

# 空間知能化のためのネットワーク接続型情報提示装置

## - 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 -

### Network based Display System for Intelligent Space

#### - The Development of Active Projector using RT Component -

都島良久 (東大), 王親和 (東大), 安藤慶昭 (産総研), 鈴木喬 (首都大), 橋本秀紀 (東大)

\*Yoshihisa TOSHIMA (Univ. of Tokyo), Qinhe WANG (Univ. of Tokyo), Noriaki ANDO (AIST),  
Hideki HASHIMOTO (Univ. of Tokyo)

**Abstract** - This paper presents the development, architecture of Active Projector by using RT Component. The purpose is to apply information display in Intelligent Space. Firstly, some information display applications in Intelligent Space are introduced. And the application of Intelligent Space in our daily life desires the integration of small devices as micro controller. Allowing for the purpose and the integration of small device into Intelligent Space, Active Projector should be a network operational, flexible system. Therefore, This Active Projector uses RT Component-Lite, the RT Component for small device, which is closer to our daily life. Also the Network Based Display System which uses Active Projector has realized the flexible and hi-expansible system utilizing RT Component.

**Key Words:** Intelligent Space, RT Middleware, Active Projector

## 1. はじめに

今日においてロボット技術の発展は目覚しく、産業への応用から人に対する直接的サービスとして我々の日常生活へと応用範囲が拡大される傾向にある[1]。これに伴い、ロボット及びメカトロニクス機器等の連携を考慮したネットワークロボティクスという分野が更なる発展を遂げることが期待される。そこで我々は空間知能化 (Intelligent Space) と称し、空間とロボット、センサ、アクチュエータ、メカトロニクス機器等の RT (Robot Technology) 機器の協調による物理的及び知的支援の実現を図っている[2]。

本研究は空間知能化における視覚的情報支援を目的とするものであり、柔軟かつスケラビリティの高いシステムを構築するため、ネットワーク指向かつコンポーネント志向である RT ミドルウェア [3]を用いシステムを構成した。また空間知能化における小型デバイスの統合は日常空間への適用、汎用性の向上に伴い重要な課題であり、情報提示装置にはマイコンを搭載し、現在 AIST にて開発が進められている小型デバイスに対応した軽量版コンポーネント: RT Component-Lite を用い開発を行った。そして小型デバイス搭載による情報提示装置及び情報提示システムを提案する。本稿では 2 章にて空間知能化における視覚的支援について述べる。そして、3 章にて RT コンポーネント及び RT Component-Lite について述べ、4 章では RT Component-Lite を用いた情報提示装置の開発について説明する。5 章では 4 章で述べた情報提示装置を用いて提案する RT コンポーネントによる情報提示システムについて述べる。

## 2. 空間知能化における視覚的情報支援

空間知能化における視覚的情報支援は大きく分けて 1) アプ

リケーションとしての人に対する情報支援と、2) アクティブセンサとしての知能化空間に対する情報支援の 2 つに分類することが出来、具体的には以下のような機能が考えられる。

### 1) アプリケーションとしての人に対する情報支援

・人の状況に応じた情報提示

例) 知能化空間は空間内を移動する人々の移動経路を取得し、その解析結果から人の経路を評価することができる。道に迷っている人を検出した場合にはその人の見やすい位置へマップを提示するなどのサービスが考えられる。

・知能化空間で使用可能なサービスの選択画面

例) 知能化空間内で活動する人が空間に埋め込まれた情報や機器を直感的に使用することを実現するためのインタフェースとして空間メモリ[4]が実装されている。

この空間メモリにおける選択可能なサービスを適切な位置へ表示することにより、人はより円滑に知能化空間の機能を使用することが可能となる。

### 2) アクティブセンサとしての知能化空間に対する情報支援

・移動ロボットや環境センサへのランドマークの生成

例) 移動ロボットや環境センサがリファレンスとできるようなランドマークを提示することにより、カメラキャリブレーションや移動ロボットの局所的な誘導などが実現できるものと考えられる。

・局所的環境マップ生成及び物体形状認識への応用

例) 情報提示装置にカメラを取り付けることにより、提示した情報とその結果画像を取得することが可能となる。既知のドットパターンを空間または物体に照射し、これを撮影することで、ドットパターンの解析から局所的な環境マップの生成や物体認識などの応用が考えられる。

このように空間知能化における視覚的情報支援は様々な有効な機能が実現でき、その利用価値は非常に高いと言える。そしてこれらの視覚的情報支援を実現するためには、情報提示装置は投影を任意の位置に対し行えるよう姿勢制御が行える必要がある。また現実にはこれらの機能は知能化空間からのタスクの呼び出しによって行われることが想定され、一台で複数の機能を実現することが望ましく、知能化空間との連携も含め考慮すると、そのシステムはネットワーク性に優れ、柔軟なシステムでの構築が求められる。

そこで本研究で提案する情報提示システムにはネットワーク指向かつコンポーネント志向であるRTミドルウェアを用い、RTコンポーネントによる拡張性の高く柔軟なシステム構築を図る。また空間知能化における小型デバイスの統合は空間知能化の日常空間への適用、汎用性の向上につながるものであり、これを受け情報提示装置には小型デバイスを搭載しこれに対応するRT Component-Liteを用いる。

### 3. RT コンポーネントと RT Component-Lite

RT コンポーネント及びRT Component-Lite を本システムに用いるにあたり、簡略ながらこれについて述べる。

本システムにおいてRTミドルウェアとしてAISTで開発されたOpenRTM-aistを利用した。

RT コンポーネント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おり、システムの実装は仕様に基づき実装された RT コンポーネントを組み合わせることで実現する。また現在開発中である RT Component-Lite は小型デバイスを上述の RT ミドルウェアネットワークに参加させるため、PC 側に Proxy コンポーネントを設けることで通常の RT コンポーネントと同等に扱うことができる[5]。

### 4. ネットワーク接続型情報提示装置 (Active Projector)の開発

以下に RT Component-Lite を用いたネットワーク接続型情報提示装置の開発について述べる。図 1 に情報提示装置の概観図を、表 1 にその仕様を示す。そして図 2 に装置の構成について示す。情報提示装置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することで構成され、任意の位置への情報提示を行う。これを RT Component-Lite を用いて実装するにあたり基本ユニットとして”small RTUnit”を使用した。これはマイコン PIC16F877A，Xport (Lantronix 社)を搭載したネットワーク IO デバイスであり、これにモータドライブ基盤を追加し実装を行う。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。この装置をネットワークに接続し、Proxy 側のコントロールパネルによりアクティビティの操作及び InPort/OutPort (指令角/現在角)の通信が行える。またこのコントロールパネルにはモード切替がついており、コントロー

ラモードでは他の RT コンポーネントとは独立して装置を操作でき、センサモードでは他の RT コンポーネントから送られてきたデータ(指令角)が InPort に入ることによって装置を稼動することができる。



Fig.1 The picture of Active Projector.

Table.1 The specification of Active Projector.

全長[mm]	L180 × W140 × H290
可動範囲(パン)[deg]	0 337.5
可動範囲(ティルト)[deg]	-70.5 70.5
分解能 [deg]	0.35
マイコン	PIC16F877A 20MHz
A/D Converter	8ch 10bit

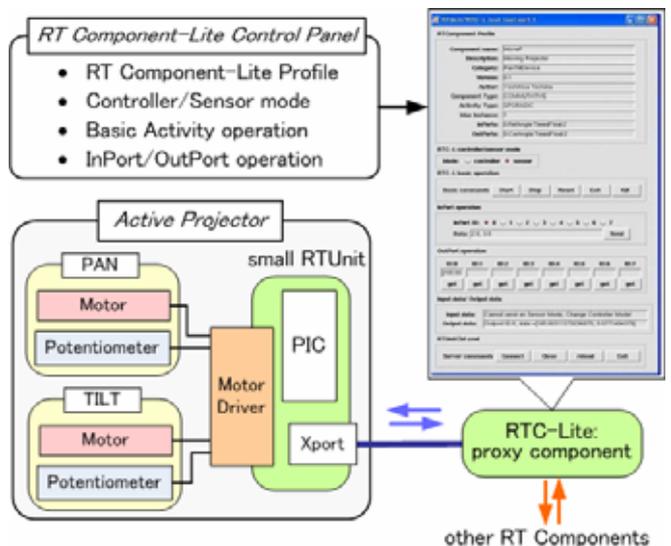


Fig.2 The figure of Active Projector using RT Component-Lite.

### 5. RT コンポーネントによる情報提示システム

#### 5.1. 情報提示装置を用いたシステムの提案

これより空間知能化における視覚的支援の実現を目的とし、RT コンポーネントによる情報提示システムを提案する。空間内の任意の位置に対して投影することを実現するにあたり、位置情報を取得するセンサには超音波 3 次元ロケーションシステム ZPS (古河機械金属(株))を用いる。ZPS は空間内に多

数のリーダーを設置し、超音波を発信するタグの位置を取得するもので、今回装置のプロジェクタレンズをこのタグの位置に向けることを実現する(図3)。

またタグを装置に取り付けることで、姿勢推定は行えないものの装置の位置推定が行え、装置の設置を簡便に行うことが可能になる。

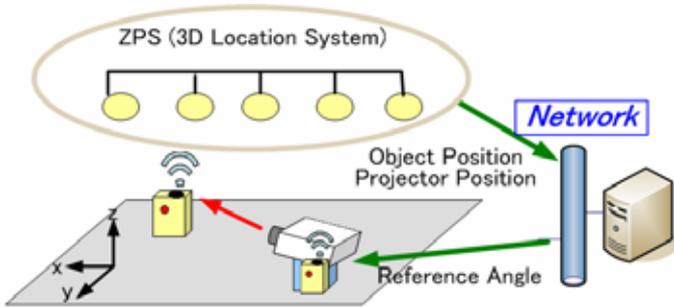


Fig.3 The figure of Network based Display System.

### 5.2. RT コンポーネントによるシステムインテグレーション

図4に本システムのRTコンポーネント構成図を示し、表2に各コンポーネントのInPort/OutPortのデータ形式を示す。そして各コンポーネントの機能を以下に示す。

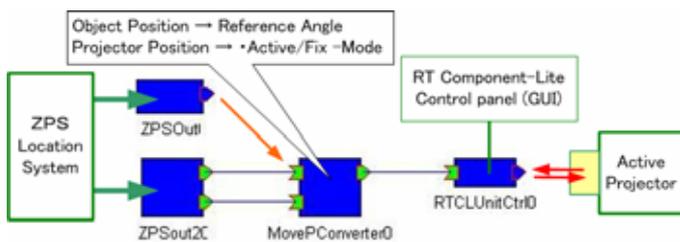


Fig.4 The construction figure of the system using RT Component.

Table.2 InPort/OutPort of RT Component on the system

コンポーネント名	InPort	OutPort
ZPSOut	-	位置 × 3
ZPSOut2	-	位置 × 3, 位置 × 3
MovePConverter	位置 × 3, 位置 × 3	角度 × 2
RTCLUnitCtrl	角度 × 2	角度 × 2

・ZPSOut コンポーネント・・・ZPSより取得したオブジェクト(TAG1)の位置を OutPort から出力する。

・ZPSOut2 コンポーネント・・・ZPSより取得したオブジェクト(TAG1)及び情報提示装置(TAG2)の位置を OutPort から出力する。

・MovePConverter コンポーネント・・・オブジェクト(TAG1)及び情報提示装置(TAG2)の位置を InPort より取得し、オブジェクト(TAG1)の位置に投影するための装置への指令角を OutPort から出力する。なお ZPSOut コンポーネント、ZPSOut2 コンポーネントのどちらにも対応ができるよう2つのモード

を用意している。オブジェクトの位置(TAG1)のみ取得した場合 (Fix-Mode), あらかじめ設定した装置の位置を基に計算を行い、装置の位置(TAG2)をもう一つの InPort より取得した場合(Active-Mode), 位置推定を行った上で計算を行うため、装置の設置が容易になり、動いていても扱えるようになる。

ZPSの測定データには数cm程度の誤差のばらつきがあり、式(1)に示すノイズフィルタを用いて、抑制、安定化を図っている。ここで  $\alpha$ :フィルタリングパラメータ,  $X$ : フィルタリングデータ,  $X_M$ :測定データとする。

$$X_{k+1} = \alpha X_k + (1-\alpha)X_M \quad \dots (1)$$

レンズをオブジェクト(TAG1)に向ける指令角を求める方法を以下に示す。装置のパン及びティルトの回転軸中心を原点  $O_M$  とした座標系  $T_M$  から見たオブジェクトの位置を  $p_M$  とし、レンズの中心を原点  $O_L$  とした座標系  $T_L$  (レンズ面に対する垂線を  $+x_L$  方向とする。) から見たオブジェクトの位置を  $p_L$  とする。このとき  $p_M$  と  $p_L$  には  $T_M, T_L$  の座標系変換を用い式(2)に示す関係が成り立つ。ここで  $R_{PAN}(\theta)$ :パン角の回転移動,  $R_{TILT}(\phi)$ :ティルト角の回転移動,  $Tr: O_M O_L(L)$ の平行移動である(図5)。レンズがオブジェクトの方向を向いているということは  $T_L$  座標系においてオブジェクトの位置は常に  $+x$  方向であるため,  $p_{Lx} > 0, p_{Ly} = 0, p_{Lz} = 0$  という条件が与えられ、これよりオブジェクトの方向に向かせるためのパンティルト角  $\theta, \phi$  を求めることができる。

$$p_M = R_{PAN}(\theta) \cdot R_{TILT}(\phi) \cdot Tr(L) \cdot p_L \quad \dots (2)$$

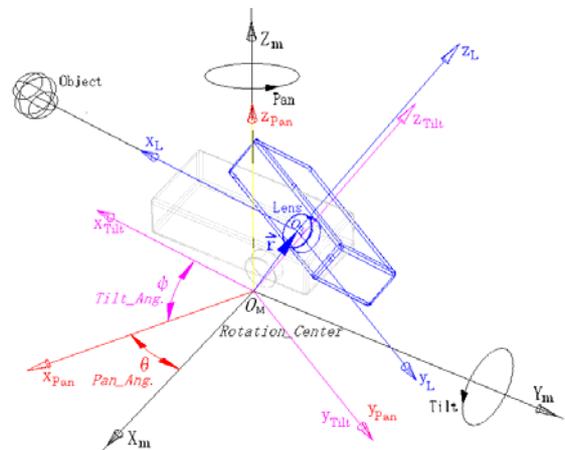


Fig.5 Coordinate transformation for projection-direction.

・RTCLCtrl コンポーネント・・・指令角を InPort より受け取る RT Component-Lite の proxy コンポーネント。GUIコントロールパネルを用いて装置の指令角及び現在のパンティルト角を送受信する。OutPort は現在のパンティルト角であり、本システムでは利用していないが MovePConverter コンポーネントと接続することでフィードバック制御が可能となる等、拡張性を考慮し用意した。

このコンポーネント構成はセンサの入れ替えやアルゴリズムの変更など他のコンポーネントに影響を与えることなく行

える。またシステム全体としての見通しもよく、Active-Mode/Fix-Mode を例として目的・用途に合わせたコンポーネントを組み合わせも可能であり拡張性が高い柔軟なシステム構成を実現できることを確認した。

### 5.3. 評価及び課題

レーザポインタを情報提示装置に搭載し、情報提示装置からタグまでの距離を 3m としたとき、タグの位置と投影方向である垂線との距離は約 4cm 程度のずれとなった。これよりオブジェクトの方向に正しく投影できることが確認できた。しかし、位置情報の誤差により装置の姿勢つまりは投影画面の揺れが生じた。

人に対する情報提示において精密な位置に提示する以上に、投影画面の揺れを抑えることも重要な課題である。そこで、超音波センサ(知能化空間)からの位置情報の精度向上と共に、目的に合わせた位置情報の解析、それに伴った装置の姿勢制御を行う必要がある。

また、情報提示装置に姿勢センサを取り付けることで装置の設置位置・設置姿勢を計測することなく利用できるようになり、移動体への設置も可能になる。

## 6. おわりに

空間知能化における視覚的支援を目的とし、実際に展開されることが予想される機能を考案した。これに基づき空間知能化における日常生活への適用も踏まえ、開発する情報提示装置の検討を行い、RT Component-Lite を用いてネットワーク接続型の稼働情報提示装置を開発した。システムに RT コンポーネントを活用することで空間知能化への小型デバイスの統合を実現し、拡張性の高い柔軟なシステム構成での情報提示システムを提案した。本提案システムは空間知能化における視覚的支援を行うための雛形の役割を担うものであり、今後 5.3 節で述べた課題点を解決していき、2 章で述べたような機能を作りこんでいくことで空間知能化における視覚的支援の実現を図る。

## 参考文献

- [1] 経済産業省「次世代ロボットビジョン懇談会」報告書, April, 2005
- [2] 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
- [3] 安藤慶昭, 末廣尚士, 北垣高成, 神徳徹雄, 尹祐根, “RT コンポーネントによるシステム構築法-RT ミドルウェアの基本機能に関する研究開発(その 14)-”, JSME Conference on Robotics and Mechatronics, 2005
- [4] Mihoko Niitsuma, Hiroshi Hashimoto, Hideki Hashimoto, "Spatial Memory: An Aid System for Human Activity in Intelligent Space", Proceedings of the Korea-Japan Joint Workshop on Info-Mechatronic Systems, pp.23-28, 2005.10, Seoul, Korea
- [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", 第 23 回日本ロボット学会学術