

実世界情報システムプロジェクト

情報理工学系研究科知能機械情報学専攻 佐藤 知正

概要

本プロジェクトでは、実世界情報学を展開することを念頭において、人との新しいインタラクションを実現する知的環境の構築を進めている。中間評価の段階で、ヒューマノイド環境、VR環境、ユビキタス環境、視聴覚のエージェントの環境、人間を主体にした環境の組み合わせとしての知能仮想環境を提示すべく、現在はヒューマノイドや、VRシステム、情報エージェント、ユビキタスアプライアンスなど多数のシステム要素の高度化の研究をすすめている。

1. はじめに

本プロジェクトでは、実世界情報学を展開し確立することをめざして、知的環境の構築をつづいた人と情報システムの新しいインタラクションの研究を進めている。中間評価の段階では、ヒューマノイド環境、VR環境、ユビキタス環境、視聴覚のエージェントの環境、人間を主体にした環境の組み合わせとしての知能仮想環境を提示す計画であり、それを念頭に、本年度はヒューマノイドや、VRシステム、情報エージェント、ユビキタスアプライアンスなど多数のシステム要素の高度化の研究をすすめている。本稿では、考え方、研究体制と現状について報告する。

2. プロジェクトのねらい

実世界情報システムプロジェクトでは、人間を中心とする情報システムの実現を通じ、実世界情報学を展開することをねらっている。具体的には、人間、ヒューマノイド、エージェント、ユビキタスアプライアンスが共棲する実世界情報環境を構築し、ロボティクス、バーチャルリアリティ、音声音響処理、センサ・アクチュエータ技術などの融合的研究開発を実施する。

その研究要素で説明するならば、実世界情報システムプロジェクトでは、人とインタラクションする知的存在が、情報世界の中ではエージェントとして、またバーチャルリアリティの世界ではアバターとして、さらに実空間ではヒューマノイドロボットやセンサ・アクチュエータを備えたユビキタスアプライアンスとしてシームレスにつながり、人間と共棲する環境を実現しようとしている。このような知的環境構築の社会的な意義は、来るべきユビキタス社会のプロトタイプを示すことにあり、また科学的な意味は、実世界情報システムと人間との関

係の計測を通して人間の認識と行動のモデルが得られることにあり、その特徴は、人との新しいインタラクションの情報科学技術を、情報支援のみでなく動きを伴う物理支援も対象とした、人を踏まえた適合機能の研究を通して追及している点にある。

3. 研究目的と年次展開、研究体制

3-1 研究目的

本プロジェクトでは、人実世界情報学を展開することを念頭において、人と新しいインタラクションをする知的環境の実現を目的としているが、それは、図1に示すような日常動作を認識する情報エージェントが人を見守っていて、自然な対話ができるバーチャルリアリティ(VR)システムが人に働きかけ、複雑な作業をこなせるヒューマノイドロボットが人に歩み寄ってきて、さらに将来の情報家電としてのユビキタスアプライアンスが人に手を差し伸べる環境の実現を追求する。

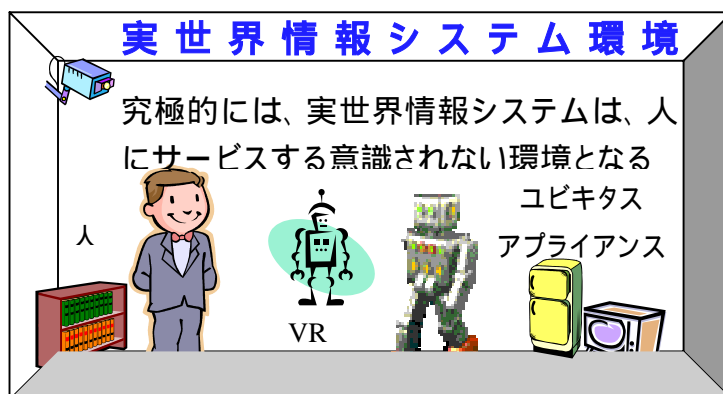
3-2 年次展開

中間評価の段階で、ヒューマノイド環境、VR環境、ユビキタス環境、視聴覚のエージェントの環境、人間を主体にした環境の組み合わせとしての知能仮想環境を提案・提示しようとしている。そのためには、ヒューマノイドや、VRシステム、情報エージェント、ユビキタスアプライアンスなど多数のシステム要素の高度化の研究をすすめる必要がある。以下に、各年度ごとの展開を示す。

平成14年度：ヒューマノイドロボットとバーチャルリアリティシステムを、実世界情報学研究のプラットフォームとして構築するとともに、人間・ロボット・エージェントの統合情報処理モデルの構築を試みる。

平成15年度：実世界情報システムを構成する要素である人とロボットおよびエージェントに対応した情報環境を実現し、それらの間の対話モデルの構築、およびインタフェース機能の拡充をはかる。

平成16年度：環境埋め込み型人間・エージェン



ト統合情報処理モデルの構築をはかり、大域ディペンダブル情報基盤プロジェクトにおけるパイロットシステム要素であるネットワーク、ソフトウェア、ミドルウェアの組み込みと超分散サーバの協働をはかる。

平成 17 年度：ユビキタス情報システムとヒューマノイドおよび人間の融合システム化（ショールームやスタジオ）を実現するとともに、人間計測と理解に基づく環境埋め込み型対話知能情報処理モデルの構築を行う。

平成 18 年度：実世界情報環境を完成させ、工学部 2 号館等の建物内の研究インフラとして設置して実証実験を行う。並行して、情報環境人間支援モデルの評価、大域ディペンダブル情報基盤プロジェクトで実現された要素を統合した大規模システムの評価と最適化、超ロバスト計算原理プロジェクトで開発した超ロバストシステム設計原理の評価をふくめた総合評価を実施する。

3 - 3 研究実施方針

このプロジェクトを推進するにあたっては、以下の方針をとることとした。

第一番目の方針は、このプロジェクトにおける研究を、コントリビューション・ベース・リサーチという概念でとらえて、プロジェクト研究を推進することとした。予算が非常に限られた中で成果を上げることを考えると、研究資金をもらったから研究を実施するという考え方ではなくて、この実世界情報システムプロジェクトにどのような貢献ができるかということ各構成メンバーに提案してもらい、それを積極的にこのプロジェクトの中で展開して、成果として位置づけてゆく。これを踏まえて資金投入が効果的であると判断された研究に対し資金提供することとした。これにより、有効な資金提供が行えるとともに、予算獲得の有無にかかわらず成果を積み上げてゆける。あるいは、このプロジェクトをどのようにすれば成果の豊かなものにできるのかという提案を常にしつづけていただくということもこの考え方の重要な効果として期待している。

第二番目の方針は、限られた予算を有効に使うためにさらに、このプロジェクトで予算配算して実現する設備に関しては、基本的には最終的なショールームやスタジオのデモにかかわるものに限ることとした。この方針によれば、本プロジェクトの予算でサポートされた設備は、最終的にはショールームやスタジオに設置され、デモンストレーションに用いられるだけでなく、自分以外の研究者にも利用可能な研究プラットフォームが

実現するので、そこにいけば世界トップレベルの研究設備が存在し、それを利用した研究やその統合研究が実施できるという意味で、世界の COE を構成することが可能になると考えている。

3 - 3 研究実施体制

この COE が発足したときのヒアリングで、以下のことが審査委員会から指摘された。一つは、拠点として成功するかどうかは、ヘッドクォーターが各分野間の協力・融合を推進できるかどうかにかかっているということ、もう一つは、個性を重んじた研究による独創の芽を摘まないということである。

これらを踏まえて、実世界情報システムプロジェクトでは、次に述べるようなプロジェクト推進体制をとることとした。

a) 推進コア委員会

この委員会は、佐藤知正を委員長として、嵯峨山茂樹教授、鈴木宏正教授、國吉康夫助教授とから構成される。本プロジェクトの計画、予算配分、人材雇用を決定するなど、実質的に実世界情報システムプロジェクトを推進する委員会である。

b) デモ委員会

この委員会は、システム統合の実現を意識して、最終的な情報環境を構築することを推進する委員会である。具体的にはショールームと呼ばれている知的環境や、スタジオと呼ばれている人間の動作を計測する知的環境の構築を念頭において、そのシナリオづくり、環境構築のプロモーションをおこなう。メンバは、佐藤知正を委員長に、知的環境の各要素の研究グループを代表として、ヒューマノイド研究グループから稲葉雅幸教授、人間研究グループから國吉康夫助教授、視聴覚エージェント研究グループから嵯峨山茂樹教授、VRシステム研究グループから館暉教授、AWB 研究グループから鈴木宏正教授が選任されている。

c) シナリオ委員会

実世界情報システム環境のシナリオをその各要素から積み上げて考えるための委員会が 5 つ構成されている。各シナリオ委員会は、以下のようである。ヒューマノイドの研究に関しては稲葉雅幸教授、人間の研究に関しては國吉康夫助教授、視聴覚エージェントの研究に関しては嵯峨山茂樹教授、VRの研究に関しては館暉教授、さらに QWB の研究に関しては鈴木宏正教授をヘッドとして、研究室のメンバによりシナリオ委員会が構成されている。シナリオづくりとともに、各要素研究のプロモーションも担当することとしている。

d) 問題発掘委員会

実世界で働く情報システムの実現を考える時には、不確実でノイズに満ちた環境であるにも関わらず人に適合する認識行動知能を実現せねばならない。その際には、超ロバスト計算プロジェクトとの連携が大事であるという認識のもと構成されたのがこの問題発掘委員会で、國吉 康夫 助教授をヘッドとして立ち上がっている。

e) 実世界情報システム研究会

このプロジェクト全体での意見交換を推進してゆく目的で構成された研究会で、鈴木 宏正教授をヘッドとして、ほぼ2か月に一度ぐらいの割合で意見交換をはかっている。

3 - 4 参加研究者

実世界情報システムプロジェクトへの参加研究者は以下のとおりである。ただし、は1ユニットを構成していることを示している。

< ロボット研究グループ >

井上博允、稲葉雅幸、佐藤知正、森 武俊、
下山 勲、松本 潔

< 人間研究グループ >

岩原誠、波多伸彦、土肥健純、 大津展之、國
吉康夫、 中村仁彦、岡田昌史

< VR システム研究グループ >

舘暲、川上直樹、 南谷崇、中村宏
廣瀬通孝、広田光一、 満洲邦彦、鈴木隆文

< 視聴覚研究グループ >

嵯峨山茂樹、新誠一、篠田浩一、 安藤 繁、
篠田 裕之、 原 辰次、津村幸治、 峯松信明、
石川正俊、橋本浩一、小室孝、 眞溪歩

原島博、苗村健

< AWB 研究グループ >

木村文彦、鈴木宏正、佐藤洋一、 高増潔、小
谷潔、 新井民夫、太田順、杉正夫、 山本晃生、
吉野治香、平田飛仙、新 誠一

4 . 本年度の研究成果

4 - 1 ロボット研究グループ

人と新しいインタラクションを行う知的環境の構築を目指す実世界情報システムプロジェクトにおいて、本ロボット研究グループでは人を物理的に支援する役割を担う存在として、人と等身大のインタラクションが可能なヒューマノイド、人に付き従い必要な情報を提示できるウェアラブル・ユービキタス支援デバイス、人をさりげなく見守り支援するルーム環境型ロボットなど、新しいロボットに焦点を当てた研究を行い、実世界情報システムプロジェクト内の人間研究、視聴覚研究、VR研究グループらと連携をとることによって人との新しいインタラクションを行う知的シ

ステム環境を実現することを目指している。本年度は、1) 実世界での行動実現のためのヒューマノイドのハードウェアとして、等身大実環境行動ヒューマノイド、小型遠隔頭脳ヒューマノイド、全身腱駆動ヒューマノイド、および共通のソフトウェアを中核とした研究用プラットフォームプラットフォームの構築をすすめた。また、2) 人をさりげなく見守っており、必要な時に物理的支援を与えることができる環境型の物理支援ロボットルームについて、その基本的考え方を整理し、環境型の物理支援ロボットルームの要素として能動的ソーサと照明を構築した。さらに、3) マイクロ・ナノ融合領域での新機能を探求し、それを応用したウェアラブル/モバイル/インターフェースを進展させ、ユビキタス生活デバイスの実現を目指して、常に人の側に仕え、必要な時に必要な情報および動作を提示するユビキタスアシスタントロボットを提案し、その基礎的な機能の確認を行った。

4 - 2 人間研究グループ

実世界情報システムの中心課題である人間との知的インタラクションを実現するためには、人間自身の知的インタラクションの能力を解明しモデル化することが必要である。人間研究グループでは、人間の知覚・行動・認知機能の計測・解析に基づくモデル化と、それに基づく新たなコミュニケーションや協調・介助機能の基本手法の構築を目的として研究を展開している。本年度は、全身ダイナミック行動生成、行為認識機能の学習モデル、力学的情報処理モジュールの階層化、人間への新たな情報フィードバックのためのめがねなし3Dディスプレイ、などにおいて研究成果を得た。

4 - 3 VR 研究グループ

本研究グループでは、「実世界」と「現実と本質的に等価な世界計算機上の情報世界」を高度に融合した新しい情報技術体系の確立を目指して、オーグメンテッド・リアリティ（現実空間に情報や映像をVRとしてつけ加えた空間）技術と、トレイグジスタンス（オペレータが遠隔に存在するロボットに入り込んだような感覚を有して自在に操る）技術の研究開発を行っている。本年度の成果は、以下のようにまとめられる。1) 空間型相互トレイグジスタンスルームの構築にむけ、三次元情報提示用の円筒型立体ディスプレイを設計製作した。2) 実空間型アバタと人の新しいインタラクションを実現するための技術開発課題を以下のように抽出した。(a) 実環境をいたるところ情報提示空間として利用する実世界投影技術、(b) 人物像をIBRの手法により記録伝送再生する

ビデオアバタ技術、(c)実空間を情報空間や遠隔地の情報を提示する環境とすることでコミュニケーション。3)機械系に加えられた各種の物理的刺激を遠隔の場にある生体に五感情報をとして伝達し再構築するシステムの開発を目標とし、(a)生体の感覚受容器や神経系への刺激により、機械系が検出する実情報空間と生体の脳内に構築される五感情報空間との間で情報の自然な受け渡しを可能とする触覚情報の再構築・提示と(b)生体の神経系と外部情報機器との間で直接的な情報入出力を共有するための神経インタフェースを実現した。4) VR、さらには人に優しいメディア環境によって人間主体のヒューマンコミュニケーションメディアを実現すべく、以下の感性情報処理技術を実現した。a)影を拡張した映像空間技術、b)人物軌跡を利用した空間演出、c)透過型ビデオアバタをもちいたコミュニケーション・プレゼンテーション支援技術。5)リアルタイム性を指向した高信頼計算システムの志向した同一LSI上にプロセッサコアと大容量のメモリを搭載するVLSIアーキテクチャを提案し、その有効性を性能と消費電力の観点から検討した。6)人と情報システムにおける相互干渉/協調について、制御理論的解析を実施し、協調制御の形態を、制御系を流れる信号の情報量に関する制約付き安定化問題に帰着させその最適制御器を導出しこの問題設定と導出された最適制御器の意義について知見を整理した。

4 - 3 視聴覚エージェント研究グループ

本研究グループのゴールは、視覚・聴覚・触覚などの機能と能力を機会に持たせることである。本年度は、1)個性をもち高度な音声対話ができて自立的に振る舞う音声対話擬人化エージェントの実現をめざして、その基本システムを構築するとともに、対話における個性を表現するための基本要素をVRキャラクタの制御コマンドと音声対話マネージャの制御コマンドとして定義した。また、2)音響センサ研究について、ヤドリバエを模倣した小型音源定位センサのモデル化をおこないその解析をしたうえで、シリコンによってセンサを実現した。これは空間2階微分を用いた複数音源同時定位システムとして利用できるものである。3)カクテルパーティ効果の工学的応用に関しては、これを混合音分解 残響除去 ワードスポットティングというシーケンスのトータルコスト関数を最小化・最大化問題として解くことを提案し、4)視聴覚情報処理に関しては、128×128が祖に対応して完全並列処理により1msで働くビジョンチップを用いた高速ビジョンシステムを実現した。

さらに、5)人間の聴知覚に関する研究では、音声音響情報をもちいた聴知覚インターフェース、人間の言語学習、伝統歌唱分析と自動成生などを実現した。

4 - 4 AWB 研究グループ

Attentive Workbench (AWB)システムグループ (AWB研究グループ)は、精密機械工学専攻が中心となって、本COEのために新規に立ち上げたプロジェクトを実施する研究グループである。ここでは主として、生産環境における“人と機械との新しいインタラクション”をテーマとし、特に、セル生産を想定した作業を支援するための新しい知能機械システムとして、“作業者に手を差し伸べるシステム”について研究する。さらに、具体的な開発目標として、組立作業の中心となる部品のハンドリングを柔軟に行うシステムを検討し、Attentive Workbench (AWB)システムという概念を提案した。。”attentive”とは、“注意深い”とか“気が利く”という意味であり、AWBは移動トレイシステム、作業者認識センサ、情報提示プロジェクト、部品認識タグから構成される。作業手順を認識し、次々に必要な道具と部品を提供し、また不要なものを片付け、さらには作業済みの製品を次工程に送る。また、作業者の誤りを早期に発見し修正指示を呈示したり、疲労やストレスの程度に応じて、支援方法を変更できるものである。本年度は、1)QWBシステムの概念設計を進めるとともに、以下の要素技術の検討や、装置の準備を行った。2)平面サーボステージの導入と実験環境整備、3)作業者のバイタルセンシングシステムの開発、4)作業者の心拍変動からストレスと疲労を実時間で推定する計算法、5)作業者動作・環境認識用ビジョンシステムの開発、6)トレイ制御システムの試作、7)物体搬送アクチュエータの開発、8)部品タグの導入。

5 . おわりに

人実世界情報学を展開することを念頭に、人と新しいインタラクションをする知的環境の構築を進めている実世界情報システムプロジェクトの研究目的計画、平成14年度の成果について述べた。中間評価の段階で、ヒューマノイド、VR、ユビキタス、視聴覚のエージェント、ワークベンチの各環境の組み合わせとしての知能仮想環境を提示すべく、ヒューマノイドや、VRシステム、情報エージェント、ユビキタスアプライアンスなど多数のシステム要素の高度化の研究の推進と、情報システムと人間との新しいかかわりを追求することがこれからの課題となっている。