できる協調型道路交通システム(C-ITS)構築が可能になってきている. C-ITS の一つのサービスとして GOLSA (Green Light Optimal Speed Advisory) がある. GOLSA は道路信号機の時間を取得することにより, 各信号機を通過するのに最適な速度を計算する. GOLSA を利用することにより, 車が赤信号と不要な加減速を待つ時間を短縮することができる[2]. しかし, 道路上に遅い車がいる場合や渋滞が起こる場合, GOLSA アルゴリズムは待ち時間や不要な加速と減速を減らすのにあまり役立たない.

そこで, 本研究では交通渋滞や他の車の影響を考慮し, GLOSA を改良することで, 最適な車道と走行速度を提供可能なマイクロナビゲーションシステムを提案する. これにより車の走行中の停車を減少させ, 車の CO<sub>2</sub> 汚染や走行時間を削減することを目的とする.

## 2. 従来研究

Mouna Karoui らは GLOSA 法に基づくパスプランニングスキームを提案した[3].

この手法は信号機のある交差点を最もスムーズに通過できる走行速度を計算し, 車が道路セグメントを通過するのにかかる時間と燃料消費を計算した後, 貪欲法で最適な走行経路を得る. この研究による自由走行とラッシュアワー時における結果を表 1 に示す.

表 1 GOLSA 法のシーン別待ち時間, 走行時間, 燃料消費の削減率

削減率	自由走行時	ラッシュアワー時
待ち時間	54%	38%
走行時間	20%	10%
燃料消費	11%	18%

単純な GOLSA 法ではラッシュアワー時は道路選択のミスが生じ, 待ち時間と運転時間が大幅に増加した. この結果の原因は以下の 2 つである.

- 他の車の影響で最適な走行速度で走行できない.
- 渋滞が起こる場合, 渋滞待ち時間を考慮することができない.

## 3. 提案システム

上記の問題を解決するため, GOLSA 法を以下のように改良する. そして, これらのセンサのデータを利用する. 図 1 に示すように提案システムを 路側センサ, 信号機, 車載センサ及びナビシステムから構成する.

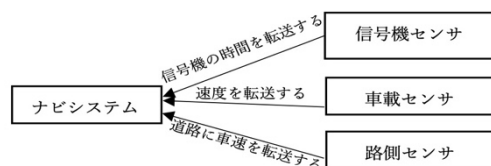


図 1 システム構成

### ① 交通状況から走行可能最高速度を推測

道路に多くの車が同時に走行するため, 指定した速度で走行できない場合がある. そのため, 従来手法では道路の走行可能な最高速度を使用

†「Proposal of micro-navigation system based on GLOSA」

†「Zuo Yuan・Shibaura Institute of Technology」

†「Nakajima Tsuyoshi・Shibaura Institute of Technology」

するので、結果が大きすぎてしまうことがある。本研究では、車車間通信と道路間通信を介してリアルタイムの道路車速を取得し、同じ道路の他の車の走行速度から、自車が使える最大速度 ( $V_{Max}$ ) を推測し、この速度を最大速度としてナビゲーションが計算した速度 ( $V_{calculation}$ ) に以下の式で制限を掛ける。

$$V_{Max} \geq V_{calculation}$$

② 各車道の通行時間と燃料消費を計算

都市部では同じ区間と方向の異なる車道によって待ち時間や走行速度に差がある。したがって、ナビの走行時間と燃費消費の予測精度を高めるため、各レーンでの走行時間 ( $T_{travel}$ ) と燃費消費 ( $F_{travel}$ ) を計算し、ドライバの選択 (最も燃料効率の高いルートまたは最速のルート) に応じて最適なレーンを提供する。  $T_{travel}$  と  $F_{travel}$  を以下の式で計算する。

$$T_{travel} = M \div V_{calculation}$$

$$F_{travel} = \frac{ge}{va \cdot \eta T} (Pf + Pw + Pi) \times M \times 0.1$$

M: 走行距離,  $ge$  (g/kWh) : 特定の燃料消費量

$va$ : 走行速度,  $\eta T$ : 車両ドライブトレインの機械効率

$Pf$  (kW): 転がり抵抗を克服するために車が消費する電力

$Pw$  (kW): 空気抵抗を克服するために車が消費する電力

$Pi$  (kW): 加速抵抗を克服するために車が消費する電力

③ 渋滞時間の予測

道路が渋滞すると、走行時間も燃費も増加する。本研究では、機械学習により道路における渋滞時間 ( $T_{congestion}$ ) を予測し、その渋滞時間から渋滞時の車の燃料消費 ( $F_{congestion}$ ) を計算する。各道路の  $T_{congestion}$  または  $F_{congestion}$  を比較し、渋滞ルートを回避し、他のルートに変更する必要があるかどうかを判断する。走行のかかる時間 ( $T_{all}$ ) と燃料消費 ( $F_{all}$ ) は以下の式に計算する。

$$T_{all} = (T_{travel 1} + T_{congestion 1}) + (T_{travel 2} + T_{congestion 2}) + \dots + (T_{travel n} + T_{congestion n})$$

$$F_{all} = (F_{travel 1} + F_{congestion 1}) + (F_{travel 2} + F_{congestion 2}) + \dots + (F_{travel 1 n} + F_{congestion n})$$

以上の手法により、本ナビシステムによる経路選択の適切性を改善し、車の  $CO_2$  の排出量を減らすことを目指す。

5. 実験環境と実験計画

5.1 実験環境

交通ナビゲーションの実験は現実の環境で行うのは困難なので、本研究は OMNet++ と SUMO ツールを用いて、交通環境と通信環境のシミュレーションを行う。

OMNet++は、主に車・車通信と路・車通信のネットワーク・シミュレーション・モデルを構築するソフトであり、本研究における役割は通信距離、信号強度がデータ伝送に与える影響をシミュレーションすることである。

実験環境としてルクセンブルクの都市の交通モデル (LuST) を SUMO シミュレータ上に構築した。SUMO で Traffic Control Interface (TraCI) というインタフェースを提供しており、システムの実行時間や渋滞の程度、車の走行軌跡などをシミュレーションして制御することができる。[4]

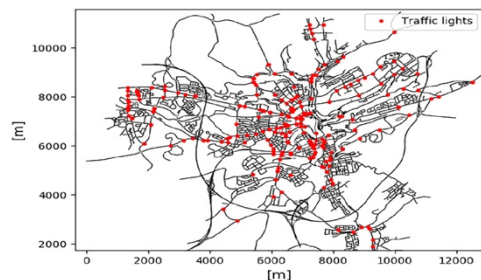


図2 SumoにLuSTの地図と信号機の位置

5.2 実験計画

実験環境で提案ナビシステムが計算した最適なルートを実行し、シミュレーション環境で走行時間 ( $T_{actual}$ ) と実際の燃料消費量 ( $F_{actual}$ ) を取得する。取得したデータを提案システムが計算した  $T_{all}$  (走行のかかる時間) と  $F_{all}$  (燃料消費) と比較し、提案システムの (時間コストと燃料消費コスト) 有効性を検証する。

6. まとめ

交通渋滞や他の車の影響を考慮し、最適なミクロナビゲーションシステムを提案した。全面的な都市道路の動的なデータを取得し、さらに詳細に車車間速度の影響と道路渋滞などの問題を分析し、シミュレートされた環境でのナビゲーションシステムの有効性を確認する。それから、ユーザに正確なナビを提供し、走行中に不必要な加減速を回避し、車の  $CO_2$  排出量を削減する。

参考文献

[1] <https://www.pwc.com/jp/ja/knowledge/thoughtleadership/automotive-insight/vol6.html>  
 [2] M.Seredynski, B.Dornosor and D.Khadraoui, "Comparison of Green Light Optimal Speed Advisory approaches" 16th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC2012), The Hague, 2013, pp.2187-2192  
 [3] Mouna Karoui, Gerard Chalhoub, Antonio Freitas, "An efficient path planning GLOSA-based approach over large scale and realistic traffic scenario" 2020 John Wiley & Sons  
 [4] L. Codeca, R. Frank, S. Faye and T. Engel, "Luxembourg SUMO Traffic (LuST) Scenario: Traffic Demand Evaluation," in IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, vol. 9, no. 2, pp. 52-63, Summer 2017, doi:10.1109/ITS.2017.2666585.