

「自律成長型人工知能」で述べた技術をいよいよインプリメントすることを考え始めました。まずは、RTミドルウェア、RTコンポーネントを念頭に、人工知能技術を埋め込むことを考察してみたいと思います。コンポーネント分けは次の表のようになると思います。

| | |
|------------------------|--|
| <p>知能処理管理コンポーネント群</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・プロセスオブジェクト管理コンポーネント ・時間、同期管理コンポーネント ・身体調整コンポーネント |
| <p>知識データ処理コンポーネント群</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・文脈管理コンポーネント ・オントロジーコンポーネント ・モデルコンポーネント ・カテゴリーコンポーネント ・作業メモリ管理系コンポーネント ・文章パターンコンポーネント ・発話パターンコンポーネント ・文字イメージコンポーネント ・画像イメージコンポーネント |
| <p>センター処理コンポーネント群</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・意志系コンポーネント ・評価系コンポーネント ・プランニングコンポーネント |
| <p>学習機構コンポーネント群</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・モデルデータ収集・更新コンポーネント ・カテゴリー生成、更新コンポーネント ・パターン発見コンポーネント ・情報の固まり発見コンポーネント ・共起情報発見コンポーネント |
| <p>入力系コンポーネント群</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・感覚入力、感覚の固まり把握コンポーネント ・感覚入力、他人を自己の体験として見なす（ミラー系）コンポーネント ・パターン認識コンポーネント ・音声入力コンポーネント ・画像入力コンポーネント ・文字入力コンポーネント ・文章認識コンポーネント |

| | |
|--------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ・動き認識コンポーネント |
| 出力系コンポーネント群 | <ul style="list-style-type: none"> ・行動系コンポーネント ・行動系パス管理（プランニング）コンポーネント ・文章生成コンポーネント ・文字、図形出力コンポーネント ・音声出力コンポーネント |
| 入出力系コンポーネント群 | <ul style="list-style-type: none"> ・思考コンポーネント ・思考系パターン認識コンポーネント ・思考系視点変換処理コンポーネント ・思考系パス管理（プランニング、リーズニング）コンポーネント |

1. コンポーネントウェア

各コンポーネントの機能説明に入る前に、コンポーネントの動作とコンポーネント間の通信の仕方について説明したいと思います。

先ず、コンポーネント群を管理するバスがなくてはなりません。バスも、コンポーネントもスレッドとして平行処理されていきます。SOAでは、最初にバスが1つ起動されます。バスから必要に応じてコンポーネントが起動され、コンポーネントはバスから制御を受けます。コンポーネント間の通信は、データポートというパイプ技術によって実現されます。その他に、サービスという、CORBAとかSOAPとかの制御渡しの通信方法もあります。今回はこちらは考えないことにします。データポートによる通信を前提に技術を考察していきたいと思います。

データポートの設定（パイプ張り）とかサービスの設定とかは、コンポーネントがバスに依頼して行います。

データポートは通常はオブジェクトデータをコンポーネントAから write し、それをコンポーネントBから read するのですが、そのオブジェクトデータをコマンドパターンにすれば、コンポーネントAからコンポーネントBを制御できるということです。要は、約束事ではないのです。

そこで、メインデータポートを1つデフォルトで持つとします。それはデータポートの命名規則で決めておけば唯一性は確保できるし、標準化されていますから、プログラム作りは簡単です。このメインデータポートはコンポーネントの制御に用います。あと、他にデータポートを開設して欲しいときは、このメインデータポートにその旨のコマンドを送ればいいのです。そのときのデータポートの名前とどんなデータが流されるかも指定します。無論、このデータもコマンドパターンであっても良いわけです。

2. 知能処理管理コンポーネント

この機構はバス（RTミドルウェアを想定）の中にあるべきかもしれませんが。バスはコンポーネントを制御する集中管理システムだからです。

2.1 プロセスオブジェクト管理コンポーネント

プロセスオブジェクトの全てをコア上にもてないときは、永続化して、必要になったらコアに持ってきて処理を実現するという風にしないでなりません。仮想メモリ技術みたいな物ですね。64ビットマシンならばOSの仮想メモリ技術だけで問題なく動くかと思えるのですが、もし、駄目になったら……。再配置可能なプログラムとして永続化し、自前で仮想メモリを実現するしかないではないですか。

あるいは、データだけを永続化し、アルゴリズムは共通なオブジェクトとして、データを入れ替え入れ替え処理していくという方法もあります。作業データの書き戻しとか面倒な処理が必要ですし、速度向上のためには先読みして行くことも技術としては開発しないといけないでしょう。

2.2 時間、同期管理コンポーネント

ある時間間隔は、同一時間として、システム全体のデータを管理したいわけです。タイムスタンプ管理といえます。人間と同じ間隔を持たないと、テレビや映画をロボットは理解できなくなります。1秒を30で割るのでした。そんな間隔が同時性の間隔なのです。

発火のタイムスタンプの一致度でデータの同期管理を行います。

2.3 身体調整コンポーネント

体の具合を把握する必要があります。壊れている部品とか、エネルギーがあるかとか、そういうことを自己診断できないといけません。

オントロジーと身体感覚が一致しないと体の調子を視覚によって確認していく。そんな、特別な行動プロセスを起動することになります。この辺は、意志系と深く関係を持つことになります。意志系の自己管理コンポーネントとも言えます。

3 . 知識データ処理コンポーネント

このコンポーネントは知識の種類毎にあって、他の多くのコンポーネントから利用されます。そして、そのコアは悉皆検索処理です。知識データ（レコード）を高速に全件、悉皆的にサーチしパターンマッチングしていきます。この人工知能技術の大前提の機能です。これがないとこの人工知能技術は絵に描いた餅なのです。ハードウェアによる実現が望まれます。

認知とは知識オブジェクトの発火であるとしてきました。発火は連想関係にあるオブジェクトを次々に現在タイムスタンプを押すことですが、この知識相関の深さは1レベルだったり、あるいは、連想の強さでレベルを管理してもいいと思います。全てを発火するのは時間的に無理でしょう。

それから、発火される知識の間に排他関係を見いだしたら（このチェックを行う機構も必要です）アテンションを上げて、デフォルト処理から意志下の思考システムの下で、再解析していきます。

3 . 1 文脈管理コンポーネント

知識の中で、デフォルト処理に用いられるものを集めたものが文脈です。基本的に、間近に発火した知識がこれになり、また良く発火する知識がこれに相当します。プライミング効果を実現できれば更に良いです。

これを利用するコンポーネントは、意味情報とかカテゴリー名などのリストを指定して、知識データコンポーネントのデータポートに送り出します。知識データ処理コンポーネントは次々にマッチングしていき、マッチングしたものをまとめて非同期に指定のデータポートに返却します。非同期なのは、無数の利用者コンポーネントから同時に要求がくるからです。それに対応するには非同期しかありません。

発火は、悉皆的検索時にパターンマッチングしたらタイムスタンプを更新することです。あとで、最新のタイムスタンプのものを検索して取り出し、利用します。

3 . 2 オントロジーコンポーネント

身体とか、本能行動の部品の行動要素群をデータとして表現した知識のコアです。書き換えは出来ません。発火はします。これを基本として（意味素性として）モデルとかカテゴリーとかが生成されていきます。

3 . 3 モデルコンポーネント

学習機構によって充実していく知識オブジェクトです。これは、個物として人工知能が向き合う相手や概念（オブジェクト）を表します。メインは人物です。会話では、あるステージのシーンのカットの、コーパスがそれにあたります。

知識オブジェクトは時系列でスタックしていきます。

また、現在の会話や自分の置かれた情報を記録していくシステムでもあります。文脈は主に、この現在の状況を表すモデルの最新状態です。

3.4 カテゴリーコンポーネント

モデルを抽象化した知識オブジェクトがカテゴリーです。推論や認識、知識処理の基盤となるデータ群となります。カテゴリーコンポーネントは、カテゴリーの生成、更新、体系化などメンテナンス処理全般を機能として持ちます。

3.5 作業メモリ管理系コンポーネント

作業データの内、高速の悉皆的検索処理をする必要のある物をここで管理します。また、黒板システムとして、多くのコンポーネントから利用されるデータをここに知識として管理します。

3.6 文章パターンコンポーネント

文章を生成するためには特別なデータを必要になります。例えば、「公園を」と、「歩く」というように言葉には規則的な順序というものがあります。こういうことを言ったあとはこうゆう事をいうというのは、作家の個性としてあるものなのです。そして、そのデータはカテゴリーシステムと強く結びついています。従って、この知識データ処理コンポーネントの一コンポーネントとして位置づけるわけです。

3.7 発話パターンコンポーネント

発話も文章生成と同じようなことがいえます。

3.8 文字イメージコンポーネント

モデルなのですが、特別な体系を持っていますので、モデルとは独立して配置しました。

3.9 画像イメージコンポーネント

人工知能に絵を描かせたい。それはモデルでもありますが、特別な体系を持っていますから、モデルとは独立して配置しました。

4．センター処理コンポーネント

4．1 意志系コンポーネント

人工知能の生存とか、成長とかに有利な方向に思考コンポーネントとか、行動コンポーネントとかを導くコンポーネントです。危険があると、特定の登録してあるコンポーネントの処理を実行し、他の処理を中断させます。そうした、状況特化したプランニングシステムを起動します。

また、知識オブジェクト群のフォーカス設定も行います。計画の記憶も、計画の遂行の管理も意志系で行います。

4．2 評価系コンポーネント

意志系コンポーネントの為に、現在、将来の状況を総合的に評価していくコンポーネントです。その評価のデータを知識としてもちます。そのコアはオントロジーコンポーネントが管理しています。

知識の重要度もこの評価系が知識オブジェクトに重要度値を指定して行っています。

4．3 プランニングコンポーネント

行動のパターンを発見するコンポーネントです。意志系コンポーネントで選択された行動（現状オブジェクトと目標オブジェクトで指定される）から、それを実現する、パスとなる一連の作業を知識から見いだす作業を行います。

プランニングは基本的には総当たりで知識の断片を結合させていきますが、それだと効率が悪いです。それにはタイムシーケンスをマルコフ過程のように確率値で知識の断片間にはって置くのも良い方法、現実的な方法と思います。

5 . 学習機構コンポーネント

5 . 1 モデルデータ収集・更新コンポーネント

モデル知識を収集し、モデル知識を更新します。

これは、入力系コンポーネント群で得られたデータを知識ベースにスタックしていく処理です。

新規のモデルを作ったり、既存のモデルに新規情報を設定したりします。通常、時系列データになります。

5 . 2 カテゴリー生成、更新コンポーネント

モデルや他のカテゴリーを抽象して新しいカテゴリーを創ったり、既存のカテゴリーに適切なデータを追加していく処理を行います。

基本的には、対立するオブジェクトの違いを際立たせるような意味情報によって抽象化します。

5 . 3 パターン発見コンポーネント

繰り返し行われるパターンを発見します。意味情報とかカテゴリーとかの出現を監視して行います。パターンはカテゴリーとして成長させていきます。

5 . 4 情報の固まりの発見コンポーネント

データを区切る枠組みデータを基に、意味記号とかデータとかの固まりを発見します。弛緩法が使われます。ここで区切られたデータの固まりはモデルになります。

5 . 5 共起情報の発見

因果関係や情報の固まり、パターンを発見するには、データの共起を捕らえねばなりません。共起関係もモデルになります。

6．入力系コンポーネント

6．1 感覚入力、感覚の固まり把握コンポーネント

センサからの入力をオントロジーに照射する機能です。また、その上のモデル、カテゴリーも発火させます。

6．2 感覚入力、他人を自己の体験として見なすコンポーネント

他人の行動の理解機能を実現します。これは特別な視覚から意味素性に変換するオントロジーを必要とする機能です。

パターン認識を駆使して行動の理解をしていきます。

マッチしたモデルも発火します。

6．3 パターン認識コンポーネント

入力を知識と照合する機能一般です。コア機能コンポーネントです。音声入力、画像入力、文字入力、文章認識、動き認識の各コンポーネントの配下で動作します。

マッチしたモデルも発火します。

6．4 音声入力コンポーネント

音声認識機構です。

カテゴリー、モデル、オントロジーを知識ベースから得てパターン認識をしていきます。そうして、マッチしたカテゴリー、モデル、オントロジーを発火します。

6．5 画像入力コンポーネント

イメージ認識機構です。

認識対象毎にコンポーネントは異なります。同時並行でイメージを認識していきます。画像カテゴリーなどを知識ベースから得て、パターン認識していきます。

マッチしたモデル、カテゴリーを発火します。

6．6 文字入力コンポーネント

文字認識機構です。

文字モデルを知識データ処理コンポーネントから得てパターン認識していきます。

マッチした単語モデルを発火します。

6．7 文章認識コンポーネント

文章認識機構です。

単語、文法、カテゴリーなどを知識データ処理コンポーネントから得て、パターン認識していきます。

マッチしたモデル、カテゴリー、オントロジーを発火します。

6.8 動き認識コンポーネント

動き認識機構です。

動きモデル、オントロジーを知識データ処理コンポーネントから得て、パターン認識していきます。

マッチした動きモデル、カテゴリー、オントロジーを発火します。

7. 出力系コンポーネント

7.1 行動系コンポーネント

行動を制御するコンポーネントです。

試行錯誤で、モデル予測制御を行います。基本的に思考系コンポーネントの支配を受けます。

7.2 行動系パス管理コンポーネント

行動のプランニングをするコンポーネントです。現在地点と目標地点、経由パスを与えて、知識ベースから行動計画を収集していく処理です。

7.3 文章生成コンポーネント

指定の知識を表現する文章を生成するコンポーネントです。

知識へのフォーカスと、モデルが知っているはずのことを除いて、発話を計画し、実行していきます。

7.4 文字、図形出力コンポーネント

文字や図形を手を用いて描くコンポーネントです。

7.5 音声出力コンポーネント

会話を行うコンポーネントです。

8．入出力系コンポーネント

8．1 思考コンポーネント

思考機能を実現するコンポーネントです。目標を設定されて、思考のための知識を知識オブジェクト群から収集し、知識オブジェクトに無い物には試行錯誤を実現し、目標の解答を得る機構です。

8．2 思考系パターン認識コンポーネント

思考はイメージが基本ですから、それを記号に置き換える処理が必要です。このコンポーネントがそれを行います。

8．3 思考系視点変換処理コンポーネント

イメージデータを基本として、視点を変換したときの記号的な意味記号を得ます。

8．4 思考系パス管理コンポーネント

思考の流れを決定するコンポーネントです。知識ベースから目標の解答を得るための思考行動のパスを収集します。

9 . 人工知能のシナリオ

9 . 1 朝の風景

朝起きたとき、何しようと思う。思わないでも何か行動を決定します。その決定は、「出かける」、「トイレ行く」、「食事する」という「朝」という現在の状況からの連想項目から選択されます。「腹減った」という感覚から意志コンポーネントによって、「食事する」の知識オブジェクトの優先順位が上がっています。そこで、「食事」フレームオブジェクトが思考コンポーネントに選択されます。

「食事」には、「食材」、「時間」、「場所」などの知識オブジェクトが連想されています。朝の台所の食材ということで、「台所へ行く」行動を起こします。それは思考過程からのコマンドで起動され、行動系が行動プランニングをし、行動中、思考の監視と制御を受けます。「調理場」、「冷蔵庫」などを「食材」を求めて歩きます。「カレー」が見つかることと評価コンポーネントが「満足」の判定をします。思考コンポーネントは「カレー」を「机」に運ぶことを計画します。それは「食事」の「場所」の連想が「机」だからです。

「机」で「食事」します。「食べる」の行動をプランニングし、思考は食べている間、それを制御しています。「食べ終わる」とか「満足」を評価して、「食事」は終わります。また、「朝」の行動の選択状況に戻ります。このとき、「食事する」には不要のフラグが立っています。

9 . 2 川を渡る

「川向こうへいきたい」という意志のもと作業がプランニングされます。

川の前に居ます。「歩く」か、「乗り物を利用する」か、「橋をさがす」かを「川を渡る」という知識オブジェクトからの連想から選択します。「歩く」は画像認識と評価コンポーネントから無理のサインがだされます。それは負の優先度で表示されます。大抵は、「橋を探す」ですが、強行に「乗り物に乗る」だとします。「船」が連想されます。

「船」は有れば「乗る」ですが、無いと「作る」と連想します。

「船を造る」は「お椀」を連想に、中が空洞のものをつくることを推論します。板を組み合わせればいいことは、板のセットの組み合わせ繋ぎを推論して（思考して）実現します。

ということで、「川向こうに至って」、「満足」します。

おわり