

# ロボット型統合UIプラットフォーム

高野 陽介・山下 信行・藤田 善弘

**要旨**

携帯電話やカーナビなどを始めとする端末機能の高度化が進行するなか、誰にでも使いやすいUIとそれを支えるプラットフォームが求められています。このニーズに対応するため、人に優しいロボットを実現するために開発したUIプラットフォームであるRoboStudioを、様々な端末に水平展開する試みを進めています。具体的な施策としてのLinux化、軽量化、CG化について解説します。

**キーワード**

●ユーザインターフェース ●ロボット ●プラットフォーム ●組込機器

## 1.はじめに

NECは、将来、家庭において人と共に暮らすことのできるパートナー型ロボットの研究開発を行っています。特に、音声対話や顔認識などの機能を持ち、一緒に遊んだり、お話ししたり、家電製品の操作やインターネットの情報アクセスを支援するような、小型コミュニケーションロボットの開発に取り組み、2000年にパーソナルロボットPaPeRoを試作しました。その後も、具体的な応用に向けて改良を続けています。

PaPeRoは、たとえば、ユーザの習熟度に合わせた機能の提案を行うことやユーザのコマンドの誤りを検出して正しい使い方をガイドすることなど、従来のボタンを押されるまで待ち続ける端末から一步踏み込んだインターフェースを提供します。このようなロボットで培ったユーザインターフェース（以後UI）技術をロボットのみならず様々な民生機器、業務機器に応用・発展していくことにより、ユビキタス社会において、誰もが「安心に」「楽しく」「快適に」使うことのできる、「察してくれる」「気が利く」インターフェースを実現できると考えました。加えて、開発者の視点からもUIの実現にロボット技術が有効と考えています。今後の端末機器には、加速度センサやGPSなどの様々なセンサによる環境やユーザの情報収集手段、および、高機能・多機能化を、ユーザにとって使いやすく提供するための多様な表現手段が備わっていくことが予想されます。多様な入出力構成は現在のロボットにおける構成そのものであることから、ロボットに内蔵されるソフトウェアの構成技術（プラットフォーム）自体も様々な端末のUIの実現に応用できるはずです。ロボットの構成技術とは、具体的には多数の入力（イベント）の処理基盤や入出力制御のロジック開発を容易にする開発環境などを指します。

NECは、このめざすべきUIをロボット型UIと名付け、さら

にこれまでの知見に基づいてロボット型UIが備えるべき要件は以下の3つであると考えました。

### (1)マルチモーダル（N入力、N出力）

多数の入力手段でユーザの意図や問題点を解釈し、音声、身振りなど多様な出力手段を用いてユーザに効果的に情報を伝達します。

### (2)自律化

ユーザからのコマンドを待つだけでなく、機能を提案するなど、ユーザに積極的にはたらきかけます。

### (3)知能化

ユーザの行動や環境の変化を学習しサービスに反映します。このようなロボット型UIの実現をめざした第一段階として、PaPeRoの実行系・開発環境である、ロボットソフトウェアプラットフォームRoboStudioを開発し、さらにそれをロボットのみならず様々な端末に水平展開する試みを進めています。本稿では、この試みについて解説します。

## 2.ロボットソフトウェアプラットフォーム RoboStudio

RoboStudioは、パーソナルロボットPaPeRoの研究開発の中で培ってきた仕組みや知見をベースに構成された、人とコミュニケーションを行いうロボットの開発を支援するロボットソフトウェアのための開発環境および実行系です。特に、適用するロボットを選ばないこと、および認識技術からロボットのふるまいを記述するための言語に至るまでロボットを構成するために必要なすべてのソフトウェア体系を提供することを特徴とします。RoboStudioは図1に示すように、大きく1)実環境で使える音声・顔画像認識機能を始めとするワーカ（コンポーネント）、2)シナリオインタプリタとコンポーネント間のメッセージ機構で構成されるロボットバーチャルマシ

## 組込みシステム・プラットフォーム ロボット型統合UIプラットフォーム

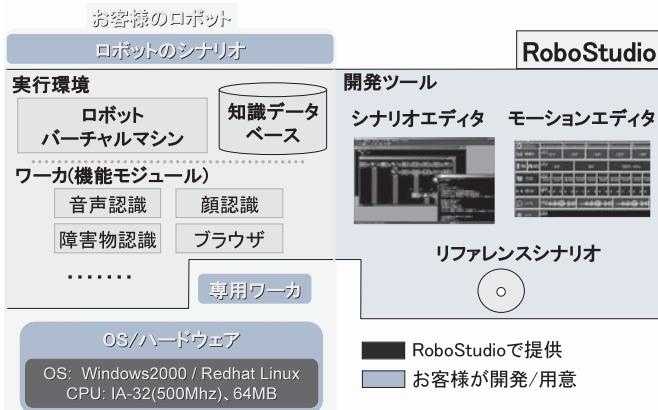


図1 RoboStudioの構成

ン、3)シナリオ/モーションと呼ぶロボット専用のアプリケーションの開発ツール、4)コミュニケーションの実現を支援するデータベース処理機能から構成されます。

### 3. 各種端末機器に応用するための施策

RoboStudioを各種端末機器への適用を可能にするための2つの施策、(1) Linux化と軽量化、(2) CG化、を推進しています。

#### 3.1 Linux化と軽量化

RoboStudioはもともとWindowsをベースOSとして実現していました。Windowsが有するメディア処理ライブラリの取り揃えの豊富さが対話を目的とするロボットに適合することが主な理由です。しかしながら、リソースが少ない小型機器への組み込みを実現するために、スケーラビリティのレンジが広く、様々なプロセッサに対応するOSへの移行が必要と考え、ライセンスフリーの面でも有利なLinuxへの移植を選択しました。これまでに、いくつかの種類のLinux、および端末(Pentium、ARM9)に移植しています。

特に、ARM9プロセッサへの移植に際して、RoboStudioが備えるロボットVMの実行コストが問題になりました。特に、RoboStudio内ではシナリオやワーカ間でのメッセージ通信が頻繁に発生します。たとえば、PaPeRoが身振りをしている際には秒間50~100個のメッセージ通信が行われています。この点に注目して機構の軽量化を実施しました。

メッセージ通信処理を構成する、生成、キューイング、構成情報管理のそれぞれに含まれるコストを細かく分析・削減することによって、メッセージの送受に関わる遅延時間をWindows版比で1/10以下に押さえ込むことができました。

#### 3.2 CG化

PaPeRoは音声やメカ動作による出力手段を持っていますが、様々な端末でロボット型UIを実現するためには、端末に備えられたディスプレイのグラフィクスを出力手段の1つとして利用することが有効であると考えました。このため、RoboStudioに以下の2つのグラフィクスのレンダリング手段(3D、2D)を実現しました。これらは、目的に応じて併用や使い分けが可能です。これらを駆使して、ロボット型UIに必要なマルチモーダル表現が実現可能と考えています。

##### (1) 3D CG機能 (CGワーカ)

3DのCGで画面上にロボットを描画して制御可能にしています(写真1)。キャラクタエージェントを画面に投影し、リアルロボットと同様な動きや身振りによる表現を使ってユーザーに情報を伝達することができます。エイチアイ社の協力を得て同社のMascotCapsuleエンジンをワーカ(機能モジュール)として組み込みました。

##### (2) フラッシュ機能 (Flashワーカ)

フラッシュコンテンツで作成された2D表現をシナリオから



写真1 CGで表現されたPaPeRo

制御可能にしています。写真1のように、3Dで描画されたロボットの背景描画にも使用できます。Adobe社のFlashプレイヤをActiveX経由で呼び出すことで実現しました。

さらに、CGワークではリアルロボットの動作処理と同様のインターフェースでCGキャラクタの動作を制御できるようにしておらず、リアルロボット、CGキャラクタのいずれでも動作するアプリケーションを作成することができます。これを応用し、リアルロボットと行っていた対話処理を、携帯端末上のCGキャラクタに引き継いでいくサービスも実現可能です。

#### 4. 音声認識モジュールでの実装

これまでの節で説明したLinux化、CG化を備えたRoboStudioをコアとして組み込み、様々なユビキタス機器の実現に必要なサービスを提供する「音声認識モジュール」と呼ぶハードウェアモジュールを開発しています。その一部はNEDO「次世代ロボット共通基盤開発プロジェクト」の委託事業として実施しています（写真2）。

音声認識モジュールは、NECエレクトロニクス社製のマルチコアプロセッサMP211（ARM9 192MHz 3個とDSP 1個で構成。メモリ128MBをSIPとしてパッケージ内に実装）をコアに、16chマイク入力、カメラ入力、音声出力、LCD出力などに対応する多様な周辺インターフェースを備えたハードウェア（ほぼ名刺サイズ）を持っています。このハードウェア上に音声雑音除去信号処理、音声認識（単語認識、大語彙連続認識）、顔認識、音声合成、CG表示、ネットワーク機能、シナリオエンジンなどを搭載しています。音声認識モジュールに搭載されたこれらの機能は選択的に起動することができます。

図2に音声認識モジュールが備えるソフトウェア機能の

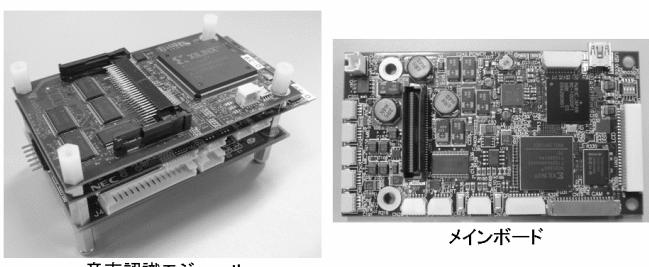


写真2 音声認識モジュール

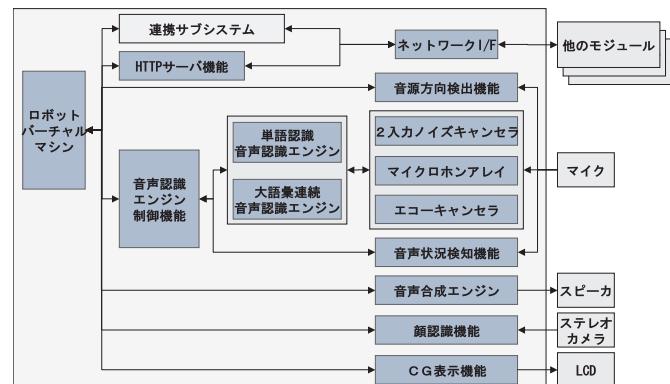


図2 音声認識モジュールの構成

ブロック図を示します。音声認識モジュールをパートとしてユビキタス機器に組み込むことで、ロボット型UIを備えたユビキタス機器の構築が可能になります。これらのうち、現状では、単語音声認識と音声合成のワーク機能の動作を確認しています。

#### 5. むすび

今回は、ロボット型UIの構想、および、その第一段階としてのRoboStudioの各種端末への応用に向けたいくつかの施策について説明しました。今後は、携帯電話や車載機器などの具体的な端末での応用を開拓しつつ、ロボット型UIの3つの要件の具体化を進めていきたいと考えています。

\*Windows、Internet Explorer、およびActiveXはMicrosoft Corporationの米国及び他の国における商標または登録商標です。

\*LinuxはLinus Torvaldsの米国及び他の国における商標または登録商標です。

\*ARMは、ARM社のEUおよび米国における登録商標です。

\*MascotCapsuleは株式会社エイチアイの日本国における登録商標です。

\*Flashは、アドビシステムズ社の米国ならびに他の国における商標または登録商標です。

#### 執筆者プロフィール

高野 陽介  
共通基盤ソフトウェア研究所  
主任研究員

山下 信行  
共通基盤ソフトウェア研究所  
主任研究員

藤田 善弘  
企業ソリューション企画本部  
シニアマネージャー