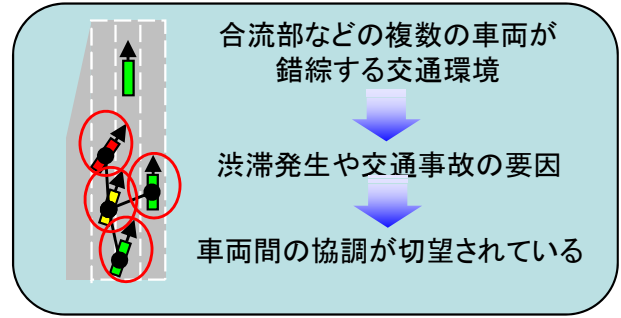


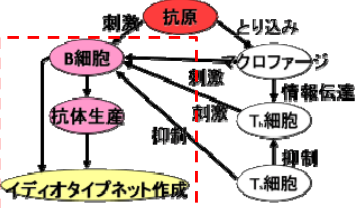
研究の背景・概要

交通事故の低減、渋滞問題の解決などの目的でITS技術が注目され、車が高知能化されつつあるが、合流部、分流部、交差点などの複雑環境下では車両単独で危険を回避することが困難な場合がある。本研究では、生体における免疫ネットワーク機構を応用した自己組織化による車両協調システムにより、錯綜状況の回避について検討を行う。ドライバモデルに基づくマイクロ交通シミュレーション環境により、車両挙動の安全性から見たミクロ的な視点と交通流の向上といったマクロ的な視点から有効性の検証を行う。本システムの適用環境としては、事故などの異常状況の回避や合流部における錯綜状況の回避を考えている。



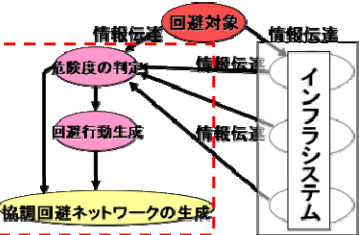
方法

・免疫系システム



免疫ネットワークを工学的にモデル化し協調回避に適用

・協調回避システム



* 危険度の判定

(1) 車両*i*と*j*のリンクの重みを算出

$$T_{ij} = k_q \frac{I_{rel,ij}}{L_{rel,ij}^2}$$

$v_{rel,ij}$: 相対速度 I_{ij} : 内積 k_q : 定数

$I_{ij} = v_{rel,ij} \cdot L_{rel,ij}$

Relative Distance
Relative Velocity
Inner Product

(2) T_{ij} から $R_i(t)$ を算出して、協調車両を決定

$$\frac{dr_i(t)}{dt} = \sum_j T_{ji} R_j + \sum_j T_{ij} R_j - \frac{1}{2} \sum_j (T_{ij} + 1)$$

$$R_i(t) = \frac{1}{1 + \exp(k_a - r_i(t))}$$

T_{ij} : リンクの重み k_a : 定数

* 回避行動生成

(1) 回避行動を免疫系における抗体のように記述

(2) 行動の優先度 $a_i(t)$ を決定

$$\frac{da_i(t)}{dt} = \left(\sum_{j=1}^N m_{ji} a_j(t) - \sum_{k=1}^N m_{ik} a_k(t) + k \right) a_i(t)$$

刺激 抑制

$$a_i(t+1) = \frac{1}{1 + \exp(k_b - A_i(t))}$$

m_{ij} : 抗体の刺激抑制値 k : 外的要因 k_b : 定数

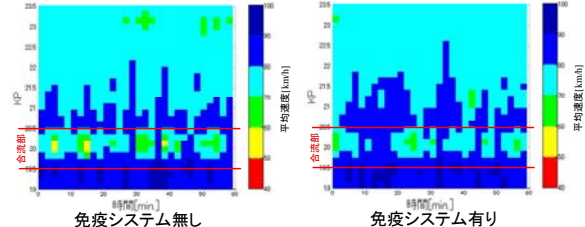
適用例

* マクロ視点による評価

感知機を設置し交通流・平均速度を算出

交通量: 5810台/h
平均速度: 96km/h

交通流における速度状態の時間-位置推移図

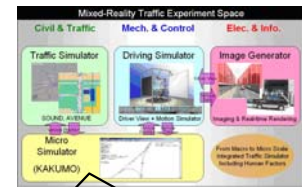


区間平均速度[km/h]

区間	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5
CF(先進制御区間)	82	87	71	82	79	78	73	73	72	73
CF(先進制御区間)	82	87	79	83	80	79	76	76	73	76

合流部での錯綜を回避して、円滑性が向上

東京大学ITSセンター 複合現実感交通実験スペース



マイクロ交通シミュレータKAKUMO

協調回避システムをドライバモデルに実装

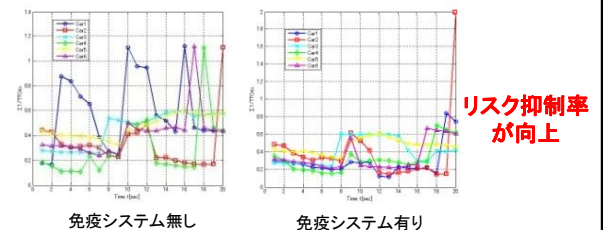
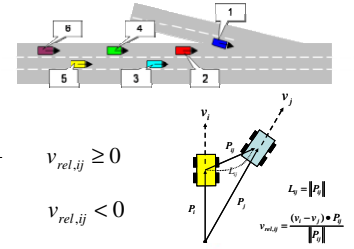
* ミクロ視点による評価

リスク感 r_i ... 下記の各リスク指標の総和を計測(車両別)

$$r_i = \sum_j P_{ij}$$

拡張TTCの逆数

$$P_{ij} = \frac{1}{TTC_{ex}} \begin{cases} \frac{v_{rel,ij}}{L_{ij}} & v_{rel,ij} \geq 0 \\ 0 & v_{rel,ij} < 0 \end{cases}$$



まとめ・今後の展望

免疫ネットワークに基づいてモデル化を行った協調回避システムについて、マイクロ交通シミュレータ(KAKUMO)を用いて、ミクロ視点とマクロ視点の評価基準から評価を行い、その有効性の検証を行った。

・ミクロ視点の評価では、区間平均速度が抑えられ有効性が期待できる結果が得られた。

・マクロ視点の評価では、リスク指標値を抑制でき有効性が期待できる結果が得られた。

今後は、アルゴリズム評価をすることによって、よりロバスト性の高いシステム構築を目指す。

連絡先