解説

高齢者・障害者のためのユビキタスネットワークロボット技術の研究開発

Ubiquitous Networked Robots for the Elderly and the Physically and Mentally Challenged Disabled People

萩 田 紀 博* *ATR 知能ロボティクス研究所

Norihiro Hagita* *ATR Intelligent Robotics and Communication Laboratories

1. はじめに

高齢者や障害者等が安心して暮らせる社会の実現を目指して、高齢者らの見守りや介護者の肉体的・精神的負担軽減のために様々なサービスロボットの研究開発が進められている。これらの安全基準や標準化が確立されていくことと並行して、ロボット同士の協調・連携や携帯端末、環境センサの情報を共有できるネットワークプラットフォーム構築もロボット関連ビジネスを生み出すために不可欠な研究開発である。すなわち、ロボット単体のサービスに留まらず、高度化が進む情報通信技術（ICT）を最大限利用した新しいロボット関連市場が生まれてくる。この考え方は、携帯電話やスマートフォンの利用状況を見れば明らかである。携帯電話1台（単体）がどんなに高機能になってもクラウドコンピューティングやインターネットなどのインフラがなければ市場は生まれない。ロボットはヒューマンインタフェース、アクチュエーションなどの視点からみて、携帯端末とは相補的な関係が多くある。例えば、ロボットは移乗、把持などの力を補助することができ、人型ロボットやアンドロイドでは端末の操作が不要になるため高齢者や障害者（チャレンジド）などが親しみやすい対話とジェスチャで情報をやり取りすることが可能になる。

我が国では2003年からロボット同士や携帯電話、環境センサ群とインターネットを介して協調・連携するネットワークロボットの研究開発を進めている[1]。韓国でも同様のコンセプトで2004年来、ユビキタス型ロボット連携の実証実験が行われた[2]。欧州でも2006年以降、スペインを中心とするURUS[3]、イタリアを中心とするDustBot[4]などネットワークロボット研究プロジェクトが進められている。ユニバーサルシティウオーク大阪で我が国が開発したネットワークロボットプラットフォーム[5]やセンサーネットワーク[5]をベースにして、Honda社製ASIMO、DustBotとATRのロボットとの連携実験が可能であることを実証し

た[6][7]。米国でも2003年のロボカップをヒントにKiva Systemsが開発したネットワークロボット技術が2005年にStaples社配送センター[7]に導入され、現在全米12社に広がっている。2009年からもベンチャー企業を中心に遠隔操作を前提としたネットワークロボットの商用化[8]が進められている。

本解説では、高齢者や障害者等が生活利便性を向上し、社会参加しやすくするために、多地点でロボットサービスを連携できるネットワークロボットの研究開発を紹介する。多地点連携のロボット・システムをユビキタスネットワークロボットと呼び、2009年度から、総務省委託研究「高齢者・障害者のためのユビキタスネットワークロボット技術の研究開発」（実施機関：ATR、東芝、NTT、日立製作所、日本電気）を開始した。ここでは、ATRが行っているロボット連携買物支援と高齢者対話支援実験について紹介する。

2. 単地点から多地点ネットワークロボットへ

ネットワークロボットの概念に基づいて、これまでに商店街、駅、科学館などの人が行き交う場所（単地点）において、ロボットが連携して道案内、来店誘導、展示物説明などの対話サービスを実現できることを示した[1]。ユビキタスネットワークロボット技術の研究開発では、多地点でサービスを連携できるプラットフォーム技術を開発している。そのなかで、高齢者の社会参加を支援する視点から、一人ひとりの高齢者を対象にして、多地点にわたってサービス連携を行うロボット連携買物支援実験と介護者の負担軽減の視点からロボットが高齢者（チャレンジドを含む）同士のテレビ電話による対話を支援する遠隔対話支援実験について紹介する。

3. ロボット連携買物支援実験

3.1 ねらい

高齢者（特に独居の方）にとって買い物は重要な生活行動の一つである。しかしながら、値札が見えづらい、欲しい商品がどこにあるか分からないなどが重なると、買い物に行くことが億劫になり、引きこもりがちになってしまうという。地域のボランティアやインターネットによる買物

原稿受付 2010年8月9日

キーワード: Network Robots, Multi-robot Collaboration and Coordination, Life Support Robotics, Tele-operation

〒619-0288 相楽郡精華町光台 2-2-2

*Soraku-gun, Kyoto

図1 多地点に拡張したネットワークロボットシステム (ユビキタスネットワークロボット)

(a) 家 買物リスト作成

(b) 店舗入口 出迎え

(c) 店舗内買い物支援

図2 買い物支援ロボットサービス実験の様子

代行サービスなども実施されているが、日常的に不可欠な買い物を何度も他人にお願いしなければならないという精神的負担も指摘されている。家族のようにもっと気軽に話せる相手と楽しく対話しながら買い物ができたらという高齢者の意見も強い。

3.2 実験概要

図1に示すように、家、店舗入口、店舗内の3地点で、それぞれ、「買い物リスト作成」、「出迎え」、「買い物支援」の各サービスを連携させる実験を京都府のアピタ精華台店で2009年12月から行った。現実のネットワーク環境はいつでもどこでもリッチなセンサ環境を実現できるわけではない。そこで、環境センサがない場所においても、このサービスを実行できるように、オペレータによる遠隔対話と3地点で異なるセンサ粒度を設定した。

まず、「家」(地点1)で、スマートフォンを使って、高齢者(モニタ)は遠隔オペレータと一緒に買物リストを作る。次に、モニタが店舗に来店すると、「店舗入口」(地点2)で、環境センサ(レーザーレンジファインダ11台と無線LANアクセスポイントからなる)が、来店者の位置(人の腰高上の二次元平面位置座標)を5[cm]の精度で正確に計測する。システムが携帯端末の個人ID(携帯端末のMACアドレス)を検出することによってモニタが誰であるかを特定できる。このあとに、ビジブル型ロボット(Robovie II)がターゲットとなるモニタに近づいて、「〇〇さん、お待ちしていました」などと言って、お出迎えをする。

その後、「店舗内」(地点3)では、家で決めた買物リストに従って、ビジブル型ロボット[1]が順に商品棚まで付き添い、モニタの買い物を支援する。センサ環境は設置せずRobovie II自体のカメラとマイクのみでの情報でオペレータが対話する。例えば、モニタが買い忘れそうになっ

た商品があれば、ロボットが「あ、〇〇を買うのを忘れてるよ」というように、一緒に買い物している感覚で買い物のアドバイスを行う。本実験では、遠隔オペレータ(研究者)が各地点のモニタと遠隔対話・操作を行った(図2)。モニタとロボットとの楽しい対話を観測でき、インタラクション行動シナリオの開発に利用していく予定である。

4. 事例2: 遠隔対話支援実験

4.1 ねらい

2006年に、高齢者(左側)と傾聴ボランティア(右側)をテレビ電話で結ぶ遠隔傾聴実験を実施し、家族(介助者)の負担軽減と高齢者のコミュニケーションの注意持続に有効であった[9]が、資格を持った傾聴ボランティアの数そのものが桁違いに少ないという問題が残されている。そこで、この喫緊の課題を解消するために、本実験では介助者の代わりにビジブル型ロボットとカメラを導入して、かつ高齢者同士が対話する遠隔対話支援ロボットサービス実験を行った。

4.2 実験概要

他者とのかわりが少なくなりがちな高齢者にネットワークを介した対話機会を提供することで、コミュニケーション意欲を高め孤立感の解消など情緒面でのサポートを行えるかを実験した。予備検討として、認知症者10名を含む高齢者12名から二人同士によるテレビ会議システムを利用した遠隔対話の観察を実施し、ユーザの注意低下により対話の持続が困難になること、ユーザに付き添う対話介助者によってユーザの注意を対話相手に引き付けることができること、一方で対話介助者の過度の介入により高齢者同士の対話が阻害される場合があることなどの知見を得た。

この予備検討の結果に基づいて、実験評価システムでは、

図 3 遠隔対話支援ロボットサービス実験

対話介助者の役割をビジブル型ロボットにより代替するため、マイクとカメラによるユーザの対話態度（顔向き・発話の有無）の検出、頷き・手振り等のジェスチャ表出、ルールの発話による相槌・話題提供等の機能を実装した（図 3）。同システムを用いた機能評価のために精華町社会福祉協議会デイサービスセンターにおいて 2009 年 12 月に実施した実証実験では、同センターに通所する高齢者 12 名の参加を得てシステムの基本機能の動作を検証するとともに、ビジブル型ロボットによる対話支援機能により初めて参加する高齢者同士でもテレビ会議システムによる遠隔対話が成立することを確認できた。

5. お わ り に

本報告では、一人のユーザに多地点で異なるロボットサービスを連携可能にするためのユビキタスネットワークロボット実験として、ロボット連携買物支援実験および高齢者同士の遠隔対話支援ロボットサービス実験を紹介した。これ以外にもアジア太平洋トレードセンター（ATC）でもロボットサービス実験を進めている。これらの実験を通じて、多地点でのネットワークロボットが高齢者や障害者（チャレンジド）の社会参加を支援する新たな道具になっていく可能性を切り開くとともに関連する標準化活動も並行して実施する予定である。

謝 辞 本報告は総務省の研究委託により、実施したも

のである。実験にご協力いただいたアピタ精華台店および京都府の精華町社会福祉協議会デイサービスセンターに感謝致します。日ごろ、議論している ATR 知能ロボティクス研究所員、特に秋本高明室長、宮下敬宏室長、篠沢一彦室長、安部伸治室長、小泉智史研究員、佐竹聡研究員に深謝します。

参 考 文 献

- [1] 萩田紀博：“ネットワークロボット概論”，電子情報通信学会誌，vol.91，no.5，pp.346-352，2008.
- [2] W. Yu, J.-C. Sohn and Y.-J. Cho: “Design and Implementation of a Ubiquitous Robotic Space,” Proceedings of Workshop on Network Robot Systems in 2008 IEEE/RSJ International Conference on Intelligence Robots and Systems (IROS2008), NRS-6, 2008.
- [3] A. Sanfeliu and J. Andrade-Cetto: “Ubiquitous networking robotics in urban settings,” Proceedings of Workshop on Network Robot Systems. Toward Intelligent Robotic Systems Integrated with Environments in 2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligence Robots and Systems (IROS2006), 2006.
- [4] DustBot プロジェクト，<http://www.dustbot.org/index.php?menu=home>
- [5] 萩田紀博：“環境情報構造化とネットワークロボット”，ロボット，no.181，pp.11-17，2008.
- [6] <http://robonable.typepad.jp/news/2008/12/20081226-atrasi.html>
- [7] <http://www.willowgarage.com/>
- [8] <http://anybots.com/>，<http://www.intouchhealth.com/>
- [9] Erico Guizzo: “When my avator went to work,” IEEE Spectrum，vol.47，no.9，pp.24-29，2010.

萩田紀博（Norihiro Hagita）

1978 年慶應義塾大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了。同年電電公社（現 NTT）武蔵野電気通信研究所入所。NTT 基礎研究所、ATR メディア情報科学研究所長などを経て、現在 ATR 知能ロボティクス研究所長。この間、文字認識、画像認識、コミュニケーション科学、コミュニケーションロボットなどの研究に従事。工学博士。IEEE、電子情報通信学会、情報処理学会、人工知能学会各会員。（日本ロボット学会正会員）