

## 自己評価報告書

平成23年 4月 28日現在

機関番号：12612

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2008年度～2011年度

課題番号：20700279

研究課題名(和文) 神経科学と画像工学に同時に貢献する初期視覚モデルの研究

研究課題名(英文) A computational study on early vision for scientific contribution and engineering contribution

研究代表者 佐藤 俊治 (SATO SHUNJI)

電気通信大学・大学院情報システム学研究科・准教授

研究者番号：50333844

研究分野：統合領域

科研費の分科・細目：情報学・生体生命情報学

キーワード：V1 単純型細胞, netCDF, 分数階微分, 受容野モデル, 固視微動, 時空間受容野, 神経節細胞

## 1. 研究計画の概要

- (1). 初期視覚野である V1 野の新しい計算理論を構築し, 工学的にも有効な画像処理アルゴリズムを提案する.
- (2). 視覚系数理モデル構築のための基盤整備(新しいプログラミング環境の構築など)を行う.

## 2. 研究の進捗状況

- (1). V1 野の新しい数理モデル
  - 1.1 Gabor 関数は V1 野の受容野モデルの代表的モデルであるが, このモデルの問題点を指摘し, 新しい受容野モデルの構築を行った. 具体的には, 分数階微分 Gauss 関数を提案した.
  - 1.2 上記の新しい数理モデルは単に数学的な拡張にとどまらず, 実験によって得られた実際の受容野の空間的特性を精度よく表現できることを示した.
- (2). 複素数による両眼像の表現
  - 2.1 左目像を実部, 右目像を虚部として両眼層を表現する新しい概念を提案した.
  - 2.2 上記 1.1 と 2.1 の結果を融合することで「奥行」に対して選択性を持っていると長らく考えられてきた両眼性 V1 細胞の新しい解釈を与えることができた. すなわち, 「奥行計算」とも考えられるが本質は, 「単に複素関数同士の相関計算」という計算論である.
- (3). 動画像知覚に関する実験とモデル構築
  - 3.1 速度知覚に関して, ヒトの知覚特性の

測定(心理物理実験)をおこなった. その結果, ヒトの速度知覚はエッジ強度に強く影響されることが分かった.

(これまではコントラストと空間周波数が主要因であると考えられてきた)

- 3.2 上記 3.1 の結果を基にして, 画像工学的応用のためには必要な処理について考察した. その結果, 視覚細胞はエッジ強度のゲインコントロールに伴う副作用(ノイズの増強)を緩和する必要があるという結論に達した.

- 3.3 3.2 で指摘した副作用を緩和するためには, V1 細胞が時間的フィルタリングを実行する必要があると考え, 1.1 を基盤とした数理モデルを構築した. 得られた数理モデルの性質は, 神経生理学データと定性的に一致することが分かった.

## (4). 視覚系数理モデル構築のための基盤整備

- 4.1 これまでに提案された多数の計算プラットフォームやミドルウェアを調査し, それぞれの長所や問題点を詳細に調査した.
- 4.2 その結果, OpenRTM を基盤とした視覚系数理モデル構築が最も適していると判断した. 現在, OpenRTM 上で視覚モデルを構築するためのライブラリ等を作成中である.

## 3. 現在までの達成度

② おおむね順調に進展している.

(理由) 2. で示した通りに, 新しい数理モデルの提案と新しい解釈(神経科学的貢献),

工学的動画像解析と認知特性ならびに細胞特性の関係を明らかにした(工学的貢献)。ただし、超解像を含む全く新しい工学的アルゴリズムの提案には至っていない。数理モデル構築のための基盤整備は順調に進んでいる。

#### 4. 今後の研究の推進方策

- (1). 新しい工学的画像処理手法の提案を行うために、計算論的研究を進める。固視微動によって網膜像は特徴的な動画像となるため、これまでの動画像に関する数理モデル・心理物理実験結果を統合し、目的を達成したい。
- (2). 視覚系数理モデル構築のための基盤整備については、学内外の研究者と活発に議論する。

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① Shunji Satoh (2011) Computational identity between digital image inpainting and filling-in process at the blind spot, Neural Computing and Applications. (accepted; 査読あり)
- ② Hiroaki Sasaki, Shunji Satoh, Shiro Usui (2010) Neural implementation of coarse-to-fine processing in V1 simple neurons, Neurocomputing, 73, 867-873 (査読あり)
- ③ Shunji Satoh and Shiro Usui (2009) Engineering-approach accelerates computational understanding of V1-V2 neural properties, Cognitive Neurodynamics, 3/1, 1-8 (査読あり)
- ④ Shunji Satoh and Shiro Usui (2008) Computational theory and applications of a filling-in process at the blind spot, Neural Networks, 21, 1261-1271 (査読あり)
- ⑤ Hiroaki Sasaki and Shunji Satoh (2008) Super resolution: another computational role of short-range horizontal connection in the primary visual cortex, Neural Networks, 22/4, 362-372 (査読あり)

[学会発表] (計 18 件)

- ① 中畑達雄, 佐藤俊治, 阪口豊, 佐藤好幸, 速度知覚に関する計算論的考察と心理物理実験, 視覚学会全国大会, 2011年3月
- ② 佐藤俊治, 阪口豊, 臼井支朗, V1 野細胞

の受容野と視差選択性細胞に関する計算論的考察, ニューロコンピューティング研究会, 2010年3月

- ③ 佐藤俊治, 臼井支朗, 阪口豊, 一般化 Gaussian Derivative による V1 受容野のモデル~両眼視差・運動方向選択性受容野モデルとその工学的利点~, 日本神経回路学会全国大会, 2009年9月
- ④ Shunji Satoh, Brain science for image engineering and Engineers' view for vision science, ICONIP2010, 2010年11月(招待講演)
- ⑤ Shunji Satoh, Yutaka Sakaguchi, Hiroaki Sasaki, Shiro Usui, Kalman filter model can explain the temporal receptive field of motion selective V1 neurons, Neuro2010, 2010年9月
- ⑥ Shiro Usui, Keiichiro Inagaki, Takayuki Kannon, Yoshimi Kamiyama, Shunji Satoh, Nilton L. Kamiji, Yutaka Hirata, Akito Ishihara, and Hayaru Shouno, A Next Generation Modeling Environment PLATO: Platform for Collaborative Brain System Modeling, ICONIP2009, 2009年12月
- ⑦ (その他 12 件)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称: 画像処理装置、画像処理方法、ならびに、プログラム

発明者: 佐藤俊治, 臼井支朗

権利者: 理化学研究所

種類: 特許

番号: 特願 2008-086210・特開 2009-239829

出願年月日: 2008年3月28日(2009年10月15日公開)

国内外の別: 国内

○取得状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

[その他]