

RT コンポーネントを用いたシステムの設計に向けて - 事例：書籍整理システム -

Toward System Design using RT Component Framework - A Case Study: Book Arrangement System -

正 北垣高成 作田康平* 大原賢一** 宮崎 学*
大場光太郎 末廣尚士 安藤慶昭
(産総研、* 芝浦工大、** 筑波大)

Kosei KITAGAKI, Kouhei. SAKUTA*, Kenichi OHARA**, Manabu MIYAZAKI*,
Kohtaro OHBA, Takashi SUEHIRO, Noriaki ANDO
Intelligent Systems Research Institute, AIST, *Shibaura Institute of Technology, **University of Tsukuba
mailto:k.kitagaki@aist.go.jp

Authors have presented RT (Robot Technology) middleware for efficient RT system construction. RT component is proposed as a unit of RT system elements. This paper shows that system design using RT component framework may be more efficient with a design example of a book arrangement system.

Key words: RT (Robot Technology) middleware, RT component, System design, Robot system architecture

1. はじめに

近年、ロボットシステム（RT システム）に対するユーザーニーズは産業のみならず生活支援に至るまで多様化してきている。そのような多様なニーズにすばやく応えるためには効率的なプロトタイピングが必要不可欠である。

筆者らは、ロボットシステムを構成する要素をモジュール化し部品として自由に組み合わせることで、新たな機能を持つシステムを容易に構築可能とするソフトウェアプラットフォーム「RT ミドルウェア」の基本機能に関する研究開発を推進してきた [1]-[3]。

本稿では、ロボットシステム要素の単位として提案している RT コンポーネントを用いたシステム設計について書籍整理システムを例にあげて示す。

2. RT コンポーネント

RT コンポーネントは自身がアクティブに動作し、相互に通信しながらシステムの機能を実現する。通常の分散オブジェクトに対する特徴は以下の通りである。

- コンポーネント自体が常に動作し続ける「アクティビティ (Activity)」を持つ。
- 入出力の相互接続互換性を保証する共通インタフェース (InPort / OutPort) を持つ。

- アクティビティはコンポーネント間の互換性を保証する共通の状態遷移を持つ。

1つの RT コンポーネントは、以下の3種類の CORBA オブジェクトから構成される (Fig.1)。

(1) RtComponent オブジェクト

RT コンポーネントの本体。コンポーネントのコマンドインタフェースはここで定義される。アクティビティ部を別スレッドとして持つ。相互接続互換性を保証する入出力ポートは各々 InPort, OutPort の“実装”を内部で生成することで実現する。それらもまた別スレッドで実行される。

(2) InPort オブジェクト

RT コンポーネントのデータ入力ポート。IDL で定義された put オペレーションにより外部からデータを受け取る。

(3) OutPort オブジェクト

RT コンポーネントのデータ出力ポート。InPort のオブジェクトリファレンスを引数にして subscribe することにより、指定された InPort に対してアクティビティ部でのデータ生成に応じて push 型のデータ出力を行う。

ロボットシステムの要素には、センサデータのフィルタリングやサーボなど、周期的な処理を行うものが多い。従来は処理周期を崩さないように、その都度、プロセスや通信プロトコルの設計をしてきた。RT コンポーネントには、アクティビティ、データポートなど、周期タスクを実現するのに必要な枠組みがあらかじめ準備されているため、アルゴリズムに集中して開発することが可能となり、効率的なシステム開発が可能となる。また、コンポーネントの粒度を規定していないため、サーボ系から上位系までシームレスに設計できるというメリットがある。

3. 書籍整理システムの設計

3.1 仕様

「書籍をその分類に対応する所定の本棚に収納する」ことが要求仕様である。図書館において利用者より返却された書籍を元あった本棚に収納する作業をイメージ願いたい。ただし、本システムでは、距離的に近い本棚に収納すべき書籍がラックに一時的にまとめて収納されていることを前提に、

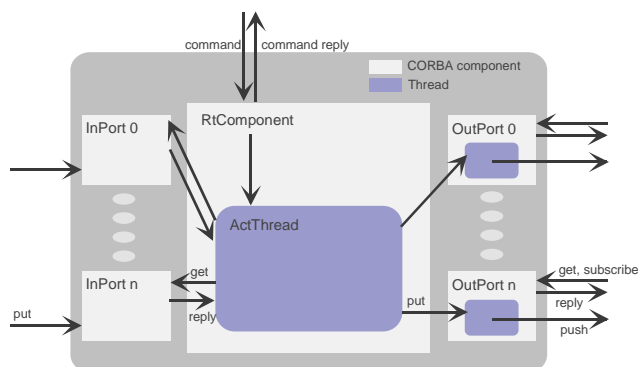


Fig.1 Architecture of RT component

ラックを移動させ書籍を所定の本棚に収納するまでの作業を対象とする。

なお、本棚は固定で、分類によって本棚内の収納位置が決められており、また、本棚には対象となる書籍が収納できる程度の空間的余裕があるような環境を動作環境とする。

3.2 分析

上記作業を実現するためには、ラック、書籍識別装置、収納スペース検出装置、マンピュレータ（グリッパ付アーム）およびそれらを移動させるための装置が必要となる。ここでは、移動装置として移動台車を用いることとし、ラック等のハードウェアはすべて移動台車に装備することとして検討を進める。作業を詳細化し、実現方法について検討する。

- (1) ラック装備の移動台車を所定の本棚付近まで移動する。
移動体のナビゲーション手法は数多く研究されているが、ここでは実現が比較的容易なライトレース手法を用いる。
- (2) ラック内にある対象書籍の分類を識別し、収納先の本棚の位置情報を得る。

バーコード、QR コードなど識別のための方法があるが、ここでは IC タグを用いる。書籍に貼付されたタグの ID を検出して、データベースに問合せることでその分類と本棚位置を獲得する。ラック内のタグを読み取ることができるように IC タグリーダをセッティングする。

IC タグリーダは検出範囲内にある複数のタグ情報を一気に読込むことができるという特徴を持つことを利用し、以下のような手順で対象書籍の ID を獲得する。

- (a) ラック内のすべての書籍の ID を読取る。
- (b) 対象書籍をタグリーダの検出範囲外にハンドリングする。
- (c) 再びラック内のすべての書籍の ID を読み取り (a) との差分を取る。得られた差分が対象書籍のタグ ID となる。

書籍をハンドリングするためには対象書籍の位置情報が必要であり、とくに複数の書籍が接して並んでいる場合には書籍と書籍の境界位置を検出する必要がある。視覚や力覚・触覚の情報を用いる方法などが考えられるが、ここではシンプルな処理で実現可能な、富沢らが提案したレーザースリット光による検出手法 [4] を用いることとする。

また、このような接触伴う作業においては、観測位置誤差により過大な力がかかってしまうことがある。多少の誤差があっても掴み上げることのできるスキルが必要となる。

- (3) 所定の本棚まで移動する。
(1) で検討した手法で実現する。
- (4) 収納スペースを検出して書籍を本棚に収納する。
(2) で検討した手法で実現する。

3.3 設計

まず、コンポーネント同士の関係を明確化するため、コマンドポートによる設計を試みる。前節の分析を元に設計されたシステム構成図を Fig.2 に示す（繰り返し開発モデルを適用するため完成されたものではない）。便宜的にクラス図の記法を用いたがそれぞれの箱はコンポーネントを示している。ここまでは、通常分散オブジェクトシステムの設計と同様である。

個々のモジュールが、分散オブジェクトではなく RT コンポーネントであることのメリットは、実装フェーズで顕著に表れる。先にも述べたように、RT コンポーネントは周期タスクを実現するための枠組みがあるため、必要に応じてデータポートを用いることで複数コンポーネントによるサーボ系を組むことが容易である。例えば、視覚フィードバックにより車輪を制御するライトレース、力覚センサデータのフィードバックによるアームの力制御などが該当する。従来では、それぞれのモジュールがサーボ系を構成するものなのかそうでないのかを十分考慮せずに設計すると、形は美しくとも実装のむずかしいものができてしまう。それぞれのモジュールが RT コンポーネントであれば、その点をあまり気にすることなく、上位レベルからサーボレベルに至るまで実装可能な設計を進めることが可能となる。

4. おわりに

RT コンポーネントを用いることでシステム設計が容易になることを書籍整理システムを例にあげて示した。今後は、個々のコンポーネントの実装を進める。また、システム全体を動作させるプログラミング手法についても検討を進める。

なお、本研究は新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「ロボットの開発基盤となるソフトウェア上の基盤整備」事業の研究成果である。

文 献

- [1] 北垣, 末廣, 神徳, 平井, 谷江, RT ミドルウェア技術基盤の研究開発について, 第 8 回ロボティクスシンポジウム, pp.487-492, 2003.
- [2] 作田, 北垣, 水川, RT コンポーネントを用いた書籍整理システムの設計に関する研究, 電気学会研究会資料, SC-05-7-18, pp.35-38, 2005.
- [3] 安藤, 末廣, 北垣, 神徳, 尹, リアルタイム制御のための複合 RT コンポーネントフレームワークの実装, 第 10 回 ロボティクスシンポジウム, 1A1, 2005.
- [4] 富沢, 大矢, 油田, 図書遠隔閲覧システムの開発 - 本の整理状態認識と取り出し・返却動作 -, ロボメカ講演会03, 2A1-1F-B7, 2003.

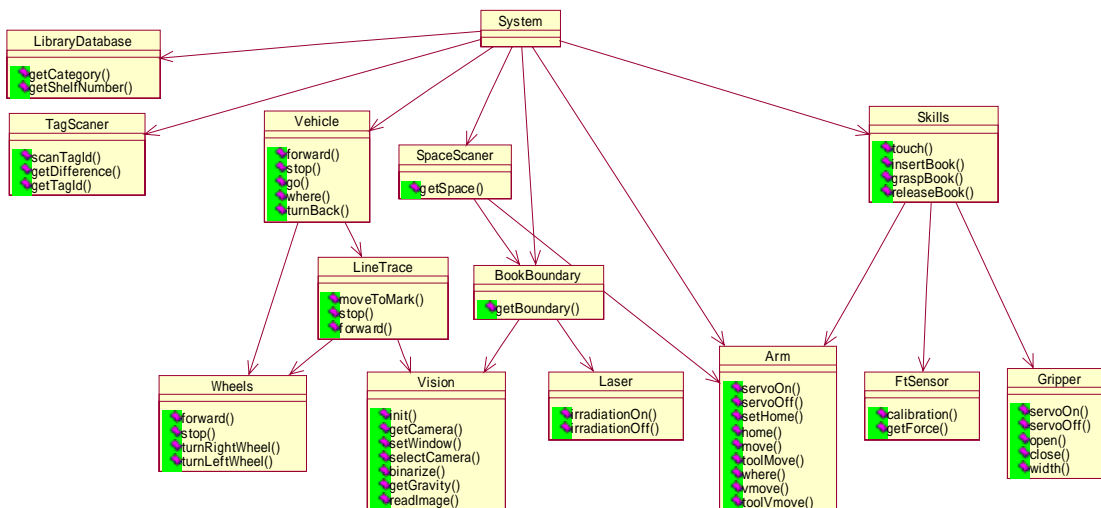


Fig.2 System configuration