

両眼視差奥行き認識機構のニューラルネットワークモデル

5 E - 3

宮崎賢治†
法政大学大学院

坂倉 守††
法政大学

黒木啓之†††
東京都立工業高専

1. はじめに

我々が3次元空間の物体を両眼により見た場合、物体の3次元空間上での位置を把握し、触れることができる。この時の人間奥行き認識の手がかりとなる情報は、様々な物があるが、両眼視差のみでも奥行きを認識することができると考えられている。この例として、ランダムドットステレオグラムが挙げられる。ランダムドットステレオグラムとは、一見ランダムな点の集まりにしか見ることのできない物が、ある特別な見方をする事により、その図が立体的に見えるという物である。このランダムドットステレオグラムから得られる情報は、両眼視差のみといえるからである。

この両眼視差から奥行きを認識するシステムは、どの点とどの点が融合するのかを見つけることが非常に重要になってくる。本稿では両眼視差からどのようにして奥行きが生ずるかについて述べ、その人間の両眼視差融合条件を用い、その融合点の情報から両眼視差を求め、奥行きを認識するモデルについて報告する。

2. 人間における奥行き知覚

両眼がある1つの点に対して正しく向けられ調整された場合、この点は1つに見える。このとき人間の両方の眼の網膜上の中心付近（中心窩）に映像が投影されるが、この点と視差の違うもの（奥行きの違うもの）は中心からずれて投影される。この網膜像のずれが両眼の奥行き知覚の基礎となる。

2つの画像が1つに融合するとき、どのように融合が行われるかが問題となる。この問題に対する仮定のうちで、ヘリングによる仮定がある。1)これは網膜像の横方向のずれの起きる3つの場合についてすべてあてはまる。（図1）

このヘリングの仮定から7つの帰結が得られる。しかし、この帰結を検討すると、ヘリングの仮定に関して矛盾点が生じる。そこで、両眼の像の融合に関する法則を考える。

画像で最初に融合するのは、類似した「線」又は「稜」であり、刺激分布に基づいて形成されたその

形態について、一致した役割を持つような際だった場所である。このようなものの融合は、まとまりの形態法則に従う。

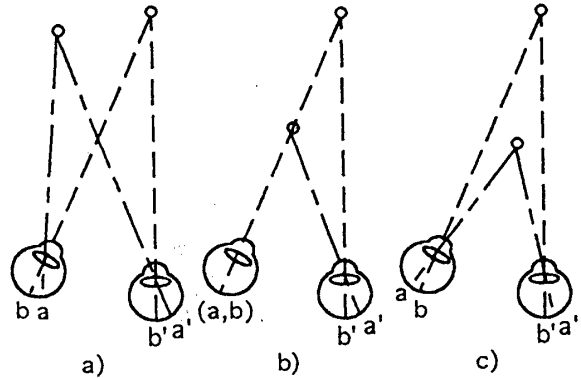


図1：両眼視観察における遠近法的な網膜像のずれ

- (1) 周囲から浮き上がっている形象は、近さの法則に従って融合する。
- (2) 重なる場所にある形象が等しくなく、その近くによく似た形象があるときは、融合は近さの法則に反して、類同性の法則に従う。
- (3) 直感的な奥行きは、なめらかな連続の法則に従って、不連続な場所の奥行きの間に割り当てられる。

ヘリングの仮定より導き出された帰結もあらゆる知覚のまとまりを支配する形態の法則によるものと認められる。したがって個々の目の像の融合は、網膜の組織構造からではなく、網膜像を個々に認識し、それを比較して行われる。

以上の法則を像の融合法則とすると、ヘリングの仮定では説明のできない、同じ場所に存在する像よりも近くにある良く似た像と融合するというような現象が生じる理由も説明できる。

3. モデル構築への指針

入力画像は、カメラを用いてとらえた画像を用いるのが望ましいと思うが、画像のエッジ抽出などの前処理などを考えずに簡単に行える物として、図として描かれた物（例：図2）を対象とする。

人間における両眼視差の基準は、両眼それぞれにおける網膜像が中心窩からどちら側にどれだけずれているかというものである。入力画像全体が網膜像全体とすれば、視差は2枚の画像上における対応する点の位置のずれに相当すると考えられる。そこで、その対応点の位置ずれを両眼視差として定義する。

A Neural Network Model of the Depth Recognition Mechanism by Binocular Parallax

† Kenji MIYAZAKI

Graduate School of Hosei University

†† Mamoru SAKAKURA

Hosei University

††† Takashi KUROKI

Tokyo Metropolitan College of Technology

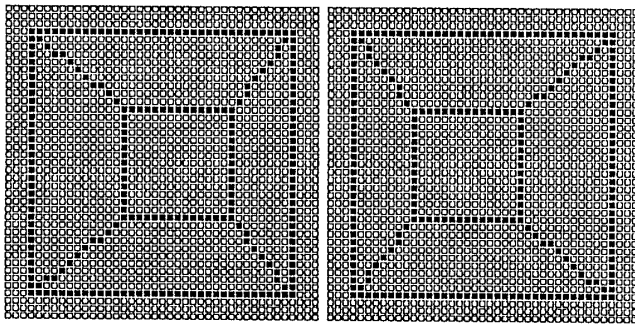


図2：入力画像例

4. ネットワークの構造

4.1 入力層

入力層は左眼用と右眼用を用意する。入力層の大きさは、ある程度の画質を持たせるために 41×41 の大きさにした。入力層はネットワークの入力部分であり、入力に対し白い部分を0、黒い部分を1として次の層に出力する。

4.2 特徴抽出層

特徴抽出層は類同性の法則を実現するための層である。入力画像に対し次の12の方位の線分とのパターンマッチングを行い、左眼像、右眼像それぞれ12の特徴抽出後の画像を得る。

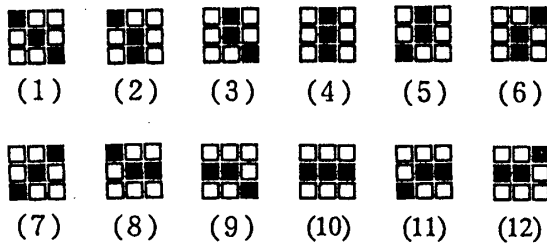


図3：抽出する特徴パターン

ここで、特徴抽出のパターンに番号をつけた。同じ番号によって抽出された特徴点は全く同じ特徴を持っているのであるから、1番融合しやすいと考えられる。

これらの特徴パターンのうち、2と3、5と6、8と9、11と12はそれぞれ同じ方位を持っている。そこで、特徴抽出は12のパターンについて行うが、実際には8つの方位のパターンとして扱う。

特徴抽出は注目した点を中心とした 3×3 の部分について行うので9入力1出力のパーセプトロンを用い、抽出するパターンとうまくマッチングした場合に、それと同じ位置が発火するネットワークとする。したがって、この層の1つの特徴に関する特徴抽出層は、入力画像の外側をのぞいた 39×39 の大きさになっている。

4.3 奥行き認識層と視差カラム

奥行き認識層と視差カラムは相互結合を施す。奥行き認識層は、特徴抽出層の抽出結果のうち、1から7の特徴パターンの特徴抽出結果により1次的な奥行きを生成する。視差カラムは、奥行き認識層の1次的な結果と、特徴抽出層からの8から12の特徴パターンの特徴抽出結果により視差の認識を行う。この後、視差カラムと奥行き認識層の結果に整合がとれるようにネットワークの状態を更新する。

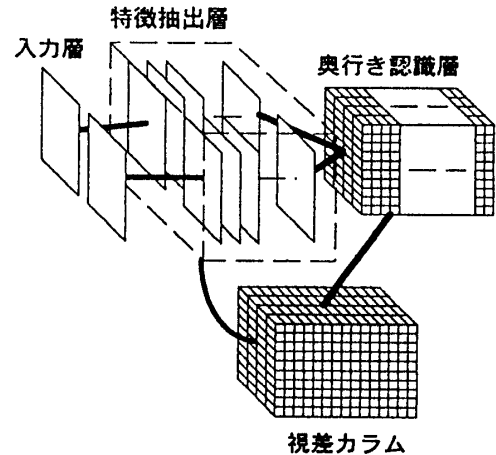


図4：構築したネットワークの概念図

5. まとめ

このネットワークの特徴は、両眼の画像の対応点を見つける際に、人間の像の融合法則に従って特徴抽出することにより行う点にある。これにより、誤融合を行う可能性がかなり軽減され、奥行き認識を行うことができる。

参考文献

- 1) メッツガー (盛永四郎訳) : "視覚の法則", 岩波書店, (1968).
- 2) j.p. フリスビー : "シーイング", 誠信書房, (1982).
- 3) デビット・マー (乾俊郎・安藤広志訳) : "ビジョン—視覚の計算理論と脳内表現", 産業図書, (1987).
- 4) 甘利俊一 : "神経回路網の数理—脳の情報処理様式—", 産業図書 (1978).
- 5) T.Poggio, V.Torre, C.Koch : "Computational vision and regularization theory", Nature, Vol.317, No.26, pp.314-319, (1985).
- 6) 福島邦彦 : "神経回路と情報処理", 朝倉書店 (1989).