

交通情報によって進路を変える交差道路の動的自動車交通流

- カオス的流れ -

中日本自動車短大 福井 稔 龍谷大学・理工学部 西成 活裕
愛知淑徳大・ビジネス学部 石橋 善弘

1 はじめに

2つの1車線道路が交差している道路のセルオートマトン(CA)交通流モデルは、色々研究され[1-3]、車の密度、速度によって色々な交通流状態が現れることが分かり、相図が明らかになった。また、交差点の信号の周期と車速との同期による交通流の最適化問題が研究された[4]。更に、交差点で交通情報を与え、これによって進行方向を変えるモデルが横谷によって提案された[5]。このモデルでは、運転者は、道路上の車の平均速度の大きい方の道路へ進路を採るというルールを取り入れた。その結果、交通流は複雑な変化、カオス的な変化をすると述べている。ここでは、横谷モデルと類似のモデルによる交通流のシミュレーションを行い、その流れのカオス性を調べた。

2 速度情報により進行方向を変えるCA交通流モデル

まず、道路については、2つの1車線道路が1つのセルを共通にして交差して(X-road, Y-road と呼ぶことにする)、サーキット(周期境界条件)を成している。車は rule-184 (速度 $V = 1$)に従って、X-, Y-road をそれぞれ一方向に進む。交差点には、そこが空いていれば進入できるが、両道路 X, Y-road から同時に進入すると衝突が起こるので、確率 5 割で進入する。また交差点にいる車は、それぞれの道路の平均速度の大きいほうの道路へ進行方向を選ぶ。速度が同じ時はその進行方向は維持し、変えないとする。横谷モデルでは速度が同じ時は確率的に進行方向を決めている点が、このモデルとは異なる。時間は、X, Y-road 同時に update し、これが単位時間である。このモデルでは、交差点進入過程に確率過程を含んでいるので、決定論的モデルになっていない。

3 シミュレーション

両道路の長さを $L=500$ セルとし、同数 $N=180$ ($\rho = 0.36$) の車両を両道路にランダムに配置してシミュレーションを始めた。両道路上の車両密度、車両速度の時系列データを図 1 (a),(b)に示す。車両密度は初期設定では等しいが、時間が経つにつれて不安定になって振動し始め、継続する。その振動は一様でなく、周期、振幅共複雑に変動している。車両速度については、さらに複雑な変動を示している。この変化を、1つの道路について速度-密度(V-D)、流量-密度(F-D)の関係で表したものを図 2 に示した。Y-road の V-D 曲線では、データは $V=1$ の自由流から渋滞流曲線を辿り最高密度渋滞状態へ達する。その後渋滞によ

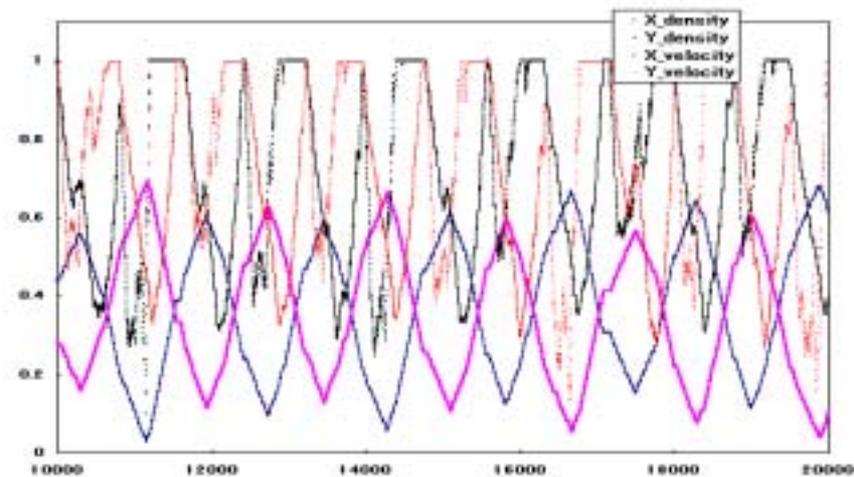
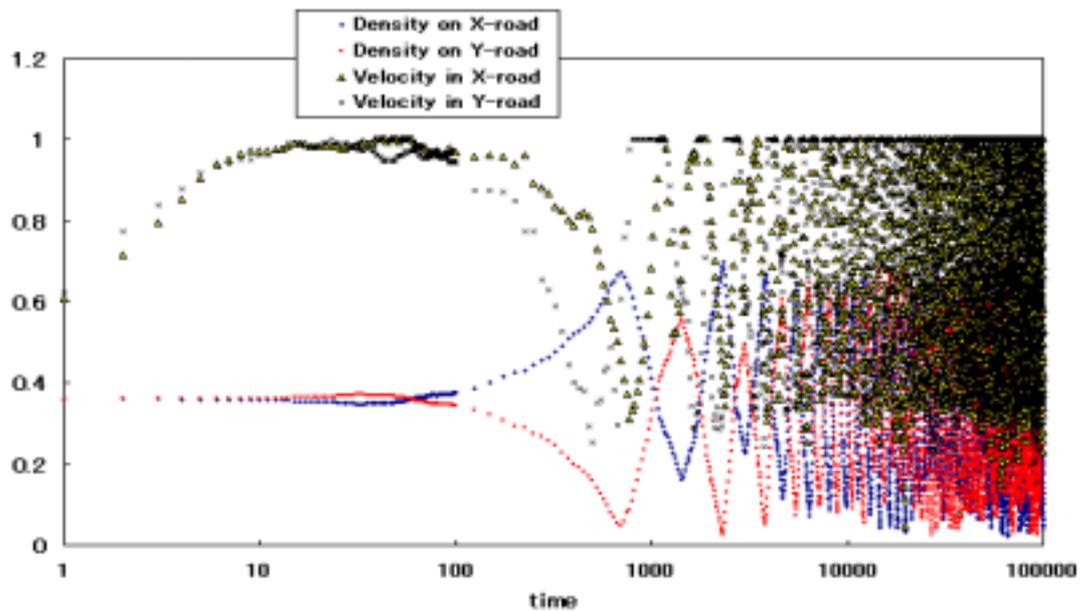


図1 密度、速度の時系列

り速度が減少すると X-road へ進行する車が増加することにより密度が下がる経路へ入る。そして、自由流と局所渋滞流の混在状態を経て自由流へもどる。このように車流は、変形眼鏡のフレームのような経路を時計回りに巡る。そのとき、車は同じループを通らないで毎回新しいループ上を巡る。密度 = 0.62 の時の流量-密度(F-D)曲線を図3に示す。車は全道路渋滞状態と交差点直前の局所渋滞状態を繰り返すし、少しずつ異なったループを巡り回る。 図4には、このような振動交通流の発生する密度領域を示す速度-密度図を示した。

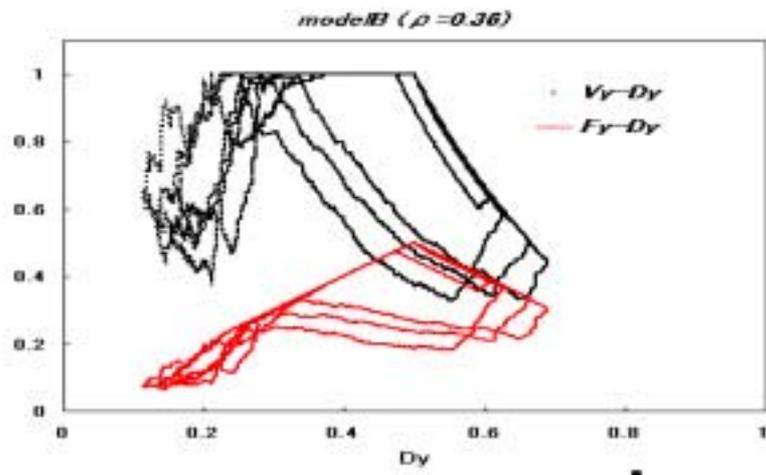


图2 流量-密度图

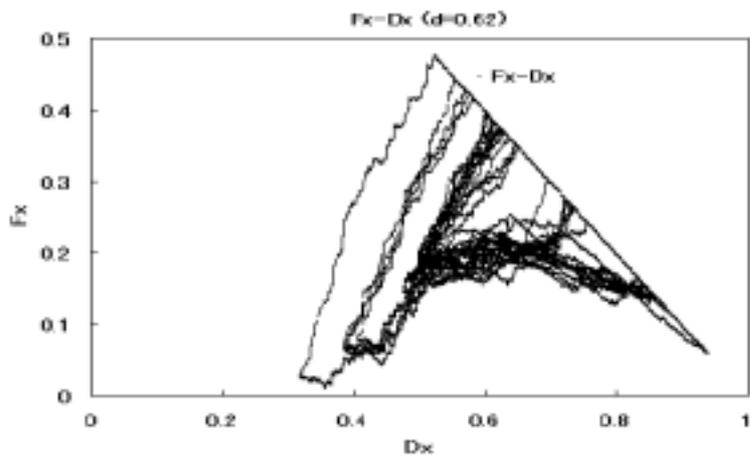


图3 流量-密度图

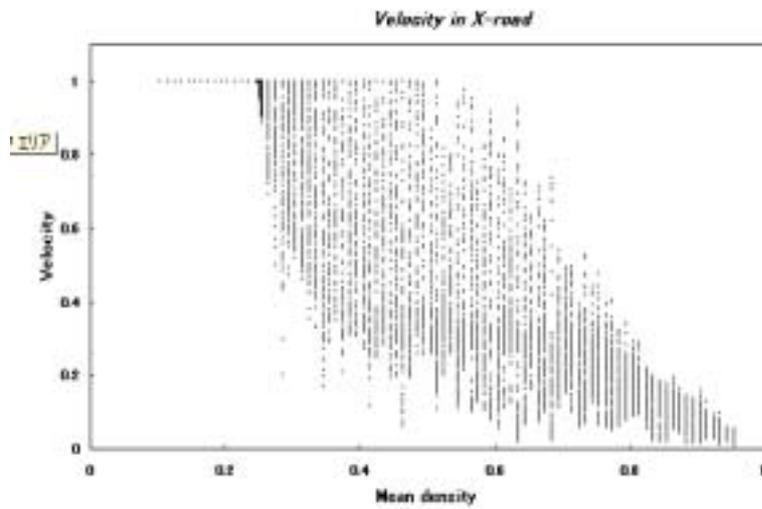


图4 振動濃度領域

さて、車の密度の変動を調べるため、X-road 上の密度を $(Dx(t), Dx(t+))$ 相平面への埋め込み($=250$)を試みた。図5は、密度 $=0.36$ のリサーチで、自由流-渋滞相-局所渋滞相を巡るアトラクタは、カオスの様相を覗かせている。しかし、図6に示す $=0.62$ のアトラクタは、いくつかの定まったループの射影のようにも見え、通常のスorenジアアトラクタとも様相が異なっているように見える。交通流は、この密度ではいつも渋滞状態にあり、局所渋滞の構造との関連も予測される。

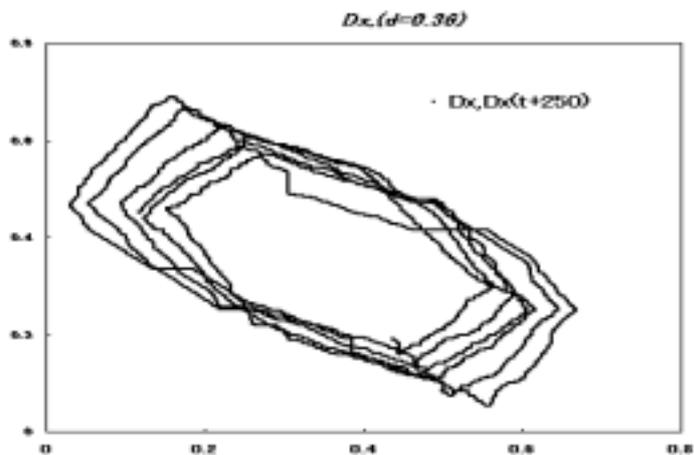


図5

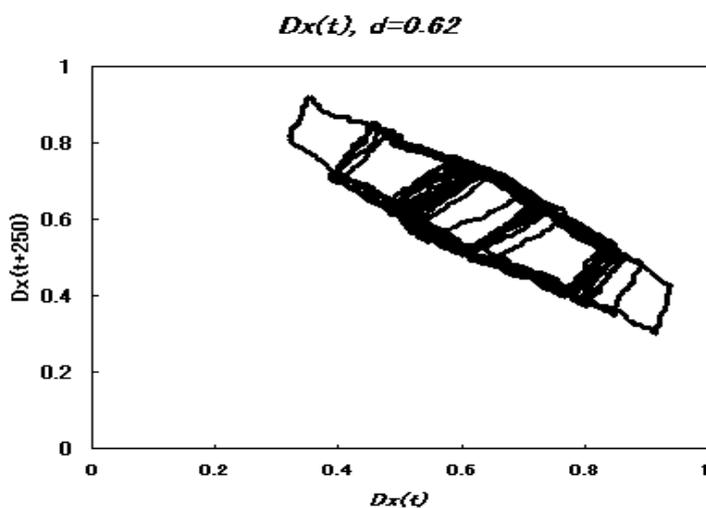


図6

参考文献

- [1] Y.Ishibashi and M.Fukui, J.Phys. Soc. Jpn.65(1996) 2793.
- [2] Y.Ishibashi and M.Fukui, J.Phys. Soc. Jpn.70(2001) 2793.
- [3] Y.Ishibashi and M.Fukui, J.Phys. Soc. Jpn.70(2001) 3747.
- [4] M.Ebrahim,Z.Sadjadi and M.R.Shaebani, J.Phys. A:Math.Gen.37(2004) 561.
- [5] Y.Yokoya, Phys.Rev. E69(2004) 016121.