

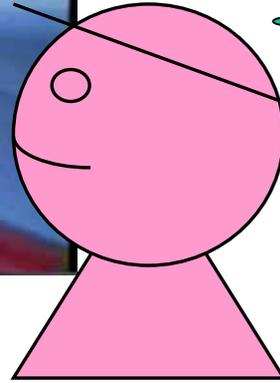
システム同定を用いた自己運動感をと もなう映像が与える自律神経活動の予測

小林 倫丈[†], 木竜 徹[†], 坂東 武彦[‡]

[†]新潟大学大学院自然科学研究科

[‡]新潟大学大学院医歯学総合研究科

自己運動感をともなう映像



自分が動いてる？

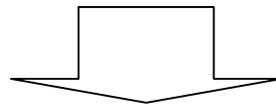
臨場感
現実感

めまい
吐き気
映像酔い

映像酔い

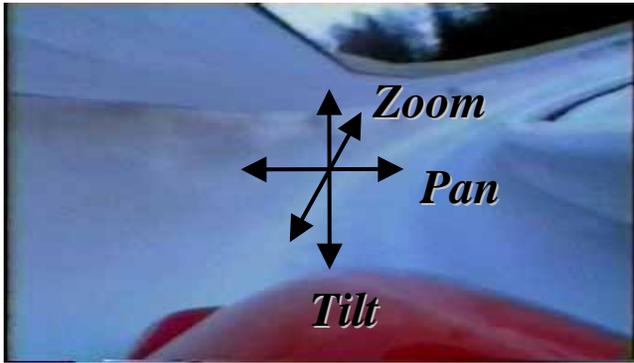
一種の自律神経疾患

評価指標 : MW, RSA, HRなど様々な自律神経活動の指標

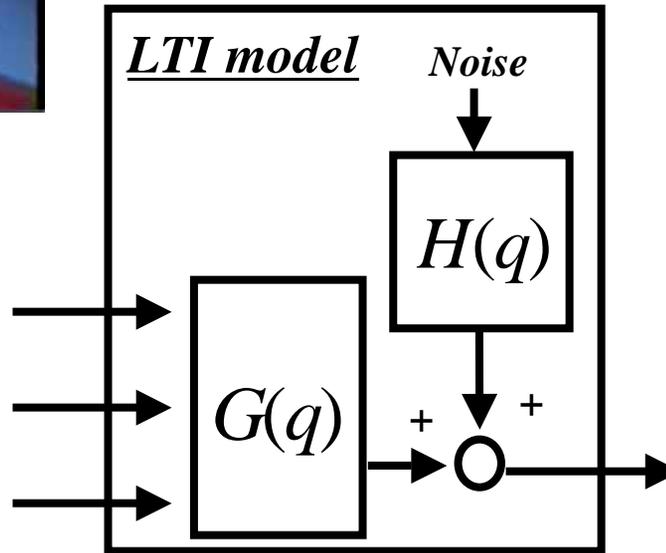
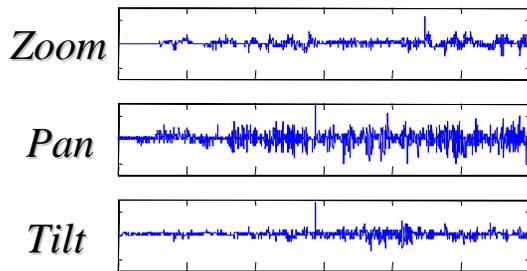


映像酔いの評価指標を
提示する映像刺激から予測する手法を検討

映像刺激

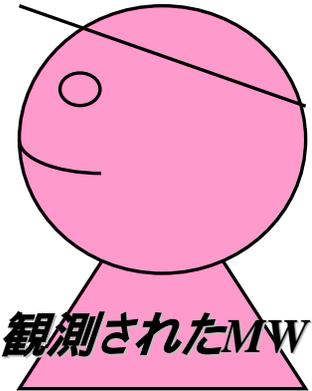


画面全体の動き
GMV (Global Motion Vector)

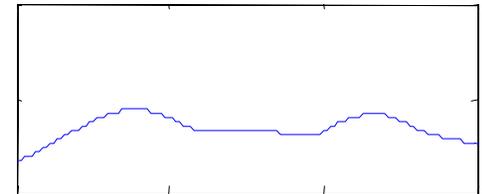


LTI: Linear Time Invariant

自律神経活動



観測されたMWなど

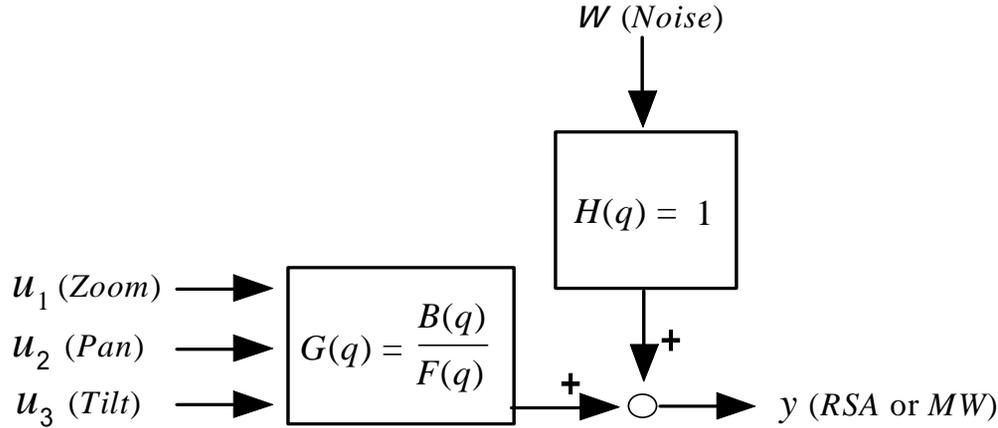


システム同定によって線形時不変(LTI)モデルを構築

観測された入出力データからシステム同定を用いて構築された線形時不変モデルは、被験者の感受性、体調や実験条件等が含まれる

システム同定 : 観測された入出力データから、システムの数学モデルを作成することである[1].
[1] 中溝 高好, “信号解析とシステム同定”, コロナ社

OE (Output Error) モデル



$u(t)$: 入力

$y(t)$: 出力

w : 白色雑音

$G(q)$: システムの伝達関数

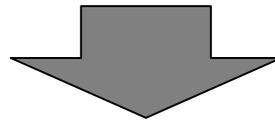
$B(q), F(q)$: シフトオペレータ q の多項式

OEモデルの1段先出力予測値

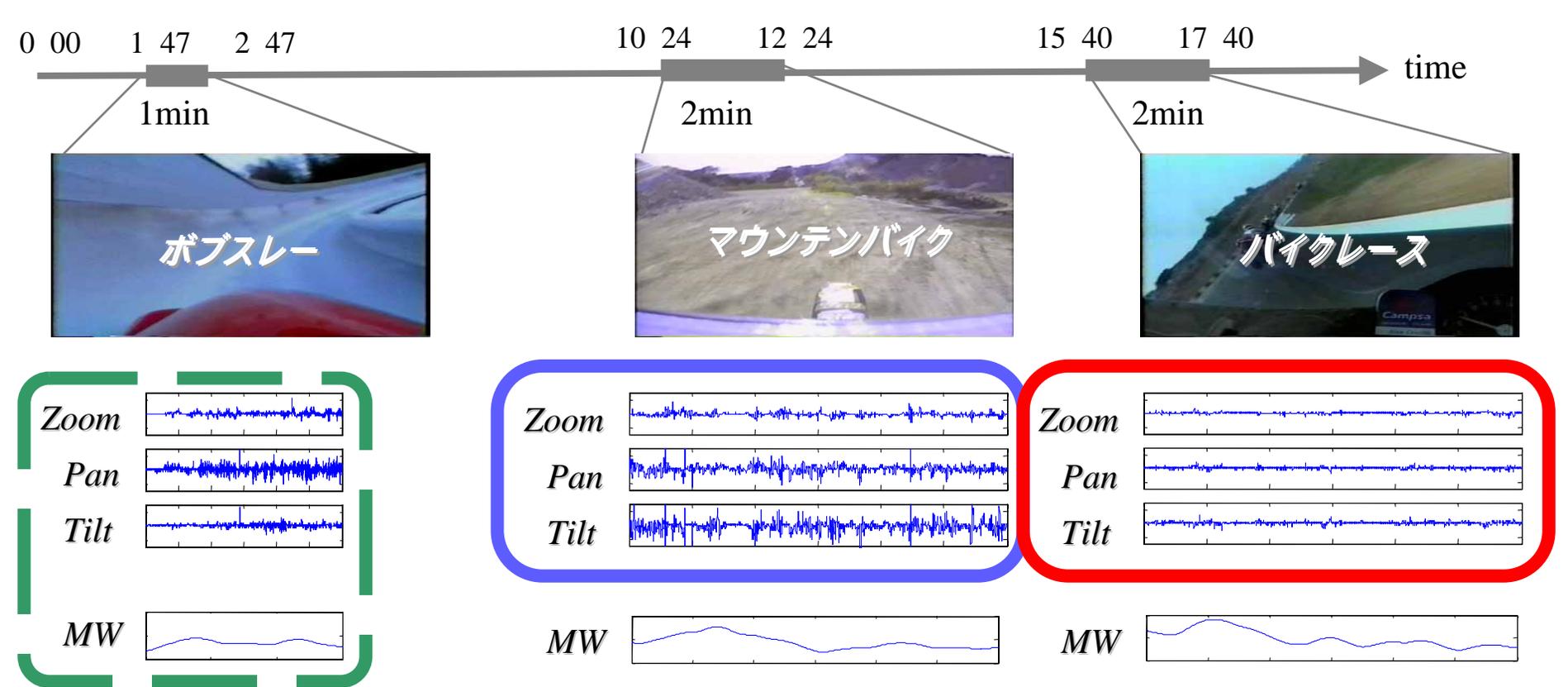
$$\hat{y}(t) = G(q)u(t)$$

$$u(t) = [u_1(t), u_2(t), u_3(t)]^T$$

OEモデルの出力予測値は
入力のみによって求められる



**映像刺激のGMVをOEモデルに入力すれば
自律神経活動をシミュレーションできる**



手順1

ボブスレーのGMVと観測されたMWを用いてOEモデルを構築

手順2

OEモデルにマウンテンバイクのGMVを入力し, 予測されるMWをシミュレーション

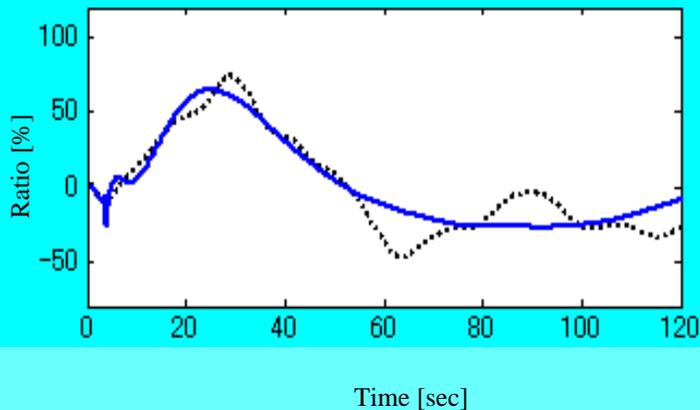
手順3

OEモデルにバイクレースのGMVを入力し, 予測されるMWをシミュレーション

OEモデルによるMW, RSAのシミュレーション結果

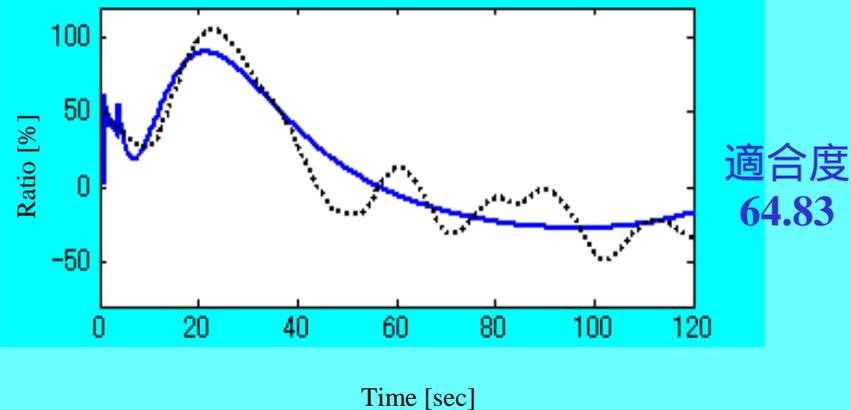
マウンテンバイク視聴時

MW

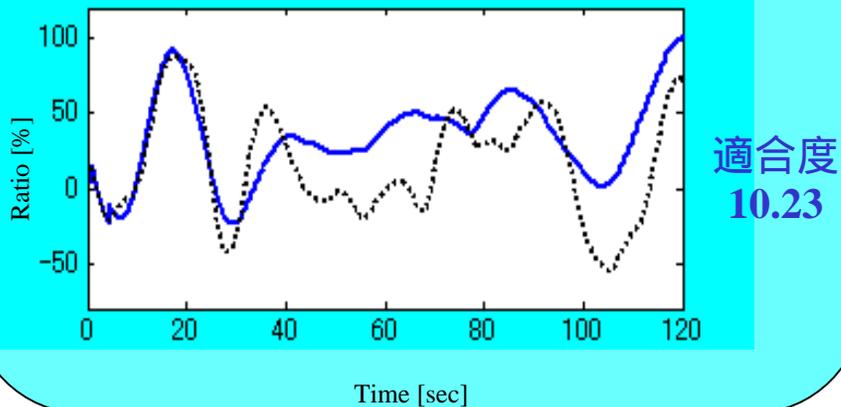


バイクレース視聴時

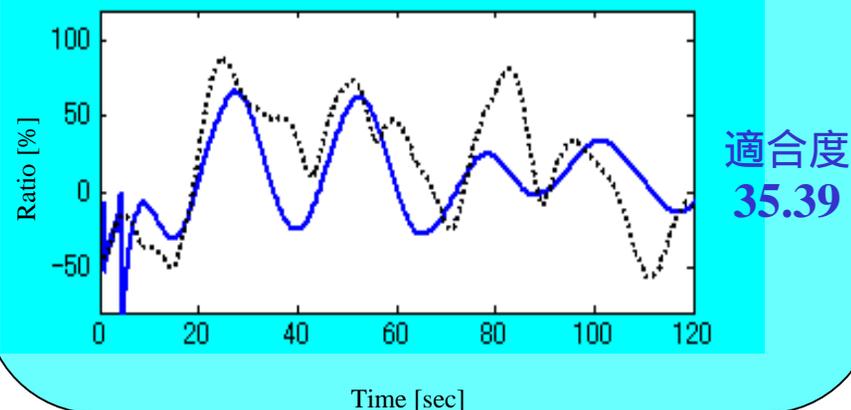
MW



RSA



RSA



— シミュレーション値 実測値

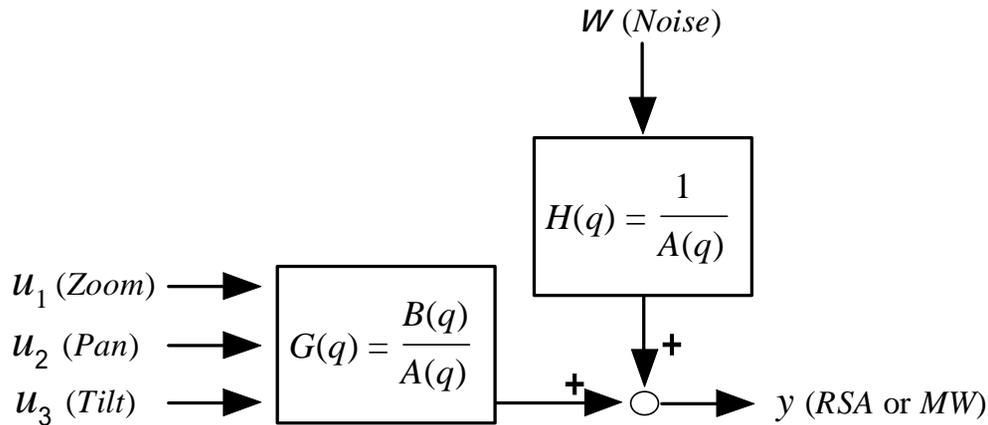
適合度: 実測値と推定値との差の平均2乗値の平方根

今後の課題

- RARXモデルによる実時間予測
- 一般化OEモデルの構築とそれを用いた映像評価
- 実際のフィールドでの自律神経活動予測

Fin.

ARX(Auto-Regressive eXogeneous)モデル



$u(t)$: 入力

$y(t)$: 出力

w : 白色雑音

$G(q)$: システムの伝達関数

$H(q)$: 雑音モデルの伝達関数

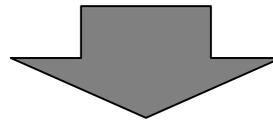
$A(q), B(q)$: シフトオペレータ q の多項式

ARXモデルの1段先出力予測値

$$\hat{y}(t) = [1 - H^{-1}(q)]y(t) + H^{-1}(q)G(q)u(t)$$

$$u(t) = [u_1(t), u_1(t), u_1(t)]^T$$

ARXモデルは
線形予測モデルである



自律神経活動のリアルタイム予測が可能

システム同定

1. むだ時間推定

ボブスレー60秒間のデータに対し,前半部30秒間をモデル構築用データ,後半部30秒間をモデル検証用データとする.出力2次,入力2次,むだ時間1~10[sec]のARXモデルにおいてクロスバリデーションを適用し,AIC(赤池情報規範)により最適なむだ時間を決定する.

2. OEモデル同定

ボブスレー60秒間の入出力データを用いて1.で決定されたむだ時間をもつ入力2次のOEモデルを推定する.

3. OEモデルによるシミュレーション

マウンテンバイク,バイクレースの入力データを2.で推定されたOEモデルに入力しそれぞれシミュレーションする.

4. ARXモデル同定

ボブスレー60秒間のデータに対して,1.で決定されたむだ時間をもつ出力2次,入力2次のARXモデルを推定する

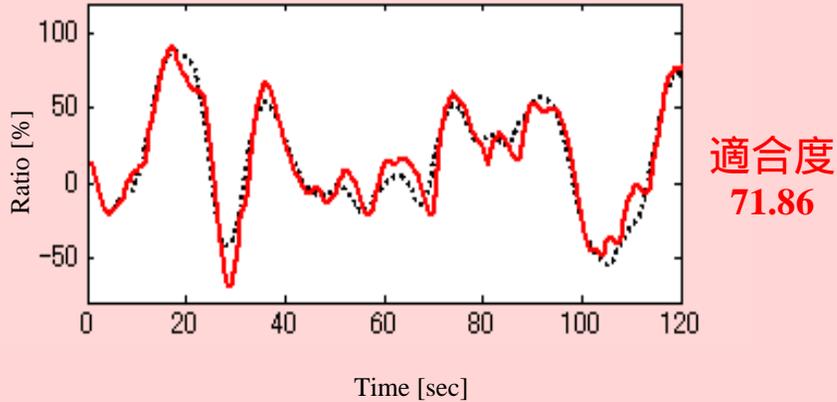
5. ARXモデルによる予測

マウンテンバイク,バイクレースの入出力データを4.で推定されたARXモデルに入力しそれぞれ3秒先を予測する.

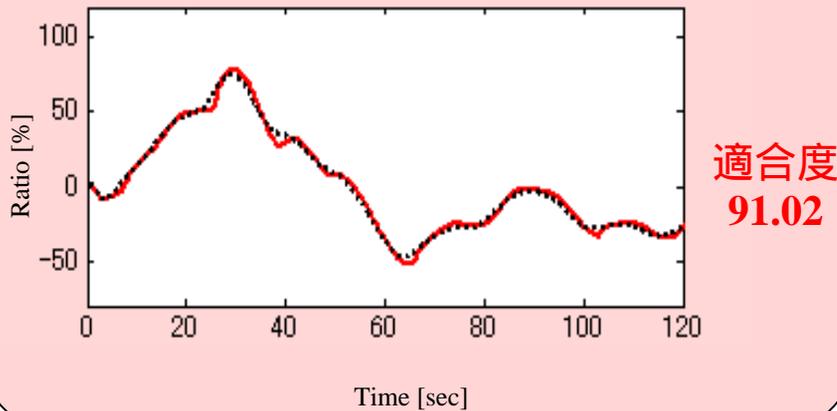
ARXモデルによるRSA, MWの3秒先予測結果

マウンテンバイク視聴時

RSA

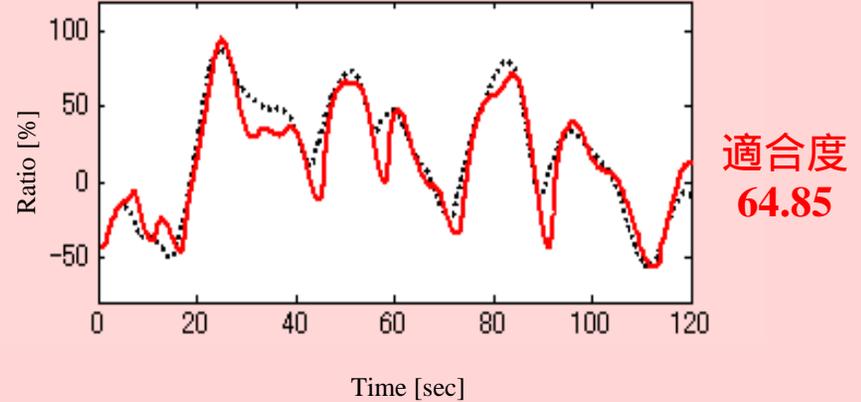


MW

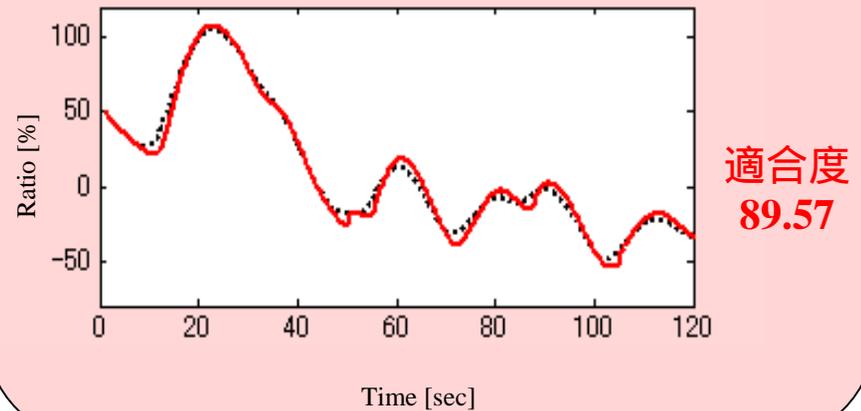


バイクレース視聴時

RSA



MW



— 実測値 推定値

安静時3分間のRSA, MW平均値を基準(0%)とした