

# 歩行者・自転車を考慮した交通シミュレーションに関する基礎的検討

首都大学東京 ヒューマンメカトロニクスシステムコース B4 楠田 明寛 (児島研究室)  
 キーワード: モデル予測制御, MLDシステム, パーソナルスペース

## 1. はじめに

本研究では自転車通行を考慮した, 自転車道設計を行うための足掛かりとして, 従来研究を参考にし, 歩行者・自転車の基本的な行動を理解する。

- ◆ 歩行者・自転車混合交通の課題
  - ・歩道, 交差点での接触事故
  - ・路側帯, 車道での自転車の逆走
  - ・自転車の快適性の欠如

### 研究目的

歩行空間における歩行者・自転車の行動をモデル化し, シミュレーションにより, 自転車が歩道にいる際の流動性を明らかにする。

## 2. 基本モデル

対象を平面上の質点モデルとしてとらえる。

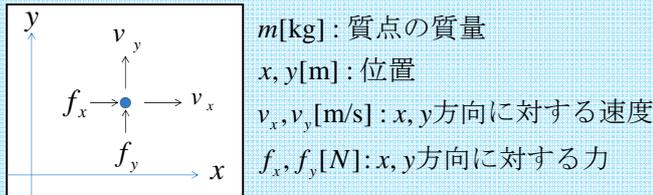


図1 質点モデル

連続時間系  $\dot{s} = A_c s + B_c u$

$$s = \begin{bmatrix} x \\ y \\ v_x \\ v_y \end{bmatrix}, A_c = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -\frac{\mu}{m} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{\mu}{m} \end{bmatrix}, B_c = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ \frac{1}{m} & 0 \\ 0 & \frac{1}{m} \end{bmatrix}, u = \begin{bmatrix} f_x \\ f_y \end{bmatrix}$$

離散時間系  $s_{k+1} = A_d s_k + B_d u_k$

$$s_k = \begin{bmatrix} x_k \\ y_k \\ v_{xk} \\ v_{yk} \end{bmatrix}, A_d = e^{A_c h}, B_d = \int_0^h e^{A_c \tau} d\tau B_c, u_k = \begin{bmatrix} f_{xk} \\ f_{yk} \end{bmatrix}$$

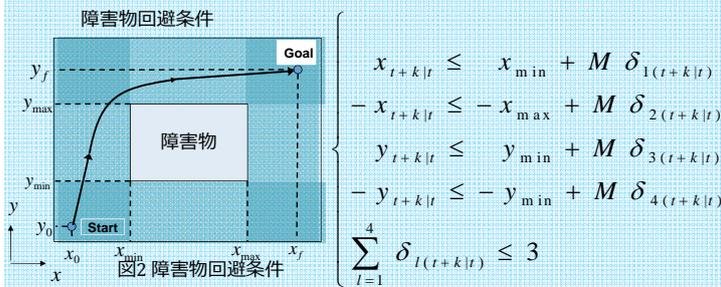


図2 障害物回避条件

評価関数

$$J = \sum_{k=0}^{N-1} \{ (s_{t+k|t} - s_f)^T Q (s_{t+k|t} - s_f) + u_{t+k|t}^T R u_{t+k|t} \}$$

モデル予測制御  $Q \geq 0, R > 0$

$\min_U J, U := \{u_{t|t}, u_{t+1|t}, \dots, u_{t+N-1|t}\}$

## 3. 自転車モデル

- ◆ 自転車と歩行者の行動特性の違い
  - ・占有領域: 自転車は長方形
  - ・認識領域: 自転車は前方に長い

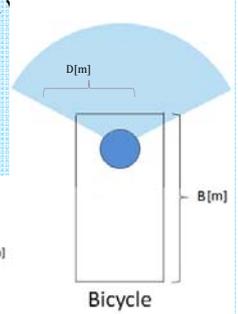
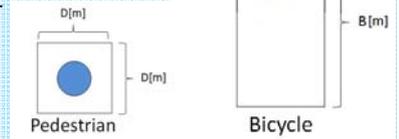


図3 歩行者と自転車の行動特性<sup>[2]</sup>

1. 占有領域は $D \times B$ の長方形にする
2. 認識領域は質点を前方に移す



## 3. シミュレーションと結果

- ◆ シミュレーションレイアウト

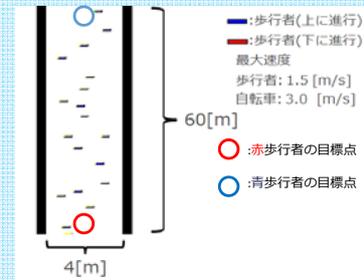


図4 シミュレーションレイアウト

交通主体の変化による流動係数の推移を確認する。

- ◆ 流動係数の推移による評価

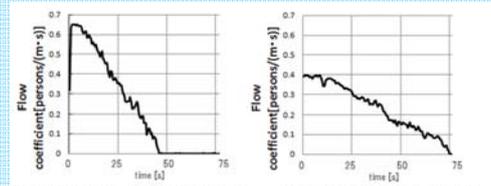


図5 流動係数の推移

- ◆ 流動係数の平均値による評価

表1 平均流動係数

歩行の種類	平均流動係数 [person/m/s]
Case (a) 歩行者	0.38
Case (b) 自転車	0.23

障害がない状態の平均流動係数は 0.4 [person/m/s] である。Case (a)の平均流動係数はそれとほとんど変わらない。一方, Case (b)は43%流量が減少している

## 4. 今後の課題

自転車が向きを考慮したモデルではないため, 今後は向きを制限する制約を設け, それを踏まえた歩道シミュレーションや, 交差点シミュレーションを行うことを検討している。

## 参考文献

- [1] 岡田: 群集安全工学, 鹿島出版会(2011)
- [2] 劉, 大枝, 角: パーソナルスペースを用いた障害物を回避する歩行者の群集流動, 土木学会論文集D, Vol.64, No.4, pp.513-524 (2008)

