

# 無意図的動作に着目した人間のしぐさからの情動推定手法

## Emotion Extraction Method based on Unconscious Human Gesture

加賀谷 拓                      羽倉 淳                      藤田 ハミド  
Taku Kagaya                      Jun Hakura                      Hamid Fujita  
岩手県立大学ソフトウェア情報学部ソフトウェア情報学科

**Abstract** 本研究では、人間が他人のしぐさからその人の情動を推測するのと同じ観点で、人間の情動を推定するための方法の考察を試みている。人間の情動には、感情の基本となる、快・不快といった情報が含まれており、人間のニーズを理解するには不可欠な要素である。ここでは、情動の特徴を発見するために、モーションキャプチャを用いた 3 次元データをもとに、主成分分析を行うことにより情動動作と考えられる動作の特定を行っている。

### 1. はじめに

人間と機械とが密に協調する将来の支援システムにおいては、機械による人間の感情認識が人間のニーズを理解するうえで非常に重要となる。その中でも、感情の元となっている情動を認識することができれば、システムが人間を不快にさせるような行動をなくし、ニーズに合った行動を実現できることが期待できる。

人間の感情を認識・利用する方法として、これまでに顔表情筋動作からの認識や声の音声からの認識、身体動作からの認識など様々な研究が進められている。その例として顔表情筋動作からの認識では、カメラ画像から顔の特徴点を取り出し、特徴点の動作している方向・移動量から認識を実現している。1) 声からの認識では、声の周波数や音量等から被験者の現在の感情を認識している。2) また、身体動作からの認識では、ロボットや人工エージェントなどのシステムに生かすため、モーションキャプチャシステムやカメラ画像を入力とした画像処理による解析が行われている。身体動作には他の部位とは違い、ジェスチャにより意思を伝えることができることや行動全般に使用することから、その動作の意図を認識することができれば、動作者の行動理由・求めていることだけでなく感情などといった心理面も認識することが可能となる。このことから、システムが感情認識を行う際、動作認識が大きなウェイトを占めていることがわかる。3)

これまでの動作認識の研究では、映像作品での CG データ作成、スポーツ科学でのフォーム解析、手話の動作認識、伝統芸能の保存、医療での病気や障害の診断など、その利用方法から動作量の比較的大きな意図的動作に着目し解析が行われてきた。4) そのことは身体動作からの感情認識手法でも同様である。感情や情動の強度が比較的強い動作は、比較的大きな動作となって表出しやすいため、これまでの手法での測定は可能だったが、人間の情動は強度の低いもの(動作量の少ないもの)であっても、その状況での快・不快を表しているため、これを考慮していかなければならない。9)

さらに、継続的なストレス状態においては、動作量の大きい(情動の強度が大きい)動作よりもむしろ、軽いストレス時に表出する動作量の少ないものが多いともいえる。したがって、それら情動動作を検出することができれば、人間の動作に含まれる、潜在的な感情を認識することが可能となり、システムはより適切な行動に導かれることが期待される。

本研究では、モーションキャプチャを用いた 3 次元座標データを取得している。次にデータの膨大さによる問題点を解決するため主成分分析の手法を用いている。また、動作データには意味的に同じ動作をしている場合や時間幅が違っている場合があるため、最適化を行う必要がある。ここでは、その手法に主成分分析後のデータを有効に扱える MDL 原理を用いる。その後、特徴ごとに分類されたデータから、次節以降で定義する情動動作と考えられるものを抽出、アニメーション化し、第三者に見せることでアンケートを行い、動作の意味を推測してもらう。これは、人と機械のコミュニケーションを円滑にするため、人と人のコミュニケーションのレベルでの認識を目指すためである。

### 2. 情動動作について

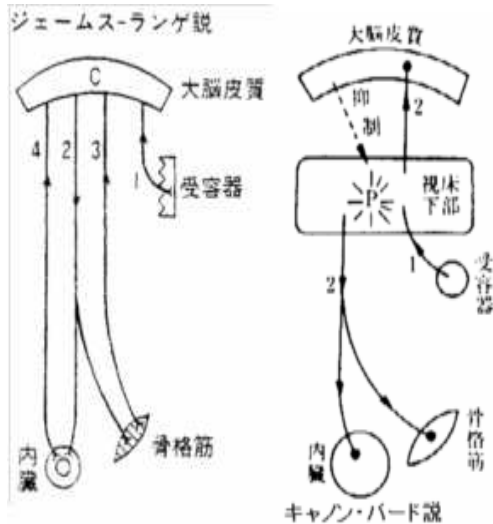
情動の定義として、有斐閣社の心理学辞典 5) では、以下のように書かれている。

『情動は、急激に生起し短時間で終わる比較的強力な感情である、と定義されることが多い。常道は主観的な内的経験であるとともに、行動的・運動的反応として表出され、また内分泌線や内臓反応の変化などの生理的活動を伴うものである。』と述べられている。

情動が身体動作に表れるということは前述したが、その仕組みについては、脳の大脳辺縁系、視床下部といった、人間の脳のなかでも、原始的な部分の活動によるとされているが、現在もいまだ解明できていない。それは、人間の情動については、ささいな状況の変化で情動も変化してしまう点や、個人差が大きい点、また、心理学的な要素が大きい点である。しかし、このことから、情

動は動物としての本能を司る原始的な脳の活動によるため意識的にコントロールすることが難しく、特別に訓練された場合を除けば誰もが情動を表出するということが言える。

では、情動が心理学的にどのように扱われているのか、という点で考えてみると、情動の発生・表出経緯については多くの説が考えられているが、代表的なものとしてジェームズ＝ランゲ説とキャノンの視床説がある。



[図 1]ジェームズ＝ランゲ説とキャノン＝バード説 (6)

ジェームズ＝ランゲ説では情動が身体的・生理的变化を引き起こすのではなく、表情筋や内臓活動に表れる身体的・生理的な変化が情動を引き起こすとしている。これは悲しいから泣くのではなく、泣くから悲しいということになる。これを情動の末梢説と呼び、ジェームズは運動反応を、ランゲは血管活動を主な情動兆候と考えている。

また、キャノン＝バード説では情動の根源を中枢に捉え視床の活動に注目した。つまり、視床が情動中枢であり、視床過程が興奮し大脳皮質の抑制を解いて興奮が生じることが情動の主観的経験となる。さらに、興奮が内臓や筋に伝達され、末梢における表出となり情動が表れるとした。

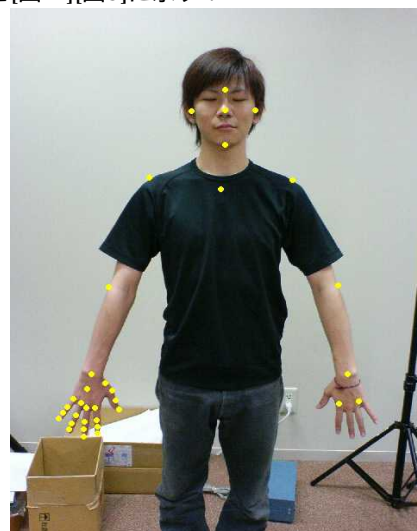
情動動作が表れやすい状況として、身体的・精神的にストレスを与えられている状況が最も適していることが心理学上わかっている。このため、身近な生活の場面である大学で最も精神的にストレスを受ける状況は発表時や面接時だと考えられる。そのため、実験データの取得の際には擬似的な発表、あるいは面接の状況で行う。

### 3. 動作データの取得

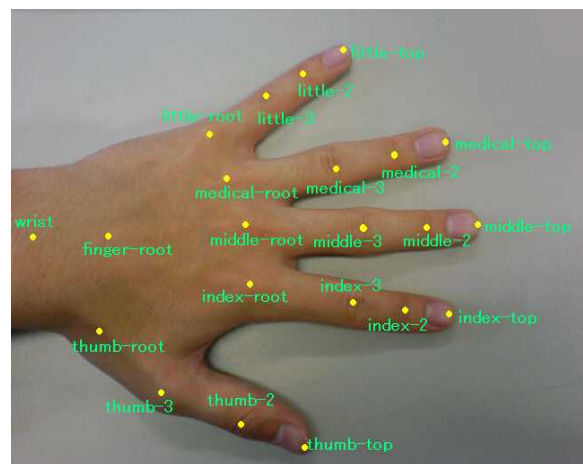
動作の認識方法には先に述べたとおり、大きく分けて二通りの方法がある。画像処理による動作解析では、マーカなどの接触型センサを人間に装着させる必要はないが、動画像から特徴点を抽出し、事前に作成したモデルと入力データをマッチングさせる必要がある。このモデルについては、

人物の対象部分を 3 次元形状モデルで表現する場合と画像中の人物の対象部分の見え方そのものから抽出した特徴をモデルとする場合がある。いずれの場合も画像からのモデルの特徴が正確に抽出されないと認識できないため、画像から位置情報を抽出する手法が問題となっている。

一方、体表面にマーカを取りつけ、モーションキャプチャによってマーカを追跡して動作解析を行うアプローチがある。モーションキャプチャによって得られる動作データには、各身体部位の 3 次元座標位置情報が含まれているために特徴点を抽出する必要がなく、画像処理のアプローチと比べて計算コストが小さくてすむという利点がある。また、画像処理では分析できないような細かな動きを分析することができる。このため、本研究ではモーションキャプチャによるアプローチを用いている。本研究では、6 台のカメラを正面に置き、それぞれのカメラの撮影領域内で被験者にマーカを付け動作してもらう。マーカの接着点は頭部と上半身の各要所に、また手には、各指の動作を詳細に記録するため、各関節にマーカを取り付けた。これを [図 2][図 3] に示す。



[図 2]上半身のマーカ接着点



[図 3]手のマーカ接着点

#### 4. 情動動作の発見

ストレスを受けているときに最も情動動作が表れることは述べたが、実際にはどのような動作が見られるのか、発表中ないしは面接中の被験者の身体の動作を観察する方法で調べた。すると、情動動作と考えられる動作から以下のような特徴があることが予想できた。

[表 1]本研究における動作の分類

	意図的動作	情動動作
移動範囲	大	小
反復性	少ない	多い

また、意図的動作と情動動作（無意図的動作）は、同時に発生することはごく少ないということも観測から得られた。これは、脳の情動を司る部分と動作を司る部分が前運動野と大脳辺縁系で距離も近く、密接に関わっているためではないかと考えられる。まれに情動動作をしながら意図的動作をいっている場合もあるが、意図的動作は時間的に短く、情動動作はその間ずっと続いていることが多い。たとえば、足を小刻みに揺らす動作、一般に言われる「貧乏ゆすり」だが、他の部位が意図的な動作をしているときには止まる事が多く、まれに「貧乏ゆすり」中に意図的動作をしている場合でも、意図的動作は時間が短いのに対し、情動動作は意図的動作が終わった後も継続していることが多いということがわかった。

##### 4.1 動作データの次元縮約

動作データのような多次元時系列データから特徴を発見する際、いくつかの問題が挙げられる。第一に計算量が非常に多く必要とされることがあげられる。また、計算アルゴリズムが複雑になる点も問題となる。このため、多次元時系列データを 1 次元時系列データに縮約することを試みる。データの次元縮約を行えば、特徴を発見するためのアルゴリズムが単純になり、計算量を軽減することができる。次元縮約を行う際には、与えられた動作データを持つ情報の損失を最小にする必要がある。少なくとも動作データに繰り返し現れる特徴的なパターンの情報を保持しなければならない。以上のことから、統計学で広く用いられている主成分分析 (PCA)<sup>7)</sup> に注目した。PCA は、多変量で表せるデータから観測変数の特徴を表す指標を発見する手法である。PCA では、入力された多次元時系列データの次元数に等しい主成分が発見され、与えられたデータに対する寄与率（どの程度データを説明しているかを表す尺度）が大きい順に、第 1 主成分、第 2 主成分・・・と決定される。第 1 主成分が最も多く与えられたデータの情報を保持していることから、多次元時系列データの次元縮約には第 1 主成分を用いている。

##### 4.2 データの最適化

圧縮されたデータそのままでは、動作の反復性

や、意味的に同じ種類と考えられる動作がどの部分なのか明確に示すことができないため、情動動作の特徴だけを抽出することはできない。たとえば、4.1 節で示した被験者の場合、連続的に同一の動作をしている時と、少しの間隔を開け連続的に動作している場合があるためである。そのため、同一の動作と考えられる部分を見出し、時間幅を動的に決定するとともに、正規化を行い、動作意味ごとに分類する。

このことから、データマイニングの手法である MDL 原理の考え方を用いて最適化を行う。MDL 原理は Rissanen により提案された確率モデルの最適化原理である。MDL 原理では「与えられたデータを、モデル自身の記述長も含めて、最も短く符号化できるような確率モデルが最良のモデルである」と主張している。さらに、「最良のモデル」がデータの特徴を最もうまく表現していると仮定している。8)したがって、MDL 原理の「最良のモデル」を 1 次元時系列データとみなせば、MDL 原理を用いて特徴の時間幅を決定できることになる。

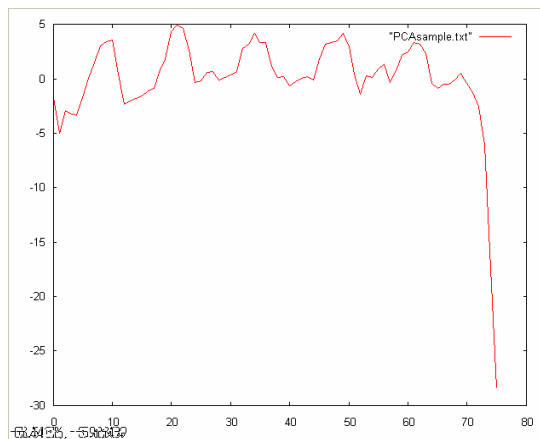
これにより、意図的動作と情動動作を周期と時間幅と振幅から情動動作と考えられる部分を経験的に見つけ出し、意味的に同じ動作ごとに分類する。本論では移動量が少ない動作を情動動作としているため、移動量の大きい動作と周期性を持たない動作は閾値を設定することで除外することとする。その結果、必要な情動動作の動作データのみを抽出することが可能となると考えられる。

##### 4.3 アニメーション化

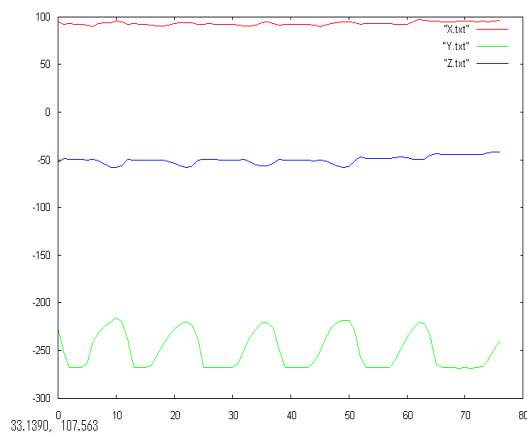
分類されたデータはそれぞれが意味づけされているわけではないため、3D アニメーション化することで人間の情動との対応付けを行いたい。この際、アニメーションにするのは、特徴的な動作をしている時間のデータである。作成したアニメーションは複数人の第 3 者に見てもらい、被験者の快・不快の状態、さらには何か感情が読み取れた場合にはそれを記入してもらう。ここで集められたアンケートを元に、快・不快の動作にそれぞれどのような特徴があるのかを定義する。

##### 5. 実験

以下[図 4]に、動作データを PCA 処理したデータの例を示す。X 軸は時間、y 軸は第一主成分の値を示している。この図は被験者に擬似的な面接の状況で椅子に座った状態で手を机の上に置き、データを取得したものである。このとき被験者は、体は正面を見たまま右手人差し指でトントンと周期的に机を叩いていた。また、このほか被験者は、数秒の間隔を開け同様の動作をしていることもあった。[図 5]は第一主成分に対する負荷が最も大きかった、人差し指の 3 次元データのグラフである。X 軸は時間、y 軸は動作データの変化を表している。このデータの y 軸の波の形状と時間幅が[図 4]と近似していることから、最も特徴を表しているのは人差し指の動作であることがわかる。このことから、情動動作の特徴は主成分分析によって抽出することができるということがわかった。



[図 4]主成分分析後の動作データの例



[図 5]人差し指マーカの 3 次元データのグラフ

出版社：有斐閣，1999

6) 脳の仕組みと心，  
<http://www.sam.hi-ho.ne.jp/mountain-field/Feeling-Place/study.htm>

7) 加納学，主成分分析 初心者向けテキスト  
 京都大学大学院工学研究科化学工学専攻  
 プロセスシステム研究室 2002 年 5 月第二版作成

8) 荻野谷紀之，古関敏夫，本谷秀堅，  
 MDL基準を用いた 3 次元形状の記述方法，2003

9) 堀哲郎，「脳と情動」出版社：共立出版，1991

10) 人間生活工学研究センター，「デジタルハンド技術の開発に関するフィジスタビリティ」，2005

## 6. おわりに

本稿では，情動動作の定義をした．また，モーションキャプチャで得られた 3 次元データから主成分分析をすることで，情動動作の特徴抽出が可能であることを示した．

今後の課題としては，情動動作が反復性を持つであろうことが予測されるので，明確な数値として情動動作の特徴を示すため，周波数成分を求め手法からの解析を考察することと，動作意味ごとの最適化や，アニメーション化してのアンケートを取るには至っていないため，今後の研究で本論のテーマを実現していく必要がある．

## 参考文献

1) 宮川道夫，「福祉利用を目的とした顔画像からの感情情報の復号技術に関する研究」，  
[http://www.taf.or.jp/publication/kjosei\\_17/pdf/p274.pdf](http://www.taf.or.jp/publication/kjosei_17/pdf/p274.pdf)

2) 松平祥平，山口健，駒谷和範，尾形哲也，奥乃博，  
 「ロボットでの利用を目的とした顔画像情報と音声情報の統合による感情認識」，2004

3) 八村広三郎，「舞踊のデジタルアーカイブ」

4) 上原邦昭，田中良季，巻尾晃輔  
 「動作データからのモチーフの発見について」

日本人工知能学会 第 18 回カンファレンス，2004

5) 心理学辞典，編：中島義明，子安増生 他