

興味度判定のための オプティカルフローによる顔表情変化の検出

Detection of facial expression change
using optical flow for measuring level of interest

山上 紗由莉† 小暮 和重‡ 太田 直哉†
Sayuri Yamakami Kazushige Kogure Naoya Ohta

1. はじめに

近年、人口の高齢化が進み、一人で生活しなくてはならないお年寄りも増加している。この様な老人は家の中での家族とのコミュニケーションが無く寂しい上、誰にも精神状態や健康状態を把握して貰えないため、大変不安を抱えて生活している。そこで、この様な不安を解消するために、我々はお年寄りの話し相手かつ状態把握をするシステムを開発している。このシステムは、お年寄りに興味のある話を語りかけることで娯楽を提供すると共に、その反応を見ることによってお年寄りの健康状態の判定を行う。

このシステムは、語りかけた内容がお年寄りにとって興味のある話なのかどうかを判定し、その結果に応じて話題を変えるなど動作しなくてはならない。その為には顔表情の認識が必要とされる。一般に顔表情の認識は、顔画像を例えば喜怒哀楽および無表情の5つのカテゴリーに分類する問題としてとらえる場合が多い[1]。しかし、本研究の目的である、システムが提示した話題に関する興味度を測るという限定された状況では、この様な複雑な分類を必要とせず、単に表情に変化があるかどうかを検出する事で十分であると考えられる。またこのようにすることによって画像処理に必要とされる計算量が軽減され、対話システムに必要なハードウェアが安価になることも期待できる。そこで、顔領域で検出されたオプティカルフローの平均と分散を計測するという単純な処理で、どの程度顔表情の変化が検出できるかを実験した。本報告ではその結果を報告する。

以下次節で処理の全体像を説明し、次にオプティカルフローの平均と分散を用いた表情変化の判定の詳細について述べる。

2. 表情変化の検出処理

表情変化検出処理の構成を図1に示す。入力画像の各フレーム(図2(a)参照)に対し、Viola and Jonesの手法[2]によって顔検出(①)を行う。実際のプログラムではOpenCV[3]で提供されているコードを利用した。

顔が検出されない場合には次のフレームの入力に戻るが顔が検出された場はその部分でオプティカルフローを計算する(②)。顔検出のプログラムは顔が検出された位置の矩形領域を返すが、この領域は顔以外の部分を含むため、横方向に対しては全体の1/6ずつ、縦方向に対し

† 群馬大学大学院工学研究科

‡ 株式会社ミツバ

ては1/8ずつ両側から狭めた矩形領域を設定し、その中でオプティカルフローを計算する。図2に示した白い矩形が顔検出プログラムが出力した領域、その内側の黒い矩形がオプティカルフローを計算する領域である。この領域の中で、フローベクトルは縦横5画素ごとに計算する。オプティカルフローの計算は文献[4]の手法を用い、この手法によって計算される信頼性によって、正確なフローのみを選別して用いた。

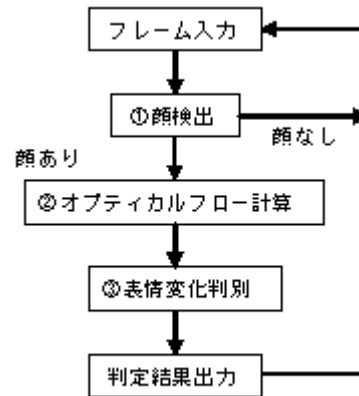
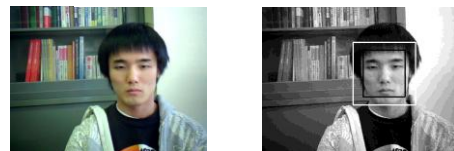


図1: 処理の流れ



(a) 入力画像 (b) 顔検出画像

図2: 顔検出結果

次にこのオプティカルフローによって表情変化を判定する(図3)。計算されたフローの平均ベクトル \mathbf{V}_m および x (横)方向と y (縦)方向の分散 σ_x^2 、 σ_y^2 を計算する。そして平均ベクトルの大きさ $\|\mathbf{V}_m\|$ が閾値 T_m 以上のときは、体の動きにより顔全体が動いていると判定し、表情変化の判定は行わない。このように動きが大きい場合には、表情の変化を判別できるほど精度の良いフローが計算できないことが、その理由である。閾値 T_m 以下のときは分散 σ_x^2 および σ_y^2 を閾値 T_s と比較し、少なくともどちらか一方が T_s 以上の場合は表情変化があると判別する。表情の変化は顔の各部分が様々な方向に移動することによって生じるためオプティカルフローの分散が大きくなるからである。表情変化以外に瞬きでもフローの分散が大きくなるが、今回はこれを区別する事をせず、ここでは暫定的に瞬きも表情変化に含める事とした。なおフローの

分散の方向依存性をなくすためにはその共分散行列の固有値を用いるべきであるが、より単純なxおよびy方向の分散で十分有効であったので、このようにした。

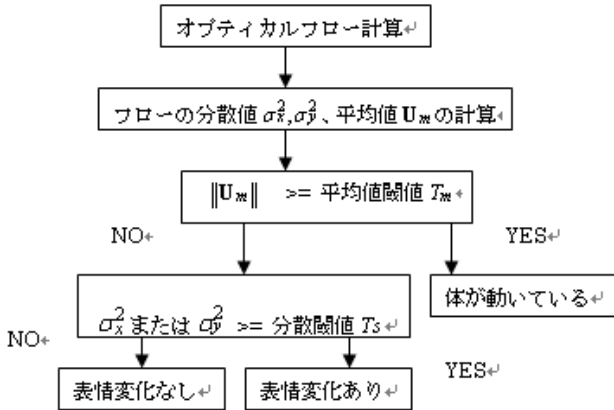
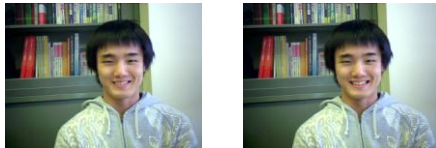


図3：表情判別の流れ

3. 実験と結果

実験では無表情のまま体を平行移動している動画と、平行移動せずに表情に変化をつけている動画を撮影した。体を平行移動している同画像は平行移動の速さによって大、中、小の3種類、表情変化をしている動画は表情変化の度合いによって大、中、小の3種類撮影した。実験にはこれら計6種類の動画をを用いた。なお、フレームレートは14fpsである。

動画からの表情変化の典型的な検出例を図4に示す。この画像は笑いに伴って口を広げている画像で、表1に計算された各値を示す。ここで使用した閾値は $T_m=5.0$ 、 $T_s=1.0$ である。



(a)入力画像1 (b)入力画像2

図4：入力画像

表1：フローの平均値および分散値

	x平均	y平均	x分散	y分散	判定
表情変化(大)	0.43	-0.05	1.73	1.65	変化あり

図5~8に体の平行移動が無く表情変化が小さい動画と、表情変化が無く体の平行移動が大きい動画でのフローの平均値と分散値の変化を示す。大きな体の平行移動ではフローの平均値が大きくなっており、体が動いていることが検出され、表情の判定は行われない。(図7および8)。一方体の平行移動が無ければ、表情変化が小さい場合でも表情変化(および瞬き)がある部分はxまたはy方向の分散が大きくなり表情変化が検出される。なお各動画像について、表情変化の検出率を表2にまとめた。これは表情の1回の変化が含まれる動画像の部分で少なくとも1回表情変化があると判定された場合、検出に成功したと判定した。表情変化が小さい場合は4割程度未

検出があるが、大きな表情変化がある場合には、未検出率、誤検出率ともに1~2割になっている。

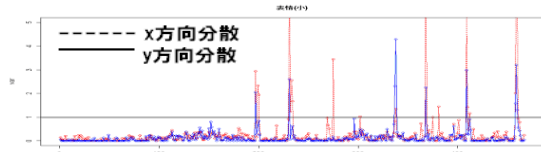


図5：表情変化(小) 分散値

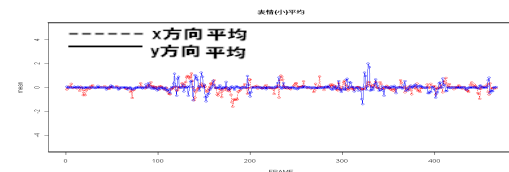


図6：表情変化(小) 平均値

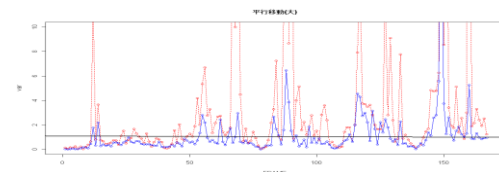


図7：平行移動(大) 分散値

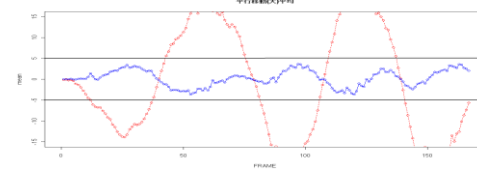


図8：平行移動(大) 平均値

表2：顔表情変化の検出率

	変化あり 件数	未検出率 (%)	誤検出率 (%)
平行移動(小)	7	0	0
平行移動(中)	1	0	0
平行移動(大)	1	0	0
表情変化(小)	19	42.1	0
表情変化(中)	7	14.2	14.2
表情変化(大)	21	14.2	21.7

4. まとめ

語りかけシステムで使われる興味度判定処理を想定してオプティカルフローの平均・分散によって表情変化を検出する手法を提案し、実験によって有効性を示した。しかし現在では瞬きと表情変化を区別していないので、今後これらを区別する処理を付加する予定である。

参考文献

- [1]W. Zhao, R. Chellappa, P. J. Phillips and A. Rosenfeld, Face Recognition: A Literature Survey, ACM Computing Surveys, Vol.35, No.4, 2003.
- [2]Paul Viola and Michel J. Jones, Robust Real-Time Face Detection, International Journal of Computer Vision, Vol. 57, No. 2, pp. 137-154, 2004.
- [3]http://opencv.jp/
- [4]N. Ohta, Image Movement Detection with Reliability Indices, IEICE Transactions, Vol.E74, No.10, pp. 3379-3388, 1991.