

センサ故障等が原因で車両情報の 一部しか観測できない場合の自動運転システム

広島市立大学大学院
情報科学研究科 システム工学専攻
知的制御システム研究室
丸橋 悠人

システム概要

システム外乱などの不確定要素を含む系に対し、
観測可能な車両情報のみを使った自動運転システム



道路

カメラ

目標値

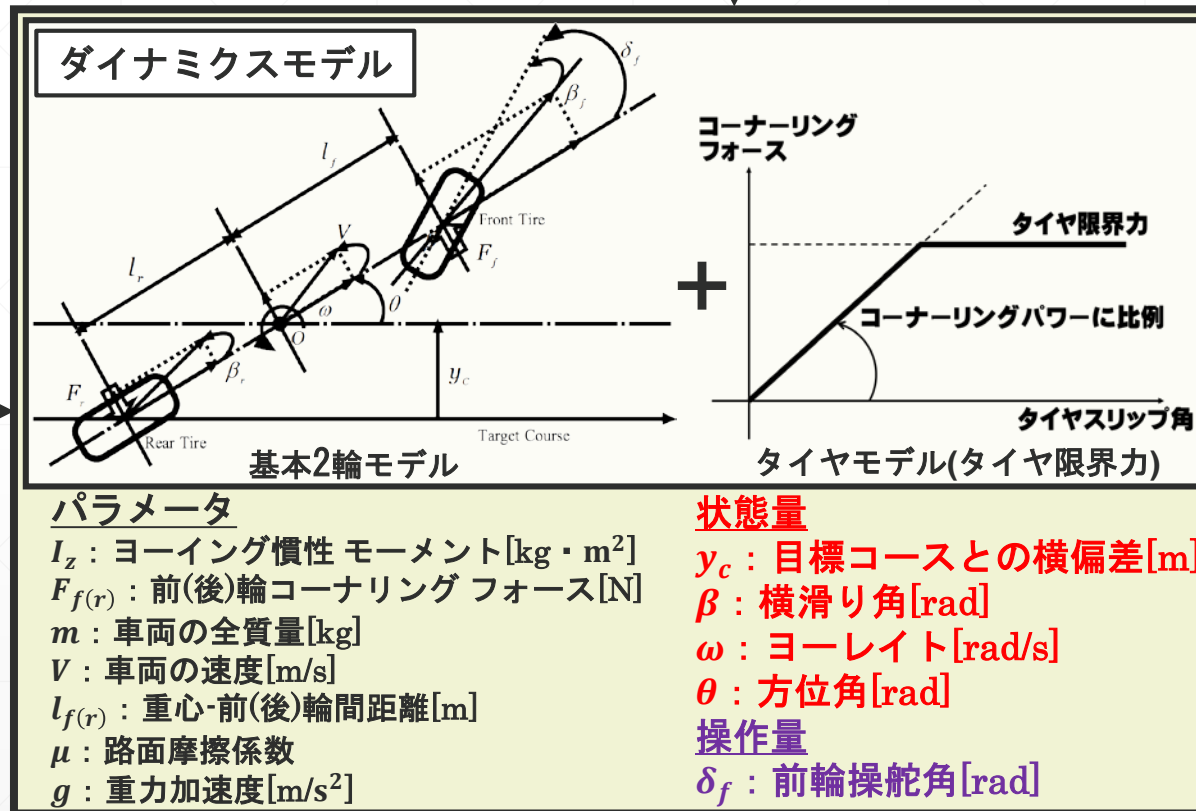
BANG!
車載
センサ

車両
挙動

車両情報の一部が
観測できない場合
の
自動運転
システム

故障等が原因で
全車両情報が観測できない!

入力
舵角



出力フィードバック制御

$$\text{状態方程式} : \frac{dx(t)}{dt} = Ax(t) + Bu(t) + Dw(t)$$

$$\text{観測方程式} : y(t) = Cx(t)$$

$$\text{制御則} : u(t) = -Fy(t) = -FCx(t)$$

システム外乱 w は以下のような白色雑音と仮定する。
 $E[w(t)] = 0, \quad E[w(t)w(\tau)^T] = W\delta(t - \tau)$

評価関数

$$J(F) = E[\underbrace{x(t)^T Q x(t)}_{\text{状態量}} + \underbrace{u(t)^T R u(t)}_{\text{操作量}}]$$

仮定

- $A - BFC$ は安定
- (A, B) 可安定
- (\sqrt{Q}, A) 可検出

フィードバックゲイン

$$F_* = F_o X C^T (C X C^T)^{-1}$$

ここで、 F_o は以下の式より与えられる。

$$F_o = R^{-1} B^T \Pi$$

また、 Π は次のRiccati方程式の唯一の正定対称行列である。

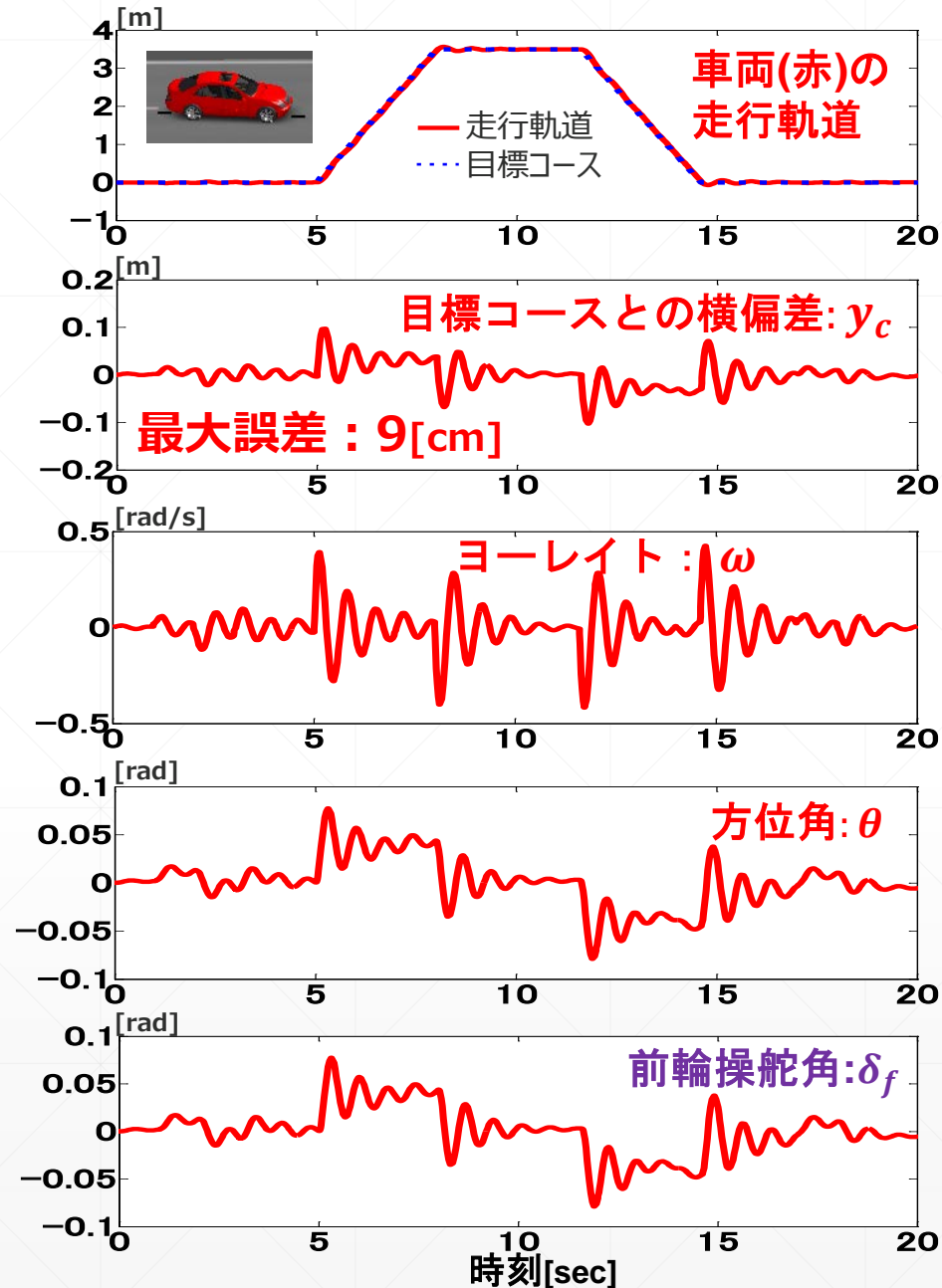
$$\Pi A + A^T \Pi - \Pi B R^{-1} B^T \Pi + Q = 0$$

X は次のような共分散方程式の解として与えられる。

$$(A - B F_o) X + X (A - B F_o)^T + D W D^T = 0$$

x : 状態量
 y : 出力量
 u : 操作量
 w : システム外乱
 F : フィードバックゲイン
 Q, R : 重み
 $E[\cdot]$: 平均操作
 δ : Diracのデルタ関数

シミュレーション実験



車両情報の一部が観測できない場合でも、
自動運転を実現できる可能性がある！