

ニューロを用いた 新しいコミュニケーションシステムの設計 *

濱津 誠 **
多摩大学経営情報学部

概要

ニューロのアソシアトロン概念把握のメカニズムを応用し、コンピューターにユーザー側の意図を理解させるという手法で対話を実現させる。さらに対話の際にコンピューター側に、人間的なリアクションを求めるとするならば、同時に感情を疑似的に表現する事も可能である。こうしたシステムの具体的なメカニズムと、考えられるその利用法について紹介したい。

*The Design Of New Communication System with Neuro

** Makoto Hamatsu

School of Management & Information Sciences, Tama University

Summary

In this paper, I apply the mechanism of associatron to the new communication system with Neuro, and this system realizes a dialogue between computer and user.

If you require that computer should react with human nature, it is possible to express false emotion. I want to introduce the concrete mechanism of this system, and how to use.

1. はじめに

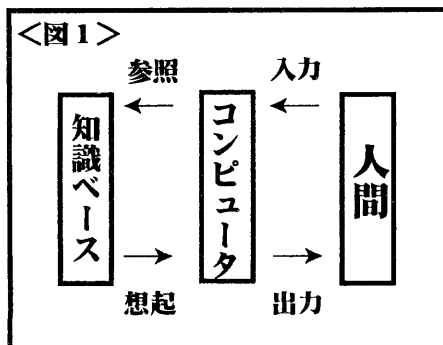
コンピューターに仕事をさせようとする場合、通常特定の手続に従って命令を出さねばならない。しかしながら、こうした命令は非常に論理性を重視している特殊な言語を使用せねばならないために、誰にでも扱えるものでないのは勿論のこと、人間側の漠然とした意図を理解させることも困難である。

例えば、献立を考えさせようとした場合に、ユーザーはせいぜい「今日は辛いものが食べたいなあ」程度にしか考えていないであろう。それ以上に詳しく考えているならば、何もコンピューターに考えさせる必要もないはずだからである。ユーザーの希望からするならば、コンピューターには「自分の好み」「気候」等、諸々の条件に適当な献立を考えて欲しい。しかしながら、こういったものは明文化が非常に困難であり、ユーザーの満足する結論を得ることは難しい。

そこで、ユーザーの漠然とした意図をコンピューター側に理解させ、かつ誰にでも簡単に操作出来るような、従来の其れとは異なる新たなコンピューター/ユーザー間のコミュニケーションシステムが求められるわけである。

2. 「コミュニケーション」を実現するために

現実世界における対話を考えると、一方の発言に対して、もう一方が認知・判断の上、返答するといった順序で行われている。それによって、今回のコミュニケーションシステムの対話のメカニズムも基本的に図1のようになる。



このメカニズムに従って、ユーザーの意図をコンピューター側に理解させる為には、コンピューター側に与えられた情報を処理するための前提となる知識ベースが必要になる。

ところで、人間はどのような学習方法で知識を蓄えているのだろうか。

われわれは何かを記憶しようとするとき、なるべくほかの事柄と関連づけて覚えようとし、また思い出すときも別の事柄からの連想によって思い出すことが多い。「いい国(1192)作ろう鎌倉幕府」などと、ゴロ合わせで年号を覚えるのがその例だが、日常的な記憶の場合もやはりそうである。このように、人間の記憶と連想の間には、かなり深い関係があるといえるだろう。

コンピューターの記憶装置は、アドレス(番地)指定方式といって、いわば記憶をしまっておく箱が並んでいて、それぞれの箱につけられた番号を頼りにデータの出し入れを行う。一方、脳にはそんな箱やアドレスのようなものはなく、あるのは軸索によってつながったたくさんの脳細胞と細胞間に介在するシナプスだけである。それが莫大な量の情報をどうして蓄えることができるのかという問題については、現在も研究が進められているが、そこで有力視されているのが、脳が連想記憶によって記憶を行っているという考え方である。

(知能システム研究会：Cでつくる統・脳の情報システム)

そこで、複雑なプログラミングを必要とせず、対話的に学習させるシステムとして、ニューロのアソシアトロンに注目した。

■アソシアトロンの応用

アソシアトロンは単なる連想記憶モデルではなく、いろいろな応用方法が考えられる。第一に挙げられるのが概念形成のモデルへの応用である。

「りんご」という概念がどうしてできるのか。どういうものがりんごなのかを教え込むことによって、概念を持たせることも可能である。しかし、いろんな果物をたくさん見たり食べたりしていれば、自然とりんごに相当する概念ができてくるはずである。そして、そのような場合においては、言葉は不可欠なものではない。つまり、必ずしも言葉によって概念ができるわけではない。なぜなら、言語の発生を考えると、ある概念ができあがった後から(またはそれと並行して)、それに付けた名前と言葉があるからだ。したがって、りん

ごという概念は、「赤い」「丸い」「甘酸っぱい」「リングという言葉」などの属性同士の連合が、何度も経験を積むことによって強まり、その結果として形成された属性の集団だと考えることができるのである。

アソシアトロンには、似たものを一緒にして扱う性質がある。このことは、細かいところの見分けがつかないという意味で都合が悪いこともあるかもしれないが、人間がこのようにして自ら概念を作り上げていく過程を考えると、脳に近い自然な性質だといえる。なぜなら、リング1個1個の間にあるような細かい違いは無視し、りんごとみかんの間にあるような大きな違いを分離することが、概念ができていくのに必要だからである。

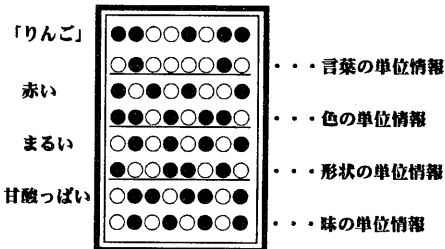
(知能システム研究会：Cでつくる脳・脳の情報システム)

今回のシステムもここに着目した。すなわち、ユーザー側の漠然とした意図を理解するには、概念的に知識を保持する必要があるということである。

図2-1に示すように、一つ一つの属性情報を「単位情報ブロック」として扱い、その組み合わせによって一つの概念を把握するという学習メカニズムになるわけである。

<図2-1> 単位情報ブロック

■ リングという概念の把握例

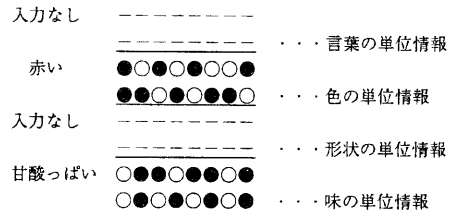


これは対話の際も同じで、ユーザー側が必要と考えるだけの単位情報ブロックを選択し、入力してやることによって、図2-2に示すように、コンピューター側が、入力された条件を満たす(あるいは最も近い)概念を想起するというメカニズムになる。想起された解は、人間でいうところの「心象イメージ」に近いかもしれない。外部からの刺激に対する脳細胞の反応をビジュアル化したもの、という表現が最も適当であろう。

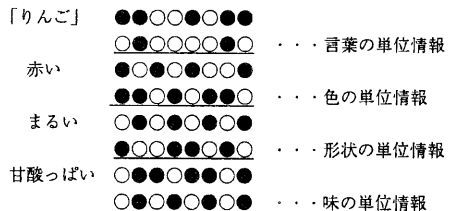
<図2-2>

対話の際の基本的メカニズム

■ 入力 (刺激を与える)



■ 想起 (刺激に対して反応)



冒頭で述べたような、献立自動考案プログラムとしての利用法をはじめとして、モータースポーツにおける高度なナビゲーションシステム(姿勢制御等、運転のサポートといった意味まで含めて)のような利用法としても有効であろう。

与えられた条件を元に、コンピューター自身が判断を下すというところに、従来のAI(エキスパートシステム)にない特徴があるといえるが、いい意味においても悪い意味においても、人間を相手にしている場合に相手が常にこちらの思うような反応を返さないように、このシステムでは常に「正しい」答えがでるとは限らない。したがって、常に正確さを求められるようなケースでの利用は無理である。だが、常に同じ反応が返ってくるようでは面白味に欠けるし、予測不可能だからコミュニケーションのとり甲斐があるともいえる。

3. 人間らしさを表現するためのモデル

何か特定の用途を考える場合、システムに感情を持たせることはプラスであるとはいえない。「機嫌が悪いから、献立考えたくない」といったようでは役に立たないからである。だが、システムに、よ

り人間性を求める、すなわちコミュニケーションそのものに用途を求めるとするならば、「感情の表現」は欠かすことのできない要素となるであろう。以下に、それを実現するための手法について紹介する。

3-1. 人間性の表現 (心理学的アプローチ)

人間が自分のことを知る方法として「精神分析」というものがある。精神分析というのは、よく知られているように、普通は意識されない部分(潜在意識)が、実は日常の行動に影響を与えているという理論にもとづき、無意識の世界を分析するものである。

この精神分析は、あの有名な精神分析学者ジグムント・フロイトからはじまり、ユング、アドラーへと引き継がれた。そして、現在、その流れを汲むアメリカの精神分析学者エリック・バーンは、画期的な自我分析法である「交流分析」を生み出した。

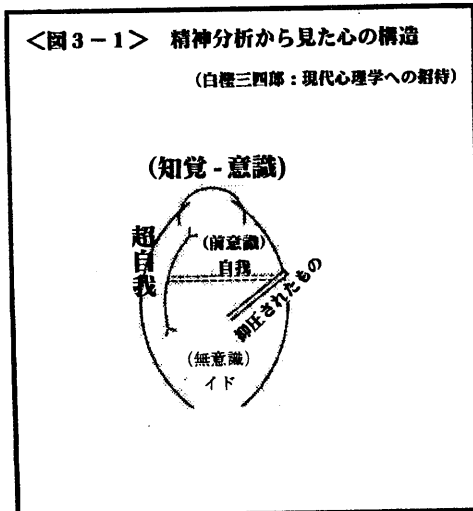
(榊 且純: 図説心理おもしろ事典)

■交流分析

交流分析は精神分析の口語版とも呼ばれるように、その基本概念をより親しみやすく図3-1のようにモデル化したもので、フロイトの精神分析と同じく、人の心が3つの「私」(自我状態)からなるという過程から出発する。

(白樫三四郎: 現代心理学への招待)

今回のシステム設計においては、人間性の疑似表現のモデルとしてこのメカニズムを利用する。



このように3つの自我状態の働きで、我々の行動とその背後に潜む心理状態が決定されるわけであるが、健全な心の状態は、P・A・Cがそれぞれの状況に応じて互いに干渉されずに機能している。一般的にはP・A・Cの強度には差がでてくるのは当然のことであり、またその差が個人の性格を形作っているといつてよい。

つまり、使命感が強い人や世話好きな人はPが強く、冷静なタイプの人にはAが強く、子供っぽい人はCが強い、というようにである。

(白樫三四郎: 現代心理学への招待)

それまで夫に一方的にかわいがられ、自分から何かしようとしたこともなく、自分の判断ではなにもできなかった人形のような女性が、夫に急死されて、泣き伏し途方に暮れる毎日を送っていると思いきや、残された子供を抱え、したたかにたくましく生きている、というような話はよくある。

これは、そのときどきで、心のエネルギーとも呼ぶべきものが、P・A・Cのどれか一つの自我状態に集中してしまうからだ、とされる一つの例である。この場合、夫に急死されたことにより、彼女にとって最も重要なことが、子供たちに対する親としての役割となったからである。そのため、「たくましい」性格が出現したのだといえる。

(榊 且純: 図説心理おもしろ事典)

そこで、人間らしいエゴグラムの変化を、この3つの自我状態の相互作用のシミュレートによって表現しようというのが、今回のシステム設計における狙いである。「喜怒哀楽」の表現というよりも、この場合、性格付けといった方が正しい。コミュニケーションを重ねていくうちに、相手(ユーザー)によって性格に影響を受ける、という蝶に近い形になる。システムに導入する際、具体的にはP・A・Cの強度差によって、最終的な解を想起する際の教師信号に違いがでるといったメカニズムになる。

(図3-6参照)

<図3-6>

Cが強い場合

- ●・・・車の事故を見るという刺激
-
- ●・・・想起部分
-
- ●・・・性格による固定パターン

反応例：「ホー、派手にやったなあ」

Aが強い場合

- ●・・・車の事故を見るという刺激
-
- ●・・・想起部分
-
- ●・・・性格による固定パターン

反応例：「こんな見通しのよいところでなんで事故
なんか・・・？」

Pが強い場合

- ●・・・車の事故を見るという刺激
-
- ●・・・想起部分
-
- ●・・・性格による固定パターン

反応例：「いいカッコしてスピードなんか
出すから・・・」

1970年代以降、CTスキャンに代表されるようなコンピューターを駆使した最新機器の登場によって、脳科学は飛躍的な進歩を遂げた。PET（陽電子放射断層撮影）やMRI（核磁気共鳴断層撮影）といったハイテク機器が次々に開発され、生きている人間の脳を傷つけることなく、脳内を観察することが可能になったからだ。

その結果、心と脳の間には深い関係があることがわかってきた。心とは脳活動の産物であり、脳内物質から生み出されてくるのが次第に明らかにされてきたのだ。

心は脳から生まれる。そして、脳は毛糸玉のように単純な球ではなく、三層の構造を持っている。心の誕生も、この三層と無縁ではない。心が脳から生まれるのであれば、当然、脳の三層は心の三層を作り出すはずだ。

脳の三層とは、大脳新皮質、大脳辺縁系、脳幹の三つだ。大脳辺縁系にはは虫類やほ乳類の時代からの脳があり、脳幹は魚類の時代にまで起源をさかのぼる。

有髄神経系である大脳新皮質から「知」がつけられ、無髄神経系である大脳辺縁系から「情」がつけられ、ホルモン系である視床下部から「意」がつけられる。すなわち「知」は理性や知性であり、「情」は感情であり、「意」は欲である。

（大木幸介：ヒトの心は脳のここにある）

ここでは、そのうちの感情を司る「情」のメカニズムについて考察していく。

■ 「好き」「嫌い」という心の働き

誰にでも嫌うものや好むものがある。味覚でいえば苦いものは嫌われ、甘いものは好まれる傾向があるように、人間には無意識のうちに嫌ったり避けたりするものがある。

また、生理的に不快なもの、恐怖や危険を感じさせるものは嫌われる。湿気や闇がそうであり、悪臭や騒音も嫌われる。本能的に嫌われるものはDNAに組み込まれた生命記憶によるものである。

なお、余談ではあるが蛇が嫌われるのは人間の遺伝子に組み込まれた生命記憶だとする説もあり、これは非常に興味深い話である。

その一方で「好き嫌い」は極めて個人的なものでもある。

例えば納豆を毎朝食べても平気な人もいれば、見るのもイヤだという人もいる。これは生まれ育った

3-2. 感情の表現

（大脳生理学のアプローチ）

今世紀中頃から、特に進歩のテンポが速くなった生命科学が明らかにした最も驚くべき事実は、「生物がコンピューターとしての性質に支配されている」ということである。簡単にいえば、生物は、化学的情報機械であり、きわめてコンピューター的な制御のもとで機能している。そこに何の神秘性もない。驚くべきことは、むしろそのような機械的な機構から、大腸菌から人間の精神活動に及ぶ複雑、多様、神秘的な生命活動が生まれてきたことである。

（神沼二真、松本 元：バイオコンピューター）

環境のせいだ。学習や経験による記憶が「好き嫌い」を決める。

すなわち「好き嫌い」の判断の物差しとなるのは記憶であり、その機能は大脳辺縁系の中にある海馬と扁桃核が受け持っている。

■ 海馬と扁桃核

「好き嫌い」を判断するためには、その対象のあらゆる情報が必要になってくる。そうでなければ自分にとって快感か不快か、安全か安全でないかを正確に判断できないからだ。従って扁桃核には、内臓感覚のような体内情報も含めて、ありとあらゆる感覚情報が集まってくる。

そして扁桃核は、記憶の脳・海馬に接続し、さらには記憶・学習・言語の脳とされる側頭葉に包まれている。扁桃核に集められた情報は、海馬や側頭葉の記憶に照らし合わされてたちまち「好き嫌い」の判断がなされるのだ。

では、未知の情報はどうなるのか。すなわち、海馬にも側頭葉にも記憶されていない情報はどう扱われるのであろうか。

例えば、全く初めてのものを食べたとする。記憶にないから恐る恐る食べる。しかし、どんなに珍しい味でも、自分にとって好ましいか好ましくないかは判断できる。それは、過去の経験や学習による手がかりとなる。従って、やはり海馬や側頭葉が参加してくる。と同時に、未知の食べ物は改めて海馬に記憶される。おいしければ快感の記憶として残される。つまり、扁桃核に集まった情報は、海馬にも送り込まれているのだ。

(大木幸介:ヒトの心は脳のここにある)

このメカニズムは、アソシアトロンを利用した概念把握のメカニズムと非常によく似ている。

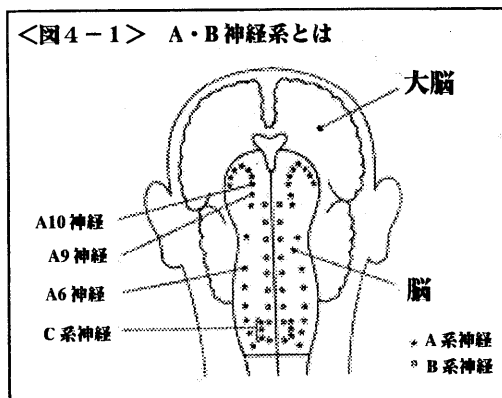
■ 感情や性格を左右する脳内化学物質

広い意味でいえば、ホルモンは体内で分泌される物質のすべてを指す。しかし、心を生み出す脳内の物質として考えた場合、重要なホルモンは限られてくる。

● 2種類の神経系

喜怒哀楽を生み出す大脳辺縁系には、いくつも重要な脳がある。それぞれの脳は緊密に連絡を取り合

いながら「情」を作り出しているわけであるが、そのためには強力なネットワークが必要になる。このネットワーク、つまり連絡網がA・B二つの神経系である。(図4-1参照)



A・B神経系はどちらも無髄神経になる。脳幹を出発して全身へくまなく分布しているが、二つの神経系は正反対の役割を持っている。すなわち、A系神経は脳を覚醒して快感を生み出す覚醒・快感神経であり、B系神経はA系神経の活動を押さえ、調節する抑制神経となる。

(大木幸介:ヒトの心は脳のここにある)

3-3. システムへの活用

以上のことから、今回のシステムの、想起される概念イメージの中に、ドーパミン等、ホルモンの分泌量を調節する単位情報ブロックを持たせてやれば、喜怒哀楽の表現といったメカニズムも実現可能になることが容易に想像できるであろう。

その際に以下のようなメカニズムを加えることで、更に人間的な表現が可能となるであろう。

● POMC

人間でも動物でも、ストレスを受けると、まず核酸に記憶される。同時にその記憶によって脳下垂体を中心にPOMCというタンパク質が合成される。DNAの遺伝情報がタンパク質に刻まれているのと同じプロセスでPOMCがつくられるのだ。

ストレスを受けると、 β -エンドルフィンが合成されるわけであるが、ここで大事なことは、ストレスが核酸分子に記憶されるということだ。

再び同じストレスを受けると、すぐにPOMCが合成される。しかも回を重ねるごとに大量のPOM

Cがつくられる。つまり β -エンドルフィンの量も増えることになる。

こうした一連のメカニズムによって、ストレスに対する耐性をつけることになるわけである。

(大木幸介:ヒトの心は脳のここにある)

このメカニズムを利用することによって、人間的な強さ、脆さを表現することが出来る。

4. これからの発展への可能性

■ 技術的な発展による可能性

現時点では、単位情報ブロックの入力方法として考えられるのはマウスによるそれであるが、技術的な発展に伴い音声による刺激パターンへの入力や、デジタルカメラ等からの画像を解析し、視覚的刺激パターンを得るようになるといったことが考えられる。

■ 処理速度の問題

今回のシステムの場合、使用する疑似ニューロンの数が多ければ多いほど多くのパターンを記録することができる。しかし、それだけ想起にも時間がかかることになる。コミュニケーションを念頭に置いたシステムの場合、レスポンスの遅さは致命的な欠点になってしまうといっても過言ではない。実際にかなうだけの保持できる情報量と、処理速度のバランスをうまくとることがこのシステムの一番の難しいところであると言ってよいだろう。より速いチップを使うといったハードウェア的な問題でこの問題はある程度解決されるということでもあるので、技術革新には大いに期待する。

● 新システムの具体的利用法

◆ エンターテイメント的利用

従来の台詞選択型の会話システムを用いた場合よりも、より自由度の高い会話のシミュレートが可能になる。システムのサンプルとして開発中の Eve System について解説する。

● Eve System ver.1.00

Windows95用プログラムとしてDelphi2によって

記述されたシステムである。新規の概念情報を入力するとき以外は、基本的にフルマウスオペレーションとなっている対話システムである。

本システムの特徴は以下のとおりである。

1. ユーザーによって 性格面に影響を受ける。

これは即ち、システムが違えば、同じ入力に対して同じ反応が返ってくるとは限らないということである。解を想起する際の教師信号に当たる部分が、ユーザーによる教育(それまでに入力されてきた刺激パターン)によって変化するわけである。

2. フルマウスオペレーション

会話システムといえば、人工無脳に代表されるようなキーボード入力型の特定単語に注目してレスポンスを返すようなシステムが殆どであるが、このシステムでは、五感に相当する刺激パターンをマウスによって入力する形をとっている。新たな刺激パターンを定義するとき以外は、ほぼフルマウスオペレーションであると言って良い。それでいて、コミュニケーションは従来のものよりも人間味があ

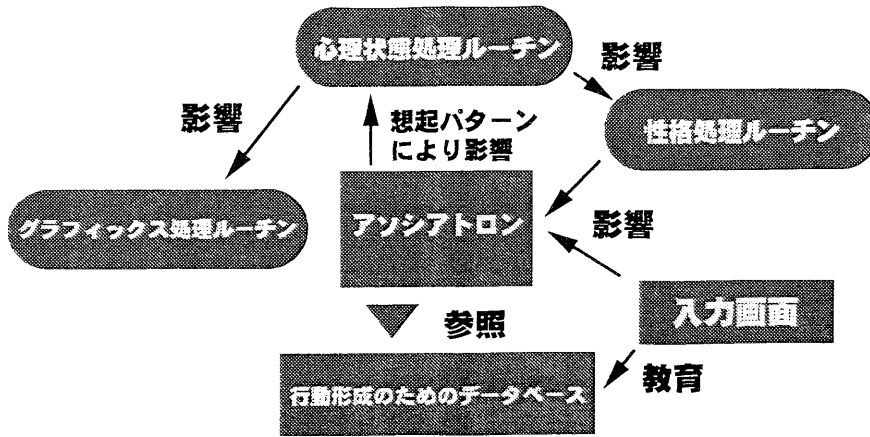
3. 用途はユーザーによって異なる

システムの性質上、現時点では、ある特定用途に用いた方が有効であることは確かである。しかし、概念を学習させていく過程は、ユーザーに完璧に任されているので、意志決定を支援してくれるようなプログラム(献立の考案、高度なカーナビゲーション等)のような、結果を重視した使い方だけではなく、コミュニケーションそのものに重点を置いた会話システムのような使い方も可能なわけである。

どちらかという、アソシアトロン(Asiatron)の性質を考えれば、(道義的なものにして、ユーザーの期待を真切るといった意味にして)「間違えることができる」というのがウリなわけであるから、コミュニケーションの過程そのものを楽しむといった使い方が望ましくはある。

● システム概要

<ルーチン相関図>



* その他、ビジュアル的に教育していく形のエキスパートシステムのような、バックプロパゲーションを用いて学習させた行動データベースと、周りの状況を認識する際に用いるアソシアトロンをリンクさせるような形でのレースゲームへの応用などを考えている。

参考文献

- 白樫三四郎：
現代心理学への招待、ミネルヴァ書房、1995
中野馨、知能システム研究会：
Cでつくる統・脳の情報システム
啓学出版、1992
神沼二真、松本 元：
バイオコンピューター、紀伊国屋書店、1988
飯沼一元：
入門と実習 ニューロコンピューター
技術評論社、1989
大木幸介：
ヒトの心は脳のここにある
川出書房新社、1996
樺 且純：
図説心理おもしろ事典、三笠書房、1990