

新たなサービスを興すネットワークロボット技術

Network Robot Systems Promoting New Businesses

土井 美和子 山本 大介 萩田 紀博

■ DOI Miwako ■ YAMAMOTO Daisuke ■ HAGITA Norihiro

ネットワークロボット技術は、ユビキタスネットワーク技術^(注1)とロボット技術を融合することで、新たなサービスを目指すものである。ネットワークロボットはネットワークロボットプラットフォームと、プラットフォームによるロボット間の協調制御、行動及び状況の認識理解技術、ロボットコミュニケーション機能を備えている。ネットワークロボットのアイディアは日本から生まれたが、今では世界各地でネットワークロボットシステム関連のプロジェクトが活発化している。

東芝は、ネットワークロボット技術の実用化に向け取り組んでいるが、更に実証実験などを通じて有用性を検証していく。

A network robot system is a combination of ubiquitous network technology and robot technology. Network robots are defined as having the following characteristics: autonomous capabilities, network-based cooperation, environment sensors and actuators, and human-robot interaction. The concept of network robot systems was born in Japan, and now many related projects are being implemented throughout the world.

Toshiba has been verifying the feasibility of network robot systems with substantive experiments.

1 まえがき

20世紀はインターネットの時代と言われ、コンピュータが小型化しネットワークでつながり、人々がネットワークを介して情報を共有し、新たなサービスが生まれた。そしてこの21世紀は、ユビキタスネットワークの時代と言われている。パソコン(PC)や携帯電話による情報だけでなく、ICタグなどによる物の情報や、各種センサにより収集された環境情報など、現実空間の情報も共有されつつある。

コンピュータやインターネットの普及を支えた一つが、画面上のアイコンを操作するGUI(Graphical User Interface)である。GUIは情報という目に見えないものに形を与え、人間が直接扱えるようにした。ユビキタスネットワークでも、現実空間から収集した情報を利用して現実空間に働きかける手段が必要である。現実空間に働きかける手段としては、ロボットがある。ただし、従来のロボットは単体で自律的に行動するものであるが、ユビキタスネットワーク時代のアクチュエータとしてのロボットは、ユビキタスネットワークとの連携が必須である。それがネットワークロボット技術である。

ここでは、ネットワークロボット技術の概要と、世界での技術の展開及び関連する標準化の動向について述べる。

2 ネットワークロボット技術の概要⁽¹⁾

ネットワークロボットは、2003年12月から開始された総務省主催の「ネットワークロボットに関する調査研究会」で、実現する

機能や技術課題などが検討された。総務省プロジェクト「ネットワークロボット」が2004年から開始され、東芝も参加した。

従来のロボットの概念を拡張し、身体性のあるものをビジュアル型、エージェントのようにネットワークの中で稼働するものをバーチャル型、環境情報を取得するセンサなどをアンコンシャス型と定義した(図1)。

ネットワークロボットは、ネットワークロボットプラットフォームや、プラットフォームによるロボット間の協調制御、行動及び状況の認識理解技術、ロボットコミュニケーション機能を備えている。

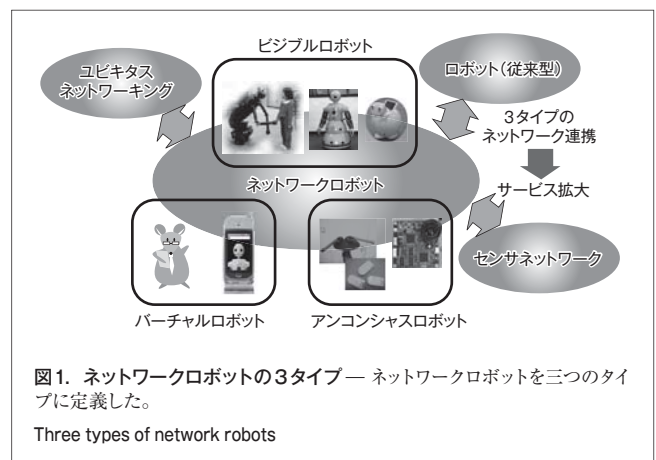


図1. ネットワークロボットの3タイプ — ネットワークロボットを三つのタイプに定義した。

Three types of network robots

(注1) いつでも、どこでも、誰でもが、コンピュータネットワークにつながるにより、様々なサービスが提供され人々の生活が豊かになる社会を実現、構築する技術。

プラグアンドプレイ (Plug and Play) は、PCにUSB (Universal Serial Bus) メモリなどつないだら (Plug), 実行できる (Play) ものである。USBやPCカードなどハードウェア的なインタフェース規格を統一することで実現されている。ユニバーサルプラグアンドプレイ (UPnP) では、通信手順と機能をあらかじめ決めておくことで、家電やAV機器、PCなどの相互接続を保証する。

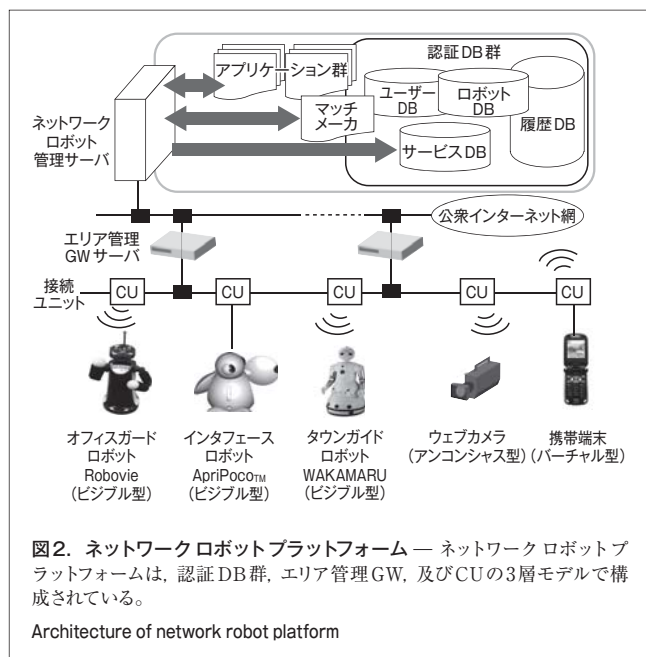
ネットワークロボットの規格統一は、二律背反する機器の多様化を次の二つの方法で可能にしている。

- (1) 必要最低限の情報の規定
- (2) 不足情報は人間との対話で補足

ここでは、(1)を特徴とするネットワークロボットプラットフォームと(2)を特徴とするロボットコミュニケーションについて述べる。

2.1 ネットワークロボットプラットフォーム

ネットワークロボットのプラグアンドプレイを実現するネットワークロボットプラットフォームを図2に示す。必要最低限の



情報規定ということで、ユーザーの要求を4W (When, Where, Who, What) に単純化し、その要求に合ったサービスを提供できるロボットを発見して組織化するようにしている。ネットワークロボットプラットフォームは認証データベース (DB) 群、エリア管理ゲートウェイ (GW)、接続ユニット (CU) の3層モデルから成っている。認証DB群には、ユーザーDB、ロボットDB、サービスDB、履歴DBがある。4Wを記述したデータの3層間のやり取りには、工場などで実績のあるFDML (Field Data Markup Language) を使用している。

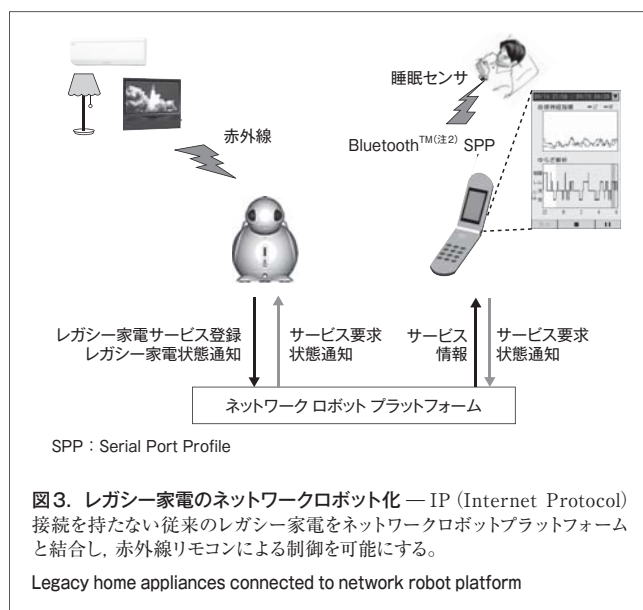
2.2 ロボットコミュニケーション

ネットワークロボットでは、適切と判断されたロボットがサービスを提供するため、ロボットから定期対象のユーザーに名乗りをあげる必要がある。また、家電機器のすべてがLANにつながり、制御可能になっているわけではない。赤外線リモコンだけの制御が可能な家電機器 (ここでは情報家電ではない家電という意味でレガシー家電と呼ぶ) も多い。そのような多様性に対応するには、不足情報などを人間との対話で直接獲得する必要がある。

当社は、ユーザーが赤外線リモコンでレガシー家電を操作したときに、赤外線コードを基に、インタフェースロボットApriPoco™を介して、ネットワークロボットプラットフォームとその場限りに接続できるようにした^{(2), (3)}。ApriPoco™は初めての赤外線コードに対しては、ユーザーに「何をしたの?」と、その操作の意味を問いかけ、ユーザーのこぼれを取った赤外線コードと対応付けて学習する。学習後は、ユーザーの指示を音声認識し、対応する赤外線コードでレガシー家電の制御が行える。

UNS (Ubiquitous Network Symposium) 2007では、図3に示すようなレガシー家電のネットワークロボット化の例を発表した。睡眠センサ (アンコンシヤス型) で取得した覚せい状態を基に、携帯電話 (バーチャル型) から目覚まし時刻であることがApriPoco™ (ビジブル型) に送られ、ApriPoco™は、対話によりその場限りに取得した赤外線コードにより、照明やテレビなどを制御してユーザーに起床を促すものである。

このように、ユーザーとの対話で不足情報を補足して、赤外線リモコンでしか制御できないレガシー家電もネットワークロボット化ができた。



(注2) Bluetoothは、Bluetooth SIG, Inc. が所有する登録商標であり、東芝は、許可を受けて使用。

3 ネットワークロボットの展開

ネットワークロボットは日本から生み出されたもので、2003年には、ネットワークロボットフォーラム (NRF) が設立され、現在では、約150メンバーが参加している。現在、ネットワークロボットの研究開発は、図4に示すように世界的に広がっている。韓国では、ユビキタスネットワークとネットワークロボットを合わせて、日本のプロジェクトに対して10倍の予算規模を持つURC (Ubiquitous Robot Companion) プロジェクト (< <http://www.standardforum.or.kr/> >参照) が2007年まで活動していた。その内容は日本のネットワークロボットに非常に類似している。2008年から、世界中からロボットを集め、仁川にロボットパークを作っている。

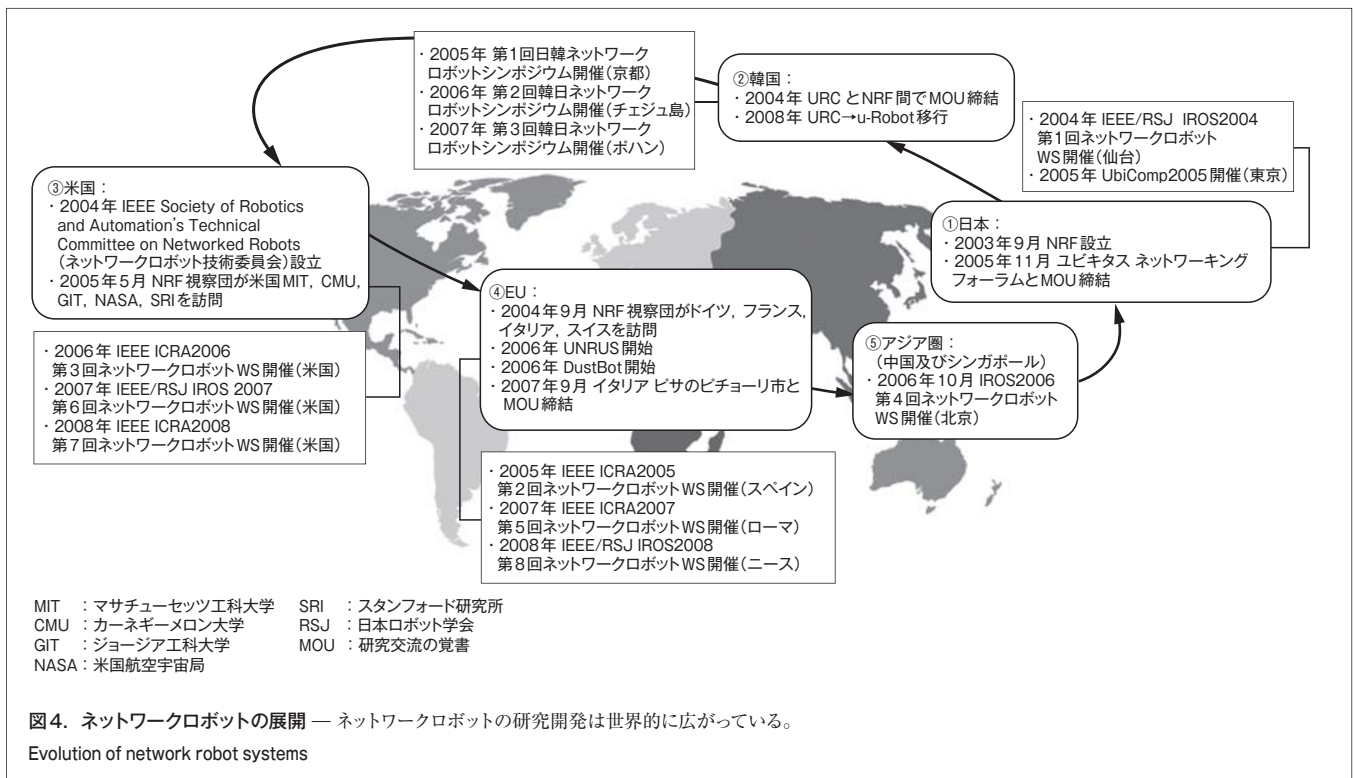
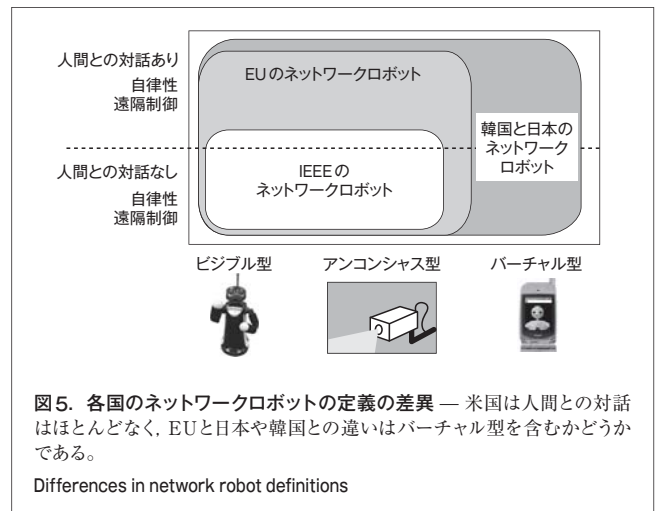
米国では、電気電子学会 (IEEE) のロボットソサエティが2004年にネットワークロボットの技術委員会 (< <http://www.ieee-ras.org/> >参照) を設立している。IEEEのロボット関連の二つの国際会議ICRA (International Conference on Robotics and Automation) とIROS (International Conference on Intelligent Robots and Systems) でも、2004年から継続的にネットワークロボットのワークショップ (WS) が開催されている。

欧州 (EU) でも、2004年のNRFによる視察に触発され、UNRUS (Ubiquitous Networking Robotics in Urban Settings (< <http://www.urus.upc.es/> >参照) というプロジェクトが2006年から始まっている。このプロジェクトは、車が入ること

のできない古い街並みにロボットが入り、観光者への案内などを行うものである。また、イタリアではDustBot (< <http://www.dustbot.org/> >参照) というゴミ収集を行うプロジェクトがピチョーリ市の協力のもと始まっている。

これらのネットワークロボットは必ずしも同一ではなく、その差異を図5に示す。アメリカのネットワークロボットでは、人間との対話はほとんど扱ってなく、軍用向けの自律制御に集中している。EUと日本との違いは、バーチャル型を含むかどうかである。

これらの差異は、ネットワークロボットで何を指すかにより生じている。米国は軍中心の応用であり、EUは観光などを



題材としているが、基本的には人間研究に重点がある。それに対し、韓国や日本は、消費者が常に持ち歩く携帯電話をバーチャル型ということで取り込み、サービス応用でマーケットを立ち上げたいという意図がある。携帯電話とつながれば、個人情報の取得や決済などが既存のインフラを使えるので、マーケット立ち上げの障壁を減じられるとの期待がある。

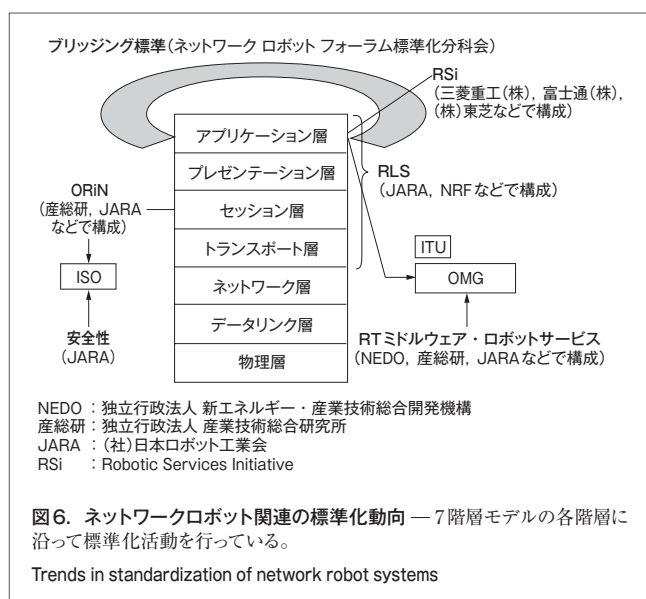
4 関連標準化動向

技術を世界的に普及させるには標準化が重要である。図6は、現在活動しているネットワークロボット関連の標準化活動を、OSI (Open Systems Interconnection) の7階層モデルに対応させてまとめたものである。

産業用ロボットでは、ロボット間の通信プロトコルに関するORiN (Open Robot Interface for the Network/Open Resource for the Network) 協議会 (< <http://www.orin.jp/> > 参照) で、安全性に関して国際標準化機構 (ISO) で標準化が行われている。また、それに対し、ロボットを構成するコンポーネントについてのRT (Robot Technology) ミドルウェアはOMG (Object Management Group) で標準化された。OMGでは、現在、ロボット位置情報 (RLS: Robotic Localization Service) に関して、標準化活動中である⁽⁴⁾。

屋外での静的な位置情報についてはISO19100で既に標準化されている。しかし、これらは以下の問題があり、ロボット位置情報としてそのまま利用することができない。

- (1) 時刻と空間位置以外の情報を扱えないこと。
- (2) 確率的な情報を表現できないこと。地理情報システム (GIS: Geographic Information System) では、すべての情報は「正しい」情報として扱われるため、位置情報の誤差を表現する手段がない。



- (3) 絶対座標しか扱えないこと。GISは地球上の位置を扱うシステムであるため、相対座標系や、移動体上の座標系がほとんど考慮されていない。

RLSは、2009年12月に最終仕様が発行される予定である。位置情報だけでなく、図2に示したようなネットワークロボットプラットフォームに関して、韓国が国際電気通信連合 (ITU) で標準化を始めようとしており、日本でもこれに対応するために寄書き提出など開始した。

5 あとがき

ここでは、ロボット技術とユビキタスネットワークやセンサネットワークなどのネットワーク技術を結合させるネットワークロボット技術について述べた。ネットワークロボットは日本から発進したアイデアであるが、世界各地で同様の研究活動が活発化している。当社は、LANなどのネットワーク機能を持たないレガシー家電も、人間との対話を用いて、ネットワークロボット化する技術に取り組んでいる。今後は、長期の実証実験により、有用性を検証していく。

この研究の一部は、総務省「ネットワークロボット」プロジェクトの研究委託により実施したものである。

文 献

- (1) 土井美和子, ほか. ネットワークロボット, 技術と法的問題. オーム社, 2007, 175p.
- (2) 山本大介, ほか. “ユーザの音声指示を覚えるインタフェース—卓上インタフェースロボットへの適用—”. 情報処理学会全国大会. つくば, 2008-03, 情報処理学会, 2D-2. CD-ROM.
- (3) 杉山博史, ほか. “ネットワークロボットによる快適目覚ましシステム”. 電子情報通信学会2008年総大会予稿集. 北九州, 2008-03, 電子情報通信学会, B-20-42. CD-ROM.
- (4) 西尾修一, ほか. ロボット位置情報表現の標準化. 電子情報通信学会誌, 91, 5, 2008, p.374-379.



土井 美和子 DOI Miwako, Ph.D.

研究開発センター首席技監, 博士 (工学)。
 ヒューマンインタフェースの研究・開発に従事。IEEE, 電子情報通信学会, 情報処理学会, ヒューマンインタフェース学会会員。
 Corporate Research & Development Center



山本 大介 YAMAMOTO Daisuke, D.Eng.

研究開発センター ヒューマンセントリックラボラトリー 研究主務, 博士 (工学)。ロボット技術の研究・開発に従事。日本ロボット学会, 情報処理学会会員。
 Human Centric Lab.



萩田 紀博 HAGITA Norihiro, D.Eng.

(株)ATR知能ロボティクス研究所 所長, 工博。文字認識, コミュニケーションロボットなどの研究に従事。IEEE, 電子情報通信学会, 情報処理学会, 人工知能学会, 日本ロボット学会会員。
 ATR Intelligent Robotics Lab.