

# ライフサポート型ロボット技術に関する研究開発

## Research and Development on Robotic Technologies for Life Support

### 研究代表者

萩田 紀博 (株)国際電気通信基礎技術研究所  
Norihiko Hagita, Advanced Telecommunication Research Institute International

### 研究分担者

土井 美和子<sup>†</sup> 菅原 敏<sup>††</sup> 山田 敬嗣<sup>†††</sup> 武藤 伸洋<sup>††††</sup>  
Miwako Doi<sup>†</sup>, Satoshi Sugawara<sup>††</sup>, Keiji Yamada<sup>†††</sup>, Shinyo Muto<sup>††††</sup>  
<sup>†</sup>株式会社 東芝 <sup>††</sup>株式会社 日立製作所 <sup>†††</sup>日本電気株式会社 <sup>††††</sup>日本電信電話株式会社  
<sup>†</sup>Toshiba <sup>††</sup>Hitachi <sup>†††</sup>NEC <sup>††††</sup>NTT

研究期間 平成 21 年度～平成 24 年度

## 概要

本研究課題は、複数のロボットサービスが連携することによって、高齢者・障害者の生活支援・社会参加を実現することを目的とする。「ある場所で動いたロボットサービスが他の場所で動かなくなる」、「商業施設などでのロボットの安全動作」などの問題を解決するユビキタスネットワークロボット・プラットフォームと呼ぶアーキテクチャを提案する。そのためのサービス連携実証実験とその成果、関連する国際標準化の取得について述べる。東日本大震災対策として実施した原発利用を想定した実証実験についても紹介する。

## 1. まえがき

ロボットはスマートフォンのように、あたかも人に話す感覚でロボットと話せるために、文字入力や指のジェスチャー操作を何度も繰り返す煩わしさがなく、高齢者や障害者にとって、使いやすく、楽しませるインタフェースである。高齢者・障害者の生活支援・社会参加を実現するためには、身体機能の補助や商業施設などにおける案内支援・情報提供、家庭での生活支援、介護者の負担軽減などが不可欠であり、スマートフォンに比べて、インタフェースに関するメリットがあるロボットについての期待が高まっている。しかしながら、実際の商業施設などへの社会参加を促すにはロボット単体だけでは現実的なサービスにはならないため、ロボット技術とユビキタスネットワーク技術を組み合わせたネットワークロボットサービスに対する期待が高まっている。ここで、ロボットサービスとは、センシング（認識）、アクチュエーション（駆動）、コントロール（制御）の3機能を持つロボット、デバイス、システムをいう。

スマートフォンのアプリのようにどこでも利用できるようにするにはロボットの技術的課題があった。例えば、ある施設で動くロボットサービスを別の施設に持って行くと床の傾き、床面の状態、移動路の障害物などが変化するために、改めて床特性などをプログラムしない限り動かさない。それ以外にも、異なるロボット、高齢者、障害者等の異なるユーザ、環境センサの人位置・行動認識能力差があっても動作が可能になるシステム・アーキテクチャがなかったなどが挙げられる。

本研究開発課題は、これらの問題を解決するユビキタスネットワークロボット・プラットフォーム（Ubiquitous Network Robot Platform、以後 UNR-PF と略す。）と呼ぶロボットサービス連携システムのアーキテクチャを提案し、実証実験の成果、国際標準の取得等について述べる。

## 2. 研究開発内容及び成果

### 2.1 全体概要：目標と成果

本研究開発は、ユビキタスネットワーク技術とロボット技術の一層の融合を図ることによって、高齢者や障害者を対象としたロボットサービスに必要な機能を実現し、B2B から B2C への幅広い普及促進を図ることを目的とする。

研究開発目標は、高齢者・障害者の生活支援・社会参加を実現するためのロボットサービス連携システムを確立することである。開発当初はロボットが点字ブロックを乗り越えられない、床の傾きや床材の特性が変わると動かなくなるなど、ある場所で動いたロボットサービスが他の場所では動かなくなる問題があった。ロボットも人混みやショッピングカートなどの移動物体が行き交う商業施設の中で、安全に動作するかという問題も残されていた。そこで、場所やロボット性能の違いに対応できる「ロボット管理・制御技術」（2.2、2.3 に後述）を開発した。同時に、人混みやカートが行き交う商店街でも安全に移動し、かつ複数地点でも同一の人としてロボットが円滑にコミュニケーションできる「インタラクティブ行動シナリオ構成技術」（2.4 に後述）を開発した。さらに、これらの要素技術を組み合わせて、実際の商業施設等で複数のロボットやセンサ群、携帯電話・スマートフォン（以後、スマホと略す。）などが連携して、ロボット単体ではできないロボットサービスを実証するための「ロボットサービス連携システム構築技術」（2.5 に後述）を開発した。

これらの実験を通じて、ユビキタスネットワークロボット・プラットフォーム（UNR-PF）と呼ぶ3層アーキテクチャからなる連携システム（2.5 に後述）を提案し、実験によってその技術仕様を策定した。このアーキテクチャに対して国際標準化（ITU-T に勧告成立）を実現しただけでなく、ロボットの利用拡大とロボットサービスアプリ市場が生まれることを念頭においた、ロボット対話サービス等の国際標準化（2.6 に後述）も実現した。

政策目標として、日本が抱える社会課題の解決にも資することを目的に、東日本大震災にも対応した。まず、福島原発の対応では、「原子力発電所での利用を想定した実証システム構築・実証実験」の課題に挑戦し、空間台帳管理技術を利用して、実際の福島原子力発電所第5号機で調査モニタリングロボットシステムの実証実験を実施した（2.7 に後述）。東北地方の被災者救済にも2.4で述べるインタラクティブ行動シナリオ構成技術を利用して、仙台市の「あすと長町（ながまち）仮設住宅」で、ICTを活用した住民のコミュニティ活性化実験を実施し、高齢者の活動意欲を刺激し、生活に良い変化を与えることを実証した。

## 2.2 ロボット管理・制御技術

### (1) ロボット台帳管理技術 (担当: ATR)

ロボット台帳管理技術は、ロボットが移動して、人(々)とコミュニケーションするために必要なロボットの性能・特性を管理する技術で、施設にあるロボットだけでなく、新たに施設に持ってきたロボットがそのサービスを提供できるのかを判定する。ロボット台帳には、サービス連携に必要な6種類の能力(会話能力、空間指示能力、移動能力、輸送能力、運搬能力、ユーザ認証能力)が定義されている。機能定義の追加が容易なXML形式のデータ表現を採用するとともに、センシング機能である人検出機能及び人認識機能の記述も定義されている。

### (2) ユーザ台帳管理技術 (担当: ATR)

ユーザ台帳管理技術は、各地点のロボットリソースを確保するために、高齢者、障害者などのユーザの利用特性を管理する技術である。施設にあるロボットがどの人にならばサービスが可能かどうかを判定する技術である。

ユーザ属性(身体機能、認知機能、杖・車いすなど移動における補助など)の記述方法はロボット台帳と同様にXML形式で定義する。

### (3) 空間台帳管理技術 (担当: 日立)

空間台帳管理技術は、ある地点内で実際のロボットが移動するために必要な空間的な特性を管理する技術である。空間台帳の目的は、床面特性、エリア内構造特性、エリア間構造特性、ロボットサービス行動特性、ユーザ集団行動特性の5つの空間的な特性を表現することにある。本研究開発では、5つの行動特性に加え時間変化にも対応した空間台帳を開発し、ロボット向け、人向けの各々でその有効性を検証し、空間台帳管理技術を確立した。床面特性をロボットが理解可能なグリッドマップ(図1)として表現した。商業施設の実証実験でATRと日立が共にロボットと空間台帳を連携させる実証実験を実施し、ロボット台帳と連携した空間台帳の有効性を検証した。ロボット視点だけでなく、ユーザ属性(車いす、高齢者、健常者)に応じた経路探索の機能を開発した。

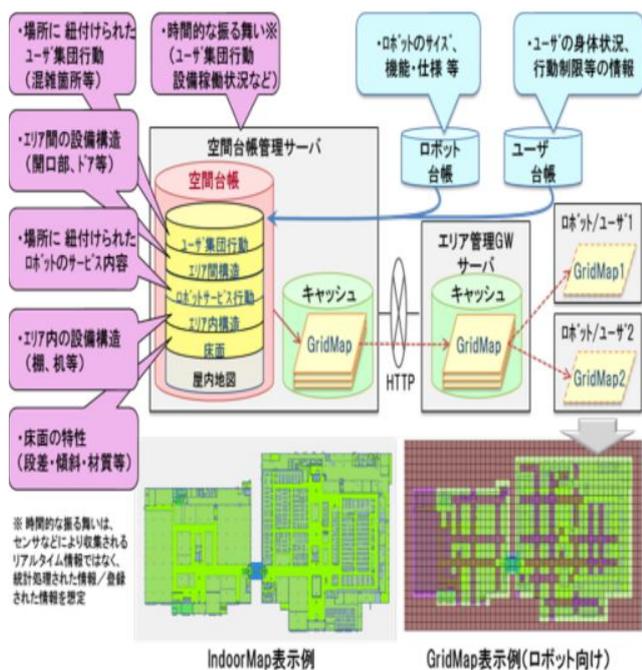


図1 空間台帳

## 2.3 複数ロボット操作技術 (担当: ATR)

商店街などのロボット利用を想定する場合には、すべてのロボットが自律的に稼働することは現実的でないために、人とロボットで協調した自律行動制御を実現するためのユーザインタフェース技術として複数ロボット操作技術が必要になる。特に、複数のロボットが移動、又はそれぞれのロボットが別の人とインタラクションの2タスクを同時に遠隔操作するためには、管理者が、移動のためのロボットのカメラ制御とインタラクションのためのロボットの視線制御の両方を制御する必要があり、この制御のワークロードをいかに減らすかが研究課題になる。

商業施設等でロボット操作に慣れていない遠隔操作者でも操作できるようにするために、ロボットに内蔵されたカメラ画像とロボットの周囲の三次元環境モデルとを統合して、直感的に表示できるインタフェースを開発した(図2)。管理者(遠隔操作者)が複数台のロボットを遠隔操作する場合には、あるロボットの操作だけに集中していると他のロボットの状況を把握することが難しくなるだけでなく、多様なエラー情報を処理しきれない。これを防ぐために、バックグラウンドで動作しているロボットのエラーをシステムに通知する機能を追加すること、エラーに応じて管理者が行う必要がありそうなアクションを推薦する機能などを実現した。これらの機能を統合することにより、5台以上のロボットがユーザとそれぞれインタラクションをしている場合でも、97.6%のユーザが違和感を覚えないサービスを提供できること、ロボット操作に慣れていないユーザが20分の操作トレーニングで2台以上のロボットを遠隔操作できることも確認した。



図2 ロボット操作に慣れていない管理者のためのインタフェース画面

## 2.4 認識情報の Web 連携管理・分析技術及び分析結果に基づくインタラクティブ行動シナリオ構成技術

### (1) 商業施設でのヒューマン・ロボット・インタラクション技術 (担当: ATR)

位置情報と無線LAN端末から得られる無線電波強度情報を統合することで、商業施設内という実環境下で同一のユーザを97%の精度で認識できる技術を確立した。

ロボットが特定のユーザに話しかける場合に、ユーザとのインタラクション履歴を用いて同一ユーザであるかどうかを確認する振る舞いを行うことで、90.1%の割合で違和感を与えることなく接近できることを確認した。

### (2) 行動情報・生活履歴情報分析・状況検出技術 (担当: 東芝)

生活支援情報提示技術と搭載した生活実証実験用ビジュアル型ロボットを開発し、国際生活機能分類(ICF)の「メディアサービス e5600のニュース」「気候 e225の天気」「レクリエーションとレジャー d920の旅行情報」「日課

の管理 d2301 の予定」の 4 項目の生活支援情報提示で 80 %以上のユーザの満足を得た。高齢者の家庭にあるロボットで取得した生活状態を離れて暮らす家族に提示する双対型ロボットシステムを開発して実証実験を行い、ICF の「家庭用器具の使用 d6403 の掃除機がけ」「歯の手入れ d5201 の歯磨き」「頭髮と髭の手入れ d5202 のドライヤと髭剃り」「排泄 d530 のトイレ水洗」「会話の持続 d3501 の会話」「自宅内の移動 d4600 の自宅内の歩行」「屋外の移動 d4602 の外出」の 8 項目の生活支援情報提示で 80 %以上の見守りユーザの満足を得た。

転倒危険性を診断する双対型ロボットシステムを改良して実証実験を行い、ICF の「歩行パターン機能 b770 の転倒危険度、加速度波形、足首の挙上度、振り出し度、衝撃度、周期性、左右対称性」の 7 項目の生活支援情報提示で 80 %以上の専門家ユーザの満足を得た。「歩行パターン機能 b770 の転倒危険度」の 1 項目の生活支援情報提示で 80 %以上の高齢者ユーザが満足することを達成した。ユーザの移動状態や位置の属性に応じて生活支援情報提示を行うバーチャル型ロボットにより実証実験を行い、ICF の「日課の管理 d2301 の忘れ物の確認と服薬の確認」「交通機関や手段の利用 d4702 の乗車ルートの案内と降車のお知らせ」「様々な場所での移動 d460 の道案内」「基本的な経済的取引 d860 の買物メモ」「レクリエーションとレジャー d920 の寄り道スポット」の 7 項目でユーザが満足することを達成した。これにより、27 項目の生活支援情報提示で 80 %以上のユーザの満足を得た(図 3)。

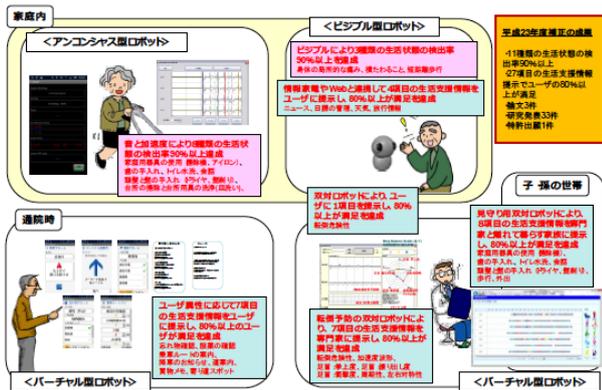


図 3 履歴情報・認識情報に基づく行動シナリオ構成技術

### (3) インタラクティブ行動シナリオ構成とコミュニケーション活性化技術 (担当: NEC)

コミュニケーション活性化技術の要素となる興味類似度判定技術、情報意外性判定技術、戦略的話題選択技術を



図 4 仙台市あすと長町仮設住宅の高齢住民(約 20 名)を対象ユーザとしたフィールド実験

開発し、これらを統合したコミュニケーション活性化技術を確立した。本技術を用いて、ユーザ間の意見交換を促進する SNS (ソーシャル・ネットワーキング・サービス) に似たコミュニケーション支援システムを試作した。UNR-PF にも対応し、高齢者の住宅や支援者などを想定した多地点でバーチャル型とビジュアル型のネットワークロボットと連携する。あすと長町仮設住宅(仙台市)の高齢住民(約 20 名)を対象ユーザとしたフィールド実験で、ロボットが提供した話題に 2 人以上がコメントする量が従来手法と比較して 2 倍以上となる(平均 2.1 倍)ことを実証した。

## 2.5 ロボットサービス連携システム構築技術(担当: ATR)

### (1) ケーススタディによるロボットサービス連携システム構築技術の検討

場所、ロボット、ユーザ、遠隔オペレータが変わってもロボットサービスが動き、スマートフォンのように複数種類のロボットサービスを同時に動かせるロボットサービス連携システムのアーキテクチャ(図 5)を提案した。

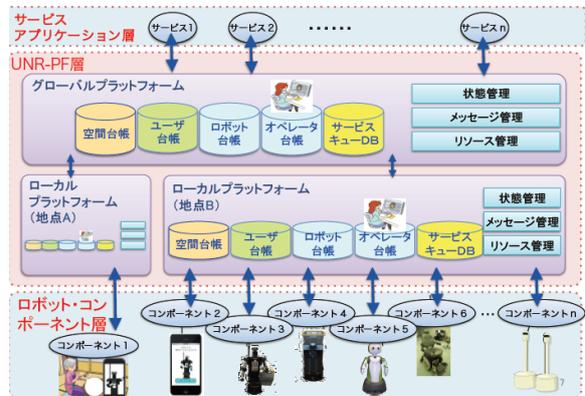


図 5 ロボットサービス連携システム・アーキテクチャ (3層構造)

まず、サービスアプリケーション層はサービスプロバイダによって管理され UNR プラットフォーム層(以後、UNR-PF 層と呼ぶ。)が提供する共通インタフェース(の中に含まれる関数)を用いて、サービスアプリを書くことができる。すなわち、サービスプロバイダにとっては、ロボットの細かい仕様を知らなくてもロボットサービスを共通インタフェース(表 1 の 15 種類の HRI コンポーネント)でロボット対話(Human-Robot Interaction, HRI)のアプリを書くことができる。例えば、「個人 ID を取得する」という「個人同定」の関数を利用すれば、実際の地点に設置してあるセンサが無線タグの場合やカメラによる顔画像認識の場合を気にしないで、アプリを書ける。

今までのロボットサービスは図 6(a)に示すように、ロボット 1 の個人 ID 法(顔認識)とロボット 2 の方法(タグ ID)に依存してサービスアプリを変更しなくてはならなかった。一方、RoIS によって、個人同定関数で書けば、図 6(b)に示すように、同じサービスアプリ X でロボット 1 でもロボット 2 でも動作できるようになる。

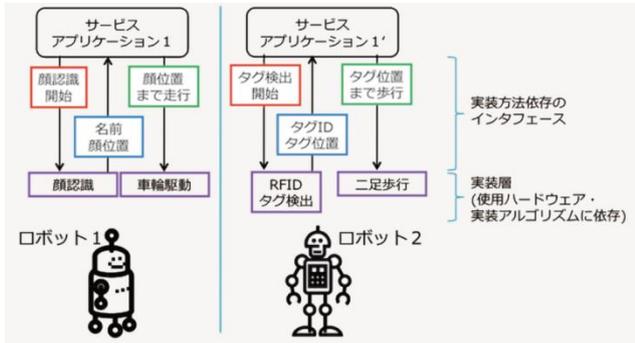
次に、ロボットコンポーネント層では無線タグやカメラによるアルゴリズム、ハードウェアなどを個別に開発・改良することができる。これらの基本条件を満たすために、UNR-PF 層は表 2 に示すような機能を持つ、5 種類のデータベース(4 種類の台帳を含む)と 3 種類のマネージャを多地点ないし各地点に配置する。

表1 基本 HRI コンポーネント

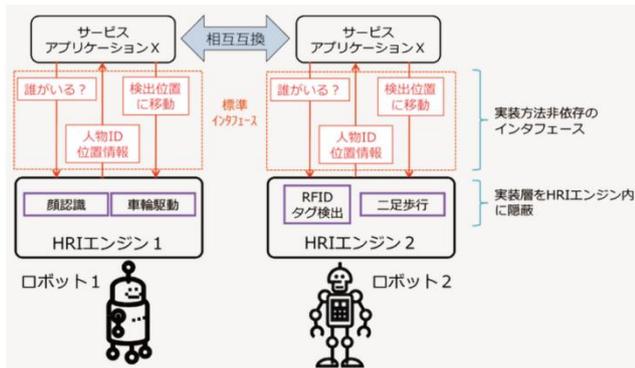
1	システム情報	9	音声認識
2	人検出	10	ジェスチャ認識
3	人位置検出	11	音声合成
4	個人同定	12	応答動作
5	顔検出	13	ナビゲーション
6	顔位置検出	14	追従
7	音検出	15	移動
8	音源位置検出		(機能追加も可能)

表2 UNR-PF 層の台帳とマネージャ

台帳/マネージャ	主な機能
空間台帳	各地点別の床情報、床の性質、各ロボットの稼働範囲・禁止区域などを記述。
ユーザ台帳	各地点のロボットリソースを確保するために、高齢者、障害者などのユーザの利用特性を記述。
ロボット台帳	各地点で各ロボットサービスに対応できるロボットの性能（走破性、移動速度、ペイロード、顔認識機能など）や形状（人型や電動車いす型、カート型など）の情報を記述。
オペレータ台帳	オペレータが一度に操作可能なロボットの台数などのオペレータ操作能力を記述。
サービスキューDB	多地点サービスの ID とその初期条件をセット。次に、各地点が開始通知をもらったら、そのサービス ID とその初期条件をセット。
状態マネージャ	多地点と各地点でサービスキューに登録されている状態を通知し、サービス開始の条件を満たせば、サービス開始をサービスアプリ側に通知。
リソース・マネージャ	サービス実行前にロボット台帳、ユーザ属性台帳、オペレータ台帳を参照して、ユーザに合うロボット、オペレータを決定する。
メッセージ・マネージャ	地点間でサービスアプリと必要なロボット機能がどれであるかをメッセージ交換。サービスアプリに適合するロボット機能があれば、その機能を実行できるロボットがその地点にあるかをリソース・マネージャに聞き、ロボットがあれば、状態マネージャやサービスアプリにその旨を通知。



(a) ロボットの実証方法に依存する従来の場合



(b) 実装方法に依存しない HRI コンポーネントの場合  
図6 ロボット対話サービス RoIS の概念

(2) ロボットサービス連携システム実証実験

実際の商業施設（京都府アピタ精華台店）で多地点に亘るロボットサービスとして、図7に示す「店舗内買い物支援」（家庭でロボットが高齢者からあらかじめ買い物情報を聞く、店舗内のロボットが、その情報をもとに高齢者に付き添って買い物支援）の実験を2009年12月に行った。図8に示す「店舗間回遊支援」（移動ロボットが高齢者の通院や買い物に付き添い柔軟で違和感ない情報提供を行う）の実証実験を2011年3月に行い、段階的にサービス連携システムを構築した。

(3) スマホを利用した UNR ロボットサービス連携実験

ある日、商業施設でロボットを見かけた時に、そのロボットが自分にどんなサービスをしてくれるかが従来のロボット技術では不明であった。この問題を解決するために、ユーザに応じて、その場所でどんなロボットサービス提供が可能かを UNR-PF を用いて、システムが自動的に決定する方法を提案した。2013年1月に実際の商業施設（京都府アピタ精華台店）で ATR が開発した店舗間回遊支援、買い物支援と、東芝が開発したヘルスケア（家庭と医療施設や介護者宅などで健康状態を共有し適切な情報提供を行なう）の3種類のロボットサービスを連携してサービスを提供する実験を行った。図9に示すように、ロボットサービスアプリケーションのアイコンがスマートフォン上



図7 買い物支援サービス実証実験



図8 車いす型ロボットによる店舗間回遊支援実証実験

に浮き出てくるため、ユーザは初めて行った場所でもどのアプリが利用できるかを自動的に知ることができる。図9の2つのサービスを例えば、図10のように、回遊中に買い物支援のアプリに切り替える(割り込み)など、シーケンシャル、割り込み、並列などの処理を選ぶことができる。



図9 利用者が訪れた場所で利用可能なロボットサービスアプリのアイコンが浮き出る。複数アプリを選択可能



図10 多地点ロボットサービスに対応したユビキタス・ネットワークロボット・プラットフォーム (UNR-PF)

## 2.6 ロボットサービス連携システム構築技術の標準化 (担当: 日立、NTT、東芝、ATR)

UNRに関する国際標準化もこの4年で急激に進展した。UNR-PFの機能概念モデルをITU-T SG16 Q25においてF.USN-NRP (USN:Ubiquitous Sensor Network、NRP:Network Robot Platform)の提案が承認され、2013年3月に勧告が成立した。OMG (Object Management Group)では、人やロボットの位置関係記述に関するRobotic Localization Service (RLS)がver.1.1を発行した。ロボット対話サービスの共通インターフェースであるHRIコンポーネントのフレームワークRobotic Interaction Service (RoIS)の技術仕様ver.1.0が2013年中に公開予定である。空間台帳についてもOGC (Open Geospatial Consortium)にCityGML (City Geography Markup Language) ver.2.0の仕様が認められ、IndoorGML (Indoor Geography Markup Language)も作業を進めている。

UNR-PF層の機能の一部を実装したUNR-PF α版を2012年7月20日に一般公開し、チュートリアルなどを展開した。UNR-PF α版ソフトウェア、実際の掃除ロボットのロボットコンポーネントとサービスアプリケーションのサンプルプログラム、マニュアル類が付いている。その後、ユーザからのフィードバックを基にして、UNR-PF β版を2013年1月に一般公開した。

## 2.7 原子力発電所での利用を想定した実証システム構築・実証実験

ロボットで一般的な2.4 GHzの無線LANでは、電波の直進性が強く、原子力発電所等の障害物が多い環境では十分な通信性能が期待できない。このため、CADデータから原子力発電所建屋をモデル化して電波伝搬シミュレーションにて定量的に検討し、さらにロボット(図11(a))に搭載可能なアンテナから、VHF帯(180/200 MHz)が最適との結論を得た。VHF帯のロボット向け無線として、無線LANの1/4モードで180/200 MHz(占有帯域幅5 MHz)に対応した無線通信機を開発した。原発建屋内モニタリングロボットとして、小型調査用ロボット2台とマルチ作業用ロボット1台を調達し、模擬訓練施設での検証

を実施し、無線としてはアドホック中継(チャンネルあたりのスループット:1.6 Mbps@中継1段、1.1 Mbps@中継2段)、障害時の二重化及び平常時の帯域N倍化、通信データ種別の優先度・帯域制御機能を確認した。ロボットとしては階段等の各種走行試験を実施して、災害ロボット向けに十分な性能を確認した(福島原子力発電所及び訓練施設での無線検証は実験試験局免許にて実施)。

複数ロボットの連携操作を実現するコンソールを開発した(図11(b))。コンソール画面上で建屋CADデータから作成したマップにロボットの現在位置の表示が可能であり、ロボットの自己位置同定はロボットに搭載したレーザレンジファインダ及び位置同定ユニットで行い、操作コンソールで受信する。さらに、ロボットが走行して計測したデータから障害物情報を作成・更新することも可能とした。これらの技術を模擬訓練施設で検証実験した上で、福島第一原子力発電所5号機原子炉建屋にて、3台のロボットを相互に無線中継させながら見通しのきかない原子炉格納容器の裏側まで操作できること、ロボットの現在位置から衝突警告を表示するなどの連携操作が可能であることを確認した。



(a) 無線機/ロボット

(b)複数ロボット連携操作  
コンソール

図11 福島第一原子力発電所5号機原子炉建屋における実証実験

## 3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

### 3.1 国際標準化、フォーラム活動について

ネットワークロボットフォーラム(NRF)の技術部会標準化分科会の作業部会活動を継続的・発展的に行う。対話サービス作業部会では、OMGにてロボット対話サービスフレームワーク(RoIS Framework)の改訂タスクフォース(RTF)を立ち上げる予定である。ネットワークロボットプラットフォーム作業部会では、ITU-T、IECにおいて、UNR-PFを用いたサービスロボットの社会実装を推進し、プラットフォーム仕様及び国際標準仕様提案にフィードバックする。空間情報作業部会では、OGCにて、IndoorGMLにロボットナビゲーション向け仕様拡張等を盛り込むことを推進する。

### 3.2 フォーラム活動に事業化支援の体制を追加

ユビキタスネットワークロボット技術を少子高齢化社会や震災復興・復旧、災害に強い都市作りなど、社会・ライフスタイルの変化に対応した様々な生活支援サービスがフォーラムから生まれるべく、平成25年度にフォーラムの支援事業の機能を刷新する。まず、NRF会員や企業コンソーシアム・次世代ロボット開発ネットワークRooBO会員のアンケート調査から要望の多かった「事業化支援」をフォーラムの新事業として追加する。具体的には、「ネットワークロボットで、安く、速く、いいサービスを」を合い言葉に、技術部会生活支援ネットワークロボット分科会を発展的に廃止し、「事業化支援分科会」を立

ち上げ、次の機能の実現を検討する。

- ・メーカー、ソフトハウス、サービスプロバイダが出会えるハブ機能
- ・UNR-PFなどのオープンプラットフォーム、UNR 新技術、開発期間を短縮するエコシステムなどが学べる機能
- ・グローバルに通用する投資家に提案できる場の提供
- ・社会制度上の課題を調査やユーザ・市民ニーズの変化を捉える機能

### 3.3 社会導入を促進するための実用化戦略

- ・ATR では、高齢者（被介護者）のニーズを満たしつつ介護者の負担軽減を図る高齢者向けサービス事業に向けた研究開発（総務省委託事業）を8月から開始した。
- ・NEC が実施した被災地での実験は、運用を地元の大学や企業に移管してブラッシュアップしながら継続することを計画する。被災地に限らず、高齢化ニュータウンや世代間交流が薄くなっている地域などのまちづくり基盤としての展開も目指す。
- ・日立では、空間台帳に関する研究開発成果の日立グループ製品への組み込み可能性を検討する。原発処理対応について、福島第一原子力発電所の復旧に資する業務に投入できるよう提案を行っている。

## 4. むすび

高齢者・障害者の生活支援・社会参加を実現するために多地点で、異なるロボット、若者、高齢者、足の不自由な方等の異なるユーザ、環境センサの人位置・行動認識能力差があっても、互いのロボットが連携して動作が可能になるユビキタスネットワークロボット・プラットフォーム（UNR-PF）と呼ぶアーキテクチャを提案した。このアーキテクチャの国際標準を取得するとともに、空間表現やロボットの位置、ロボットのインタラクション機能についても国際標準化を実現した。研究開発途中に発生した東日本大震災にも貢献するために、当初基本計画とは別に、空間台帳管理技術を福島原発での利用を想定した実証システムを構築し、福島原発第5号機で実証実験などを行った。本研究開発課題の成果は、高齢者・障害者の社会参加を促進するネットワークロボットサービスを介護ビジネスに活用する予定である。現在、サービスを実現するための研究開発を進めており、年度内には実際の被介護者・介護者を対象とした実証実験を実施する予定である。

#### 【誌上発表リスト】

- [1]Koji KAMEI, Miki SATO, Shuichi NISHIO, Norihiro HAGITA、Cloud Networked Robotics、IEEE Network Magazine Vol.26 No.3 pp28-34 (2012.05.17)
- [2]大内、土井、携帯電話搭載センサによるリアルタイム生活行動認識システム、情報処理学会 Vol.53 No.7 pp1675-1686 (2012.07.01)
- [3]Andres Mora, Dylan F. Glas, Takayuki Kanda, Norihiro Hagita、A Teleoperation Approach for Mobile Social Robots Incorporating Automatic Gaze Control and Three-Dimensional Spatial Visualization、IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part A: Systems and Humans Vol.43 No.3 pp630-642 (2013.02.)

#### 【申請特許リスト】

- [1]株式会社東芝、生活行動記録装置および方式、日本、2010.12.13
- [2]日本電気株式会社、communication assistance device,

communication assistance method, and computer readable recording medium、米国、2013.01.16

- [3]株式会社国際電気通信基礎技術研究所、ロボットサービス連携、日本、2013.03.26

#### 【登録特許リスト】

- [1]株式会社日立製作所、屋内空間データ作成支援システム及び屋内空間データ作成支援方法、日本、出願日 2009.11.12、登録日 2012.09.14、特許 5087602
- [2]株式会社東芝、ナビゲーション装置、方法及びプログラム、日本、出願日 2010.09.28、登録日 2013.2.15、特許 5198531
- [3]株式会社東芝、生活行動記録装置および方式、日本、出願日 2010.12.13、登録日 2013.1.25、特許 5185358

#### 【国際標準提案リスト】

- [1]Robotic Localization Service (RLS) version 1.0、OMG 提案(2008.07.) 修正(2009.05.) 登録(2010.02.)
- [2]Robotic Interaction Service (RoIS) version 1.0、OMG 提案(2011.05.) 修正(2012.05.) 登録(2013.02.)
- [3]Requirements and functional model for ubiquitous network robot platform to support USN applications and services、ITU-T SG16 提案(2011.02.28) 修正(2013.01.24) 登録(2013.03.16)

#### 【参加国際標準会議リスト】

- [1]Robotic Localization Service RTF report inventory、Object Management Group、dtc/2011-06-08 (2011.06.08)
- [2]F.USN-NRP: Proposed updates for Consent、ITU-T SG16 meeting、C-75、Geneva、Switzerland、14 - 25 Jan. 2013 (2013.01.14-25)
- [3]Robotic Interaction Service 1.0 specification、Object Management Group、formal/2013-02-02、<http://www.omg.org/spec/RoIS/1.0/> (2013.02.)

#### 【受賞リスト】

- [1]Takamasa IIO, Masahiro SHIOMI, Kazuhiko SHINOZAWA, Takaaki AKIMOTO, Katsunori SHIMOHARA, Norihiro HAGITA、ICSR2010 Best Student Paper 2010 Finalist、International Conference of Social Robotics 2010、Entrainment of Pointing Gestures by Robot Motion、2010.11.24
- [2]大内一成、情報処理学会山下記念研究賞、情報処理学会、ActivityAnalyzer: 携帯電話搭載センサによるリアルタイム生活行動認識システム、2013.03.06
- [3]Phoebe Liu, Dylan Glas, Takayuki Kanda, Hiroshi Ishiguro, Norihiro Hagita、Best Full Paper Nomination、the 8th ACM/IEEE International Conference on Human Robot Interaction (HRI2013)、It's Not Polite to Point: Generating Socially Appropriate Deictic Behaviors towards People、2013.03.00

#### 【報道掲載リスト】

- [1]ロボットが買い物手伝い実験、NHK テレビニュース (2009.12.10)
- [76]Robotic Wheelchair Takes Elderly Customers Shopping、IEEE RAS Technical Committee on Networked Robots (2011.05.19)
- [91]NHK 大阪 NEWS テラス KANSAI 「スマホでロボットサービス」 (2013.01.11)

#### 【本研究開発課題を掲載したホームページ】

[http://www.irc.atr.jp/research\\_project-2/unr/](http://www.irc.atr.jp/research_project-2/unr/)