

考察：「脳について」

街に出たとき、思いも掛けず「考える脳考えるコンピュータ：原著「On Intelligence」；ジェフ・ホーキンス著；ランダムハウス講談社刊」を見つけて、パラパラとめくったら引き込まれてしまって、まさに衝動買い。帰ってから1日で読破してしまいました。単に読んで面白かったというのでなくて、次々と考えが浮かんできました。それくらい示唆に富んだ内容でしたので、考えてみたことをまとめてみるのが礼儀かなとふと思ったわけです。以下に記していく事柄は、「考える脳考えるコンピュータ」読んで得たアイデアですが、詳細は確認していません。お話ということで、ご笑覧ください。

参考図書：

- (1) 考える脳考えるコンピュータ：原著「On Intelligence」；ジェフ・ホーキンス著；ランダムハウス講談社刊
- (2) 脳・身体性・ロボット（知能の創発をめざして）；土井利忠、藤田雅博；下村秀樹編；シュプリンガー・フェアラーク東京
- (3) 超並列計算機アーキテクチャとそのアルゴリズム；梅尾博司著；共立出版

第1章 はじめに

「考える脳考えるコンピュータ」では次のことを言っています。

(1) 大脳皮質はコラム構造でできていて、皮質全体に一様に同じ構造のコラムが分布している。

(2) 大脳皮質は領野に分かれていて、その領野を順に情報が流れるなかでパターン認識などがなされる。流れは順方向に流れるのと逆方向に流れるのと双対した神経パスがある。著書の考えでは、これは下位の領野に予想情報を与えるためだとしています。

(3) パターン認識なども、人間の脳は0.5秒以内にやってしまう。神経系の情報の流れは遅いので、この間に200ステップぐらいの脳内処理が行われるだけである。そんなことができるのは、脳がコンピュータのような計算をするのでなくて、記憶をフルに使って予想処理をしていくからであると、著者は述べています。

ということで、著者は視覚システムを記憶と予想をフルに使ったものとして構築中で、直に成果がでるはずとのことです。

私としては、記憶と予想処理は大事だと思いますが、それだけでは駄目だとの認識です。やはり基本的に計算機のようなアルゴリズムを平行に処理していく局面もあるという意見です。以下に、パターン認識と自然言語認識についてその辺のところを記述していきたいと思います。

無論、今のコンピュータのCPUが持っている足し算とか乗算、文字処理などはいらないうえに、基本的には論理を含むビット操作ができればいいと思います。だから、集積度

の高い超並列計算機なんかは結構実現しやすいと思うのです。

第2章 パターン認識と自然言語認識

幾つかシステムを作ってきましたが、パターン認識も自然言語認識も計算するフェーズと記憶を利用するフェーズが綺麗に分かれる気がします。そうして、どちらも他フェーズを代替できない。予測の必要性は曖昧処理、すなわち文脈管理の中で現れてきます。

2.1 パターン認識

パターン認識には基本的な解析処理として、次の画像処理は行わなくてはなりません。

- (1) 配色、グラデーションのある画像の2値化処理(文脈管理が必要ですが)
- (2) 輪郭線抽出
- (3) 線、特徴点(端点、交差点)の検出
- (4) 線や閉線(穴)領域とその属性の計算

これらのことを、

- (1) 図形としての認識
- (2) 配置の認識
- (3) 運動の認識

していきます。認識といっても、記憶が必要なのは高度な図形についてで、特徴点などの基本的なものは記憶ではなくて、ハードウェアの世界での認識であります。

これが例えば文字というものの認識になりますと、特徴点が何か、その配置は何かということから、記憶を利用して認識していくことになります。記憶を作る学習システムはこの部分から関与してくるはずで

予測は曖昧性を解決する文脈処理として必要になってきます。



図2.1 パターンの曖昧性

図2.1の左の絵ですが、特徴点を認識しても曖昧性が残るのが見て取れます。パターン認識の上位の層で、大体の結果が見いだされたら、それを下位にフィードバックして、本当にそれで問題ないか検討させると、より認識が精確になります。その意味で、認識強調のために神経系の逆方向のパスが脳の中にあるのだと想像しています。その点、「考える脳考えるコンピュータ」の著者の予測のためという考えには反対です。だって、予測のベースがなければ結局は予測できない事だからです。どこかで、計算論的作業をしていなくてはおかしい。

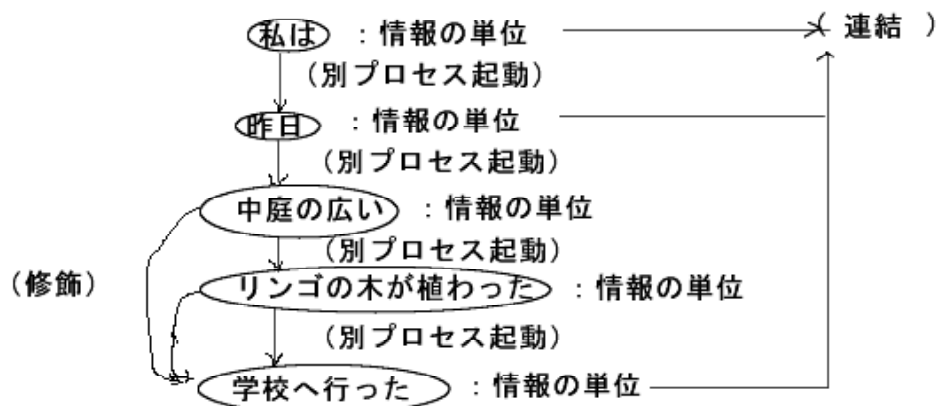
2.2 自然言語認識

自然言語認識でも、やはり、計算論的な処理と記憶处理的な部分とがあります。計算論的処理は文法に関するもので、

- (1) 修飾・被修飾の解法
- (2) 格の解法
- (3) 入れ子処理
- (4) 順次処理
- (5) 連想・連結処理

無論これらの処理に記憶から得られる情報が必要です。その点パターン認識とはちょっと違います。パターン認識ではハードウェアだけで、記憶を必要としない基盤的な処理がありますが、自然言語処理は徹頭徹尾ソフトウェア的です。しかし、記憶が全てでなくて、前提として上記のハードウェアコマンドは必要になります。

文：「私は昨日中庭の広いリンゴの木が植わった学校へ行った」



注)

- ・ 「中庭の広い」が「リンゴ」に掛からないのは記憶による。
- ・ プロセスの起動も意味が通じないことによる、分断点解析による。
- ・ 連結は入れ子の深さ解析によって正しく行える。

図2.2 自然言語認識処理

図2.2のように全てが記憶処理ではなくて、また全てが計算論的に行えないのがよくわかりでしょうか。

私は、パターン認識も自然言語処理も曖昧性処理は予測でなくて、「適者生存戦略」でこれまでやってきています。Javaのスレッド機能を使った並列処理にしますと、難しい

制御をせずに、曖昧性に対応できるのです。すなわち、複数の解釈が可能、複数の情報から一つを選択して処理をしなくてはならないとき、パラメータとして特定の値を与えてスレッドを生成させます。適したパラメータ値ならば、スレッドは意味ある回答にいきつくはずですが、間違っていたら、スレッドは終了条件にいたらなくて自動で死滅します。こんなスレッドを最小にするために、上位層からの情報を得て、スレッドの刈り込みを行うのは有効と考えるわけです。

第3章 脳の構造の予想

パターン認識と自然言語認識で要求される処理とはそんなに多くの種類がないだろうと予想されます。

- (1) データ転送コマンド
- (2) ビットパターン処理コマンド
- (3) 順次処理コマンド
- (4) 入れ子処理コマンド
- (5) データの分離コマンド
- (6) データの結合コマンド
- (7) 内容比較コマンド

以上のようなものだと思います。画像処理やパターン認識はビットパターン処理でできるでしょうし、文の分析にはデータの分離コマンドあって、格の解法とか修飾・被修飾の解法とかは、データの結合コマンドとか内容の比較コマンドがあればできそうです。

入れ子処理とか順次処理とかは基本的にデータ転送コマンドで実現できるのかもしれませんが。

脳のコラムは一つの CPU として、汎用的にこの(1)から(7)のコマンドを持っているとすれば、このコラム群が一様に大脳皮質を覆っているというのも頷けます。

それと、脳の記憶の内容ですが、基盤となる(プリミティブとなる)データというものが決められているとしますと、記憶とはその組み合わせだけということになります。脳のコラムの第4層は顆粒層といい、密なネットワークを構築できる基盤があるそうです。記憶が起きる座として最適な場所です。しかも組み合わせですから、記憶容量は無限といってよいわけです。

で、プリミティブなデータですが、パターン認識では第2章で述べた、線分とか、端点、とかの図形とその配置情報ですね、運動と併せて、必要情報は完璧になると思います。

第4章 その他、考えた事

「考える脳考えるコンピュータ」と「脳・身体性・ロボット」を平行して読んでました。それで、現在の技術はかなりの所までいっているのだなと感服したのです。それでも私なりに思ったことが有るのでそれを、あれこれと記述してみたいと思います。

(1) 運動制御

人間は棒を持ったり、ラケットを持ったりして、手や足を難なく延長し、制御できます。折りたためるような多関節の棒だって使いこなせます。また、ボールを蹴って追いかけてりもします。これはどうやると実現できる能力なのでしょう。難しい力学方程式を解くわけでないことはすぐに分かることです。サッカー選手がボールの力学方程式を解いて、ボールを追っているわけではないですから。

刺激・効果対のテーブルを持つというのが正解かもしれません。こうゆうアクションしたら、こうなるという一連の対ですね。脳はその記憶の他に、予想と現実が異なったら微調整する機構と大幅に狂ったらプランニングをやり直すということを行う。記憶は大切で、予想と言うことも大切な機能になるところは「考える脳考えるコンピュータ」の語る通りだと思います。でも、予測は神経の逆方向パスによるのではないらしい。大脳皮質捕捉運動野や小脳とか、大脳基底核の仕事らしい。専門の領野がある。予測というのは大がかりにやっているようですね。

手足の延長を柔軟に実現するのは、オブジェクト指向でいくと結構エレガントになるようです。体に近い方から、手足は木構造をしていることが大きいと思います。入れ子構造の制御を簡単に埋め込む事ができるわけですから。棒なんかは入れ子構造に追加するだけで済みます。基の方の端点は大きな変更なしに新しいオブジェクトを追加できる。そして、基の方の端点の位置とか運動パラメータを基点にその先のオブジェクトを制御するようにパラメータの値を設計しておく、結構抽象的に制御ができるようになるでしょう。大体が、骨毎に制御できるようになっていれば、あとは基点を与えるだけで、その端点の動きは予想できるのです。難しい力学は必要ありません。

(2) 方位の管理

「考える脳考えるコンピュータ」の記述ですが、網膜の映像は時々刻々変わっているのに、人間は世界を不動のもの、安定したものとして認識している。これは記憶に基づく予測によっているという。

これもマップシステムを導入すれば容易に解決する問題だと思います。実際、フクロウは脳の中に精密な世界地図を持っているといえます。

どんな風にマップを利用するかといいますと、次のようになると思います。

- ・ 処理用のマップを一つ用意する。それと地球のマップ、生活圏のマップと必要なだけマップシステムを作る。
- ・ 視野マップをつくり、眼球運動のブレをこの視野マップで吸収する。
- ・ 処理用マップの方位と地球マップなどとの方位との変換式を求める。
- ・ 視野マップと処理用マップの変換式を体の運動状況、感覚情報から決める。
- ・ 視野を刻々と処理マップに反映させる。

・必要に応じて、各種マップと処理用マップの間を調整する。データを反映しあう。

(3) ミラーニューロン・システム

ミラーニューロンは、他人が水を飲んだり、ペロを出したりすると自分もそうしているように発火する大脳新皮質のニューロンとのことです。始め何気なく読んでいたことがらでしたが、考えてみると、自分の体や、感覚というものを生まれつき認識しているということで、結構重たい事実なわけです。水を飲むことも、ペロも体も、学習によって認識して行くものではないということです。本能的に備わった情報ということですね。ペロを出すのはどの筋肉を動かすべきかも生まれながらに知っているということ。

ロボットに作りつけの機能(意味情報)を沢山作り込まねばならないということですね。深刻ですね。

ミラーニューロン・システムが言語野であるというのは、言われてみると納得しますね。ソッカ・・・と。つまり、言語は「私」というものを客体化しますし、「他者」のことを自分のように感じます。物語の主人公になりきって本を読んだりします。私であり、他者である抽象的な個というものがあるだけなのです。

脳の頭頂葉には身体マップ(後ろが感覚的で前が運動性)があります。そんなマップが言語野にもあるということですね。そこには身体マップの他に空間マップがあって、ボールの位置なんかも把握できたりする。いや、内蔵の感覚とか味覚や聴覚、視覚、重力感覚を抽象したメタな感覚(クオリア)が配置されているはずで、言語の種があって、全てのメタ感覚が集中している。

ミラーニューロンは猿の運動性言語野相当域で見ついているそうですが、感覚性言語野相当域にも見つかるはずですね。言語は側頭葉の感覚性言語野(言語認識)と前頭葉の運動性言語野(文生成)で処理されているからです。

これで、私が前に言っていた「文脈空間」というものが脳内に実際にあるということが言えるような気がしてきました。

第5章 まとめ

超並列処理をすれば、パターン認識は200ステップ以内で計算実行できるレベルだと思えます。それは、確かに「考える脳考えるコンピュータ」の著者の語る通り記憶が重要な処理となり、記憶の適用は大きな処理をワンステップで実行してしまうことに道を開くというものです。ですが、私は、基本的な計算は残ると主張しました。また、予測も大事であるが、私は、記憶はむしろシンボルの獲得、プランニングや文脈処理などに費やされていると考えています。文脈処理では、選択しの刈り込みに情報が使われ、最終決定はあくまでも計算論的処理によるということです。ただ予測は、運動制御には必須となってくるでしょう。

いろいろ考え事を記してきましたが、これらのアイデアはオブジェクト指向だからエレガントに表現できているのだと感じます。オブジェクト指向の威力はすごいと思います。

以上