

ラウンドアバウトにおける 歩行者用信号機による交通流への影響

黒岩 妃呂† 藤岡 薫†

福岡女子大学国際文理学部環境科学科†

1. はじめに

ラウンドアバウト(環状交差点)とは車両が通行する部分が円形の交差点のことであり、信号機付交差点と比較して交通事故の減少・軽減、待ち時間の減少、災害時の対応力向上等の効果が見られる。ラウンドアバウトでは、横断歩道の利用頻度が増加するとラウンドアバウト内に車が進入出来ず交通機能が低下するという課題が挙げられる。本研究ではこの課題に対応するため、ラウンドアバウトに歩行者用の信号機を設置することで交通流にどのような影響を与えるのか、セルオートマトン法を用いて分析した。また、横断歩道の利用頻度により有効な信号機の挙動を検討する。

2. セルオートマトン

セルオートマトンとは、空間に格子状に敷き詰められた多数のセルが、近隣のセルと相互作用をする中で、自らの状態を変化させていく「自動機械」のことである。セルオートマトンを用いたラウンドアバウトの先行研究では、各セルの混雑状況や車・歩行者の速度をもとに、横断歩道の位置の検討が行われた[1]。

3. モデルの説明

本研究ではセルオートマトンを用いて片側1車線のラウンドアバウトにおける交通流のシミュレーションモデル(図1)を作成する。

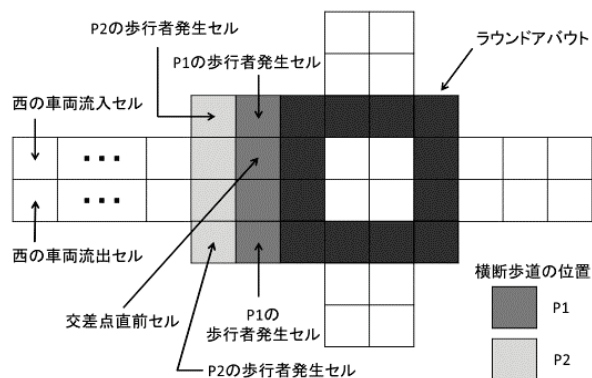


図1. シミュレーションモデル

初期ステップでは道路上に車両は存在しないが、東西南北それぞれの車両流入セルで各ステップ一定の車両発生確率で車両が流入する。各車両はラウンドアバウトにおいて1/3ずつの確率で直進・左折・右折を行い、車両流出セルから外部へ流出する。車両の動きは1次元セルオートマトンのルール184と呼ばれるモデル[2]に基づいており、1つ先のセルが空いていれば1セル進み、空いていなければ現在のセルにとどまる。ラウンドアバウトへの進入の際は、交差点内部の車両が優先権をもつ走行を行う。

横断歩道の歩行者発生セルでは、ある歩行者発生確率で歩行者が発生し横断歩道の上下両方向へ進行する。車両は横断歩道の歩行者を優先した走行を行うとする。

表2. 横断歩道の位置と信号機の種類

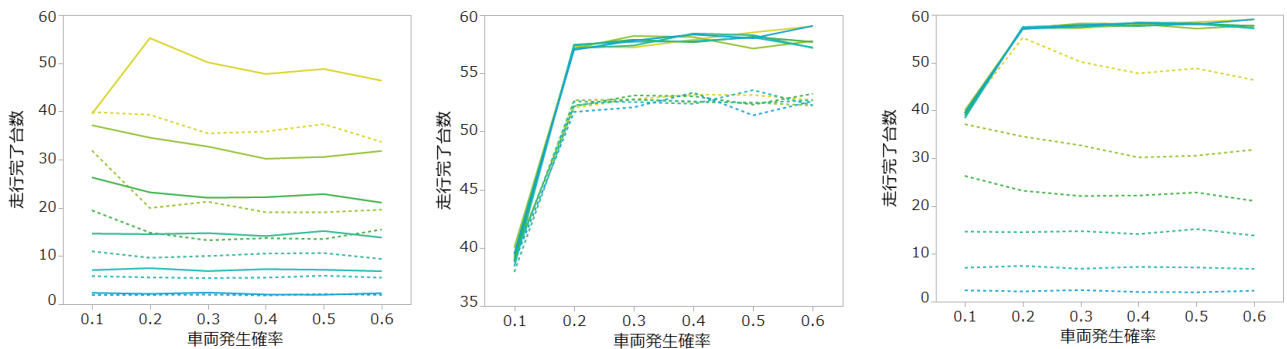
		信号機の種類		
		なし	定周期式	押ボタン式
横断歩道の位置	P1	モデル1	モデル3	モデル5
	P2	モデル2	モデル4	モデル6

本研究では横断歩道の位置をP1、P2とする2つのモデルを基本とし、それぞれに定周期式信号機と押ボタン式信号機を設置することで、表2に示す6つのモデル(モデル1~モデル6)を作成する。そして100ステップまでの走行完了台数、平均走行時間、一時停止時間を比較する。

4. シミュレーション結果

本研究では車両発生確率を0.1から0.6、歩行者発生確率を0.1から0.6まで0.1ずつ変化させた36通りの組み合わせに対し、各100回のシミュレーションを行い検証する。

図3は走行完了台数のシミュレーション結果を表したものである。図3(a)ではモデル1とモデル2を比較し、有効な横断歩道の位置を検討する。図3(a)より歩行者発生確率が0.6の時を除いて車両発生確率と歩行者発生確率が同じ場合、モデル1よりモデル2の方が走行完了台数の値が高い。そのため、横断歩道の位置はP1とP2では、P2の方が有効であると考えられる。



(a)モデル1(点線)とモデル2(実線) (b)モデル4(点線)とモデル6(実線) (c)モデル2(点線)とモデル6(実線)

歩行者発生確率
 ---0.1 ---0.2 ---0.3 ---0.4 ---0.5 ---0.6 —●—0.1 —●—0.2 —●—0.3 —●—0.4 —●—0.5 —●—0.6

図3. シミュレーション結果(走行完了台数)

そこで、図3(b)では横断歩道の位置をP2としたモデル4とモデル6を比較し、有効な信号機の挙動を検討する。図3(b)より車両発生確率0.1を除いて、モデル4よりモデル6の方が走行完了台数の値が高い。そのため、信号機については押ボタン式信号機の方が有効であると考えられる。図3(c)ではモデル2とモデル6を比較し、ラウンドアバウトに信号機を設置することが有効であるか検討する。図3(c)より歩行者発生確率0.1を除いて、モデル2よりモデル6の方が走行完了台数の値が高い。また、平均走行時間、一時停止時間においても、モデル1よりモデル2、モデル4よりモデル6の方が低い値を示し時間が短縮されるという結果になった。

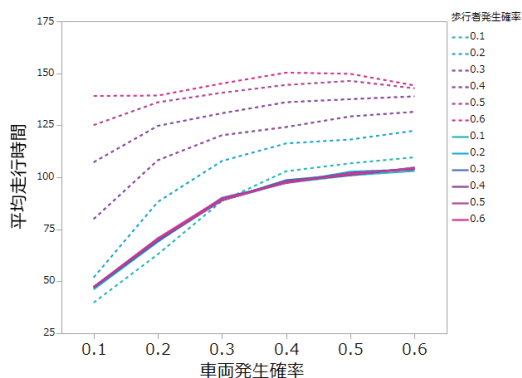


図4. モデル2(点線)とモデル6(実線)におけるシミュレーション結果(平均走行時間)

一方、図4で示すようにモデル2とモデル6では歩行者発生確率0.1、車両発生確率0.1、0.2と小さい時、モデル6よりモデル2の方が平均走行時間、一時停止時間の両方において低い値を示した。

5. まとめ

ラウンドアバウトへの進入は交差点内の車両が優先されるため、すべての車両は交差点直前セルで優先車両の確認を行う必要がある。モデル1と比べるとモデル2では、横断歩道を通じた車両が交差点直前セルまで進み待機することで、優先車両のない時点でラウンドアバウトへ進入することが出来る。ラウンドアバウトと横断歩道とのセルにより歩行者の交通遮断の影響を抑えることができた。

また、定周期式信号機は歩行者がいなくても信号機が赤になり、車両の一時停止時間が加算されるため、歩行者が発生した時にのみ信号が変わる押ボタン式信号機の方が、車両の停止時間が短縮され走行完了台数が増加する。

図4で示すように歩行者や車両の通行が少ない時、押ボタン式信号機が設置してあると信号機による無駄な車両の一時停止により、平均走行時間、一時停止時間が大きくなる。そのため歩行者発生確率と車両発生確率が低い時には、信号機を設置する必要性は低い。

一方で、押ボタン式信号機を設置することにより横断歩道の利用頻度が高い時に交通機能が低下するという課題に対応できる。

今後は、歩行者が横断歩道を渡り切るのに要したステップ数など、歩行者にも注目した研究を進める。

参考文献

[1]H. Echab, H. Ez-Zahraouy, N. Lakouari, R. Marzoug. Characteristics of pedestrian and vehicle flows at a roundabout system. (2016)
 [2]S. Wolfram. Cellular automata and complexity. (1994)