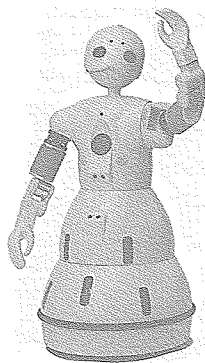


Home-use Robot "wakamaru"

川 内 直 人 古 結 義 浩 長 島 是
大 西 猷 日 浦 亮 太



ペット型ロボットや二足歩行ロボットの出現や、各社からの新型ロボットの発表により、人と共存するロボットの実現性が身近なものになってきており、今後、家庭用を中心に需要が増大していくと考えられる。我々は、ロボットと人が共存することで生活をより便利で豊かなものにできると考えており、人との親和性を持ち、ネットワークを介して複数のサービスを提供し家庭に役立つホームユースロボットを開発コンセプトとし、試作第一号として、wakamaru（開発ニックネーム）を開発した。本論文では、その構成と機能、ネットワークを介した留守番や見守りなどのサービス提供について紹介する。

1. は じ め に

ロボットは、工場における生産性向上を主たる目的として様々な作業に適用され、日本製ロボットが世界市場の6割を占める大きな産業に成長した。しかし、特定の分野を除いて、その成長には陰りが見えてきており、従来の産業用だけでなく、次にどう伸ばしていくかが、国の施策レベルでも盛んに議論されており、その方向性として、人と共存するロボットがあるといわれている。その背景として、ペット型ロボットや二足歩行ロボットの出現や、各社からの新型ロボットの発表により、人と共存するロボットの実現性が身近なものになってきたためと考えられる。我々は、長年、汎用ロボット PA10や⁽¹⁾、原子力用ロボットの開発・製造を行い⁽²⁾、ロボッ

ト産業の1メーカーとして参画してきたが、数年前から人と共存するロボットの開発に着手しており、その試作第1号として開発したホームユースロボット（開発ニックネーム：wakamaru）について、概要を紹介する。

2. 開発コンセプト

情報化社会の到来に対応して、ロボットと人が一緒に生活することで、人とネットワークが会話でつながれ、誰もがネットワークを活用した多種サービスを受けられるようになり、生活がより便利で豊かなものになる。そこで、これまでのロボットとは異なった、以下の新しいコンセプトに基づき、人と共存するロボット wakamaruを開発した。

(1) 起床から就寝まで家族と一緒に生活する。

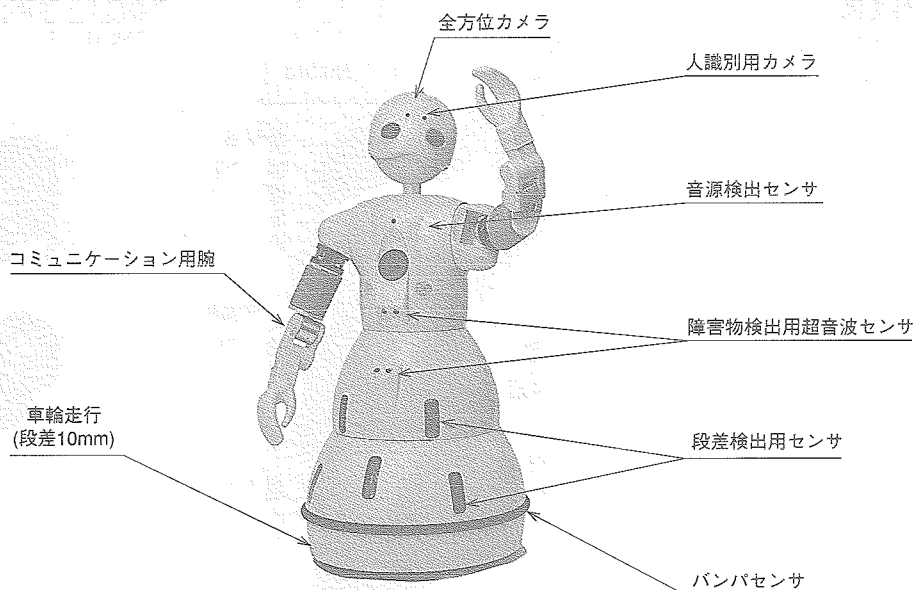


図1 ホームユースロボット“wakamaru”の構成

記憶したオーナと自分自身の1日のスケジュールにしたがって生活し、オーナとのかかわりを基にスケジュールを更新しながら一緒に生活する。

(2) 家族とかかわり、家族の興味に合わせて、自分から話し掛ける。

従来のロボットのように人からの働き掛けにこたえるだけでなく、家族とのかかわりから得られた情報をもとに話しかける。

(3) 家族の中で自分の役割を持つ。

自分からネットワークに接続して、日常生活に必要な情報を伝えたり、留守番や見守りなどを行い、家族の生活の役に立つ。

3. 全 体 構 成

図1と表1にwakamaruの構成と主要仕様を示す。人が最も親近感をもつ人型の構造とし、高さは、机などに邪魔されずオーナを識別し、椅子に座った時でも、オーナと目線のあったコミュニケーションができる高さ1mとした。

wakamaruは、安全に家の中を移動するために、車輪走行とした。独立した電動駆動の車輪2輪と、安定性確保のためのキャスタを装備している。段差は10mmまで安定して乗り越えることができるが、車輪走行であり、原則バリアフリーな環境での移動となる。現状の新築マンション等では、バリアフリー化が進んでおり、また、リフォーム等でバリアフリー化されることも進んでおり、車輪走行でも、十分市場に適用できると考えている。また、移動中の障害物検出、段差検出のため、超音波センサを装備しており、10mmを超える段差や障害物を回避することができる⁽³⁾。また、本体最外周部にはバンパを、腕には衝突検出センサを装備し、万一、何かに当たった場合には、即座に停止するシステムとしている。幅は450mm、時速1km、安全に家の中を移動でき、廊下で人とすれ違うことができるサイズとしている。

wakamaruは、2時間駆動・2時間充電のバッテリー駆動で

あるが、残量が少なくなると、自ら充電場所へ移動する。もちろん、充電中も各種センサや通信装置は稼働しており、用事のある場合は直ぐに対応できるようにしている。人とロボットが2時間連続でかかわることは考えにくく、電源容量としては十分であると考えている。

4. 特 徴 機 能

(1) 生活シーンに合わせた自然で豊かなコミュニケーション
音の方向や頭頂部の全方位カメラ画像による移動体判別結果から人の顔の位置を検出し、左眉部のカメラ画像を用いて目・鼻など顔の特徴部分を照合することでロバストな人の識別ができる(図2参照)。また、日常生活に必要な約10000語を認識することができ、人の方を向いて話し掛

表1 ホームユースロボット“wakamaru”の目標仕様

移動性能	移動形態	車 輪
	走行能力	時速1km 10mmの段差の乗り越え可能
	自律移動	・家庭内の目的を指定して自律移動 ・“人についていく”“人を探す”移動が可能 ・障害物の回避 ・自動充電
コミュニケーション性能	人識別能力	顔特徴を検出し、オーナ(2人まで)とオーナ以外(8人まで)を識別
	音声認識	約10000語を認識
ハードウェア仕様	サイズ	高さ100cm、直径45cm、約30kg
	移動速度	時速1km
	関 節	首部：3自由度 腕部：4自由度×2腕 移動部：2自由度車輪
	視 覚	全方位カメラ×1、前方カメラ×1
	聴 覚	指向性マイク×1、無指向性マイク×3
対人安全性	構 造	・本質安全規格80W以下のモータで構成 ・家庭用電化製品規格に準拠 ・巻き込み、挟込みを防止する関節構成
	インターロック	腕：全軸サーボレベル衝突検知(トルク監視) 手：手首に衝突センサを実装して衝突検知

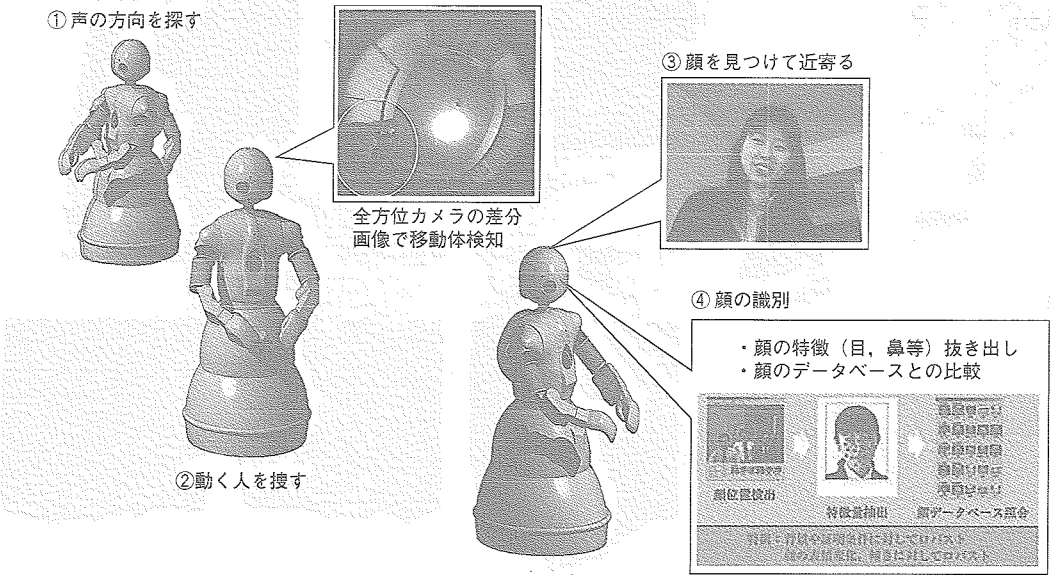


図2 コミュニケーション時における人の識別

ける、人との距離を保って移動する、会話に合わせた身振り手振りをするなど、パソコンのような単なる情報提供機器にはない親和性が生まれ、ロボットならではの、より深いコミュニケーションが可能になる。そのほか、オーナの生活パターンや、オーナとのかかわりから得た情報を基に、ロボットの方からオーナに近づいたり、生活シーンに合わせた話題を提供したりして働き掛けを行うことができる。

(2) 自分の生活リズムで自律行動

一日の生活リズムを持ち、全方位カメラによる天井画像と地図の照合により（図3参照）、走行距離の影響を受けずに、家庭内での自分の位置と同じ部屋にいる人の位置を認識し、人に近づいたり、時間帯によって居場所を変えたり、自動充電しながら、オーナとともに生活することができる。

(3) インターネットに接続して、情報やサービスの提供

オーナとのかかわりから得られた情報やサービスの利用状況などを反映しながら、サービス提供パートナー企業から、インターネットを通して情報・サービスを提供できる。

(4) 情報提供

インターネットを介して情報収集し、ユーザの興味に合わせた情報（交通、天気など）を提供できる

5. インターネットを介したサービス内容

オーナの対象として、まず、一人暮らしの人、高齢者、健康に気をつけている人、潜在的に健康不安をもっている人を想定し、サービスを提供する企業を募りながら、ネットワークに接続したwakamaruを介して、以下のサービスを順次提供していく予定である（図4参照）。

(1) 留守番

① 留守番モード時、携帯電話やインターネット接続パソコンを使い、外出先からロボットを遠隔操作して家の

中の状況を画像で確認。

② 留守番モード時、ロボットの周辺で大きな物音がしたり、移動する物体を検知した時に、ロボットが指定の連絡先にメールや電話で通知。

(2) 見守り・異常時の通報

① オーナとwakamaruのかかわり（挨拶や会話、留守番、メール等）の種類・時刻・場所を、指定の連絡先にメールで通知。

② 次のような場合には、オーナを探して移動し、発見できない場合、または発見して話し掛けても反応がない場合は異常と判断して大きな声で警報を発し、一定時間内に停止させなければ、指定の連絡先にメールで通報。

● 一定時間オーナからのかわり（会話、接触等）がない場合。

● 記憶しているオーナの生活スケジュールと、オーナのかかわりが大きく異なるとき（朝いつもの時間に食堂に来ない、予定どおりに外出しないなど）。

● 風呂やトイレ、外出や就寝時などをwakamaruに伝え、設定時間を越えてもオーナから終了合図（言葉や接触等）がない場合。

(3) 健康管理

① 記憶しているオーナの生活スケジュールに基づき、定期的な薬の服用や血圧計などのバイタル機器を使用する等の時間に“お薬を飲まれましたか？”などと話し掛けを行う。

② 健康に関する質問（“よく眠れましたか？”“食事はおいしかったですか？”など）をし、その情報を指定の連絡先にメールで連絡する。

③ 健康に関する情報を、健康管理サービスセンターに送り、健康に関するアドバイスをオーナに通知する。

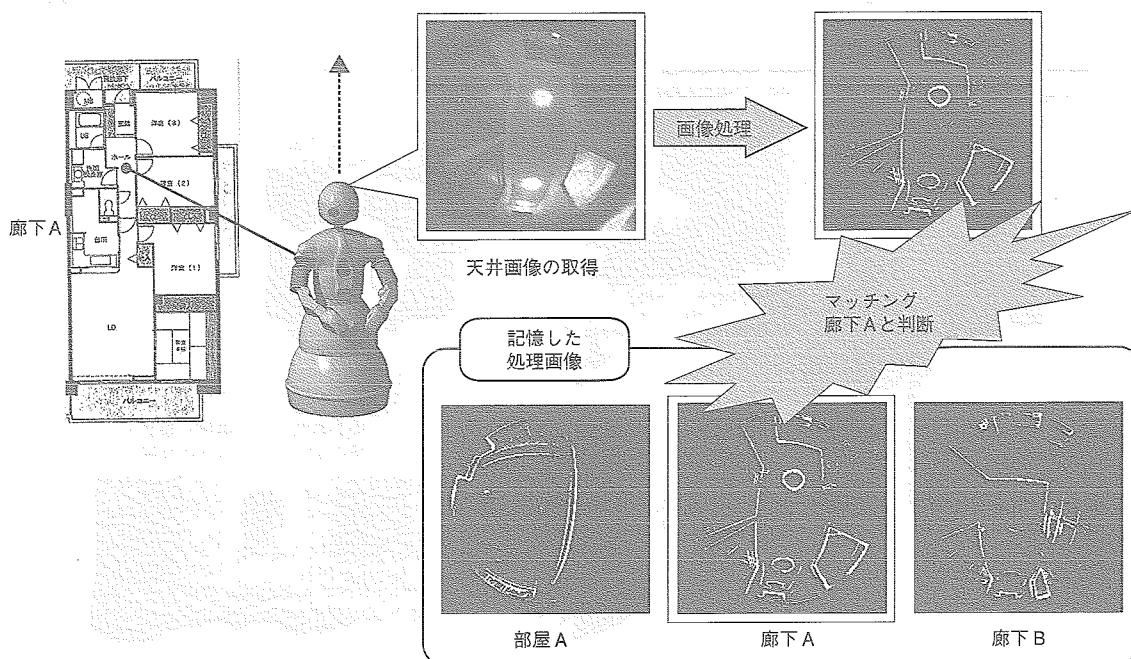


図3 移動時における家庭内での自己位置の計測

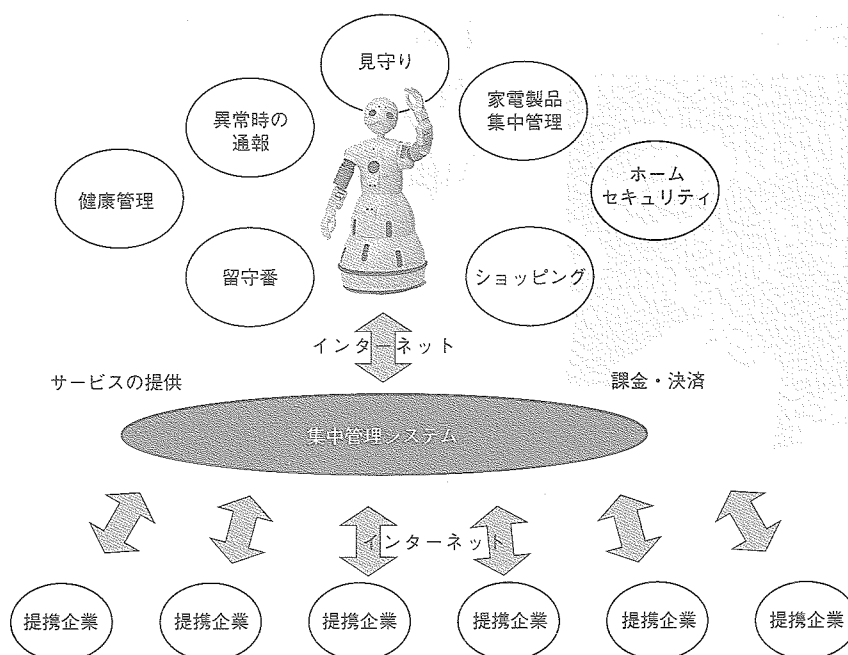


図4 ネットワークを介したサービス提供事業構想

6. ま と め

ホームユースロボット wakamaru は、平成16年度にモニター販売を開始する予定である。少子高齢化が進む近年の社会情勢において、人に対する親和性が高く、日常生活をサポートできる wakamaru のようなロボットへの需要は今後ますます高まることが予想され、日本が世界に誇れるロボット技術の進展や、インターネットなどの通信ネットワークインフラの普及とあいまって、ロボット市場における新たなビジネスモデルを形成するものと考えている。

今後、インターネットを介したサービス内容を充実しながら、人との会話の親和性を高めることを目的とした人の行動認識やこれを組み込んだ会話制御、及びドア開閉通過による屋内移動範囲の拡大や腕を使ったサービスのための車輪駆動と腕との協調制御技術など、先進的な技術開発を並行して行い wakamaru の機能を充実していくほか、信頼性・耐久性等の検証を行い、真に社会に貢献できるロボットとして、市場に投入していきたいと考えている。

最後に、ホームユースロボットの普及には、各種企業や機関との連携によるサービスコンテンツの拡充と、サービス提供に不可欠なインターネットなどの高速通信インフラの整備や通信プロトコルの標準化など活用技術の開発、ならびに安全に関する認証機関の設置などが必要であり、民間企業の垣根を越えた国の施策として、国家プロジェクトによる産官学の連携した取り組みが必要になると考える。この取り組みにより、潜在市場が顕在化し、ホームユースロボットが新たな成長産業として大きく羽ばたくものと考えている。

本開発に当たって、コミュニケーション技術：ATR 知能ロボティクス研究所，自律移動技術：筑波大学知能ロボット研究室（教授 油田信一，助教授 坪内孝司），センサ技術：松下電工株式会社，顔認証技術：オムロン株式会社の協力を得た。

参 考 文 献

- (1) 大西献ほか，可搬式汎用知能アーム登場！-オープンロボットの提案，日本ロボット学会，Vol.12 No.8 p.59-64
- (2) 濱田彰一ほか，原子力防災支援システムの開発，日本ロボット学会，Vol.19 No.6 p.38-45
- (3) 油田信一ほか，経路地図に従った移動ロボットの自律走行システム，日本ロボット学会，Vol.5 No.5 p.19-28



川内直人
技術本部
高砂研究所
機器自動化装置研究室



古結義浩
技術本部
高砂研究所
電子技術研究室



長島是
神戸造船所
新製品・宇宙部長



大西献
神戸造船所
新製品・宇宙部
ロボット事業グループ主席



日浦亮太
神戸造船所
新製品・宇宙部
ロボット事業グループ