

1. はじめに

汎用人工知能の実現において、なにが（どんなデータやプロセスが）があらかじめ備わっているべき能力かということは重要な研究テーマです。本コンテンツでは、その辺のオントロジー的データとプロセスを追求していきます。また、その能力を装備した汎用人工知能の動きを、例題によって説明していきたく思います。

物理学を例に取るまでもなく、存在ということの不思議さは、公理として何からのデータでありプロセスです。それは数学的なデータであり、プロセスです。数学研究で得られた下記の事項は汎用人工知能が装備しているべき基本能力です。数学的オントロジーと呼ぶことにします。

- (1) 一対一対応
- (2) 相同と相異の判別
- (3) 集合論
- (4) 計数
- (5) 順序
- (6) 位相
- (7) メリットとデメリットの評価（数学というよりも生活の基本センサー値）
- (8) 乱数性

これらの能力によって、外界からのセンサー入力値と外界へ働きかけるアクチュエータ値のもつデータ空間は、データが生来持っている構造を汎用人工知能は把握、認識できるようになり、それらを適切に利用できるようになり、外界に作用していくことができるようになります。

そもそもの汎用人工知能は、自律的に動作し、自己組織化していくシステムであるべきです。そのために、最小の仕組みから出発して、学習によって能力の充実、外界へのより適切な働きかけができるようになるということが保証されているものが目指すべきアーキテクチャです。

それでは、汎用人工知能の基本的な動きを解析していきましょう。

2. 数学的オントロジーの世界

(1) 一対一対応

外界の事象は同時に起きたり、異なった独立した条件のもと生起したりします。共起が起きたもの同士をタプル (A,B) で表せます。A と B はそれぞれセンサーやアクチュエータの値を表わします。これが一対一対応です。

(2) 相同と相異

2つのノードを設定します。一つを X,一つを Y とします。ここに A と B の事象があったとして、その相同と相異というものがある解析プロセスの結果判定したいとします。A の判定と B の判定が共に X として一対一対応が成り立てば、相同とします。X と Y の両方に分かれるときには相異と判定します。これが相同と相異というものになります。

(3) 集合論

複数のノードから構成されるものを集合ということにします。ノードの追加と削除がノード一つずつ行えます。

(4) 計数

集合のノードに大きさという位相が割り当てられた数値を対応させます。ノードが無いときを空 (0)、一つるときを 1、それよりもノードが一つ加わった集合が 2、以下無限大まで能力が与えられます。

(5) 順序

計数の数値は順序を表現します。

(6) 位相

大小・順序をもった数値で計数する集合に事象を対応させる能力です。

(7) メリット・デメリット

身体への外界からの影響、身体自身が故障したとか、故障から直ったとかの事象をセンサーで評価する機構です。

(9) 乱数性

基本的に点群 (線分では端点を評価します) の分布のありかたが、白色雑音並みにランダムなのか、一直線に並ぶという感じで、ランダム性が最も小さいかということの評価します。点群の間の位相の合計が最大か、最小かということが評価基準になります。

3. 感情システムの獲得

感情システムとして、次の物を考えます。

- (1) よろこび
- (2) かなしみ
- (3) いかり
- (4) さびしさ
- (5) はずかしさ

これらは、メリット・デメリットセンサーの値を中核にして、状況と結びつけることによって構成されていく物です。

よろこびは、メリット値が高い状況で、何かが達成された状態と結びついて生じるカテゴリーです。

かなしみは、デメリット値が高い状況で、自分で状況への対応ができないという状態と結びついて生じるカテゴリーです。

いかりは、デメリット値が高い状況で、相手への攻撃が行えるという状態と結びついて生じるカテゴリーです。

さびしさは、デメリット値と一人である・・・環境から遊離しているという状態と結びついて生じるカテゴリーです。

恥ずかしさは、身体や能力において、他者に隠しておきたいことが、他者に見えるような状態になったときに発するカテゴリーです。他者に隠していきたいことが発覚することがデメリットセンサー値として発火することになるカテゴリーです。

4. 解析や評価項目とプロセスの獲得

解析能力の充実とか評価能力の充実とかは、汎用人工知能が生活していく上で、成長していくと意味でも重要な学習能力です。あらかじめ、全ての項目やプロセスを装備させて汎用人工知能を設計することは不可能なことから。

能力の獲得としては、項目というカテゴリーであるノードを新たに追加し、そこをハブにして解析プロセスや評価プロセスが管理されるものです。また、プロセスも新規に獲得して、項目であるノードに登録されるべきものです。プロセスはコマンドになります。コマンドは、センサーやアクチュエータの値や動きとして支持されるものです。その支持は数学的オートロジーを介して実現されるものでもあります。

次のような数学的操作を学習するとしましょう。

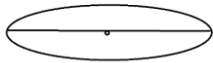
(例) $a+2*a=>3*a$

これは視覚と実際に手を動かして獲得していく知識です。この知識が名前を付けられて項目（カテゴリー）となります。

そうしてその計算プロセスは、(translate,from,'a+2*a',to,'3*a') というようなコマンドとして知識化されます。ただし、"translate"としましたが、通常は任意の固有の記号になります。自然言語が獲得されて初めて、"translate"という動詞が与えられます。

また、似顔絵の学習というものを考えてみます。

次のような図は眠たい感じの目の状況を表現します。



これは、瞼の掛かった目の状況を表現すべく、眠たい人の目をみると瞼が落ちるという事実から学習してとらえたイメージパターンです。視覚センサーと身体感覚の合わさった体験を知識化したものとなっています。

動画像イメージや音声やその他のセンサーからのデータのデータ解析項目とデータ解析プロセスの獲得も重要です。あたり判定が必要とされるとか、直角に交わっているとか、滑らかな面になっているとか、穴があいているとか、あらかじめこれらの項目の解析は装備していません。世界空間・時間の観測する中で事象の特徴をイメージの重ね合わせから得ていくことになります。プロセスはコマンドで表現されていきます。

5. パターンマッチングを近傍検索技術で代行すること

動画像認識で考えて見ます。パターンマッチングは通常2つの画像のピクセルの属性と配置に関する相関計数を求め、その大小によって相同と相異の傾向を判別するという方法で行われます。このパターンマッチングを位相空間の近傍検索といて実現する方法を提示してみます。

パターンの獲得は同じような画像の重ね合わせの一致している部分と異なっている部分の重なり度合いという位相によって行われます。ディープラーニングでパターンを学習しようが、強化学習でパターンを学習しようが、この基本原理は土台となる事実です。そこで、この事実をそのままプログラムとして構成していくことを考えて見ます。まずは、画像は大きさと回転と位置変位によって不変になるように調整して重ね合わせねばなりません。このとき、基本となる画像要素は次のものになります。

- (1) 線
- (2) 島
- (3) 帯
- (4) テクスチャ

の4つです。線は、線分の連なりですし、島は、同じ属性のピクセルの集まりで、なにも無い地の属性に囲まれたものです。帯は、幅のある線分で、線と島との合成したものです。テクスチャは、幾つもの線や島が有る規則で分布している領域で、その輪郭は線分列になり領域としてみると島になります。

ここでは、線と島と帯とテクスチャと4種のパターンに画像要素を分類しましたが、基本は全て、線分という有る一定の長さの画素列から構成されます。線分は、大きさと回転と位置変位という3つの位相属性で表現されます。あとは色ですね。色と併せて、4つの(key,value)のセットでそれぞれの線分は表現されるということです。これが正規化した画像要素空間から得られるパターンマッチング用の位相空間になります。

曲率という線の重要な属性を学習によって獲得していくことを考えて見ます。そこには2つの点を結ぶ線分があるでしょう。その線分の重なり具合は、2点を結ぶ直線から、さらに脹れて、線が曲がって、その長さが大きくなっていくものがあるでしょう。この線分の相同性と相異性を判断して位相が設定され、その位相が曲率になっていきます。その曲率を得ていくプロセスも、色々な条件にマッチすべく獲得されていきます。

6. パターンの名前付け

閉曲線を解析の根拠とする、枠と部品群という画像データの構造があります。枠を正規化して、重ね合わせて解析を進めます。それがデータの獲得です。その時、相同のデータの重ね合わせなのか、相異データで重ね合わせているのかという判断が重要となります。赤ちゃんが母親という顔の部分が同じ形状の人物に接していると、相同の身体画像の重ね合わせとして毎日を送ることになります。たまに父親に遭遇すると、顔パターンが別ですから、相異として別の重ね合わせデータとして蓄積していくことになります。母親の顔が同じでも、着ている服（身体）の違いなど、母親の部品である身体は相異して、母親という内部の部品として相異のデータ群に分けて重ね合わさっていきます。

このような処理を統一的に行うことを考えて見ます。まずは、入力画像データごとに異なる名前を汎用人工知能は生成して、振っていき正規化して重ね合わせしていきます。その中で、相同とした枠（入れ子構造をしています）に新たに名前を立てて振っていきます。こうした相同の正規化画像データのチャンクを造っていき、チャンクの中で、重なり大きい特徴点と重なりが少ない特徴点を特定して、その属性を解析（この解析は特徴点の形状によって支持します）していくプロセスをコマンドとして立てて知識としていき、パターン分析能力の充実を図り、オブジェクトとか行動とか属性とかのカテゴリー項目を立てていくことになります。

センサーやアクチュエータの値は、構造上、さまざまな特徴要素を持ちます。その特徴要素は基本的なもの（もっともベースにあるような）はオントロジー素性として記号化し、他の大まかなオブジェクトとかオブジェクトの動作、属性、格が帯びる意味を支持し、その意味を構成する要素となります。そのオントロジー素性のレベルまで意味を分解し、その素性の組み合わせというもので表わすものとして記号を捉えたとき、それはオブジェクトとか動作、属性、格を抽象化していくとして把握します。このオントロジー素性の抽出とか抽象化というものは交差法によって実現する能力であり、認識や行動制御などで頻発するパターンマッチング処理の基本となります。

重ね合わせで注意すべき点は、イメージの回転変位です。最もマッチする方向を揃えて重ね合わせをすると良いでしょう。間違ったマッチングになっていても、いずれは最も正しく回転変位を推定したイメージ同士が沢山重なるはずで、間違った回転変位の重ね合わせは、誤差分として捨てられるでしょう。

7. 評価システムの充実

評価システムは固定的な機構パターンがあるわけではありません。状況により、連想のネットワークが生まれ、その連想関係が評価であり、また、プロダクションシステムのように高速な纏まった機構として構築されるものがあったりします。

もっとも単純な評価システムは、単一パスになる連想です。「ここは安全である」というコマンドは、メリット評価を直ちに連想・・・発火するでしょう。その発展系である、ディープラーニングにより重み付き投票で、評価項目に評価値を連想させることもあります。

さらに複雑な物は状況による評価値が異なる場合です。「水を飲む」の評価は良好でしょうか、避けるべきでしょうか。暑い部屋では、熱中症予防から、水を飲むのは勧められます。しかし、レントゲン検査の前だと良くない。状況・・・世界の状況からのバイアスが大きいのが評価システムです。ならば、世界の状況を良しと悪しの2つの世界にわけて、それぞれの事象を弁別して連想付けるという方法もありそうです。そのときには、動詞が各良し空間と悪し空間のサブ領野になっている。良し空間と悪し空間は、レントゲンステージの中の評価項目であり、暑い部屋のなか・・・熱中症予防空間の評価項目としてあるという風にですね。暑い部屋ですと、我慢大会だったりすると「水を飲む」のは悪いことです。というようなこと。領野分割しながら世界の事象は評価という位相空間のなかに埋め込まれる。これも大がかりなシステムですが、求める評価システムとして必要なものです。

上記の状況に応じた評価システムを更にシステムティックに纏めていくとプロダクションシステムになっていきます。プロダクションシステムでは、条件コマンド群が満たされているときに、この処理を実行するというコマンドのその選択の事柄が評価値に結びつきます。

8. 世界イメージの獲得

世界は時間（シーケンス）と空間からなります。汎用人工知能にはあらかじめ、この2つの世界座標系が設定されています。そうしてそれは唯一で、生活には作業用に部分空間が作られ、時間・空間を基盤（ステージ）とするデータ処理をしていきます。作業空間の様子は、SLAM 技術により世界座標系に反映して、統一した世界認識の基となっていきます。

生活していくなかで、時間と空間にオブジェクトが登場してきます。その登場オブジェクトは変化していき、またオブジェクト同士が相互に作用しあいます。そこで、登場オブジェクト群が同じ範囲の時間、空間の区切りをシーンとして管理します。そのシーンの中での個々のオブジェクトを主格とする相互作用や変化をカットとしてコマンド群で表現していきます。これが世界イメージです。

時間、空間の中のオブジェクトの点が相同の時を接触とし、相異のとき、点同士の距離があるとき離れている（隙間がある）として、全ての動画像解析はこの接触と離れている状況という関係で、表現していきます。時間を追って、接触から離れている状況への変化するとき「from 格」であり、離れている状況から接触への変化は「to 格」です。そうして、接触（オブジェクトが見える状況と見えない状況があります）点では基本的に力が働きます。見えない接触は「場」として表現されます。

この時間、空間の認識の基、全ての格は獲得されていきます。

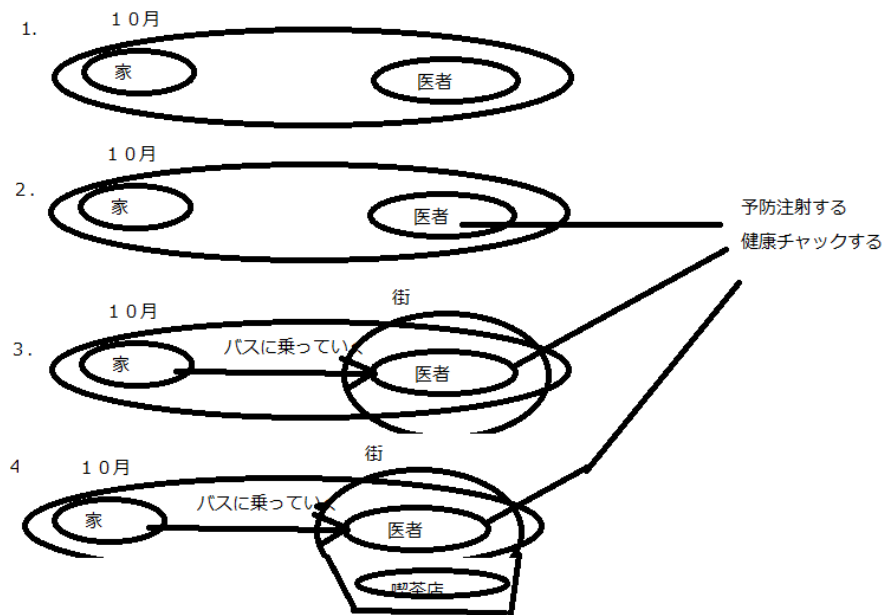
思考や行動に用いる知識は、コマンドであり、サイバー空間の構造を持ったイメージはオンデマンド解析でコマンドとして纏められて利用されていくものです。コマンドは、動作と格とオブジェクト・オブジェクト属性として表現され、利用される形式であります。これらの処理が世界イメージの獲得であります。

9. 世界の認識

世界の認識は、センサーからの認識（動画像や音声、接触など）と記号（言語系）の認識の2つからなります。いずれにしても、ステージ、シーン、カットという構造を持った認識となります。

（例）「10月に医者に行く。そこでは、インフルエンザの予防注射と健康チェックをして貰う予定だ。バスに乗り街にでるというのも楽しい。帰りには喫茶店にでも寄ってきたい。医者に行くのもたまには良い気晴らしになる」

この文章の認識過程を図示すると次のようになるでしょう。



図の説明をします。

1の図は、家と医者の配置関係を表わす世界です。

2の図は、医者で「予防注射する」「健康チェックをする」を行うことを明示します。知識としてもこのことは存在するものでもあります。

3の図は、「医者に行く」と「バスに乗って街に行く」という2つの行為表現の合わせ技で、街に医者があることと、そこへバスでいくことを提示します。

4の図は、喫茶店が街にあることを、「帰りに喫茶店で寄ってくる」から推定します。知識としても街に喫茶店はあるだろうという知識はあります。知識として、「医者から喫茶店へは歩いて行く」というような推論も展開しているでしょう。

10. 顔や体型の似顔絵の仕組み

人間にとって顔の認識は重要な能力です。汎用人工知能でも人間中心に考えて行けば、顔認識能力は重要であると予測できます。この顔認識では、似顔絵というものが汎用人工知能でも人間並にできることは必須になるでしょう。それは人間とのコミュニケーションがスムーズに行えることを保証するためです。

似顔絵の基本的な項目は次の2つです。

- (1) 線の傾き、大きさ（相対的な）といった属性
- (2) 線の組み合わせ、配置

枠と部品群という関係の中で、特徴点群とその特徴点群を結ぶ線分のありかたがもんだいとなる問題です。ゴム紐みたいに柔軟な変化は属性の特徴を際立たせて、有る有効な範囲であれば顔や体の特徴を捉えていると評価されます。これはまた、学習によって得られる項目であることが分かります。

顔は基本的に左右対称という前提があります。そのことは学習によって得ることもあります。生得的で無いのは、ヒラメとかの魚では、対称な顔をしていないことから言えます。その対称性のため、顔の中心線というものが重要になります。怒った顔、笑った顔、しかめっ面などの表情はこの中心線を基準とした、顔の各部品の傾き、大きさ、変位などの量（key,value）により生起します。

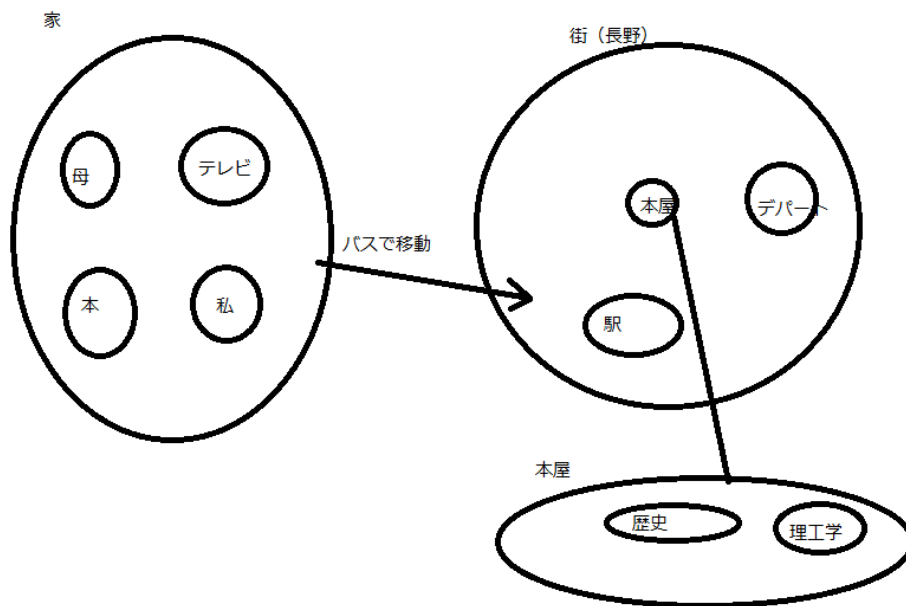
11. フォーカスと言語表出

サイバー空間と知識ベースのデータを基に言語は表出されます。無闇に表出するのではありません。言わんとすることはフォーカスの当たった、サイバー空間と知識ベースの部分空間のデータを基に行われます。

(例) 知識ベースの項目

「母が仁徳天皇に関する本が欲しいという。仁徳天皇の本は本屋さんにあるだろう。本屋に行こう。本屋さんは街にある。街に行こう」

この知識の推論をサイバー空間で見ると次の図のようになります。



フォーカスは、

- (1) 母は私に仁徳天皇の本は無いかと言う。
- (2) 私は、バスで街に行く。
- (3) 仁徳天皇の本は本屋（街にある）にある。

となり、

「母の要望で、仁徳天皇の本を買いに街に行く」と言語表出します。

ここで、

- (1) 「言われていく」から「要望」という単語を選択します。
- (2) 本屋で本を得るには、「買う」行為が必要という知識を使います。
- (3) 「街に行く」ことが重要な行為で、言語表出の中心行為であると判断します。

12. 思考の実現

人間は夢を見ます。荒唐無稽な物語が夢の中では展開します。しかし、荒唐無稽とは言え、各時点では、筋が通った事象が繋がって、それを事実として思考している自分を発見します。ときに、前の夢事象で起きていた事実が、少し時間が経った後の夢のなかでは、そのことに齟齬が生じて戸惑うという経験もあります。このように、思考はある時間間隔では筋が一貫しているという事実のチャンクというものがあるのだと暗示しています。そういうチャンクが無ければ、最低限度の思考とか意志の発現の一貫性というものは保証できないものなのでしょう。チャンクは一つのシーンを体現する部分空間であると言えます。

次に、思考の中身について考えて行って見ましょう。

(例) ボールが相手の足下どころがっていくのを見て、「ひろってください」と汎用人工知能が言葉を発するとき何が起こるか考えて見ます。

(機序)

- ・ボールが相手に近づくことをサイバー空間の距離認識から得ます。
- ・「近いと拾える」というサイバー空間と知識ベースによる事象項目からの知識がありません。
- ・その知識を実効にすると相手の手にボールが接触する(手に持つ)ことを予測します。
- ・手に持ったボールは投げて渡すことができるというシーンの知識がサイバー空間と知識ベースに分散してあります。
- ・そこで、その行動を纏めて、依頼コマンド「ボールを拾ってください」と作り込みます。
- ・コマンドを表層表現にして音声で発話します。

次に将棋の思考というものを考えて見ます。駒の配置の優劣というものを汎山学習するのを前提とする思考が将棋です。現在の盤面から、もっとも優秀な盤面への駒の配置変化を直観(無意識下の連想処理)によって得ていきます。その結果を調停場に保存し、その駒の配置が実際に可能で、最適な物かは意識下の思考(目標管理思考)で行います。思考には有利さという評価項目が常に評価されます。

13. おわりに

汎用人工知能の能力として、基本的に備わっていないなければならないものは、数学的オントロジー能力であり、汎用人工知能で知識を表現するデータエリアであり、そのデータエリアをアクセスするプロセス（メソッド）とデータを学習する基本プロセス群です。その基本的な能力により各種の学習が行われ、知識体系が形成されていきます。

汎用人工知能は自律的、自己組織化システムであると提示してきました。その自己組織化の中心プロセスは、能力の獲得と青舞性の克服です。能力の獲得は、強化学習と交差法で実現し、曖昧性の克服はディープラーニングで対応していきます。いずれも、多数のデータの重ね合わせによる相同と相異の要素を切り出していく技術です。データの重ね合わせは、データの持つさまざまな構造を浮き彫りにしていきます。

データの流れは、センサーの(key,value)セット・・・とくに画像は配列構造をその中で成します。そうして、配列はデータの正規化とか回転、移動、拡大・縮小の処理を成します。また、SLAM を実効してサイバー空間という世界座標に知識として保存します。一方で、記号化して動画像をコマンドで表現していきます。交差法でコマンド体系を精密化していきます。そうしてコマンド体系は知識ベースを構成していきます。

これらのデータの保存形式は、グラフでありステートマシンでありデータフレームであります。曖昧性処理は、ディープラーニングで克服していき、そのディープラーニングで使用する配列データはマトリクス演算をもって管理されていきます。

こうした学習機構の結果から、最終的にアクチュエータの起動とか思考過程として、適切な行動発現を実現していくのが汎用人工知能の最終目標です。

最後に汎用人工知能技術をロボットという小さな身体に埋め込むための素子である、電子頭脳を実現することを考えて行ってみます。

電子頭脳が必要な理由は、小さなロボットの頭脳として、ロボットの身体に埋め込めるだけの小ささで、超平行処理というハードウェア資源を多く必要としているからです。その電子頭脳が装備すべき平行処理機構は次のものです。

- (1) パターンマッチング：近傍検索を超平行処理していきます。
- (2) 集合演算：交差法や or, and, not, exclusive_or などの演算を実現します。
- (3) グラフやステートマシンの造り込みや走査
- (4) 辞書のアクセス：名前アドレス変換や連想、(key,value) セットの処理を行います。
- (5) ディープラーニング：曖昧性処理をします。マトリクス演算をします。

重み付き投票をします。

- (6) 強化学習：メリット・デメリットのセンサー値によるデータの重ね合わせ制御をします。

- (7) ポテンシャル法の実現：配列要素にポテンシャル値を振ることとポテンシャルの重ね合わせと重ね合わせの結果の評価を行います。
- (8) プロダクションシステムの実現：直観を実現します。
- (9) 発火連鎖の実現：サイバー空間や知識ベースのなかで、フォーカスの管理をおこないます。
- (10) ノードの走査：グローバルな走査能力：素性の **and** 条件での走査と素性の **or** 条件での走査を実現します。

動画像解析や音声解析などセンサー値の解析では、センサー値は固有の1つ1つの纏まったシステムであり、基本的には超平行処理としてでは汎用人工知能の持つ機能ではありません。ただ、画像認識で、線分分布というものが重要になり、システム内部で、超平行的な処理が行われることはあります。画像処理装置として汎用人工知能としては別途考えて行く必要があります。

付録 電子頭脳の構成

汎用人工知能をロボットに埋め込むときにはコンパクトな装置として纏めなくてはなりません。ロボット身体は小さいからです。そこで、汎用人工知能をコンパクトな装置として実現する電子頭脳が重要な技術になります。

コンパクトなハードウェアということであれば、インデックスとかハッシュ技術はできるだけ避けたい技術です。大々的に使うものではないでしょう。そうして、プロセスを構成する命令セットは小さくし、データエリアも単純な繰り返しのパターンを構成する物になるはずです。

意志と目標管理思考と行動制御、認識、学習は、そんなに多くの平行処理は不要なシステムでしょう。普通の CPU で実現できます。

しかしながら、意志といっても多重に実行されるプロセスです。メインのプロセスはフォアグラウンドとして1つでも、周辺にバックグラウンドとして沢山のサブの意志システムが実行されます。例えば、手を動かして水をのみながら、足はダンスを踊るとかです。目標管理思考も行動制御も同じです。

その他の作業プロセス群は目的別の単純命令で、超高密度の平行処理向きアレイを構成するものになるでしょう。これらは、意志と目標管理思考と行動、認識、学習を実現するライブラリのような位置づけになります。

CPU やアレイの種類によりハードウェアは領野分散して構成され、OS はプログラムとアレイとのマッチングをして (アレイの命令セットの識別子で)、プログラムをアレイに配備することになるでしょう。

以下に、アレイで動作するモジュールの構造を示します。

(1) 近傍検索 (パターンマッチング)

一次元の配列と配列の **key** と精度を基本データエリアとして3つ持ちます。

一つの配列の要素には下位の基本データエリア (更に細かな精度のデータが入ります) の名前が格納されます。下位の配列が無いときには、**null** が設定されます。

もう一つの配列には、オブジェクト名が入ります。オブジェクトがこの位置に無いときには、**null** が設定されます。オブジェクト名が2つ以上配置されるときには、下位の配列が造られ、そこに2つ以上のオブジェクト名が別々になるように埋め込まれます。

も一つの配列には、オブジェクトの **value** が設定されます。

(2) 集合演算

リストによって集合を表現します。集合の集合はリストのリストで表現します。
And,Or,Not,Exclusive_or などの走査は、リストの要素ごとに演算していきます。

(3) グラフやステートマシンの構築と走査

ノードとなるチャンクをパターンマッチングで得ます。ノードとエッジはそれぞれの領野に固有の名前で管理されます。

ノードはエッジの名前のリストを持ちます。

ノードはチャンクを持ちます。

ノードは名前を持ちます。

エッジは名前を持ちます。

エッジは連想するノードの名前を持ちます。

(4) プロダクションシステム

プロダクションシステムの一つの要素は、条件パターンと連想先プロセスをそれぞれ名前で持ちます。

(5) 強化学習・ポテンシャル法

強化学習は重ね合わせ用の配列を持ちます。配列の一つは重みを保持し、エントリーがある毎に重みをカウントアップします。

配列のもう一つは、配列の重みに対応するプロセスの名前を保持します。

以下に、CPU で動作するモジュールの構造と動作概略を示します。

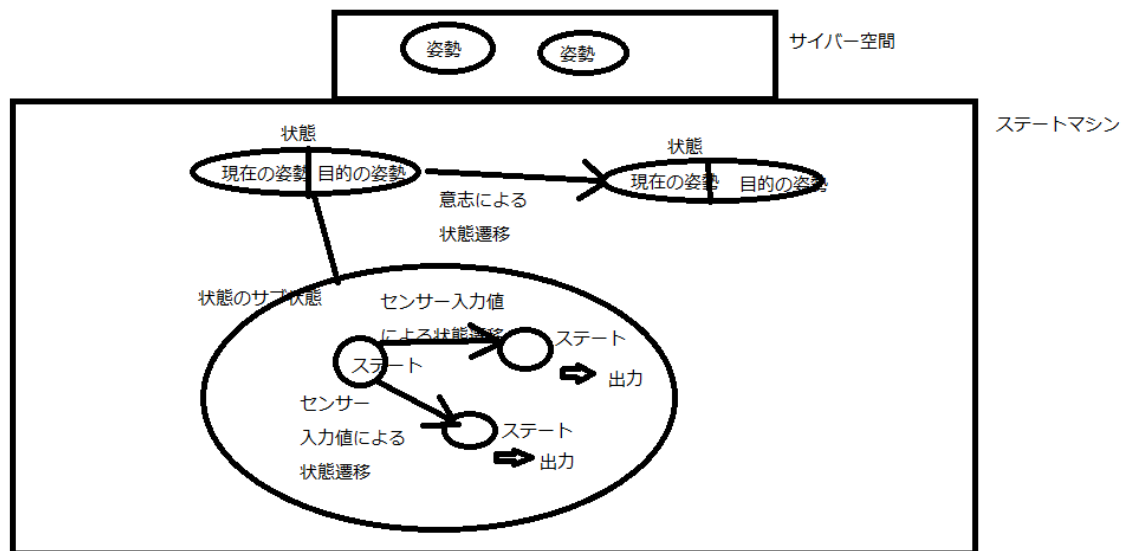
CPU で動作するモジュールはコマンドを中心に動作します。コマンドの実行の中で、アレイで実行するモジュールが超平行処理として動作します。

一方で、画像は普通、配列で表現できますが、線分分布として見ますと(key,value)セットとして位置情報も線分属性も表わしていくと、パターンマッチングを高速にできます。線分は、start_x=10,start_y=12,end_x=20,end_y=22 というように始点と終点の座標として表現でき、傾きなどは、この値から計算によって求めることができます。実際、人間の視覚システムの最初の処理は、微小線分群で画像を覆うことです。で、この線分群を (key,value) で表現して、上位のラインとか島とか特別な形の特徴形状パターンというものは、(key,value) に名前を付ければ、その名前のリストとして全て (どんなに高位の認識パターン要素も) 表現できるということです。特徴点 (エッジとか分岐点とか、端点とか) の表現も同様……。画素よりも情報量が大きいが基本的である線分というものを基盤にすえる。人間の脳のような画像解析方法みたいに線分から何か特徴有る更に大きい線分、島とかの構造を持たせても良いわけで、これは汎用人工知能の実現方法の問題です。こうして、センサーもアクチュエータも画像を含めて、(key,value) セットで表現できると言うことになります。

この (key,value) セットでチャンクを切り出し、動作とオブジェクトと格をまとめたものがコマンドになります。コマンドはマクロ的な行動・思考を高速に実現するための機構なのです。

行動や思考などの汎用人工知能の活動の起点は、意志システムが担います。日常の活動を大まかに規定するコマンド群が上位に位置づけられて存在します。「寝る」とか、「食事する」とか、「勉強する」とかです。その大まかなコマンドの下位に知識ベースとして、細かな現在の作業とか、予定の作業とか、「ああなら、こうしようとか」の計画的な作業がコマンド群として存在しています。プロダクションシステムでは、条件項が満たされたときに実現するアクション項の中に、意志システムのローカルなものが存在するでしょう。意志システムは入れ子構造しているのです。きちんとした入れ子で無く、上位と下位の入れ替わりもあります。すべては、評価システムによって、今行う行動・思考を定める意志システムを選択していくことで、汎用人工知能としての統一感を維持します。

行動・思考の制御というものを考えてみます。下記のようなステートマシンを構成します。



(現在の姿勢 | 現在の姿勢) のステートから開始し、(現在の姿勢 | 近未来の姿勢) のステートに意志の力 (コマンド) で移行します。すると、(現在の姿勢 | 近未来の姿勢) ステートで、現在のセンサー値が計られ、ステートマシンから出力 (アクチュエータ) の値が決定され、行動・思考します。その結果はセンサー値として帰ってきて、状態サブシステムのステートマシンのステートが変わります。結果、次の出力が決定されて、以下続いていきます。

汎用人工知能の基盤は、学習能力です。センサーとアクチュエータからデータを収集し、データの構造を組織だって推定し、サイバー空間と知識ベースに組み込んでいく。そんな能力です。データの構造は、汎用人工知能が生活していく中で、繰り返し現れるデータを重ね合わせて、重ね合わせの濃淡により推定していくものです。濃淡パターンは色々な組み合わせで、解析し特徴項目とその相関性と、その項目を抽出するプロセスを記号として纏めていきます。重ね合わせは、大きさと角度を正規化して行うようにすることが重要な着眼点になります。あとの技術は、その重ね合わせ技術の延長線上に展開していくでしょう。