

角度に特異的なエッジ検出オペレータを用いたロバストな物体追跡

5G-5

○白津 英仁 高橋 裕信† 末広 尚士† 柿倉 正義

東京電機大学 †新情報処理開発機構

1 はじめに

これまでに我々のグループで開発されたステレオトラッキングビジョンシステムは、汎用ワークステーション上で、リアルタイムモーショントラッキングを実現している [1]. 本報告では角度に特異的に反応するエッジ検出オペレータによって対象物の各エッジの角度情報を利用して、トラッキングのロバスト性を向上させるアルゴリズムを提案する。

2 追跡システムの改良

このステレオトラッキングシステムは対象物の幾何モデルと直前の位置からその上の各エッジの近傍について新たなエッジ点を探索する。その画像上の位置によって新たな空間中での位置と姿勢を求めている。近傍のエッジ点の探索法は、直前の各エッジ上にその直交方向に伸びる幅1画素の複数のウィンドウを設定し（図1）、その中の画素の明るさが最も変化する点を新たなエッジ点としている。

このシステムでは近傍に対象物を掴む手などの遮蔽物によって対象物以外の強いエッジが存在すると、そのエッジに影響されて追跡を誤るといった問題がある。遮蔽物のエッジを除外するために、エッジ検出の段階で直前のエッジ角度に近いエッジのみを検出するオペレータを用いることが考えられる。角度に特異的に反応するエッジ検出オペレータとして、エッジに沿った細長いテンプレート型オペレータが挙げられる。しかし大きなオペレータは画素へのアクセス回数が増えるため計算時間が増大し、システムのリアルタイム性が損なわれる。また対象物の頂点付近ではエッジ強度が低下する問題があ

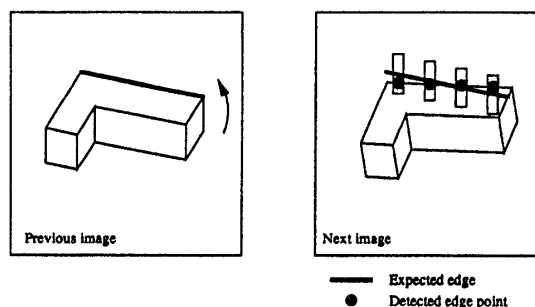


図1: エッジ検出ウィンドウ

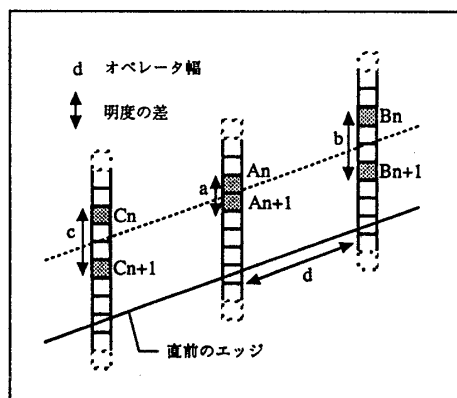


図2: アルゴリズムの説明

る。それらの問題を解決するために Angle Specific Edge Detector (ASED) を開発した。

3 アルゴリズム

ASEDではエッジに沿った細長いテンプレート型オペレータの両端と中央の3ヶ所のみ微分値を用いて、それに近い効果を実現しながら画素へのアクセス回数を減らし高速化も図っている。図2に示すように、これまではエッジ検出ウィンドウ内で隣合った画素 (A_n, A_{n+1}) の明るさの差 a をそのままエッジ強度としているが、ASEDでは直前のエッジに平行した直線上に d だけ離れた位置にある画素 (B_n, B_{n+1}) (C_n, C_{n+1}) をとりそれぞれの差 b, c を

Angle specific edge detector for the realtime stereo tracking
 Hidehito Shiratsu, Hironobu Takahashi†, Takashi Suehiro†,
 Masayoshi Kakikura
 Tokyo Denki Univ.,†Real World Computing Partnership
 2-2 Kanda-Nishiki, Chiyoda-ku, Tokyo 101

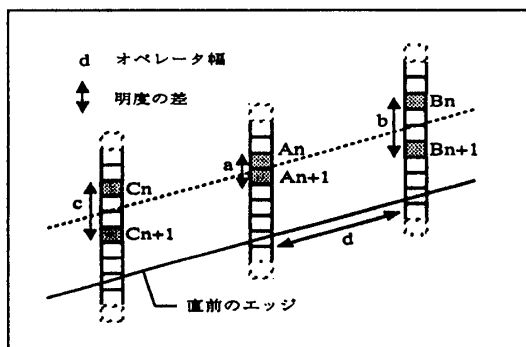


図 3: 角度対エッジ強度特性

求めて、次式に示すように b, c のどちらかが閾値 t を越えた場合にエッジ強度を a とする。

$$\text{エッジ強度} = \begin{cases} a & \text{if } (b > t) \vee (c > t) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

このように常に A 点のエッジ強度を採用することで、対象物の頂点付近でエッジ強度が低下する問題も解決している。角度に対するエッジ強度の特性を図 3 に示す。

4 実験

静止した対象物をトラッキングし、外乱として手で積木を遮り (図 4), ASED のエッジ点の選択性を調べた。図 5-7 の点は各エッジ探索ウィンドウ内でのどの点をエッジ点として選択したかを示している。外乱がない場合、積木の輪郭に沿って等間隔でエッジ点が検出されている (図 5)。外乱のある場合従来のエッジ検出法では積木のエッジではない手のエッジを検出してしまい、図 6 のように稜線が乱れる。これに対し ASED では、図 7 のように指で隠された部分のエッジの多くを検出していない。この実験では従来のエッジ検出法が 402 ウィンドウ中全ウィンドウでエッジ点を検出したのに対し、ASED では 122 ウィンドウでエッジ点の除外を行なっている。これは ASED のエッジ点選択性を示しており、対象物を追跡する上で有利である。

5 おわりに

エッジ検出に ASED を用いることで、対象物近傍に遮蔽物など強いエッジを出す物体があった場合の対象物エッジ検出のロバスト性が向上した。ASED は特定角度に特異的に反応するオペレータとしては軽量であるが、従来のシステムがビデオレートで動

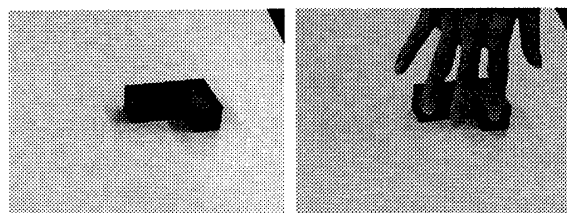


図 4: 原画像



図 5: 外乱がない場合のエッジ検出点



図 6: 従来法検出点

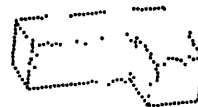


図 7: ASED 検出点

作しているのに対し、ASED を組み込んだシステムは約 60msec で動作している。今後はアルゴリズムの改良により高速化を図る。

6 謝辞

本研究の推進にあたって日頃有益なご助言をいただいている東京電機大学知能システム研究室および新情報処理開発機構の諸兄に感謝します。

参考文献

- [1] 朝岡, 寺崎, 高橋, 末広: 3次元モデルを用いたステレオ法によるリアルタイム物体追跡: 日本ロボット学会第 12 回学術講演会予稿集, pp. 349-350, 1994