

# アナログ電子回路化に適した相対奥行き量検出モデル

Detecting depth from egomotion for analog hardware implementation

林 秀樹, 浅井 哲也, 雨宮 好仁

Hayashi Hideki, Asai Tetsuya, Amemiya Yoshihito

北海道大学 工学部

Department of Electrical Engineering, Hokkaido University

## 1. はじめに

カメラを動かした時に写る「像の移動度」とカメラからの「距離」の関係から、物体の奥行きを検知することができる [1],[2]。この移動視に基づく奥行き検出方法では、視野中のすべての画素における局所速度の計算が極めて重要である。近年、生体の構造に学んだ局所速度検出アナログ電子回路が提案・試作されており [3]、その高速動作・構造の簡単さから、奥行き検出への適応が期待されている。本稿では、生体の構造に学んだ局所速度検出アーキテクチャにもとづく奥行き検出アルゴリズムを提案し、計算機シミュレーションにより、そのアナログ電子回路化の指針を探ることを目的とする。

## 2. 奥行き検出の原理と計算モデル

物体の奥行き検出の原理を図1に示す。イメージセンサーを左右に動かすと、センサー近傍の物体の像は大きく動き、遠方の物体の像はあまり動かない。つまり、物体の像の相対的な速度の大きさが、物体の奥行きを表している [1]。このとき、物体はエピポーラ面上で「直線」として表され、奥行きは直線の「傾き」で表される。

今回提案する奥行き検出アルゴリズムは、次の4ステップからなる。i) 入力画像の二値化, ii) 二値化された画像のエッジ検出, iii) エッジ画像の一時記憶, iv) 記憶画像とエッジ画像の相関計算。はじめの二値化処理では、入力画像を平滑化したのち、定められた閾値に従って画素値を二値化する(雑音の除去)。エッジの検出処理では、前段階で二値化した隣接画素間の排他的論理和を計算する。

エッジ画像の一時記憶と相関処理を行う二次元局所速度検出モデルを図2(a)に示す [図2(b)は、図2(a)の1-2面に沿った断面図]。遅延素子は、エッジ信号を入力とし、隣接した相関素子へ遅延信号を出力する。相関素子は、エッジの信号と前段の遅延信号の相関値を出力する。エッジ信号が画素間を移動する時間だけ相関素子の出力が得られる。したがって、相関素子の出力は物体の速度に反比例する。

## 3. シミュレーション結果

図3, 4にシミュレーション結果を示す。図3(a), (b)に、イメージセンサーが移動する前の初期画像 ( $t = 0$ ) およびセンサーが左に移動した画像を示す(比較のため、図3(a)の画像を図3(b)中に重ねて表示してある)。図中、一番大きな球体が最もカメラから近い位置にある物体である。図3(c)は、得られた出力ベクトルを示している。図4は、ベクトルの大きさと入力画像の物体の奥行きとの関係を示している。グラフの縦軸と横軸は、それぞれベクトルの大きさと相対的な奥行き量を表している(横軸の値は一番近くにある物体の奥行き量で規格化)。図3(c)と図4より、手前の物体に対応する出力が小さく、奥の物体の出力が大きく検出されることを確認した。

## 4. まとめ

シミュレーション結果より、提案したシステムが相対的な奥行き量を計算できることがわかった。提案したシステムに必要な二値化処理, エッジ検出処理および局所速度検出処理については、これまで比較的シンプルな電子回路が提案・試作されており、提案したアルゴリズムに比較的容

易に適応可能である。今後は、提案したシステムのアナログ電子回路化とあわせて、移動視にもとづく三次元画像の復元システムの構築を行う予定である。

## 参考文献

- [1] 山本 正信, "連続ステレオ画像からの三次元情報の抽出," 信学論, vol. J69-D, pp. 1631-1638, 1986.
- [2] C. R. Bolles, H. H. Baker, H. D. Marimont, "Epipolar-plane image analysis: an approach to determining structure from motion," *Int. J. Computer Vision.*, vol. 1, pp. 7-55, 1987.
- [3] T. Asai, M. Ohtani, and H. Yonezu, "Analog MOS circuits for motion detection based on correlation neural networks," *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol. 38, pp. 2256-2261, 1999.

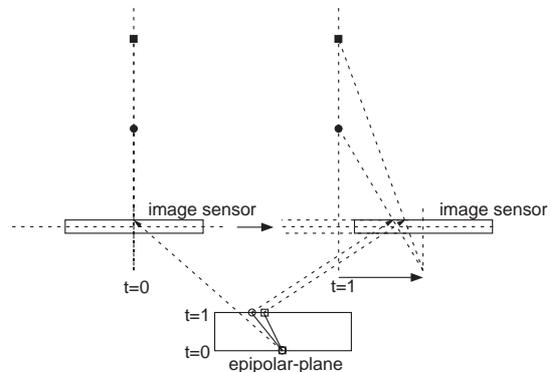


Fig.1 Depth detection from relative differences between local velocities.

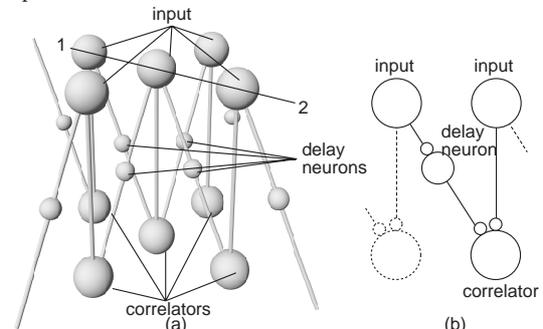


Fig.2 Two-dimensional velocity-sensing networks.

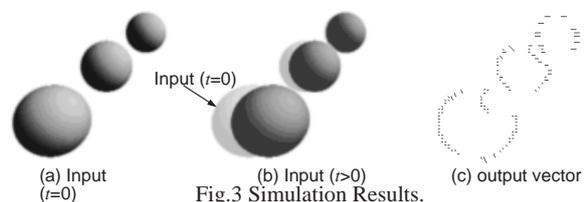


Fig.3 Simulation Results.

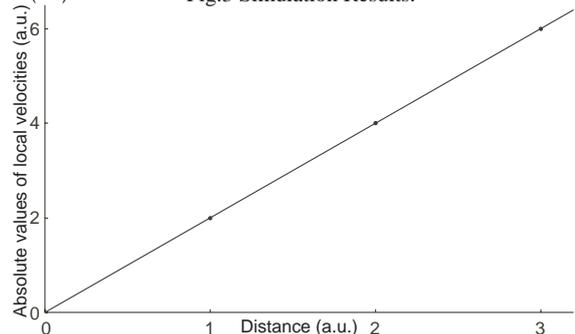


Fig.4 Absolute values of local velocities vs distance.