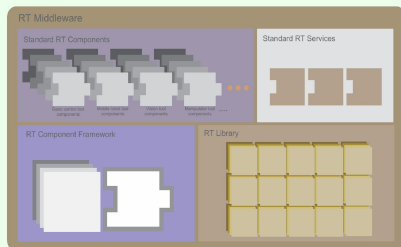


産業技術総合研究所から、効率的なロボット開発を可能にするフレームワーク、RTミドルウェア "OpenRTM-aist0.4.0" が公開された。このRTミドルウェア上で、アドイン研究所が開発したファジィ・ニューロ技術に基づく学習・推論エンジンを組み込んだ学習・推論コンポーネントを開発した。更に、このコンポーネントを用いて話者識別を行なうデモシステムを構築した。

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIIST) released RT-middleware named 'OpenRTM-aist0.4.0', that provides framework for flexible robot programming. On this RT-middleware, we developed the learning and reasoning software component whose core engine is the learning and reasoning library based on the fuzzy and neuro technology developed by AdIn Research Inc. As using the component, furthermore, we constructed the speaker identification system for demonstration.

RTミドルウェアとは？



RTミドルウェアは、様々なロボット要素 (RTコンポーネント) を通信ネットワークを介して自由に組み合わせることで、多様なネットワークロボットシステムの構築を可能にする、ネットワーク分散コンポーネント化技術による共通プラットフォームを確立することを目指している。

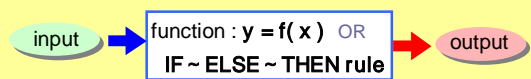
OpenRTM-aist-0.4.0

2006年9月29日にOMGで採択された、RTコンポーネントの標準仕様に基づいた最新のRTミドルウェアの実装、OpenRTM-aist-0.4.0が、独立行政法人産業技術総合研究所・知能システム研究部門・タスクインテリジェンス研究グループによりリリースされた。

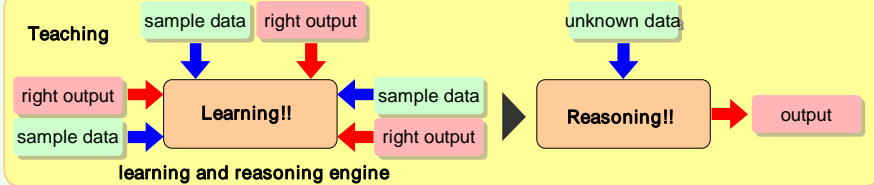
学習・推論とは？

Programmable logic exists between input and output.

→ We can develop application !!



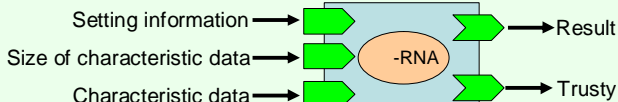
- ・入出力関係が、数式やルールで記述可能な事象は、容易にプログラム化できる。
- ・入出力関係の記述が難しい事象は、プログラム化するのが難しい。このような対象には学習・推論機能が役に立つ。



- ・システムに、サンプルデータと正解の組を与える (= 教示) と、統計処理により、入出力関係 (= 知識) を自動的に生成する。 (= 学習)
- ・教示を終えたシステムに、未知のデータを入力すると、学習した知識をもとに、正解と思われる出力を生成する。 (= 推論)

学習・推論コンポーネントの開発

(1) data port type component :



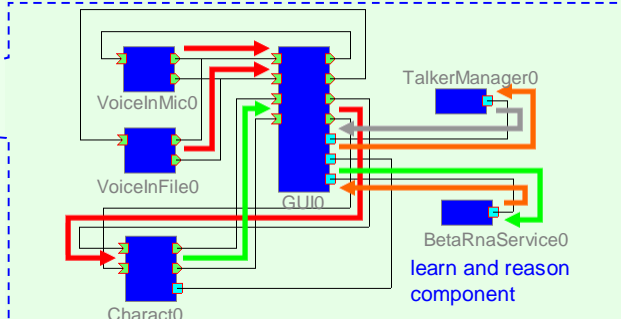
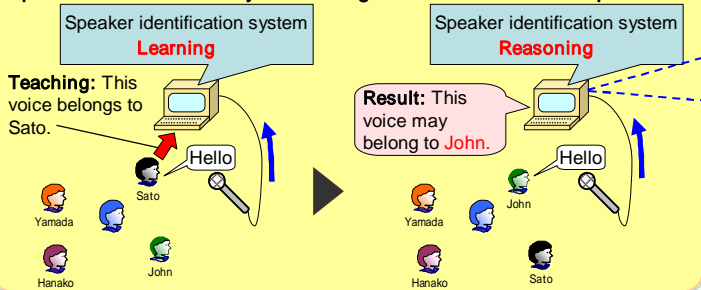
(2) service port type component :



- ・独自のファジィ・ニューロ技術により、学習・推論機能を実現しているソフトウェア -RNAがある。
- ・-RNAを、RTコンポーネント化して、最新のRTミドルウェア OpenRTM-aist-0.4.0上で動作するようにした (学習・推論コンポーネント)。
- ・学習・推論コンポーネントは、(1)必要なデータを入力すると、結果を出力する、データポート型のものと、(2)他のコンポーネントに関数を提供する、サービスポート型のものを作成した。

学習・推論コンポーネントを用いたシステム例 ~ 話者識別システム ~

Speaker identification system using learn and reason component.



まとめ、これからの活動

1. RTミドルウェアの開発フレームワークを用いて、-RNAを容易に、RTコンポーネント化することができた。
2. 学習・推論コンポーネントを用いることで、短期間に、効率よく、話者識別システムを実現できた。
3. RTミドルウェアが普及して、利用可能なRTコンポーネントが増えれば、ロボットシステムの開発効率が飛躍的に向上する。
4. 実用的なロボットを開発するには、データ (状況) から学習し、推論 (判断) をおこなう機能が必ず必要となる。
5. ハードウェアメーカーなどと協力し、より実用的な学習・推論コンポーネントを開発していく予定である。



学習・推論エンジン RNAの基本的な仕組み

The basic mechanism of the learn and reason engine, -RNA

-RNAは、ファジ理論とニューラルネットワークの利点を合わせ持つ、ファジ・ニューロ技術を利用した、学習・推論エンジンである。手本となるデータを学習させるだけで、自動的にルールを生成し、作成したルールに基づいて推論を実行する。-RNAの主な特徴として、(1)学習初期値の設定が不要、(2)少数データからでも学習が可能、(3)ルールの自動設定、自動チューニングが可能、(4)低容量、高速度、ということが挙げられる。ここでは、-RNAの基本的な仕組みを解説する。

基本機能

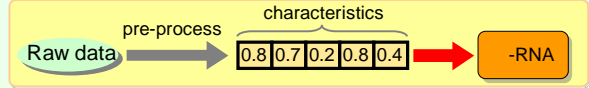
-RNAは、ユニット間の結合係数としてフィルタ関数（メンバーシップ関数）を利用したファジフィルタ型シナプス（Fuzzy Filtered Synapse）によるネットワークモデルを用いた学習・推論エンジンである。-RNAの基本機能は、次のものである。

- 複数の入力情報と複数の事象（カテゴリ）との関係を知識として保持する。（=学習）
- 入力情報が与えられた時、知識によって事象（カテゴリ）とその事象である確率（合致度）を出力する。（=推論）

入出力

入力

学習時： 教示したい、特徴量（数値配列）とカテゴリ（数値）
推論時： カテゴリを知りたい、特徴量（数値配列）

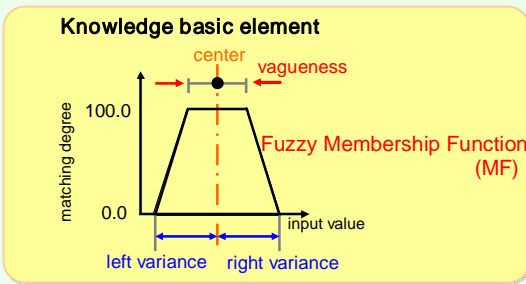


出力

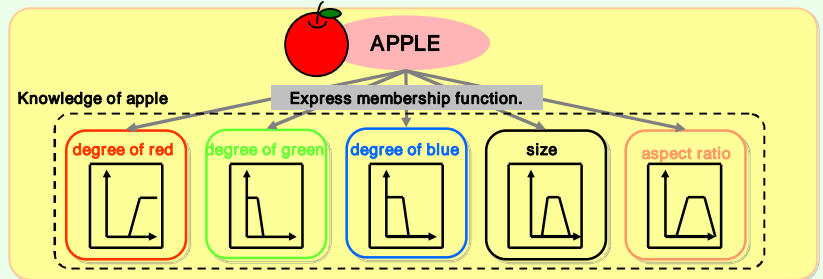
学習時： 特になし
推論時： カテゴリ（数値）と合致度（数値）

知識表現

- 知識の基本要素は、ファジの**メンバーシップ関数（MF）**
- MFは、不等辺の台形として、以下の4つのパラメータで記述される。
 - 中心値（center）
 - 右分散値（right variance）
 - 左分散値（left variance）
 - 曖昧度（vagueness）



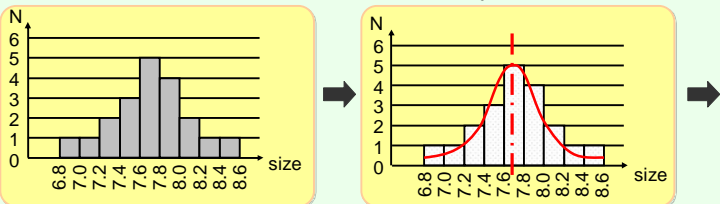
- りんごを、-RNAの知識形式で表現してみる。
- まず、りんごをどのような特徴量で表すかを定める。
赤の強度 [red] 緑の強度 [green] 青の強度 [blue]
フィレ径（図形を包絡する直方体の辺の長さの平均値） [size]
縦横比 [aspect]
- りんごの特徴量を元に、りんごを表現すると、下図のようになる



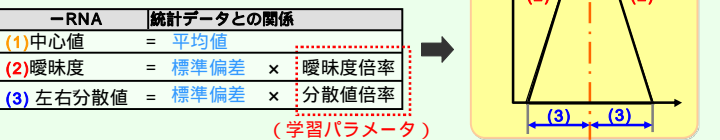
学習機能

•20個のりんごの特徴量が入力された場合、フィレ径のMFの導出を説明する。

1. まず、20個分の、りんごのフィレ径データの分布を計算する。
2. 度数分布を、正規分布に近似する。統計的手法により、**平均値**と、**標準偏差**を算出する。



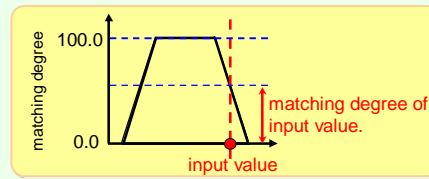
3. 平均値と標準偏差を利用して、-RNAのパラメータを算出する。



推論機能

•未知の果物の画像が入力されたとき、それがりんごかどうかを推論する。

1. 果物の画像のフィレ径の値を計測する。計測値を、りんごフィレ径のMFに照合して、合致度を計算する。同様の方法で、赤の強度、緑の強度、青の強度、縦横比に関しても、合致度を計算する。



2. 各特長量の合致度から、未知の果物と、りんごとの合致度（総合合致度）を計算する。

(In case of Weighted average)

$$\text{Total matching degree: } V = \frac{\sum_{i=1}^n v_i \cdot w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

v_i : each characteristic's degree of matching
 w_i : each characteristic's weight

総合合致度の計算に、重み付き総平均を使用した場合の式。他にも、様々な総合合致度計算方法を用意している。

3. 総合合致度が高いほど、未知の果物が、りんごである確率が高いと判断できる。

適用事例

-RNAは、画像による良品、不良品の判別システムに適用されている。それ以外にも、信号処理、制御等、広範囲の分野に適用が可能である。現在までに、以下のような事例に適用されている。

- 基板検査システム
- トンネル掘削機方向・姿勢制御システム
- 試料調査支援システム
- ウエハー検査システム
- 工作機械・適応制御システム
- 装置系の故障及び故障予兆の検知
- フィルム検査システム
- 建設ロボットの制御システム