最適速度交通流模型

交通流の微視的モデル

- 車両を粒子として考える
- セルオートマトンモデル
  - 格子上を粒子が移動する
  - 離散的時間・空間・状態
- 追従モデル
  - 各車両は先行車両に追従する
  - 先行車両の速度に合わせる
  - 先行車両との距離を調整する

CAモデルの利点・問題点

- 利点
  - 高速なシミュレーション
  - 様々な挙動の導入の容易さ
- 問題点
  - 加速減速の不自然さ
  - 状態数が少ない
  - 一様流の安定性が議論できない

最適速度交通流モデル

- 追従モデルの一種
- 先行車両との車頭距離 Δxに対応した最適速度

$$V_{\mathrm{optimal}}(\Delta x)$$

- 最適速度への調整

$$\frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}t^2}=\alpha\left[V_{\mathrm{optimal}}(\Delta x)-\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}\right]$$

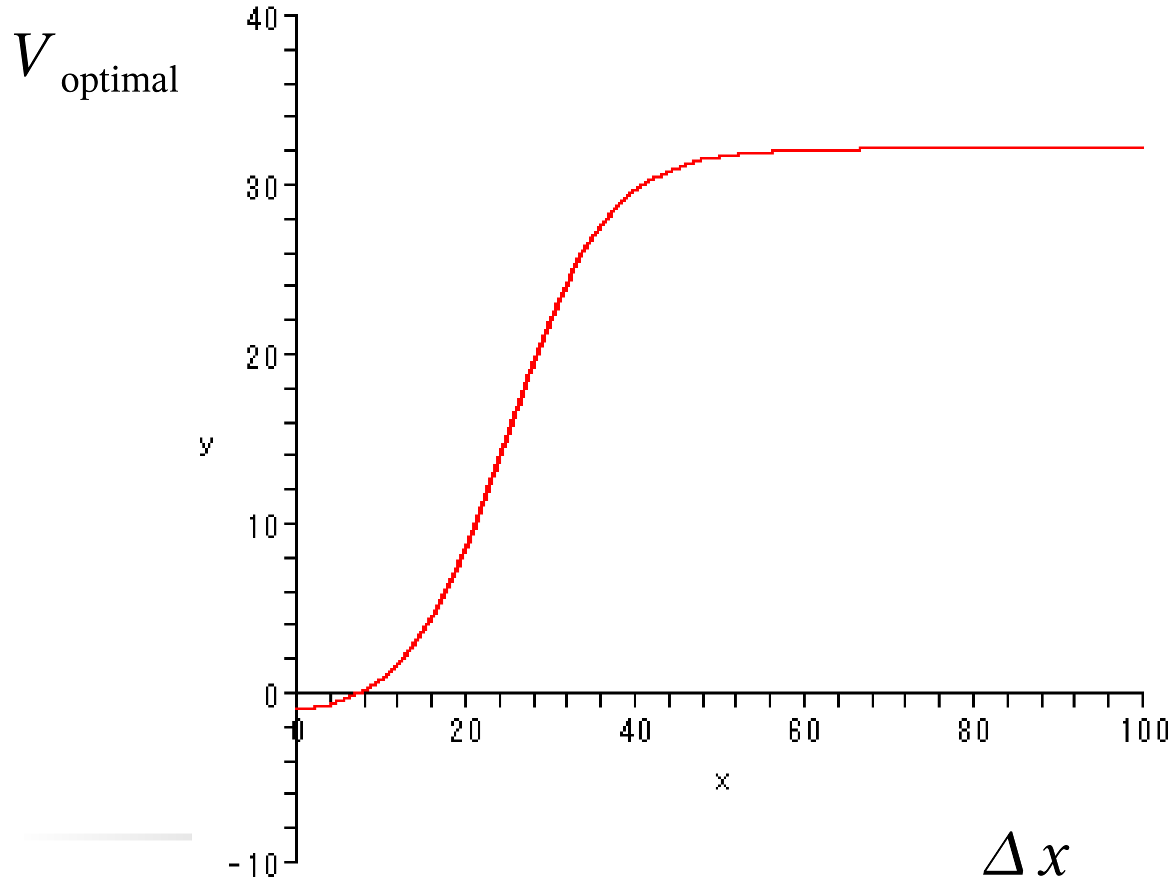
最適速度交通流モデルの利点

- 簡潔な微分方程式で記述されている
  - 解析的取扱いが容易
  - 厳密解
- 2階微分方程式で記述されている
  - 自然な形で挙動の遅れが入る

最適速度関数

- 車頭距離の単調増加関数
  - 車頭距離が短い：停止
  - 車頭距離が非常に長い：自由走行
  - ある距離あたりで急に増加
- シグモイド(sigmoidal)関数
  - 階段関数 $$v_{\max}\theta\left(\Delta x-d\right)$$
  - 双曲線関数 $$\frac{v_{\max}}{2}\left[\tanh\left(2\frac{\Delta x-d}{w}\right)+c\right]$$

最適速度関数の例



一様流の線形安定性

- 一様流の解
  - 車頭距離h、速度$V_{\mathrm{optimal}}(h)$

$$x_{j,0}=hj+V_{\mathrm{optimal}}(h)t$$

- 揺らぎの展開

$$x_j=x_{j,0}+y_j$$

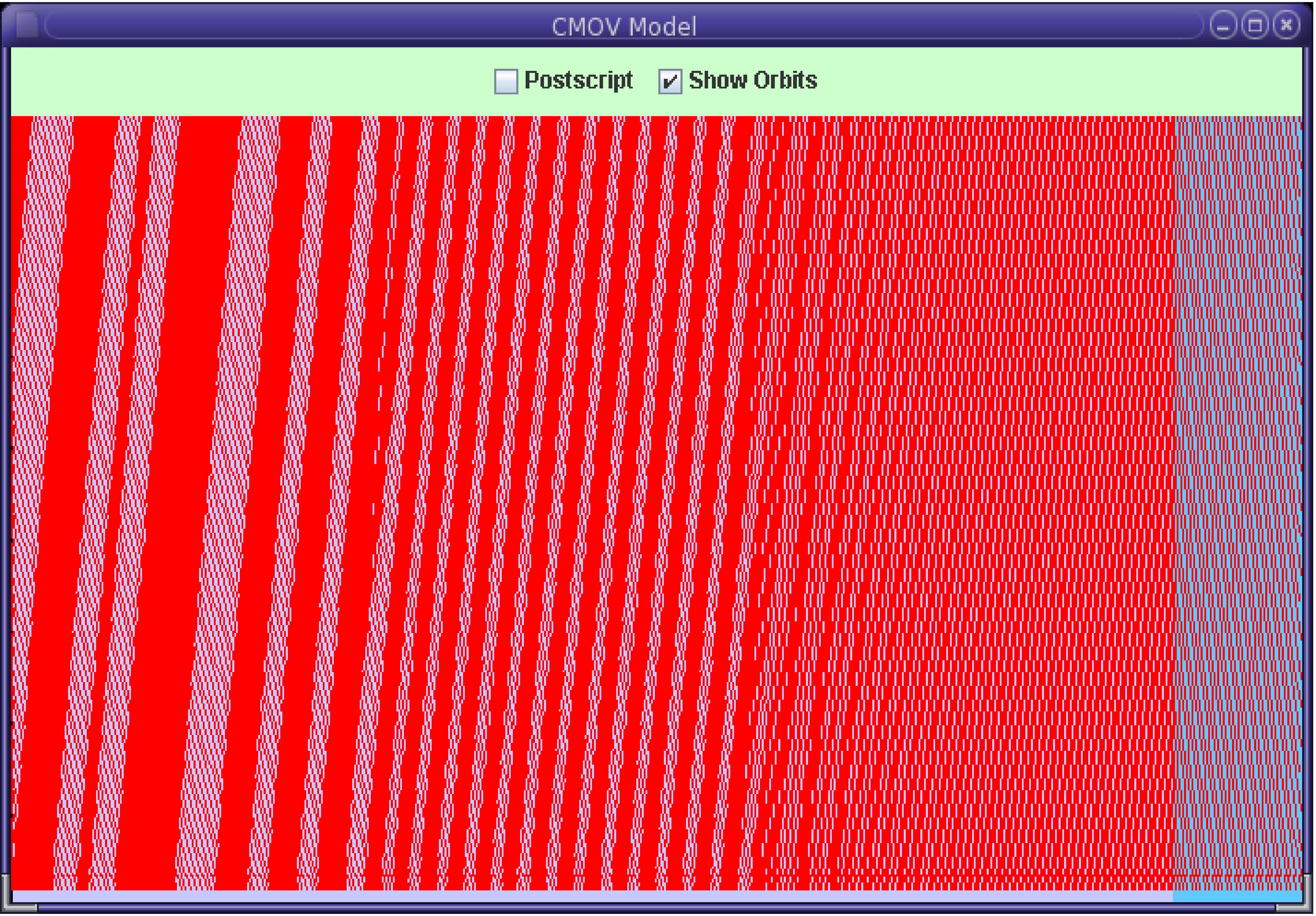
$$\frac{\mathrm{d}^2 y_j}{\mathrm{d}t^2}=\alpha\left[(y_{j+1}-y_j)V_{\mathrm{optimal}}'(h)-\frac{\mathrm{d}y_j}{\mathrm{d}t}+O\left(y_j^2\right)\right]$$

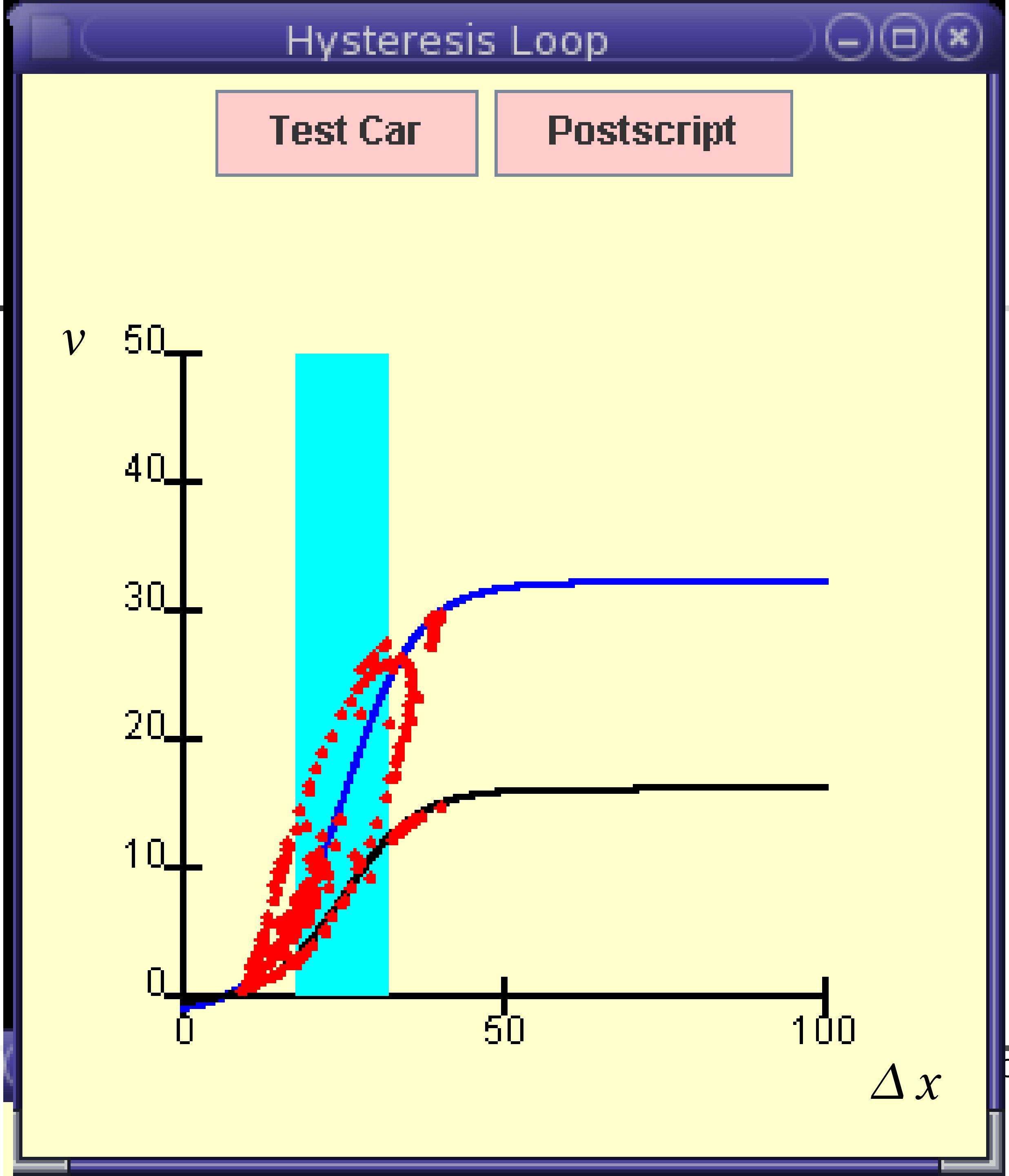
$$y_j=Y e^{i\alpha_k j+zt}$$

$$\alpha_k=\frac{2\pi}{N}k$$

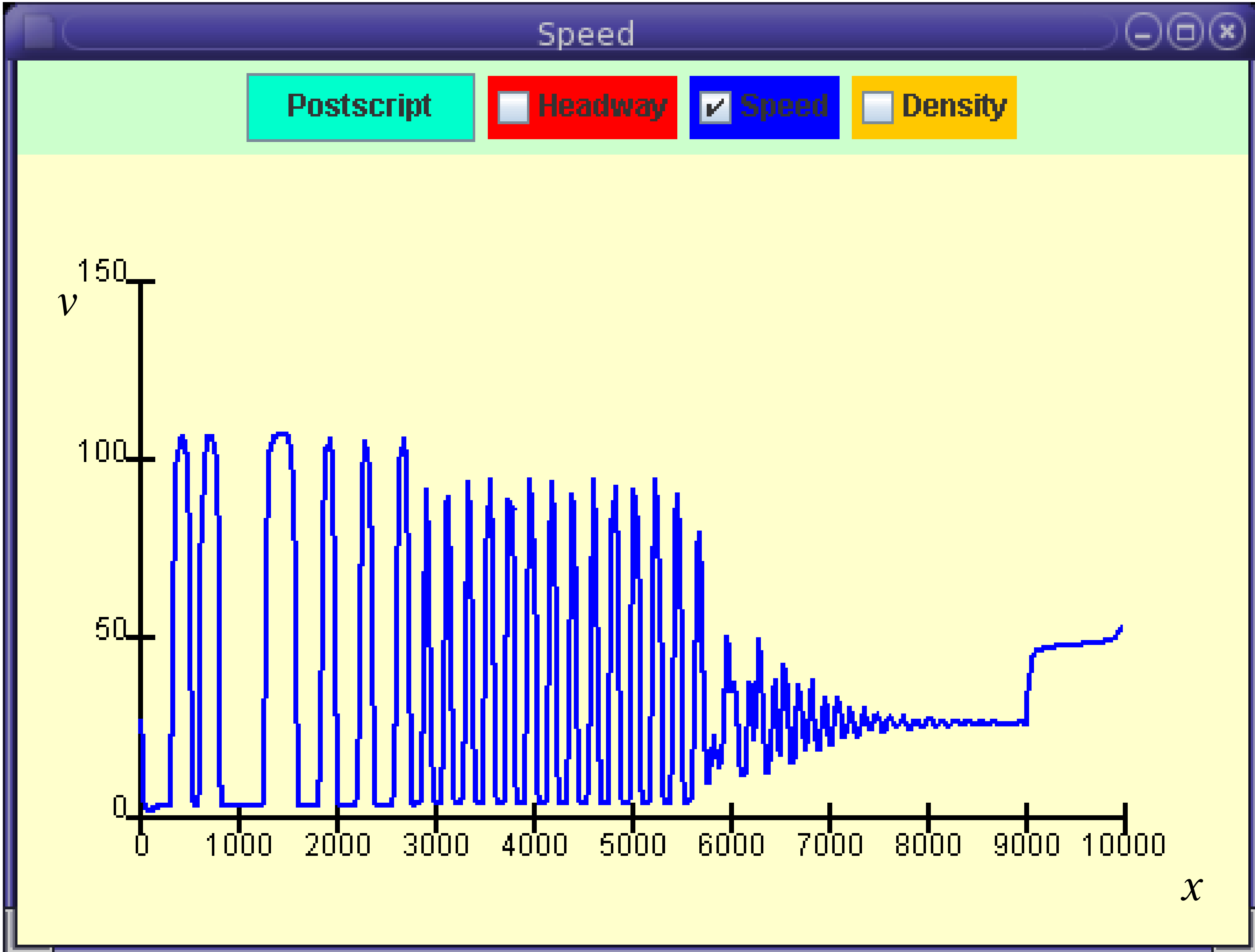
- z の実部が正のとき、ゆらぎは成長する

$$V_{\mathrm{optimal}}'(h)>\frac{\alpha}{2}$$


CMOV Model
Postscript
Show Orbits



Hysteresis Loop
Test Car
Postscript
v
50
40
30
20
10
0
0
50
100
Δ x



Speed
Postscript
Headway
Speed
Density
150
v
100
50
0
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000
x