

図I-11 電波強度により3次元位置を計測する無線タグ

障害者自立支援機器等研究開発プロジェクト

分担研究報告書

RTミドルウェアを利用した住環境のシステム化

研究分担者 谷川 民生、鈴木 圭介、梶谷 勇、大原 賢一

神徳 徹雄、角 保志、金 奉根、小島一浩

研究要旨

本稿では、システムの可変性を可能とするRTミドルウェアの開発ならびに機能のモジュール化について報告する。また、住環境に組み込む機能として、アクティブキャスター、プロセス提示支援ツール、無線タグといった各障害者に対する支援のための開発した機器について報告する。

A. 研究開発目的

本研究課題では、障害者の自立支援となる福祉機器の新たなシステム化技術を提案する。

従来の福祉機器は、障害者の意図を抽出するヒューマンインターフェースの機能、例えばジョイスティックや押しボタンスイッチ、音声入力装置などと、その入力されたデータに基づいて各機能を制御する出力側の機能、たとえば環境入力装置においては、家電機器を操作する赤外線出力機能等が一体型で提供されてきた。しかし、障害の程度は千差万別であり、誰にでも適用できるヒューマンインターフェース装置は現実的に実現することは困難である。また、進行性による障害や、障害者自身が年齢を重ねることによって、従

来使っていたヒューマンインターフェース装置が使用できなくなるといった状況も存在する。一方、障害者が何らかのヒューマンインターフェース装置を利用し、家電製品、もしくは電動車いす等の障害者を支援する側の出力機器を制御する場合においても、その出力機器も常に同じものを使い続けることは難しく、適宜、新たな製品を制御する必要性がでてくる。このような背景にありながら、障害者用の福祉機器は、元来市場が小さく、機器の出荷台数は限られるため、ほぼ個々の障害者に応じた特注品ということになってしまう。このため、機能の割には非常に高価な製品として販売されている。

すなわち、従来の一体型のシステムではなく、システム内の各機能をモジュール化するという新たなシステム化技術により、シス

テムとして各機能を一体型にする必要をなくし、さらに、住環境に各機能を分散配置することで、障害者の自立した生活を住環境全体で支援することを可能とする、新たな住環境モデルを提案することを目的とする。

B. 研究開発方法

本研究開発では、障害者を支援するシステムに対し、システム内部の機能を分割し、それぞれをモジュール化することで、システムとして容易に変更や追加を可能とする仕組みを導入し、様々な障害者に対して、最適かつ低コストに支援システムを提供するシステム化技術を導入し、実証を行う。本システム化技術としてRTミドルウェアと呼ばれる基板技術を採用する。これは、モジュール化された各機能間を、規格化された通信インターフェースによって容易に結合することが可能な技術である。福祉機器の中のヒューマンインターフェース機能を有する入力装置ならびに、その入力信号によって制御される家電等の出力機器をそれぞれモジュール化し、各モジュールがネットワークを介して通信する仕組みをRTミドルウェアを利用することで容易に実現でき、これにより、障害者に応じて様々な入力装置を選択することが可能となり、また、家電等の出力装置についても必要に応じて適宜追加変更することが可能となる。本事業ではRTミドルウェアを介して、接続する各機能を障害者からの要求に

よって、いくつか選択し、それらをモジュール化することで、対象となる障害者自身に適したシステムを構築し、実際に利用していただくことで、システムの可変性の有効性を評価していく。なお、実際に評価する場合の実験においては、産業技術総合研究所ならびに参画機関である国立障害者リハビリテーションセンターのライフサイエンス実験に関する倫理及び安全管理規程に基づき、人間工学委員会による審査を経て、進めていく。

C. 研究開発結果

C-1. RTミドルウェア

産業技術総合研究所知能システム研究部門では、ロボット要素であるアクチュエータ、センサなどをモジュール化し、ネットワークを介して、容易にロボットのシステムを構築可能とするRTミドルウェアという技術を有している。

RTミドルウェアは、様々なロボット要素(RTコンポーネント)を通信ネットワークを介して自由に組み合わせることで、多様なネットワークロボットシステムの構築を可能にする、ネットワーク分散コンポーネント化技術による共通プラットフォームである。この技術は元来ロボットの開発ツールとして開発されてきたが、移動ロボットやヒューマノイドロボットといった単体のロボットのみだけでなく、ロボット以外のシステムにおいても同じようにシステム化が容易に構築

できる。例えばセンサ、アクチュエータを生活空間の中に分散配置させ、ネットワークを介して協調することにより生活支援や介護を実現するといった、一見ロボットには見えないがロボットの技術を利用したシステムも構築することが可能となる。日本ロボット工業会では、こうしたロボット技術の総称を RT(RobotTechnology) と呼ぶことが提言されており、RTミドルウェアは、ロボット技術要素をソフトウェアレベルでモジュール化し、その再利用性を高めるミドルウェアとしての機能を有している。

RTミドルウェア上では、各機能毎にRTコンポーネントとよばれる単位にモジュール化される。RTコンポーネントとは、各機能毎の特有のプログラムやドライバプログラムが含まれ、それらがRTミドルウェア上の共通ネットワークプロトコルとしてモジュール毎に通信できるようにラッピングされたものである。通常、プログラム毎でネットワークを介して通信するためには、相互のプログラム上で通信の確立やデータの構造を規定する必要があるが、RTコンポーネントにすることで、RTミドルウェア側で通信に係るプロセスを代替するため、ユーザは上記の通信するための作業を特段意識する必要はなく、RTコンポーネント同士の通信が容易に構築できる。また、RTミドルウェアでは、各RTコンポーネントはRT System Editorと呼ばれる支援ツールによってビジュアル的にソフトウェアレベルで接続を管理でき、要求される仕

様によって、適宜システム構成を容易に変更することができる。

図II-1-1にRT System Editorの外観を示す。中心のウィンドウであるSystem Diagram Windowにおいて、作成されたRTコンポーネントがビジュアル的に表示されている(図II-1-1中の黄緑および青のボックス)。すなわち、入力機器や出力機器をRTコンポーネント化することで、System Diagram Window上で確認することができるようになる。このRTコンポーネントには入出力ポートが設置されており、各出力ポートから入力ポートへとビジュアル的に接続することで、実際にはネットワーク経由によって、各コンポーネント間の通信が確立され、データの受け渡しが可能となる。このようにソフトウェアレベルで各コンポーネントのシステム構成を変更することが可能であるため、ヒューマンインターフェースに係るRTコンポーネントを変更したい場合は、既存のRTコンポーネントの接続を解除し、新たなヒューマンインターフェースのコンポーネントから出力機器に係るRTコンポーネントへ接続するだけでシステム構成を変更することができる。

C-2. 環境からの分散された機能による支援モデル

前節のように各機能はネットワーク上で並列的に配置することが可能となることで、従来の福祉機器のように一体型に収める必

要性が薄くなる。すなわち、環境のどこに設置してもかまわないことになり、逆に言うと、必要な箇所に自由に設置できることになる。

図II-1-2に従来のシステムとネットワーク上に配置したシステムの比較を示す。従来の一体型のシステムの場合は、そのアプリケーションプログラムにおいても、システム内の構成が変化することで、修正する必要が出てくるが、RTコンポーネントによって各機能がモジュール化されていれば、アプリケーションプログラムは、各機能固有の制御プログラムを組み込む必要がなく、システムの変更においては、最小限の修正で対応可能となる。また、それぞれの機能が組み込まれる段階でUSB機器のようにプラグ&プレイの機能をRTミドルウェア側で持たせることが可能であり、ユーザーが特に意識しなくても、システムの変更についてはシステム側で対応する仕組みを構築することが可能である。

前述したように、全ての機能がネットワークで連結することが可能となれば、今までの福祉機器のように一体のシステムとしてまとめる必要がなくなり、必要な箇所に自由に設置できることが可能となる。すなわち、障害者が最も長く暮らすこととなる自身の住環境内に分散して配置することが可能となる新たな住環境モデルを構築することが可能となる。このようなコンセプトとして、ユビキタスロボティクスというコンセプトが提案されており、この中では、住環境に様々なセンサ、アクチュエータを分散配置し、

ホームサーバーといった部屋の環境を管理制御するPCによって、各機能は制御され、住環境を利用する障害者の支援を行うことが可能となる。図II-1-3に、各機能が分散配置された住環境モデルの概念図を示す。それぞれのセンサやアクチュエータは分散配置され、各機能がネットワークで連係動作することが可能となっている。この仕組みはRTミドルウェア上ですべて、構築されることで、システムの構成はすべてソフトウェアベースで変更、追加することが可能となる。概念図では、分散される機能の粒度が、センサやアクチュエータといったかなり細かいものまで示されているが、現実的には、福祉機器の機能毎、すなわち、入力機能（音声入力装置、ジェスチャー入力装置等）、出力装置（テレビ、エアコン等）の単位でモジュール化することが望ましいと言える。

C-3. 障害者用住宅に導入されるモジュール化された機器

本事業は、住宅内の障害者の自立を支援する環境を構築することが目的となる。RTミドルウェアを利用することで、多様なシステムを構築することが可能となるが、反面、対象となる障害者の状態を明確にしなければ、システムの仕様が定まらないという課題も現れてくる。

構築するシステムは、大きく分けて、障害者の意図を認識するヒューマンインターフ

ェース機能（入力機能）と、その認識された信号から、各種住宅内に配置される住宅設備（テレビ、エアコン等）の出力機能に分けてモジュール化する。すなわち、障害者に対するヒューマンインターフェース機能は、個々の障害者に応じたものを適宜選択することが必要であり、それぞれの障害者の入力を支援する特有の機能が必要であることから、ヒューマンインターフェース機能毎にモジュール化し、用意することが要求される。本事業においては、ヒューマンインターフェース機能として、そのニーズが大きいであろうと思われる、肢体不自由者を対象とし、「音声入力装置」および「ステレオカメラによるジェスチャー入力装置」を対象とした。上記2つの装置については、それぞれ、本事業の分担研究として「音声による操作インタフェース」「ジェスチャーによる操作インタフェース」が進められており、その中で各機能の詳細が説明されている。

一方、出力機能については、ヒューマンインターフェース機能側とは反対に、健常者も含む幅広いユーザーが利用できることが必要となる。すなわち、福祉機器の全体的なコストを下げるためには、障害者に特有の機器の部分はなるべく少なくし、できるだけ汎用的に利用されている機器を導入することが必要であり、健常者も含めた汎用製品であればあるほど、製品単価が低くなり、システム全体のコストも軽減される。

出力機器については、家電と住宅設備に大

きく分かれる。家電については、ほぼ赤外線リモコンで制御することが可能となっているため、赤外線を出力する機器をネットワークに連結することで、ほとんどのリモコン制御可能な家電機器については、遠隔制御可能となる。本事業での遠隔操作する家電としては、テレビ、ビデオ、照明を対象とした。

その他住宅設備機器については、対象となる障害者に合わせて開発したものであるが、製品単価を下げるためにも、健常者も含めた幅広いユーザーに適用できる製品として開発している。本事業で開発された出力機能側の機器としては、アクティブキャスターと呼ばれる、キャスターにアクチュエータを組み込んだものである。これらを家具に取り付けることで、特に車いすで生活している障害者が、住宅内の移動の際、邪魔となって困っている家具を能動的に動かすことで、部屋が広くなくても車いすの移動するスペースを確保し、移動支援を行うことを可能とする。

上記の出力側の機器としては、主に車いすで生活している肢体不自由者を対象としたものであるが、今回、それ以外において、脳機能障害の方に対する調理支援システム、視覚障害者の生活支援に係るシステムを提案している。脳機能障害の方に対する支援として、調理プロセスを順番に提示する情報支援システムを開発した。また、一方的な情報支援だけでは、実際に調理作業が遂行されているかどうか判断できないため、外部からのセンサ情報でなるべく料理手順を推定するこ

とが必要となる。その一つのセンサシステムとして本事業の分担研究として「人感センサーを用いた見守り技術」が進められている。これについても、別途、分担研究報告書において機能の詳細をまとめている。その他の見守りのセンサーとしては、調理器具が正しく利用されているかどうかを判断するために、各調理器具にICタグを付加し、それをチェックするタグリーダーをモジュール化した機器を開発した。また、各調理の際の行動をなるべく推定しやすくするために、冷蔵庫や食器棚の開閉を検知するマグネット式センサーをモジュール化している。

各種センサ情報と情報支援システムとの連携については、相互のシステムの間でセンサ情報を蓄積するデータベースを介することで、システム毎にモジュール化しやすくなる。すなわち、その他の障害者支援システムとの連携も考慮すると、住宅内の様々な環境情報は一端、データベースに情報を蓄積し、データが必要なシステムは、そのデータベースにアクセスすることで、環境情報を取得する構成にしている。そこでセンサ情報を蓄積するデータベースについても、モジュール化し、様々なセンサ情報を随時蓄積できるようなセンサデータベースを構築した。これについても入出力はRTミドルウェア上でアクセスできるようにRTコンポーネント化されている。

また、視覚障害者に対する支援機能としては、住宅内の環境を視覚障害者の目のかわり

に取得するかという目的で、WEBカメラ画像からの家具の位置を把握する画像システム、ならびに、電波強度による3次元計測を可能とする3次元位置計測無線タグ、ブザーによる音で環境にある物の位置を知らせるブザー付き無線タグ、以上の3種類の支援機器を開発した。

C-4. アクティブキャスターによる移動家具システムの開発（歩行困難な肢体不自由者の支援住環境モデル）

従来から各所においてウェルフェアハウスの住宅モデルが提案されている。その中では、バリアフリー等により車いすで生活しやすい環境を構築するといったコンセプトのもと、様々なアイデアを盛り込んだ住宅モデルが展示されている。ほとんどの住宅モデルは車いすでの旋回や移動がしやすいような間取りの広いへや廊下となっている。しかし実際の障害者の住宅においては、一般の住宅と同じか、それよりも狭いことが普通であり、経済的にも厳しい障害者が多い中では、モデル住宅のような広い間取りを有する住宅環境の方は少ないことがヒアリングによって確認されている。すなわち、狭い間取りでも、車いすでの自立生活を支援する仕組みが必要と言える。車いすで生活している障害者に対するヒアリングでは、机やイスと言った家具が部屋にあることで、健常者にとって適宜移動すれば済むことが、障害者にとっては、

非常に困難であるために、移動において介護者の補助が必要となっているとの意見をいただいた。現状では車いすを住宅内で利用している方は、それなりの広い間取りの家を有している方で、通常は住居内で生活することも困難であり、通常車いすは外出用のみで外に置いているケースが多い。住宅内では、ほぼベッドに寝たきりの状態で過ごすことが多くなってしまふ。また、外に車いすを置いてくため、雨の日などは、車いすを利用できず、外出することが困難であるとの意見をいただいている。

以上から、間取りの狭い部屋でも、車いすでの生活が可能な住宅モデルを提案することが重要であり、その原因となっている家具について、介助者に代わって、家具が能動的に移動するシステムを組み込むことが、一つの解決策となると考えられる。近年、オフィスにおいては、机やイスにフリーのキャスターが設置されており、移動に際しては簡易にできるようになっている。すなわち、このようなキャスター単位で、移動を能動的に可能とするシステムを導入することで、それらを協調動作させることで、障害者の意図に応じて、住宅内の家具の間取りを変化させることができる。

図II-1-4、図II-1-5に、開発したアクティブキャスターの外観を示す。キャスターには車輪を2輪有しており、それぞれがアクチュエータによって独立に動作する。キャスターが回る部分はポテンシオメータにより回転

角度を計測できる以外はフリーで回転する構造となっている。すなわち各キャスターのステアリングについては、それぞれの車輪の回転速度の差によって制御する構造になっており、このようにすることで、直進する際は2個のアクチュエータの推進力を利用でき、効率よく高い推進トルクを得ることができ。本事業では2種類のアクティブキャスターによって評価を行った。図II-1-4のアクティブキャスターは、ギヤ比を高くすることで、速度は低いが高トルクを実現する仕様となっている。また、図II-1-5のアクティブキャスターはギヤ比を落とした分、アクチュエータのサイズを大きくし、速度を重視したモデルとなっている。また、生産コストを下げするために、低コストな加工部品を積極的に利用している。

このようなシステムを導入する際に注意する点としては、ユーザーが自身の必要性に応じて適宜必要な場所に設置し、すぐに動作することが重要となる。すなわち、各アクティブキャスターをユーザーが必要な数、必要な場所に適当に設置しても、システム側が、その設置状況を自律的に把握し、ユーザーに極力技術的な作業を行わないようにする仕組みが重要となる。このため、キャスター本体には小型の制御用CPUが組み込まれており、ユーザーが簡単なキャリブレーション動作を行うことで、キャスター自体が、自身の設置位置を計測する機能を有している。これによりユーザーにおいては、専門的な知識を持

たずとも、すぐにアクティブキャスターを利用することが可能となる。また、アクティブキャスターは、通常のフリーのキャスターとの併用が可能であるため、重量の重い家具においても、フリーキャスターと併用して利用することで、垂直加重を分散させることが可能であり、重い家具の水平方向への推進力が十分であれば、アクティブキャスターの個数は、全体のコストに応じて変更することが可能となっている。図II-1-6にアクティブキャスターの強度と出力の関係を示す。家具をX軸Y軸への2次元の並進動作、ならびに回転動作、すなわち三自由度の動作をさせる場合、最低限2つのアクティブキャスターがあれば実現できる。すなわち、図II-1-6における、左下の構成図が最低限のアクティブキャスターおよびフリーキャスターの構成となる。そこで、設置する家具において、より推進力が要求される場合はフリーキャスターをアクティブキャスターに変更することが可能であり、コストが高くなるが、推進力は増加する。また、重量のある家具を移動させる場合、キャスター自体の過般重量を超える場合は、フリーキャスターを適宜増やすことで、各キャスターに加わる加重を分散させることが可能となる。フリーキャスターとアクティブキャスターとの数の割合については、コストと必要な推進力とのバランスによって決定され、その構成はすべてユーザーの仕様によってシステム側はいかようにも対応することが可能となっている。

本事業においては、大小の2つのサイズのテーブル、イス、移動型タンス、配膳カート、ドアといった5種類の家具および1種類の住宅設備を対象とした。これらにアクティブキャスターを設置することで、ネットワーク上に配置されているヒューマンインターフェース機能（音声入力装置、ジェスチャー入力装置、ジョイスティック装置）によって自在に制御出来ることを可能とした。図II-1-7、図II-1-8、図II-1-9にそれぞれアクティブキャスターを取り付けた家具を示す。これらは、ヒューマンインターフェースからの信号によって自在に制御可能となる。図II-1-10に実際に障害者の方の音声入力によって家具が移動する実験の画像を示す。実験環境としては、車いすに乗っている肢体不自由な障害者が、廊下へ行きたい状況において、家具が邪魔であり、その家具を音声入力装置によって、移動するように指令を与えることで、決まった位置に自律的に移動できることを確認した。このように家具自体が自律的に動作することで、住環境の間取りを自由に変化させることが可能となり、部屋の利用形態も状況に合わせて変化させることが可能となる。また、このようなアクティブキャスターの設置については、専門的な知識がなくとも自在にシステムを構築することが可能とならなければならない。特に、アクティブキャスターの設置場所については、ユーザーの仕様によって適宜変更されることが一般的であることから、どの場所に設置されたとしても、

簡単なキャリブレーション方法によって、容易にアクティブキャスターを取り付けた家具として制御出来る仕組みが必要となる。図 II-1-11に、専門的な知識がない一般の介護者に配膳カートにアクティブキャスターを自ら設置し、キャリブレーションを行い、リモコンで操作するまでの課程を実証実験した結果を示す。設置のプロセスは以下の通りである。

- (1) 両面テープによりアクティブキャスターを配膳カート背面の適当の位置に設置
 - (2) 配膳カートの真ん中を中心にキャスター毎回す。(これにより、アクティブキャスター自身で回転中心からの距離を算出し、自身の設置位置を計算する。)
 - (3) リモコンにより配膳カートを制御
- 以上の簡単なプロセスで配膳カートを自律移動台車のように制御出来るようになる。最初に1分ほどの説明で、上記の設置プロセスを遂行することが可能となったことで、専門的な知識のない一般の方にも手軽に利用できることが確認された。

C-5 調理支援におけるプロセス提示支援ツール

脳卒中の後遺症のある方の支援モデルの構成例を図 II-1-12 に示すが、プロセス提示支援ツール、コンテンツ作成ツール、住環境に設置されたセンサーなどから構成される。プロセス提示支援ツールとコンテンツ作成ツールについては、現状ではパーソナルコン

ピュータ (PC) 上で動作するアプリケーションとして開発しているが、将来的にインターネット上のサービス、あるいは携帯端末上のアプリケーションなど、エンドユーザが利用しやすい形態での提供を考慮して、Adobe Flashベースのアプリケーションとして開発した。

本システムの特徴は、以下の3点に集約できる。

- (1) 環境にセンサーを設置し、連携することができる。
- (2) 作業手順をテキストと動画で提示できる。
- (3) 提示する作業手順のコンテンツを手軽に作成できる。

(1) は図 II-1-12 にあるように、RT ミドルウェアを用いることによって、手軽にセンサーを設置し、症状や環境の変化に応じてセンサーの構成を変更することができる。

(2) ついては、動きのある作業は文字だけで説明するのは困難であるが、動画を併せてわかりやすく提示することができる。図 II-1-13 に画面構成を示すが、左側に作業手順のリスト、右側に動画を提示する。左側の作業手順の提示は、自分が行っている作業がわからなくなならないように、遂行中の作業だけをハイライトし、実行済みの作業は目立たないように表示し、これから行う作業は表示しない。

左側の作業手順リストには、「みる」「できた」ボタンがあり、「みる」を押すと動画

が再生され、作業が完了して「できた」ボタンを押した時にセンサーの情報を取得し、コンテンツ作成ツールで設定された期待値との比較を行い、問題がなければ次の作業に移行する。

テキスト情報としては、各シーンの説明に加え、動画再生完了時と「できた」ボタン押下時（作業完了時）にメッセージを表示することができる。作業完了時のメッセージは、センサーを用いない場合、センサーの期待値と一致する場合、センサーの期待値と異なる場合の 3 つの異なるメッセージを出力できる。また、各作業の目標時間を設定し、目標時間超過時にメッセージを表示することも可能である。各メッセージは、以下に説明するコンテンツ作成ツールを用いて、あるいは設定ファイルを編集して変更することができる。

(3) のコンテンツ作成については、当事者をよく知る医療従事者、家族などが作成することが望ましいと考えられ、PC 上で手軽に作成できるように設計した。図 II-1-14、図 II-1-15 に示すコンテンツ作成ツールを用いて行うが、図 II-1-14 に示すように、右側に動画を表示しながら、作業の切れ目で「しおりをつける」ボタンを押してシーンを分割する。すると、左側でシーンに対するメッセージを作成することが可能となる。メッセージはシーンの説明に加え、前述のように、動画再生完了時と「できた」ボタン押下時表示するメッセージを図 II-1-15 のようにプ

ルダウンメニューを選択して個別に設定するか、あるいは、設定ファイルの中で指定することも可能である。作業の目標時間は図 II-1-15 のように指定できるが、目標時間を設定しないときは 0 秒とする。また、目標時間超過時のメッセージは、設定ファイルの中で指定する。センサー情報の期待値も本ツールを用いて設定することができる。

プロセス提示支援ツールで用いる動画としては、医療従事者や家族が撮影したものに加え、インターネット上で公開されている動画ファイルを用いることができる。例えば図 II-1-16 は、AJINOMOTO が公開しているレシピ大百科¹の「肉野菜炒め」の動画を用いて作成したコンテンツを提示したところである。また、図 II-1-17 は、延岡市作成してインターネット上で公開している AED(自動体外式除細動器)使用方法²のビデオを用いて作成したコンテンツであるが、高次脳機能障害者に対する作業手順の提示にとどまらず、一般的なマルチメディア教材として、講習会の資料、教科書や参考書の付録教材などとして活用できると考えられる。

脳卒中の後遺症等による高次脳機能障害においては、急性期、回復期、慢性期と進行する病院でのリハビリテーションに加え、退院後の在宅でのリハビリテーションが重要な要素である。このため、病院間、そして病

¹ <http://www.ajinomoto.co.jp/recipe/>

²

http://www.city.nobeoka.miyazaki.jp/99/kyumei_susume/aed.html

院から在宅現場への情報伝達が重要であるものの、現状では、円滑な情報伝達が行われていないケースがある。また、複数のスタッフでリハを実践するケースにおいては、スタッフ間の情報伝達も十分に行われていない場合がある。プロセス提示支援ツールのコンテンツ修正情報を適切に管理することにより、このような情報伝達に寄与できるのではないかと考えている。

また、本システムは症状や住環境の変化に対応できるだけでなく、将来的な動作認識技術の進歩により高度なセンサーなどが開発された場合に、容易に導入することが可能であることも特徴の一つである。

C-6 視覚障害者支援における環境取得技術

視覚障害者支援としては、視覚に頼っている環境認識において、技術的にどれくらい支援できるかということについて評価することになる。肢体不自由者の場合は介護者における負担を軽減し、自ら自立して生活できる住環境を構築する開発指針であったが、視覚障害者の場合、一人暮らしの場合は、自身の住環境について、自ら変更することとなり、また、自身の生活訓練として、住環境が常に同じ状態であるように維持するために、技術的な支援の必要性が薄いと言える。反面、家族等の健常者との共同生活となると、環境が動的に変化することとなり、その環境変化が視覚により認識できないことで、技術的な支

援が必要となる。以上の開発指針の基、住環境における環境変化、すなわちイス等の家具、ドアの状況を環境から認識し、障害者に伝えるシステムについて検討した。ここでは、以下の3種類のツールを開発した。

- (1) WEBカメラ画像による環境認識ツール
- (2) 無線タグによる3次元位置認識ツール
- (3) ブザー付き無線タグによる環境提示ツール

ール

- (1) WEBカメラ画像による環境認識ツール

通常カメラ画像による環境情報の把握は高度な画像処理および認識技術が要求され、実用に耐えうる認識は難しいものとされている。本事業では、イスやドアといった頻繁に移動される家具に対して、2次元的なマーカーを貼り、そのマーカーをWEBカメラでトラッキングすることで、安定なマーカーの位置の認識を行うシステムを構築した。図II-1-18にWEBカメラ画像によるマーカー検出の処理画像を示す。WEBカメラは天井に設置され、パン、チルド、ズームの機能を有し、画像内のマーカーを検知し、画像のどの位置にあるかを画像内の位置およびパン、チルドのセンサ情報から抽出し、常にトラッキングしていく。また、ズームすることで、マーカーの位置や姿勢を精度良く検知することが可能となっている。本環境下での精度としては、マーカーからWEBカメラの距離に依存するが、10[cm]~5[cm]の範囲の精度で計測できている。基本的には、イス等の移動を検知するものであるため、距離計測の精度よりも、10[c

m] 以上動いたことを認識できることが重要となる。評価においては、視覚障害者の感覚的に持っている精度以下であれば、有効であると考えられるため、その感覚的に持っている精度と合わせて必要精度を評価する必要があると考えている。

(2) 無線タグによる3次元位置認識ツール

天井等から見える比較的大きな家具やドアといったものであれば、WEBカメラによる環境認識ツールで情報を得ることができるが、ゴミ箱等の隠れてしまうものについては、その位置の変化を計測することは難しい。このような小物の対象物に対して、天井に設置した送信機から発せられる電波強度を受信機である無線タグが計測し、部屋の3次元位置を計測する無線タグによる3次元位置認識ツールを開発した(図II-1-19)。

本デバイスは、125kHzの電波を受信し、その電波の強度に基づき、距離を計測するデバイスである。電波は、距離が遠くなるにつれて距離の二乗に反比例して強度が減衰していくため、電波の強度から電波の発信源と、電波の受信器の間の相対位置を導出することが可能である。相対距離に応じた電波強度を計測したものを図II-1-20に示す。また、同様の実験を既製のZigbee無線機で行った場合のデータを図II-1-21に示す。図II-1-20、

図II-1-21を比較すると、本センサが安定して動作することが分かる。既製のZigbee無線機は、通常2.4 [GHz] 帯の電波を利用しており、開発した無線タグは124kHzの電波を利用

している。通常、高周波数帯の電波は、直進性は良好であるが、壁等の反射(マルチパス)が起こり、送信機から直接送られる電波と壁を反射して送られる電波が混ざってしまう。これにより、電波強度のみで距離を計測することは困難とされる。本開発した無線タグは124kHzと、周波数が低いために、マルチパスが起こった電波は急速に減衰し、送信機から送られる電波のみ電波強度が支配的になる。そのため、安定した電波強度が得られ、距離計測に利用できることとなる。また、高周波数の電波は、人体等の水分に比較的吸収されやすく、電波の間に人体が入ると、急激に強度が減衰してしまう。この問題に対しても、影響が少ないため、良好な計測結果が得られている。

こうしたセンサを用い、天井に設置した3カ所の送信機からの電波強度を計測し、三角測量の原理で位置計測を試みた。図II-1-22に真値と誤差を、表II-1-1にこれらのデータをまとめたものを示す。3つの送信機で構成される三角形の外側では、十分な精度が出ていないが、三角形の内側では、10cm以下と電波強度を利用した無線タグとしては十分な精度が得られることが確認された。

(3) ブザー付き無線タグによる環境提示ツール

視覚障害者が、より簡単に物の位置を確認するには、音で判断することが有効である。よって手軽に音を発するデバイスを無線タ

グと組み合わせることで、必要な家具や小物に手軽に貼り付け、他のヒューマンインターフェースからの指令に応じて、音を発するブザー付き無線タグを開発した。既製品として、対となった送信機のボタンを押すと、受信機側のブザーがなるようなものが販売されている。本開発品は、原理的には同じであるが、それらがネットワーク経由で、どのヒューマンインターフェースからでも、その指令によって音がなるようにされていることが重要であると考えている。すなわち、RTミドルウェア上に既製品の仕組みを組み込んだ装置と考えることができる。図II-1-22にブザー付き無線タグの外観を示す。図中の右の製品がブザー付き無線タグであり、左の製品がホームサーバー等に設置する無線集約局である。無線集約局は住環境内に一カ所設置することで、住環境内の複数のブザー付き無線タグに信号を送ることが可能となっている。また、無線集約局はRTコンポーネント化されていることから、他のRTコンポーネント化されたヒューマンインターフェースからの信号により、ブザー付き無線タグを動作させることが可能となっている。

D. 考察

本事業においては、モジュール化された各機能をつなぐ基盤技術として、RTミドルウェアを採用し、多様な障害者の特性に応じたシステム構築を可能とすることを目指し、いく

つかの代表的な機能をモジュール化し、様々なヒューマンインターフェースから指令を受けて制御出来ることを確認した。特に今回、アクティブキャスターで家具を移動するという従来の福祉機器にない、新たな機能を提案した。今回は、主として肢体不自由者の車いす移動に伴い、邪魔となる家具の自律的移動および既存のドアの自動化にアクティブキャスターを適用した。一方で、視覚障害者とのヒアリングにおいても、通常の家具が動的に移動することは、逆に環境を変化させることとなり、危険な状況になるが、移動された家具が、かならず初期位置にもどるような制御を行うことは、視覚障害者から見ても便利なツールとして利用できるとの意見ももらっている。また、視覚障害者のそばを必ず定位置に移動してもらおうカートとして利用できるならば、鍼灸治療の際に非常に便利との意見ももらっている。すなわち、視覚障害者の多くは鍼灸の仕事に就いており、鍼灸治療の際に、治療器具をカートに乗せている。実際に鍼灸治療をする際は、消毒をする必要があるため、消毒後は治療器具のカートを手で引き寄せることはできないという課題ももっていた。今回のアクティブキャスターを治療器具のカートに利用することが可能であれば、治療作業が非常に効率よくできるというアイデアをいただいている。このように本事業での対象以外の用途にもアクティブキャスターは広がる可能性があり、そのためにもRTミドルウェアを通信基盤として、様々な

アプリケーションに対してシステムを改変できる仕組みが有効であると感じられた。今後の課題としては、アクティブキャスターの低コスト化であり、用途によってはオーバースペックの可能性もある。すなわちアクティブキャスターとしてのバリエーションも今後検討していく必要があると考えられる。

E. 結論

本事業においては、RTミドルウェアを利用した住環境のシステム化ということで、いくつかの機能をRTコンポーネント化し、対象となる用途に対してシステム化することで、対象となる障害者に対してのシステムの多様性、可変性を示すことができた。一方、その構築されたシステムがどの程度、対象となる障害者にとって有効であるかの評価は十分ではなく、その評価手法が明確化されていないと、システム側に変更の自由度があったとしても、どのように変更すべきかの指針が決まらないという問題が起こってしまう。まずは、障害者の状態が定量的にモデル化でき、それに対する支援システムの仕様が明確に決定できる枠組みを合わせて検討していく必要がある。障害者の状態のモデル化については、国際生活機能分類（ICF）といった枠組みが存在するため、その分類とシステムの仕様の関係を構築していくことが重要と考えている。

F. 健康危険情報

(総括研究報告書にまとめて記入)

G. 研究発表

1. 論文発表

該当なし。

2. 学会発表

該当なし。

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得

該当なし。

2. 実用新案登録

該当なし。

3. その他

該当なし。

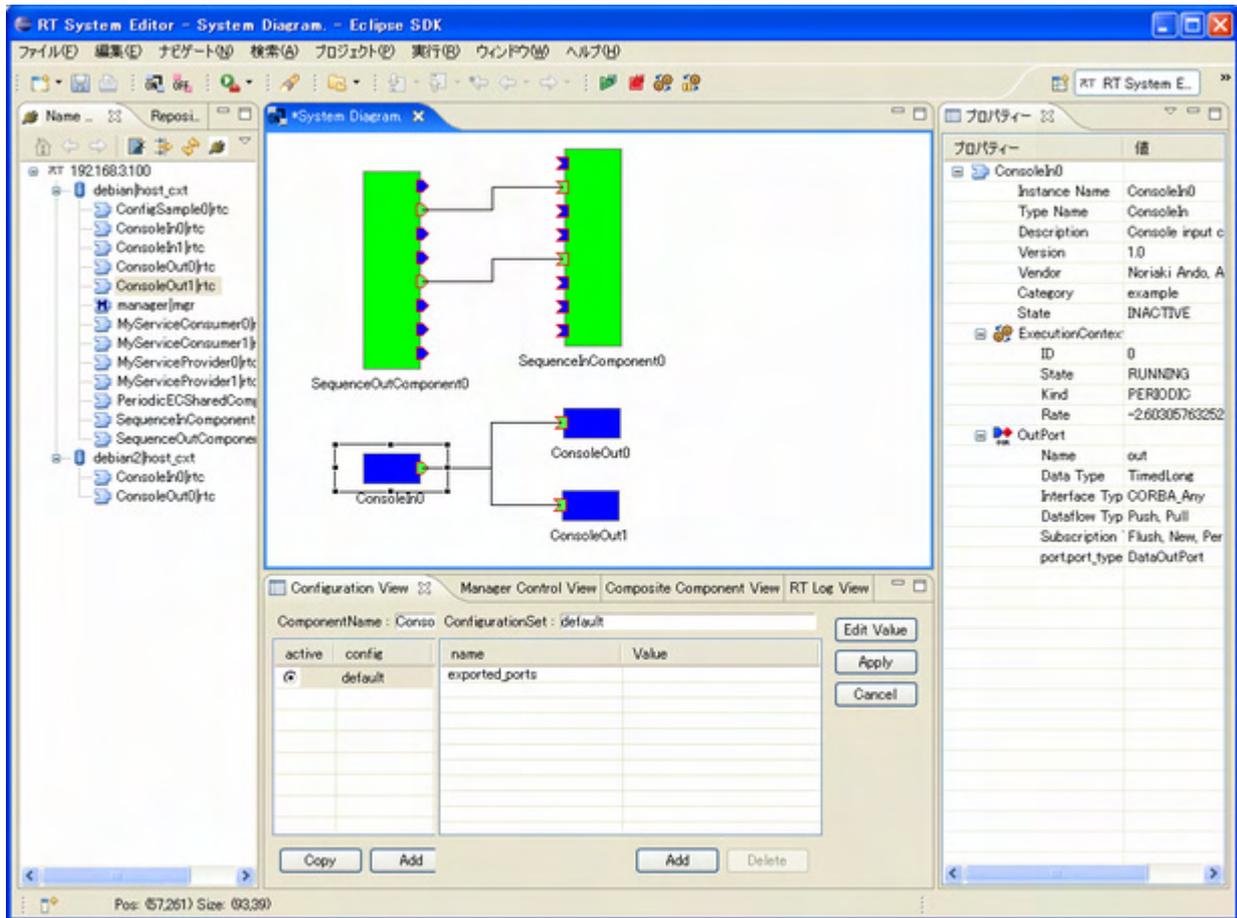
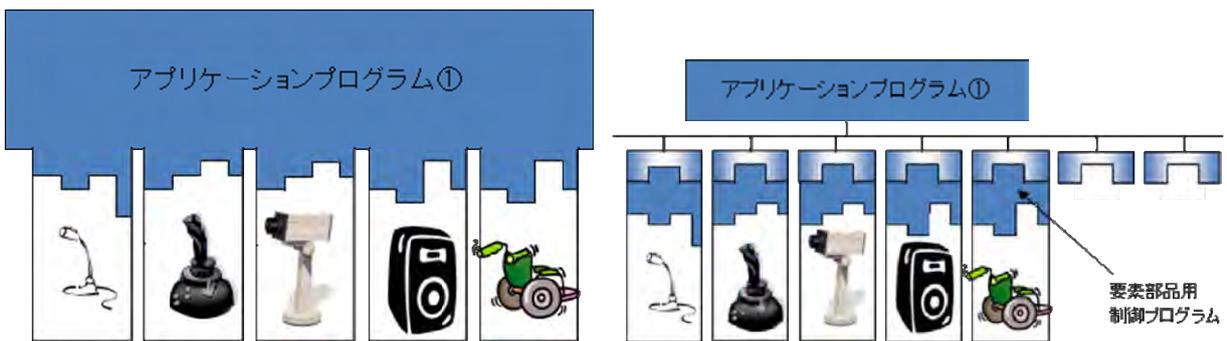


図 II-1-1 RT System Editor

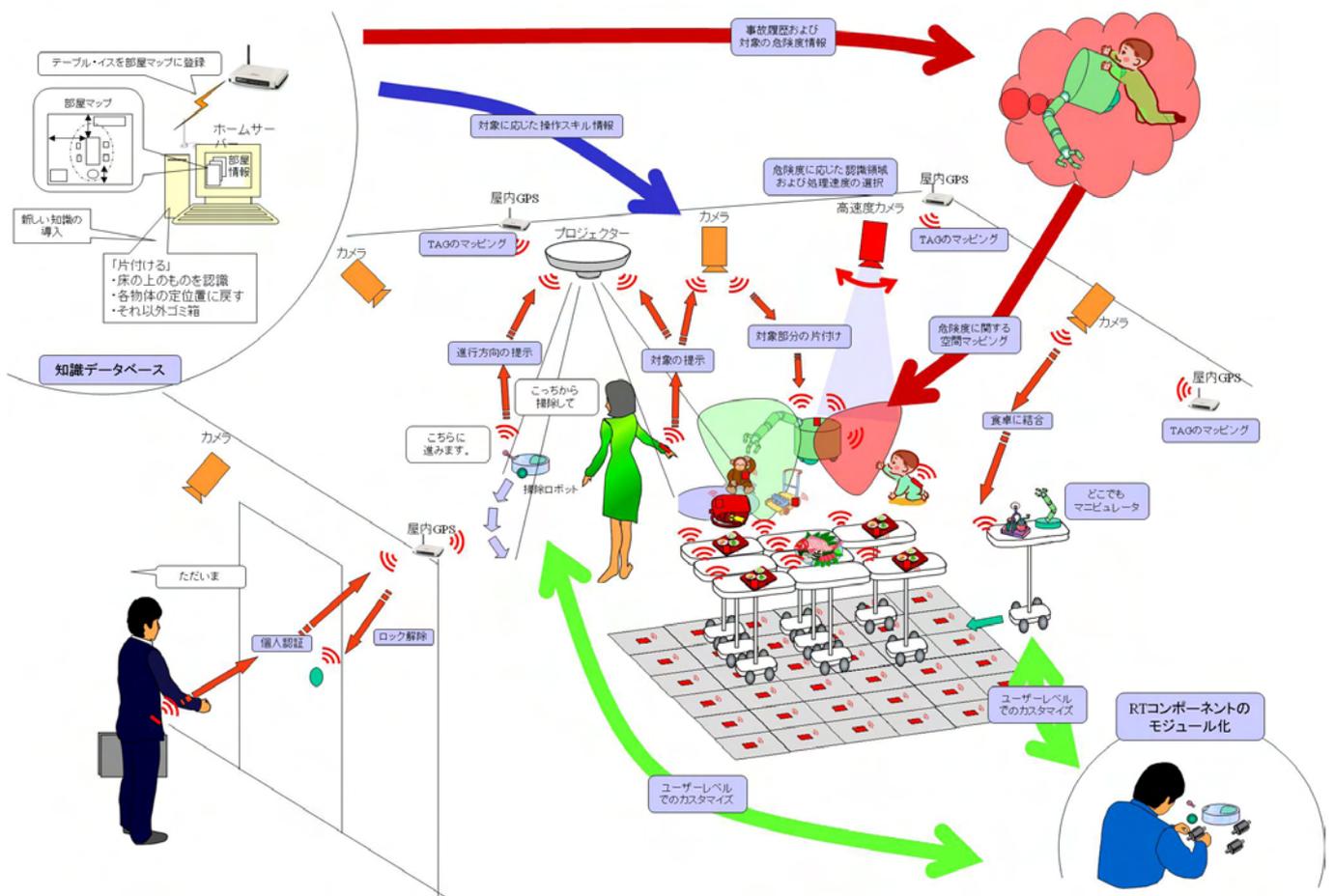


従来のシステム

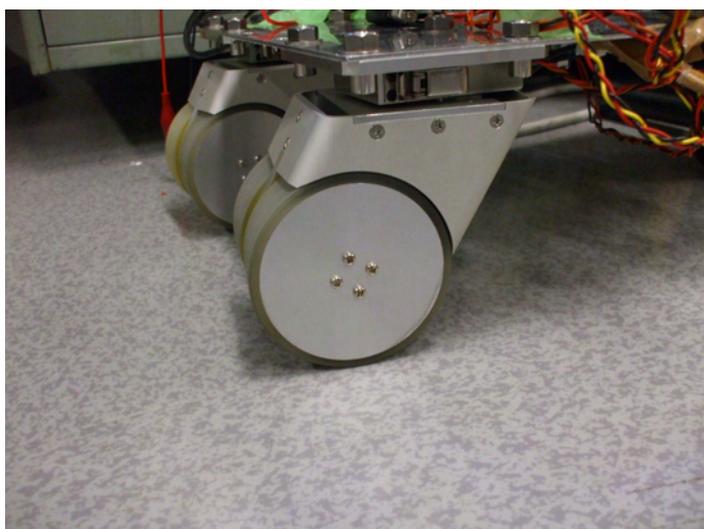
RT コンポーネント化され

ネットワーク上に配置されたシステム

図II-1-2 従来のシステムとネットワーク上に配置されたシステム



図II-1-3 各要素が分散配置された住環境空間



図II-1-4 アクティブキャスター（高トルク型）