

身体イメージを利用した装着型擬人化ディスプレイロボットの開発 —モノのカラダを引き出すデバイス—

1. 背景

近年、ロボット産業の発展により、掃除などの家事手伝いからエンターテインメントまで、さまざまなロボットが開発・販売されている。その中には、コミュニケーションを主体とするコミュニケーションロボットなどもある（AIBO など）。しかしながら、もっとも重要な、エンドユーザとの接点で、開発側とユーザ側の要求に齟齬が見られる。それは、ユーザが高価なロボット技術に期待する内容と、実際にロボット技術が解決可能な内容に大きな隔たりがあるからである。

現在、家庭用として開発・販売が行われているコミュニケーション用ヒューマノイドロボットは、一番安価なものでも 100 万円程度の値段である（wakamaru など）。一般家庭で使用される 100 万円以上の製品は、自動車や高級家電など限られたものしか無く、これらの機器に対抗するだけの実用性が無いと、実際にロボットを普及させるのは難しいと考えられる。

2. 目的

本プロジェクトでは、上記の問題を解決する新しいコミュニケーションロボットデバイスとして、対象に取り付けて身体イメージを喚起し、対象の擬人化を行う、ディスプレイ（情報提示）ロボットの提案と開発を行った。ディスプレイロボットでは、目や腕にあたるロボットデバイスを家具・家電・公共機械に装着して情報提示機能を付け加える。ディスプレイロボットは複数の物に装着することができ、しかも装着した物によって動作を変え、表現方法を変更することが出来る。

この手法により、コミュニケーションロボットの導入コストを下げるとともに、従来のコミュニケーションロボットには不可能であった、「頭」や「腹」など、機器が元来持つ身体性を引き出した情報提示を実現した。

3. 開発の内容

3. 1 ディスプレイロボットのハードウェア開発

ディスプレイロボットの、目（表示部分）・腕の開発を行った。また、カメラ・マイク・スピーカ・制御用PCなど他の部品について検討を行い、これらのハードウェアを協調して動かすミドルウェアを開発した。

ディスプレイロボットのハードウェアは図1のような目パーツと図2のような腕パーツから構成される。各擬人化パーツは物体への接続のため、軽量である必要がある。また、一般的なホビーロボットよりも、ディスプレイロボットでは擬人化を促進するため細かなジェスチャを行う。そのため、モータの数が増えるので、市販のロボット部品では用を成さない。よって本プロジェクトでは、専用の目・腕パーツの設計と実装を行った。本プロジェクトで開発した目と腕は、それぞれマジックテープで貼り付けることが可能である。

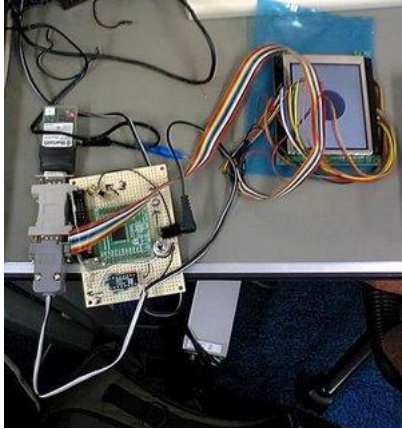


図1 目パーツ・目パーツ分解図

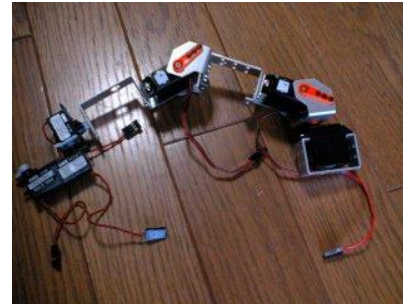


図2：腕パーツ・腕パーツ分解図

その他のパーツとしてカメラ・マイク・スピーカ・制御用PCの検討と実装を行った。

カメラはユーザの位置測定用であり、図3のような形状で物体の上部・または物体の近くに設置する。正面カメラは顔認識を行い、ユーザを追跡するために設置されている。全方位カメラは、主に動く物体の追跡のために設置されている。両者から得られる画像は図4の通りである。カメラの選定には「ロボットの目を作る」を参考にし、帯域が広く民生用として広く使われている、IEEE1394を使用した。

また、マイクは声を拾うため、人間の声の周波数を拾える市販の指向性マイクを改造し取り付けた。スピーカはモノラル音声でケーブル長が長いものを使用している。またディスプレイロボットのプログラムを実行したり、API用webサーバを立ち上げるための制御用PCとして、550gと軽量の、Sony Vaio U70を使用した。今回は物体に取り付けるため、軽量のものを使用した。制御用PCはUSBとIEEE1394デバイスが使えるPCであれば、どのPCでも使用可能である。

各ハードウェアの接続は、図3の通り行う。

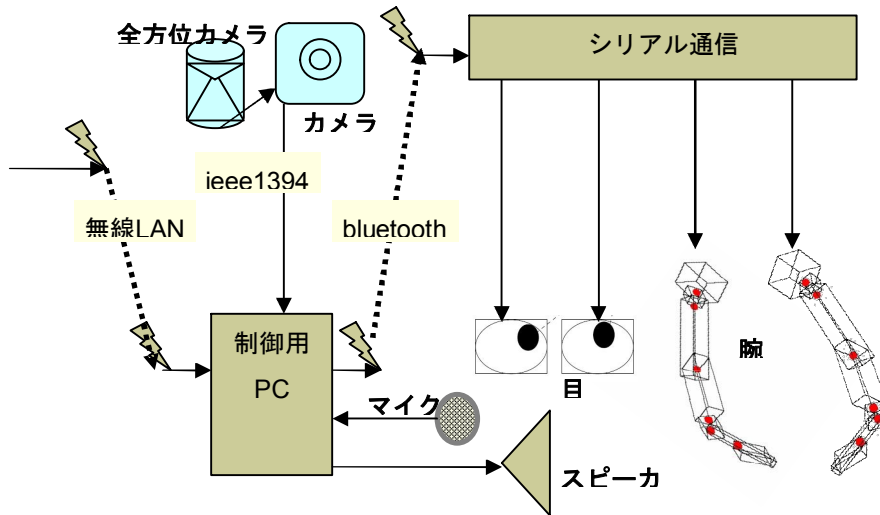


図3：ハードウェア接続図

3. 2 ディスプレイロボット用の基礎コンテンツの開発

上記で実装したハードウェアを使用したAPI・アプリケーションを作るための基礎コンテンツの開発を行った。基礎コンテンツは、主にポーズ(ポーズデータ/poses 下のテキストファイル)や音声(音声データ/voices 下の音声ファイル)などである。ポーズは図6のようなモーションエディタ(基礎ユーティリティ/motioneditor)を作成し、「ボディトーク・世界の身振り辞典」を参考にして、ワールドワイドで使える腕モーションを作成した。また基本的な指示語や挨拶を含んだ音声を作成した。

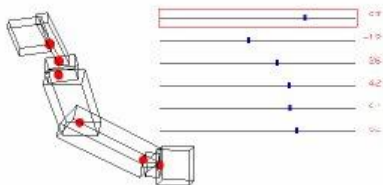


図6：ポーズ作成用モーションエディタ

3. 3 身体イメージ検討用のデモプログラムの開発・モデルの作成

上記で実装したハードウェアと基礎コンテンツを使い、身体イメージがどのように作られるか、デモプログラムを作成(実験用デモ/contact)して検討し、数回のデモンストレーション実験を通して、目と腕の位置によって変化する身体モデルを作成した。実験によって作成されたモデルの概略は図4の通りである。ディスプレイロボットではこのモデルに従ってパーツ取り付け時の身体イメージ作成を行い、位置座標による指示を身体表現に変換する。

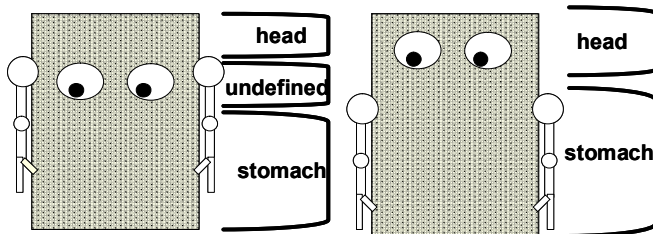


図4：実験による身体モデルの検討

また、上記の実験で得た、ディスプレイロボットのユーザの性別・年代による印象差は図5、図6の通りとなる。性別の印象としては、女性の方が印象が良く、年代の印象としては、10代、20代を除いて受けが良いことがわかる。(詳しい実験過程・結果については、後述の論文中で記述している)

ディスプレイロボットを実際に使用する際には、この結果を参考にして設計することが有用である。

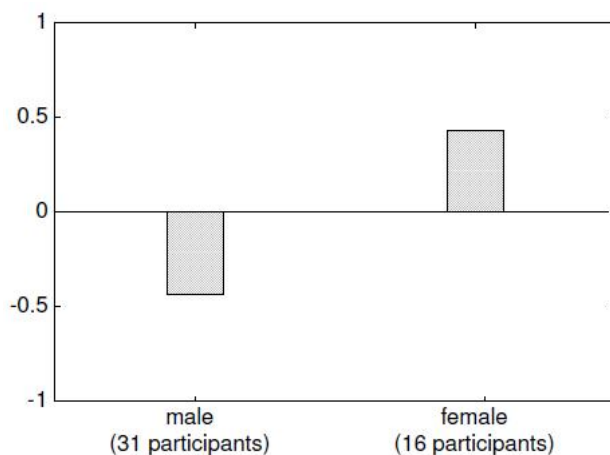


図5：性別による印象差

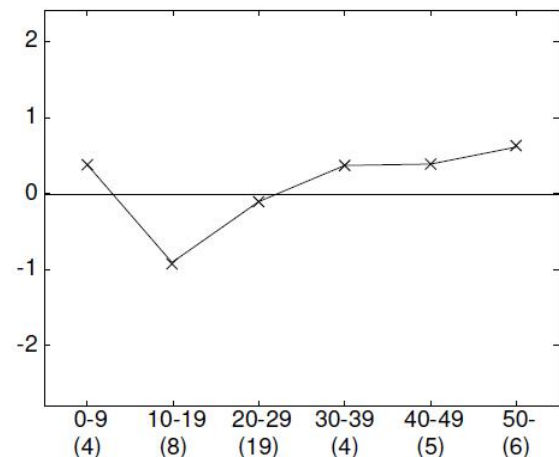


図6：年代による印象差

3. 4 ディスプレイロボット用APIの開発

作成したモデルに基づいて、ディスプレイロボットをPC上から容易に操作するためのAPIを開発した。具体的な内容は以下の通りである。

- ・画像処理用API (画像処理用ライブラリ/opencv, camera)

動体認識・顔認識や、カメラの制御を含めた画像処理を行う。顔認識には OpenCV の Haar-like feature ライブラリを使用し(opencv)、顔の大きさから3次元位置を求めるプログラムを作成した(camera)

- ・ 腕パーツ制御 A P I (腕パーツ制御ライブラリ/armcommand, armpos, motionlib)
ディスプレイロボットの腕パーツを動かすための、アーム制御用 A P I を開発した。
各 A P I は、腕の各モータを指定の位置にあわせる低レベル制御のための A P I (armcommand, armpos) から、あらかじめ指定したモーションを指定の速度で動かすための高レベル制御のための A P I (motionlib) を含む。
また、ポインティングに必要な逆運動学計算や、ポインティング動作とポーズをマージするための A P I も含む。
- ・ 目パーツ制御 A P I (目パーツ制御ライブラリ/eye-firm, eye-library, eyeface)
ディスプレイロボットの目パーツを動かすための、目パーツ制御用 A P I を作成した。開発した A P I は、液晶制御用の H8/3694 マイコンのための表示ファーム (eye-firm)、液晶に目を高速に描画するための A P I (eye-library)、表情変化のための A P I (eyeface) を含む。
- ・ 幾何学計算用 A P I (幾何学ライブラリ/geometry)
主に、3次元位置の計測、距離測定等に使用する A P I である。
- ・ 音声認識用 A P I (音声認識ライブラリ/voicelisten, hear)
Julian のラッパーとして、音声認識用 A P I を作成した
- ・ 音声再生用 A P I (音声再生用ライブラリ/waveplay)
指定した wave ファイルを、任意の順序で指定し、任意のタイミングで再生するための音声再生用 A P I を作成した。
- ・ 通信用 A P I (通信用ライブラリ/AGB-ITC035, serial)
ディスプレイロボットの基本パーツとの通信を行う A P I を作成した。シリアル用基本 API(serial) から浅草ギ研プロトコルコンバータ(AGB-ITC035)を含む
- ・ タイマ制御用 A P I (タイマ制御用ライブラリ/clock)
ディスプレイロボットの細かい動作制御タイミング合わせに必要な、A P I を作成した。
- ・ センサデータ取得 A P I (センサデータ取得用ライブラリ/sensordata)
開発者が所属する、慶應義塾大学安西・今井研で提唱される「Semantic Sensor Network」から情報を得るための通信用 A P I を作成した

3. 5 ディスプレイロボットを使用したアプリケーションの開発

開発した A P I を元に、自己の機能を身振り手振りで説明していく機能説明デモアプリケーション(機能説明用アプリケーション/m-oven-*, m-play, m-trash, dispmain)・w e b クライアントからディスプレイロボットを直接操作できるアプリ

ケーション(web クライアント・サーバアプリケーション/webclient, webserver, disperv)を開発した。

機能説明用デモアプリケーションでは、開発者が上記のAPIを使用していくつかの機器の説明を実際に行わせたものである。オープンやエアロバイクに取り付けられたこれらのデバイスは、ユーザの顔と動作を認識してそちらに視線を向け、ボタンの位置や蓋の位置、押し方などを、腕パーツと目パーツを用いたモーションによって指示することが出来る。

webクライアントアプリケーション(図7)では、上記のAPIを、自分のブラウザから実際に実行するためのアプリケーションである。制御用PCでwebサーバを実行し、制御用PC上で実行されているcgiにアクセスすることで、ポーズの再生や、身体イメージモデルを利用したポジション変換(PUSH x,y,z といった命令を、位置によって「頭を押してね」「お腹を押してね」といった直感的な発話に変換する)を行うことができる。

また、上記で作成したコンテンツデータ・API・アプリケーションの接続を図13に示す。

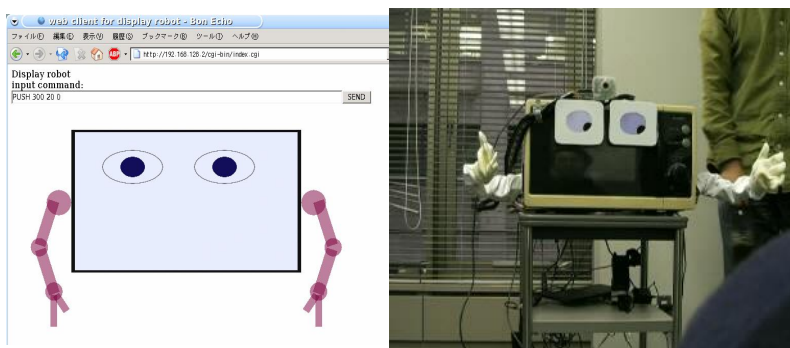


図7：webクライアントアプリケーションと実行図

4. 従来の技術(または機能)との相違

- ・ 本プロジェクトで開発したディスプレイロボットは、身体部品による機器の直接的な擬人化を行う。このような擬人化デバイスは存在しない。また、既存のロボットは機器に直接接続することは出来ないが、本プロジェクトで開発したディスプレイロボットは、追加の設備無しに簡単に物体を擬人化することが可能である。
- ・ 本プロジェクトで開発したディスプレイロボットは、ハードウェアが既存のデバイスに比べ低コストであり、汎用の部品を使用している。よって、ハードウェアに多少の知識があれば、誰でも簡単に仕様にしたがってパーツを作成し、開発者の作成したAPIを使ってパーツを動かすことが可能となる。
- ・ 本プロジェクトで開発したディスプレイロボットを他の機器に取り付け・本プロジェクトで開発したAPIを使用することで、情報提示システムを、既存のコミュニケーションロボットと比較して、安価に開発することが出来る。

- ・ 特に、本プロジェクトで作成したwebクライアントアプリケーションを使うことで、ロボットに触れたことが無い一般人でも、自分のブラウザを利用して制御用PCのcgiにアクセスし、コマンドを入力することで、簡単にディスプレイロボットを扱うことが出来る。
- ・ 本プロジェクトで作成した身体イメージモデルを使用することで、既存の外部エージェントを用いた指示方法に比較して、より直感的な指示を行うことが出来る。

5. 期待される効果

ディスプレイロボットはただ安価なだけではなく、装着することによって、その物が持つ潜在的な身体イメージを引き出し、より人間に分かりやすい情報提示を行わせることができるという特徴がある。たとえば、家電や公共器具の説明書には、操作・故障などの比喩として擬人化したイラストが描かれることがある。これらの行為は、比喩表現を使用することで、人間に対しよりわかりやすく対象のイメージを持たせるために行われている。ディスプレイロボットを利用することで、インストラクションに用いるこれらの比喩表現を、より明示的に行う事が可能になると考えられる（この効果について、今後実験を重ねて検討を進める予定である）。

また、本プロジェクトでは、ディスプレイロボットを用いた擬人化手法の効用について検討している。このように、身体部品のみ注目し、擬人化の研究を行った研究分野はいまだに存在しない。身体部品による擬人化効果、仮想的な身体イメージの効果を検討することで、間接的に、ヒューマノイドロボット、コミュニケーションロボットの設計方針に示唆を与えることができると思われる。

6. 普及（または活用）の見通し

ディスプレイロボットを用いたデモンストレーションを行い、アンケートによって意見を募集した結果、特に、介護用途（存在感を伝えて安心させるためのデバイス）、教育用途（機器の操作、触ってはいけないものを教える）などに、ディスプレイロボットを用いた擬人化が望まれていることがわかった。

今後は、介護用途、教育用途のために機能を絞ったディスプレイロボットを開発し、その効用を検討すると共に、本プロジェクトで開発したディスプレイロボットを、引き続き、学会やデモンストレーション会場等で広く使用することにより、新しい応用例を発見していく予定である。

7. 開発者名（所属）

* 大澤 博隆（慶應義塾大学 理工学研究科 開放環境科学専攻）

（参考）開発者URL

<http://www.ayu.ics.keio.ac.jp/~osawa/>

<http://thinking-spot-robot.blogspot.com/>