

第24回 日本ロボット学会 学術講演会

The 24th Annual Conference of
the Robotics Society of Japan

講演概要集

会期 ▶ 2006年 9月14～16日

会場 ▶ 岡山大学津島キャンパス



RT Component を用いた情報提示システムの構成

都島良久(東大) 新妻実保子(東大) 安藤慶昭(産総研) 橋本秀紀(東大)

Architecture of Information Display System using RT Components

*Yoshihisa TOSHIMA(Univ. of Tokyo), Mihoko NIITSUMA(Univ. of Tokyo),
Noriaki ANDO(AIST) and Hideki HASHIMOTO(Univ. of Tokyo).

Abstract - This paper presents the architecture of information display system in Intelligent Space using RT Components. Intelligent Space is an environmental system realized by cooperation of RT components (robots, sensors or actuators) inside a space (room, corridor or street) and can gather various kinds of information, especially the position of human and objects. When Intelligent Space observes a human, it is able to provide interactive information to him. We developed the Active Projector, and connected it to the system utilizing RT Components. This paper proposes a system in Intelligent Space which is useful and easy to integrate for system user or developer.

Key Words: Intelligent Space, RT Middleware, Active Projector

1. はじめに

著者らは空間知能化と称し、センサやアクチュエータ、メカトロニクス機器等のRobot Technology(RT)機器を空間内に配置し、これらを協調させることにより知能化された空間(知能化空間)の構築を行っている。そして空間内にいる人やロボットに対し様々な知的支援の実現を図っている[1]。本研究はこの知能化空間における視覚的情報支援を目的としたものであり、人の状態に合わせたインタラクティブな情報提示の実現を図る。

空間知能化におけるシステムでは様々なRT機器の統合が予想され、また環境の変化に対し容易にシステムの実装が行えることが望ましい。そこでネットワーク指向かつコンポーネント指向であるRTミドルウェア[2]を用いて本システムである情報提示システムの実装を行う。

本稿では知能化空間における情報提示支援について紹介し、柔軟で拡張性の高いシステムを構築することを目標として、RT Componentを用いた情報提示システムの構成を提案する。

2. 知能化空間における情報提示支援

知能化空間における情報提示支援の概念図を図1に示す。図1に示すように本システムは空間内に設置された情報提示装置(アクティブプロジェクタ)[3]を用いて、人の状態に合わせたインタラクティブな情報提示の実現を図る。本研究では以下の3つの項目について検討する。

1) 人間の状態観測

空間内に配置されたセンサから人間(ユーザ)の状態を観測する。人間の状態として主に人間の位置や向きの情報を取得する。

2) 空間における情報の埋め込み

情報提示を行う空間内には非常口や本棚といった

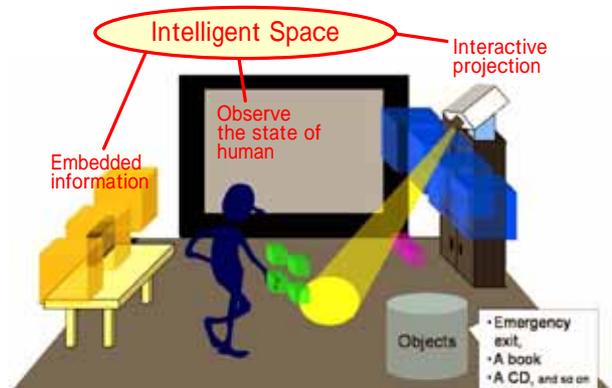


Fig.1 Information display support in Intelligent Space

様々なオブジェクトが存在することが想定される。これまでの空間知能化における研究において、著者らは知能化空間内における人間の活動支援インタフェースとして空間メモリシステムを提案している[4]。空間メモリシステムでは人が利用するデジタルコンテンツを仮想的なタグ(Spatial Knowledge Tag: SKT)を用いて空間内の三次元座標に関連付けている。そこで例えば非常口や本棚などの空間内のオブジェクトの位置に対し、人へ提供されるコンテンツをSKTデータベースとして管理する。それ故、このSKTデータベースを参照しコンテンツと提示位置を取得することによってアプリケーションに合わせた情報提示が可能となる。

3) インタラクティブプロジェクション

1)に示す人の状態観測、2)に示す空間内における情報よりアクティブプロジェクタを用いてインタラクティブな投影アプリケーションを実現する。ここでは人に見えやすい位置への投影といったことが考えられる。またアクティブプロジェクタを用いた空間側からのロバストな投影を実現する。投影面としては平らな床面を想定しており、例えば障害物が間に入ってしまった場合における遮蔽、または投影

角度による投影図の歪みなどが課題として挙げられる。

3. RT Component を用いた情報提示システム

3.1 RT Component の空間知能化システムへの適用

RT Component は主にコンポーネント間の送受信を受け持つ入出力ポートである InPort/OutPort, コアロジックとなる状態遷移を持つアクティビティにより構成されている。図 2 に RT Component を用いたシステムの概念図を示す。RT Component を用いたシステムではセンサやアクチュエータといったハードウェアや機能やアプリケーションといったソフトウェアをコンポーネント化し, それらを共通の RT ミドルウェアネットワークにつなげることで, 自在なシステム構成を可能とするものである。

空間知能化のような空間全体をシステム化する場合, そのシステムは大規模かつ大変複雑なものになってしまうことが予想される。また空間環境の変化や用途に対し柔軟で拡張性の高いシステム構築が望ましく, 具体的にはデバイス間の容易な統合, 協調制御やデバイス及び機能の容易な追加・変更・削除といったことが容易に実現できる必要がある[5]。

知能化空間ではセンサやアクチュエータ, ロボット, コンピュータ等が空間に分散的に配置されるため, これらをネットワーク化し協調制御している空間知能化システムはその空間において RT (Robot Technology) 要素が集約されていると言える。

そこでこれらを RT Component 化し, それらを空間知能化システムとして組み合わせることで, 柔軟で拡張性の高いシステムの実現を図る。なお本システムでは RT ミドルウェアとして産業技術総合研究所 (AIST) にて開発されている OpenRTM-aist を利用している[6]。

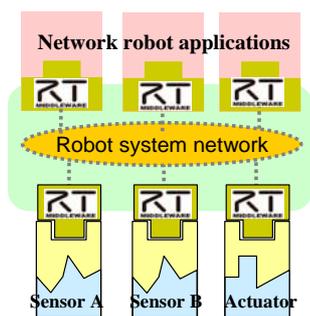


Fig. 2 Robot System using RT Components

3.2 RT Component を用いた情報提示システムの構成

空間知能化における情報提示支援を実現するための RT Component を用いた情報提示システムを提案する。図 3 に RT Component に用いた情報提示システムの構成について示す。

提案するシステム構成は大きく分けて以下の 3 つのコンポーネントにより成り立つ。

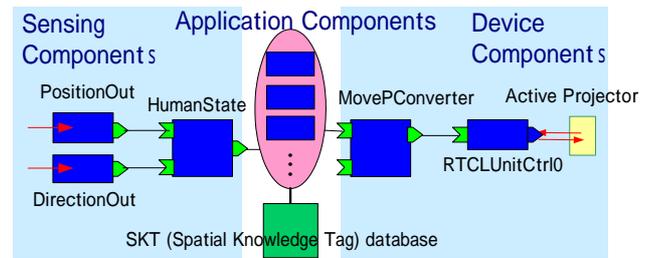


Fig.3 Architecture of Information Display System using RT Components

1) センシングコンポーネント部

人間の状態観測を実現するコンポーネント部。センサデバイスをコンポーネント化し, 位置情報や向き情報を取得する RT Component 等をそれぞれ作成し, それらを組み合わせ人間の状態 (ここでは人間の位置と向き) を観測するコンポーネント (HumanState コンポーネント) からアプリケーションコンポーネント部に人間の状態を出力する。センサデバイス部を独立して作りこむことが可能なため, センサの特徴に合わせたデバイスの使用選択が可能となる。

またセンサデバイスをコンポーネント化することでベンダ依存性が無くなり本システムだけでなくその他のシステムに対して再利用が可能となる。

2) アプリケーションコンポーネント部

センシングコンポーネント部より人間の状態を入力より受け取り, アクティブプロジェクタを用いてどのように情報を提示するかを実現するコンポーネント部。

アプリケーションのみ独立して作成することができ柔軟につなぎ合わせることができるため再利用性が高く, 様々なアプリケーション群を用意することで柔軟に情報提示アプリケーションを実現することが可能となる。さらに空間内における様々な物体の位置を SKT データベースによって管理することで, 任意のオブジェクトに対する誘導やオブジェクトの手前に投影するといったオブジェクトに関するコンテンツへのリンクが容易となる。

3) デバイスコンポーネント部

情報を投影(出力)するデバイスのためのコンポーネント部。アプリケーションコンポーネント部より投影位置における指令値を取得し, アクティブプロジェクタの姿勢を制御し投影を行う。図 3 の MovePConverter コンポーネントでは投影位置に対する指令をプロジェクタの姿勢角に対する指令に変換し, 図 3 の RTCLUnitCtrl コンポーネントにてアクティブプロジェクタの制御を行う。

またプロジェクタだけでなくスピーカ, 移動ロボット等のその他のデバイスコンポーネント群を用意することで, 空間知能化システムとしての拡張も可能となる。

4. 情報提示システムによる実験

本章では 3.2 節に述べた構成に基づき開発した情報提示システムの実験についてコンポーネントごとに述べる。図 4 に RT コンポーネント構成図を示し、表 1 に各コンポーネントの RT Component 間における共通入出力インタフェースである InPort/OutPort のデータ形式を示す。

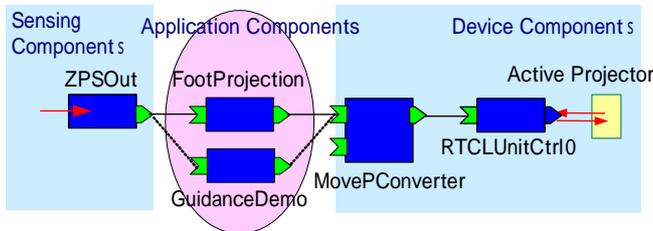


Fig.4 Construction figure of this system

Table.1 InPort/OutPort data type of RT Components on the system

Component name	InPort	OutPort
ZPSOut	-	Float × 3 (Position)
FootProjection	Float × 3 (Position)	Float × 3 (Position)
GuidanceDemo	Float × 3 (Position)	Float × 3 (Position)
MovePConverter	Float × 3 (Position) Float × 3 (Position)	Float × 2 (Angle)
RTCLUnitCtrl	Float × 2 (Angle)	Float × 2 (Angle)

4.1 センシングコンポーネント部

センシングコンポーネント部として人間(ユーザ)の位置情報の取得する ZPSOut コンポーネントを用意した。位置情報を取得するセンサとして超音波 3 次元ロケーションシステム ZPS(古河機械金属(株))を用いている。ZPS は空間内 5m×5m の範囲に多数のリーダを設置し、超音波レシーバ(超音波タグ)の 3 次元座標位置を取得するもので ZPSOut コンポーネントでは ZPS サーバより人間の位置となる超音波タグの 3 次元位置を取得する。そしてこのデータを OutPort から出力する。

4.2 アプリケーションコンポーネント部

アプリケーションコンポーネントとして、以下に示す 2 つの簡単なアプリケーションコンポーネント例を用意した。

1) FootProjection コンポーネント・・・人間の足元への投影を行う。ここでは単純に ZPSOut コンポーネントより受け取ったタグの位置の真下に投影を行うよう、超音波タグの位置から真下への垂直線と床面との交点の位置を OutPort から出力する。

2) GuidanceDemo コンポーネント・・・特定の位置に対し投影を行い、その投影された床面に人が乗った場合には別の位置への誘導投影を行う。

この 2 つのコンポーネントは待機状態(アクティビティを Ready)にしている場合、超音波タグの位置に対して投影を行うように設定してある。つまり InPort から入力された位置をそのまま OutPort に出力している。これより使用したいアプリケーションコンポーネントを ZPSOut コンポーネント及び MovePConverter コンポーネントに接続するだけの容易なアプリケーションの切り替えが可能となっている。

4.3 デバイスコンポーネント部

本提案システムにおいて投影デバイスとして RT Component-Lite[7]を用いたアクティブプロジェクタを開発した。アクティブプロジェクタの概観図を図 5 に、その仕様を表 2 に示す。図 5 に示すようにアクティブプロジェクタはパンティルトの稼動プラットフォームにプロジェクタを搭載したものであり、任意の位置に対して投影を行う。

まず MovePConverter コンポーネントでは InPort より投影指令位置を受け取り、式(1)に示す座標系変換よりパンティルト角 θ, ϕ を求め OutPort より出力する。ここで p_M は装置回転軸中心を原点 O_M とした座標系、 p_L はレンズ中心を原点 O_L とした座標系であり、 $R_{PAN}(\theta)$:パン角 θ の回転移動、 $R_{TILT}(\phi)$:ティルト角 ϕ の回転移動、 Tr : O_M から O_L への平行移動である。

$$p_M = R_{PAN}(\theta) \cdot R_{TILT}(\phi) \cdot Tr(L) \cdot p_L \quad (1)$$

そして RTCLUnitCtrl コンポーネントでは InPort よりパンティルト指令角を受け取り、アクティブプロジェクタを制御する。パンティルト姿勢制御には 2 組のモータとポテンシオメータを用い、PWM による PD 制御を行っている。アクティブプロジェクタには PIC マイコンを使用しており、RT Component-Lite によって実装を行っている。RT Component-Lite とは PIC マイコン等の小型デバイスに対応した軽量版 RT Component であり、Proxy Component を設け、これを介して RT ミドルウェアネットワークに参加可能となっている。

これよりアクティブプロジェクタはネットワーク接続によって外部 PC からコントロールパネルを用いて操作が可能であり、本システムではアプリケーションコンポーネントからの投影指令位置を受け取り、アクティブプロジェクタを動作させる。



Fig.5 Active Projector

Table.2 The specification of Active Projector

Size[mm]	L180 × W140 × H290
Enable range (Pan) [deg]	0 337.5
Enable range (Tilt) [deg]	-70.5 70.5
Resolution [deg]	0.35
Micro controller	PIC16F877A 20MHz
Network interface	Lantronix XPort
A/D Converter	8ch 10bit

4.4 実験方法

本システムの任意の位置への投影精度に対する評価実験結果を示す。実験は超音波タグの位置にプロジェクタレンズを向けることを行い、実際の超音波タグの位置と投影点との比較により評価を行った。投影点の概念図を図6に示す。算出方法は超音波タグの位置に対してアクティブプロジェクタが向く指令角から投影方向を算出する。そして超音波タグの位置における図中 z 平面と投影方向との交点を投影点とする。

また FootProjection コンポーネント及び GuidanceDemo コンポーネントの2つのアプリケーションコンポーネントより足元への提示と簡易誘導アプリケーションの確認実験を行った。

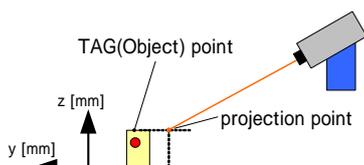


Fig.6 Method of finding projection point

4.5 実験結果

投影精度における実験結果を図7に示す。図中のプロットは空間を真上から見た超音波タグの位置とプロジェクタの投影点である。誤差は最大でも約7cmであった。評価に関しては具体的なアプリケーションを通して検討していく。

また2つのアプリケーションによって本システム起動した場合においても、正しく動作していることを確認した。簡易誘導アプリケーションの様子を図8に示す。

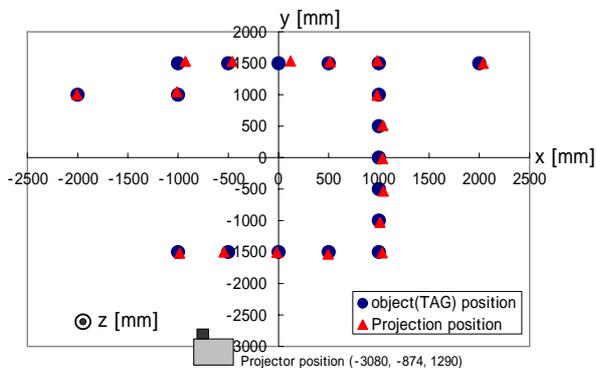


Fig.7 Experiment result

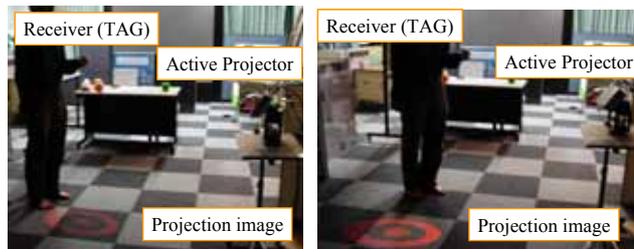


Fig.8 Confirmation of Application

5. まとめ及び今後の課題

本稿では空間知能化における視覚的情報提示支援として、プロジェクタを用いた人の動きに合わせた、インタラクティブな情報提示を目的とした情報提示システムを提案した。本システム及び空間知能化システムにおいて柔軟で拡張性の高いシステムの実現として、RT Component を用いたシステム構成を提案し、開発効率や再利用性等の観点より考察した。

そして実験としてシステムを構築し、本システムが正しく動作していることを確認した。

今後の課題として提案した情報提示システムにおいてコンポーネントを作りこんでいくことで実現していく。具体的には、センシングコンポーネント部における人間の向き情報の抽出やアプリケーションコンポーネントの追加などが挙げられる。

参考文献

- [1] 橋本秀紀, 新妻実保子, 佐々木毅: “空間知能化 -インテリジェント・スペース-”, 日本ロボット学会誌, Vol.23, No.6, pp.674-677, 2005.
- [2] 末廣尚士, 北垣高成, 神徳徹雄, 尹祐根, 安藤慶昭: “RT コンポーネントの実装例.RT ミドルウェアの基本機能に関する研究開発(その1)”, RSJ2003, p.1F27, 2003.
- [3] 都島良久, 王親和, 安藤慶昭, 鈴木喬, 橋本秀紀: “空間知能化のためのネットワーク接続型稼働式情報提示装置 - RT コンポーネントを用いたアクティブプロジェクタの開発 -”, ROBOMECH2006, 2P1-E19, 2006.
- [4] Mihoko Niitsuma, Hiroshi Hashimoto, Hideki Hashimoto: "Spatial Memory: An Aid System for Human Activity in Intelligent Space", Proc. of the Korea-Japan Joint Workshop on Info-Mechatronic Systems, pp.23-28, 2005.
- [5] 安藤慶昭, 新妻実保子, 都島良久, 橋本秀紀: “RT ミドルウェアによる知能化空間のシステムデザイン”, RSJ2005, 2B22, 2005.
- [6] Noriaki ANDO, Takashi SUEHIRO, Kosei KITAGAKI, Tetsuo KOTOKU, Woo-Keun Yoon, "RT-Middleware: Distributed Component Middleware for RT (Robot Technology)", IROS2005, pp.3555-3560, 2005.
- [7] 鈴木喬, 安藤慶昭, 稲垣学, 大原賢一, 大場光太郎, 谷江和雄: “多様な組み込み機器で動作する RT Component-Lite の開発”, ROBOMECH2006, 1P1-C35, 2006.