

# 複雑系の数理とシミュレーション

## Mathematics and Simulation of the Complex System

1013152 齊藤健士郎 Kenshiro Saito

### 1 背景

本プロジェクトではニューラルネットワークを用いて、人の認知機能について学ぶ。ニューラルネットワークとは、人間の脳機能に見られる特性をシミュレーションによって表現する数学モデルである。本プロジェクトは、昨年と取り扱う内容がほとんど違うため、初めからニューラルネットワークのモデルの作成等を行った。また、プロジェクトメンバーが全員で6人のため特にグループ分けなどを行わず、全員で仕事を分担してプロジェクトを進めていった。

前期には、ニューラルネットワークについてメンバー全員で輪読・学習を行い、プロジェクトメンバー全員のニューラルネットワークに対する理解を深めた。後期にはニューラルネットワークと認知的課題を結びつけるために、人の表情の識別に注目しニューラルネットワークを用いて調べた。

### 2 課題の設定と到達目標

前期のグループで取り組む課題として、ニューラルネットワークに関する学習を文献 [1] を輪読して認知的な課題に応用できるような応用力を身に着けることを目標とした。前期の到達目標としては、ニューラルネットワークを用いた認知的課題を解くようなシミュレーションツールの作成をあげた。特に、学んだ内容をしっかり理解して、一からニューラルネットワークのシミュレーションツールを作ることに力をそそいだ。前期と後期の間の夏休みに、メンバー全員が文献 [2] と文献 [3] を読み、後期のニューラルネットワークと認知的課題をどう結ぶかを各々で考えた。また、それと同時に過去の研究

ではどのような形でニューラルネットワークが認知的研究で使われてきたかを調べた。

後期には、ニューラルネットワークと認知的課題を結びつけた表情の識別について調べることを目標にした。ここでの表情の識別とは、人間の基本的な6感情（驚き、恐怖、嫌悪、怒り、幸福、悲しみ）を示す表情に分類することである。本プロジェクトでは、“目は口ほどに物をいう”という、目は口で自分の感情を説明すると同じくらい相手に感情を伝えるという言葉に元を、表情の識別にも目の情報が重要であるかを検証することにした。また、前期と同じように目に見える形のシミュレーションツールを作ることも目標とした。また、前期はメンバー全員が輪読のみを行っていたが、後期からは理論班とプログラム班に分けて活動した。班の人数は理論班4人、プログラム班2人に分けた。

### 3 課題解決のプロセスとその結果

前期は、プロジェクトメンバー全員でニューラルネットワークについて学習するために、メンバー全員で文献 [1] を輪読した。輪読は週に一度、担当したメンバーが担当教員と他のメンバーの前でスライド等を使って解説、発表を行った。輪読は以下の項目に分けて行った。

- ニューラルネットワークの基礎
- 階層型ネットワーク
- パーセプトロンのネットワーク
- 相互結合ネットワーク
- ホップフィールドのネットワーク
- ボルツマンマシン

また、全員で学んだこれらの各メカニズムの動きを可視化させるためのツールをプロジェクトリーダーが作成し

た。ツールの作成は C++ で DirectX を使用し、ホップフィールドネットワークとボルツマンマシンの動きを主とした相互結合ネットワークの連想記憶を完成させた。ここでの連想記憶とは図 1 のようにノイズ入りの画像から記憶した画像を連想するモデルである。

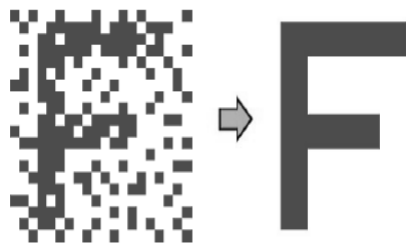


図 1 連想記憶

前期の最後に行われた中間発表では、前後半 3 人に分かれスライドを使った発表を行った。主な発表内容は輪読で学んだニューラルネットワークのメカニズムのできるだけ分かりやすく解説と、ホップフィールドネットワークとボルツマンマシンの連想記憶のプログラムのデモであった。前期が終わった後、夏休みの間には文献 [2] と文献 [3] をメンバー全員が、文献 [4] をメンバーの半分が読み、ニューラルネットワークと認知科学をどのように結びつけるかを各々で考えた。最終的に、表情の認識をニューラルネットワークの学習を利用して研究することに決まった。

後期の目標としてあげた、表情の識別に関して目の情報がどれほど大事かの検証とシミュレーションツールの開発を行うために、プログラム班 2 人と理論班 4 人にメンバーを分けた。また、ニューラルネットワークを利用した人の表情認識の先行研究である文献 [5] をメンバー全員で読み、どのような手法が使われたかなどを参考にした。それにより、バックプロパゲーションと呼ばれるニューラルネットワークを学習させるためのアルゴリズムを使用することで、精度の高い結果が得られることが分かった。またニューラルネットワークに学習させるために顔の特徴点の位置情報を使っていたので、それに準じ図 2 のような特徴点を使用することにした。

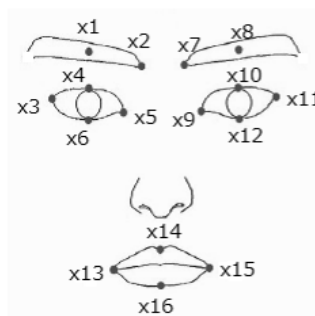


図 2 特徴点

顔の特徴点のデータを集めるために、本学の学生に協力してもらい表情を取らせてもらうこととした。最初はとった写真から手動で特徴点を打ち手動で計算していたが、これではあまりに非効率だった。そこでプログラム班は Processing を使用し特徴点の場所を指定すれば自動で計算、テキストファイルに出力するプログラムを作成した。このプログラムを利用してメンバー全員で、30 人分の表情のデータを得ることができた。また、データの収集と同時に理論班は文献 [6] を参考に目以外の部位が表情認識にどのような影響を与えるかを調べた。その結果、顔の上部の情報は怒りの表情に、顔の下部の情報は笑顔の表情の認識に大きな影響があることが分かった。

理論班が表情のデータを集めている間、プログラム班はバックプロパゲーションのプログラムを作成した。作成には C # を利用し、ニューラルネットワークの学習とデータの識別ができるプログラムを作成した。また、プロジェクトの後半の期末発表に向けて、Kinect を利用したりリアルタイムでの表情認識のデモ用プログラムの作成も行った。この作成には Kinect V1 デバイスと OpenCV を利用し、C++ で作成した。

このプログラムを作成した後に本プロジェクトの目的であった目の情報の重要性を確かめるための比較として、口の情報の重要性も確かめることにした。そのため、全特徴点を取得した場合・目の特徴点を省いた場合・口の特徴点を省いた場合の三通りをニューラルネットワークに入力し検証した。

実験の結果は以下の図3と表1のようになった。

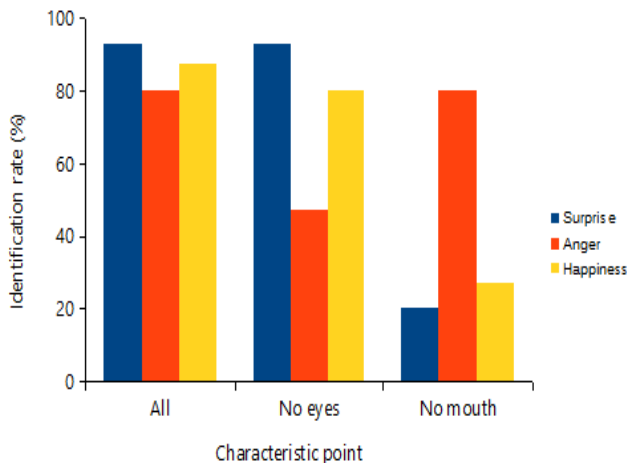


図3 各表情の識別率

表1 各表情の識別率

	Surprise	Anger	Happiness
All	93%	80%	87%
No eyes	93%	47%	80%
NO mouth	20%	80%	27%

特徴点を全て取ったデータを入力に与えた場合のそれぞれの表情の識別率は喜び87%、驚き93%、怒り80%となった。次に目の特徴点を省いて入力に与えた場合の識別率は喜び80%、驚き93%、怒り47%となり、口の特徴点を省いて入力に与えた場合の識別率は喜び27%、驚き20%、怒り80%となった。このことから目の情報は怒りの表情を識別する場合には口以上の重要性がある結果が得られたが、それ以上に口の持つ情報が、目の持つ情報よりも表情の識別には重要だということが分かった。

このように本プロジェクトの当初の目的である、ニューラルネットワークを用いて人の認知機能について学ぶという目標はおおよそ達成することができた。

## 4 今後の課題

今回の結果からは、表情の識別には目の情報が重要であるという事を示唆する結果は得られたが、ことわざ”目は口ほどにも物を言う”という通りにはならず、口以上の結果は得られなかった。また、識別の精度についても参考文献ほどに高くならなかった。また今回の実験では、基本6感情のうち喜び・怒り・驚きの3つのみが識別する表情だったが、すべての表情を識別した場合には今回とは違う結果が得られたかもしれない。今回は参考文献[1]が取っていた特徴点とは違った箇所、少ない個数でニューラルネットワークの学習と実験を行った。よって、参考文献[1]に準じて特徴点を取った場合は精度がより高くなっていくと感じる。また、学習に与えるデータの被験者の数を増やす他に、幅広い年齢と人種のデータを取ることで精度の改善はできると思われる。

今回は、表情認識をリアルタイムで行うだけのソフトウェアを開発することはできたが、このソフトウェアはどのように応用するかということまでは考察・実行することはできなかった。しかし、今回製作できた技術を使えば笑顔の時に自動でシャッターを下ろすカメラの精度を高めることができる。また今回使った Kinect の技術を使い合わせれば、赤ちゃんが人の顔を覚えていく過程を体験できるシミュレーションゲームの開発などができると考えられる。

このように、被験者の人数を増やす他にも取得する特徴点の量を増やす、今後の展望や展開を考えるなどの課題は残ったが、ニューラルネットワークと表情認識を使い人の認知機能を調べる事がプロジェクト学習を通して終了できた。

## 参考文献

- [1] 麻生英樹<sup>あそうひでき</sup>. ニューラルネットワーク情報処理—コネクショニズム入門、あるいは柔らかな記号に向けて. 産業図書 1988.
- [2] 甘利俊一<sup>あまにしゅんいち</sup>. 神経回路網モデルとコネクショニズム. 東京大学出版会 1989.
- [3] 伊藤尚枝<sup>いとうひさえ</sup>. 認知過程のシミュレーション入門. 北樹出版 2005.
- [4] McLeod, P. Plunkett, K. Rolls, E. T. 認知過程のコネクショニスト・モデル. 北樹出版 2005.
- [5] 小林宏, 原文雄こばやしひろし, はらふみお. ニューラルネットワークによる人の基本表情認識. 計測自動制御学会論文集 Vol.29, pp.112-118 1993.
- [6] 伊藤美加, 吉川左紀子いとうみか, よしかわさきこ. 表情認知における顔部位の相対的重要性人間環境学研究、Vol.9, pp89-95, 2011.