

ロボットを活用した高齢者支援サービス用 ネットワークプラットフォーム技術の研究開発

小谷 大祐¹ 岡部 寿男¹ 寺田 努² 塚本 昌彦² 星野 寛³

概要：社会における高齢者の割合の増加による様々な問題に対応するため、ロボットを活用して高齢者の生活を支援することが考えられる。しかし、高齢者を支援するサービスに関しては、ELSI や高齢者の人権への配慮等多くの領域に跨る課題があり、その課題をサービスの提供者と利用者だけではなく、介護者や社会学者等と連携しながら共創的に解決しなければならない。さらに、ロボット技術を活用したサービスそのものもビッグデータ処理やセンサーネットワークなどを統合した複雑な ICT 環境に立脚しており、このような環境で各サービスを支えるプラットフォームを開発するには多くの課題を共創的に解決する必要がある。そこで我々は、このようなサービスやプラットフォームの開発をアジャイル型でかつ共創的に行うアジャイル型共創開発手法を定義し、開発し、実践することで、高齢者の活動的で健康的な生活を促進するための、ICT ロボティクスを利用した高度な高齢者支援サービスの開発を可能にすることを目指す ACCRA プロジェクトを欧州と共同でスタートさせた。ACCRA プロジェクトでは、複数のサービスとそれを支えるプラットフォームの研究開発を行う。プラットフォームでは、ロボットや大量のデータが飛び交うネットワークを制御する API を、サービスの効率のよい開発や利用を支援できる形で提供することを目指す。

1. はじめに

日本・欧州とも高齢化社会を迎え、人口に対する高齢者の割合の増加に対応する社会の変革が求められている。これに対応するため、ロボットを用いて高齢者の生活を支援するサービスを充実させることが考えられる。

しかし、高齢者支援サービスの開発には、ELSI^{*1}等多くの領域に跨る課題を共創的に解決しなければならない。そのためには、単に需要側と供給側の共創だけでなく、社会科学、法律、政治、工学といった学問領域の専門家を含み、かつ高齢者と介護者の人権にも配慮した共創関係が必要がある。

さらに、ロボット技術を活用した生活の支援は、ビッグデータ処理を必要とするセンサネットワークやプライバシー保護等を統合した複雑な ICT 環境に立脚している。このような複雑な環境では、多くの分野に跨る関係者によるアジャイル型共創開発手法の確立が望まれており、各サービスだけでなくサービスを支えるプラットフォームレベルにまで、アジャイル型の共創開発手法が拡張されなければ

ならない。

そこで、著者らは、欧州の研究者と共同で、高度な ICT ロボティクスを用いた高齢者支援サービスのアジャイル型共創開発手法を定義し、3つのサービス (Mobility, Daily Life, Socialization) とサービスを支えるプラットフォームの開発を通してその開発手法の効果を実証することを目的に、ACCRA (Agile CoCreation of Robots for Ageing) プロジェクトを立ち上げた^{*2}。日本ではネットワークプラットフォームを主に担当し、欧州ではサービス開発およびロボットのプラットフォーム化を行っている。

以降、本稿では、2章でプロジェクトの概要を示し、3章と4章で日本側で開発するプラットフォームについて述べる。5章で本稿のまとめと今後の展望を述べる。

2. ACCRA プロジェクト

ACCRA プロジェクトの目的は、アジャイル型共創開発手法を定義し、開発し、実践することで、高齢者の活動的で健康的な日々の生活を促進するための、ICT ロボティクスを利用した高度な高齢者支援サービスの開発を可能にすることである。

高齢者支援サービスには、高齢者が自らの意志で利用す

¹ 京都大学学術情報メディアセンター

² 神戸大学大学院工学研究科

³ 株式会社コネクトドット

^{*1} Ethnical, Legal, and Social Issues

^{*2} <http://www.accra-project.org/>

るだけでなく、高齢者を支援する立場である介護者、さらには高齢者の支援への社会的な枠組みを提供する法律や政治、さらにそれを支える社会科学の専門家も関係するであろう。そのため、サービスの開発においては、需要側（高齢者）と供給側（サービス開発・提供者）およびロボットに必要な機能を実装するロボットの開発者だけではなく、介護者等を含めた共創関係が必要である。また、多くのステークホルダーが関係することで開発を通して要件が変化する可能性があるため、アジャイル型の開発が適していると考えている。そこで、ACCRA プロジェクトにおいては、4つのステップ（ニーズ調査、共創開発、実験、持続可能性の分析）からなる手法を定義し、それを高齢者支援アプリケーションの3つのユースケース（歩行補助、家事支援、会話リハビリ）の開発に適用する。さらに、これらのアプリケーションをフランス、イタリア、オランダ、日本で実証実験を行い、ユーザの認識、ユーザの成果、ELSI、経済的側面、技術的側面、組織的側面といった側面をMAST影響調査フレームワーク [1] を利用して評価する。

さらに、アプリケーションの開発を支援するためのプラットフォームもアジャイル型共創開発手法により開発する。ロボットを用いた高齢者支援サービスは、ロボットのみならず、環境を理解するための多数のセンサーが接続されているセンサーネットワークや、センサーやロボットからのデータを処理しロボット等の動作を決定するクラウドサービスなど、複雑な環境の下で提供されるであろう。アジャイル型共創開発によりサービスを開発するには、これらがAPIを通して容易に利用可能である必要がある。そのため、プラットフォームの開発自体にもアジャイル型の共創開発手法を適用することで、サービスの開発からのフィードバックを受けてより汎用的で利用しやすいプラットフォームを目指す。

プラットフォームの概要を図1に示す。プラットフォームはuniversAAL[2] およびFIWARE[3] を用いて実装することで、再利用しやすいものとする。

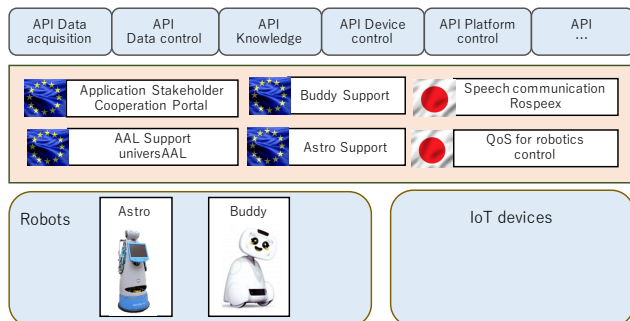


図1 プラットフォームの概要

プラットフォームは6つの機能を提供する予定である。Application Stakeholder Cooperation Portal と AAL Support は活動的で健康的な高齢者を支援するサービス向けの

機能で、それぞれ複数のステークホルダーの協調を支援する機能、高齢者支援サービスのためのプラットフォームである universAAL を FIWARE で利用可能にする機能である。ロボットを利用したサービス向けの機能として、ASTRO-MOBILE プロジェクト [4] で開発された Astro[5]、家庭におけるアシスタントロボットである Buddy[6]、ロボット用音声合成・認識プラットフォームである Rospeex[7] をそれぞれプラットフォームで利用できるようにする機能と、ロボットやセンサー等のデバイスとクラウド上で提供されるサービスとの通信を制御する機能を開発する予定である。各機能はFIWAREのenablerとして実装する予定である。図1のうち、Rospeex 関連機能と通信制御に関する機能は日本側で開発し、他の機能は欧州側で開発する準備を進めている。

さらに、プラットフォームが提供するこれら6つの機能をアジャイル共創開発で利用しやすいよう、APIを提供する予定である。

3. ネットワークプラットフォーム

本章では、ACCRA のプラットフォームのうち、日本側で研究開発を予定している項目について説明する。

3.1 デバイスの通信の制御

高齢者が普段生活する家庭では、複数の高齢者支援サービスを同時に利用するであろう。例えば、見守りサービスを利用しつつ、歩行機能の維持のための歩行支援サービスや、家事支援サービス、会話支援サービスも同時に利用することは容易に想像できる。さらに、それぞれのサービスはロボットやカメラ、マイク、活動量計のようなセンサーなど、複数のデバイスからデータを収集し、複数のデバイスを遠隔操作して提供されることが想定される。例えば、見守りサービスでは複数のカメラの映像を利用するであろうし、会話支援サービスではマイクで音声を収集するとともにカメラ等を用いて口唇が動いているかどうかを確認し、スピーカーから高齢者にフィードバックをするであろう。

このようなデバイスとクラウド上のサービスが多対多の通信を行う環境においては、大量のデータがネットワークを介して送受信されることになる。この環境下でネットワークが輻輳した場合には、必要なデータが必要な時間内に宛先のサービスまたはデバイスに届かず、高齢者がサービスを十分に受けることができなくなることが起こり得る。そこで、本プロジェクトでは、デバイスが送受信するデータの特性やサービスが利用するデバイスの重要性、サービスそのものの生活に対する優先度を元に、高齢者が必要なサービスを確実に受けられるように通信を制御するネットワークプラットフォームの研究開発を行なっている。

ネットワークプラットフォームの通信制御の概要を図2に示す。ネットワークプラットフォームは次の3種類の

API からそれぞれ入力を受け取る。

デバイス向け API デバイスに対する API であり、デバイスの登録、およびデータの特性（通信量、通信間隔等）を受け取る。

サービス向け API サービスに対する API であり、各サービスが利用するデバイス、データ、許容される通信品質（遅延等）の低下、サービスを提供する上でのデバイスやデータの重要性を受け取る。

利用者向け API サービスを利用する高齢者に対する API であり、利用するサービスと高齢者に生活におけるそのサービスの優先度を受け取る。高齢者のほかに介護者等も利用することを想定している。

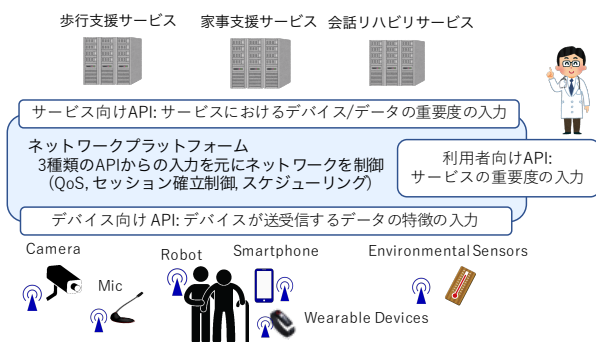


図 2 ネットワークプラットフォームの概要

これらの入力を用いて、優先的に利用するサービスの重要なデータやデバイスの通信を確実に実行できるよう、各サービスや各デバイスの通信の制御を行う。例えば、優先度が高いサービスの重要な通信には必要な帯域を優先して割り当て、優先度が低いサービスの通信はベストエフォートにする、重要度が低いデータの送受信を行うためのセッションの確立を遅延させたり拒否したりする、等の制御を行う予定である。まずは、各 API で入力されるべきデータの記述方法の検討を行っており、今後制御アルゴリズムの設計や評価および実証実験に向けたプロトタイプシステムを開発する予定である。

3.2 デバイス制御

図 2 に示した通信制御を実現するには、ロボットやセンサー等のデバイスの通信機能やクラウド上のサービスと通信するための通信プロトコルが、ネットワークプラットフォームにおける制御と親和性が高いように設計されている必要がある。例えば、会話支援サービスにおいては、会話のコンテキストや会話に対するモチベーションに応じて対話量やセンサ値取得量等が変化し、それにより通信量が変化する可能性がある。ネットワークの帯域等のリソースを有効に活用するには、それらの変化が迅速に API を通してネットワークプラットフォームに通知される必要がある。また、クラウド上のサービスとロボットやセンサが通

信して高齢者にフィードバックを与える際には、これを効率よく実行できる通信プロトコルを用いる必要があることはもちろん、ネットワークプラットフォームの制御による帯域や遅延、送受信のタイミング等の変化に迅速に対応できなければならない。

そこで、ACCRA におけるユースケースの一つである対話リハビリのシステム設計を例として、デバイスの設計・開発や対話リハビリ等での利用を通して、上記のようなネットワークプラットフォームの制御機構と連携できるデバイスの通信機能や、ネットワークプラットフォームの制御による帯域や遅延、送受信のタイミング等の変化に迅速に対応しつつ高齢者に効率よくフィードバックを与えられるようにデバイスとクラウド上のサービスが通信する通信機能や通信プロトコルを開発している。まずは、コンテキストの理解として、モチベーションがどのように制御されるかについて予備的な検討を始めている [8]。

3.3 クラウドサービス API

ACCRA におけるプラットフォームはアプリケーションのアジャイル共創開発を支援するものであり、単なる通信制御だけではなく、図 1 のようにロボットの制御等を含む必要がある。そのうち、音声認識・合成エンジン Rospeex[7] を FIWARE から利用可能にするようプラットフォームの設計・開発を行なっている。

また、プラットフォームでは、複数のアプリケーションがデータを利用できるよう、データの収集・格納に関する機能をサポートする予定である。高齢者支援サービスでは高齢者のパーソナルデータを多数扱うことがあるため、機密度とアクセス頻度に応じた格納方法を選べるデータ収集サーバを開発し、そのサーバを利用する API を設計・実装している。

API の評価においては、ACCRA におけるプラットフォームがアプリケーションのアジャイル共創開発を支援する API ものであるため、その API がアジャイル共創開発に適しているか、支援できているかという観点から評価を行う必要がある。そこで、ユースケース「対話リハビリ」を実現する最小限のシステム設計・開発を通して、ACCRA のプラットフォーム、特に日本側で開発するプラットフォームの機能に係る API の評価を行う。対話リハビリの具体例として被服行動を利用すること検討しており、システムの開発を進めている [9]。

4. ネットワークプラットフォームの利用環境

3 章で述べたネットワークプラットフォームの想定している利用環境の概要を図 3 に示す。

高齢者支援サービスが提供する支援内容（プログラム）はクラウドサービスとして提供される。各家庭のネットワークにインターネットに接続するためのゲートウェイが

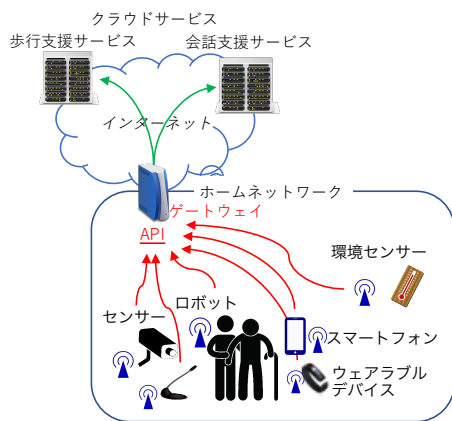


図 3 想定しているネットワークプラットフォームの利用環境の概要

あり、このゲートウェイを通してデバイスとクラウド上のサービスが通信していると想定している。このゲートウェイは 3.1 節で述べた 3 種類の API を備え、API からの入力を元に通信の優先制御や帯域制御などを実施するポイントとして動作する。制御の実装には OpenFlow を利用することを検討している。

デバイスとクラウドサービスは 3.2 で述べた通信機能および通信プロトコルを用いて相互に通信するとともに、ゲートウェイに実装された API に自身から提供すべき情報を送信する。

3.3 節で述べた API は、クラウドサービスの一部として実装され、デバイスとの通信が必要な部分はゲートウェイでその通信が制御される。

5. まとめ

本稿では、アジャイル型共創開発手法を用いて ICT ロボティクスを利用した高度な高齢者支援サービスの開発を可能にすることを目指した ACCRA プロジェクトと、ACCRA プロジェクトにおいてアプリケーションの開発を支えるプラットフォームの概要について述べた。ネットワークプラットフォームにおいては、様々なデバイスと高齢者支援サービスが多対多の関係で通信し、膨大な量の通信が発生してしまう可能性がある。そのような環境において、高齢者の生活にとって優先度が高いサービスの提供が妨げられることがないよう、優先度が高いサービスを利用するために必要なデバイスとクラウドサービスとの通信を優先する制御を行えるよう研究開発を進めている。また、同時に、そのような制御がされているネットワークにおいて、デバイスとクラウドサービスが連携して高齢者に効率的にフィードバックができるようなデバイスの通信機能や通信プロトコルの研究開発を進めている。さらに、アジャイル型共創開発を支えるという観点からプラットフォームで持つべき API の検討を行い、ACCRA のユースケースの一つである対話リハビリを用いて API の評価を行う準備を進めている。

今後は、欧州側でサービスとロボットの開発を進めることでアジャイル型共創開発手法の実践を進めるとともに、日本側でネットワークプラットフォームの研究開発および評価を進め、最終的には成果をパッケージングして広く利用できる形で公開したいと考えている。

謝辞

欧州側の共同研究者である Trialog, Scuola Universitaria Superiore Pisa, Erasmus University Rotterdam, Université Paris-Dauphine, Blue Frog Robotics, IRCCS に謝意を表す。本研究の一部は、国立研究開発法人情報通信研究機構の委託研究による。

参考文献

- [1] Kidholm, K., Ekeland, A. G., Jensen, L. K., Rasmussen, J., Pedersen, C. D., Bowes, A., Flottorp, S. A. and Bech, M.: A MODEL FOR ASSESSMENT OF TELEMEDICINE APPLICATIONS: MAST, *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, Vol. 28, No. 01, pp. 44–51 (2012).
- [2] Hanke, S., Mayer, C., Hoefberger, O., Boos, H., Wichert, R., Tazari, M.-R., Wolf, P. and Furfari, F.: *universAAL – An Open and Consolidated AAL Platform*, pp. 127–140, Springer Berlin Heidelberg (2011).
- [3] FIWARE Foundation: FIWARE, , available from (<https://www.fiware.org>) (accessed 2017-05-01).
- [4] Scuola Superiore Sant’Anna and Simon Listens: ECHORD: ASTROMOBILE, , available from (<http://www.echord.info/wikis/website/astromobile>) (accessed 2017-05-09).
- [5] Cavallo, F., Aquilano, M., Bonaccorsi, M., Limosani, R., Manzi, A., Carrozza, M. C. and Dario, P.: On the design, development and experimentation of the ASTRO assistive robot integrated in smart environments, *2013 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, pp. 4310–4315 (2013).
- [6] Blue Frog Robotics: Buddy, , available from (<http://www.bluefrogrobotics.com/en/buddy/>) (accessed 2017-05-01).
- [7] Sugiura, K. and Zettsu, K.: Rospeex: A cloud robotics platform for human-robot spoken dialogues, *2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, pp. 6155–6160 (2015).
- [8] 双見京介, 寺田 努, 塚本昌彦: 心理的影響を考慮した競争情報フィードバックによるモチベーション制御手法, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2017) シンポジウム, pp. 3A–3 (2017).
- [9] 星野 寛, 松森藍子: 生活意欲の向上を目指した障害者・高齢者の被服行動支援プロジェクト, 情報処理学会第 79 回全国大会, pp. 2F–03 (2017).