

思考や行動制御について、ずっと考えてきましたが、高速な物として実現することを中心に据えるとどの処理もキーとなる要素は、行くつくところ、次の2つの技術です。

- (1) パターン発見
- (2) パターンマッチング

パターン発見は人工知能が自律的に外界を認識することで、得られた外界の構造をメモリに記録し、あとで使えるようにすることです。

パターンマッチングは、現在のパターンが過去に経験した物であるかどうかを認識することで、経験した物であれば、その経験を再生し、後の推論と行動発現の根拠とすることです。

1. パターン発見

パターンとは共起事象の重ね合わせの濃淡です。原因結果というパターンも原因事象の生起と結果事象の生起がかなりの頻度で何度も共起することで、推測されます。

重ね合わせの濃淡で事象を切り出しますと、事象の空間はグラフ構造のネットワークを作ることになります。この空間は膨大になりますから、適切な構造と記号で表現していくことになります。その一つが (key,value) セットでの表現となり、コマンド表現となります。

コマンド表現とは、(動詞[格,オブジェクト名]・・・) の形式のデータ構造明示の記号です。

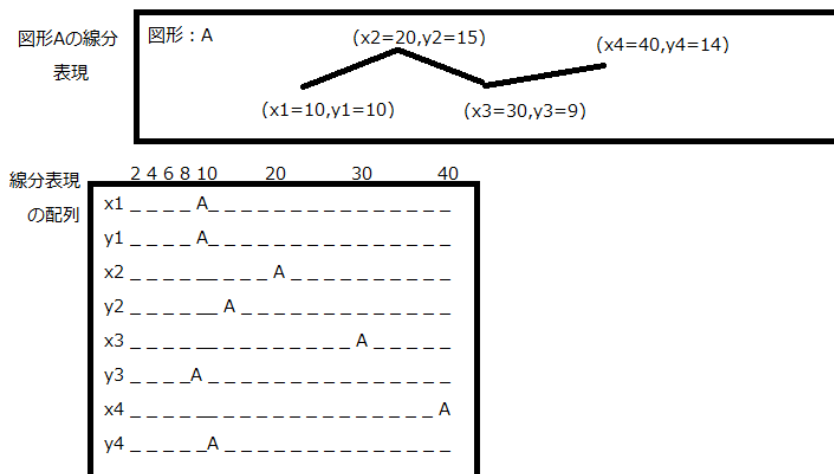
重ね合わせには、どのパターンにも共通する(一般のパターンは核になるパターンの合成になる)ものが抽出できるのが普通です(議論は必要ですが)。この核パターンの発見が基本的に重要になります。音声だと音素とか拍のようなものであり、画像イメージですと視覚野の核図形群です。

パターン発見は、組み合わせ爆発を起こす問題をはらんでいます。適切なアルゴリズムを設計して、高速な物として実現する工夫がいろいろあります。パターンの構造毎に最適なアルゴリズムがあるようです。

2. パターンマッチング

画像イメージを中心に考えて見ます。ある画像が提示されたとき、膨大な知識として格納されている画像から、提示の画像が含まれる画像イメージを取り出すには・・・高速に取り出すにはどうしたらよいでしょうか。

知識の中のイメージ画像に対して、既存画像と完全一致する画像を提示して、知識のイメージ画像のある部分を想起することは、画像を線分分布として得て、その配置と向きとをもって (key,value) として表現し、配列構造のデータに纏めて、近傍探索により実現できます。高速なパターンマッチングになります。



(図の説明) 点とその座標に識別子を割り当てて、(key,value) に展開します。その後、key を配列の名前として、座標値を配列の要素として、検索用のテーブルを構成します。

では、既存画像とは少し変形した画像を提示して、知識の中のそれに近い画像を想起するという問題はどのようにして解決できるのでしょうか。急に実現が難しくなります。普通の画像の相関係数を求めるというパターンマッチングよりも高速なパターンマッチング方法は実現できるのでしょうか。

一つの方法は、知識の中のイメージを線分分布の (key,value) 表現から配列を造り、保存します。そして、提示画像も同様の操作で配列を造り、マッチングして相関係数を求めるという方法で、もっとも重なるイメージを求めるというものです。しかし、これだと線分分布を求めないで、画素毎のマッチングで相関係数を求めることと同じことで、高速化のメリ

ットが生まれません。

ということであれば、画像は標準的な図形（核図形）の集まりとして表現するという方法の可能性に賭けるしかありません。それは、人間の視覚認識の処理の中間に、線分分布を求めた上位に特別な図形に対応する神経回路群があることから支持されます。変形は、この標準化という特異図形への収束という形で吸収し、知識の核図形の提示核図形との完全一致を追求する技術に置き換えます。完全一致ですから、近傍探索で高速に近いイメージを発見できます。

ただし、核図形は多くの図形で共有するものです。完全一致の近傍探索では、複数の核図形について一致度をみて、その候補のイメージの識別子の最も多くの候補になっているイメージを選択することになります。高速な集合論の **and** 処理ができる技術を必要とします。その手法として、**(key,value)**配列の要素に画像識別子（1以上の数値を割り当てる）のリストの名前を保存し、リストは数値を昇順に並べておくとよろしい。

ここまでは、核図形セットを得る技術ですが、実際の画像は核画像の大きさと向き、配置の3要素をもって決定されます。であるから、先ず核図形セットを得てから、画像識別子が決定されないときには、核画像セットについて大きさと向きと配置の **(key,value)** セットによって、相関係数によるパターンマッチングを行うことになります。核画像セットという手がかりが得られていますから、相関係数を求める技術は高速なものになるはずですが。

(例) 図形 A は円として **a1**、三角として **a2**、**a3** で構成されます。

図形 B は円として **b1**,三角形として **b2** で構成されます。

‘**a1** と **a2** は大きさ **l1**、角度 $\theta 1$,相対位置(**px1,py1**)を成す。

‘**a1** と **a3** は大きさ **l2**、角度 $\theta 2$,相対位置 (**px2,py2**) を成す

‘**a2** と **a3** は大きさ **l3**、角度 $\theta 3$,相対位置 (**px3,py3**) を成す

‘**b1** と **b2** は大きさ **m1**、角度 $\alpha 1$ 、相対位置 (**qx1,qy1**) を成す

これで、1つの**(key,value)**配列を作ります。Keyは、

Key1=円と三角形の関係とサブ key として **l**、 θ 、**px**、**py** ; 値は1次元配列

Key2=円と円の関係とサブ key として **l**、 θ 、**px**、**py** ; 値は1次元配列

Key3=三角形と三角形の関係とサブ key として **l**、 θ 、**px**、**py** ; 値は1次元配列

3. 核図形について

画像は、先ず線分分布として解析され、その後、線分分布から幾つかの図形として表現していくことが有効です。閉曲線は、領域として把握できます。開曲線も、疑似曲線を生成して領域として把握できます。そうして、領域を特定の核図形の組み合わせとして近似していくことができます。高速処理を実現するには、核図形の組み合わせで近似し、必要に応じて、元の画像に戻って、精密に解析していくことです。核図形の組み合わせでは、核図形は大きさを統一し正規化して管理し、実際の組み合わせでは、組み合わせでの核図形の相対的な大きさ、向き、配置を係数にして展開していきます。

核図形として2つの体系を考えました。

- (1) 無数の画像の重ね合わせから、重なる濃淡によって、核図形を交差法で切り出すものです。人間の脳の視覚野はこの手法で行っているのではないのでしょうか。
- (2) 点、線、円、正三角形、正方形、格子という対称図形を基本核図形とするものです。それと対称の破れとランダム性の2つの属性を導入します。

いずれの場合にも核図形の集まりで画像を近似し、画像の変形に頑健に対応できるように考えた物で、パターンマッチングの第一段階は、核図形の集まりをもって分類します。そのとき、候補パターンが複数あるとき、核図形の対を手がかりに、相対的な大きさ、向き、配置を (key,value) として配列化して近傍探索を行うことで、一つの候補に絞り込んでいきます。最後にそれでも結論がでないときは、相関係数を用いて判断します。この相関係数を求める画像対は核図形を用いた処理により候補が絞り込まれていますから、高速なパターンマッチング処理となります。

(2) の核図形体系の場合、凸図形が基本図形レイヤーに置かれます。凸図形が複数重なった図形ですと、'+ 'レイヤーに含め(図形を加算することを '+ 'で表現します)、凹部分の図形については、'- 'レイヤーに含め(凸図形から別の凸図形を切り取って凹図形を造る操作を'- 'で表現します)で重ね合わせます。その他に属性レイヤーとして対称性の破れを支持するものと、ランダム性を示すレイヤーを持ちます。全て重ね合わせですから、核図形セットとして展開されます。

4. おわりに

試論を印してきましたが、実際の所、人間の脳はどうやってパターンマッチングをしているのでしょうか。イメージの想起や発想を高速に行える技術の本命とはなんのでしょうか。疑問です。

ここでは、本レポートが提示しているシステムを採用した場合について、少し議論していきたいかと思います。

ロボットと電子頭脳の組み合わせがアンドロイドです。ロボットは、センサーとアクチュエータのセットであり、セットの各要素が固有のデータを入出力するものです。電子頭脳は、ロボットの生成し消費するデータ値を、意味を持った構造にして保管し、利用し、外界の状況を認識し、そこに働きかけを行って行く装置です。

このようにアンドロイドを捉えると、電子頭脳の基本は次の能力に集約できます。

- (1) データの構造化
- (2) データの保管
- (3) パターンマッチングによるデータの取り出しと消費
- (4) 自己存在の意味の追求（意志システム）

データの構造化はパターンの発見であり、パターンマッチングと共に、電子頭脳の根幹の技術となることが分かります。如何に外界と整合が取れたデータ構造になっているかということと、パターンマッチングを如何に精密に高速に行えるかということが最重要技術であるということです。本レポートで提案した技術がこの要請にこたえられれば良いのですが。どうでしょうか。

応用として、顔認識を考えて見ます。基本的に、閉じた曲線1本で顔の輪郭は構成されます。だから、円によって先ずは分類されます。その円の内部に部品として目と鼻と口があります。どれも円です。その円同士の相対的な大きさと向きと配置によって、目らしさとか鼻の位置がとか口の位置だとか展開していきます。

人物を特定するには、もっと目とか、眉毛とかの細かな形状がパターンマッチングに必要なデータとなります。顔特定用の領野が必要な理由です。

おわり