

信号機付交差点に着目した車両モビリティモデルの検討*

原田 亮[†] 羽鳥 遼平[‡] 黒木 智也[‡] 内川 亜美[‡] 神田 翔平[†] 重野 寛[†]
慶應義塾大学理工学部[†] 慶應義塾大学大学院理工学研究科[‡]

1 はじめに

近年車車間通信を用いて ITS アプリケーションを実現する研究が行われており、今後はシミュレーションで性能評価する際に、車両モビリティモデルを考慮することが重要であると言われている。そこで本稿では、信号機付交差点を考慮した車両モビリティモデルを提案し、性能評価に及ぼす影響について検討する。

2 車両モビリティモデルと既存研究

車両モビリティモデルとは、車両がシミュレーションエリア内をどのように走行するかをモデル化したものである。そして、シミュレーションで車車間通信を用いる場合、車両モビリティモデルは通信の性能を変化させるため、非常に重要であると考えられている。

車両モビリティモデルの既存研究に Random Waypoint モデルがある [1]。Random Waypoint モデルでは、各車両が独立に以下に示す事項を行い、これをシミュレーション時間内で繰り返すことにより走行する。

1. ランダムに速度と目的地を決定
2. 決定速度で目的地へ移動
3. 目的地に到着すると任意の時間停車

ただし、このままではシミュレーションエリア内を自由に動くモデルであるため、設定された道路上を走行するように改良されて用いられる。

しかし、信号機付交差点を考慮した車両モビリティモデルの研究は、Random Waypoint モデルと同様であまりされていない。そのため、信号機付交差点が性能評価にどのような影響を及ぼすかわかっていない。

3 信号機付交差点を考慮した

車両モビリティモデル

本稿では、信号機付交差点を考慮した車両モビリティモデルを提案する。以下にその詳細を示す。

3.1 概要

各車両は通常 40km/h で走行しており、停止する際は離散的に 0km/h になる。また、各車両は交差点での進路を直進・左折・右折の 3 方向から選択する。その確率

は常に直進を 50%、右左折をそれぞれ 25% とし、交差点を抜けるたび計算し直す。

3.2 信号情報と車両情報

各信号機付交差点は以下の信号情報を保持する。信号色は交差道路の横方向を基準とし、なお、信号周期と信号比率から赤信号と青信号の時間が決定する。

- 信号色：赤信号と青信号の 2 種類
- 信号周期：赤と青の時間の和
- 信号比率：赤と青の時間の比

また、各車両は以下の車両情報を $n-1 \cdot n \cdot n+1$ の 3 サイクル分保持する。サイクルとは車両の位置情報を更新するタイミングのことで、 n を現在のサイクルとする。

- 位置：2 次元座標
- 領域：交差点内、交差点周辺、直線
- 所属領域の識別番号
- 進行方向：上下左右
- 走行道路番号

各車両は自車両の車両情報だけでなく、信号情報と他車両の車両情報も常に参照することが出来る。

3.3 信号情報によるモビリティの変化

図 1 は実環境でのモビリティを示しており、R が赤信号、B が青信号、A が停止すべき車両を表している。実

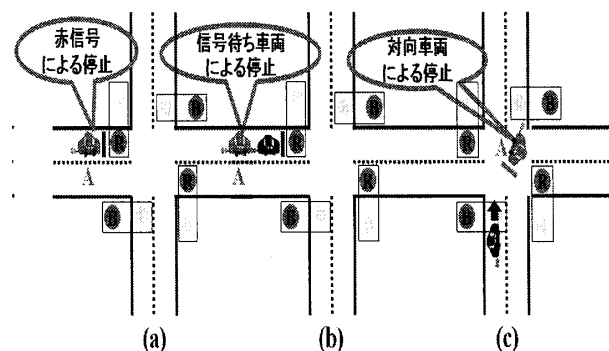


図 1: 実環境でのモビリティ

環境での車両は、図 1(a) のように赤信号の場合、信号手前で停止する。これと同様の動作を行うように、各車両は以下を満たす場合停止する。なお、停止する必要がない場合は、進路選択に従い走行する。

1. n での領域が交差点周辺、 $n+1$ での領域が交差点内
2. 対応する交差点が赤信号

* Vehicle Mobility Model with Signalized Junction

[†]Ryo Harada, Syohei Kanda, Hiroshi Shigeno

[‡]Faculty of Science and Technology, Keio University

[‡]Ryohei Hatori, Tomoya Kuroki, Ami Uchikawa

[‡]Graduate School of Science and Technology, Keio University

3.4 他車両情報によるモビリティの変化

実環境での車両は、図 1(b) のように赤信号で停止している車両に衝突するのを避けるため、前方車両の直前で停止する。これと同様の動作を行うように、各車両は以下を満たす場合停止する。

1. 同一走行道路番号上の前方に停止車両が存在
2. $n+1$ での位置が停止車両の n での位置より前方

また実環境での車両は、図 1(c) のように右折しようとする際に、対向車両に衝突するのを避けるため、交差点内で停止する。これと同様の動作を行うように、各車両は以下を満たす場合停止する。

1. $n-1$ での領域が交差点周辺、 n での領域が交差点内で、選択された進路が右折
2. 対向車両の n と $n+1$ での領域が交差点周辺で、選択された進路が直進か左折

ただし、停止している間に信号が赤信号に変化した場合は、右折を開始するようにする。

4 シミュレーション評価

提案モデルを用いた際の性能評価への影響を検討するため、計算機シミュレータにより評価を行った。図 2 にシミュレーションモデルを、表 1 にシミュレーション条件を示す。想定環境は、両側 1 車線のマンハッタンモデルで、全交差点に信号機が付いているとする。

図 2 の固定インフラ S から固定インフラ D へパケットを送信し、その際の性能評価をした。提案モデルのパラメータは信号周期を 120 秒、信号比率を 1:1 とし、比較対象として既存モデルの Random Waypoint を用いた。

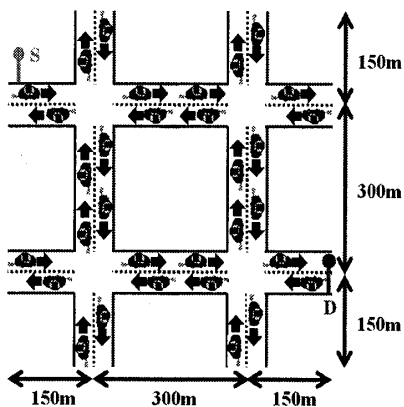


図 2: シミュレーションモデル

表 1: シミュレーション条件

シミュレータ	Qualnet4.5
無線通信帯域	5.8GHz
通信範囲	200m
MAC プロトコル	802.11
ルーティングプロトコル	AODV

4.1 車両密度とパケット到着率

図 3 は、車両密度を変化させた際のパケット到着率を示したものである。図 3 より、車両密度が小さい場合、提案モデルは既存モデルより 10% 以上低いパケット到着率となる事が分かる。これは車両密度が低い場合、提案モデルは信号機付交差点の影響を受けるため交差点周辺に車両が溜まり粗密の差が大きくなるが、既存モデルは信号機付交差点の影響を受けないため粗密の差が小さくなるからである。また図 3 より、車両密度が大きくなると、提案モデルは既存モデルとほぼ等しくなる事が分かる。これは車両密度が高い場合、提案モデルは信号機付交差点に停車していない車両が増え、車両の粗密の差が既存モデルと近くなるからである。

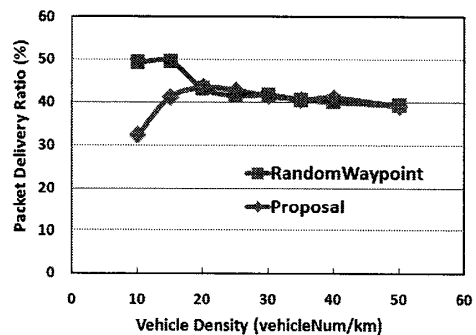


図 3: 車両密度に対するパケット到着率

5 おわりに

本稿では、信号機付交差点を考慮した車両モビリティモデルを提案し、このモデルを用いた際の性能評価に及ぼす影響を検討した。シミュレーションにより、車両密度が高い場合には影響が少なかったが、車両密度が低い場合にはパケット到着率が 10% 以上小さくなる事が分かった。この結果から、車両密度が低い場合が存在する環境の中で、パケット到着率を重要視するアプリケーションを想定する場合には、信号機付交差点を考慮した車両モビリティモデルを使用する必要があると言える。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金 (C) 課題番号 21500079 (2009 年) の支援により行われました。

参考文献

[1] Christian Bettstetter. "Smooth is better than sharp: A random mobility model for simulation of wireless networks", In Proceedings of the Fourth ACM International Workshop on Modeling, Analysis and Simulation of Wireless and Mobile Systems, pages 19-27, 2001.