

デジタルヒューマンの振る舞いを見せる、聞かせる 技術ソフトウェア

Digital Human Content Information
Showing and Sounding Technology Software

佐藤 知正¹⁾
Tomomasa SATO

森 武俊²⁾
Taketoshi MORI

西田 佳史³⁾
Yoshifumi NISHIDA

- 1) 東京大学大学院 情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻
(〒113-8656 東京都文京区本郷7丁目3番1号 E-mail: tomo@ics.t.u-tokyo.ac.jp)
- 2) 東京大学大学院 情報学環 情報理工学系研究科兼任
(〒113-8656 東京都文京区本郷7丁目3番1号 E-mail: tmori@ics.t.u-tokyo.ac.jp)
- 3) 産業技術総合研究所 臨海副都心センター デジタルヒューマン研究ラボ
(〒135-8656 東京都江東区青海2丁目41番6号 E-mail: y-nishida@aist.go.jp)

ABSTRACT. This paper reports the “Digital Human Content Information Showing and Sounding Technology Software.” The softwares consists of 1) English speaking software of human daily life behavior for education including behavior-to-speech engine, 2) ubiquitous display software of human behavior including behavior-to-picture engine, and 3) summarization software to display human abnormal behavior for medical purpose. The stated softwares can be retrieved from the website of <http://www.ics.t.u-tokyo.ac.jp/ipa/index-j.html>.

1. 概要

デジタルヒューマン研究のアプローチには、人間の本質を追求しモデル化し計算機上で表現する方向のものと、人間のディテールを残しながら計算機上に表現し、利用を促す2つの方向のものがあると考えられる。本プロジェクトは、後者のアプローチに属するもので、ヒューマンコンテンツに係わるものである。

本プロジェクトの目的は、環境センサ化技術と行動データベース化技術に基づいて、人間行動をディテールにわたって計測・蓄積し、このように計算機上に表現されたデジタルヒューマンを計算機の中で振る舞わせて、その際に発生する情報を音や映像として人に提示する技術ソフトウェアを開発することにある。

本プロジェクトのソフトウェアを基礎としてさまざまな応用が拓けるが、本プロジェクトではデジタルヒューマンコンテンツの利用分野として、教育、福祉、医療に役立つことを念頭におきながら、(A) 人間の動作を英語で聞かせ教育に役立てる技術ソフトウェア、(B) 人間行動をどこにでも見せられる技術ソフトウェア、(C) 人間の異常行動情報を縮約表示して見せ医用に役立てる技術ソフトウェアを実現した。以下にその概要を示す。

(I-A)人間の動作を英語で聞かせ教育に役立てるソフトウェアに関しては、無線式超音波3Dタグシステムを開発し、ステレオシステムと統合することで、計測・認識対象としたい行動を簡単に登録でき、登録された行動を実時間で頑健に計測・認識するソフトウェアを開発した。また、認識結果に基づいて関連文章を発話させられるソフトウェアを開発することで、部屋に散りばめたセンサ化された物体と人とのインタラクションを認識し、行動

内容を実時間発話することで、行動しながら学習するという新しい学習法を可能とする Behavior-to-speech エンジンを作成した。

(I-B)人間行動をどこにでも見せられる技術ソフトウェアに関しては、家庭のような日常的な環境における人間の自然な生活行動を、床などに分布させたセンサ群で時空間的にシームレスに計測し、その行動情報の構造化による体系的な蓄積と、様々な場所からユーザの要求に合わせて検索表示を行う Behavior-to-picture について、Java ベースのソフトウェアとして実現した。

(I-C)人間の異常行動情報を縮約表示して見せ医用に役立てるソフトウェアについては、患者の行動を視覚センサ・振動センサなどを用いて観察し、異常行動を検索し、縮約表示することで医師を支援する Behavior-to-picture ソフトウェアを作成した。

実現されたソフトウェアについては、ワークショップ、学会での成果報告や、その一部の下記 WEB 上での公開を通じて、成果を広める活動を行うとともに <http://www.ics.t.u-tokyo.ac.jp/ipa/index-j.html> にてソフトウェアを公開する。

2. 目的

本プロジェクトは、人間行動のディテールを残しながら計算機上で表現し、利用を促す方向性をもったヒューマンコンテンツに係わるものである。

本プロジェクトの目的は、環境センサ化技術と行動データベース化技術に基づいて、デジタルヒューマンを計算機の中で振る舞わせ、その際に発生する情報を音や映像として提示する技術ソフトウェアを開発することにあ

る。

本プロジェクトでは、デジタルヒューマンコンテンツの利用分野として、教育、福祉、医療に役立つことを念頭におきながら、(A) 人間の動作を英語で聞かせ教育に役立てる技術ソフトウェア、(B) 人間行動をどこにでも見せられる技術ソフトウェア、(C) 人間の異常行動情報を縮約表示して見せ医用に役立てる技術ソフトウェアの実現を通じて、デジタルヒューマンの活動状況を映像や音で提示するソフトウェアを開発する。また、以下のように実現する3つのソフトウェアについては、ワークショップでの成果報告や、その一部のWEB上での公開を通じて、成果を広める活動を行うこととする。

(II-A) 人間の動作を英語で聞かせ教育に役立てるソフトウェア

本ソフトウェアは、(A.1) 行動頑健計測機能(ハードウェアを含む)、(A.2) 実時間 Behavior-to-speech エンジン、(A.3) 行動データベースに基づく語学学習促進機能からなるソフトウェアである。

(A.1) 行動頑健計測・認識ソフトウェアに関しては、まず、実時間で頑健な行動計測機能を実現するための超音波3次元タグソフトウェアとして、512個までのセンサ、127個までのタグと20msec周期(50Hz)で通信する機能や、3個(必要最低限)から512個(超冗長)までのセンサ情報を利用するロバスト推定によって、手や身体による隠れや反射が生じた際にも高精度(5cm程度)を維持できる3次元位置推定機能を有する超音波3次元タグソフトウェアを実現する。また、昨年度開発したハードウェアの改善として、超音波3次元タグシステムを無線化する。さらに、超音波3次元タグシステムと画像処理システムを統合し、計測・認識対象としたい行動を簡単に登録するための物体機能モデリング機能や、ティッシュを抜き取るなどの物理的なタグを取り付けることが困難な柔軟物を扱う行動の認識を可能とする3次元タグベース画像処理機能を実現する。

(A.2) 実時間 Behavior-to-speech エンジンは、物体機能モデルに基づいて出力された、利用された物体情報をもとに、行動内容を表す文章や、利用された機能(認識された行動)を含んだ例文などの文章を出力する機能を、市販されている、または、無償で利用が可能な Text-to-speech ソフトウェアを利用して実現する。

(A.3) 行動データベースに基づく語学学習促進機能 実時間行動頑健認識機能と Behavior-to-speech エンジンを統合し、聞き取れなかった文章をその際にとった行動とともに表示する機能を実現する。

(II-B) 人間行動をどこにでも見せられる技術ソフトウェア

このソフトウェアでは、家庭内の部屋のような日常生活環境における人間の自然な行動を、1) シームレスに計測し、2) その行動情報を構造化して体系化して蓄積し、3) 蓄積されたデータ自身、データを要求するユーザとの通信環境、データを取得するユーザの情報閲覧環境、に適合させた検索・表示を行うソフトウェアの開発を目指す。つまり、人間行動をどこにでも見せられる技術として、Behavior-to-picture という考え方で、センサ群からのリアルタイムデータあるいはセンサ情報を記録したデータベースからの蓄積データを、パーソナルコンピュータ、携帯情報端末あるいは携帯電話等に表示するソフトウェアの実現をめざす。

(II-C) 人間の異常行動情報を縮約表示して見せ医用に役立てるソフトウェア

患者の行動を視覚センサ・振動センサなどを用いて観察

し、異常行動を検索し、縮約表示することで医師を支援する以下の Behavior-to-picture ソフトウェアを作成する。

(C-1) 部屋に埋め込まれたセンサ群を利用して部屋内行動を計測するソフトウェア：現在利用可能な以下のセンサ群を利用して行動データを計測するソフトウェアである。カメラ、マイクロフォン、モーションディテクタ、振動センサ、窓・ドア・引き出し・戸棚のドアなどの開閉検出スイッチ、照明スイッチ、など。

(C-2) ウェアラブルセンサを利用して行動を計測するソフトウェア

加速度センサとジャイロセンサを用いて人の動きの計測し、特に、上腕と鎖骨の間の間接角度を計算するソフトウェアである。

(C-3) 計測した行動データを素早く表示するソフトウェア

(C-4) ウェアラブルセンサを用いて、胴体に対する手の位置を計算するなど、四肢の姿勢を計算するソフトウェア

(C-5) 所望の行動イベントや行動パターンを、計測された行動データから検索するソフトウェア

(C-6) 市販されている Optotrak システムとの統合し、開発したウェアラブルセンサと Optotrak を比較することで検証するためのソフトウェア

(C-7) 特異な行動イベントや行動パターンを、計測された行動データから検索するソフトウェア

(C-8) 周期的であったり、頻繁に生じる行動イベントや行動パターンを、計測された行動データから検索するソフトウェア

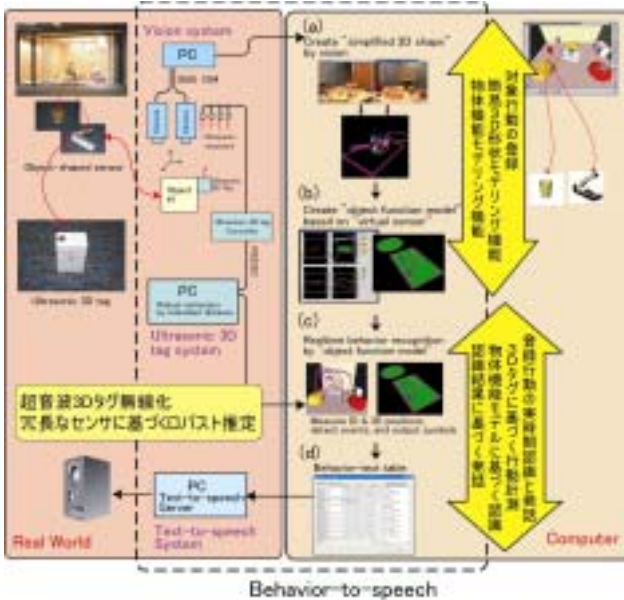
3. プロジェクトの到達点

(III-A) 人間の動作を英語で聞かせ教育に役立てるソフトウェア

開発したシステムとソフトウェアの全体図を下図に示す。Behavior-to-speech 機能は、以下のように実現されている。頑健な行動計測を行う超音波タグシステムソフトウェア、認識対象とした行動を登録するソフトウェア、行動を計測し、認識結果に基づいて文章を作成し、発話するソフトウェア。

II-A.1) 行動頑健計測・認識ソフトウェア：超音波3次元タグシステムの無線化(19200bps 無線リアル通信)を行い、これを制御するソフトウェア(512個までセンサ、127個までのタグとの50Hz通信)と、冗長なセンサ情報を利用するロバストソフトウェア(4x4x4[m]空間で、物体と手の距離15cmにおいて2から8[cm]の絶対位置精度を保障)を開発した。超音波3次元タグとステレオシステムとを統合することにより、認識対象とした行動を登録するために物体の機能をモデリングするソフトウェアを開発した。このソフトウェアは、フォトモデル機能により対話的に物体の3次元形状を作成する機能と、簡易形状化された対象物に対話的に仮想センサ・効果器を付け加えることで機能をモデリングする機能を実現するものである。この機能により、実世界の対象物は、計算機上では、簡易形状、センサ、効果器として形状、機能が表現される。このように作成された機能モデルと実時間計測された物体のID・位置情報から実時間で行動認識が可能となる。認識結果は、あらかじめ定義された行動と文章との対応表によって、文章へと変換される。

(II-A.2) 実時間 Behavior-to-speech エンジン：市販の、または無償で提供されている Text-to-speech エンジン



を接続するための Text-to-speech サーバーを実現した (Microsoft SAPI Ver4 準拠、ネットワークから利用可能)。以上の実現により、II で掲げていた目標の中の、(II-A.1) 行動頑健計測・認識ソフトウェアと、(II-A.2) 実時間 Behavior-to-speech エンジンを実現した。

(II-B) 人間行動をどこにでも見せられる技術ソフトウェア

(III-B-1) 人間行動シームレス計測システム

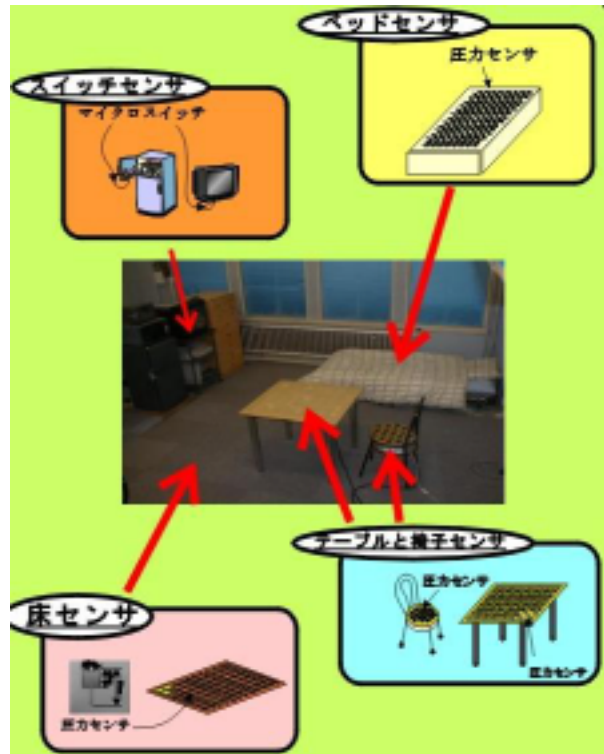
まず、平成 13 年度末踏ソフトウェア創造事業「人間モデリングのための生活行動デジタルコンテンツ構築ソフトウェアの開発」において利用された室内に張り巡らした圧力センサを中心とした「センシングルーム」環境を、より広いスペースの中に移動し、再構成・再整備を行った。その際、開発するソフトウェアの有効性を確認するリファレンスとしての役割を念頭におき、室内の人間の動画を取得できるよう映像カメラの設備追加を行った。映像カメラ自体をセンサとして用いないのは、画像には現代社会においてプライバシー侵害のイメージが強いこと、画像処理に基づく動作の認識や行動の理解あるいは行為の把握は、技術的にまだフィジビリティが低いこと、見たい行動というのは生データともいえる運動軌道情報よりも人が物との関わりを持つ動作が主であることが理由である。計測・記録するデータも、従って床に分布させた圧力センサなどから得られる位置状況や家具・家電機器などの開閉センサなどから得られる利用状況に基づくものとした。



改装後の「センシングルーム」の様子

また映像データをリファレンスとして用いることと並行して、すでに所持している人体の運動情報取得用磁気式モーションキャプチャ装置について取得データの安定化を行なうソフトウェアを開発して良好な結果を得、これにより床圧力センサや家具開閉センサなどで計測・記録するデータの手を介さないテストを可能とした。

平成 13 年度の「人間モデリングのための生活行動デジタルコンテンツ構築ソフトウェアの開発」において利用した「センシングルーム」には、家具・家庭電化製品の利用を検出するセンサを複数追加し、そのためのデータベースソフトウェアを開発した。それとともに開発環境と実験環境のネットワークを分離しネットワークプロトコル実装や負荷評価などの実験が行いやすいようにした。



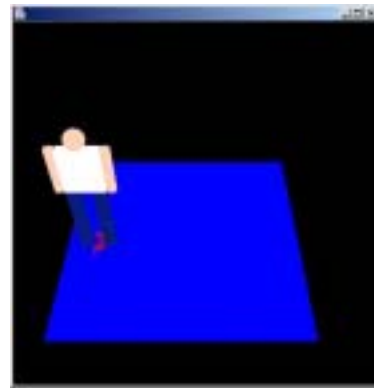
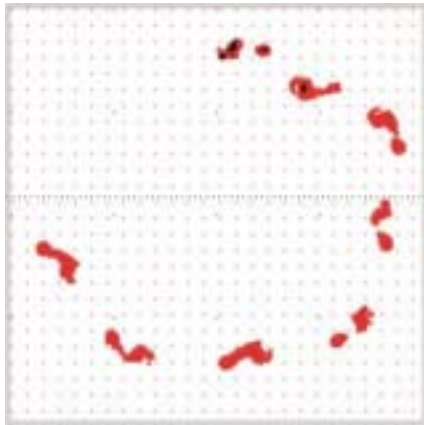
開発したソフトウェアのターゲット例 1 : 「センシングルーム」



「センシングルーム」の 3D 表示

さらに部屋内の床、ベッド、テーブル、椅子、家具開閉、家電機器開閉、窓開閉といったセンサ群はそのモジュール化に関する階層構造化を行ない、これを人間行動構造化蓄積ソフトウェア開発に反映させた。と同時にこの階層構造化は、Behavior-to-picture ソフトウェア内でのソースコードにおける再利用性を高める効果をあ

げた。

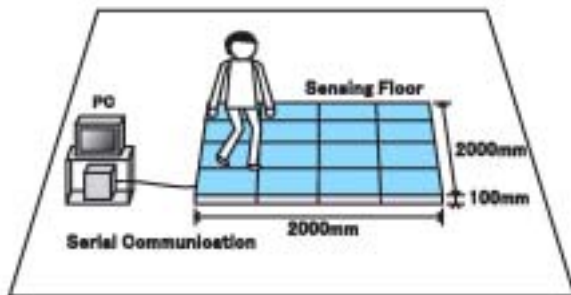


「ロボティックルーム3の床」の3D表示（足元にセンサで取得した足型が表示されている）



「ロボティックルーム3の床」のセンサの様子

これらを進めた上で、大量のデータの蓄積サーバのソフトウェアの効率化と計測・蓄積ソフトウェアのポータビリティ向上を検討し、「センシングルーム」とは異なる部屋型人間行動計測支援環境である「ロボティックルーム3」についてその分布型二値圧力センサを対象として、そのためのデバイスソフトウェア、計測処理ソフトウェア、記録蓄積ソフトウェアを開発した。



開発したソフトウェアのターゲット例2：
「ロボティックルーム3の床」

このような整備を行なった結果、開発成果である「人間行動構造化蓄積ソフトウェア」「Behavior-to-pictureソフトウェア」の作動確認環境が実現された。

(III-B-2)人間行動構造化蓄積ソフトウェア

人間行動およびその環境のデータを取得するためのセンサは多種多様にわたるが、室内で用いられるセンサは主として家具ごとにグループ化することが可能なため、それらをまとめて一つの単位、センサモジュールとしている。計測サーバはこのセンサモジュールごとに一つ用意する。平成13年度未踏ソフトウェア創造事業「人間モデリングのための生活行動デジタルコンテンツ構築ソフトウェアの開発」の成果を利用し、センサモジュールはセンサデータの抽象化にXML記述を使用し、これをベースとして計測したセンサデータを後の検索・表示に適合できるように構造化するソフトウェアを作成した。

室内にあるセンサ群に照らして検討し、XML記述の利用可能性・範囲について計測環境となる部屋を取り囲むようにあるいは下に敷き詰めるように配置した人位置センサを中核として、その中に配置された家具や家電機器の開閉センサなどが補助として機能するというような状況であれば、有効であろうという結論を得た。

これに基づき、さまざまな検索・表示に適合できるように構造化して蓄積するソフトウェアを作成するためのセンサデータの抽象化用XML記述を確定し、それに基づいてセンサおよびセンサモジュールを組織化する。それに基づいた蓄積ソフトウェアを開発した。この構造化蓄積ソフトウェアに関しては、「センシングルーム」については、計測サーバを、床、ベッド、テーブル・チェア、家電・家具という各センサモジュールごとに一つづつ用意した。一方、「ロボティックルーム3」についても、やはり計測サーバを用意したが、二値情報を出力する分布床センサを対象とした。

各モジュールについて、Behavior-to-pictureソフトウェアの実装がコンポーネントベースにしやすいように考慮して実装を行なった。

「人間モデリングのための生活行動デジタルコンテンツ構築ソフトウェアの開発」の成果にもとづき、「センシングルーム」における人間行動蓄積情報例、蓄積情報作成転送ソフトウェアを開発したこととなる。さらに、今年度整理した抽象化用XML記述を「センシングルーム」との共通化のベースとし、「ロボティックルーム3の床」における人間行動蓄積情報例、蓄積情報作成転送ソフトウェアを開発した。「センシングルーム」用のソフトウェアと「ロボティックルーム3の床」のソフトウェアは、ソースコード中に多くの共通部分を有する。

```

<?xml version="1.0" ?>
<!DOCTYPE sensor-module [view source for full doctype...]>
<sensor-module>
  <service-info>
    <name>sample-service</name>
    <manufacturer>Unknown</manufacturer>
    <vendor>Bamplon</vendor>
    <version>1.0</version>
    <model>Sample model 1</model>
    <serial-number>XXXXXXXXXX</serial-number>
  </service-info>
  <module-info virtual="false">
    <module-type>appliance</module-type>
    <module-name>SampleAirConditioner</module-name>
    <module-description>This is a sample module.</module-description>
  </module-info>
  <reading-area>
    <rect x1="0" y1="0" x2="0" z1="0" y2="0" z2="0" />
  </reading-area>
  <sensors sampling="10">
    <sensor type="thermometer" value-type="analog" x="0" y="0" z="0" />
    <sensor type="power" value-type="digit" x="0" y="0" z="0" />
    <sensor type="vision" value-type="binary" x="1.0" y="1.0" z="1.0" />
  </sensors>
  </module-info>
  <processed-data-info>
    <churn-part name="head" type="1" />
    <conversion name="temperature" type="0" />
    <copies name="direction">
      <value-type name="angle" type="float" />
    </copies>
  </processed-data-info>
  <position-info>
    <address>NoWhere</address>
    <cp-address>XXXXXXXXXX</cp-address>
    <position x="0.0" y="1.0" z="2.0" />
    <rotation a="0.0" b="0.0" c="0.0" d="0.0" />
  </position-info>
</sensor-module>

```

XML 記述(仮想的なエアコンの例)

またこれとは別に開発した蓄積情報データベース記録ソフトウェアは、抽象化用センサ XML 記述を採用していることで、さまざまな部屋型計測環境に利用できるものとなっている。

(III-B-3)Behavior-to-picture ソフトウェア

通信環境および表示環境といった状況に適合した検索や提示の内容の処理を行うソフトウェアをサーバ側およびクライアント側について作成した。

データを要求するユーザとデータの計測あるいは蓄積環境との間には、何らかの通信が必要となるが、この通信環境は、たとえば速度の面でみると、非常に高速なネットワークでつながっているような場合には数 10Mbps の通信も可能であろうし、PHS 網を通じた場合は数 kbps 程度、携帯電話例えば i-mode のようなケースでは数百 bps ということもありうる。また、同じ PC を利用するにしても、専用ソフトウェアを利用する場合、WWW ブラウザ内プラグインを利用する場合、標準的な WWW ブラウザの機能のみを利用して HTML や JPG 画像の形で表示する場合、小型情報端末による表示、携帯型端末におけるアプリケーション利用表示といったさまざまな表示環境があり、それに適応させることも必要となる。

サーバについては、リアルタイムデータもしくはデータベースデータについて、それを提供すべき環境に合わせて加工して送出するソフトウェアとして開発した。基本的には WWW の HTTP プロトコルの上に乗るように作成したが、センサのある部屋型計測環境ローカルの場合には特に別に Java の Remote Method Invocation によりセンサモジュールの処理サーバに直接アクセスしてデータを取得し表示することもできるようにした。センサのある環境以外からのアクセスは WWW (Apache) サーバを経由して、Java の Servlet (tomcat を利用) により、提供内容を切り替えるように構成した。これにより、例えば PC を利用した高速ネットワーク環境からのアクセス利用の場合には 3D 表示用データを、PC を利用しているとしても低速な環境から利用する場合には必要なデータのみを縮約したデータを、携帯電話など画面も小さくディスプ

レイに提示できる情報が少ない場合には小容量のフォーマットに加工したデータを送ることが可能となった。

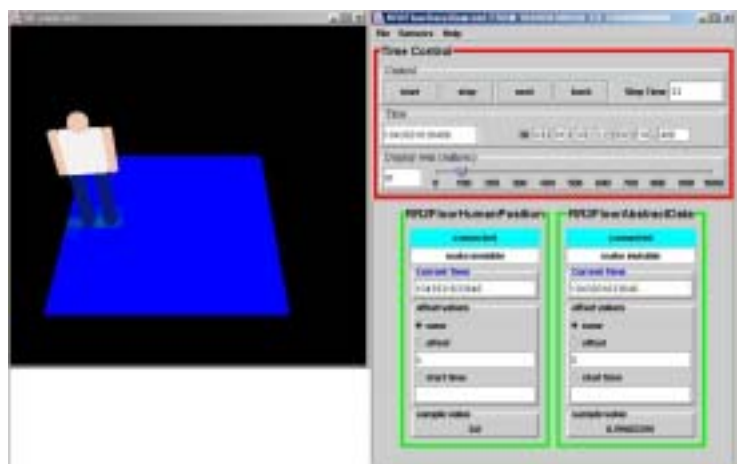
表示ソフトウェアについては、クライアント側にあたるが、これは、WWW ブラウザ内の Java プラグインを利用した 3D 表示、サーバ側で 3D 画像生成を行なうソフトウェアを利用した標準 WWW ブラウザによる表示、小型情報端末による Java を利用した表示の大きくわけて 3 種を開発した。これらについてクライアントソフトウェア取得(配布)法を含めたデザインを行ない、いくつかのサンプル実装を行なって利用評価を行なった。

また、蓄積データ自身に含まれる特質に応じて、検索や提示の内容を適合する処理を行うための処理内容については、その記述法について整理を行ない、家庭において利用頻度が高くなると想像されるいくつかのパラメータについて実装例を作成した。具体的には、時間順表示、時刻による検索表示、時間帯幅を指定した検索表示、活動場所を指定した検索表示、利用した物を指定した検索表示などを行なうアプリケーションを作成した。

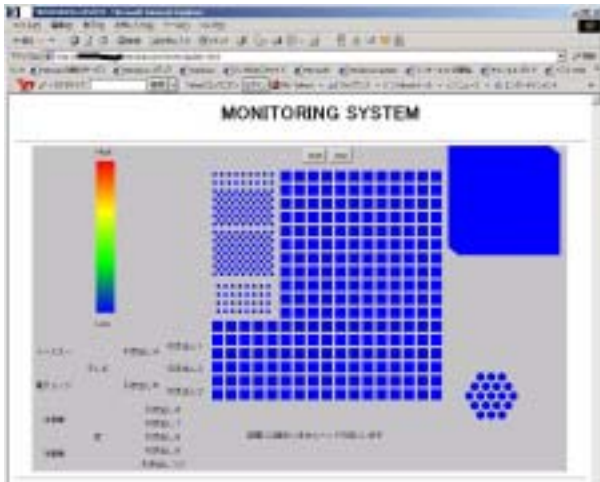
「センシングルーム」環境と「ロボティックルーム 3」環境について、リアルタイムな計測データ、ならびにそれらについて蓄積されたデータを表示するようなソフトウェアを「人間行動構造化蓄積ソフトウェア」と適合するように作成し、「Behavior-to-picture ソフトウェア」群として構成した。



「センシングルーム」を想定した時刻検索表示アプリケーション



「ロボティックルーム 3」の床」を想定した時刻検索表示アプリケーション



低速ネットワークを想定した PC 向けブラウザ (Internet Explorer 及び Netscape Navigator) 用表示ソフトウェア



高速ネットワークを介した PC 向けブラウザによる 2D もしくは 3D 表示ソフトウェア



パケット通信環境を通じた i-mode 携帯電話による i アプリ表示ソフトウェア



低速ネットワークを介した Pocket PC (Windows CE) 携帯情報端末用表示ソフトウェア



パケット通信環境を通じた J-PHONE 携帯電話による Java アプリ表示ソフトウェア





各種携帯電話向けエミュレータ用表示ソフトウェア



携帯情報端末用 OS である Palm OS による表示ソフトウェア

(III-C)人間の異常行動情報を縮約表示して見せ医用に役立てるソフトウェア

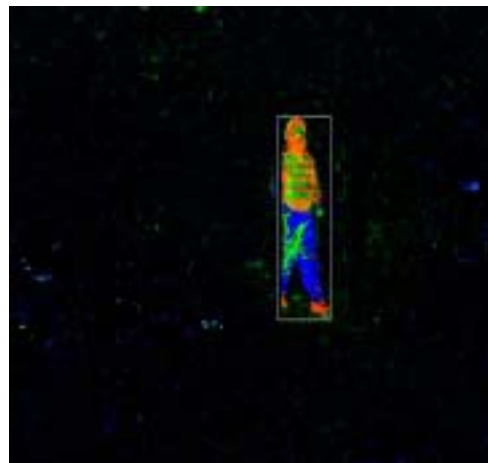
計測された行動データからどの部分が重要な部分かを推測し、医師や介助者に効率よく見せるソフトウェアを開発した。また、開発ソフトウェアが実際に対象としたイベントをうまく検索できるかを確認するために、行動データを手早く表示する手法を開発した。

ソフトウェアの開発目的：介護ホームでの利用を想定し、そこで有用となる投薬量の管理や異常行動の検出を行うために、人の活動レベルと社会的なインタラクションを計測することが必要である。実際、アルツハイマー患者の場合、投薬量の管理は重要な課題となっており、アルツハイマーの症状が進んだ患者は、かなり重症な痴呆症となるために、健康状態に関して自ら正確に報告できないという問題点がある。そのため、介護者は、患者の行動を観察することで、投薬量を調整しなければならない。また、多くのアルツハイマー患者は、躁鬱の症状が現れるため、症状を緩和するためにやはり投薬管理が重要となる。投薬量が少なすぎると、不安になったり、落ち着きがなくなったりしやすく、また逆に、多すぎると、鎮静しすぎた状態となるため問題が生じる。

環境センサを利用した異常行動の検出ソフトウェア

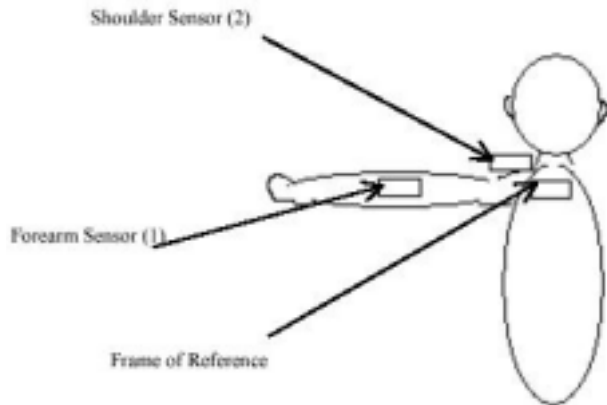
の実現：本ソフトウェアの開発では、上述した介護ホームでの利用を想定し、特に、画像解析として現在入手可能な技術を有効に利用して、以下のように異常行動を検出する機能を実現した。

- 比較的簡単なラベリング手法を用いて、カメラの視野内に人が入ったり、出たりすることを検出する機能。カメラは、ドア、廊下、障害物がある場所に設置されている。
 - 視野内の人の数の変化に着目して、動画像を分節化し、分節化された動画像の中にいる人物をテンプレートマッチングで特定する機能。画像内の入り口は、ドア、廊下、位置が固定された障害物などに限定されている。ある一つのカメラの動画像では一時的にオクルージョンが発生するが、いくつかのカメラ情報を用いることで補間している。
 - 床の画像を利用して、部屋内のどの位置に人がいるかを検出する機能
- 以上をベースとして、高齢者の多くの病気や、自閉症患者に見られる、痙攣、揺れ、などの病的なりズミカルな行動を検出する機能を実現可能であると考えている。

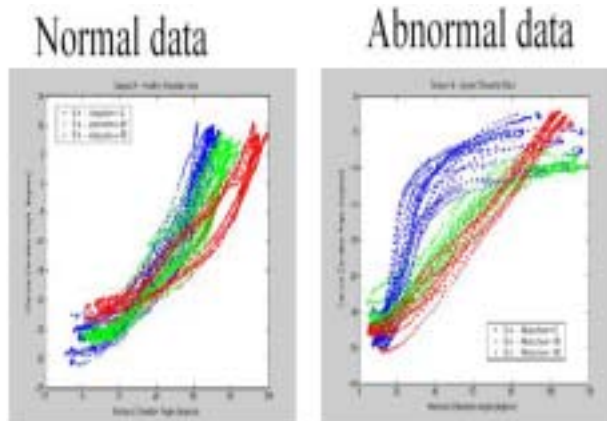


画像処理による人の計測の例

ウェアラブル加速度センサを利用した異常行動の検出ソフトウェアの実現： 昨年度開発した高分解能の加速度センサを利用したウェアラブルセンサを用いて、神経筋の病気に関連した異常な腕の動きを検出するソフトウェアを開発した。特に、肩の筋肉の異常な動きを検出するために、鎖骨と上腕の間接角との関係を調査した。また、ウェアラブルセンサの性能を改良するため、加速度センサ、磁気センサ、ジャイロセンサを統合し、市販されている Optotrak を利用して、改良システムの性能を評価した。さらに、改良システムを使って、胴体に対する手の位置を推定する機能を実現した。



改良したウェアラブルシステムの構成



ウェアラブルシステムによって計測された正常な動きと異常な動き

(IV) プロジェクト結果の社会への還元の方策のプラン
 実現されたソフトウェアの一部を WEB 上で公開するなどの活動を通じて成果を広く報告する。以下のソフトウェアを公開した。

(A) 人間の動作を英語で聞かせ教育に役立つソフトウェア

ホームページ上での公開：ダウンロードし、実行が可能なソフトウェアとして、以下のソフトウェアを公開した。

- (A-1) 超音波 3 次元タグとステレオ視との統合による物体簡易形状モデリング・ソフトウェア
 - (A-2) 仮想センサ・効果器を用いた物体機能モデリング・ソフトウェア
 - (A-3) Behavior-to-speech エンジンのデモソフトウェア
- その他、超音波 3 次元タグのハードウェア・ソフトウェアのマニュアルを公開し、ビデオなどで実現機能を分

かりやすく説明する。これらのソフトウェアは、以下の URL にて公開されている。

<http://www.ics.t.u-tokyo.ac.jp/ipa/index-j.html>

(B) 人間行動をどこにでも見せられる技術ソフトウェア

家庭のような日常的な環境における人間の自然な生活行動を、床などに分布させたセンサ群で時空間的にシームレスに計測し、その行動情報の構造化による体系的な蓄積と、様々な場所からユーザの要求にあわせて検索表示を行う Behavior-to-picture の Java ベースのソフトウェアも、上記の URL にて公開されている。

(C) 人間の異常行動情報を縮約表示して見せ医用に役立つソフトウェア

子供の遊びや患者の行動を視覚センサ・振動センサなどを用いて観察し、異常行動を検索し、縮約表示することで医師を支援するソフトウェアも、上記の URL にて公開されている。また、興味を持つ企業があれば、いつでも相談に応じる用意がある。

(V) 今後の計画

デジタルヒューマン研究とその応用の道具

本プロジェクトで扱った、1) 実世界の人間の行動とデジタルヒューマンとを頑健にリンクさせ実時間で振舞わせる環境センサ化技術や、2) 後で自由にデジタルヒューマンを振舞わせることのできる行動データベース化技術、3) デジタルヒューマンの振る舞いによって発生する情報を応用分野に応じて音や映像として実世界提示する技術によって、確実に信頼性の高い活動データを収集することが可能となり、生活する人間をモデリングするデジタルヒューマン研究の基本データを提供する手段となりうる他、以下のようなデジタルヒューマンに基づく人間中心実世界アプリケーションへの応用が考えられる。

高齢社会のための遠隔見守り支援

現在、介護者の抱えている不満で多いものに、被介護人から目が離せず、外出ができない、というものがある。携帯端末などにより遠隔地から子供や高齢者の現在行動が容易に見れたり、外出中の行動を手短かに見せてくれる機能は、子育てや介護の支援となりえる。

行動の縮約表示に基づく薬物治療支援

例えば、アルツハイマー患者に対して薬物療法を実施する際、適切な投薬量を決める必要が生じるが、現在のところ、これを支援する客観的な指標が確立されていない。蓄積された個人の行動情報から、疾患固有の異常行動を分析し、縮約表示することで、医師の投薬量の判断を支援する応用が考えられる。また、こうして蓄積された患者データは、客観的な指標を確立するための基礎研究のデータとして利用価値が高い。

人を賢くする知的生活空間の提供

環境センサ化技術が発展し、安く簡便な設置が可能となれば、本プロジェクトで扱う語学教育支援ソフトウェアは、中期的には、語学学習センターへの導入が考えられ、個人に適應した教育が実現されることにつながる。さらに先には、自宅において、膨大な個人データに基づいた個人に適應した語学学習をサポートしたり、分かってはいるけどできないという多くの学習者に対して、自然な生活とともに学習する機能によって、その習慣化をサポートすることが考えられる。

幼児・児童施設の高度化

対象物をセンサ化し、その動きを頑健に計測できる技術は、計測された長期データを検索・分析する技術は、幼児の遊びの経時計測に基づく知的成長の分析などの可能性があり、また、振動センサや視覚センサを用いた異常行動の発見機能は、自閉症、分裂病の早期発見へとつながるため、例えば、現在の幼稚園に導入することで、幼児教育の高度化や健康状態のモニタリングへの応用が考えられる。

4．参加企業及び機関

本プロジェクトへの参加企業及び機関は、以下のとおりである。

開発者 佐藤 知正、森 武俊、西田 佳史

再委託先

組織名：カーネギー・メロン大学

氏名：クリストファ・アトケソン、ヨーキー・マツオカ

住所：5000 Forbes Ave. Pittsburgh, PA 15213 USA

内容：人間の異常行動情報を縮約表示して見せ医用に役立てるソフトウェア