

## ヒューマノイドロボット「PALRO」と 知能化技術専用のソフトウェア・プラットフォーム「Sapie」

富士ソフト株式会社 ロボット事業推進部

### 1. PALROの概要

富士ソフトは、独立系のソフトウェアベンダーであり、主にソフトウェア開発技術を中心とした様々なITソリューションを提供している。

ロボットとの関わりは長く、毎年、富士ソフト主催により国技館で開催される「全日本ロボット相撲全国大会」は2011年で23回目を迎える。また様々な教育機関や研究機関と知能化技術の研究を進めてきた。

このように長年培ってきたソフトウェア開発技術とロボットへの取り組み、様々な知能化技術の研究を経て、2010年2月に「PALRO（パルロ）」を発表した。

PALROは約20種類を超える知能化技術を搭載し、人との自然なコミュニケーションを実現した本格的なヒューマノイドである。（図1）

2010年3月から、教育機関や研究機関向けに298,000円で先行販売しており、本格的なロボット工学の研究や学習、ロボットの社会用途性の研究などを目的に活用されている。

将来的には家庭の中で親しみやすさや楽しさ



図1 PALRO

とともに様々な情報やサービスを提供する「パーソナル ホーム コンシェルジュ」として活躍することを目指している。

## 2. PALROとSapie

### 2.1 PALROの知能

PALROの知能は、複数の知能化技術を高度に組み合わせて実現している。

これらの知能は、「コミュニケーション知能」、「移動知能」、「人感知能」、「学習知能」の4つに大別することができる。これらの知能について順を追って説明する。

#### (1) コミュニケーション知能

PALROはパソコンのようにキーボードやマウス、液晶モニタなどを使って人とコミュニケーションするわけではない。PALROとのコミュニケーションは、相手の顔を覚え、顔を見て会話するという、自然なコミュニケーションの形態をとる。

さらに高い表現力を持たせるために、音声だけではなく、身振り、手振り、メロディー、頭部のLEDによる表現を組み合わせている。

コミュニケーション知能は、「顔の認識」、「個人の顔の認識」、「動体の検知」、「音声の認識」、「音源の方向の認識」、「音種の聞き分け」、「発

話（音声の合成）」、「指定した物体の認識」という知能化技術を組み合わせている。このような単品の知能化技術を「神経部品」として位置づけ、これらの神経部品を複数組み合わせることでPALROは高い知能を実現している。(図2)

#### (2) 移動知能

PALROは生活空間を移動するため、動歩行を採用した。

動歩行は、おもに両方の足で駆動するとともに体重を支え、重心を前に移動させていく歩き方である。

動歩行と異なる歩き方に静歩行がある。静歩行は、片足の基底面内に重心が常に入っている歩き方である。ガタガタ歩く昔のブリキのロボットをイメージしていただければよい。動歩行は歩き始めに大きな電力が必要になるが、歩行中は少ない電力で歩けると共に、アクチュエーターへの負荷が軽いという利点がある。

また、PALROは部屋の地図を作成し、自分が部屋のどこにいるかが判る。

地図の地点には名称を付けることができるため、「カレンダーの横へ」や「テレビの前に行って」と指示し、移動させることもできる。

### 親和性のあるコミュニケーション（人間の脳と同様の神経連鎖）

人の動きをとらえ、顔を認識し（相手が誰かを知る）、環境を適正化したうえで、相手と目を合わせた音声対話

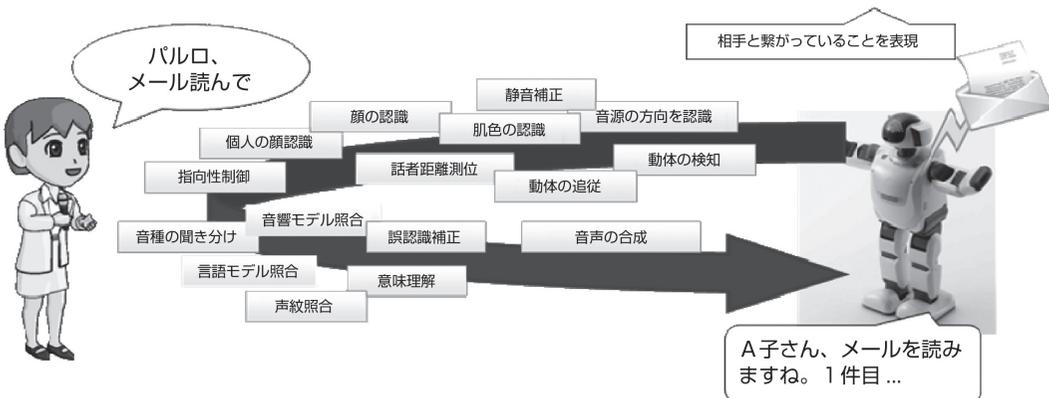


図2 コミュニケーション知能

### (3) 人感知能

周囲の人を流量で把握することができる。つまり、だれがどのように動き、どれぐらいの速さで動いたかをPALROは把握できる。

この知能を活用すれば、オフィスの受付などに置いた場合、朝は入口から入ってくる人に対して「おはよう」というあいさつを行い、日中は来客と判断し、「こんにちは、何かご用でしょうか」、退社時刻を過ぎて帰っていく人に対しては「おつかれさまでした」と声をかけることができる。

さらに拡張すると、ある地点ごとの速度や動線を蓄積し、分析することで、店舗では効果的な商品の配置に活用することができる。また、オフィスでは効果的なキャビネットやデスクの配置にも活用できる。

### (4) 学習知能

PALROは人とコミュニケーションした内容と時間、その場所などを紐づけて記憶している。場所を移動されたときに、以前その場所で行った動作があればそれを思い出し、自ら再現することができる。

例えば、会議室に置かれたときは、議事録係として会話を録音し、受付に置かれたときは、受付案内係としてお客様を案内することができる。

## 2.2 PALROのコンセプト

PALROのコンセプトはいくつかある。その中のひとつは、『ロボット産業の発展に必要な不可欠な「知能化技術の研究」と「ロボットの社会用途性の研究」に貢献すること』である。そのためにもオープンアーキテクチャーであることを重要視し、開発環境も誰にでも手に入るものを採用したうえで、PALROの機能を利用するためのAPIを公開している。

サンプルアプリケーションのソースコードも、

一部公開している。このように十分な情報を基にした多彩なアプリケーション開発が可能となり、ソフトウェアによる無限の機能拡張性を確保している。

PALROは、パソコンと同等のネットワーク

プロセッサ	インテル® Atom™ プロセッサ Z530 1.6GHz
メモリー	1GB DDR2 SDRAM
ドライブ	4GB ソリッドステートドライブ (SSD)
可動部位	20 軸
センサー	圧力センサー(8点) 測距センサー 2軸ジャイロセンサー 3軸加速度センサー 方向認識マイク
入出力	マイク スピーカー
カメラ	30万画素 CMOS カメラ
拡張端子	USB 端子(mini-B/USB2.0)×1
通信方式	無線 LAN(802.11b/g) 赤外線通信
LED	頭部、胸部
バッテリー	リチウムイオンバッテリー
全高	39.8cm
質量	1.6Kg(バッテリー搭載時)

表1 ハードウェア仕様表

性を確保するとともに、数種類の生活支援アプリケーションを標準搭載している。

また、汎用部品で構成し、画期的な低価格を実現した。

しかし、汎用部品を多く使うと、ボディのひずみやギアの遊びなどが多くなり、思いどおりに制御することが難しくなるという問題が発生する。この問題を富士ソフトが長年培ってきた開発ノウハウを利用しソフトウェアで解決している。

### 2.3 PALROのハードウェア

PALROの中にはPC-AT互換の機構が入っており、顔や手足があること以外は、我々の身近にあるコンピュータと大きく変わらない。外観はPALROオリジナルではあるが、使われているセンサーやカメラなどは汎用的なものばかりである。(表1)

また、無線LAN通信と赤外線通信の機能を搭載しているため、インターネットから情報を取

得するだけでなく、逆に情報を発信することで、テレビやエアコンなど、家電の操作を行うこともできるようになる。

### 2.4 PALROのソフトウェア

PALROはOSにLinux (ubuntu 8.04LTS) を採用している。

PALROのアプリケーションをPAPPS (PALRO Applications) と呼び、開発言語はC++で記述し、g++でコンパイルする。

前述した「神経部品」をCellとして実装しており、このCellとのインターフェースはRTミドルウェアの仕様と互換性を保った独自実装であるため、個々の知能化技術を自由に抜き挿しすることが可能である。

この仕組みを実現しているのが、ソフトウェア・プラットフォームのSapie (サピエ) である。(図3)

Sapieは、いくつかの機能ブロックに分かれている。

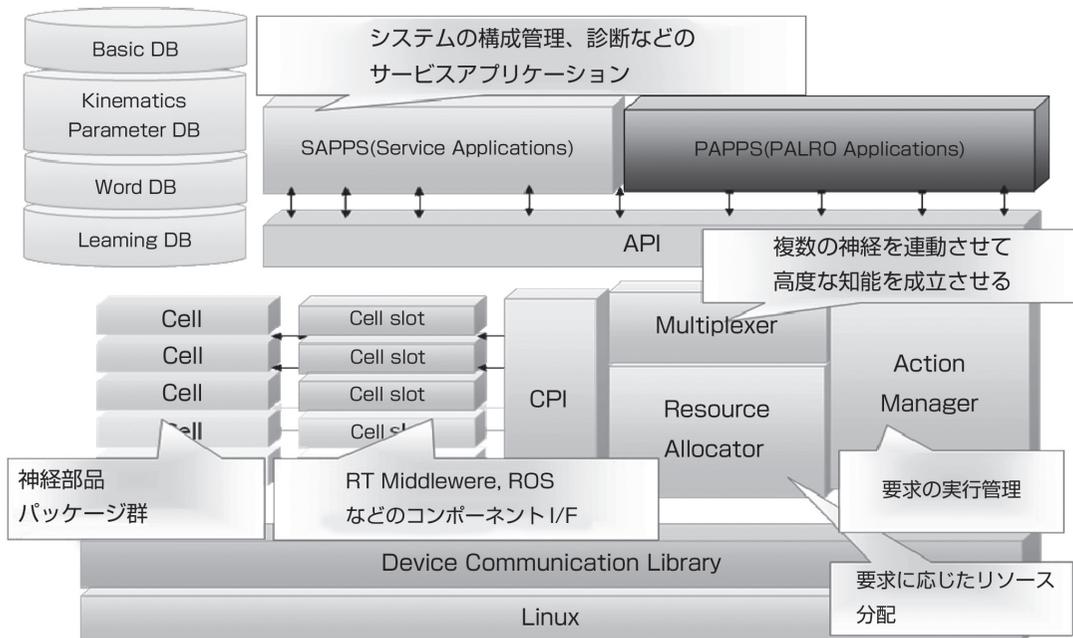


図3 Sapie

Cellとして実装されている神経部品はCPI (Cell Programming Interface) を通して、知能化技術をSapieに提供している。

ハードウェアの操作はすべてDCL (Device Communication Layer) が行い、Resource Allocatorが様々な要求に応じたリソース分配を行うため、PAPPSはPAPI (PALRO Application Programming Interface) を使うことで、Sapieを介してPALROのハードウェア機能を利用でき、また、高度な知能化技術も利用できる。

Multiplexer (マルチプレクサー) は、複数のCellを組み合わせて高度な知能を実現している。PALROの4つの知能のひとつ「学習知能」は、主にMultiplexerで実現しており、実行した時間、場所とタスクなどを記憶し、アプリケーションからの要求に応じて過去の記憶を掘り起こす。

このように、ハードウェアの機能や高度な知能はSapieによって抽象化されており、PAPPSの開発者は簡潔な記述でPALROの知能を利用することができる。

### 3. ロボット技術者育成への活用

PAPPSを開発するための情報は、すべてPALRO Garden <<http://www.palrogarden.net>> に公開されている。また、PALRO Gardenは、自分が作ったPAPPSを公開することができるため、別のPALROユーザーが開発したPAPPSを自分のPALROにインストールすることができる。

PALROは、ソフトウェアを作っただけでその結果を動きとして見ることができるので、楽しくロボット技術に触れ、学ぶことができる。さらに、複雑なハードウェアの機能や高度な知能はSapieによって高いレベルに抽象化されているため、簡潔な記述でPALROの知能を利用することができる。このため、ソフトウェア技術者に重要と言われるモデリングスキルの向上、

そして組み込みソフトウェア開発に特有の「設計モデルと実装モデルのギャップ」という難題を手軽に体験することができる。

### 4. 最後に

現時点でも既に知能をもった家電製品が販売されている。身近な例としては、部屋の中の人に対して、風向きを変えたり、温度を変えたりするエアコンや、人がいなくなったら、電源を消すテレビなどがある。

今後、家電製品だけではなく、さまざまな機器にロボットのような知能が組み込まれ、必然的にロボット技術者が多く必要とされる。しかし、高度なロボット技術者の育成には長い時間が必要であるため、中学校、高等学校など早い時期からの教育が必要となる。

PALROのアプリケーション開発は、中級から上級者レベルの技術者向けである。従って、是非、技術立国ニッポンのさらなる発展に寄与するロボット技術者の育成にPALROを活用していただきたいと考えている。