

並列砂時計型ニューラルネットワークと情緒生起手法を用いた感情指向型インタフェースの応用

市村 匠^{*1} 石田 与志^{*2} 目良 和也^{*1} 大枝 真一^{*3} 杉原 亮宏^{*4} 山下 利之^{*3}

Approach to emotion oriented intelligent system by parallel sand glass type neural networks and emotion generating calculations

Takumi ICHIMURA,^{*1} Hitoshi ISHIDA,^{*2} Kazuya MERA,^{*1} Shinichi OEDA,^{*3}
Akihiro SUGIHARA,^{*4} and Toshiyuki YAMASHITA^{*3}

Abstract – We developed an application soft with emotional facial expression that can analyze emotions of the user and represent emotions to facial expressions. The application has two outstanding functions. One function is display emotional faces and the other is analysis of emotion from some sentences. The face displaying part is due to a sand glass type neural network by training the real face images. The emotional analyzing part is due to Emotion Generating Calculations (EGC) method based on the Elliot's Emotion Eliciting Condition Theory. The proposed method can judge whether an event at pleasant or not and can obtain each emotion values for 20 various emotions under the situation. Successfully, these attributes are set to the trained neural network as input signals. As a result, the proposed system depicted with real face images which display emotions corresponded to the sentences in a mail. In this paper, our proposed system we call JavaFaceMail is introduced as a kind of emotional oriented intelligent systems.

Keywords : Emotional facial expression, Sand glass types neural networks, Emotion generating calculations method, Internet mail tool, Java Application

1. はじめに

高度情報化社会の発展に伴い、一般家庭にもコンピュータが広く普及している。特に、インターネットは新しいコミュニケーションの手段として、Web やメールなどで幅広く利用されている。中でも、メールは手紙の代わりになるもので、口頭では伝えられなかった気持ちを手紙に託して相手に伝える手紙の特色を、そのまま活かすことが可能であると言えよう。これに加え、インターネットを介した対面的コミュニケーションの試みも行われている。インターネットテレビ会議などのソフトも開発され始めており、リアルタイム画像の配信も行われている。このように、コンピュータを利用した、人間同士のコミュニケーションの実現に向け、研究開発が進められている。ところが、リアルタイムコミュニケーションを実現するには、大容量のデータを通信するための通信網の整備が必要であるが、一般家庭にまで及んでおらず、システム

の利用は特定のユーザに限られているのが現実である。

このような状況の中で、必要な情報の送受だけで、インターネットを利用した通信が行われている。インターネット電話は、画像の送受信をすることがないため、長距離電話の一部に利用するサービスも商業ベースで実施されている。メールを利用した対面的コミュニケーションも、動画ファイルを添付することにより、実現されている。これらは、通信技術の向上のみならず、人間とコンピュータとのインタラクションにおいて、ヒューマンインタフェースの開発が進められていることが、多くの利用者に賛同を得ている結果となっている。

このようなインタフェースが利用されるようになってきた理由として、コンピュータとのインタラクションにおいて、人間同士の対面的コミュニケーションと同様に“楽しさ”が求められるようになって [1] おり、システムを使用することによって、“楽しさ”を感じられるようになってきている点がある。人間同士の対面的コミュニケーションの場合、相手の表情から感情を推測し、その感情に応じて話の内容、言い回し、表現を変えたりしながら円滑なコミュニケーションが行われている [2]。人間とコンピュータとのインタラクションにおいても、コンピュータに人間らしさを与えるために、顔の画像をインタフェースとして用いる試みがされている [3,4,5,6,7,8]。

山下らは、ファジィ推論による表情選択モデルを提唱

*1: 広島市立大学情報科学部知能情報システム工学科

*2: 東芝情報システム株式会社

*3: 東京都立科学技術大学大学院工学研究科

*4: 広島市立大学大学院情報科学研究科

*1: Faculty of Information Sciences, Hiroshima City University

*2: Toshiba Information Systems

*3: Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan Institute of Technology

*4: Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

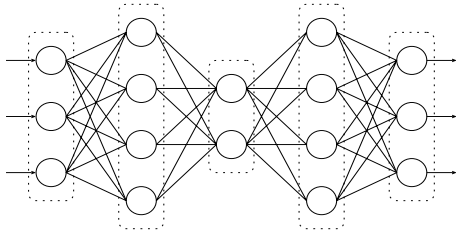


図 1: 砂時計型ニューラルネットワーク

し、これを用いたインタフェースを開発した [9]。これは、文章に表されている感情を解析し、比較的単純な線画による画像で表現するシステムであった。本研究では、このシステムをさらに発展させ、人間の顔の表情画像（以下、顔画像）を表示するシステムを開発した [10]。この顔画像表示においては、並列砂時計型ニューラルネットワークによる学習 [11] を用いた。この手法は、まず複数の顔画像を学習することで、ニューラルネットワーク内に感情空間を構築し、学習後のネットワークに感情を示す数値を与えることで、その感情を示す顔画像を出力するものである。山下らのシステムで用いられている文章の解析部、すなわち文章を解析することにより、そこに含まれる感情を抽出する試みに対し、本研究では、目良が提案した、ある特定の環境ではあるが、発話文から情緒を生起する手法 [12] を適用した。

本研究で開発した技術は、コンピュータを楽しんで使うためだけではなく、高齢者の在宅健康診断システム [13] などにも、応用されている [14]。このような技術は、コンピュータを使うために、我々が特殊な技術を習得するのではなく、人間同士の対面的コミュニケーションで見られる場面を再現し、コンピュータとのインタラクションにより、長時間の仕事、作業を進める際に生じる、コンピュータに伴うストレスを軽減しようとする試みを実現するものである。

本論文では、2章で並列砂時計型ニューラルネットワークにより構築された感情空間を、3章で情緒生起式について説明する。4章で開発したシステムについて、詳細を述べる。

2. 並列砂時計型ニューラルネットワーク

2.1 顔画像からの感情の分類

顔画像を分析することで、そこに表出する特徴から類推される感情の分類を行い、その構造を解明する研究が行われている [15,16]。特に、顔画像と感情を関連付けるために、ニューラルネットワークにより顔画像を学習する研究が行われている。これらのうちで、図 1 のような砂時計型ニューラルネットワークを用いた、顔画像を感情に基づいて分類する研究は有用な手法であると考えられる [17]。砂時計型ニューラルネットワークは、階層型ニューラルネットワークの一種である。このニュー

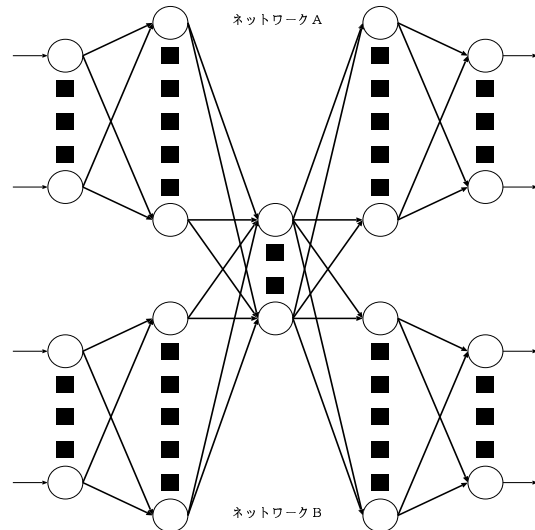


図 2: 拡張砂時計型ニューラルネットワーク

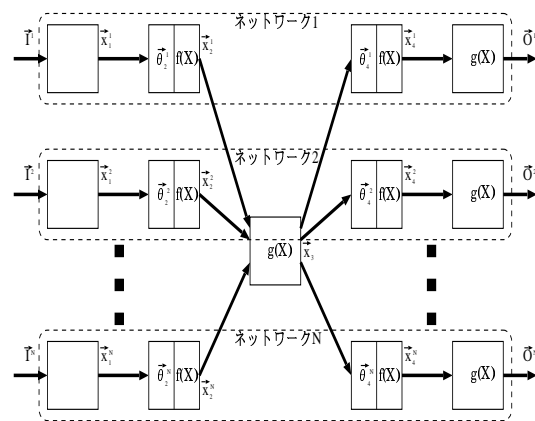


図 3: 並列砂時計型ニューラルネットワーク

ラルネットワークの特徴は、入力ニューロンの数と出力ニューロンの数が等しく、これらのニューロンの数に比べ、中間ニューロンの数が極端に少ない構造をもつことである。このネットワークに入力パターンと同じパターンを出力するように教師信号を与え、誤差逆伝搬法による学習を行う。学習が終了したとき、中間ニューロンに入力情報の特徴が出現すると考えられている [18]。

しかし、通常の砂時計型ニューラルネットワークでは、複数種類の情報を同時に扱うことが困難であるため、1人分の顔画像を学習するために用いられていた。このため、異種の情報を扱うことを目的とし、2種類の5層砂時計型ニューラルネットワークを、互いの第3層で連結した拡張砂時計型モデル (図 2) が提案されている [19]。拡張砂時計型ニューラルネットワークは、複数の5層砂時計型ニューラルネットワークを互いの第3層で連結した構造であり、各情報は同時に連結ネットワーク $n(n = 1, \dots, N)$ に入力され、入力パターンと同じパターンを出力するように学習が行われる。学習後は第3層において学習に用いた複数の情報の特徴が圧縮、統合されることが期待される。

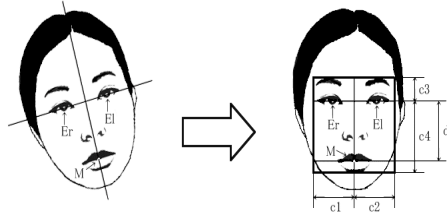


図 4: 顔画像の切り出し

我々はこの拡張砂時計型モデルを用いて男女各 1 名、計 2 名の顔を学習させることにより、感情空間を構築した [11]。しかし、拡張砂時計型モデルでは 2 人分の顔画像の特徴を学習することにとどまり、3 人以上の多人数の顔画像をそれぞれの感情に基づいて分類することができなかった。そこで、本研究ではこのネットワークモデルをさらに拡張し、 N 個の 5 層砂時計型ニューラルネットワークを、それぞれの第 3 層で連結した、並列砂時計型ニューラルネットワーク (図 3) を提案する。提案したネットワークは N 種類の情報を同時に扱うことが可能である。

ところで、表情認識において、空間周波数成分の低周波部分の認識が重要であるとされる。そこで、顔画像を 2 次元離散コサイン変換し、その低周波成分を用いて学習を行うことにより、パラメタの取り出しを必要としない手法を導入する [20]。提案した並列砂時計型ニューラルネットワークを用いて、複数人の顔画像を同時に学習することで、ネットワークの第 3 層に感情空間を構築した。

2.2 基本感情

Ekman によると、顔の表情と感情について詳細な検討を行っており、ポーズをとった顔の写真から判断される基本的な感情カテゴリとして、“喜び、悲しみ、嫌悪、怒り、恐れ、驚き”の 6 種類がある [21]。また、Schlossberg によると、表情には“愛-驚き-恐れ-怒り-嫌悪-軽蔑”の順に並んだ、円環状の順序が存在するという [22]。この 2 つの提案をもとに、Ekman の 6 種類の基本感情を、“喜び-悲しみ-嫌悪-怒り-恐れ-驚き”の順に並べた円環状の順序が、表情と感情の間に存在するとした研究が多く見られる。この円環状に並んでいる基本感情について、相互に近い感情同士は混同されることがあるが、離れている感情同士が混同することはないとされている。

2.3 顔画像を用いた学習実験

2.3.1 学習用顔画像の生成

提案した並列砂時計型ニューラルネットワークを用いて、顔画像による環状モデルを構築するために、複数人の顔画像を学習させ、構築されたネットワークの第 3 層から各表情の特徴抽出を試みる。

撮影被験者は 23 歳から 25 歳の男性 4 名、女性 3 名の計 7 名であり、先に示した Ekman らによる 6 種類の

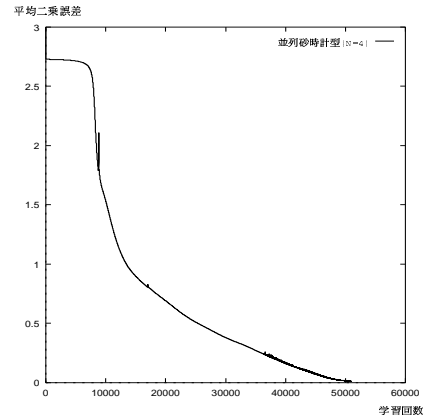


図 5: $N = 4$ の場合の学習曲線

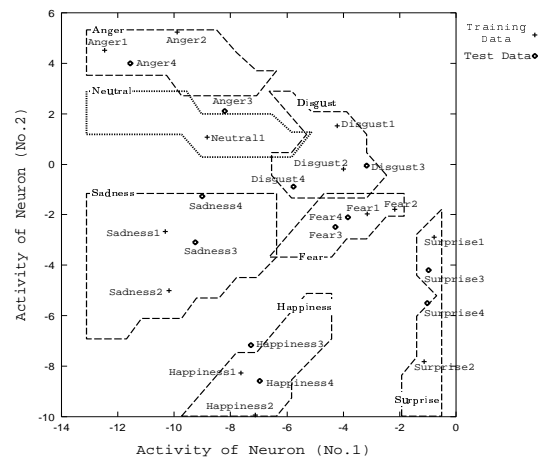


図 6: 第 3 層に構築された感情空間

基本感情を示す表情を表出してもらい、各基本感情につき 4 枚ずつ撮影を行った。また基本感情の顔の他に、6 種類の基本感情の元となるような通常顔 (Neutral の顔) の撮影も行った。このため、1 人につき、4 セットの 6 種類の基本感情および Neutral の顔で、25 枚の顔画像があり、被験者 7 人で 175 枚の写真撮影した。

撮影した写真を 8bit グレースケールに変換し、その後、画像の回転による影響を避けるため回転補正を行った。さらに、髪の毛などの影響を避けるため、顔の中心部分 $128\text{pixel} \times 128\text{pixel}$ を切り出し、画像の正規化を行った (図 4)。

これらの画像を周波数成分に変換すると、表情変化の多くは低周波成分に集中するため、表情認識の観点から見ると、高周波部分はノイズを生じる部分と考えられる。このため、学習データとして、切り出しを行った顔画像を 2 次元離散コサイン変換し、その低周波成分 16×16 領域を用いた。この手法により、表情の変化のみを捉えることが可能となった。

顔画像の学習では、被験者の数に応じ、並列砂時計型ニューラルネットワークにおける連結ネットワークの数を変化させた。つまり、連結ネットワーク 1 から連結ネットワーク N までの各ネットワークに対し、それぞれ人物

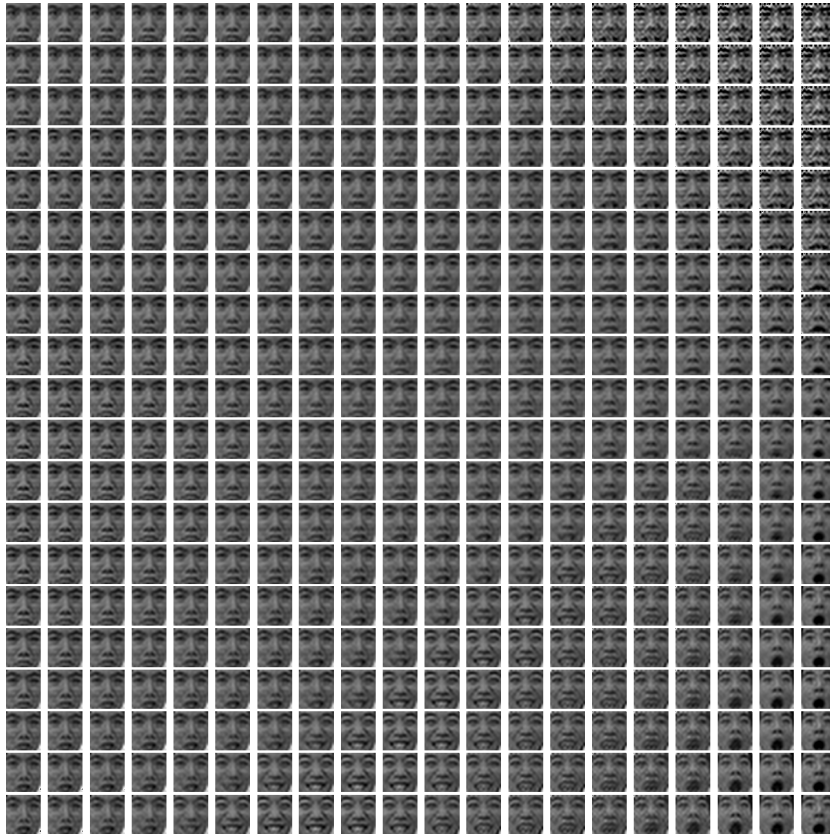


図7: 感情空間からの顔画像の再現

1 から人物 N の各顔画像の 2 次元コサイン変換を行い、その低周波成分を同時に入力し、これを入力データとして学習を行った。各ネットワークの入力ニューロン、出力ニューロンの数は全て同じで、それぞれ $256 (= 16 \times 16)$ 個であった。学習には、1 人の被験者につき、6 種類の基本感情の顔画像を 2 セット及び、Neutral の顔画像、計 13 個の顔画像を使用した。残りの 2 セットの基本感情の顔画像は、学習後の検証データとして用いた。

2.3.2 実験 1 (4 人の顔画像の学習)

まず、4 人分の顔画像を学習した場合の実験結果を報告する。1 人の顔画像を学習するには、1 つの連結ネットワークを必要とするため、連結ネットワーク数 N は 4 となる。図 5 は、 $N = 4$ の場合の学習における誤差曲線を示している。このとき、学習回数 50,996 回で平均二乗誤差が 0.01 よりも小さくなり学習が終了した。図 5 から、誤差が大きく振動することなく、学習がスムーズに行われている様子がわかる。

図 6 は、 $N = 4$ における、学習後の第 3 層の活性値を示している。横軸に第 3 層の 1 番目のニューロンの活性値を、縦軸に 2 番目のニューロンの活性値を表すことにより、2 次元平面上に顔画像による感情を表現する。以下、この第 3 層の活性値による 2 次元マップを「感情空間」と呼ぶ。

また、図 6 における各感情の領域は、感情空間を 20

$\times 20$ の格子状に区切り、各分割領域の中心点を第 4 層への入力として与えたとき、出力層での誤差が $0.25 \times N$ よりも小さい個所を示している。

図 6 から各感情が 2 次元平面上で分離され、円環状に分布している様子がわかる。また、感情の配置についても、一般的な感情の順序に近い形で配置されていることがわかる。しかし、「嫌悪」の領域については、本来ならば「悲しみ」と「怒り」の間に配置されるはずが、「恐れ」に近い位置に配置されている。この原因について、撮影被験者が、嫌悪と恐れ表情を作ることが難しく、被験者自身考えながら表情を作ったことが分かった。また、心理学の知見においても、嫌悪と恐れについては、その他の表情に比べて表出しにくい表情であるとされている [21]。そのため、本来基本感情の順序で、離れているはずの嫌悪と恐れが、本研究では比較的近い位置に配置されてしまったと考えられる。また、検証用顔画像を用いた場合では第 3 層において構築された感情空間で、図 6 とほぼ同様の結果が得られ、良好な分類が行われていた。さらに、ネットワークの出力活性値と得られた顔画像も検証用顔画像とほぼ同一なもの得られた。このことから、教師データとして与えていない信号に対する出力も顔画像として復元可能であることがわかる。

さらに、図 6 で格子状に配置した 400 点を第 3 層の活性値としてとらえると、ネットワークの出力として 400

並列砂時計型ニューラルネットワークと情緒生起手法を用いた感情指向型インタフェースの応用

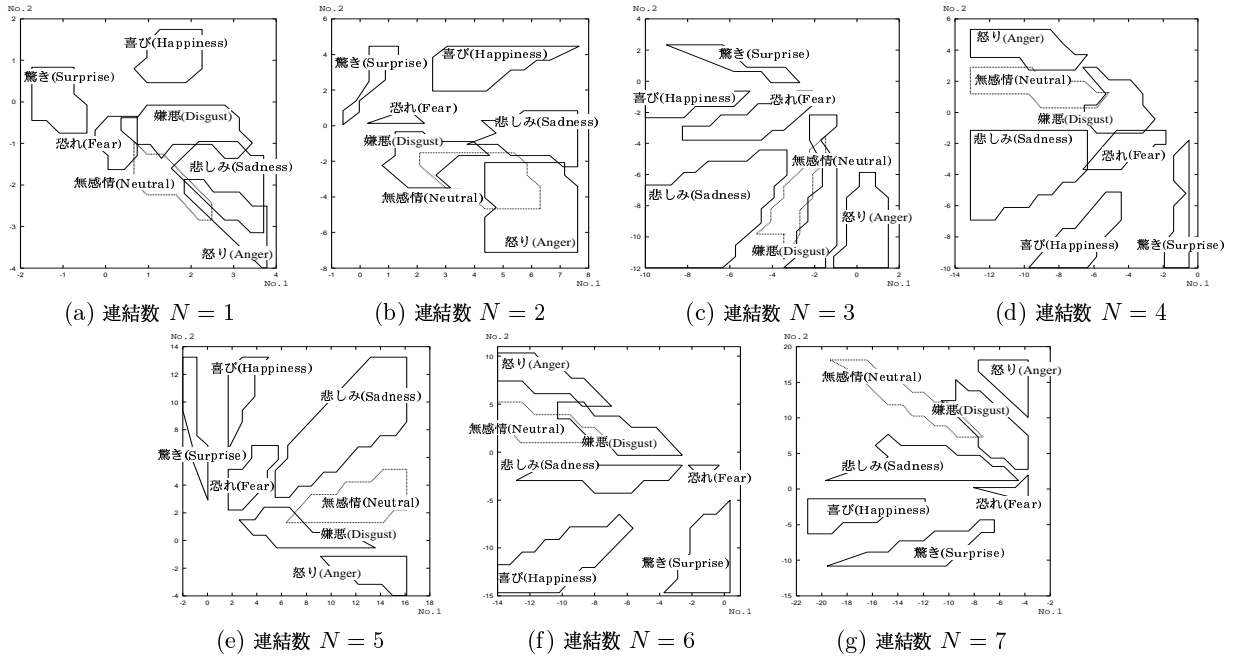


図 8: 連結数 N のときの感情空間

枚の画像が生成されることになる。これは、感情空間上の任意の点を指定することにより、顔画像を生成できることを意味する。つまり、各感情領域外の点を指定した場合についても画像が生成されることになる。図 7 は感情空間上の点と同様に生成画像を並べたものである。図 7 では、図 6 の感情空間にだいたい同じ順序で 6 種類の基本感情を示す表情が表れている様子を見ることができる。また、各基本感情が合成され、1 つの複雑な感情を表現していると考え、これらの顔画像が連続的に変化していることになり、撮影した顔画像のように離散的な表情ではなく、各感情の中間的な表情が生成されていると考えることができる。これらの結果から、並列砂時計型ニューラルネットワークの第 3 層では、各基本感情が連続的かつ、ある一定の順序で配置される形で感情空間が構成されていると考えられる。

2.3.3 実験 2 (感情空間とネットワーク数の検証)

ところが、学習する個数が少ない場合には、Ekman らが提案した顔画像による円環状に並べられた環状の順序が表れなかった。そこで、この円環状に並べられた順序が Ekman らの提案した順序に一致するため、学習するネットワークの個数の妥当な数 N を変えることにより検証する。

並列砂時計型ニューラルネットワークの連結数 N の数を 1 から 7 まで変化させたときの感情空間を図 8 に示す。連結数 $N = 1$ の場合、図 8(a) のようになり、怒りと悲しみの領域が大きく重なっている。また、感情配置の順も一般的な順序とは異なっており、感情空間が適切に形成されていない。連結数 $N = 2$ の場合、図 8(b) のようになり、 $N = 1$ の場合と比べ、嫌悪の領域の配

表 1: 事象の格フレームのタイプ

番号	タイプ	例
I	$V(S)$	(水滴が) 落ちる
II	$V(S, OF)$	(煙が煙突から) 出る
III	$V(S, OT)$	(太郎が郵便局に) 行く
IV	$V(S, OS)$	(食べ物などがゴミと) 混じる
V	$V(S, O)$	(太郎が次郎に) 勝つ
VI	$V(S, O, OF)$	(通行人が枝を) 折る
VII	$V(S, O, OT)$	(人が荷台から積荷を) 降ろす
VIII	$V(S, O, OM)$	(人がかばんに本を) 入れる
IX	$V(S, O, I)$	(人が管制塔と信号を) 交わす
X	$V(S, O, I)$	(人がさじで砂糖を) すくう
XI	$V(S, O, OC)$	(人がそよ風を涼しく) 感じる
XII	その他	

置が異なっていることがわかる。しかし、一般的な基本感情の順序と比較すると、若干の違いが見られる。連結数 $N = 3$ の場合、図 8(c) のようになり、嫌悪と無感情の領域が大きく重なってはいるものの、一般的な基本感情の順序に近い配置がなされていることが分かる。連結数 N が 4 以上の場合、図 8(d),(e),(f),(g) のようになり、恐れ領域付近を中心として放射状に各領域が配置されるような形となり、どれもほぼ同じような順序で各感情が配置されている傾向を見ることができる。これらの結果から、4 人以上の顔画像を学習した場合については、構築される基本感情に大きな違いがないといえよう。したがって、一般的と考えられる適切な感情空間を構築するためには、4 人以上の被験者が必要となる。

3. 情緒生起手法

本章では、文から情緒を抽出するための手法について説明する。

表 2: 分類

Type I	主体 (S) がそれ自身に影響を及ぼすような事象 (V) をする
Type II & III	主体 (S) の事象 (V) に関する状態が, 出発点 (OF) から目標 (OT) に変化した
Type IV	主体 (S) とその相互作用の相手 (OM) が事象 (V) という関係である (になる)
Type V	主体 (S) と投げ所 (OS) が同時に事象 (V) をする
Type VI	主体 (S) によって客体 (O) に事象 (V) がなされる
Type VII & VIII	客体 (O) の事象 (V) に関する状態が, 主体 (S) によって出発点 (OF) から目標 (OT) に変化した
Type X	主体 (S) が道具 (I) を用いて客体 (O) に事象 (V) をする
Type XI	客体 (O) は属性 (OC) を持っている

3.1 情緒生起のプロセス

本研究では, メール本文に含まれる, ある事象に対して急激に引き起こされる一時的な感情を情緒, さまざまな情緒によって変化する持続的な感情を気分として, 感情を情緒と気分の2つに大別している. 相手発話の内容を自分の価値感に基づいて判断し, その結果生じた快/不快を情緒とする. また, 過去に生起した情緒の影響を累積したものを気分としている.

本研究では, メールに書かれている文章から情緒を生起するために, メールに含まれる語の好感度と, 事象の格フレーム表現の意味構造に注目している. 岡田らが定義した全 12 種類の事象のタイプに対して, 目良らは 8 種類の情緒生起式を定義した [23]. 情緒生起式に, 予め設定している語の好感度を代入することで, メールに書かれた内容に含まれると考えられる情緒を求める. 情緒生起は, 快/不快の生起判別と, 強度計算の 2 段階に分けられる. まず, 事象がメール送信者にとって快なものか, 不快なものかを判別する. 判別には事象中の各要素に対して好感度データが使用される. この好感度データは, その事象に対する好き/嫌いの度合を示しているもので, 予め用意されている. これらの語の好感度を 12 種類の事象タイプに応じた情緒生起式に代入することで, 快/不快の生起を判別する. 情緒生起式によって生起した快/不快は, Elliott の感情誘発条件理論 [24] に基づき, 20 種類の情緒に分類される. 情緒の強度は, 情緒生起式によって快/不快を判別した後, 情緒生起において, 生起された情緒の距離を計算することにより求められる.

3.2 好感度

好感度とは, ある対象について好き/嫌いの度合いを区間 $[-1.0, 1.0]$ の実数値で表現したもので, 好きな事物に対し正, 嫌いな事物に対し負, 何とも思っていないならば 0 を与える. また, 好感度には, あらかじめ与えられるものと, 相手との対話内容や発話時の表出した感情から推測することで, 状況に応じた好感度を学習により更新することができるものがある. 好感度の値の更新は, 相手自身による好き/嫌いの表明の検出, 好感度変化条件の使用, 不快な事象内に表れるものの好感度を下げる, 情緒生起式と現在の感情から逆算する, といった 4 つの手法により履行される [25].

表 3: 事象タイプと情緒生起式

タイプ	情緒生起式
$V(S)$	$f_S * f_P$
$V(S, OF)$	$f_S * (f_{OT} - f_{OF}) * f_P$
$V(S, OT)$	$f_S * (f_{OT} - f_{OF}) * f_P$
$V(S, OM)$	$f_S * f_{OM} * f_P$
$V(S, OS)$	$(f_S - f_{OS}) * f_P$
$V(S, O)$	$f_S * (f_O * f_P)$
	$f_O * f_P$
$V(S, O, OF)$	$f_O * (f_{OT} - f_{OF}) * f_P$
$V(S, O, OT)$	$f_O * (f_{OT} - f_{OF}) * f_P$
$V(S, O, OM)$	定義なし
$V(S, O, I)$	$f_O * f_P$
$V(S, O, OC)$	$f_O * f_{OC}$
その他	定義なし

3.3 情緒生起手法

情緒生起式は, 事象概念の格フレームのタイプごとに作成されている. ここで, 事象概念には, 格要素の結びつきによって表される単純事象概念と, 単純事象概念の結びつきによって表される連結合成概念がある. この単純事象概念を表現するために, 必要となる格要素の種類として, 岡田は, 次のように与えている [26].

- S: 主体
- O: 客体
- OF: 出発点または源
- OT: 目標
- OM: 相互作用の相手
- OS: 投げ所
- OC: 属性の補足
- P: 事象そのもの (Predicate)

ここで, 事象を認識する上で最小限必要不可欠な格要素のことを必須要素と呼ぶ. 必須要素は先ほどの格要素のうち, S, O, OF, OT, OM, OS, OC および I の 8 種類である.

表現するために必要となる, 格要素の組み合わせのタイプに分類する (表 1). このタイプは, 岡田が, 国立国語研究所で編纂された”分類語彙表 [27]” に収録されている, 約 4700 の概念を 12 種類の単純事象概念と連結合成概念に分類したものである. 表 2 で, タイプ I~V は自動詞に相当し, タイプ VI~XI は他動詞に相当する. タイプ XII は, タイプ I~XI でとらえられないような特殊な事象として考えられている. 本研究では, この分

表4: Elliottの感情型

群	規定	名称と感情型
幸福	ある状況を、ある事象として評価	喜び: ある事象について喜ぶ 苦しみ: ある事象について不快である
他者の運命	ある状況を、他者に影響を与える事象として価値を推定	嬉しい: 他者にとって望ましい事象について喜ぶ ほくそえむ: 他者にとって望ましくない事象について喜ぶ 憤慨: 他者にとって望ましい事象について不快である 気の毒な: 他者にとって望ましくない事象について不快である
将来的	ある状況を、ある将来的事象として評価	望み: 将来の望ましい事象について喜ぶ 恐れ: 将来の望ましくない事象について不快である
確認	ある状況を、期待を確認するもの、またはしないものとして評価	満足: 確認された望ましい事象について喜ぶ 安堵: 確認されなかった望ましくない事象について喜ぶ 恐れていた通り: 確認された望ましくない事象について不快である 失望: 確認されなかった望ましい事象について不快である
帰属	ある状況を、ある行為者が責任を持つ行為として評価	誇り: 自分自身の行為を受諾 賞賛: 他者の行為を承諾 羞恥: 自分自身の行為を非難 叱責: 他者の行為を非難
魅力	ある状況を、魅力的あるいは非魅力的な対象を含むものとして評価	好き: ある対象が関心をひくものと感じる 嫌い: ある対象が関心をひかないものと感じる
幸福/帰属	複合感情	感謝: 賞賛 + 喜び 怒り: 叱咤 + 苦しみ 自己満足: 誇り + 喜び 自責の念: 羞恥 + 苦しみ
魅力/帰属	複合感情の拡張	愛: 賞賛 + 好き 憎しみ: 叱責 + 嫌い

類に基づき、同じ格フレームタイプの事象概念は、人間が意味を捉える上でも、同じ意味構造をもつと考えている。これらの意味構造的に同じ形式の事象、つまり同じ格フレームタイプごとに、情緒生起式を与えている。

情緒生起式の作成において、快を生起する条件を次のように与えた。すなわち、

- (1) 好き/嫌いなものが利益/不利益となる行動をする
- (2) 好き/嫌いなものの状況が好転/悪化する
- (3) 好き/嫌いなものが良い/悪い評価を受ける
- (4) 好き/嫌いなものが好き/嫌いな属性をもつ

この条件のもとに、情緒生起式は、表3のように、格フレームのタイプ別に定義されている。表3で用いられている記号は、次の通りである。

- f_S : 主体の好感度
- f_O : 客体の好感度
- f_{OF} : 出発点または源の好感度
- f_{OT} : 目標の好感度
- f_{OM} : 相互作用の相手の好感度
- f_{OS} : 投げ所の好感度
- f_{OC} : 属性の補足の好感度
- f_P : 事象そのもの (Predicate) の好感度

3.4 情緒タイプの分類

情緒生起式によって求められた事象の情緒値に基づいて、各情緒タイプの快/不快の強度が求められる。本論文では、Elliottの提唱している24種類の情緒のうち、次の20種類を対象とする。

さらに、複合情緒として、「幸福/帰属」から「感謝」、

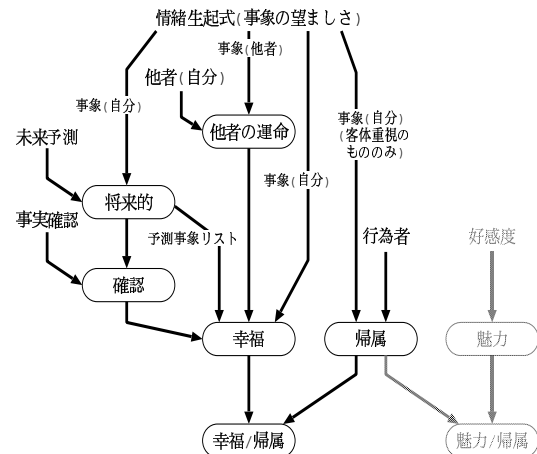


図9: 感情生起の依存関係

「怒り」、「自己満足」、「自責の念」、「魅力/帰属」から「愛」と「憎しみ」が生起する。このうち「好き」と「嫌い」は、現在の情緒生起式では生起できないので、今回は考慮していない。「愛」と「憎しみ」もこの「好き」「嫌い」を用いるため、同様な理由で考慮していない。図9は各情緒タイプの依存関係を示している。

3.5 情緒強度計算手法

語の好感度の積から、快/不快/どちらでもないを判別していたが、好感度が[-1.0, 1.0]の実数値をとるため、情緒生起式から得られる情緒値も[-1.0, 1.0]の実数値となる。この値は、情緒生起式の各項に用いられる格要素の好感度の強度に比例する。したがって、事象に含まれる語に対して、より強い「好き/嫌い」のイメージをもっているほど、その事象はより強い快/不快を喚

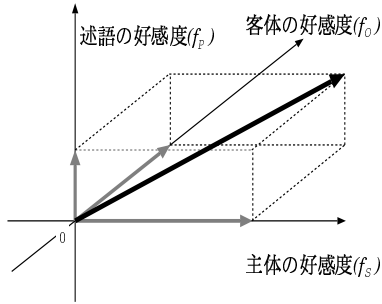


図 10: 事象タイプ的情绪強度 (タイプ VI の場合)

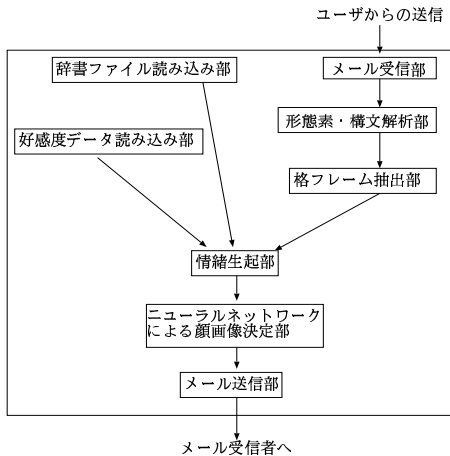


図 11: システムの構成

起する, という人間の感覚に一致している. これより, この情緒式から生起情緒の強さを求める. しかし, 情緒生起式では, 好感度の絶対値が 1 以下であるので, 積を取ると値が小さくなってしまふ. そこで, 図 10 のように, 情緒生起式の各項の直交ベクトルと考え, それらが成す直方体の対角線ベクトルの大きさを, 生起された情緒の強度とする. 2 項以下しかない情緒生起式が適用される場合には, 3 番目の項目に一般的な値として 0.5 を与えている.

3.6 情緒生起式による計算例

このように情緒生起手法は, 文面中に含まれている情緒を, 語に与えられた好感度から情緒生起式により求めることが可能である. 具体的な例として, 高齢者健康診断システムに応用した対話例 [28] を以下に示す. 事象: "ものすごく足が腫れる"

事象自体 (P) = "腫れる" : -0.3
 主体 (S) = "自分の足" : +1.0 × 0.5
 事象タイプ: "腫れる" → V(S)

$$\begin{aligned} \text{情緒生起式} &= f_S(\text{自分の足}) \times f_P(\text{腫れる}) \\ &= (+0.5) \times (-0.3) \\ &= -0.15 \rightarrow \text{負値 (不快)} \\ \text{情緒値} &= (f_S, f_P, 0.5) \times \text{情緒生起式出力} \\ &= (0.5, 0.3, 0.5) \times (-1) \\ &= -0.77 \end{aligned}$$

この 4 月から君の子どもも中学入学と聞き, 月日が経つのが早いのに驚いています. まだまだ小学生だとばかり思っていたら, もうそんなに大きくなったのですね, ご本人もずいぶんと喜んでいるでしょう. 君の嬉しそうな顔も目に見えるようです. これからも公私共々どうぞよろしくお願ひ申し上げます.

図 12: メール文章の例

事象: "私は家族の生活に役立っている"
 事象自体 (P) = "役立っている" : -0.3
 目標 (OT) = "家族の生活" : +1.0 × 0.5
 主体 (S) = "自分" : +1.0 × 0.5
 事象タイプ: "役立つ" → V_S

$$\begin{aligned} \text{情緒生起式} &= f_S(f_{OT} - f_{OF}) \times f_P \\ &= 1.0 \times (0.3 - 0.0) \times 0.5 \\ &= +0.15 \rightarrow \text{正值 (快)} \\ \text{情緒値} &= (f_S, f_{OT} - f_{OF}, f_P) \times \text{情緒生起式出力} \\ &= (1.0, 0.3, 0.5) \times (+1) \\ &= +1.16 \end{aligned}$$

4. 文章の感情表現への応用

本研究で提案した並列砂時計型ニューラルネットワークと情緒生起手法による, メールソフトを開発した. このメールソフトは, 文章中に含まれるであろう感情を分析・表現可能である. 本システムの構成は, 図 11 で示してあるように, メールは, クライアントで動作するインタフェースで入力され, ネットワークを経由してサーバに送られる. サーバでは, 形態素・構文解析部, 格フレーム抽出部, 情緒生起部, 顔画像決定部, メール送信部に分けられる. クライアントでは, 通常のメール機能の他に, メールヘッダーに付加された解析結果より, 顔画像を表示する機能をもつ.

4.1 サーバでの動作

(1) 形態素・構文解析部

形態素・構文解析部は, 送信されてきた文章に対して形態素・構文解析を行う. 本研究では, 文単位で処理を行う. 形態素解析には JUMAN, 構文解析には KNP を用いた. 形態素解析として有名なものに, ChaSen(茶筌)があるが, 本研究では構文解析に KNP を利用するため, 形態素解析に JUMAN を使用した. JUMAN, KNP とともに, 京都大学長尾研究室を中心に開発されたもので, 本研究では, JUMAN Ver.3.6.1 および KNP Ver.2.0b6 を使用した. これらのソフトウェアの詳細は, 情報処理学会で特集記事が組まれているので, そちらを参照いただきたい [29].

図 12 は, メール例を示し, 図 13 は, これを JUMAN により形態素解析を行った結果を示し, 図 14 は, 形態素解析の結果から, KNP により構文解析の結果を

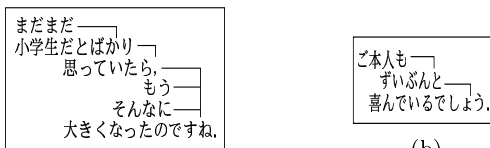
まだまだまだまだ副詞 8*0*0*0
 小学生しょうがくせい小学生名詞 6 普通名詞 1*0*0
 だだ判定詞 4*0 判定詞 25 基本形 2
 とと助詞 9 格助詞 1*0*0
 ばかりばかりばかり助詞 9 副助詞 2*0*0
 思っ おもっ 思う 動詞 2*0 子音動詞ワ行 12 タ系連用テ形 11
 いたら いたら いる 接尾辞 14 動詞性接尾辞 7 母音動詞 1 タ系条件形 10
 . . . 特殊 1 読点 2*0*0
 もう もう もう 副詞 8*0*0*0
 @ もう もう もう 感動詞 12*0*0*0
 そんなに そんなに そんなに 指示詞 7 副詞形態指示詞 3*0*0
 大きく おおきく 大きい 形容詞 3*0 イ形容詞 4 段特殊 20 基本連用形 6
 @ 大きく おおきく 大きい 形容詞 3*0 イ形容詞 4 段特殊 20 基本連用形 6
 なった なった なる 接尾辞 14 動詞性接尾辞 7 子音動詞ラ行 10 タ形 8
 なんです のです のだ 助動詞 5*0 ナ形容詞 21 デス列基本形 26
 ねね ね 助詞 9 終助詞 4*0*0
 . . . 特殊 1 句点 1*0*0
 EOS

(a)

ごご 接頭辞 13 名詞接頭辞 1*0*0
 本人 ほんにん 本人名詞 6 普通名詞 1*0*0
 ももも 助詞 9 副助詞 2*0*0
 ずいぶん ずいぶん ずいぶん 形容詞 3*0 ナ形容詞 21 語幹 1
 ととと 助詞 9 格助詞 1*0*0
 喜んで よこんで 喜ぶ 動詞 2*0 子音動詞バ行 8 タ系連用テ形 11
 いる いる いる 接尾辞 14 動詞性接尾辞 7 母音動詞 1 基本形 2
 でしょう でしょう だろう 助動詞 5*0 助動詞 だろう型 28 デス列基本推量形 5
 . . . 特殊 1 句点 1*0*0
 EOS

(b)

図 13: JUMAN による形態素解析結果 (一部)



(b)

図 14: KNP による構文解析結果 (一部)

示している。

(2) 格フレーム抽出部

格フレーム抽出部は、構文解析結果を格フレーム表現に変換する。KNP の出力では、述部とそれに係る格要素が得られる。しかし、これらは助詞に基づいた「ガ格」、「二格」のような表層的なものである。そこで情緒生起式に適用するため深層格フレームの要素に置き換える。

ただし、二格については、「振り所」と「目標」どちらの場合もあり得るので、述語の事象タイプで判別する。事象タイプが V の場合は「振り所」、それ以外は「目標」の深層格とする。

(3) 情緒生起部

図 15 は KNP による構文解析結果から、情緒生起式により生起された情緒を示している。KNP による構文解析がうまくいかなかったものに関しては、構文を修正した後、情緒生起が行われる。解析する文章により、情緒生起が行われないものもあるが、これは文中に好感度をもつ語が含まれていないか、表 3 で定義した事象タイプが含まれていないかのどちらかの場合である。本研究では、情緒が生起されなかった場合、文章全体に含まれている感情に寄与しないものとして考えている。

(4) 顔画像決定部

S-ID:2a
 (思う ((属性の補足 小学生)(主体 自分)(客体 君の子供)))
 # S-ID:2b
 (大きい ((程度 そんなに)(主体 君の子供)))
 情緒生起
 喜び, 嬉しい, 賞賛, 感謝

(a)

S-ID:3
 A = (ずいぶん ((主体 ご本人)))
 (喜ぶ ((主体 君の子供)(属性の補足 A)))
 構文修正
 (喜ぶ ((主体 ご本人)(程度 ずいぶん)))
 情緒生起
 喜び, 嬉しい, 賞賛, 感謝

(b)

図 15: 情緒生起の例 (一部)

情緒生起部で決定された情緒は 20 種類であり、並列砂時計型ニューラルネットワークで分類した顔画像の表情は 6 種類であるため、20 種類の情緒を 6 種類に変換する必要がある。本研究では、喜び、悲しみ、恐れ、怒り、嫌悪、驚きの語の意味を考えることで、情緒を次のように分類した。

- 喜びは情緒生起式の出力が「快」となるものすべてを対象とする。
- 悲しみは「不快なもの (unpleasant things)」に対する情緒であることから、「快」同様、情緒生起式の出力が不快となるものをすべてを対象とする。
- 怒りは既に生起情緒に存在するため、そのまま表情とする。
- 嫌悪はももとの感情誘発条件理論には「嫌い」という形で存在しているが、現在の情緒生起式ではその生起手法をまだ考えていない。そこで情緒生起式で用いられている語の好感度を検出し、文中に不快に思う語が存在する割合に応じて嫌悪の度合を上げることとする。これは「嫌いなもののことを考えるのも嫌だ」という感覚に基づいている。
- 恐れは「なんらかの邪魔をされたり当惑している状況 (disturbing or puzzling situation)」での心理状態とある。そこで本研究では多少意味は異なるが、望ましくない事象に対して生起する「嬉しい」、「気の毒な」、「恐れ」、「安堵」、「失望」を困惑の情緒とする。
- 驚きは「予想外の出来事に遭遇する (assailing unexpectedly)」なものに対する反応であることから、将来的な事象が確認されなかったときに生起する「安堵」と「失望」が驚きを生起する要因となる。

これらの 6 種類の感情を表す語に対し、情緒生起式により得られた、各情緒の強さを与えることで、6 種類の感情に対する強さが得られる。本論文では、メール全体で表現されている感情を総合的に判断するため、6 種類の

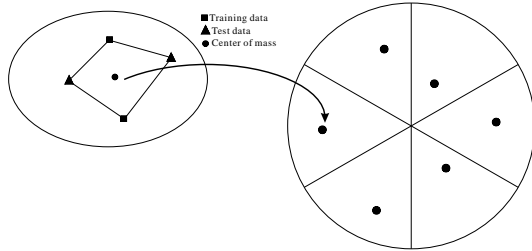


図 16: 感情空間での各感情に対する入力点

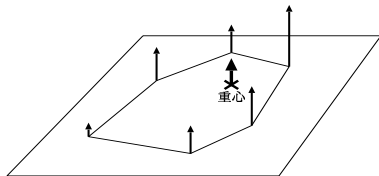


図 17: 6種類の感情の中心

感情を1つにまとめる必要がある。このため、図15で生起された情緒を6種類の感情に分類し、各感情の中で一番強い情緒の強さを、その感情の強度とした。

さらに、求められた6種類の感情とその強度を、並列砂時計型ニューラルネットワークで構築された感情空間へ入力し、出力として顔画像を得る。ここで問題となるのは、顔画像の決定が感情空間での入力位置に依存していることである。本論文では、各感情に対して、学習に2種類の顔画像、検証のために2種類の顔画像を用いているので、各感情の入力点は、図16のように、4点で結ばれた四角形の重心とした。図17のように、6点を3次元空間に配置し、これらの重心を求め、平面状に射影した点を6種類の感情の中心とした。この点を感情空間への入力点とした。

画像の復元は、コサイン変換により求められた低周波成分に対して、高周波成分を加えることで行われるが、感情空間への入力点が、図8で表されているような感情の分布に含まれない点が入力されたとき、復元画像はぼやけてしまう部分が生じることがある。このような場合、複合的な感情を合成しているため、どの感情にも含まれない顔画像が選択されていると考え、Neutralの顔画像を表示させている。

(5) メール送信部

サーバからのメール送信は、サーバが受信したメールの内容に、解析結果を付加して、あて先のメールアドレスに向けて行われる。並列砂時計型ニューラルネットワークにおいて学習するために、予め顔画像が登録されている場合、解析結果からニューラルネットワークにより出力した顔画像をメールに添付する。登録されていない場合には、図18のような初期値の絵を表示する。絵は、後で述べるクライアント側で動作するメールソフトに含まれている。これらの顔画像のタイプの名前は、データベースに登録されており、ユーザがメールを送信



(a) 顔画像タイプ Mika の驚き (b) 顔画像タイプ Takeshi の喜び

図 18: メールソフトのデフォルト顔画像

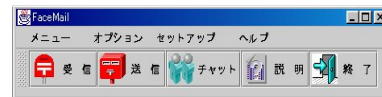


図 19: FaceMail の設定画面

する際、顔画像のタイプを指定することが可能である。

ところで、メールは、経路情報やメールソフトの情報が含まれているヘッダ部分と、入力した文章などが含まれるボディ部分から構成されている。本システムでは、顔画像のタイプと解析結果をメールのヘッダ部分に付加している。このため、解析された結果から顔画像を表示するためには、次節で述べる専用のメールソフトが必要となる。

4.2 クライアントでの動作

開発したシステムを利用するには、顔画像の表示機能をもった専用のメールソフトが必要となる。開発したシステムは、FaceMailと呼ばれ、Java Swing を用いて開発されている。Java¹はどのプラットフォームでも動作可能な、オブジェクト指向言語であり、JavaSoft(Sun Microsystems)から提供されている[30]。このため、FaceMailを動作するためには、Javaを実行する動作環境が必要である。

FaceMailを起動すると、図19のようなメニュー画面が表示される。システムを最初に利用する時は、FaceMailサーバにユーザ登録が必要である。これは、本システムが、送信者のメールアドレスをもとに、顔のタイプを判別し、該当する顔画像ファイルを検索するからである。これらの情報は、データベースソフトであるPostgreSQLを用いて管理している。なお、このサーバ上で動作するソフトは、通常のUNIX上で動作するものであるため、インストールすることが可能である。

サーバへの登録が終わると、クライアント側での設定が必要となる。FaceMailは、TCP/IPプロトコルのsmtpとpopを利用しているため、通常のメールソフトと同様に、それぞれサーバのFQDN(Fully Qualified Domain Name)を指定する。ユーザ名、パスワード、受信したメールの保存場所などを入力する。これ以外に、

1: Java およびその他の Java を含む商標は、米国 Sun Microsystems 社の登録商標である。

表 5: 電子メール表示の各条件に対する平均評定値と標準偏差

	文章のみ表示	フェイスマーク表示	FaceMail による表示	一元配置分散分析
1. 文章を読むのが楽しい	2.57(0.83)	3.57(1.01)	3.51(0.93)	$p < 0.01$
2. 文意がよく伝わる	2.86(0.98)	3.81(0.94)	3.49(0.96)	$p < 0.01$
3. システムの出力に親しみを感ずる	1.81(1.00)	3.22(1.25)	3.95(1.18)	$p < 0.01$



図 20: FaceMail のアドレス帳

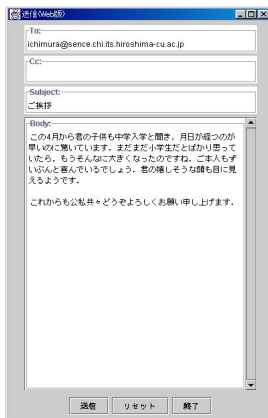


図 21 FaceMail のメール送信画面

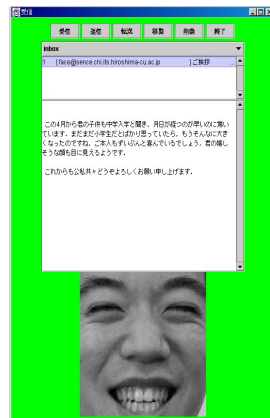


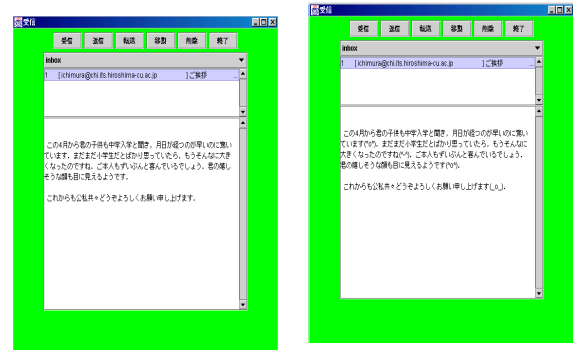
図 22 FaceMail のメール表示画面

サーバに登録した顔画像のタイプを入力する。サーバ側で使用するメールアドレスと、その顔画像のタイプを登録してあるので、検索することにより顔画像タイプを決定している。しかしながら、メールの送信者を特定する From 行は、メールソフトにおいて変更が可能であるため、サーバに登録してあっても、一致しない場合がある。これを回避するため、予め顔画像のタイプも指定してある。

また、メールソフトには、アドレス帳と呼ばれる、メールアドレスと送信者の名前を変換させるためのツールがある。図 20 は、本システムでのアドレス帳である。図には表示されていないが、顔画像タイプの項目がある。このアドレス帳のデータは、直接登録サーバからデータを受信することが可能で、アドレス帳の更新が容易である。

図 21 は、本システムのメール送信画面である。通常のメールソフトから送信されたメールは解析できないため、メールを解析するためサーバに送る必要がある。

受信したメールには、ヘッダ部分に顔画像タイプと感情の度合いを示す値が書かれてある。これらのデータをもとに、メール受信部分では、該当する顔画像を表示する。顔画像は、メールには添付されず、サーバから直接ダウンロードする。1度ダウンロードされた画像は、クライアント側に蓄積される。図 22 は、図 12 で示した例文を解析した結果である。



(a) 文章のみを表示する条件 (b) 文中にフェイスマークを挿入する条件

図 23 被験者調査に用いた表示条件

4.3 顔画像表示の心理的効果

最後に、作成した FaceMail による顔画像表示の心理的効果や問題点を検討するために、以下のような実験を行った。すなわち、メール内容の表示条件を、(A) 文章のみを表示する条件、(B) 文中にフェイスマークを挿入する条件、(C) FaceMail により顔画像を表示する条件の3つを用いて、実際にメールを読んでもらい、その後、「1. 文章を読むのが楽しい」、「2. 文意がよく伝わる」、「3. システムの出力に親しみを感ずる」の3項目に対して、「全くそう思わない」を1、「どちらとも言えない」を3、「非常にそう思う」を5とする5件法による評定を被験者に求めた。被験者は、公立大学学生計37名(男性34名、女性3名)であった。なお、用いた表示は図22、図23(a)(b)のようであり、それぞれ条件(A)(B)(C)に対応する。

表5に、各項目に対する評定の平均値と標準偏差を示す。一元配置分散分析の結果、すべての項目において1%水準で有意差が認められた。

「1. 文章を読むのが楽しい」では、Tukey法による下位検定の結果、(A) 文章のみ表示に比べて、(B) フェイスマーク表示と (C) FaceMail による顔画像表示の平均評定値が有意に高かったが、(B) フェイスマーク表示と (C) FaceMail による顔画像表示間には有意差は認められなかった。すなわち、本研究で構築した FaceMail による顔画像表示は、従来より電子メールで用いられてきたフェイスマークと同様に文章を読む楽しさを増大させる効果があることが示された。

「2. 文意がよく伝わる」については、(B) フェイスマーク表示の平均評定値が1%水準で (A) 文章のみ表示よりも高く、(C) FaceMail による顔画像表示の平均評定値は5%水準で (A) 文章のみ表示よりも高かった。す

なわち、(B)、(C) いずれの表示においても効果は認められたが、フェイスマークの効果は顕著に高いと言える。このフェイスマークの効果は、文章中の特定の感情を表している文の直後にフェイスマークが付加されることによって、文意が強調されるためだと思われる。本システムは、電子メールの文章全体に対して一つの表情が付加されるために、文章の経緯に沿ってさまざまな感情が表現されている場合には、表示される表情は Neutral な表情に近くなってしまう、という問題がある。したがって、電子メールが短いメッセージである場合には、本システムは極めて効果的であるが、長い文章に対しては、文章に表現されている感情で区切って個別に顔画像を表示する、特定の感情が表現されている文の直後に表示する等の工夫が必要であろう。これらの問題に関しては、今後、システムの改良を行う上で考慮していく予定である。

「3. システムの出力に親しみを感ずる」に関しては、いずれの表示条件間にも有意差が認められ、(C) Face-Mail による顔画像表示の平均評定値が最も高く、次いで (B) フェイスマークによる表示、(A) 文章のみ表示の順であった。すなわち、システムの出力に親しみを感ずらせる効果に関しては、フェイスマークよりも有意に高かった。これは、コンピュータとのインタラクションに人間同士の対面的コミュニケーションにおけるのと同様の「楽しさ」をもたらすという本研究の目的に対して、本システムが有効であることを示唆している。

5. おわりに

本研究は、コンピュータとのインタラクションにおいて、人間同士の対面的コミュニケーションと同様に、システムを利用する際、人間が苦痛を感じることなく、楽しんでコンピュータを利用するためのシステム開発の一部として、感情を表す顔画像を呈示するメールソフトを開発した。

現在の問題点は、並列砂時計型ニューラルネットワークにおいて、1人につき1個のニューラルネットワークを付加しなければ、各人の感情に対する分類ができない。人数より少ない数のネットワークでは、顔の特徴により分類されてしまうからである。

本システムでは、文章全体に対して1つの表情が決定されるため、長い文章のメールに対して、表示される表情が Neutral になってしまう点があり、これを感情ごとに表情を付加する工夫が必要であろう。被験者調査では、ほとんどの人が面白いとコメントを得られたものの、実際の送信者の感情と一致しているか確認しにくいという回答を得た。感情の分析は、情緒生起手法に因るものであるが、情緒生起手法では好感度データによって生起される情緒の値が変化する。このため、正確な感情の分析には、適切な好感度を得ることが必要である。本システム

では、予め用意した好感度データベースを利用しているが、好感度データベースにない語がメールにあったときは、その語に対する好感度は未知となり、情緒の計算結果に誤差を生じることがある。この場合、感情を表す顔画像にずれが生じることになる。このような問題の解決には好感度データベースを充実することがまず必要であるが、メール送信時に含まれている単語をチェックし、単語がない場合は、送信者に尋ねるなどの方法で、好感度を得ることも考えられる。今後は、さらに好感度データの適切な値を得るために、手紙の文例などをもとに、メールの送信の状態に応じた被験者調査を行い、その解析結果から好感度データベースを構築する必要がある。また、好感度は個人による差異だけでなく、個人の環境など状態により変化が見られる。そこで、遺伝的プログラムなどを用いて学習し、自動更新を行うアルゴリズムの開発が必要である。さらに、感情には個人差があることを考慮し、知識獲得の手法を応用することでパーソナライゼーションを実現する予定である。

謝 辞

本研究は、広島市立大学の有志で行われている勉強会 SENCE で始められたものである。参加くださった皆様に感謝を申し上げます。また、聖マリアンナ医科大学教授吉田勝美先生には、貴重な意見を頂戴することができ、厚く御礼申し上げます。またニューラルネットワークの画像処理について、議論してくださった、広島市立大学知能システム講座の教授磯道義典先生、助教授高濱徹行先生に感謝いたします。

参考文献

- [1] 山本 吉伸, 松井 孝雄, 開 一夫, 梅田 聡, 安西 祐一郎, " 計算システムとのインタラクション—楽しさを促進する要因に関する考察", 認知科学, Vol.1, No.1, pp.107-120(1994)
- [2] Knapp, M.L., "Nonverbal communication in human interaction", Holt, Rinehart & Winston(1972)
- [3] 原島 博, "顔, 表情, そして感情—映像ロボット技術からのアプローチ", 日本機会学会誌, Vol.95, No.883, pp.532-540(1996)
- [4] 岩田 満, 鬼沢 武久, "顔の表情表現と結びつけた経路決定システム", 日本ファジィ学会誌, Vol.8, No.3, pp.532-540(1996)
- [5] 西野 順二, "顔とファジィ", 日本ファジィ学会誌, Vol.11, NO.3, pp.396-402(1999)
- [6] 鬼沢 武久, 伊達 大輔, "擬人化ゲームプレイ支援システム", 人間工学会, Vol.35, No.3, pp.157-167(1999)
- [7] T.Yamashita, "Fuzzy reasoning model of facial selection and its applications", Proc. of the 5th Intl. Conf. on Soft Computing and Information/Intelligent Systems, pp.201-204(1998)
- [8] 山下 利之, 小関 仁志, "ファジィ推論の表情選択への適用", 日本教育工学会誌, Vol.22, No.3, pp.193-199(1998)
- [9] 山下 利之, 高橋 雅博, 酒井 秀昭, 武田 利浩, 市村 匠, "ファジィ推論による表情選択モデルのヒューマンイ

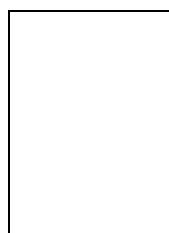
- インタフェースへの応用”, 日本ファジィ学会誌, Vol.12, No.2, pp.313-320(2000)
- [10] T.Ichimura, K.Mera, H.Ishida, S.Oeda, A.Sugihara and T.Yamashita, "An Emotional Interface with Facial Expression by Sand Glass Type Neural Network and Emotion Generating Calculations Method", submitted to Proc. of ISHF2001
- [11] 石田 与志, 市村 匠, 寺内 睦博, 高濱 徹行, 磯道 義典, "砂時計型ニューラルネットワークを用いた表情画像の分類", ファジィ学会 第10回インテリジェント・システム・シンポジウム講演論文集, pp.201-204(2000)
- [12] 目良 和也, 市村 匠, 相沢 輝昭, "語の好感度に基づく自然言語発話からの情緒生起手法", 信学技報, Vol.98, No.338, pp.1-8(1998)
- [13] K.Yoshida, T.Ichimura, H.Sugimori, T.Izuno, and H.Inada, "Analytical System of Health Service needs among Healthy Elderly by using Internet", Proc. of Gerontechnology Third Intl. Conf. (1999)
- [14] 目良 和也, 市村 匠, 山下 利之, "ファジィ推論に基づく肯定/否定発話意図の解析及び WWW を用いた高齢者健診システムへの応用", 電子情報通信学会福祉情報工学研究会(WIT00-19), pp.43-48(2000)
- [15] M. Rosenblum, Y. Yacoob, L. Davis, "Human emotion recognition from motion using a radial basis function network architecture", Proc. of the Workshop on Motion of Non-Rigid and Articulated Objects, pp.43-49(1994)
- [16] S.Morishima, "Modeling of facial expression and emotion for human communication system", Displays, Vol.17, pp.15-25(1996)
- [17] 上木 伸夫, 森島 繁生, 山田 寛, 原島 博, "多層ニューラルネットによって構成された感情空間に基づく表情の分析・合成システムの構築", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J77-D-II, No.3, pp.573-582(1994)
- [18] 入江 文平, 川人 光男, "多層パーセプトロンによる内部表現の獲得", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J73-D-II, No.8, pp.1173-1178(1990)
- [19] 福村 直博, 宇野 洋二, 鈴木 良次, "把持対象認識モデルによる異種感覚情報間の多対多の関係の学習", 日本神経回路学会誌, Vol.5, No.2, pp.65-71(1998)
- [20] 肖業貴, N.P. チャンドラシリ, 田所 嘉昭, 尾田 正臣, "2-D DCT とニューラルネットワークを用いた顔画像の表情認識", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J81-A, No.7, pp.1077-1086(1998)
- [21] P.Ekman and W.V.Friesen(工藤 力 訳編), "表情分析入門", 誠信書房 (1987)
- [22] H.Schlosberg, "The description of facial expressions in terms of two dimensions", Journal of Experimental Psychology, Vol.44, No.4, pp.229-237(1952)
- [23] T.Ichimura, K.Mera, and T.Yamashita, "Construction of a dialog system with emotions for elderly persons by neural networks", Proc. of IEEE Intl. Conf. on SMC(SMC2000), pp.3594-3599(2000)
- [24] C. D. Elliott, "The Affective Reasoner: A process model of emotions in a multi-agent system", A Doctor Dissertation, Northwestern Univ.(1992)
- [25] K. Mera, S. Kawamoto, K. Ono, T.Ichimura, T. Yamashita and T. Aizawa, "A learning method of individual's taste information", Proc. of Fifth International Conference on Knowledge-Based Intelligent Engineering Systems & Allied Technologies(KES2001)(to appear in 2001)
- [26] 岡田 直之, "語の概念の表現と蓄積", 電子情報通信学会 (1991)
- [27] 国立国語研究所編, "分類語彙表", 秀英出版 (1972)

- [28] 市村 匠, 目良 和也, 山下 利之, "肯定/否定発話意図の解析に基づいた表情選択モデルの高齢者健診システムへの応用", 第10回インテリジェントシステムシンポジウム講演論文集, pp.275-278(2000)
- [29] "自然言語処理ソフトの特集", 情報処理学会誌, Vol.11, pp.1215-1220(2000)
- [30] Java(TM) 2 SDK, Standard Edition Version 1.3.0_02 ドキュメント, Sun Microsystems(2000)(<http://java.sun.com/j2se/1.3>)

(2001年4月27日受付, 8月11日再受付)

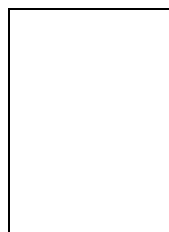
著者紹介

市村 匠 (正会員)



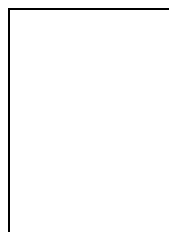
1997年桐蔭横浜大学大学院工学研究科博士後期課程修了。博士(工学)。同年広島市立大学情報科学部助手, 現在に至る。ニューラルネットワーク, 遺伝的アルゴリズム, ファジィ理論による学習アルゴリズムを開発, 医療診断システムに応用した研究で博士を取得。現在, ニューラルネットワークによる知識獲得, 意思決定, 感情(性)工学に関心をもつ。ヒューマンインタフェース学会, 日本ファジィ学会, 電子情報通信学会, 人工知能学会, 日本人間工学会, 日本教育工学会, 日本医療情報学会, バイオメディカルファジィシステム学会, IEEE, INNSなどの会員

石田 与志



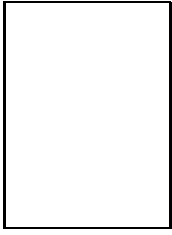
2001年広島市立大学大学院情報科学研究科修士課程修了。修士(情報科学)。現在, 東芝情報システム(株)に勤務。在学中は, 人間の感情と表情との間にある曖昧な情報を, ニューラルネットワークにより分析・表現する手法に関する研究を行う。情報処理学会会員。

目良 和也



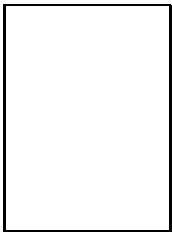
1996年九州工業大学大学院情報工学研究科博士前期課程修了。修士(情報工学)。同年 広島市立大学情報科学部助手, 現在に至る。自然言語処理, 情緒処理の研究に従事。電子情報通信学会, 情報処理学会, 言語処理学会, 日本ファジィ学会の会員

大枝 真一



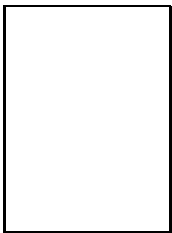
2001年広島市立大学大学院情報科学研究科修士課程修了。修士(情報科学)。現在、東京都立科学技術大学大学院工学研究科博士後期課程に在学。進化論に基づくニューラルネットワークの構造学習法について研究。さらに、マルチエージェントを用いた生体における免疫システムに関するアルゴリズムの開発研究に従事。情報処理学会、日本ファジィ学会、バイオメディカルファジィシステム学会学生会員。

杉原 亮宏



2000年広島市立大学情報科学部卒業。現在、同大学院情報科学研究科博士課程前期に在学中。主にファジィベトリネット推論によるCAIシステムの開発研究に従事。電気情報通信学会、日本教育工学会学生会員。

山下 利之



1978年東京教育大学(現筑波大学)教育学部卒業。1985年東京都立大学大学院博士課程修了。文学博士。東京都立大学人文学部助手、桐蔭横浜大学工学部講師、山形大学工学部助教授を経て、現在東京都立科学技術大学工学研究科助教授。主に、認知工学、人間工学、心理学などの研究に従事。日本ファジィ学会、日本人間工学会、日本心理学会、日本教育工学会などの会員。