

さまざまな種類のロボットを連携可能にする ネットワークロボットプラットフォーム技術

なかむら ゆきひろ えいとく しんいちろう

中村 幸博 / 永徳 真一郎

いわた よしゆき もてぎ まなぶ

岩田 義行 / 茂木 学

むとう しんよう あべ まさのぶ

武藤 伸洋 / 阿部 匡伸

NTTサイバーソリューション研究所

さまざまなセンサやアプライアンス、サービスロボットがネットワークを介して連携しながらサービスを提供するためのネットワークロボットプラットフォームを紹介します。このプラットフォームを使うことで、単体のロボットやアプライアンスでは実現できなかったさまざまな高度なサービスをユーザに提供することができるようになります。

ネットワークロボットとは

昨今、さまざまなセンサやコンピュータの小型化ならびにネットワークの高度化に伴い、センサとPDAなどのアプライアンスを連携させたユビキタス環境の実現が現実味を帯びてきました。

また、これまで産業界で活躍してきたロボットが姿を変えて、私たちの生活の中でさまざまな支援やサービスを提供するサービスロボットが多くのメーカーから提案されるようになってきました。

このような世の中の動きにおいて、NGNなどの高度なネットワークを介してセンサやアプライアンス、ロボットが相互に連携できれば、多様なサービスをいつでもどこでも私たちに提供してくれる新たなネットワーク社会が実現できると期待されます。

私たちはこのようなサービスを実現するシステムを「ネットワークロボット」⁽¹⁾と呼び、その実現を目指して研究開発を行っています。ネットワークロボットでは、図1に示すように、いわゆるサービスロボットだけでなく、ア

本研究の一部は、平成16～19年度総務省委託研究「ネットワーク・ヒューマン・インターフェースの総合的な研究開発（ネットワークロボット技術）」の一環として行われました。

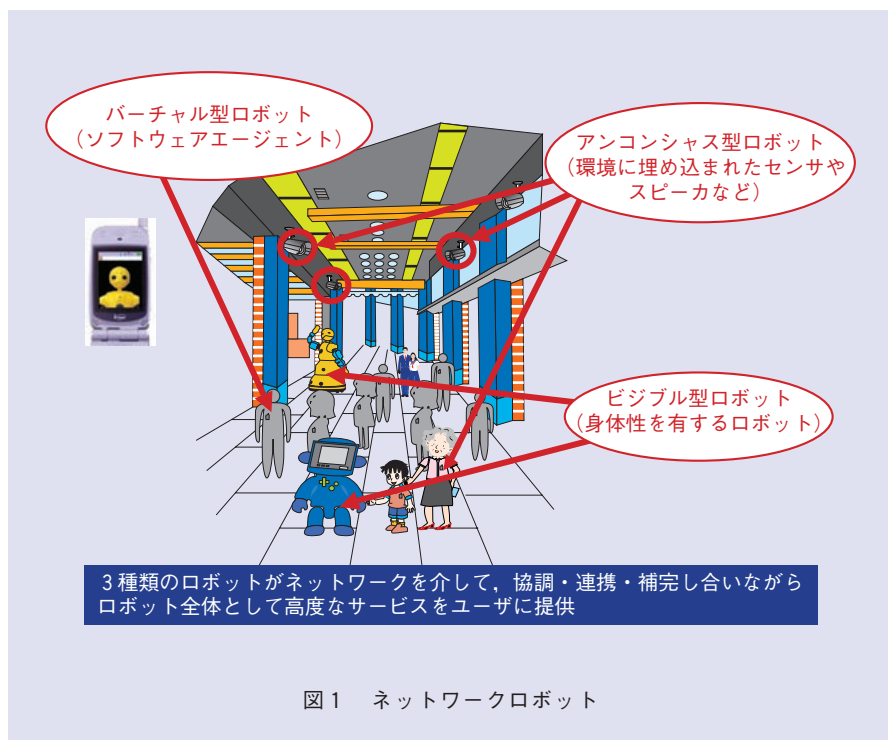


図1 ネットワークロボット

プライアンス上のソフトウェアエージェントやセンサなどもロボットとしてとらえ、それぞれ「ビジブル型ロボット」「バーチャル型ロボット」「アンコンシャス型ロボット」と呼んでいます。ネットワークロボットでは、それらがネットワークを介して相互に連携しながらユーザにサービスを提供するものであり、ユーザやロボットの状況に応じて、いつでもどこでもさまざまなサービスをユーザに提供できるネットワーク社

会の実現が期待されます。

ネットワークロボットを実現するための課題

ネットワークロボットを構成するそれぞれのロボットが持っている機能は多種多様です。各々のロボットが持っている特長をうまく活かしながら連携させることができれば、単体のロボットで行えるサービス以上の高度なサービスを行うことができるようになるで

しょう。そのためには多種多様な機能を前提としたロボット連携の仕組みが必要ですが、そのような技術はまだ確立されていません。

またそのような連携において、例えばあるロボットが得たユーザの情報を別のロボットが利用できれば、よりの確で迅速にいろいろなロボットがユーザの状況に応じたサービスを提供できるようになるでしょう。現在までにロボットから得られる情報の記述方式やその流通方式を標準化すべく、例えばRTミドルやORiNなどが提案されています。しかしながら、それらはまだ緒についたばかりでロボットメーカーやロボットごとに違っているのが現状です。そのため、異なるロボット間で相互に情報を利用することはできませんでした。

ネットワークロボットプラットフォーム

私たちは異なるロボット間で相互に情報を利用すべく、誰が (Who)、いつ (When)、どこで (Where)、何を (What)、なぜ (Why)、どのようにして (How) といった、いわゆる5W1Hを基本とした情報の記述方式を考えてきました。そして、ネットワークロボットがユーザにサービスを提供するためには、Who、When、Where、Whatで記述されたユーザやロボットの情報をネットワーク上で流通させることが有効であると仮説を立てました。

そして、それを基にネットワークロボットプラットフォーム (NWR-PF) を構築してきました。

NWR-PFのシステムアーキテクチャを図2に記します。NWR-PFは、接続ユニット、エリア管理ゲートウェイ、認証データベースからなります。

(1) 接続ユニット

接続ユニットはロボット独自の通信方式でロボットと通信して、ロボットやセンサから情報を取得します。そして、その情報からユーザやロボットの名前などのWho情報、絶対時刻であるWhen情報、ユーザやロボットの場所や位置などのWhere情報、ユーザやロボットの行為や状態などのWhat情報からなる4W情報を生成し、FDML (Field Data Markup Language)⁽²⁾でネットワークへ送信します。また、エリア管理ゲートウェイから送信されたCroSSML (Domain-Crossover Services Markup Language)⁽³⁾で記述されたサービス実行のコマンドメッセージをロボット独自のコマンドに変換し、ロボットに送信します。ここで、FDMLとはNTTサイバーソリューション研究所で開発されたXMLベースの記述言語で、多種多様な機器からの情報をFDML形式にすることにより情報を統一的に扱うことができます。また、CroSSMLとは、慶応義塾大学で提案された言語であり、異なるドメイン間で相互に情報の

登録・検索・利用を可能にするXMLベースの記述言語です。

(2) エリア管理ゲートウェイ

エリア管理ゲートウェイでは、ユーザとロボットの4W情報を用いて状況に応じたロボットの選択やサービスの進捗状況を管理するとともに、サービス実行のコマンドメッセージを生成し接続ユニットへ送信します。

(3) 認証データベース

認証データベースは、ユーザの4W情報を蓄積するユーザデータベース、ロボットの4W情報を蓄積するロボットデータベース、ユーザのサービス履歴を管理する履歴データベース、サービスのやり方 (シナリオ)などを蓄積するサービスデータベースからなります。このようにデータベースを分けることで、新たなユーザやロボット、サービスの追加に対しても該当するデータベースのみを修正することで対応でき、効率的な情報管理ができます。

このNWR-PFを利用することで、従来さまざまな通信方式や記述方式で流通していたロボットやユーザの情報を、共通の通信方式と記述方式でネットワークに流通させることができ、異なるロボットが相互に情報を利用可能となります。また、ユーザやロボットの情報を4W化することで、統一的な情報処理方式によってさまざまなロボットを連携させることができるようになります。

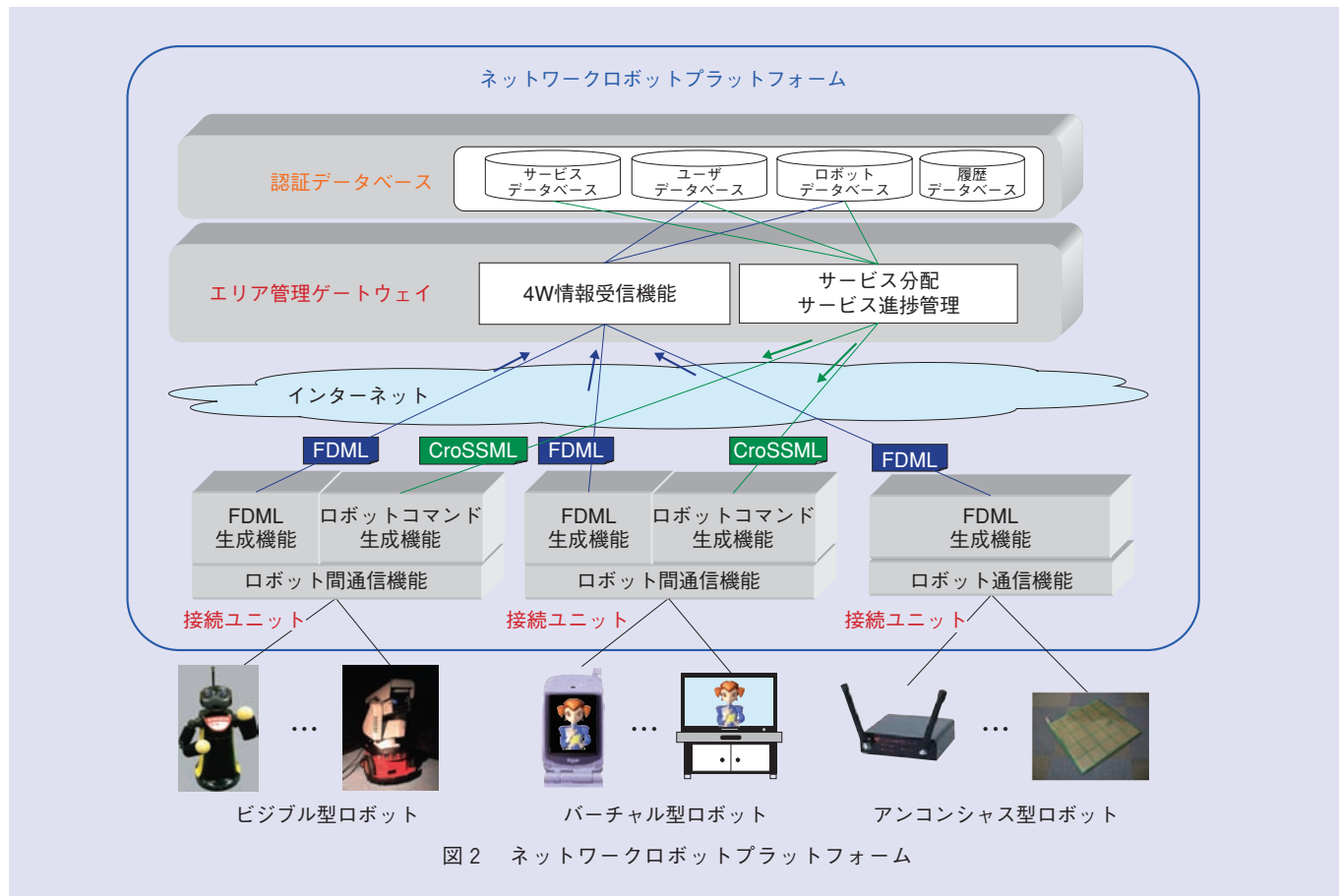


図2 ネットワークロボットプラットフォーム

4 W情報を用いたサービス分配

ロボットが連携すると、サービスをしていたロボットが故障したときには別のロボットが代替したり、サービスを提供するために必要な機能をロボットが持っていない場合、他のロボットと協力してサービスを提供する、などが可能となります。

ここではそのような連携を実現するための基本機能であるサービス分配機

能を説明します。このサービス分配機能とは、いろいろな機能を持ったロボットの中からロボットとユーザの4 W情報を用いてサービスを提供するロボットを決定するための仕組みのことです。

ネットワークロボットの各々のロボットは、あるロボットはジェスチャや移動ができたり、別のロボットは単に合成音しか再生できないなど、さまざまな機能を有しています。そのため、それぞれのロボットが同じサービスを行う場

合、そのシナリオも千差万別です。そこで、図3に示すような4 W情報を利用したサービス分配機能を実現しました。

サービス分配機能ではサービスデータベースに優先度が付与されたサービスのシナリオをあらかじめ複数用意しておきます。エリア管理ゲートウェイではユーザとロボットの4 W情報を監視します。そして、ユーザがサービスを要求したときにユーザとロボットの4

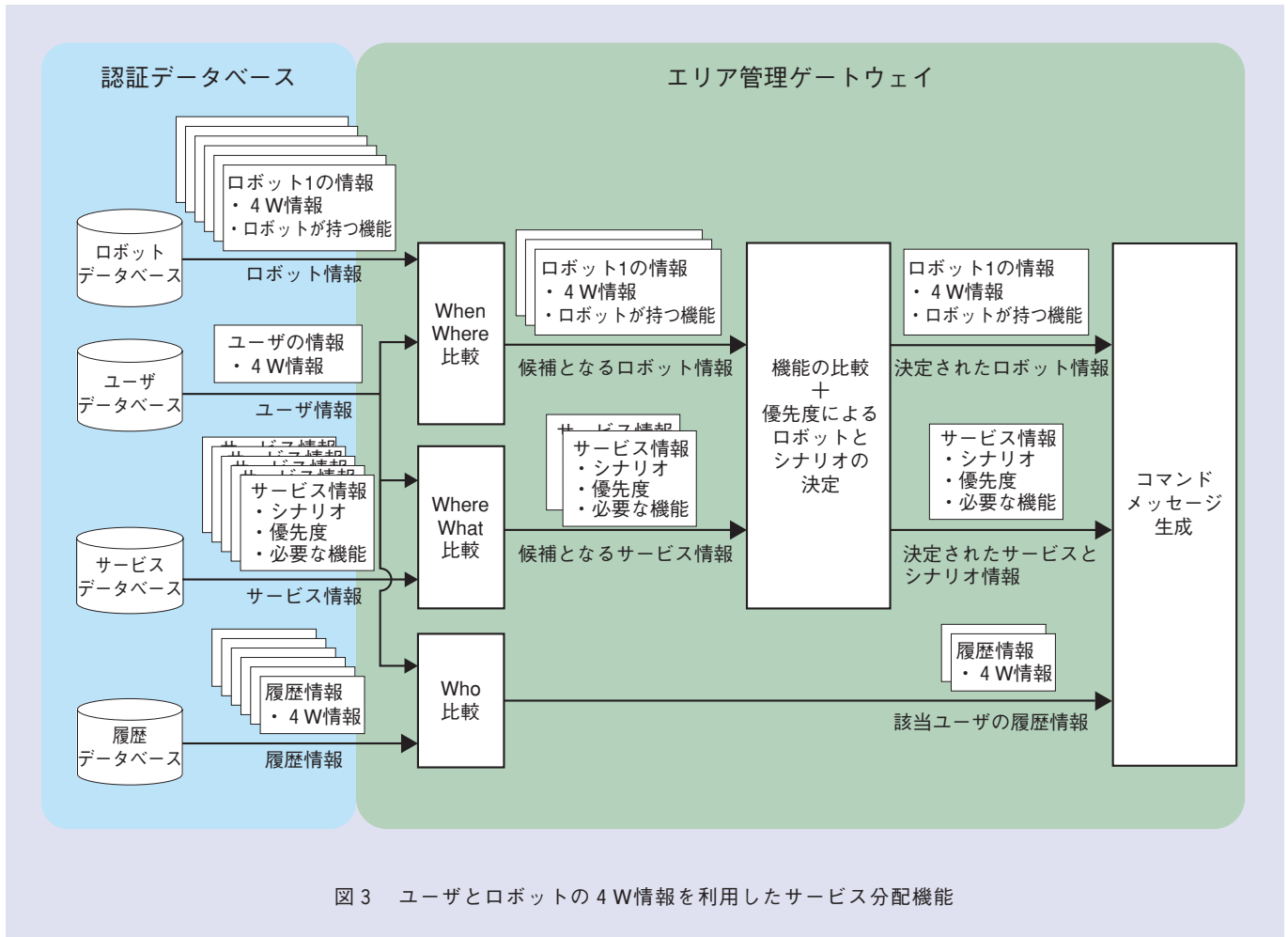


図3 ユーザとロボットの4W情報を利用したサービス分配機能

W情報の各要素とサービス情報を比較することで、サービスを提供するロボットとシナリオを決定します。ついで、ロボットにシナリオに基づいたコマンドメッセージを送信します。同時に、過去にそのユーザに提供したサービスの履歴もロボットに通知します。

このサービス分配機能により、あるユーザにロボットがサービスを提供して

いる最中に、別のユーザが同様のサービスを要求した場合、周辺の別の機能を持ったロボットが代わりにサービスを提供することができるようになります。加えて、ロボットはユーザの履歴を参照しながらサービス提供が行えるため、ユーザにカスタマイズされたサービスを提供できるようになります。

この処理方式はユーザとロボットの

4W情報の各要素を比較するだけでサービスのシナリオとロボットを決定する処理方式であるため、ネットワークロボットのように多様な機能を持ったロボットを統一的に扱いながら、ロボットとユーザの状況に適したロボットの決定が行えることが特徴です。

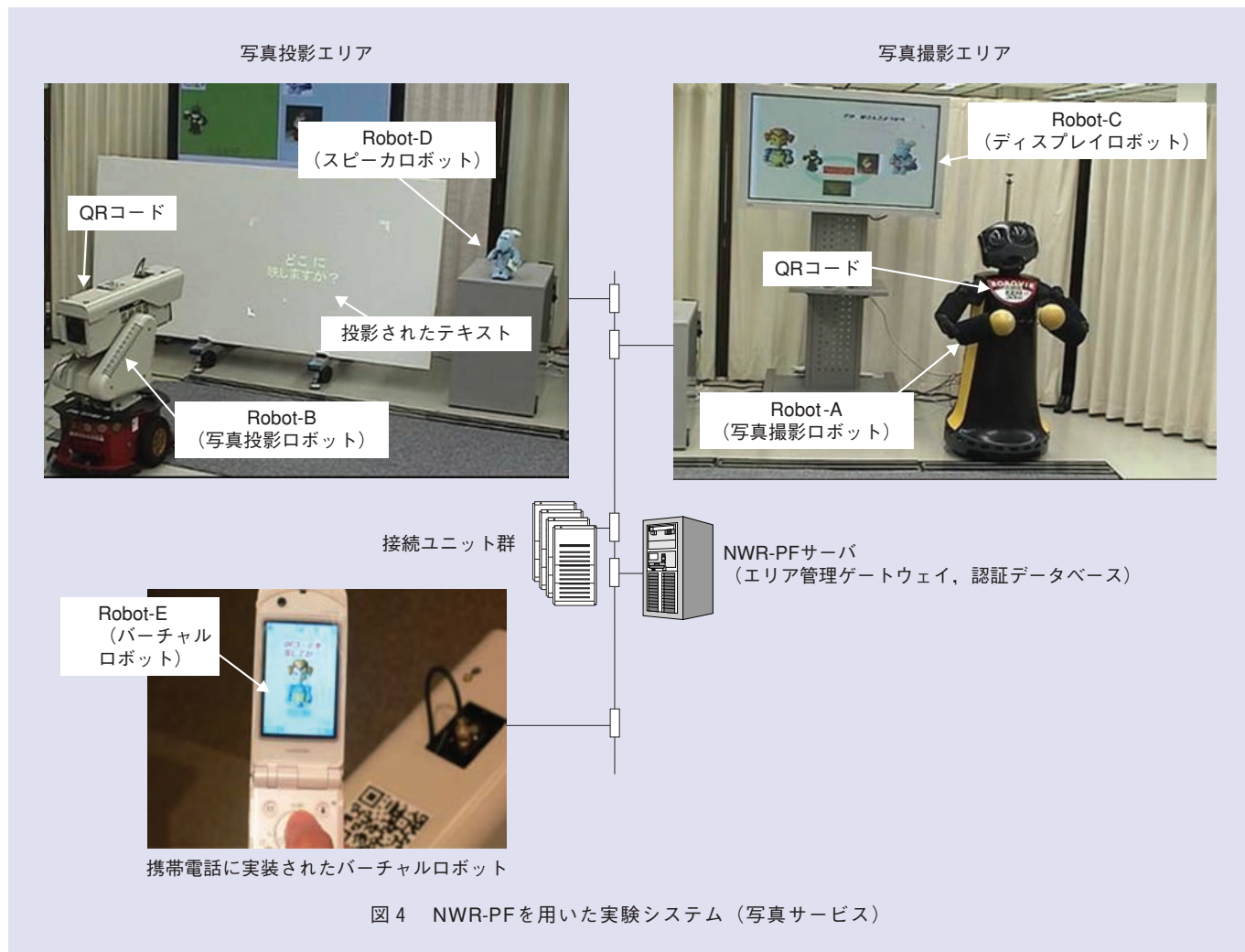
NWR-PFを用いたサービスの実現

私たちはネットワークロボットの有効性を確認するために、NWR-PFを用いて大阪市立科学館でのプリクラサービスやCEATEC JAPAN2006での展示説明サービスなどを具現化してきました。ここでは複数のロボットが協調

して写真撮影、提示を行う写真サービスを説明します。構築したシステムを図4と表に示します。この写真サービスは写真撮影のためのエリアと写真投影のためのエリアの2つの離れたエリアで行われます。それぞれのエリアには、写真撮影機能だけを有するロボットや、写真を表示するだけの機能を有

するロボットなど、異なる機能を有する複数のロボットを配置しました。

この写真サービスは携帯電話（Robot-E）でユーザがRobot-AまたはRobot-Bに貼り付けたQRコードを撮影したことをきっかけに開始されます。具体的には、Robot-EがQRコードの情報をNWR-PFに送信すること



で、NWR-PFがサービス分配機能を用いてサービスを行うロボットとシナリオを決定し、各々のロボットにコマンドメッセージを送ることでサービスが行われます。

NTT主催の第4回NTTコア技術シンポジウムならびにNTT R&D フォーラム2006で実験システムのデモンストラーションを行いました。その結果、写真撮影エリアではRobot-Aが何もサービスを提供していない場合にはユーザの写真を撮影し、Robot-Aが他のユーザにサービスを実行している場合には、同じエリアにいるRobot-Cが写真撮影できない旨のアニメーションをディスプレイに表示することを確認しました。また、写真投影エリアにおいても同様にRobot-Bのサービス状況に応じてRobot-Dが代行できることも確認できました。さらに、ユーザのサービス履歴をRobot-Bが参照することで、まだ写真撮影が終わっていない投影エリアにいるユーザに対して、先に写真

撮影をするようにユーザに促すことも確認できました。

今後の取り組み

これまでに多くのロボットメーカーが集まって、私たちの生活の中でさまざまなサービス提供や支援を行うサービスロボットの実現を目指したフォーラムが設立されています。また、韓国や欧州などでもネットワークロボットに近いコンセプトを提唱し、ネットワークを用いたサービスロボットの研究開発が進められています。今後は、それらフォーラムや海外のプロジェクトならびに事業会社との連携などを模索しながら、このNWR-PFを用いたネットワークサービスのビジネス化を進めていきたいと考えています。さらに、NWR-PFを宅内でのユビキタスサービス実現のためのコア技術の1つとして位置付け、さらなる機能拡充を進めていきたいと考えています。

■参考文献

- (1) "New IT from Japan 'Toward the Realization of Network Robots'," Ministry of Internal Affairs and Communications Research Group on Network Robot Technology, 2003.
- (2) <http://www.mfgx-forum.org/>
- (3) 岩井：“CroSSML: Domain Cross Over Services Markup Language,” IEICE Technical Report, NR-TG-2-05, pp.25-30, 2006年度 第1回 ネットワークロボット研究会, 2006.

表 各ロボットの主な機能

ロボット名	ロボットの主な機能
Robot-A	アイカメラによる写真撮影機能 スピーチ機能 ジェスチャ機能
Robot-B	文字・写真撮影機能
Robot-C	アニメーション再生機能
Robot-D	スピーチ機能
Robot-E	アニメーション再生機能 QRコード認識機能



(上段左から) 中村 幸博/ 岩田 義行/
永徳 真一郎

(下段左から) 武藤 伸洋/ 阿部 匡伸/
茂木 学

ネットワークロボットプラットフォームをベースにさまざまなアライアンスが連携するユビキタスサービスの実現を目指していきます。

◆問い合わせ先

NTTサイバーソリューション研究所
ヒューマンアライアンスプロジェクト
TEL 046-859-5035
FAX 046-859-5505
E-mail muto.shinyo@lab.ntt.co.jp