

ネットワークサービスプラットフォームを利用した 家庭用セキュリティサービスロボット

潮 総一郎^{†1} 岡田和乗^{†1} 北原知樹^{†1}
城戸靖彦^{†1} 辻 秀憲^{†1} 森口聡子^{†1}
成田雅彦^{†1} 加藤由花^{†1}

我々はこれまで、インターネットサービスとロボットサービス、ユビキタスコンピューティングの3つサービスドメインを融合する、ネットワークサービスプラットフォーム (Network Service Platform: NSP) の提案を行ってきた。本稿では、このNSP上に構築した「家庭用セキュリティサービスロボット」について報告する。このサービスは、ロボットが取得した画像とセンサデータを連続的にインターネットサービス上のサーバに送信し、データ蓄積、顔認識処理とメール通知、ウェブブラウザ経由のロボット操作と蓄積画像閲覧機能を提供する。本稿では、このプロトタイプシステムの構築を通し、NSPによるサービス提供の可能性を論じる。

A Home Security Service Robot System using the Network Service Platform

SOICHIRO USHIO,^{†1} KAZUNORI OKADA,^{†1}
TOMOKI KITAHARA,^{†1} YASUHIKO KIDO,^{†1}
HIDENORIO TSUJI,^{†1} SATOKO MORIGUCHI,^{†1}
MASAHIKO NARITA^{†1} and YUKA KATO^{†1}

We have proposed the Network Service Platform (NSP) as a framework which enables the development of integrated services between Internet Services, Robot Services, and Ubiquitous Computing. In this paper, we develop a Home Security Service Robot System using the NSP. This system consists of a client robot which sends images and sensor data continuously to a server on the NSP, and a server which provides the functions of images and data storage, sending email alerts if a human face is detected, controlling the robot, and searching stored images from a web browser. In this paper, we also discuss the possibility of providing integrated services using NSP based on the result of implementation.

1. はじめに

近年、インターネットサービスとユビキタスコンピューティング、ロボットサービスの3つのサービスドメインを連携した実世界データ利用サービスに注目が集まっている。特にインターネットサービスとユビキタスコンピューティングの融合サービスとしては、携帯電話やセンサなどから収集された位置情報、行動履歴、周辺環境等に関する実世界データを、クラウドコンピューティングに代表されるインターネット上の大規模なリソースを活用して蓄積、処理することで、より個人の嗜好に合わせたコンテンツを提供する様々なサービスの提供が進んでいる。これに関連した動きとして、欧州では、米国MITや日本のAuto-IDセンタが提唱するInternet of Things (モノのインターネット: 現実社会の物事がインターネットを通じてつながること) に注目が集まり、EUがアクションプランを策定している他¹⁾、関連国際会議も開催されている²⁾。また米国では”Cyber-Physical Systems (CPS)”というキーワードの下、物理とサイバーの両世界を統合的に扱うパラダイムが注目されており、NSFの膨大な予算の下、研究開発を推進している³⁾。

しかしながら、これらの動きに比べ、ロボットとインターネットサービスの関係においては、融合による新たなサービスの創出への期待はあるものの、未だ具体的な考慮が進んでいない。これには、これまでネットワークに接続されておらず、独立した状態でインタラクティブ技術を進化させて来たロボットならではの課題が存在する。インターネットサービス側からアプローチした場合は、ロボットに求められる安全性、即応性などを考慮しロボットを操作する部分が課題であり、ロボット側からの場合はロボットサービスのネットワーク化やクラウド利用など大規模リソースとの連携部分が課題となる。これらを解決するためには、両方の優位点を考慮した新たなサービスの開発を容易にするプラットフォームの存在が求められる。これにより、人間と直接インタラクションを行うロボットと、膨大な実世界データとそれを処理することを可能とするインターネットサービス上のリソースの連携が今後急速に進み、新たなサービスの提供が進むと考えられる。

このような背景の中、我々はインターネットサービスとロボットサービス、ユビキタスコンピューティングの3つのサービスドメインを融合するプラットフォームである、ネット

^{†1} 産業技術大学院大学
Advanced Institute of Industrial Technology

ワークサービスプラットフォーム (Network Service Platform: NSP) の提案を行ってきた⁴⁾。この NSP は、ロボットサービスイニシアチブ (Robot Service initiative: RSi)⁵⁾ によって策定されたロボット向けのプロトコル仕様である RSNP (Robot Service Network Protocol)⁶⁾ を用い、ロボットを含むセンサや携帯電話などの様々なデバイスとインターネット上のリソースを接続し、新たなサービスを効率的に構築することを可能にするオープンなプラットフォームである。我々はこれまでに、この NSP のプラットフォーム上で、携帯電話端末を用いた「デジタル旅日記」サービスを構築した⁷⁾⁸⁾。このサービスは、Android OS 搭載の携帯電話端末上で取得した GPS 情報及び画像データをインターネットサービス上に蓄積し、外部 Web サービスと連携して、任意の Web ブラウザ上にて旅の軌跡と画像の表示を行うサービスである。このサービスの構築により、NSP のフレームワーク上でロボットサービス向けの標準インターフェースである RSNP を利用した携帯電話向けサービスが実現可能であることを検証した。

本検討においては、ロボットとインターネットの基本的な連携サービスの例として「家庭用セキュリティサービスロボット」を設計し、プロトタイプシステムを NSP のフレームワーク上に構築した。このサービスは、家庭内の状況を示す画像の蓄積、不審状況の検知と通知、外部からのロボットの遠隔操作を実現するサービスである。ロボットとしての基本的な動作が可能なデバイスとして LEGO MINDSTORMS NXT⁹⁾ と Windows PC によって構成された基本的なロボットを利用し、このロボット上に RSNP クライアントアプリケーションを実装した。そして、外部からの指示による動作、画像の連続取得、超音波センサによる動体検知を行い、それらのデータを RSNP を用いてインターネット上のサーバに連続的に送付する。そしてサーバ上にて、データの蓄積、動体検知された画像に対する顔認識処理、人間が感知された場合のメール通知等の処理を行う。また、ユーザはウェブブラウザ経由でロボットの操作と蓄積画像の検索を実施することが可能となっている。

本稿では、この「家庭用セキュリティサービスロボット」の構築を通して得られた知見と、NSP によるインターネットサービスとロボットサービスの融合サービスの提供可能性について報告する。

2. 関連研究

本稿では、ロボットとインターネットサービスの連携サービスの例として「家庭用セキュリティサービスロボット」を構築した。本章では、ロボットサービスとインターネットサービスの連携に関する動向について説明する。

これまでロボットは、人間とのインタラクションを実現するデバイスとして、単体で動作することを前提に発展を遂げ、基本的には全ての機能は組み込まれることを前提に設計されていた。しかしながらこの 20 年のインターネットの進化に伴って、ロボットにもネットワーク接続とその延長にある新たなサービスの創造の要求が高まっている。

ロボットには様々なタイプが存在するが、アンコンシャス型ロボット、バーチャルロボット、コミュニケーションロボットがその例としてあげられる。アンコンシャス型のロボットとしては、センサやカメラなどが挙げられる。これらは、既にネットワークに接続され、遠隔操作やデータの取得が可能となっている。また、ロボットの遠隔操作の例としては、携帯端末から WiFi 経由でヘリコプターを操作する AR.Drone¹⁰⁾ などのサービスも挙げることができる。バーチャルロボット型のサービスとしては、Googlebot などのクローラソフトウェアや、セカイカメラやゲームなどで利用される AR (仮想現実感) を用いたサービスなどがあり、これらもロボットの一つと位置付けることができる。これらのロボットはインターネットサービスとの相性も良く、融合の進んでいる部分であると言える。

しかしながら、人間とインタラクティブなやりとりを行うコミュニケーションロボットは、ネットワーク連携が進んでいない部分である。これまでも、ロボットサービス向けのプラットフォームとしては多くの研究開発がなされている。その例として、ROS¹¹⁾ や OpenRTM¹²⁾ がある。Willow Garage 社の開発する ROS はオープンソースのメタ・オペレーティングシステムであり、主に組み込み向けとして実績を上げている。産業技術総合研究所が開発する OpenRTM はミドルウェアという位置づけで配布されており、ネットワーク機能として標準で CORBA をサポートしている。また、Visual Studio の開発セットの 1 つとして提供される Microsoft の Robotic Studio¹³⁾ は、.NET Framework や COM 等が利用可能であり、非常に強力な Windows プラットフォームの機能を利用することができる。しかしながら、これらはハードウェアとしてのロボットやロボット部品間の連携が主な対象であり、また Robotic Studio は完全に Windows 依存であることから、インターネットサービスとの融合を目指すオープンなプラットフォームである NSP とは目的が異なっている。

また、インターネットサービス側の PaaS 型の代表的サービスである、Windows Azure Platform¹⁴⁾、Google App Engine¹⁵⁾、Amazon Web Services¹⁶⁾ は、非常に多機能かつ柔軟なプラットフォームではあるが、基本的に Web 向けのサービスであり、ロボットとの連携は考慮されていない。そのような中、インターネットサービスとロボットとの連携を目指したプロジェクトとして、Google が検討を開始した Cloud Robotics¹⁷⁾ や、ヨーロッパのプロジェクトである RoboEarth¹⁸⁾ など、インターネットとのサービス連携を想定したブ

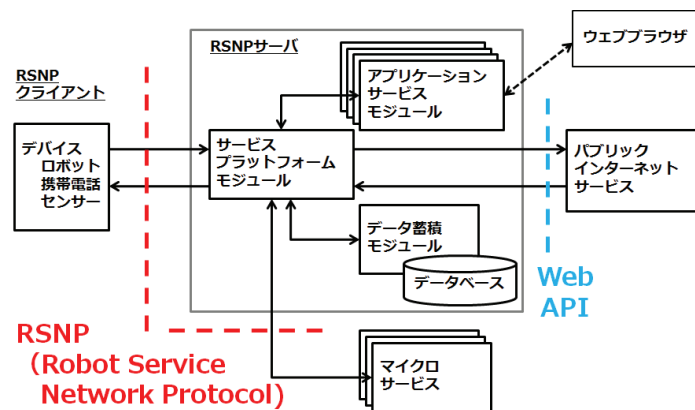


図 1 NSP のシステムアーキテクチャ
Fig.1 The system architecture of NSP .

プロジェクトが開始されている。

3. ネットワークサービスプラットフォーム

本章では、提案するネットワークサービスプラットフォーム (NSP) と、NSP で利用するロボットサービス向けのプロトコル仕様である RSNP について説明する。

3.1 NSP の概要

NSP はインターネットサービスとロボットサービス、ユビキタスコンピューティングの 3 つのサービスドメインを融合させ、実世界データ利用サービスの効率的な開発、構築を実現するオープンなプラットフォームである。NSP のシステムアーキテクチャを図 1 に示す。

NSP には 3 つの特徴がある。1 つめは、ロボットサービスをインターネットに接続するために策定されたプロトコル仕様である RSNP を採用していることで、ロボットを含む携帯電話、センサなどの様々なデバイスがシームレスにシステム側と接続可能となることである。RSNP というロボット向けの標準インターフェースの利用により、デバイス側に RSNP クライアントを搭載すれば、システムの変更なしに様々なデバイスから同一のサービスが利用可能となる。2 つめは、RSNP サーバにおける機能のコンポーネント化である。様々な

アプリケーションやデータ蓄積機能をモジュール化し、データ加工等に必要機能をマイクロサービスとすることで、コンポーネントの再利用化を図り、サービス構築の効率性の向上を可能としている。3 つめは、パブリックインターネットサービスの利用である。WebAPI を通じて、インターネット上のリソースを最大限に利用することで、サービスの拡大と効率的な実現を可能とする。

3.2 RSNP の概要

RSNP は、ロボットサービスをインターネットに接続するためのプロトコル仕様として策定された。2011 年 2 月現在、RSNP2.3 がリリースされており、次の様な特徴をもつ。

- プロトコルとしては、RSNP の下位プロトコルとして SOAP (Simple Object Access Protocol) にバインドされており、Web サービス基盤をベースとしている
- 擬似 Push 機能を用い、サーバ側からクライアント側への迅速な指示や情報提供が可能である。具体的には戻り通信にそれらの指示や情報を載せることでこれらを実現している。またこの機能によりファイアウォール越しの通信が可能である
- 画像やセンサ情報などのデータの連続転送が可能である
- ロボット向けの標準インターフェースでありロボット操作に関する規定を含んでいる

RSNP は、カメラ、音声入力などのマルチメディア機能、前後回転動作など単純かつパターン化されたロボットの動作、情報取得、タスク処理などを規定した基本プロファイルと、情報サービス、天気サービス、防災情報サービス、見守りサービスなどのサービスプロファイルを規定した応用プロファイルからなる。

3.3 NSP の利点

NSP の最大の利点としては、ロボットを考慮したプロトコルである RSNP を利用することにより、ロボットを含む様々なデバイスをシームレスにサービスに取り込むことができるプラットフォームであることがあげられる。2 章にて述べたとおり、インターネットサービスにおける PaaS 型のサービスでは、ロボットの接続について考慮されていないため、ロボット操作やファイアウォール越しの通信等について実現が難しい。また NSP では、ロボットに求められる安全性、人間とのインタラクションにおける即応性など、インターネットサービス側では考慮されていない部分について、ロボット向けのプロトコル仕様を用いることで、容易に対応可能となっている。また、この RSNP は SOAP にバインドされていることもあり、Web との親和性が非常に高く、インターネットサービス側の人間にとっても、サービス構築の容易なプラットフォームである。またオープンであることも、利点の一つである。サービス提供者は、プラットフォームの全体または一部の利用が自由に選択が可能で

あり、またサービス対象デバイスに関しても、RSNP クライアントを実装することで、そのデバイスの種類、製造業者や提供事業者等を選ぶことなくサービス提供が可能である。

4. 家庭用セキュリティサービスロボット

NSP における、ロボットとインターネットサービスを融合したサービスを検証するために、NSP フレームワークを用いてプロトタイプシステムを構築し、実装検証を行った。本章では、構築したプロトタイプシステムの詳細を記す。

4.1 システムの要件

外出時の家屋内の状況を把握したい、変化があった場合に通知が得たいという需要は多く、モバイルとインターネットサービスの発展と共に多くのサービスが展開されている。しかしながらこれらのサービスは、携帯電話から家屋内のカメラを閲覧できるものや、センサを利用した通報システムなどが主なものである。カメラ等については、ウェブブラウザ経由での操作が可能であったり、家庭内に設置されたサーバに蓄積可能なものも存在するが、カメラは固定設置されたもので希望の場所へ移動することはできず、蓄積されたデータに外部からリアルタイムでアクセスするには外部への公開のための設定が必要である。またロボットによるセキュリティサービスも存在するが、警備会社のサービスとして提供されており、その費用が非常に高価になってしまう。そこで我々は、NSP のフレームワーク上で、安価なロボットとインターネット上に構築したシステムの組み合わせで、このサービスの実現を検討した。画像のアップロードと、蓄積、閲覧に関しては、すでに NSP のフレームワーク上にて「デジタル旅日記」を構築しており、これらのモジュールの再利用が可能であり、効率的な開発が可能となると考え、「家庭用セキュリティサービスロボット」を設計構築した。

「家庭用セキュリティサービスロボット」は、家屋内のホームセキュリティを目的として使用されるロボットとそのシステム全体をさす。ロボットは、常時インターネット上の RSNP サーバと RSNP を用いて接続されており、連続的に画像がサーバ側にアップロードされている。ユーザはインターネットを介して RSNP サーバにアクセスし、ロボットの遠隔操作やロボットが取得した画像を検索、閲覧することができる。また、もう一つの機能として、ロボットの超音波センサを用いて目の前に動体があるかないかを監視し、動体が検知された場合はその時点に取得された画像に対して顔認識処理を施し、顔が検出されれば侵入者が現れたものとしてユーザにメール通知を行う。システムを設計するにあたり、以下の要件を規定した。

- ホームセキュリティロボットのような役割を果たす

- ロボット機能部分には、外部から操作可能で、超音波センサを実装し、かつ安価な値段で入手可能な LEGO MINDSTORMS NXT を用いる
- ロボット機能部、またはロボットと連結される PC にカメラを実装する
- ユーザはブラウザを介してロボットを操作できる
- 旅日記の実装モジュールを流用し、画像データをサーバに送って蓄積する
- 画像をブラウザ上から検索、閲覧可能とする
- 超音波センサを用いた動体検知を行う
- 画像に対して画像処理用ライブラリの OpenCV¹⁹⁾ を利用し、顔認識を行う
- ユーザへのメール通知を実装する
- RSNP の通信は、サーバからクライアントへの配信機能を用いることを前提とする

4.2 システムの設計

前節で示した条件に基づき、NSP のモジュール構成に則って「家庭用セキュリティサービスロボット」のシステム設計を行った。なお前述の通り、設計にあたってはできる限り「デジタル旅日記」のコンポーネントを流用することを念頭においた。このシステムは、ロボット端末 (RSNP クライアント)、サービスプラットフォームモジュール、アプリケーションサービスモジュール、データ蓄積モジュールの 4 つのサブコンポーネントから成る。システムの構成を図 2 に示す。

以上のサブコンポーネントは、LEGO MINDSTORMS NXT と Windows PC を用いたロボット端末と、2 台の Linux サーバ上 (サービスプラットフォームモジュールとアプリケーションサービスモジュールを同一サーバ上に構築、データ蓄積モジュールをもう一台のサーバ上に構築) で動作しており、任意の Web ブラウザを通してロボット操作および蓄積画像の検索画面へとアクセスする。また顔認識機能により人間が検出された場合は、任意のメールアドレスにメールが送信される。

4.3 システムの機能

各サブコンポーネントの機能を、以下に説明する。

4.3.1 ロボット端末 (RSNP クライアント)

ロボット端末 (図 3) は、前述の通り LEGO MINDSTORMS NXT と Windows PC によって構成される。ロボットの動作部分と超音波センサは MINDSTORMS に搭載された機能を利用し、Windows PC との間は、Bluetooth にて接続する。画像取得については、Windows PC に接続したカメラを用い、連続的に (今回は 5 秒毎とした) 画像を取得し送信する。RSNP アプリケーションは、Windows PC 側に配置され JAVA アプリケーション

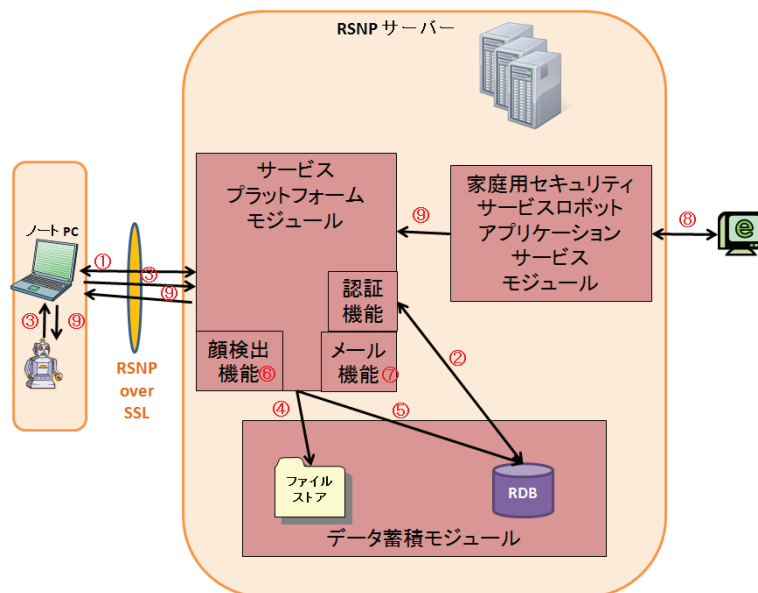


図 2 システムの構成

Fig. 2 The system architecture of the Home Security Service Robot System .

として実装した。アプリケーション起動後、無線 LAN を通じてサービスプラットフォームモジュールとの認証を行い、自動的に画像と動体検知結果の送信が開始される。また、サービスプラットフォームから操作指示があった場合、MINDSTORMS にその指示を送り動作させる。

4.3.2 サービスプラットフォームモジュール

サービスプラットフォームモジュールは Linux サーバ上に常駐する Java アプリケーションで、RSNP クライアントから送信された画像データをローカルディスク（実際はデータ蓄積モジュールの配置されたサーバ上のフォルダを NFS マウント）に保存し、さらに画像保存先などの情報をデータ蓄積モジュールに送信する。RSNP の仕様上、データ送信の前段階でクライアント、サーバ間の認証を行う必要があるが、その際のユーザ認証情報はデータ蓄積モジュール内のデータベースに格納されており、その都度検索が行われる。また、RSNP クライアントから送信された画像に動体検知の情報があった場合、画像を顔認識処理し、顔が検出された場合はメール機能により、動体検知のあった画像のリンクと共にメールを送信



図 3 ロボットの外觀

Fig. 3 An image of the robot .

する。顔認識処理には画像処理用ライブラリの OpenCV を用いた。

4.3.3 データ蓄積モジュール

データ蓄積モジュールは、Linux サーバ上に配置された MySQL データベースにより実現されており、RSNP クライアントの認証情報及び、画像に関するメタデータを格納する。また前述の通り、画像ファイルの実体をサービスプラットフォームモジュール側に NFS マウントされたフォルダに蓄積する。

4.3.4 アプリケーションサービスモジュール

アプリケーションサービスモジュールは、サービスプラットフォームモジュールと同じサーバ上に、JSP (JavaServer Pages) を用いた Web アプリケーションとして実装される。このモジュールは 2 つの機能を提供する。

「ロボット操作」画面では、ユーザに対し、ロボットが取得した最新の画像及びロボットを操作するためのコンソールを提供する。各操作は、前方移動 25cm、後方移動 25cm、左 45 度回転、右 45 度回転、左 90 度回転、右 90 度回転となっており、画像はロボット操作が行われるたびに最新のものとリフレッシュされる。図 4 にロボット操作画面のイメージを示す。

「記録画像検索画面」では、ロボットから連続的に送信された画像を検索、表示することが可能である。ロボット名及び検索期間を入力して画像一覧を表示し、選択することで画像を表示できる。また動体検知と顔検出については、検索の際の選択条件とすることや、結果を一覧と同時に表示することが可能である。図 5 にその記録画像検索画面のイメージを



図 4 ロボット操作画面

Fig. 4 A web page for robot control .

示す .

4.4 RSNP の利用プロファイル

本システムにおいては、RSNP の基本プロファイルを使用している . ロボット操作については動作処理を規定した動作プロファイルを利用し、画像データと動体検知結果の送信にはマルチメディア・センサプロファイルを利用した . このマルチメディア・センサプロファイルは、カメラやマイク、センサなどのマルチメディア機器を操作して、画像、音声、センサデータなどのマルチメディアデータを扱うためのプロファイルである . 本サービスにて利用したプロファイルとそのオペレーションは、表 1 の通りである .

5. 考 察

5.1 構築システムの検証と課題

今回構築した「家庭用セキュリティサービスロボット」においては、ロボット端末 (RSNP クライアント) として LEGO MINDSTORMS NXT を使用した . この MINDSTORMS は、安価でありながら非常に豊富な機能を持っており、プログラマブルな自律型ロボットである . その半面、動作やセンサなどの機能において、その精度が高機能なコミュニケーション

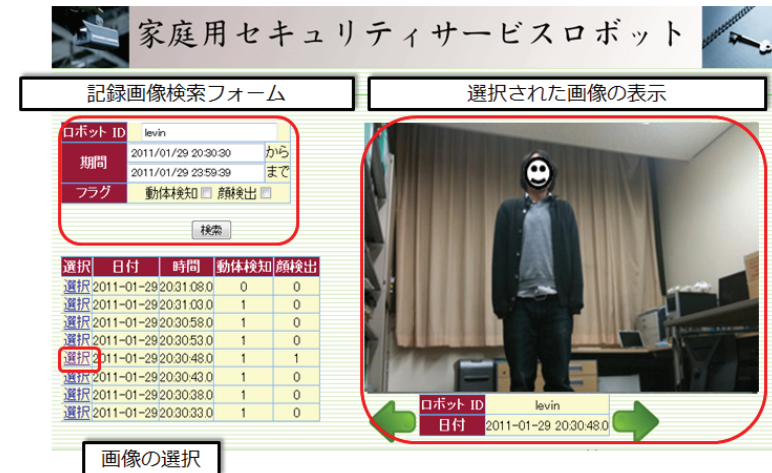


図 5 画像検索画面

Fig. 5 A web page for image search .

表 1 家庭用セキュリティサービスロボットにおける RSNP 利用プロファイル
Table 1 RSNP profiles used for the Home Security Service Robot System .

プロファイル	オペレーション	用途
動作プロファイル	forward	サーバは前進指示をクライアントに送信する
	backward	サーバは後退指示をクライアントに送信する
	right	サーバは右カーブ指示をクライアントに送信する
	left	サーバは左カーブ指示をクライアントに送信する
マルチメディアセンサプロファイル	distribute_camera_image	サーバは、クライアントからの画像の配信を受ける
	distribute_sensor_info	サーバは、クライアントからの動体検知結果の配信を受ける

ンロボットに比べ劣っているなどの問題点がある . そのため今回のプロトタイプシステム構築にあたっては、基本的な機能を NSP のフレームワーク上で動かし、高機能なロボットに入れ替えた場合でもフレームワークの理念が適用することを念頭におき検証を行った . 以下に、システムの構成要素別の検証結果と課題を示す .

5.1.1 ロボット端末 (RSNP クライアント)

MINDSTORMS の特徴として、多種多様なセンサを利用でき、MINDSTORMS 上にて

直接 Java でアプリケーションを開発することも、また今回の様に外部の PC 等からコントロールすることも可能であることなどが挙げられる。

今回の検討においては、センサ利用では、多様なセンサの中から超音波センサ機能を利用して動体検知を実装した。実際にテストを行ったところ、搭載されたセンサ能力に限界があり、最大でも 100cm 程度の対象にしか反応しない、さらにセンサの実行間隔が 5 秒毎となっており、その間は侵入者を検出できなくなってしまうという性能面でも実装面でも大きな課題を残す結果となった。しかしながら、高度なセンサを搭載した他の高機能ロボットに置き換えた場合でも、RSNP クライアントを実装することでサービスとしては何の変更もなく利用が可能であり、基本的な機能のテストとしては十分な結果が得られたといえる。

また、アプリケーション開発に関しては、JAVA による直接実装ではネットワークへの対応が Bluetooth に限られてしまうことなども含め、インターネットサービスへの接続が既に実現されている OS を利用することが効率的である。2 章にて述べた Google の Cloud-Enabled Robots のイメージサンプルとしても、Android OS 搭載の携帯端末と MINDSTORMS の組み合わせが提示されている。我々は、先に開発した「デジタル旅日記」にて Android OS 携帯端末を利用したこともあり、今回の開発では Windows OS を選択した。この部分は今後、Android OS 搭載の携帯端末に「家庭用セキュリティサービスロボット」の RSNP クライアントアプリケーションを移植し、比較検討を実施するなど、NSP の検証につなげていくことが必要である。

5.1.2 サービスプラットフォームモジュール

サービスプラットフォームモジュールに関しては、可能な限り「デジタル旅日記」のコンポーネントを流用することを意識して開発を行った。具体的には、クライアント、サーバ間で受け渡されるデータフォーマットを共通化したことにより、画像の送信、蓄積機能が共通化され、全体の 30% 程度の再利用が可能となった。また認証機能は基本的に同一のものを利用している。顔認識の機能についても、ある程度明確な画像については問題無く人間と判断され、基本的な動作には問題が無いことを確認した。しかしながら、MINDSTORMS は非常に小型のロボットであり、動作する場合は床面から上を見上げる形でカメラが画像を取得することになる。また、顔認識の精度や不審者ではない場合の判断など、実際のサービスにおいてはより高精度の認識機能が必要となる。また、この顔認識の機能やメール送信機能については、今後他のサービスでも利用可能な機能であり、汎用的に利用できるようマイクロサービスとしてプラットフォームから提供されることが望まれる。

5.1.3 データ蓄積モジュール

データ蓄積モジュールに関しては「デジタル旅日記」と全く同じものを利用している。しかしながら、今後実サービスを展開する場合に、多くの RSNP クライアントから大量に送られてくるデータを永続的に保存し、また一貫性のあるデータ保存が必要とされる両方の目的を実現するデータストアが必要となってくる。このデータ蓄積モジュールに関しては、今後の NSP の発展を考慮し、KVS と RDB を組み合わせ RSNP クライアントとインターネットサービスの両方に効果的にサービスを提供できる方式について検討を行っている。¹⁹⁾

5.1.4 アプリケーションサービスモジュール

蓄積画像検索に関しても、「デジタル旅日記」のモジュールを流用し、関数に手を加え SQL 文を書き換えることで多くの機能が実装可能であった。変更後、全体の基本的な機能について正確に動作することを確認した。またロボット操作画面に関しては、Ajax を用い操作と同時に最新画像の取得を行うことで操作性の向上を図った。

しかしながら、ロボットの操作に関しては、ネットワークを介して操作していることで、動作までに数秒の遅延が生じており、コミュニケーションロボットとして要求される精度を実現するためには、今後どのような対応ができるかを考慮する必要がある。特にロボットの場合はその動作安全性が強く要求されるため、サービスとして提供するには検討が不可欠である。

また画像検索に関しても、現在 1 分間に 12 枚の画像が上がっており、期間、動体検知や顔認識を指定した場合でも多くの結果が表示されてしまう。前後の画像との比較処理をサーバ上で実施し、変化が少ない場合は一覧に表示しないなどのオプションが求められる。

5.2 構築システムの評価

前述の通り、MINDSTORMS の動作面での正確性の問題やセンサー精度の低さ、インターネットを介して操作していることによるロボット動作の遅延などの問題点はあるものの、NSP のフレームワーク上でロボットとインターネットサービスを融合したサービスが提供できることを検証することができた。このプロトタイプシステムは、ロボット端末とサービスプラットフォームモジュール間を RSNP を用いて接続していることから、ロボット側の動作やセンサの精度を高性能なものに変更した場合や、異なる製造者のロボットの場合でも、それぞれのロボットに RSNP クライアントを配備することで、サービス側に変更を加えずに同一のサービスを提供することが可能である。

5.3 NSP の評価と課題

今回の「家庭内セキュリティサービスロボット」のプロトタイプシステムの構築を通し、

NSP のフレームワーク上でのロボットとインターネットサービスを融合したサービス提供の可能性を検証した。また「デジタル旅日記」での携帯電話端末とインターネットサービスへの RSNP 適用の実装検証の結果も含めた結論として、NSP が RSNP の利用、コンポーネントの共有化などによる開発の短縮化、汎用サービスのマイクロサービスによる提供を行うことで、プログラミング言語やプラットフォームを問わない多種多様な環境からのオープンな利用が実現できるプラットフォームに成り得ることが分かった。これにより、NSP が 3 つのサービスドメインの融合を可能とし、さらなるサービス創出の可能性を持ったプラットフォームであることを検証できた。オープンである点やロボットの取り込みなど、他の PaaS 型サービスではあまり実現されていない部分への対応が NSP の大きな強みであるといえる。

NSP はこれまで我々が行った 2 つのサービス構築により、ようやく他の PaaS 型サービスとの比較検証ができる状態に辿りついたばかりである。今後の課題として、サービス実証例を増やし、他の PaaS 型のサービスとの比較を通して、モジュールやマイクロサービスの提供、効率的なサービス提供のためのプラットフォームサービスモジュールの仕様の確定を行い、一般利用できる段階へと至ることが最大の課題である。

6. おわりに

本稿では、ロボットとインターネットサービスを融合したサービス例として、家庭内の状況を示す画像の蓄積、不審者の検知と通知、外部からのロボットの遠隔操作を実現する「家庭内セキュリティサービスロボット」をネットワークサービスプラットフォーム (NSP) のフレームワーク上に構築した結果を報告した。また、その構築を通して得られた知見から、NSP のプラットフォームとしての可能性と今後の課題について論じた。

今後、構築サービスの異なるデバイスへの適用や、新たなサービスの検討、他のプラットフォームとの比較を通して、NSP の可能性についてさらなる検討を行っていく予定である。

参 考 文 献

- 1) Internet of Things - An action plan for Europe:
http://ec.europa.eu/information_society/policy/rfid/documents/commiot2009.pdf.
- 2) Internet of Things 2010 Conference: <http://www.iot2010.org/conference/>.
- 3) Cyber-Physical Systems (CPS):
<http://www.nsf.gov/pubs/2008/nsf08611/nsf08611.htm>.
- 4) 加藤由花, 成田雅彦, 秋口忠三: 実世界データを対象としたネットワークサービス構

築基盤の提案, 情報処理学会 DPS ワークショップ 2008, pp.103-108 (2008).

- 5) Robot Service Initiative: <http://robotsservices.org/>.
- 6) 成田雅彦, 村川賀彦, 植木美和, 中本啓之, 日浦亮太, 平野線治, 蔵田英之, 加藤由花: 普及期のロボットサービス基盤を目指す RSNP (Robot Service Network Protocol) 2.0 の開発, 日本ロボット学会誌, Vol.27, No.8, pp.857-867 (2009).
- 7) 潮総一郎, 伊藤由佳, 岡田和乗, 北原知樹, 辻 秀憲, 森口聡子, 成田雅彦, 加藤由花: デジタル旅日記の構築によるネットワークサービスプラットフォームの検証, 情報処理学会 DPS ワークショップ 2010, pp.179-185 (2010).
- 8) 伊藤由佳, 潮総一郎, 岡田和乗, 北原知樹, 辻 秀憲, 森口聡子, 成田雅彦, 加藤由花: ネットワークサービスプラットフォームを利用したデジタル旅日記サービスの提案, 情報処理学会研究報告, Vol.2010-DPS-145, No.25, pp.1-6 (2010).
- 9) LEGO MINDSTORMS: <http://www.legoeducation.jp/mindstorms/index.html>.
- 10) AR.Drone: <http://ardrone.parrot.com/parrot-ar-drone/en>.
- 11) ROS: <http://www.ros.org/wiki/>.
- 12) OpenRTM-aist: <http://www.openrtm.org/>.
- 13) My Tracks: <http://www.microsoft.com/japan/robotics/default.aspx>.
- 14) Windows Azure: <http://www.microsoft.com/japan/windowsazure/>.
- 15) Google App Engine: <http://code.google.com/intl/ja/appengine/>.
- 16) Amazon Web Services: <http://aws.amazon.com/>.
- 17) Cloud Robotics:
<http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/robotics-software/cloud-robotics>.
- 18) Robo Earth: <http://www.roboearth.org/>.
- 19) 城戸靖彦, 潮総一郎, 泉井 透, 成田雅彦, 加藤由花: ネットワークサービスプラットフォームでの利用を前提としたデータストア, 情報処理学会第 73 回全国大会講演論文集 4X-7 (2011).