



Probabilistic models of state estimation predict visuomotor transformations during prism adaptation

山本, 昌樹

(Degree)

博士 (保健学)

(Date of Degree)

2012-03-25

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲5426

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1005426>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



(様式3)

論文内容の要旨

専攻領域 リハビリテーション科学

専攻分野 生態構造学

氏 名 山本 昌樹

論文題目 (外国語の場合は、その和訳を () を付して併記すること。)
Probabilistic models of state estimation predict visuomotor transformations during prism adaptation
(状態推定確率モデルはプリズム順応の視覚運動変換を予測する)
論文内容の要旨 (1,000字~2,000字でまとめること。)

本研究は、プリズム順応時の視覚運動変換に必要な外部ダイナミクス (環境の時系列的変化) の推定を状態推定確率モデルによりシミュレーションし、ヒトのダイナミクス推定がどのようになされているかを確率論的に検討した。被験者は57人の健常な男性学生であった。プリズム順応課題として、被験者はランダムに提示されるLEDパネルボードの視標へ急速な到達運動を行った。プロトコルは裸眼、水平変位のプリズム眼鏡装着下、そして再度の裸眼の順で構成された。到達運動の誤差距離は高速度カメラにより測定した。controlと四つの視覚フィードバック条件を設定した。targetは最終的な誤差距離のみが、また trajectory は手指の運動軌道のみが視覚フィードバックされた。さらに運動中の手指軌道を遅れないビデオ画像としてフィードバック提示する on-time と、220ms 遅延させて提示する late-time を設定した。誤差距離の変動を、一意的な線形回帰パラメータモデルとカルマンフィルタによる状態推定モデルにより検討した。カルマンフィルタはベイズ推定を応用し、時間ステップで観測データをもとにした状態更新を行う確率モデルである。各条件でのプリズム順応程度は control と trajectory、late-time に、また target と trajectory、late-time に有意差 ($p < 0.01$) を認めた。モデル選択の適合度は赤池情報量基準 (AIC) にて評価した。AIC はモデル選択のよさを示す推定量で、値が小さいほど最適なモデル選択といえる。特に trajectory と late-time で線形回帰パラメータモデルに比べ状態推定モデルの AIC 推定量が小さかった。状態推定モデルは、プリズム順応程度が小さく視覚の信頼度が低い trajectory や late-time 条件の外部ダイナミクスの推定をうまくシミュレーションした。運動にともなう外部ダイナミクスの推定が逐次的なパラメータの更新によりなされると仮定すると、推定に必要な感覚情報はその信頼度に応じて選択され運動変換されると考えられる。状態推定モデルはヒトの感覚運動変換過程のダイナミクスを確率論の視点からの確に表せる事が明らかになった。

指導教員氏名: 安藤啓司 教授

(別紙1)

論文審査の結果の要旨

氏 名	山本 昌樹		
論文題目	Probabilistic models of state estimation predict visuomotor transformations during prism adaptation (状態推定確率モデルはプリズム順応の視覚運動変換を予測する)		
審査委員	区 分	職 名	氏 名
	主 査	教授	安藤 啓司
	副 査	教授	川又 敏男
	副 査	教授	武井 義明
	副 査		印
要 旨			
本研究は、プリズム順応時の視覚運動変換に必要な外部ダイナミクスを推定するため、様々なフィードバック条件下でプリズム順応課題を実施させ、えられた結果に適合するモデルについて比較検討したものである。その結果、視覚フィードバックを手指の運動軌道だけに制限する条件と実行時より200ms遅らせたビデオより与える条件では従来の線形回帰パラメータモデルの赤池情報量基準で評価した適合度が特に悪い事が判明した。一方、カルマンフィルタによる状態推定確率モデルの適合度は良好で、視覚フィードバックを制限した条件下の実験結果をも適切に再現した。これはフィードバックされる視覚情報の信頼度が低い条件下では、その信頼度に応じて到達運動の軌道修正の戦略がダイナミックに変更されている可能性を示す。 本研究は視覚情報に基づいて推定される指先の位置と空間における実際の位置にずれを生じさせた場合、どのようにずれを学習するかについて研究したものであり、運動学習の理解に資する新たな知見を得たものとして価値ある集積であると認める。よって学位申請者の山本昌樹は、博士 (保健学) の学位を得る資格があると認める。			
掲載論文名: Probabilistic models of state estimation predict visuomotor transformations during prism adaptation. 著者名: Masaki Yamamoto, Hiroshi Ando. 掲載予定誌: Visual Neuroscience. In press 2012			