

動的輪郭抽出手法を用いたフェイシャルキャプチャシステム

渡邊 賢悟[†] 岡島 利道^{††} 宮岡 伸一郎^{†††}

[†]東京工科大学 片柳研究所 メディアテクノロジーセンター ^{††}株式会社セガ

^{†††}東京工科大学 メディア学部 メディア学科

1. はじめに

近年、アニメーション作品や映画作品などのコンテンツ制作において、顔の表情変化を追跡するフェイシャルキャプチャシステムが用いられるようになった。これらのシステムは高価であり、まだ限られた制作現場でのみ用いられるのが現状である。一方で安価な Web カメラがコンピュータの一般ユーザに普及してきており、チャットなどに用いられるようになった。

本研究では、Web カメラで撮影した動画像から人の顔の動きを捉え、アバターの表情をリアルタイムに制御できるマーカレスのフェイシャルキャプチャシステムを提案する。動的輪郭抽出手法 (Snakes) を用いて目や口の形状追跡を行う。リアルタイムなアバター制御を可能にすることで、チャットやオンラインゲームなどで活用できる、コンテンツへの新しい応用方法の可能性を示す。

2. システムの構造と処理の流れ

本研究で構築するフェイシャルキャプチャシステムは以下に示す手順で、顔の表情変化を追跡する (図 1)。

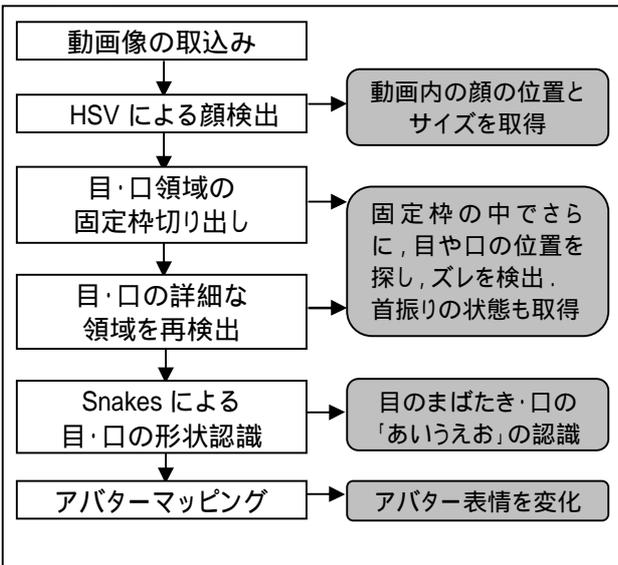


図 1. フェイシャルキャプチャシステムの処理手順

3. 顔の追跡と目領域・口領域の検出

3.1 色相と彩度による顔領域の検出

動画の肌色領域をクリックし、クリック位置の色相(H 値)、彩度(S 値)を取得する。取得した値に対して H,S ともに ± 30 の範囲内である領域を白、範囲外を黒にするように 2 値化し、横と

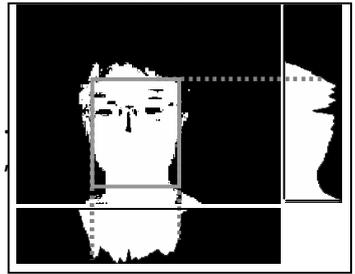


図 2. 顔検出プロジェクション
縦方向それぞれについて白領域のプロジェクションを行う。プロジェクションの結果が一定閾値以上になる連続領域のうち、一番大きな領域を顔の位置とする。また領域の幅から顔領域の拡大率を得る。

3.2 目領域・口領域の切り出し処理

3.1 で検出した顔の位置に、顔が正面向きであることを想定した固定枠を配置する。次に固定枠の中で輝度を用いて 2 値化を行い、再び白領域のプロジェクションを行う。

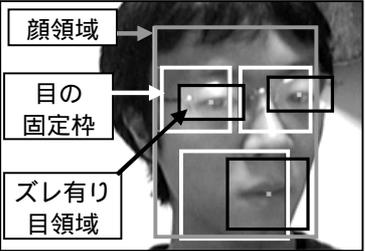


図 3. 首振りによるズレの例

作成した 2 値化画像中に、目の他に眉や髪の毛などを含む場合がある。目は眉や髪より下に位置することから、閾値以上にあるプロジェクション領域のうち、最も下に位置する領域を詳細な目領域として採用する。固定枠と目領域の中心座標のズレを目領域のズレとして検出する。

次に取得した両目領域のズレの平均値を口領域のズレとして適用する。また、求めたズレは首振りによる傾きとして、4.4 で示すアバターマッピングに利用する。

4. 動的輪郭抽出手法(Snakes)による形状認識

4.1 2 値化閾値の調整

3.2 で切り出した目領域、口領域に輝度値による 2 値化処理を施す。このとき照明条件の変化に対応するため、閾値の調整を行う。まず 4.2 以降の処理に最適な 2 値化モデル画像を用意する。次に目領域画像を 2 値化し、黒領域の割合がモデル画像に近くなるように閾値を調整しながら繰り返し処理を行う。

“The Facial Capture System that uses Active Contour Models”

Kengo WATANABE, Toshimichi OKAJIMA, Shinichiro MIYAOKA

Tokyo University of Technology, 1404-1 Katakura-machi, Hachioji-shi, Tokyo 192-0982 Japan

両目の閾値が決定したら，その平均値を用いて口の閾値として適用する．

4.2 Snakes の適用

4.1 で作成した 2 値化画像に動的輪郭抽出手法 (Snakes) を適用して，目や口の形状を抽出する．リアルタイム制御を可能にするため，処理が高速な Greedy Algorithm^[1] を採用する．

Snakes は制御点の初期位置に強く影響を受けるため，適した初期位置の設定が重要である．動画画像に適用する場合，前回フレームの制御点の位置を，次フレームの初期位置とするのが有効であることが示されている^[2] ため，本システムも同様の手法を採用し，輪郭抽出の精度を高める．

4.3 制御点初期位置の膨張処理

Snakes には収縮する性質があるため，4.2 の前回フレームの制御点の位置を用いる方法でも，次フレームで黒領域が拡張した場合に対応できない．そこで本システムでは前回フレームの制御点を次フレームに配置した時，点の位置が黒領域の内部にある場合，白領域に移るまで点を移動させる処理を付加する．この処理を行うことで領域が拡張した場合の輪郭抽出精度を向上させる．

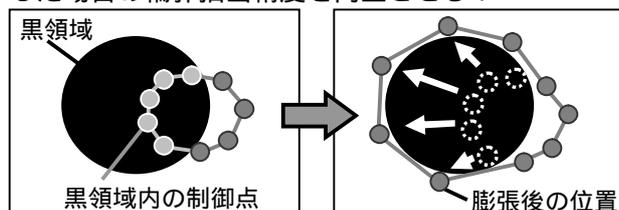


図 4. 制御点初期位置の膨張処理の例

4.4 アバターへのマッピング

4.2 で得られた Snakes 制御点の形状情報を用いて目や口の形状変化を捉え，アバターのまばたきや口の動きに適用する．今回は Snakes 制御点の外接矩形の幅・高さ・面積・アスペクト比を用いて，形状を認識する．目は前回フレームとの高さの差分によってまばたきを処理する．口は面積とアスペクト比から「あいうえお」と「閉じている」状態の 6 パターンを制御する．

5. 実験・評価

5.1 Snakes 制御点膨張処理の検証

4.3 で示した Snakes 制御点の膨張処理の効果を確かめるための実験を行う．制御点の初期位置の何割かを黒領域内に配置し(図 5-a)，Snakes 処理を施した．結果，膨張処理がない場合(図 5-b)は制御点が収縮し，黒領域の輪郭を捉えられなかった．一方で膨張処理がある場合(図 5-c)，黒領域の輪郭周辺に制御点が膨張し，より正確な輪郭形状を抽出できた．以上の結果から，制御点の膨張処理が有効であることがわかった．

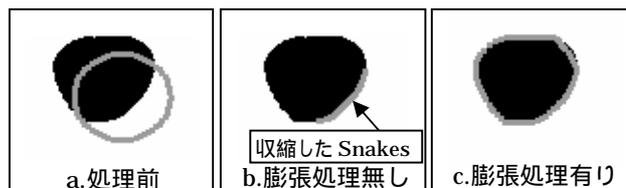


図 5. 膨張処理の有無による Snakes 処理結果の違い

5.2 目・口領域の検出精度

目・口領域の検出精度を確認する実験を行った．3.2 で示す方法でプロジェクションの最下領域を適用しているため，眉や髪の毛を含んだ場合でも，高精度で目の位置を検出できた．例外として顔が上を向いているとき，鼻の穴を誤検出することがあった．口領域は目領域のズレから求めるため，目の検出が不安定になると，口領域の検出も同様に不安定になった．

5.3 アバターマッピング精度の検証

システム全体を動作させ，アバターマッピングの精度を検証した．目の瞬きの認識には Snakes の外接矩形の高さの変化量を用いたが，誤認識が多かったため，認識精度に改善の余地があると考えられる．口形状の認識においては「あいうえお」を高精度で認識することができた．ただし歯が見える場合，2 値化の黒領域にならず，認識精度が低下するという現象がみられた．

また首振りの認識は，3.2 で取得した値が幅を持って振れるため，動作の安定の工夫が必要である．

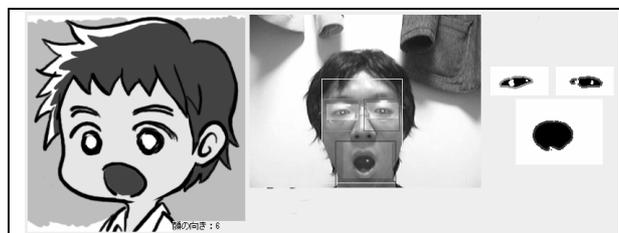


図 6. アバター認識例：口形状を「あ」にした場合

6. おわりに

本研究は，動的輪郭抽出手法 Snakes を用いて，安価な Web カメラの撮影画像から顔の表情を認識し，アバターを制御するフェイシャルキャプチャシステムを提案した．一般ユーザのもつ PC の性能でもほぼリアルタイムに処理が可能で，コンテンツへの応用の有効性を示せた．今後はさらに目や口の追跡精度，認識精度を向上させ，システムとしての完成度を高めていく予定である．

参考文献

- [1] D. J. Williams and M. Shah. “A Fast Algorithm for Active Contours, IEEE TRANS, pp.592-595, 1990
- [2] 美濃 導彦, 天野 晃: “Snakes: 現在・過去・未来” 信学技報, PRMU97-184 pp.81-88 (1997)