

Title	両眼視による奥行知覚の神経回路モデルに関する研究
Author(s)	渡部, 修
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3155486
DOI	10.11501/3155486
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	わた べ おさむ 渡 部 修
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 14735 号
学位授与年月日	平成11年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学位論文名	両眼視による奥行知覚の神経回路モデルに関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 福島 邦彦 (副査) 教授 中野 馨 教授 佐藤 俊輔

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は両眼視による奥行知覚の神経回路モデルに関する研究をまとめたものである。視覚によって得られる奥行手がかりには様々なものが存在するが、両眼視から得られる両眼視差はこの中でも最も重要な手がかりの一つである。両眼視差とは、両眼網膜に投影された像のずれのことで、このずれの量から物体の奥行を知ることができる。しかし、視覚による外界の構造復元にはオクルージョン（遮蔽）という問題が存在する。両眼視では、オクルージョンによって、一方の眼からは見えているが、もう一方の眼からは手前の面に遮蔽されて見えなくなる、両眼間非対応点が生じる。従来のほとんどの両眼視のモデルでは、両眼視差のみが奥行手がかりとして用いられ、偽対応しか生成しない両眼間非対応点はノイズとして無視されてきた。この研究で特に重要な点は、オクルージョンによって生じる両眼間非対応点を、奥行手がかりとして用いる手法を提案している点である。

本論文では、まず、両眼視の情報処理の基礎となる、脳の両眼性細胞のモデルを提案している。このモデルは、アナログ AND 回路に基づいて構成されている。そして、ネオコグニトロン型の神経回路を用いて、網膜から V1 の両眼性細胞までの階層型神経回路モデルを提案している。

本論文では、次に、両眼間対応点および両眼間非対応点双方を奥行手がかりとして用いる両眼視のモデルを提案している。これは、V1以降の初期視覚領野のモデルに対応する。入力像に両眼間非対応点が存在するとき、推定される面は、入力像に存在する両眼間非対応点を生じさせることが可能な構造に制限されると考えられる。本論文では、両眼間非対応点がどのように奥行手がかりとして用いられ、何が計算されなくてはならないかについて論じ、拘束条件を提案している。そして、この理論を実現するための両眼視アルゴリズムを提案している。このアルゴリズムは、網膜からの入力データを両眼間対応点と両眼間非対応点の二種類に区別し、両眼間対応点のところでは両眼視差を用いて、両眼間非対応点のところではオクルージョンの幾何学的な制約を用いて、視差の推定を行なう。さらに、計算機シミュレーションを行ない、従来の両眼視のモデルでは扱えなかった、両眼間非対応点が奥行知覚に大きな役割を果たすステレオグラムも説明できることを示している。

論文審査の結果の要旨

2次元網膜像から外界の3次元構造の推定を行なうため、脳では様々な奥行きがかりが用いられている。その中でも両眼視によって得られる両眼視差は、最も重要な奥行きがかりの一つである。本論文は、脳で行なわれている両眼視による奥行き知覚の神経回路モデルに関する研究をまとめたものである。

大脳視覚野で両眼視に関与する両眼性細胞には、特定の奥行きだけに反応する tuned cell, 注視点より近くにある物体だけに反応する near cell, 遠くにある物体だけに反応する far cell などが存在することが生理学的実験によってわかっている。本論文ではまず、このような両眼性細胞のモデルを提案している。両眼性細胞のモデルとしては、従来から両眼入力 AND 演算で tuned cell の実現を試みたモデルがいくつか提案されていたが、near cell, far cell のモデルはあまり報告されていなかった。本論文では、アナログ AND 回路に基づいた両眼性細胞のモデルを提案している。tuned cell は通常のアナログ AND 演算で、near cell と far cell はアナログ AND 演算に加え両眼からの入力値が異なる時出力を強く抑制するという演算でモデル化できることを示した。

ところで、視覚系が外界の構造を推定するときには、オクルージョン（遮蔽）という問題が存在する。オクルージョンとは、手前にある物体が、それより奥にある物体（の一部）を覆い隠す状態である。両眼視では、オクルージョンによって、一方の眼から見えている領域が、もう一方の眼からは手前の面に遮蔽されて見えなくなるという状況が生じ得る。このような領域から生成される網膜上の点を両眼間非対応点と呼ぶ。両眼間非対応点是对眼に対応する点が存在しないため、偽対応しか生成できない。従って、従来の両眼視アルゴリズムでは、両眼間非対応点は計算を困難にするノイズとして無視されてきた。しかし、心理物理学的知見から、両眼間非対応点も奥行きがかりとして用いられていることが示唆されている。

そこで本論文では、オクルージョンを考慮した両眼視の理論を提案している。そして、両眼視におけるオクルージョンの幾何学的な解析を行ない、両眼間非対応点から外界の構造についてどのような情報が得られるのか、また何を計算しなければならないかについて論じている。

このような検討をもとに、両眼間非対応点を奥行きがかりとして用いる両眼視アルゴリズムを提案している。このアルゴリズムは、網膜からの入力データを両眼間対応点と両眼間非対応点の二種類のデータに区別して扱っている。そして、データが両眼間対応点のところでは両眼視差を用いて、両眼間非対応点のところではオクルージョンの幾何学的な条件を満たすようにするという方法を用いて、外界の構造復元を行なっている。従って、このアルゴリズムは(1)外界の構造復元、及び(2)直接手がかりを与える領域とオクルージョン手がかりを与える領域との区別、という二つの問題を解くことになる。さらに、計算機シミュレーションを行ない、従来の両眼視アルゴリズムでは扱えなかった da Vinci ステレオグラムの知覚も説明できることを示している。

以上のように、本論文の内容は、両眼視による奥行き知覚の機構の解明と、3次元画像処理における基本問題を解決するアルゴリズムの実現に寄与するものであり、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。