

RT ミドルウェアのメディアアートへの応用 - パーソナルなコミュニケーションメディア: SmallConnection -

Media Art Application of RT Middleware - Personal Communication Media: SmallConnection -

安藤慶昭 (産総研), 小川秀明 (慶応大, メディアアートユニット h.o 主宰)

*Noriaki ANDO (AIST), Hieaki OGAWA (Keio Univ., h.o)

Abstract—In this paper, we discuss about media art system development by using RT and RT-Middleware. “RT” means “Robot Technology” which is applied not only to industrial field but also to nonindustrial field such as human daily life support systems. RT-Middleware is a software platform for RT. Media art is a kind of art with information technologies, such as a computer and multimedia. As a media art work, four personal communication tools named “SmallConnection” are developed based on RT. This art work was made by the cooperation of the robot researcher as a developer, and the media artist as a system integrator. From the work process of the art work, we tried to derive system integration issue applying RT and RT-Middleware to media art systems.

Key Words: Media art, installation, RT(Robot Technology), middleware, robot system

1. はじめに

コンピュータ技術、デジタル技術の発展と普及により、こうした先端技術を芸術表現に取り入れたメディアアートと呼ばれる芸術活動が活発に行われている。特に、メディアアートの内インスタレーションと呼ばれる表現形態では、センサやアクチュエータ、ネットワーク技術を利用し、鑑賞者とのインタラクションにより作品を構成するといった、ロボット技術を応用したシステムが多い。

一方ロボット工学においては近年、社会的要請からロボット機能要素 (RT¹: RobotTechnology¹) をロボットのみならず、実生活空間の知能化やユビキタス化に適用し、様々な応用を模索する動きが盛んになってきた。こうした背景から、RT のソフトウェアモジュール化によりシステムインテグレーションを効率的に行うと共に、インテグレーションの敷居を低くするためのプラットフォームとして RT ミドルウェアの開発が行われている^{2, 3, 4}。

本稿では、RT(Robot Technology) をメディアアートへ応用し、RT を利用するためのツールとして RT ミドルウェアの適用を試みた。具体例として、センサ、アクチュエータ、照明およびネットワーク通信を利用したメディアアート作品群 “SmallConnection” と呼ばれる一連の作品群を制作した (図 1)。



Fig.1 small connection.

2. メディアアート

メディアアートには様々な定義があるが、一般には、コンピュータ、デジタル技術、マルチメディア技術、その他の先端技術を取り入れたアートの一分野を指す^{5, 6, 7}。

その形態は大まかに分けて、パフォーマンスとインスタレーションの 2 種類がある。パフォーマンスは、アーティストが考案した音楽装置 (楽器等) や映像装置を使用して、観客にそれらを見せるあるいは聴かせる形態をとる。一方、インスタレーションは製作物それ自体が実環境をセンシングし変化する可変性を持っていたり、鑑賞者の視覚、聴覚、触覚など感覚を刺激し相互作用を生み出すことにより作品が完結する。インスタレーションは、実世界からの情報をセンシングにより得て、それを何らかの動作

¹RT (Robotic Technology) とは、「ロボット技術を活用した、実世界に働きかける機能を持つ知能化システム」に関する技術の総称である。移動ロボット、マニピュレータなどロボット単体のみならず、知能化空間など一見ロボットには見えないシステムも、RT の集合体とみなす¹。

を行うという点において、ロボットに非常に近いシステムとして構成される。また、最近ではインターネットを利用した作品も多く、鑑賞者が Web ブラウザから作品に参加したり、遠隔の人と人とのインタラクションをネットワークを通じて行うことをテーマとする作品なども発表されている^{8, 9}。

上でメディアアートとは先端技術を取り入れたアートと述べたが、実際にアーティストが先端技術全般に関して技術的に詳しい知識を持つことは難しい。逆に、こういった先端技術の技術的知識をそれほど持たなくとも、これらの技術を利用することが出来れば、作品表現の幅は大いに広がるものと考えられる。

RT ミドルウェアは RT 技術の導入を容易にするためのプラットフォームであり、最終的にはロボット工学の専門的知識をそれほど持たなくとも、インテグレーションを容易にする環境を提供することを目指している¹⁰。従って、RT ミドルウェアのインテグレーション環境が使いやすいものであれば、メディアアート分野においても利用可能な強力なツールとなり得る。逆に、ロボット技術がこういったアート作品に活用されれば、その中から RT 技術のアプリケーション、特に現状で具体的な応用例を見つけるのが難しい日常生活空間でのアプリケーションのヒントが得られる可能性がある。

3. RT のメディアアートへの応用

メディアアート作品を制作するアーティストの要請および問題点としては以下のようなものが挙げられる。

- センサ、アクチュエータ、コンピュータ、ネットワークを利用しよりインタラクティブな作品を創作したい
- 特にメカトロニクス機器の利用のハードルが高い
- ある程度のプログラミングは出来る人が多いがハードの知識がある人は少ない
- アイディアはあるが実現する手立てがない・わからない場合が多い

RT が手軽に利用できれば新たなアイディアが生まれる可能性もあるが、ハードウェアやそれを動かすためのソフトウェアの知識を備えた人は少ない。したがって、アイディアは有るが実現しようとする、実現手段の制限により思ったような作品が出来ないといった問題がある。また、アイディアは思索と実現のスパイラルアップにより生まれてくる面もあり、こういった制限がなければよりよいアイディアに辿り着ける可能性がある。

3-1 RT ミドルウェア

RT ミドルウェアは、RT デバイスのソフトウェアレベルでのモジュール化を促進し、インテグレーションを容易にするソフトウェアプラットフォームである。

現在、様々なベンダが提供する、相互に互換性が乏しい RT デバイスを用いたインテグレーションは困難である。将来的なロボットビジネスの確立に向け、ハードウェアコンポーネントベン

Table 1 インストールシステムに必要な主な入出力.

入力	可視光・赤外光 (CdS, フォト Tr, 焦電センサ等)、音 (マイク、圧電素子)、動き (スイッチ、エンコーダ等)、力 (力センサ、圧力センサ等)、温度 (温度センサ)、湿度 (湿度センサ)、におい (においセンサ)、映像 (CCD, CMOS)
出力	動き (アクチュエータ等)、光 (LED, 照明)、熱 (電熱線、ペルチェ素子等)、音 (スピーカ、圧電素子など)、におい

ダとインテグレータの分業を図り、インテグレーションビジネスに多くのソフトウェアベンダが参加できる土壌を作り出すのが、RT ミドルウェアの目的の一つである (図 2)¹⁰⁾。

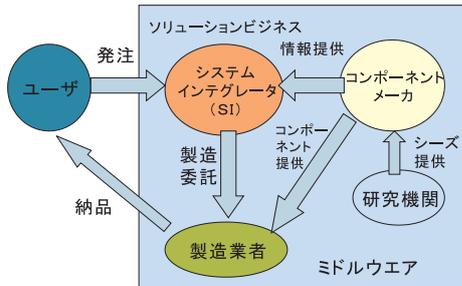


Fig.2 未来のロボット産業のビジネスモデル.
ミドルウェア: SI, コンポーネントメーカ, 製造業者間の交流を促進する情報基盤

システムインテグレータは、仕様が明確化された RT コンポーネントを組み合わせるによりシステムを構築する。システム全体の構成に注力できるように、RT ミドルウェアはコンポーネント内部やハードウェア内部の詳細を知らなくともインテグレーション出来る仕組みが必要である。

本研究では、作品制作の作業過程から、上述した RT ミドルウェアにおいて必要な仕組みとは何かを議論するために、テストケースとしてロボット研究者とメディアアーティストがそれぞれ、コンポーネントデベロッパとシステムインテグレータとしての役割を担い、作品の制作を行った。以下、それぞれの役割を明確にするために、ロボット研究者をデベロッパ、メディアアーティストをインテグレータと呼ぶ。

3.2 small RTUnit

インストール系のメディアアートを工学的システムとして見た場合の入出力を分類すると、大まかに分けて表 1 に示すものとなる。

また、インストール系メディアアートでは、制御機器等を作品に組み込まなければならない場合が多い。PC などで計測・制御を行えば比較的簡単であるものの、作品製作上の制約から制御機器等に割けるスペースは限られている。また、最近はネットワークを使用した作品が多く、制御機器がネットワークへ接続出来ることが望ましい。

上記の理由より、表 1 に示す入出力の大部分に対応できる IO を備え、小型で、ネットワーク接続可能な制御ユニットとして、small RTUnit を開発した。small RTUnit は、入出力制御用マイコンとして PIC 16F877、ネットワークインターフェースとして Lantronix 社の XPort を搭載したプログラマブルなネットワークデバイスである (図 3)。実際にセンサやアクチュエータ信号を扱う際には、外付けの変換基盤を追加して使用する。

これにより、表 1 に示す映像信号以外の入出力の殆んどに対応できるネットワーク接続可能なシステムを構成できる。small RTUnit の目的は、メディアアーティストに対して、RT を応用した作品を制作するのに使える、入出力及びネットワークインターフェース付きの制御デバイスを提供することにある。

4. SmallConnection¹¹⁾

SmallConnection は「人が人とネットワークを介して通信する際に、シンプルな行為と動作でつながる」コミュニケーション

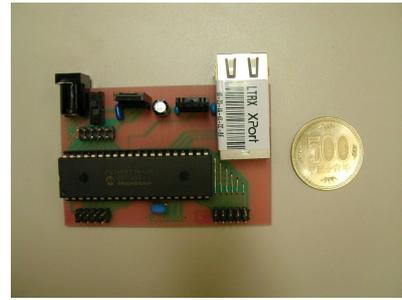


Fig.3 small RTUnit.

Table 2 small RTUnit 仕様.

マイコン	PIC 16F877 20MHz
通信インターフェース	Lantronix XPort
ロジック電源	5V
A/D	8ch 10bit(逐次変換型, 35 μ s/ch)
DIO	24ch (内 8ch は A/D と共用)
シリアル	2ch (内 1ch は Xport との通信用)
その他	12V 電源コネクタ

メディアというコンセプトに基づき、

- 道具のように扱うことの出来る
- 雰囲気や気配を伝え合う
- プライベートなつながりをサポートする

コミュニケーションメディアデバイスとして実装された幾つかの作品群である¹¹⁾。作品は現在のところ、mood, anemo, one, air, comado, の 5 作品から構成される。これらの作品は、インタフェースデザインのみ留まらず、「生活に溶け込むコミュニケーションデザイン」および、未来の「スタイル」を追求して作成された。

これらの作品のうち、mood のコンセプトモデル及び anemo, one, air は上述した small RTUnit を利用して製作した。以下にこれらの作品のコンセプトを説明する。

4.1 mood

“二人の物理的な距離に呼応する灯り。二人の距離が近づけば近づくほど呼応するモバイルコミュニケーションツール。”

このツールは 2 つで一組となり、2 つのデバイスが物理的に近づくと、呼応して LED が光るデバイスである。実際は無線通信で 2 つのデバイスが通信することを想定したツールである。コンセプトモデルとして、RTUnit を用いてネットワーク経由で 2 つのデバイスの LED を同期的に PWM 制御している。

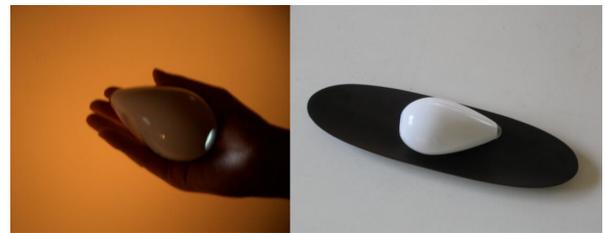


Fig.4 mood.

4.2 anemo

“2 つの空間を繋ぐ通気口。それぞれの空間のアクティブな気配が、風になって相手の部屋に到達し、風車を回転させる。”

2 つで一組のデバイスであり、それぞれ離れた場所に設置されネットワークに接続されている。内蔵されたマイクにより、部屋の中の音を感知し、遠隔地にあるもう片方のプロペラを PWM 制御されたモータで回す。プロペラの動きにより暗に相手側の部屋の状態を察することが出来るシステムとなっている。



Fig.5 anemo.

4.3 one

“凹凸で一つの球体になるオブジェ。でっぱりを押し合うことでつながる触覚のコミュニケーションツール。”

仮想的につながった棒を、物理的に離れた二人の人が押し引き引っ張ったりする。これは、1自由度のハプティックインターフェイスを離れた場所に設置し、ネットワークで接続バイラテラル制御したものである。力センサで棒に加わる力を計測し、棒の位置を制御している。



Fig.6 one.

4.4 air

“遠く離れた相手の存在を灯りの気配で感じる空気のようなメディア。相手のライフサイクルを灯りで表現している。”

air は離れた 2 箇所に置かれた 2 つのづつの照明のデバイス。2 つのうち 1 つにはタッチセンサが内蔵されており、軽く触れると照明の ON/OFF が出来る。同時に、遠隔地のこの照明の状態を共有する明かりも点灯する。

センサ入力を small RTUnit が処理し自分の電球を制御すると共に、その情報をネットワークを通じて相手に送り、相手の明かりも点灯・消灯させる。電球は PWM 制御されており、ON/OFF によりゆっくりフェードイン・フェードアウトする。

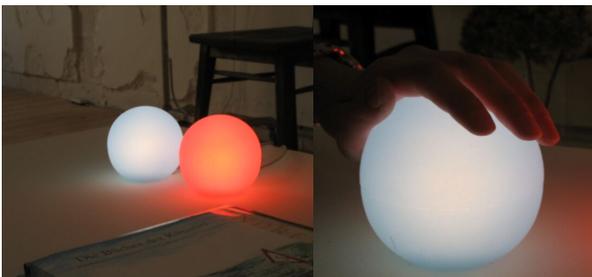


Fig.7 air.

5. システム構成

図 8 に mood, anemo, one, air の基本システム構成を示す。システムは RTUnit より上位系はほぼ同等のシステム構成となっている。システム構成を柔軟に変更できるように、各 RTUnit はサーバー PC からスクリプト言語で制御される。

サーバー PC 上では各 RTUnit に対応付けられた RTUnit 制御コンポーネント (オブジェクト) が動作しており、RTUnit とは独自のプロトコルで通信を行う。サーバー上のスクリプト

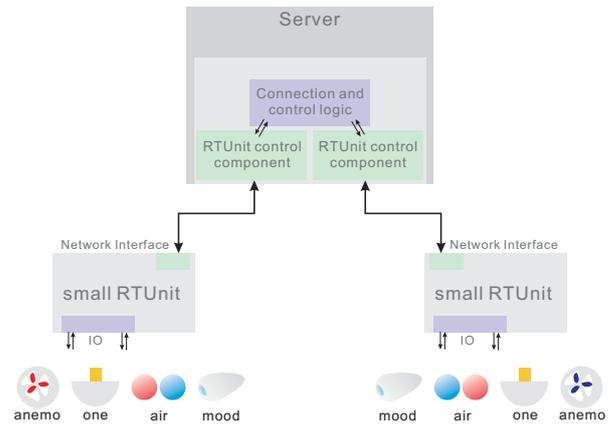


Fig.8 SmallConnection の基本システム構成.

プログラムでこれらの RTUnit 制御コンポーネントとメッセージを交換することにより、各デバイスの制御を行う構成となっている。デベロッパは、ハードウェアとコンポーネントをセットでインテグレータに提供した。

インテグレータ (=メディアアーティスト) が作品の挙動を細かく制御するためには、サーバー上のスクリプトでロジックを記述するだけでよい。記述言語にはオブジェクト指向スクリプト言語である Python を使用した。

以下、各システムの制御方法について述べる。

5.1 air, anemo, mood システム

図 9 に RTUnit を用いた air の制御ユニットを示す。電球のドライバ部とセンサ処理部からなる付加基盤が追加されており、anemo もこれと全く同じユニットを用いて制御される。mood は RTUnit のみで直接 LED を制御している。

air, anemo 及び mood ではソフトウェア的には全く同じインタフェースを持つコンポーネントで構成される。表 3 に示すように、RTUnit により電球 (air の場合)、モータ (anemo の場合) または LED (mood の場合) の出力 (PWM) の制御等を行うコマンドインタフェースが定義されている。

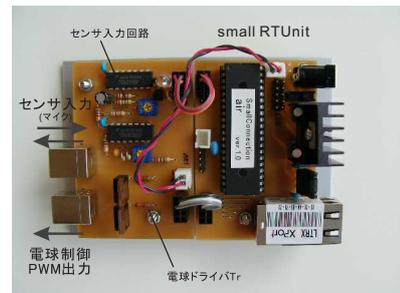


Fig.9 air 制御ユニット.

Table 3 air, anemo, mood コマンドインタフェース.

air, anemo, anemo	
connect(id)	デバイスに接続する
get_device_id()	デバイス ID を取得する
set_min(min)	出力の最小値を指定
set_max(max)	出力の最大値を指定
set(val)	出力値設定
sensor_wait(timeout)	センサ入力を待つ
sensor_read()	センサの現在の値を取得
fade_in(ch, fi_time)	フェードイン
fade_out(ch, fo_time)	フェードアウト

これらのコマンドインタフェースを用いて、インテグレータ

がコンセプト沿って実際の作品の挙動をスクリプト言語 (Python) を使用して記述した。

例えば mood の場合、「2 人の人が家を出てから街ですれ違い、出会い、分かれる」といったシナリオに沿った LED 点灯パターンをフェードイン・フェードアウト時間や点滅周期を細かく設定しスクリプトにより記述した。air では 2 つのデバイスのセンサ入力をポーリングし、センサ入力に応じて対応するランプの電球を点灯・消灯する。この際、フェードイン、フェードアウト時間や明るさをスクリプトから細かく制御し作品のイメージにあった挙動に調整した。anemo では、マイクセンサからの出力を積分し、部屋の活性度 (騒がしさ) に応じてファン速度を調整するといった挙動になるようにプログラミングを行った。

5.2 one システム

図 10 に RTUnit を用いた one の制御ユニットを示す。ステッピングモータドライバ IC を搭載した制御部が追加されている。

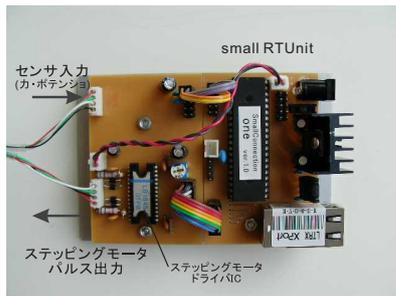


Fig.10 one 制御ユニット.

表 4 に示すように、RTUnit に接続されたステッピングモータにより、棒の速度、位置の制御、棒の位置、棒に加わる力の計測等を行うコマンドインターフェースが定義されている。

Table 4 one コマンドインターフェース.

one	
connect(id)	デバイスに接続する
get_device_id()	デバイス ID を取得する
set_velocity(vel)	速度設定
get_velocity()	速度取得
set_min_velocity(vel)	最小速度設定
get_min_velocity()	最小速度取得
set_max_velocity(vel)	最大速度設定
get_max_velocity()	最大速度取得
set_position(pos)	位置設定
get_position()	位置取得
get_min_position()	最小位置取得
get_max_position()	最大位置取得
set_min_position(pos)	最小位置設定
set_max_position(pos)	最大位置設定
get_force()	力取得

システムは並列型のバイラテラルテレオペレーションシステムとして構成された。サイト A, B の棒に加わる力をそれぞれ、 f_A, f_B とし、棒の位置を x_A, x_B とする。

$$\dot{x}_v = \int K(f_A - f_B)dt \quad (1)$$

$$x_A = -x \quad (2)$$

$$x_B = x \quad (3)$$

なおここで、 K は力を位置に変換するダンパ項ゲイン、 x_v はサイト A, B それぞれの棒に加えられた力により移動する仮想的な棒の位置とする。

6. おわりに

本稿では、RT および RT ミドルウェアの応用例としてメディアアートへの応用を試みた。ロボット研究者がデベロッパ、メ

ディアアーティストがインテグレータのとして、一つの作品を共同で制作する過程で、RT ミドルウェアを用いることによる効果と問題点が明らかになった。

デベロッパが提供した、RTUnit および制御コンポーネントを用いることで、多くの部分の共通化が図られ作品の制作のための多くの労力が軽減された。また、デベロッパがこういったレベルのソフトウェア・ハードウェアを提供すれば、インテグレータが容易に使用出来るかといった問題についても、明らかになりつつある。

入出力に使用するセンサ、モータ、照明などの制御部分は多くの部分では共通化できたものの、依然として実際の作品に埋め込む際にはある程度の電子回路や機械の知識が必要となる。ただし、こういった部分に関しては、これらのハードウェアのユニット化・モジュール化が進めば解決されるであろう。

また、アプリケーションレベルでのプログラミングは、コンポーネント化で非常に簡素化された。しかしながら、今回の例では 2 つのデバイスの接続と制御であるため比較的簡単にアプリケーションを構築できたが、システムが多数のデバイスをもつ場合には現在の RT ミドルウェアでは多くの機能が足りないことも明らかとなった。また、one については簡単ながらもバイラテラルテレオペレーションの知識がなければアプリケーションを作成することは出来なかったため、デベロッパが全てプログラミングする必要があった。こうした問題には、標準的なコンポーネント群を用意することにより、例えば one の例ではバイラテラルテレオペレーションコンポーネントを用意することで、限定的ではあるが解決を図れるものと考えている。

今後 RT ミドルウェアの機能として、アプリケーションレベルのプログラミングおよび多数のデバイスの取り扱いをより簡単にする枠組みを導入していく予定である。

参考文献

- 「21 世紀におけるロボット社会創造のための技術戦略調査報告書」, (社) 日本機械 工業連合会, (社) 日本ロボット工業会, 2001.
- 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)", 第 21 回 日本ロボット学会学術講演会予稿集, p.1F27, 2003.09
- 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 2)", 第 21 回 日本ロボット学会学術講演会予稿集, p.1F28, 2003.09
- 安藤 慶昭, 末廣 尚士, 北垣 高成, 神徳 徹雄, 尹 祐根, "RT 要素のモジュール化および RT コンポーネントの実装", 第 9 回 ロボティクスシンポジウム, pp.288-293, 2004.03
- 三井秀樹: メディアと芸術 - デジタル社会はアートをどう捉えるか, 集英社新書, 2003.
- 草原真知子: インタラクティブアートと感覚世界の認知, 2001. <http://www.f.waseda.jp/kusahara/interactive.html>
- 原島博, "文化資源の保存、活用及び創造を支える科学技術の振興, 第 4 章 映像メディア技術による新たな文化創造", 科学技術・学術審議会, 資源調査分科会報告書, 2004
- Hideaki Ogawa et al., "Tangible media communication design in future home environments -@home project-", ISEA2002 11th International Symposium on Electronic Art, pp.89-90, 2002
- Hideaki Ogawa et al., "Communication Media Design in Future City Environments -Infoscape in the City Project-", Journal of the Asian Design International Conference Vol.1, October 2003
- 神徳 徹雄, 北垣 高成, 安藤 慶昭, 尹 祐根, 末廣 尚士, "RT ミドルウェアのソフトウェア開発支援機能の検討", 第 9 回 ロボティクスシンポジウム, pp.282-287, 2004.03
- <http://ho.mag.keio.ac.jp/sc/>