

研究評価委員会
「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト」(事後評価) 分科会
議事録

日 時：平成24年6月22日(金) 10:15~18:00

場 所：大手町サンスカイルーム A会議室

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長 奥乃 博 京都大学 大学院情報学研究科 知能情報学専攻 教授
分科会長代理 細田 祐司 一般社団法人 日本ロボット学会 事務局長
委員 梅田 和昇 中央大学 理工学部 精密機械工学科 教授
委員 五内川 拓史 株式会社ユニファイ・リサーチ
委員 小林 哲則 早稲田大学 理工学術院 情報理工学科 教授
委員 三宅 徳久 パラマウントベッド株式会社 技術本部 フェロー
委員 藪田 哲郎 横浜国立大学 大学院工学研究院 システムの創生部門 教授

<推進者>

久木田 正次 NEDO 技術開発推進部 部長
大久保 一彦 NEDO 技術開発推進部 主任研究員
戸上 敦 NEDO 技術開発推進部 主査
有木 孝夫 NEDO 技術開発推進部 主査
真野 敦史 NEDO 技術開発推進部 課長代理
齋藤 弘一 NEDO 技術開発推進部 主査
草川 剛 NEDO 技術開発推進部 主査
高津佐 功助 NEDO 技術開発推進部 職員
北島 明文 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術係長
中坊 嘉宏 経済産業省 製造産業局 産業機械課 情報化推進係長

<実施者>

佐藤 知正 東京大学 大学院情報理工学系研究科 教授
平井 成興 千葉工業大学 未来ロボット技術研究センター 副所長
原 功 産業技術総合研究所 知能システム研究部門 インタラクションモデリング研究グループ
主任研究員
二宮 恒樹 富士ソフト株式会社 ロボット事業部 商品開発室 リーダー
河井 良浩 産業技術総合研究所 知能システム研究部門 タスクビジョン研究グループ
研究グループ長
小笠原 司 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 教授
岡田 慧 東京大学 大学院情報理工学系研究科 准教授
水川 真 芝浦工業大学 工学部 電気工学科 教授・工学部長
中本 啓之 株式会社セック 開発本部 第四開発部 テクニカルマネージャ
濱田 彰一 ロボット工業会 技術部 部長

畑 能正 ロボット工業会 技術部 課長
 米澤 浩 IDEC 株式会社 電子製品事業部 企画開発部 開発リーダー
 荒金 淳 三菱電機株式会社
 野田 哲男 三菱電機株式会社 主席研究員
 宮下 敬宏 ATR(株式会社 国際電気通信基礎技術研究所) 知能ロボティクス研究所
 ネットワークロボット研究室 室長
 本田 英二 富士ソフト株式会社 ロボット事業部 マーケティング室 室長
 阪口 健 産業技術総合研究所 知能システム研究部門 主任研究員
 菅原 淳 株式会社東芝 主任研究員
 小川 秀樹 株式会社東芝 研究主幹
 足立 勝 安川電機株式会社 係長
 包原 孝英 安川電機株式会社 係長
 和田 一義 首都大学東京 准教授
 清水 正晴 千葉工業大学 未来ロボット技術研究センター 上席研究員
 高瀬 弘勝 NEC ソフト株式会社 第三ソリューション事業本部 UB システム事業 UAS-G
 プロジェクトマネージャ
 青木 利憲 NEC ソフト株式会社 第三ソリューション事業本部 UB システム事業 UAS-G
 リーダー
 油田 信一 芝浦工業大学 教授
 神田 真司 株式会社富士通 統括部長付
 中尾 学 株式会社富士通 研究員
 三浦 純 豊橋技術科学大学 情報・知能工学系 教授
 溝口 博 東京理科大学 理工学部 機械工学科 教授
 五十嵐 広希 京都大学 大学院工学研究科 特定研究員

<企画調整>

伊吹 信一郎 NEDO 総務企画部 職員

<事務局>

竹下 満 NEDO 評価部 部長
 三上 強 NEDO 評価部 主幹
 梶田 保之 NEDO 評価部 主査
 松下 智子 NEDO 評価部 職員

一般傍聴者 3名

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、分科会の設置、資料の確認
2. 分科会の公開について
3. 評価の実施方法と評価報告書の構成について
4. プロジェクトの概要説明
 - 4.1 「事業の位置づけ・必要性」及び「研究開発マネジメント」
 - 4.2 「研究開発成果」及び「実用化の見通し」
 - 4.3 質疑
5. プロジェクトの詳細説明
 - 5.1 研究開発成果について
 - 5.1.1 ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発
 - 5.1.2 ロボット知能ソフトウェア再利用性向上技術の開発
 - 5.1.3 有効な知能化技術モジュール群 ～オープンソースモジュール群～
 - 5.1.4 国際連携 RT ミドルウェアと ROS の連携について
 - 5.2 実用化の見通しについて
 - 5.2.1 本プロジェクトにおける実用化の考え方
 - 5.2.2 組込機器への RT ミドルウェアの実装
 - 5.2.3 安全認証取得 RT ミドルウェアの開発について

(非公開セッション)

- 5.2.4 実用化の実例と波及効果

(公開セッション)

6. 全体を通しての質疑
7. まとめ・講評
8. 今後の予定
9. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、分科会の設置、資料の確認
 - ・開会宣言（事務局）
 - ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1-1、資料1-2に基づき事務局より説明および成立の確認。
 - ・奥乃 博分科会長挨拶
 - ・出席者（委員、推進者、実施者、事務局）の紹介（事務局、推進者）
 - ・配布資料確認（事務局）
2. 分科会の公開について
 - 事務局より資料2-1、資料2-2に基づき説明し、「議題5. プロジェクトの詳細説明」の内、5.2.4「実用化

の実例と波及効果」を非公開とすることが了承された。

3. 評価の実施方法と評価報告書の構成について

評価の手順を事務局より資料3-1～資料3-5に基づき説明し、了承された。

また、評価報告書の構成を事務局より資料4に基づき説明し、事務局案通り了承された。

4. プロジェクトの概要説明

4.1 「事業の位置づけ・必要性」及び「研究開発マネジメント」

推進者(有木主査)より資料6に基づき「事業の位置づけ・必要性」及び「研究開発マネジメント(設定)」の説明が行われ、続いて実施者(佐藤PL)より「研究開発マネジメント(運営)」の説明が行われた。

4.2 「研究開発成果」及び「実用化の見通し」

実施者(佐藤PL)より資料6に基づき説明が行われ、続いて質疑応答が行われた。

【奥乃分科会長】 ただいまのご説明に対してご意見、ご質問等がございましたらお願いいたします。なお技術の詳細につきましては、後ほど議題5で議論いたしますので、ここでは主に事業の位置付け・必要性、マネジメントについてご意見を申し上げます。

【藪田委員】 全体像の把握ですが、RT ミドルウェアに載ってモノを作っています。そうするとベースが転んだらすべて転んでしまうのだけれど、このRT ミドルウェアは絶対安全なのか。他に作っていないと言われればそれまでですが、これが壊れたとしても上だけ生き残るという戦略についてお聞きしたいのが先ず一つです。

二つ目、たぶんこれは共通プラットフォームが大事で、ここのコンセプトが非常に大事だと思うのですが、そこにおいしいものが入っていないとすべてがいい加減になります。そこをもっと強く教えてもらいたい。

三つ目は、私はハードウェア産業を見ていて思うのですが、一回問題点をとことん出して、あるところで全体を見直して良い共通プラットフォームで作っていくのが普通ですが、5年間ですから一気に最後まで行っているような感じがします。これは最初問題をあぶりだした段階なのか、全体を見直してもっと簡単にやっていくのか、そこは基本的にソフトのマネジメントで一番大事だと思いますので、その三つを教えてください。

【佐藤(PL)】 大変重要なお指摘をありがとうございます。先ず安全かどうかに関しては、とにかくRTMについてはなるべく早く仕上げていただいて、各コンソにそれを配って、使ってもらって虫出しをするというフェーズを行いました。それでだいたいこれで良いというところでOpenRTM-aist 1.0でフィックスして、その後はもう変えないということで、そのモジュールの開発にむしろ注力をしていただきました。

またソフトウェアの安全性が、最終的には非常に問題になるだろうということで、最終年度になりましたが、安全認証を取れたモジュールを会社に作っていただいて、それを発売するという形で対応を取らせていただきました。

二つ目の共通のプラットフォームの考え方ですが、RT ミドルウェアの一番の特徴ですが、実はこれに最初に着目して使われたのはどこかという、高エネルギー研究所です。それはなぜかという、要するにいろいろな計測機器をつなげる時に、その計測のモデルを持たないと全体としてうまくつながっていかないことを高エネルギー研は良く理解している。そういった意味ではこのRT ミドルウェアはそういうモデルを持っている。つまりロボットがどう働くのか、そのモデルがあって、その上に作られているのがこのRT ミドルウェアです。

それが逆にリアルタイム性が無いなどいろいろ批判を受けていますが、でもそういうモデルを持つことはこれから先、非常に大事なことで、特に知能モジュールが積み上がって行くことを考えた時に

は、非常に大事な視点になると思っています。したがって高エネルギー研が着目したことを考えてみても、これから先のロボットの展開、計算機がまだこれから先に安くなることを考えても、知能モジュールを積み上げていかなければいけないことも事実なので、そういった意味では大事な考え方になっているのではないかと考えています。

三つ目はフィードバックですが、おっしゃるとおりです。実は本当に早い機会に最初のデモを行いました。それは RT ミドルウェアでなくても良いという条件でやっていただきました。つまりもう今迄やっているもので良いからとにかく動かしてみてくださいと言いました。そうするといろいろ問題点が分かって、「これでは動かない」「そんなつまらないデモしかできないのか」等、いろいろ不満も出てきました。

先行デモと我々は呼んでいますが、その先行デモはかなり価値があったと思っています。そこで組み上げることの難しさ、あるいは共通に使えるモジュール、再利用性のあるモジュールとは何か、かなり考えさせられました。それを踏まえて再利用センターを作ろうということで、秋葉原にそのスペースを作りました。その時にも、やはり自分たちでも再利用センターそのものでもやってみないと再利用が分からないということで、案内ロボットを作ってもらいました。

できた案内ロボットは機能的にはあまり大したことはないのですが、ただその中で仕様書がどうあるべきか、どういうマニュアルになっていないと人は分からないか、あるいは汎用的な部分とデバイスに依存する部分とはどうすれば良いか等、かなり深く考えて、「こういう仕様書を作ってください」と各コンソにお願いしました。それがいま成果に結びついていると感じています。

国際ロボット展の時には、産業用ロボットの観点で、皆さん一生懸命やられていて、そういう観点からデモをしてフィードバックをかけました。特に最後の年の国際ロボット展では、たくさんのモジュール、ハードウェアを並べて、実はこの RT ミドルウェアでこれだけ沢山のロボット+デバイスが動くことを示すデモをしました。デモンストレーションとしては必ずしも成功しなかったのですが、そういうデバイスの多様性等も意識してソフトウェア開発を進めました。

そういう意味では2週間に1回プロジェクトの相談話をしたと先ほど言いましたが、かなりよく情勢を見ながら、そしてやってみて、これはまずいということをフィードバックしたつもりです。ソフトウェアのプロジェクトは、意外と簡単に進んで行くのかと思っていたのですが、やってみて大変なものであることがよく分かりました。

【細田分科会長代理】 先ほどの質問の安全性がらみで少し掘り込んで聞きたいのですが、最終的に企業などが製品化して使う場合、モジュールを使った製品の信頼性や安全性を PL 保証するとか、欧州ならば CE 保証しなければいけないとか、いろいろ担保しなければいけない話があります。先ほど質問でモジュールを安全認証の RTM モジュールを出されたという話ですが、これがどういった形でその安全性を世界に対してオーソライズしているのか良く分からない。どういう機関でどういうオーソライズをして出しているのか分からないところがあります。

あともう一つは、そのシステムを組む場合、モジュール単体ではなくてモジュールとモジュールを組み合わせてたり、モジュールとハードウェアとコンポーネントを組み合わせてたり、総体のシステムとして安全性や信頼性をどうするのか。そのあたりの製造責任がたぶんあると思います。それがモジュール供給元とモジュールコンポーネント側とどのようにシェアしてやるのか、その戦略、方針についてお聞かせください。

【佐藤(PL)】 安全の認証の受け方について、午後いずれ触れさせていただきますが、簡単にちよつとご説明いただけますか。

【中本(実施者)】 (株)セックの中本と申します。安全認証に関して、私どもで安全認証に対応した RT ミドルウェアを最終年度に開発させていただきました。詳細については午後に説明させていただきますが、

IEC61508 の機能安全の規格に則った開発プロセスでミドルウェアを開発して、第三者の認証を取ったミドルウェアを先ず作りました。それを使うことで、実際にこれから開発するロボット用のモジュール自体も安全認証を取ることができるものとして開発したので、それらをベースに、これから安全認証、安全性を保証したモジュールが出て来ることになります。

【奥乃分科会長】　そこで安全であるというところをチェックする標準実施法というか、そういうものは作られてやっているのですか。モジュール間をつないだ形で、要するにシステム作りの話なので、そういうものがあるのかどうか。

【中本(実施者)】　実際には、IEC61508 の国際規格があって、その規格に則った開発プロセスを取っているということで、安全なものとして開発していることが先ず一つです。あと実際に本当に安全かどうかというのは、リスクアセスメントをしていますので、それでその国際規格に出て来ている安全分析するための手法がいくつかあって、それに基づいてミドルウェアの安全性を評価しています。それらは実際にこれからモジュールとかロボットシステムを作る時にも適用可能なものですので、それらで安全を担保することになっています。

【佐藤(PL)】　また午後からご説明させていただきますので、是非またご質問いただければと思います。

二つ目のご質問のモジュールの組み合わせ、あるいはモジュールの信頼性に関してですが、これは大変難しい問題です。モジュールの信頼性については、再利用センターを設けて検証して動くことは確認していますが、やはりそれを売り物にするということは、そのモジュールについての信頼性をギャランティすることですので、オープンソースを推進する傍ら、モジュールをバイナリーとして売るということについても我々はきちんと対応することを考えていました。

それはモジュールの信頼性を含めてギャランティすることが大事だ。特に産業用ではそこにギャランティされないと使われないということもあって、そういうモジュールの信頼性を含め、売り物にするというところで確定をしていただくことを考えてプロジェクトを進めていました。

そのモジュールが組み合わせられた時の信頼性については、これはやはり組み合わせる人が責任を持たなければ仕方がない問題であり、やはり全体の知識が作る人には不可欠ではないかと思っています。

これを言うと良くないのかも知れませんが、一つ RT ミドルウェアの使い方として、いろいろなモジュールがオープンソースで出来ているということがあるので、少し使ってみる、テストングをしてみることが非常に大事である側面がこれから先出て来るとしています。それはどうしてかという、市場の動きがすごく速く、いわゆるテストングのようなものが非常に速くできる。ディシジョンの速さも大事ですが、試してみる速さもすごく大事です。そういった意味でこの RT ミドルウェアは非常に大きな役割を果たすと思っています。

その時に、本当に小さなモジュールであれば、自分で完全に作り直してしまうことが信頼性を確実にするという意味では良いわけで、そういった使い方も含めて RT ミドルウェアは使われて行くのだろうと思っています。

【五内川委員】　研究開発成果のところ、開発した知能モジュールが目標 340 に対して 362 と、かなり頑張られたのではないかという気がします。この 360 がモジュール数としては、もっともっとどんどん増えていけば良いというものなのか、それともある程度適正な数を出すことができたので、これをベースに組み合わせの方をどんどん行ってもらえば良いのか。こういった数のイメージが私はよく分からないので、この数、あるいはその質的なものも含めて必要十分なのか、もっと拡充して行くべきものなのか、そういう数のイメージについてコメントをいただきたい。

それからこの資料の中で、モジュールのリストの一部が出ていますが、今回のプロジェクトではそれぞれのモジュールが全然重複しない形で 360 個ということなのか、あるいは例えばいくつか競合するようなものがあって、使う方がその特性に合わせて、同じような機能だけれども少しずつ性能の違

いがあるか、冗長性があるのか、などをお伺いしたいと思います。重複が必ずしも悪いとは思いませんので、開発した 360 のモジュールについてコメントをいただければと思います。

【佐藤(PL)】 ある意味で一番悩んだところですね。いくつが適正なのか、どんどん増やしていけば良いのか。

結論は、おそらく RT ロボット技術はこれから進んでいきますので、新しい機能も必要になって来ると思われます。ですから数もどんどん増えるべきだし、増えて行くに違いないと思っています。その時に ROS は非常に強力な、研究者が自由に増やせる体制を作っていますので、それに対して我々も参画できるような ROS との連携体制を作りました。

その一方で、重複については、実はロボットをどう使いたいのか、何をやりたいのかでロボットのアーキテクチャーも決まって来て、しかもそのアーキテクチャーに応じて必要なモジュールの切り方も違ってきますし、モジュールの機能も違って来る。この辺を標準化できないか、私自身ずいぶん悩みました。

結論は、やはりアプリケーションの様相によって違うし、アーキテクチャーによっても違うわけですから、絶対的なものはないのではないかと。そういう観点でやって来ました。どのようにマネージしたかというところ、各々のところでシステムを幅広くデモンストレーションをして、本当に必要になったものを入れて行っていただく。各社コンソーシアムの中にたくさんの会社が入っていますので、うまく切っていていただいているので、その辺を尊重いたしました。

最初、私自身も全体のアーキテクチャーを考えて、モジュールを全部並べてみて、重複がないようにとずいぶん考えたのですが、結局徒労に終わりました。それぐらい難しい問題でもあるし、逆に言うとも動いているものが非常に大事だという側面もある。そういった意味では重複もあるかも知れませんが、アーキテクチャーに応じたモジュールもある。したがって必ずしも全体として統一することはしませんでした。

ただ、大きな意味で SEE、PLAN、DO というレベルがあるとか、移動の間にどういうデータが受け渡されるとうまく全体として動くのかということは、サブ WG の中で共有して、それを皆さんの中で活かせるような体制を作ってモジュールに反映していただいた形になっています。

【梅田委員】 2 点お伺いさせていただきたいのですが、先ず一つ目は、中間評価を受けて、かなり絞り込みを実施されています。思ったよりも絞り込まれたという個人的な印象を持っていますが、その絞り込みが実際、結果的にどれだけ良かったのか、あるいはもし問題があったとしたらどういう問題があったのか、忌憚なきご意見をお伺いしたい。本当はプロジェクトリーダーの佐藤先生よりも、むしろ絞り込まれた側の皆さんのご意見も伺いたいところですが、その辺を教えてくださいたいと思います。

【佐藤(PL)】 先ず絞り込みに関しては、PL の側から先に言わせていただいて、その後、批判を言っただいただければと思います。

思い切って絞り込みました。一つは、ロボットという意味でこれから先、伸びて行かないようなものについては切りました。私自身ネガティブな発言をするのは大嫌いな人間ですが、切ることにしてもかなり躊躇はありましたが、やはり全体として大きく伸びないものについては、切らせていただきました。

コンソの数のについては、あるところは非常にたくさんの数を一つのコンソに詰め込みました。それはお互いに使ってみていくらのものであるし、お互いのモジュールを批判し合って良いモジュールになるということで、横山さんには非常にご迷惑をおかけしましたが本当に良くやってくださったと思っています。そのために各々のモジュールがリファインされたと思いますし、最後のデモンストレーションなどを見ていると、おびただしい数のモジュールが動いて一つのシステムになっていて、こ

れらはこれだけ多くの会社が参画しても出来るというのは、逆に言えば RTM の効果を示しているということがあって、絞った甲斐はあったと思っています。

絞って良くなかったことに関しては、PL にダイレクトに文句を言ってくださる方がなかなか少ない。時々はいらっしゃいますので、そういう時には私は財産だと思ってきちんと聞くようにしています。この場でも結構ですので、もしあればお聞かせいただければと思います。

【梅田委員】 今のご説明は大変よく分かりました。ありがとうございます。

【小林委員】 1点、本プロジェクトにおける RT ミドルウェアの位置付けを確認させていただきたいのですが、基本的には RT ミドルウェア本体は過去のプロジェクトで開発したものであって、その上に知能化モジュールを品揃えしようというところだと思うのですが、この中に、ただそうは言っても本格的にこの RT ミドルウェアにいろいろな機能モジュールを載せてシステムを組むことは、本格的にやるのはおそらく今回が初めてだったのではないかと予測した時に、知能モジュールもそうですが、ミドルウェア本体の評価が問題としてあったのではないかと思います。

例えば組込みへの対応、ROS との連携などのキーワードは確かに出ていますが、それ以外の部分で、RT ミドルウェアの評価や改良などで大きな問題があったかどうか。あったとしたら、今日のお話の中でどの辺でそういう問題は扱われるのか教えてください。

【佐藤(PL)】 大変難しいご質問ですが、実はこのプロジェクトを通して一つ救われたことがあります。ROS はロボット OS の上に載ったシステムとしてモジュールを作っています。ROS の上に載っていないと、そのモジュールが使えないということですが、ROS は OS も定めてやっているので、逆にハードウェアも定めて知能モジュールをどんどん良くして行く、あるいは面白い知能モジュールをどんどん取り込んで行くという意味においては非常に大きな役割を果たしていたし、力を持っていました。

その時に我々の方を見た時に、実はこれはミドルウェアになっている。ということは、要するに OS は何でも良いということになって、それが逆に ROS との連携を可能にしたというところがあります。RT ミドルウェアというアプローチはそういう新しいものをどんどん取り込んで行くという意味においては非常に良いのではないかと、歴史的な観点も含めて体験させていただきました。

OS にディPENDしないということは、逆に言ういろいろな OS に対して考慮しないといけないので弱点ではあるのですが、逆に枯れた OS の上に載せられるという意味では産業用として非常に良いのではないかと考えています。

従ってこのミドルウェアという考え方は、一つの考え方としてあり得ると思っていますし、一つの体系を作ったのではないかと思います。特にこれだけたくさんの方が参画をして、産業用も含めていろいろなモジュールを扱ったということは大きな一つの歴史にはなっていると思います。ただこの RT ミドルウェアそのものが今後どういう評価を受けるのか、それは少し長い観点で見ないと何とも言えない側面もあるのではないかと思います。

【小林委員】 ミドルウェアとして位置付けること自体は、いまお話しになったことであろうかと思いますが、その仕様自体にもしかしたらいろいろ問題があったのか、簡単にお話ししていただきたいと思いました。もちろん ROS との連携でかなりの部分で道が開けたことは良く分かるのですが。

【佐藤(PL)】 ミドルウェアになっているので、例えばリアルタイム性がないのではないかと、リアルタイムの RTM を作って、本当にリアルタイムが必要な人にはそれを使っていただくという対策を取りました。したがってミドルウェアが持っている特徴と弱点がもちろんありましたが、このプロジェクトの中ではその弱点が弱点として残らないように対応しました。

世界的に見た時に、このミドルウェアについての評価は、私自身がこれからそういう歴史的な評価を受けるのではないかと考えているところもあって、そういう観点で少し長い目で見たいと思います。

【奥乃分科会長】 二つあるのですが、一つは外部状況への対応ということで、大きな流れで行くと米国ではサイバーフィジカルと言っていますが、単にロボットだけということだけではなくて、もっとバーチャルとフィジカルを統合した形でサポートする。そういうものが出ている中で、このプロジェクトではそういうことをどのように考えられたのか。あるいはデバイスで、キネクトが出て来て、例えばウィロー・ガレージが出しているロボットは、初め普通のカメラがついていたものを、全部キネクトに換えてしまうという対応などもしていますし、iPhone も出て来ています。

更にいま小林委員からありましたが、ミドルウェアでやった時に、例えば ROS という対抗のものがある、それに対して協調してやられています、これは国際の普及活動で、いわゆる戦争になっているとも考えて良いわけです。そういう中でどういうことをやられたのか。

更に ROS などでは、下に来る OS、例えば Windows に使うのか、Linux にするのか、そういうところへの対応ですが、お伺いしていると過去の流れを引きずって、いろいろなハードウェアを作って、その制約の下で研究開発をされているということですが、ここ 2~3 年、世の中はすごく変わって来ている。iPhone などが出て来ている。あるいはキネクトということで変わって来ている。それらにどのように対応されたのか、それが一つです。

もう一つは、ユーザーの普及ですが、実際にタスクを設定する時に、ご自身のプロジェクトとしてのタスクだけではなく、ここでは一部つくばチャレンジなどをやっておられます。あるいは RoboCup では RoboCup@Home として、ある意味で家庭内でのタスクをどうするのかということをやっておられます。そういうものに積極的にコミットをして、優位性を示して行くことも有り得たのではないかと。

あと中間評価のところマニュアル等の整備等を言われていますが、お聞きしているとこれはユーザーさんが何をしたいかというのが一番重要なので、それに対して FAQ、あるいはクックブックなどを作って、ユーザーが入れるものもサポートしていくことが必要ではないかと思えます。

以上 2 点、外部状況の変化への対応とユーザーに普及させて行くところでの取り組みについてお聞かせいただきたいのですが。

【佐藤(PL)】 先ずご指摘のとおり、サイバーフィジカルシステムが今かなり大事なアプローチであると言われてはいますが、それは足りないとは思っています。なぜかと言うとサイバーフィジカルシステムは、ロボットの人たちが情報処理と実際の世界を結びつけるという意味でここ 30 年やって来たことです。私はサイバー現場システムでないといけなと思っています。

それは何かというと、要するに現場を踏まえて知能をきちんと書き出して、その書き出された機能を分解して統合できるような形で組み上げて行くことが大事だと思っています。そこに現場の知恵が組み込まれない限り、実際、ロボットは社会に定着しない。そういう意味ではサイバー現場システムが大事と思っています。もっともっと地道な活動まで踏まえたシステムでないといけなと思っています。その時に、おっしゃるとおり何百万円のビジョンシステムを使えるということはありません、数万円のビジョンシステムが使えるのであれば大変良いと思っています。

一つの普及の活動の中で、今日はここでは触れませんが、サービスの社会実装ロボットコンテストをやりました。要するにロボットコンテストはものを作るコンテストですから、ものづくりを勉強してもらうという意味では非常に良いし、チームワークも勉強できるのでとても良いのですが、ともすれば「面白い」で終わってしまう。それではいけないので、RT ミドルウェアを使ったサービスの社会実装ロボットコンテストを行いました。

やってもらったことは、先ず最初に役に立つサービスを考える。例えばある人は年寄りに体操をさせようと考えた。2 番目に、そのサービスに必要なロボットを作る。これはロボコンと同じです。その人はビュートローバーという簡単な移動ロボットと、キネクトセンサを結び付けました。3 番目の要件は、それを実際の社会に持ち込んでフィードバックをかける。それが社会実装ロボットコンテ

トの要件でした。

その人は学校の運動会にそれを適用する、あるいは老人クラブに持って行って結果的にどうなったかということ、身体を動かすと移動ロボットが動いて、結果的に体操になってゴールに行く時間を競うようなゲームに仕立てた。そのように社会に受け入れられるようなことまで含めて考えるような、そんなことをやりました。

そういうことを考えると、こういうモジュールは社会に入って行って実用化するということがあって、キネクトセンサなどいろいろなセンサが自由に使えることが非常に大事です。2 回目の国際ロボット展で工夫した点として報告しましたが、いろいろなモジュールが RT ミドルウェアでは使えることをデモしようと、いろいろなセンサを多数並べて、こんなセンサにも、こんなセンサにも、こんなアクチュエータにも、モータにも RT ミドルウェアが使えることをデモしました。是非そういった簡易のセンサも含めて RT ミドルウェアが使えることが一般化すると、実用化に向かって進んで行くのではないかと思っています。

タスクについては、先ほども説明したように RoboCup も非常に大事なコンテストですが、もう一方で RT ミドルウェアコンテストも、実はやっています。たくさんの方々が参加してくださっています。賞品の数が多いことも一つの魅力かも知れませんが、それにしてもいろいろな方々が参画してくださっていて、いろいろな新しいアイデアが試されているので、こういうタスクを考える上でそういうコンテストも大事だと思っています。また先ほど言ったサービスの社会実装コンテストも含めてやっていることは是非お伝えしたいと思います。

マニュアルに関しては、素人の人が使えないといけないということで、最終的に作っていただいたマニュアルでは、ロボットは何ができるかということから始めて、どんなことがやりたいかに対し、どういうモジュールを、どのように組み合わせれば良いのかが分かるようにしました。我々はプライマーを作りたいと言っていたのですが、それはそんなことを意図して最終的にはマニュアルを作ったものです。

それが意図どおりになっているかどうかはまた評価していただきたいのですが、そんなことが非常に大事だということで、最終年度にはそのマニュアルを作ることにお金を費やしてこのプロジェクトのまとめにした次第です。

【細田分科会長代理】 最近中国や韓国がものすごく押して来ていますが、国際競争力の面でこのプロジェクトの成果はどういう位置付けにあるのか、もう一度お聞きしたい。

いま ROS との連携で、ROS の上にミドルウェアとしてうまく載ったことによって、国内ではたぶん使ってくれると思うのですが、アメリカ、ヨーロッパで同じような感じで ROS を使っている人たちに、RTM をどんどん使ってくれるようにするためにはどうしたら良いのか、そのあたりの戦略があったらお聞かせください。

【佐藤(PL)】 戦略としては ROS とどのように連携するのが非常に大事で、ROS との連携が取れたことが成果です。そういった意味では ROS で開発されているものもこの中で使えますし、逆に我々が作ったものを欧米の人たちに使っていただけるということで相互理解、相互運用が進んで行くと思っています。

その一方で、やはり標準化も非常に大事なことだと思っています。これは午後には水川先生からもご説明させていただきますが、割合に早くから取り組んでいて、ある程度の成果も出始めていると理解しています。ただ欧州と違って日本は一国でしかないの、その辺の弱さもあるかとは思いますが、時期的に非常に早くから取り組んでいることもあって、今後この路線を続けて行けば標準化についてもある一定の世界的なコントリビューションが出来ると思っています。

日中韓については、実は今度も日中韓のワークショップが開催されますが、その中でも RT ミドル

ウェアについて宣伝しようと思っていますし、こういうものがあることを宣伝して仲間づくりも今後進めて行きたいと思っていますし、そのための手当でも考えています。今後そういった方向を更に継続させて行けるのではないかと考えています。

大事なことは、これらが本当に使われるために、特に市場がない分野ではクリティカルマスをためないといけない。そのクリティカルマスを作るまでが大変だと思います。そういった意味では辛抱するところだと覚悟を決めています。

【細田分科会長代理】 いま RT ミドルウェアに対する国際的なライバルは存在しないのですか。

【佐藤(PL)】 韓国が OPRoS を作っていて、一緒にやりましょうと言っているのですが、必ずしも一緒にやっているわけでもないので、一つの競争相手になっているかも知れないとは思っています。

【三宅委員】 私の質問は個別の方が良いのではないかという気もしますが、では1点だけお聞きしたいのは、知能化となるとセンサを使って、機能別にモジュール化して行く。モジュール化ということは、ソフトウェアの構造化につながって行くと思いますが、そうするとアーキテクチャーの問題などかなり影響があります。

例えば、センサフュージョン的な考え方とサブサンプシジョンのようなビヘイビアフュージョン的な考え方とアーキテクチャー的にはまったく違います。そうするとこういうモジュール化の考え方は、両方に相性が良いのかがすごく気になっています。それは例えばユーザーが作る時に、先ほどのマニュアルとも関係してきますが、どういうことに注意してやれば良いのか、具体的にユーザーに分かるような形になっているのか、その辺に興味を持っていました。それは個別のところでは伺った方が良いのではないかと思いつながりながら聞いていました。

【佐藤(PL)】 大変大事な問題を含んでいます。というのは、このプロジェクトを立ち上げた時に、モジュールは小さい方が良いのか、大きい方が良いのか、だいぶ考えました。最初は機能をずっと分解して行って、小さく分けて、それで全体として整合性が取れるようにとずいぶん考えましたが、結論としては私自身の試みの中でうまく行きませんでした。結果的にモジュールは結構大きなものになりました。

やはり何をやりたいのかによってアーキテクチャーが決まり、今そのアーキテクチャーに適したモジュールになっている。ただ、それだけでは将来的な展開が望めないのが、結果的にはオープンソースを進めましたが、オープンソースになっているということは、中身が覗ける。自分のアーキテクチャーにとってもっと小さくしたくなった時には、それができることを意味します。将来的にはオープンソースの部分で、小モジュール化については対応して行くのではないかと。最終的には提供するモジュールについては結構グレインの大きなものになりました。

小さなモジュールについて、将来的に求められるかも知れないが、そういうことが起こることに対してはオープンソースの形で対応してもらおうといま考えています。

【奥乃分科会長】 ありがとうございます。他にもご意見、ご質問等があらうかと思われませんが、本プロジェクトの詳細内容につきましては、この後に詳しく説明していただきますので、その際、質問等をいただくこととします。

(昼食)

5. プロジェクトの詳細説明

5.1 研究開発成果について

5.1.1 ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発

実施者(産総研の原主任研究員)より資料 7-1-1 に基づき説明が行われ、続いて質疑応答が行われた。

【奥乃分科会長】 それでは質疑応答をお願いします。

【藪田委員】 共通プラットフォームはベースとしては高エネ研のものを使われたのですか。

【原(実施者)】 高エネ研で作ったのは、われわれの OpenRTM をベースにカスタマイズしてミドルウェアに手を加えて高エネ研のシステムに合わせたということです。

【藪田委員】 ポイントは再利用、使いやすいということですね。どういう技術があるから使い易くなったということを分かりやすく説明してください。

次のポイントは、ダウンロード数がいっぱいありますが、これは使われた証拠ですね。この数でどれだけのくらい増えたら成功と自己評価されますか。

【原(実施者)】 最初の質問ですが、通常、ソフトウェアを作る時には、ロボットのソフトウェアとしてはドライバを入れたり、いろいろなものの相性がたくさんあって、それらをどう組み上げるかを全部考えなければいけない。RT ミドルウェアの場合には、同じような仕様のモジュールにすることで、単純にコピーすれば動くようにすることができるようになっている。あとは上位システムを作れば良い。

キネクトを例にとると、例えば人の動きを出しますというデータを出力するコンポーネントがあった時に、それを使う側は、キネクトを動かすとそういうデータが来るとして自分のコンポーネントを作れば良い。他のことをあまり気にしないで良いということがメリットになります。通常はキネクトなど SDK があって、起動の順番などをいちいち書いて行かないと自分の目的とするデータが取れないということがありますが、そういうところを全部ひっくるめて一つのコンポーネントとすることで、他の人が使い易くなります。

現状、この OpenRTM の RT コンポーネントのところでは、音声系が非常に良く使われています。なぜかという、音声認識のプログラムを利用しようとする、いろいろなパラメーターの設定があり、利用するためには、非常にたくさんのドキュメントを読まなければいけない。そうではなくて、RT コンポーネントの場合は、単にインストールして、そのようなデータ出力されるかがわかっているならば、それを利用したシステムを自分で開発することができる。そういうことで、他の人が作ったものを再利用しやすくしており、そのため、それが非常に活用されているところです。

移動ロボットにも同じことが言えます。移動ロボットのベースに、たとえばコミュニケーション機能を追加しようと思った場合、移動ロボットのハードウェアと必要な機能のソフトウェア (RT コンポーネント) を買って来て、それらをつなぐだけで動かすことができるようになると思います。

二つ目のダウンロード数の件ですが、評価が非常に難しい。どのくらいのダウンロード数があったら成功かというのは一概に言えません。学会等の発表や製品等でどのくらいものに組み込まれているかで評価しないと、成功か失敗かは言えないと思っています。

現状のダウンロード数を表示したのは、どのくらいの人がダウンロードしたかということを示したのみであり、より重要なのは、ダウンロードした人が講習会等に結構来ていて、使い方を覚えて帰っていただけ。その方がウェブページなどでそのドキュメントを書いて、こういうのがあるということを広報として広げてくれているので、成果が普及しているということです。

今後ダウンロード数が伸びるというのはもちろん大事ですが、それよりも継続して使われる方を維持して行くことの方が重要です。そのために、講習会等を行い、民間企業とタイアップしてソフトウェアを販売、提供して行くことで、利用者を増やしていくことが一番重要だと考えています。

【藪田委員】 評価は、仲間づくり、仲間の数が増えた時に成功したということですか。

【原(実施者)】 そう思います。

【藪田委員】 技術について、先ずインターフェースは合わせる。プログラムの構造はブラックボックス化して使い易くしたと言われましたが、特にプログラムの技術などで、面白い構造、こういうところを

やったというのが出て来たのでしょうか。センシングとコントロールをして、こうしたらすごく面白いものが出来た、だから使ってくださいと営業できますね。ここがおいしいから使ってくださいと言わないと、お客さんは増えません。そういうので宣伝してください。

【原(実施者)】 これは動かしてみないと魅力がなかなか分からない。実際、我々のところでも講習会等をしてはいますが、その時は必ずデモンストレーションをします。

最近よく皆さんから評価していただいているのは、例えばキネクトは人動きを取れますが、これとロボットを組み合わせて、自分の動いたとおりのロボットが動いたり、音声も録れるので、声で命令を出すとモードが変わって、走ったり倒れたり出来るようになっていきます。こういうのを見せると、コンポーネントをやるとこの位のことが出来るということの評価していただいているので、言葉で宣伝するのは難しいのですが、ものを見ていただくとはっきり分かると思います。

【藪田委員】 ダウンロードの数が2010年まで順調で、2011年にガクンと落ちているのは理由があるのですか。

【原(実施者)】 2010年にもものすごく増えたのは、大きなバージョンアップが1回ありました。OpenRTMの1.0が公開されたのが2010年です。それ以降に関して1.1の正式リリースまでにRCの状態の時間が多くあって、正式リリース前で落ちているというのは間違いないと思います。

【梅田委員】 リファレンスハードウェアの話も伺いたいのですが、前川製作所で検討され云々と書かれています、OROCHIは結局マニピュレータだけですか。

【原(実施者)】 現状、売られるのはマニピュレータのみと聞いています。ただし要望があればオプションとして下の移動ベースを売って行くと考えています。ただし、他の移動ロボットを使って、RTミドルウェアでプログラムを組む時に、ある程度のサポートはしていただけると聞いています。

【奥乃分科会長】 そのダウンロードのところで、国内の比率はお分かりですか。

【原(実施者)】 そこまで調べていません。国内が圧倒的に多いと思いますが、ダウンロードされているのは国内と韓国、EUの三つが多く、米国その他はあまりないという状況です。

【三宅委員】 ロボットの知能化、特にリアルタイムでのセンサフィードバックをやる場合、センサのノイズの問題や、ノイズを取ろうとした場合のフィルタリングをすると、移送の遅れの問題、要するにセンサの動特性を含めた問題が出て来ると思いますが、コンポーネントシミュレータではそこまでサポートされていますか。

【原(実施者)】 そこまではやっていません。動特性等はあまりやっていないのが現状です。出来れば詳しくやりたいのですが、実は環境のモデルがノイズをあまり含んでいない状況で、そこにわざとノイズを乗せる以外には手が無いと思っています。

【細田分科会長代理】 RTコンポーネントシミュレータは、今のところここに記載されているセンサ類に限定されていると思いますが、最終的にユーザーをもっと広げるためには、センサ、アクチュエータ等のハードウェアの切り口を簡単に拡張できることが望ましい。自分でカスタマイズして、いろいろなセンサを付けられる形でモジュールが設計されていますか。

【原(実施者)】 そうなっています。モジュールの作り方も、どうすればシミュレータ自身を拡張できるかも含めてドキュメントとして公開しているので、そちらを読んでいただくと、ほぼ出来ると思います。

【細田分科会長代理】 RTコンポーネントシミュレータというのは、センサ用のインターフェースではなく、動作を確かめるためのシミュレータデバイスですか。

【原(実施者)】 そうです。センサをシミュレーションしているものです。

【細田分科会長代理】 システムはセンサをいっぱい持っているわけですが、それをソフトウェア、アクチュエータとつなぐためのハードウェアデバイスの切り口のカスタマイズはユーザーがちゃんと出来るのかを聞いたかったのです。

【原(実施者)】 カスタマイズは出来る筈です。

【細田分科会長代理】 そうしないと普及できない気がします。

【原(実施者)】 これもオープンソースで出しているの、ソースコードを読んでいただくことになると思いますが、そこで切り口が出来るようになっていきます。

【五内川委員】 今後の開発と営業のロードマップを簡単に説明していただければと思います。

【原(実施者)】 産総研のロードマップとしては、OpenRTM のミドルウェアに関して、それほどいろいろなプラットフォームに対応するとは考えていません。一番重要なのは標準化を進めることと考えていますので、標準化する仕様をすべて実装して行きたいということです。特に動的な環境でコンポーネントを使う上で、DDC4RTCのような標準を作り、それに対するリファレンスのミドルウェアを作っていく。また、どのような機能があるかを、ROBOMECH などロボット会系の学会等で講習会を開き、広く普及させて行きたいと思っています。

【五内川委員】 商売的なものに関しては、産総研ではなく、各参加企業あるいは株式会社に移行するということですか。

【原(実施者)】 全部を含めて株式会社で。どうしても手に負えない、もっといろいろなコミュニティから意見を聴きたいという場合、我々が中心になってコミュニティを作り、利用者部会、ボランティアがベースになると思いますが、そういうものを作りたいと思っています。

【小林委員】 RT ミドルウェアおよびここで開発したソフトウェアのメンテナンスという意味で、産総研と他の役割を明確に教えていただきたいのですが。

【原(実施者)】 産総研は公的機関ですので、オープンソースのものに関しては我々でメンテ等がある程度して行く。利用者側からどのような使い方があるのかというリクエストがあった時に、FAQ なりドキュメントを作成し、今後継続してホームページなり学会等の講習会等で普及活動をして行きたい。ただし、高信頼 RTM に関して、製品に組み込む場合には各社の対応になると思いますし、その中で技術的に分からないことがあれば我々も対応して行く。協力してやって行くことになると思います。

【小林委員】 例えば Eclipse を使ってソフトが開発され、自分たちの都合ではなくて仕様がどんどん変わっていった時に、追いかけるのは経験上すごく大変だと思っているのですが、そういうのは産総研でやるという覚悟ですか。

【原(実施者)】 出来る限りやって行くつもりです。

【小林委員】 どうもありがとうございました。安心しました。

【奥乃分科会長】 最後に、オープンソースで公開する時、ライセンスが EPL、LGPL とありますが、なぜ、ものによって EPL で、あるものは LGPL になっているのか説明をお願いします。

【原(実施者)】 基本的に我々は EPL を奨励しています。オープンソースのライセンスに関して、プロジェクトの始まりの時に調査しました。GPL はそれを使ったソフトウェアに関して、自社の秘匿したい独自技術が入ってしまうと、その部分まで公開しなければいけない。非常に強い横の方向の公開性を求められています。そのため、プロジェクト内の成果については GPL を採用するのは難しいだろうというのが我々の意見です。OpenRTM 自身は産業界で使っていただきたいので、自社の特許やノウハウ等を隠したままで、かつ利用が楽に出来るということで、EPL をほぼ選んでいます。

下の方で LGPL とあるのは、EPL にすると、GPL で開発されたライブラリなどをなかなか組み込めないというのがあります。Choreonoid は動作パターン設計ツールですが、いろいろなプラグインで拡張して行く時に、オープンソースのもの、特に GPL のものを入れる時には各ライセンサーの承認が全部必要になる可能性もあるために、LGPL を選んでいるところです。OpenRTM 自身はデュアルライセンスにしています。オープンソースのほうは LGPL にしており、製品等に組み込む場合には別のライセンス契約をしていただいて、守秘義務をちゃんと守れるライセンス契約でやっていただく

形で運用したいと思っています。

【奥乃分科会長】 商用になった時はどのように。

【原(実施者)】 商用の時には個別に相談していただいて、**LGPL** ではないものとしてライセンスする形にしています。我々の承認がなくて使ってしまったものは**LGPL** になるので。

5.1.2 ロボット知能ソフトウェア再利用性向上技術の開発

実施者(富士ソフト㈱の二宮リーダー)より資料 7-1-2 に基づき説明が行われ、続いて質疑応答が行われた。

【奥乃分科会長】 それでは質疑応答をお願い致します。

【薮田委員】 非常にいい枠組みだと思いますが、フィードバックを見ると開発モジュールを変えるようになっていきます。マイナーチェンジは良いと思いますが、より大きなチェンジをする時は共通プラットフォームまで変えた方が良いような気がします。そういうものは入っていますか。それとも、共通プラットフォームはフィックスしておいて、マイナーチェンジだけで対応しようとしていたのでしょうか。

【二宮(実施者)】 共通と言っても、実際のところ **RTM** 自体は通信の枠組みになっていて、各研究体がそこにコアロジックをはめるような形になっています。共通で使える簡単なものは **OpenRTM** 側に入っていますが、基本的には各研究体が研究しているものが徐々にバージョンアップして行く感じになります。

【薮田委員】 ということは、ある程度、構造は決めてしまって、その上の部分を変えていこうということですね。

【二宮(実施者)】 そうです。

【薮田委員】 抜本的に変えてみたいというのが良くありますが、そういう時の仕組みも少しあった方が良くないと思います。

あるところが決まってしまって惰性で行きますが、そうすると抜本的に変えたいところがありますね。そこはあった方がものすごく良くなる可能性があると思いました。佐藤 **PL** に聞きます。

【佐藤(**PL**)】 **OpenRTM-aist-1.0** でフィックスした時点で大きく変えることはあきらめて、むしろその上で動くものを作るということに特化しました。再利用技術研究センターはモジュールを今までの枠組みの上に乗せて良くするというように特化していたので、そういう点で残念でした。根本的なところはやりませんでした。

【五内川委員】 よく分からないのですが、この仕組みで将来、ベンチャー企業、大学、研究機関、あるいは大手企業がモジュールを開発してオープン化したり、場合によってはモジュールを売って行きたいということになったら、この仕組みを拡張して、アップロードが可能になったり、マーケットになっていくことはありうるのでしょうか。あるいは例でいうとアップルストアのように、無料や有料で公開できる、そういう仕組みに拡張していけるものと考えて良いですか。それはまた別な仕組みとして作って行く必要があるという理解でしょうか。

【二宮(実施者)】 現段階は先ずユーザーの裾野を広げて行くということで、私どもの成果も産総研にお願いして管理していただいています。ビジネス的な要素よりも公的な機関を通じて、講習といったところでいま普及に努めています。最終的に検証といった段階、もう少しビジネス的なユーザーが増えて来た段階で発生するものだと思っており、現段階では公的な機関を通じて普及を行っている状況です。

【五内川委員】 例えばそういうところに、将来、ビジネス的なモジュールを持ち込みたい、という話が増

えてきた時、この仕組みの延長線上で出来るものなのか。もう一回、抜本的に、それに合わせて、公開や再利用のための技術も含めて作り直す必要があるのか、その辺はいかがですか。

【二宮(実施者)】 既に登録されているモジュールはいろいろな品質のレベルがあります。オープンソースを使う時は、ソフトウェアエンジニアリングとして、保証を持たなければいけないところがあるので、品質はそれなりに集めた方が良いでしょう。オープンソースは中を見られるという意味で、同じ機能を実現するにも、例えば粒度が違っていると、細かい粒度にすればするほど OpenRTM 側の通信のオーバーヘッドが大きくなってしまいます。

ガイドラインにまとめましたが、一つの大きな RTC にしてしまうと、その中のサイクルが速くなって、安定するけれども再利用性は少し乏しくなる。粒度を変えた試験をこちらでも行いましたが、ユーザーの要望に応じて組み換えて行くことが必要になります。RTM 上で乗る RTC という仕組みは、今後、簡単に組み換えられるという意味で非常に有効なものだと思います。

【小林委員】 利用の普及という意味で、ソフトウェアとして知能モジュールを使って行くか、ここの言葉で言うドキュメントをどう整備するかが重要だと中間の時に言いました。それにあたって、この内容から見ると「大切だから頑張りました」ということしか見られない。いったいどういう工夫がなされたかが見えにくいのです。

ドキュメントというと普通はきちりした仕様、情報が入っていて、一般的には厚くなってしまっていて使いにくくて誰も読まない。問題を抱えた人がどうやってこのモジュール群を使って解けば良いかに関する事例が体系的に見える形にすれば良いのではないかと、中間の時に話しました。そういったことに向けてどういう工夫がなされたか、簡単に説明できるものがあれば教えていただきたいのですが。

ドキュメントフォーマットの作成と書かれています、工夫されたものは何なのか。どういうドキュメントが出来たのかを知りたいのです。

【二宮(実施者)】 それに関しては、こちらで成果として出したドキュメントは、例えば単にあるモジュールを組み合わせて何かを作っただけだと、どうしてもユーザーのニーズと差分が生まれてしまいます。先ず、サービスを規定して、モジュールに依存しないサービス仕様書的なものを作りました。それに応じてモジュールを組み換えて、何が足りないかのフィードバックを行いました。

【奥乃分科会長】 具体的にどんなマニュアルを作ってもらったのか、中本さんから説明していただいた方が良いでしょう。

【二宮(実施者)】 最終的にまとめたものは、(株)セックさんにお願ひしました。最終的にサンプルとして入っています。

【中本(実施者、(株)セック)】 補足させていただきます。後ほど詳細は私からご説明しますが、お手元にある事業原簿の薄い方ですが、普通の開発で使うマニュアル、実際に業務として作るようなマニュアルを我々で作って、ここにあるようなドキュメントとして一般に公開するようにしています。

中には一つひとつのコンポーネント、モジュールのマニュアルもありますし、モジュールをどう組み合わせればシステムができるか。モジュールの組み合わせのマニュアルも作成して、ここにあるような内容で一般に公開するようにしました。

【小林委員】 「ここにあるように」と言った時に、どの辺を見れば端的に分かりますか。

【中本(実施者、(株)セック)】 通しのページが振られていませんが、真ん中に自律移動モジュール群のマニュアルがあります。これはロボットが実際に自律移動する時に使うモジュールのマニュアルになっていて、そこで使われるコンポーネントの一覧やインターフェースとしてどういうデータ型がやり取りされるか。どういう OS やハードウェアの環境が必要で、そういうものを使って環境を構築するにはどうすれば良いかという手順を書いてまとめています。

- 【小林委員】 サービス仕様書というお話があったと思いますが、その辺はどうでしょうか。
- 【二宮(実施者)】 それはこちらには入っていません。サンプルとして、いまウェブに公開している状況です。
- 【小林委員】 分かりました。こういう仕様書をイメージしていたのではなくて、抱えた問題点はどのように解かれるべきかに対して答えてくれるドキュメントが普及という観点で言うと重要なのではないかと、という指摘を中間の時にさせていただきました。
- 【二宮(実施者)】 ウェブサイトにノウハウの公開とありましたが、ダウンロードできる、OpenRTM-aistのページに併設して、フォーラムやメーリングリストといったものがあります。そういったところに蓄積できる形になっています。
- 【三宅委員】 7ページの表ですが、①-2に再利用性向上技術の開発ということでモジュールが登録されています。再利用性を向上するためのモジュールとしてどういうものを登録したか、すごく興味があります。あるいはそうではなくて、単純に来訪者受付システム関係のモジュールなのでしょうか。
- 【二宮(実施者)】 実際にシステムを構築する上での穴埋め的なモジュールもその中に含まれています。ただ、モジュールではないのですが、先ほどの来訪者受付システムもこの中にカウントしています。私どもがまとめたリファレンスモデルがこの中に入っている状態です。
- 【梅田委員】 いまのご指摘と絡むかもしれないですが、362件の登録が行われたことと、231件が公開可能な状態になったところを先ほどご説明いただきましたが、いま一つきちんと理解し切れていません。362件あるけれども、実質使えるのは231件ではないのですか。
- 【二宮(実施者)】 そういうわけではないです。ただ、先ほどプロジェクト全体のご説明があった時に、若干組織変更があった際に落ちてしまったモジュールなども実はその中に含まれています。
- 【梅田委員】 落ちてしまったモジュールも362には含まれるけれども、231からは外れている。
- 【二宮(実施者)】 そういったところや重複、粒度の問題です。
- 【梅田委員】 今のお話を伺うと、「最終的に完成したのは231です」と聞こえないでもないです。そんなことはないのですね。
- 【二宮(実施者)】 そんなことはないです。
- 【梅田委員】 分かりました。それから最終目標に対する達成度ということでお書きになっていて、確かにしかるべき達成をされていると思います。「達成」の○ではなく◎、「特筆すべき成果あり」と書かれている特筆すべき成果は、具体的には何でしょうか。
- 【二宮(実施者)】 特筆すべき成果というか、実際に各研究体と密にやり取りさせていただき、非常に円滑に回るようになりました。下にも書いてありますが、RTC 再利用技術研究センターを介して、開発者、利用者間の情報交換、提供交換が活発に行われました。
- 朝、佐藤 PL からご紹介がありましたが、RTC 再利用技術研究センター内でプロジェクトの幹部会が月 1~2 回ほど行われています。私どもだけでの解決ではなく、年度ごとにいろいろと対策が打たれたと思います。私どもが抱えていた問題がプロジェクト全体にフィードバックできたところは大きな成果かと思います。
- 【奥乃分科会長】 その次のスライドを見せていただけますか。そこも◎「大幅達成」となっています。「特筆すべき成果あり」は具体的には何ですか。
- 【二宮(実施者)】 実例として、先ほど来訪者受付システムというものがありましたが、その移動知能に関しては公的機関を通じて講習を行いました。毎年 SI の学会では、このプロジェクトにかかわっていない方々が RT ミドルウェアを通じてそれぞれ開発モジュールを作り、コンテストを行っています。
- 最終年度は、7月に公開が行われたあと、12月のSIでは、今回のわれわれの知能化プロジェクトで公開したモジュールがかなり再利用された形でコンテストに出されたものがありました。中には、

うまく再利用して教材を作ってくれたところがあり、そういったものがそのまま公的機関の講習に使われたり、今はかなり波及している状況です。

【奥乃分科会長】 4ページ、「ノウハウに関する文章等を集積し、一般ユーザーと共有・発展させていくウェブシステム」ということですが、公開するだけでは不足しているのではないかと思います。

【二宮(実施者)】 最終年度は、公開プラス、サポートを行いながら、実際に使ってもらって積極的に普及を行いました。

【細田分科会長代理】 その前のページ、③で既存のロボットを再利用性試験プラットフォームとして導入されたということですが、任意の既存ロボットを使ってこういうプラットフォームを作る上での工夫、苦勞はだいぶあったと思います。

この辺はどんなものがあるって、今後、あとに続く人はどうやってそういうものを継承できるのか。そういう仕掛け作りみたいな話があったら聴かせて欲しいのですが。

【二宮(実施者)】 例えばアームロボットはハードウェアによって制御周期が違うので、モジュールの粒度などが非常に影響するところがあります。そういうものを、先ほど言ったガイドラインに書きました。

【細田分科会長代理】 それは「こういうパターンがある」とカテゴライズして、「こういうケースにはこういうケース」というノウハウみたいな形が並べられているのか、もう少し根本的なところを押さえているのでしょうか。

【二宮(実施者)】 「こう制御したい時は粒度をこう規定すると良い」と。実際にどれ位の速度がかかったかといったノウハウを、そこに書いています。

【細田分科会長代理】 先ほどのモジュールの切り口の取り方をどうするかという、その辺のノウハウですね。

【二宮(実施者)】 はい。ガイドラインに書いているのは、ログ出力のノウハウ、モジュール動作の最適化、実際に RT ミドルウェアを動作する上での環境の最適化を書いています。今のものはモジュール動作の最適化にあたるかと思いますが、いろいろとパターンを変えて試したものがそこに書いてあります。

【奥乃分科会長】 時間が来ましたので次の発表に移ります。どうもありがとうございました。

5.1.3 有効な知能化技術モジュール群 ～オープンソースモジュール群～

実施者(産総研の河井研究グループ長)より 7-1-3 に基づき説明が行われ、続いて質疑応答が行われた。

【奥乃分科会長】 それでは質疑応答をお願いします。

【細田分科会長代理】 サービスロボットはたぶんお題目としては大きいと思いますが、最終的にこれを普及させようとする、まだビジネス市場が確立されていなくて、爆発的にすぐ広がるとは思えません。そうすると、もう少しプラクティカルな産業用ロボットの提供も真剣に考えなければいけない。

大学の教育用と言われていますが、既存の産業ロボットメーカーにこのコンセプトを持って行った時に「すぐ使いたい」と言ってくれるのか。言ってくれないとしたら、何が足りなくて言ってくれないのか。その辺はどうでしょうか。まだそういう試みはしていませんか。

【河井(実施者)】 FA で引き合いがあるというところでは、ロボットの SI メーカーと産総研が連携協定をしているものがあったので、こういった技術があることを公開したら興味を持たれたので細かい説明に行きました。今後の展開としては、NDA を結んでもう少し突っ込んだ話をする段階に来ています。

先月あったロボメカという学会で、把持動作計画のところ、モジュールというよりも機能の部分だけを取り上げて発表したものがあり、その部分に関しては、大手生産メーカーから「これを使って自社のところに組み込めるか検討したいので、どういう契約をすれば良いか」という引き合いが先週来ました。それ以外にも、生産だけではなく物流などにも「こういう技術がある」と、こちらから訪問

して宣伝しています。

単に公開ただけで見てもらえることはなかなかありません。あとはオープンラボ、オープンハウスといったもので見せて、こういう技術を持っていることを民間に積極的に売り込んで行くつもりです。

【細田分科会長代理】 安川電機やファナックとか大手の産業ロボットメーカーは、ビジョンセンサー、3Dセンサーなどの智能制御を最近、表に打ち出して、かなり高性能のものを出しています。そういうところに売り込むという話なのか、それとも、中小のシステムハウス企業に「こういうものを使ってください」という形で普及して行くのか、その辺の見通しはどうでしょうか。

【河井(実施者)】 名前は言えませんが、比較的大手から引き合いが来ています。もう少し話をしてみないと成り立つかどうか、実際使ってもらえるかどうかは分かりませんが。今回の1つの目的は、ロボットをまだ導入していない中小企業的なところにもこういうものが入って行って欲しいのですが、その辺は「試すのにどれだけかかるの」という話があります。逆にオープンソースで試す分にはお金がかからないので、「公開しているものでやってください、分からなかったら聞いてください」という話もあるとは思いますが。

【佐藤(PL)】 補足しますと、非常に簡単な、単純な方向へ進むことが一つあると思います。とにかくセンサを導入したい、ちょっとしたアクティエータを導入したいことがあると思います。そういう時にRTMは非常にいいだろう。

作業ロボットを先導するという意味で、双眼・双腕マニピュレータをオープンソースでやると設定した理由は、いろいろなセンサも含めて、これからの産業ロボットで知能化が進んだあかつきには、双腕・双眼の方向になります。それを先導して必要なものは全部つくっておこうということで選びました。そういった意味で、ある意味での先導になっていると思います。

【奥乃分科会長】 「ちょっと試してみても」というのはすごく気になります。われわれは科学者なので、試してみる時に、ここでいろいろなセンサが使われていますし、いろいろなハードが使われています。例えばハードウェアに依存する部分とハードウェアに依存しない部分をモジュールとしてきちんと分けて、ハードウェアに依存する部分はいろいろ試してみる。ハードウェアに依存しないところはある意味でガチとしたものを作って、そういう形で再利用していく発想が初めからあれば、もう少しきれいな形で進められるのではないかと思います。その辺はいかがでしょうか。

【佐藤(PL)】 言われる通りだと思います。私が「試してみても」と言っている理由は、実際にいろいろなメーカーと話をしてみると、基本的には電波センサで部品的位置決めなどは出来るけれども本当に正確に測りたい部分がある。そういう時には、リミットスイッチでも良いわけです。あるいはもっと簡単なセンサ、もう少し複雑なセンサでも良いですが、そういうものを本当に試してみたいと思われているようです。そういう時に、こういう枠組みは非常に役に立つのではないかと思います。

【奥乃分科会長】 分かります。評価も、そこで得られたノウハウは何なのか。このセンサとこのセンサとこのセンサはこう違うので、こういうところでどういう知見が得られるか。例えばそういうノウハウ集が出来ます。そういうものは再利用のところで使います。そういうところにあまり触れられていないと思いました。

【佐藤(PL)】 そうですね。それは確かにノウハウになります。

【藪田委員】 切り口を変えてお聞きしたいと思います。佐藤 PL と私の夢は同じだと思います。私はいま通信業界にいますが、基本的にこういうソフトウェアで入力部分は携帯や iPhone でものすごく良いものが出来ています。我々が強いのは、どちらかというとコントロールや行動の部分です。通信業界や大きいところも、ダイナミックに絶対動くと思います。その時に、我々はどうするか。アクションの部分のノウハウを持てる筈です。そこを持たないと大きな流れの中で負けてしまいます。

これをいろいろやられて、うまく行ったところとそうでないところがあると思います。その時にロボット特有の技術が悪かったのか、作り込みが悪かったのか。そこを手に入れたらものすごく力があると思っていますが、そういうプレゼンが全然ありませんでした。

一番強いところでソフトを作って、どういう問題があっても、それが解決できれば、通信や他の業界に絶対に勝てる。そういうことがあると良いと思いますが。その点についてのコメントをお願いします。

【佐藤(PL)】 言われる通りです。インターネットは情報の流れで世の中を変えました。私はこれから先、スマートグリッドが変えると思います。情報の流れだけではなくてエネルギーの流れもつかんでいて、エネルギーの流れをつかむと人がどう動いているのか分かります。そこまで含めた新しいサービスが出来ると思います。

ところが、それだけでは絶対に不十分です。われわれが生活している時にはモノが動いて、人が動いて生活できるわけで、人とモノの動きが入って来ないと、最終的には役に立たない。ラスト1メートルは、絶対にロボットになる、ロボットテクノロジーだと思います。

その時にモノが絡むから摩擦が入って来たり、人が絡むから何か余分なものが入って来たりする。でも動かなければいけない。動くものを保証することが、一番大事だと思います。

このプロジェクトの中で、一番最初に、そういうノウハウをこのモジュールの中に埋め込むことをすごく考えました。結局、埋め込めなかったのですが、動いているものが出来たことは実はその中に入っている。そういうものがとっかえひっかえ使えるのであれば、大変大事なツールになると思います。

単に情報を得る人が制御のプログラムを作っているのではなくて、動かしながら作って行ったところに僕らのアドバンテージがある。そういうモジュールとして将来使っていただけるのであれば、非常に価値がある。それが何か別のものとして取り出せて、ノウハウとして蓄えられれば一番良くて、最初はずっとそれを考えていましたが、なかなかそれは難しかったです。

【薮田委員】 たぶん今の感じだと、ブラックボックスとして置くと iPhone や携帯に使われてしまいますね。逆さまに、この方向から説き起こさないと乗り越えられないものがあるとすごく強いと思いましたが、何かコメントはありますか。

【佐藤(PL)】 いわゆるアンドロイドのようなもので、どんどん新しいサービスが出来て行くと思います。ところが先ほども言ったようにモノが動かないといけませんので、動かすことが入って来ると思います。

逆にそういうモノ、ハードウェアが入って来ると、サービスそのものが変わると思います。そういった意味で、これはそのきっかけになっている。これから先、具体的にそれがどんなふうに戻るかはこれからの課題だとは思いますが。いずれにしてもモノが入って来ることがベースにあって、それがサービスを変えようと思えます。

今までは、インターネットで世の中が変わったレベルでいま世の中は変わっていますが、最後は絶対に人とモノの流れがあるところで世の中を変えるようになります。これがベースになると思っています、それが本当に出せるのはもう少し先になると思います。

【梅田委員】 大変面白く見させていただきましたが、例えば筑波大の双腕による菓子提供作業は、何モジュール分で構成されていますか。1ですか、それとも多くのものが組み合わさっていますか。

【小笠原(実施者)】 下の方にありますが、コンポーネントの数です。1、2、3、4、5、6、7、8、9が双腕を動かすところ。その上で、全体のタスクをやる。10個くらいになっています。

【梅田委員】 ありがとうございます。前半の河井さんの話ですが、別のグループに移行するのが1日だったという話でした。後半の小笠原さんの話で、電気大への公開で2か月だったという。1日と2か月の違いはどこで出て来ているのでしょうか。

【河井(実施者)】 私が前半で話したものは、HIRO などのプラットフォームはまったく同じです。同じものを持って来て、移動のモジュールなども含めたところに作業のモジュールを付けるので1日で済みました。

【小笠原(実施者)】 作業をした人のレベルが全然違います。前半は岡田先生がやり、後半はコンポーネントをまったく知らない、「とりあえずロボットは動かしたことがある」というレベルの助教の先生が、「これから双腕のシステムをコンポーネントで動かしてみたいのです」ということで始まりました。コンポーネントを使って文房具をハンドリングするプログラムを作って動いた。そこまでが2か月です。岡田先生がやると、後半の部分については1日ということです。

【三宅委員】 先ほどから、モジュールの粒度という話が出ています。よく分かっていなかったのですが、モジュールは階層的に入れ子、包含関係に書けるものなのか。あるいは、並列にしか書けないものなのか。その辺の考え方はどうでしょう。その理由、なぜそうされたのかというあたりも含めてお願いします。

【小笠原(実施者)】 仕様としては階層化できます。ただし、階層化するとモジュールの数が増えて来る。モジュールが増えるとモジュール間の通信が増えてしまって、効率がどんどん悪くなる。

今までいくつかデモのシステムを動かしましたが、トータルで30、40くらいが、人がデバッグ出来て、しかも実用的な速度で動く限界だというイメージを持っています。双腕の時も、あまり細かくすると通信ばかりでオーバーヘッドが増えてしまって実効的に動かなくなる。それが頭の中にあるので、ある程度まとめたい。

ただし、「移動ロボットのモジュールです」と言って1個つくってしまうわけにもいかない。それでもコンポーネントと言えなくはないですが、そういうやり方も出来ませんが、その間で、先ほどみたいにデバイスをうまく切って、デバイスを変えた時にもいける。あるいは、アルゴリズムを変えた時にもそこへ行けるみたいなことを考える。

後は人が頭の中で整理できるということ、1画面に出てきて最終的に10個、20個くらいに収まるとすごく良い。そういうノウハウが頭の中にあります。正直、それがどうしてもベースになって動いています。理想としては階層的に全部書けることが一番良いとは思いますが、そうすべきだと思いますが、実際はそうはいかない。その辺の経験を基に、いろいろ設計するしかないというのが正直な感想です。

【三宅委員】 ありがとうございます。そうすると複数のモジュール間通信があるとすると、それは完全に非同期という考え方でですか。

【小笠原(実施者)】 そうです。

【五内川委員】 実際に1回インテグレーションを行ってみて、いまあるモジュールのセットでは足りない感じなのか、あるいは、いま言ったように階層別にモジュールが揃っているとして、中粒度のモジュールと、細かい動きのところは小さい粒度のモジュールというように、組み合わせでかなりのことができるようになるのでしょうか。粒度と個数、あるタスクを考えた場合に、これくらいライブラリが欲しいという要望や、モジュールはどれくらい増えて行くべきだという意見があったらいただきたいのですが。

【小笠原(実施者)】 本当は仕様記述言語を使ってしっかり書いて、それをベースにそこから落とすのが良い。OpenRTMはそれに対応していますが、我々のところはなかなかそこまで行きません。

ざっくり、これは何をやるものかと言った時、五つくらい大きい固まりを書きました。いろいろなことを考えたら、本当はこれぐらいの単位でやるのが一番やり易いです。この中を、場合によってさらに分けるだろうと思います。ロボット制御のところは、このシステムは筑波大のものを使っていないのでこちらで作ったものです。先ほど説明したように、例えば筑波大のものを持って来ようとする

と、この中が 10 個になります。つまり一つの機能の中に 10 個くらいモジュールがある。そのくらいの単位で作るのが良いと思います。

では、これで全部足りているか。これを作る時に足りなかったからその分を作ったのですが、他のセンサを持って来た時にそれに対応するものがなかったら作らざるをえない。河井さんの方にはプランニングの話やモジュールがもっと多くありますが、実はここではあまりプランニングを使っていないのですが、少しはあります。

あとは、内容によると思います。例えばプランニングでも、あるもので使えるなら問題ないですが、ないなら作る。ただ幸いなことに、ROS との連携が来ていますので、オープンソースで C のソースが転がって来たら、それにカバーを被せてコンポーネントにすることはそんなに困難なことではありません。その形でどんどん増やせばいい。OpenCV もあるし、足りなくても増やすことは難しいことではないと思います。

【小林委員】 私は必ずしも数の問題という気がしません。モジュール間の依存性の関係とモジュールのデバイス依存性、ハードウェア依存性がきちんと整理されていないと、「A システムを B システムに移植したら何日で出来ました」ということで、一般化して想像ができません。例えば、このシステムをどのくらいの手間をかければ私のロボットに移植できて、自由に動き回れるのだろうと想像するための指標、整理されたデータは、何かまとまっていますか。

【小笠原(実施者)】 基本的には、これに書いてある共通インターフェースという形で、新しいデバイスでやりたかったらこのインターフェースに合わせてデバイスの入出力モジュールを作ってくださいという形にはなっています。

【小林委員】 デバイスと言った時に、キネクトやカメラといったレベルだとかなり問題は楽です。どういう意味かという、企業としても切り分けが楽だから、そのレベルで取り替えることはできる。むしろ問題なのは、ロボットのハードウェアに依存して、制御はどれくらいのことで移植できるのか。このロボットに対する、例えば把持という機能をかなり抽象化したレベルでのモジュール化だとするならば、「それはハードウェア依存のものだから、うちのものには使えないだろう」という想像が出来ますが、その辺がどれくらい整理されているのか。

逆に言うと、視覚のモジュール化、音のモジュール化はそこでやれば良いので、それは指標だけ与えれば終わってしまったようなものです。ここで期待されているのは、ロボットの機能のモジュール化だと思います。その辺に対してどれくらいの答えが出ているか、教えていただきたいのです。

【小笠原(実施者)】 仕様は双腕のロボットを想定していたので、双腕ロボットの制御のインターフェースはこの中で検討して決めたつもりです。

【小林委員】 双腕のロボットは、例えばどのくらいのハードウェアの仕様が与えられると、それについてユニバーサルなものが……。

【小笠原(実施者)】 それに関しては正直、細かく検討していません。逆に、世の中にそれをちゃんと一般化したものはないと思います。その辺の細かいスペックの話は河井さんからお願いします。

【河井(実施者)】 例えばここで双腕ロボットの共通インターフェース的なものが書いてありますが、これ以前に、最初に出て来た PA10 や三菱電機の MELFA、リファレンスハードウェアの OROCHI などのアームに関して、単腕のアームの共通インターフェースの低レベルと中レベルを決めました。そのコンビネーションを変えれば行けるようなものは、このプロジェクトの中でやりました。

それに基づいて、双腕の場合は単腕が単に二つあるだけではないので、双腕専用のものを作りました。今回、まだ HIRO というものにしか適用していません。

【小林委員】 単腕のもので双腕が作れるということは、単腕がモジュールとして与えられていて、アプリケーションとして双腕を作ったと聞こえてしまいます。恐らくそうではないと思います。

そうした時に、ここで想定された双腕というものの境界条件があつて、それに従っていればここで提供したモジュールで出来るという関係性が見えないと、新しいものに応用できるのかが分かりにくいのではないのでしょうか。

【河井(実施者)】 そういう入れ替え性的なことを、単腕ではかなり細かくインタフェースも決めてやりました。実証、検証は1つ前の再利用センターの検証や、午前中は事業原簿の中だけの説明でしたが、各コンソなどもそれに基づいて動かしており、実証しています。

【小林委員】 お菓子がタイトルに出てハンドリングを強調された、お菓子がキーワードになっているのはなぜですか。

【小笠原(実施者)】 ある意味、一般の人にも分かりやすいことを多少意識しました。基本的に硬いもの以外、柔らかいもの、形が四角ではない、変形するもので身の回りにあるものということで、学術的ではないかも知れませんが、分かりやすいという意味で、お菓子、和菓子という用語で説明いたしました。

【小林委員】 お菓子というものを想定するようなハンドリングの難しさを扱うという意味で、コンポーネントが構成されていることがきちんと整理されていると思ってよろしいですね。「このお菓子とこのお菓子ができます」というのでは何の興味もないのですが。

【小笠原(実施者)】 確かにそこに関して、「お菓子はこうで」と理論的に分類することは、あまりやっていません。

【佐藤(PL)】 PLとしてお菓子をオーケーした理由は、産品ということで、産業用で、次に狙うとするとそこだと思ったからです。食品などです。

それが一般化されるかどうかについてはものすごく個別なので、このプロジェクトの範囲を明らかに超えています。ただ、ああいうものを扱えるのだということをオープンソースで示すことは、切り込み口として非常に意味があると思いました。

【小林委員】 モジュール化ですからね。モジュールとして再利用を狙ったものとして、何を出すのが良いかという視点は必要だと思います。

【細田分科会長代理】 産業用ロボットにしる、サービスロボットにしる、最終的に役に立つロボットということを見ると、素早さ、スムーズさは大事だと思います。先ほど、モジュールを30も40も付けると通信オーバーヘッドで動かなくなるという話があつて、そこは非常に気になるところです。

モジュールをこういう組み合わせで、この位の数を付けたらどれだけの速度性能が出るのか。そういうシミュレーションツールや設計の考え方は示されていますか。

【佐藤(PL)】 モジュールが大きくなっていった理由の一つは、速さがありました。ただ言われる通り実用を考えた時に、スピード、タクトタイムがものすごく大事になることは分かっています。私も、このプロジェクトのアドバイザーの井上先生も、とにかくデモを見るたびに「速くしろ、速くしろ」と言っていました。なかなか難しいところです。そういうところをきちんと評価するツールが出来れば良かったのですが、そこまでは出来ていません。

【河井(実施者)】 速さの点で言うと、今日、説明の中で三菱電機さんと IDEC さんは産業応用のところでやっていて、国際ロボット展でも電気部品の組み立てをやっています。メーカーはかなり意識してやっています。今回、オープンソースは1年でやれることでやったこともあつて、速度は求められていますが、そこまで行けませんでした。実際、やられているところもあります。

【奥乃分科会長】 どうもありがとうございました。モジュールの設計をどうするかは非常に難しい話です。機械の方はモジュール化が結構進んでいると思いますが、ソフトウェアは最近、やっと少しずつ確立して来ました。ロボットは機械とソフトウェアの間になりますので、どの辺にインタフェースを設けるか、あるいは階層的にどうやるか、いろいろ難しい話があります。

そういうノウハウがここでもっと出していただければ大きな成果になって行くと思いました。どうもありがとうございます。

(休憩)

5.1.4 国際連携 RT ミドルウェアと ROS の連携について

実施者(東京大学の岡田准教授)より 7-1-4 に基づき説明が行われ、続いて質疑応答が行われた。

【奥乃分科会長】 それでは質疑応答をお願いいたします。

【細田分科会長代理】 Google 自体は RTM に相当するようなミドルウェアの開発を自分でやる方針はないのですか。

【岡田(実施者)】 私の知っている限りでは、たぶんなくて、Willow Garage は最近わざと社員を外に移籍させていると思いますが、午前中に紹介があったオープンソースファウンデーションという NPO を作って、開発者が 1 人行きました。もう 1 人はメンテナンスをかなりやってくれていた方が、最近、Google に移ったという案内があったので、たぶん Google は ROS を使って何かやりたい。

Google は最近、Google カーを作っていますが、6 年前の DARPA Challenge が自動運転だったので、僕らの中では、Google ヒューマノイドを 5~6 年後に作るのではないかと勝手に予想しています。どうなるかわかりませんが、たぶん ROS を使って何かやろうとしています。

【藪田委員】 基本的な質問なのですが、この連携によるメリット、このプロジェクトはどういうおいしいところがあって、相手側はどういうおいしいところがあったかというところを聞かせてください。

それからプロジェクトを延長されますが、そうするとどういったおいしいところがあるのかという、そのアウトラインを教えてください。

【岡田(実施者)】 どっちがおいしいかというところは良く分からないのですが、先ず我々がおいしいところは、研究室には OpenRTM のロボットがもうあるわけです。それはコントローラー OpenRTM で動いています。

それとは別に世の中で ROS はそれなりにユーザーが多いので、ROS で作った知能モジュールがある。それを RTM で動かしたいと思った瞬間に、これがないと同じことを二つやることになってしまうので、われわれ研究室には研究運営の上で、ROS がないとどうにもならないというのが一つです。

それぞれの陣営でのメリットとしては、OpenRTM からすると、ROS の知能モジュールの良いものが出来と言われた時に、それをすぐに取り込めるのはメリットだと思います。逆に ROS の人からすると、自分が使っているもののユーザーが増えれば、メリットになっているかも知れません。また、今日は紹介しませんでした、OpenRTM のプログラムを ROS から使うツールも、我々はボランティア的に作っているので、逆にもなります。

基本的に世界全体で見れば、ロボットのビジネスや研究を進める上でおいしいところがあるということで、どっちが得をするか、プラスマイナスかというのは、価値判断の問題もありますが、少なくとも両方が得をするような形になっているのではないと思っています。

【藪田委員】 ずっと継続して行こうと思われているのですが、それも何かおいしい話が続くからということなのですか。

【岡田(実施者)】 ロボットはそのまま存在するし、ROS で作っているモジュールもあるし、OpenRTM ではそれぞれいろいろなモジュールが特に産総研さんから出て来ますから、これなしにはやっていけないというのが今の状況だと思っています。

【小林委員】 ROS は研究者が開発ベースで、寄ってたかって作っているようなイメージがあるのですが、

企業の立場から行った時に、両立てでやっていることのメリットがあるという気がしますが、そういう観点はないですか。例えば ROS で作っていると、商品は作りにくい、OpenRTM で作れば商品になりやすいというメリットはないですか。

【岡田(実施者)】 それはあります。ROS をやっている人たちによく聞かれるのは、OpenRTM はセーフティで仕様がきっちりしているから、商品化の時に楽ではないかということです。

【小林委員】 そっちの方向を目指して何か棲み分けというか、そういう利点が見えるような形で、RTM の存在価値を上げるような流れが作れないかと思ったのですが。

【岡田(実施者)】 我々がやっているのは、どちらかという基礎研究的な形ですが、例えば ROS で作っていた人たちが商品化しようと思ったとたんに困って、OpenRTM に載せたいと思った時に、「ちょっと試す」ということは全く出来ないわけです。全部作り直すことになるわけですが、これがあればとりあえず試してみることができます。

例えばロボットそのものは OpenRTM でカッチリと安全性を持たせ、今まで ROS で作っていたモジュールを動かしてみる。それでちゃんと動くということが分かれば、あとはインターフェースをどうしているか、機能がどうなっているかが分かるので、仕様書を書いて、安全設計の下できっちりした商品を作ることが出来ると思います。

そういう意味では開発のスピードを上げるような枠組みになっているということで、今は OpenRTM を推進するために、ROS の世界でいろいろなものを試してもらっているわけです。それで良いものを見つけたら、OpenRTM の安全設計で作って、商品化して行く。そういう流れが出来てしまえば、世界中で自動的にテストをしてくれて、プロトタイプを作ってくれるという状況になり、これを使ったビジネス化にはすごく大きなメリットになるのではないかと思います。

【奥乃分科会長】 RTM は基本的に中身が CORBA です。それに対して ROS はもっと軽い形です。そういう中で二つのものが混在するというのは、例えば全部 ROS で書けば、もっと軽いのに、重たくなってしまっているということがあると思います。

これから ROS がアップデートされるということになると、それに対してまたインターフェースを変えなければいけないとか、いろいろ難しい問題が出て来ます。そうするとプロジェクトで言われているモジュールの再利用については、別に RTM にこだわらずに ROS のライブラリとしてサポートしていけば、もっと軽くて、使われる人口も増えて行くのではないかと思います。そういう批判に対しては、どのようにお答えになりますか。

【岡田(実施者)】 個人的にはそれでも良いと思っているところもあるのですが、ここで作ったものは、先ほども紹介したように、逆側も出来て、OpenRTM のものを ROS から使えるようになっていきます。

私たちが OpenRTM のモジュールをいくつか作っているのですが、モジュールを作っている人からすると、その機能があることで、そのインターフェースを使って OpenRTM のモジュールが使えます。それはユーザーが増えるということでメリットになるかと思えます。

重い、軽いという話については、基本的に ROS の本体そのものはあまり軽くすることは考えずに、どちらかという計算機が沢山ないと動かないようなものになっていて、彼らは困ったら計算機を増やせば良いという感じになっているかと思えます。

いま私たちが作っているのは、プロトタイプ用の環境であって、これでとにかく何が出来るかを検証した後に、何らかの方法で、それは ROS かも知れませんが、OpenRTM かも知れませんが、商品化に適した方法でシステムを作り直すということが、事業化等を考えると必要になって来ると思っています。

【奥乃分科会長】 岡田さんのところでは、ROS を使ったプロジェクトが走っていると思います。それと OpenRTM と ROS を混在させたシステム、あるいは OpenRTM だけというものもありますが、そう

いう中で、どれが使い易いのかというのは、ここは公開ですが、少しご経験をお聞かせください。

【岡田(実施者)】 最初に紹介したように、ROSは一生懸命に開発ツールを作っています。使いやすい開発ツールを作ることが楽しい人たちが沢山いて、開発ツールが良いので、デバッグもしやすいし、いろいろビジュアライズして確認し易い。ただミドルウェアの通信に関しては、正直に言うと、プロトコルは何でも通信さえ出来れば同じなので、そこは関係ないという気がします。

知能モジュールに関しては、僕らはヒューマノイドを良く使っているので、足が付いているものはOpenRTMしかない形になっています。あるいはアームも、カッコリした制御に関してはこちらの方が良いと思います。その代わり、認識、プランニングなどといったハイレベルなAI的なものに関しては、ROSの方があるという気がします。

もう一つ全然違うのはサポート体制で、ROSは民間企業ですが、少なくともあと5年ぐらいは会社がサポートする人をお金を出して雇って、質問したら、すぐ返って来るような状況が作られています。

OpenRTMは、いま産総研の方に聞くと、プロジェクトが終了し、手弁当でやらなければいけないので大変ですと良く言われるので、そういうところのサポートがリッチになると、OpenRTMはかなり使い易くなると思っています。

【細田分科会長代理】 RTMは組込制御対応をサポートするような形でやっていらしゃいます。一方、ROSはコンピューターがリッチだという前提で使われているということですが、ROSは組込みコンピューターに積むのはけっこう難しい存在なのでしょうか。そういう意味ではROS-RTM連合が生きるのでしょうか。

【岡田(実施者)】 ROSは特に誰がリーダーで何かやっているということではなくて、それぞれ作りたい人が作っているということで、例えばROSをarduinoというマイコンに入れるプロジェクトや、あるいは組込み用のROSを作ろうというプロジェクトは存在しています。

ただ組込みのプロジェクトは、この1年間は更新がないので、やろうと思ったけれども失敗したのか、飽きてしまったのかも知れませんが、そのような状況だと思っています。それからarduinoの基盤に対してROSを使うというのは、いまうまく行っています。

それに比べると、OpenRTMは組込みもそうですが、ちゃんと組織的に責任を持って行われているのが良い点で、その違いがとても顕著で、事業者からすると、どちらを選ぶかという時にはそういうところも見て選ばれることになるのではないかと思います。

【細田分科会長代理】 逆に国外向けの売り込みをやる時には、ちゃんとそこを主張してやると、ROSに勝てるかも知れません。

【奥乃分科会長】 それではどうもありがとうございました。

5.2 実用化の見通しについて

5.2.1 本プロジェクトにおける実用化の考え方

実施者(佐藤PL)より資料7-2-1に基づき説明が行われた。

5.2.2 組込機器へのRTミドルウェアの実装

実施者(芝浦工業大学の水川教授)より資料7-2-2に基づき説明が行われ、続いて質疑応答が行われた。

【奥乃分科会長】 それでは質疑応答をお願いいたします。

【薮田委員】 佐藤さんと水川さんに絡むのですが、この戦略では沢山のモジュールをばらまいてしまおうというところから始まりました。後はメンテナンスをしないといけないと思いますが、手弁当でやるとなると、みんな死んでしまいますから、先ずメンテナンスのお金を回すことを考えないといけないと思います。どういう形でお金を取り込んで、メンテナンスをやりながら生き延びようと思っています。

すか。

【水川(実施者)】 既存規格については、我々は既に標準化していますので、そのバージョンで使う限りは手はかかりません。

それから後はこれを使ったことによる責任範囲ですが、この規格に従っていれば、規格のメンテは標準化団体が面倒を見ます。それからデバイスについては、自分たちの得意なところを、このインターフェースや仕様に合わせて提供するというので、通常のビジネスに対してオプションな部分が若干付くぐらいで、それほどコスト的には負担がかからない。そこがメリットになると考えています。

【藪田委員】 もっと赤裸々な具体的なお金の流れについて、このプログラム使用についてのお金を回収するのは自分たちでやるのか、どこかメーカーさんを使ってやるのか、そういうビジネスモデルが見えなかったの、そこを聞いたのです。

多分そうしないと、メンテナンスも壊れてしまうので、簡単なパイロットプランのビジネスモデル、こうやって金を儲けながら、最後にこれが発展して行きますという感じで佐藤さんは言われていたの、最初に金が流れるビジネスモデルというのは何なのかなと思って聞きました。

【水川(実施者)】 我々はお金の回収までは考えていないというのが正確な表現だと思います。それはそれぞれのデバイスについて、デバイスメーカーさんが自分のビジネスモデルをお持ちの筈ですので、その中で回収をしていただければ良いと思います。

但し、それを使ったことによって生じるユーザーの責任について、どこまで責任を負うかというのは規格に準拠している以上、この範囲であるということは自分で主張できる訳です。従ってその負担が非常に小さくなるということで、この業界に参入しやすくなる。

それからシステムインテグレータの立場、ユーザーの立場からすると、個々のデバイスの中身までは責任を持たなくても良いということで、システム開発がとてもやり易くなる。なおかつオープンソースですので、いろいろな人の知識、知恵をここで統合して使うことが出来るということ、それから信頼性が高いことを要求するのであれば、市販のインターフェースカードやソフトウェアのモジュールをライセンスベースで購入していただければ良い。ですので、どのレベルの責任を取る覚悟があるのかによって、非常にフレキシブルにビジネス展開が出来るようになると申し上げたいと思います。

【藪田委員】 共通プラットフォームとモジュール群も含めて、あるメーカーさんに提供して、それからお金を回収するということを言われている訳ですね。

【水川(実施者)】 我々はオープンソースですので、そこについてのライセンスフィーは取るつもりはないのです。

【藪田委員】 そうするとそれ以外のところでお金を回収する手は何かあるのですか。それは製品を売ったときですか。

【水川(実施者)】 これは国のプロジェクトですので、産業活性化というところでオープンソースにすると決めた時点で、それはあきらめています。

【藪田委員】 そこは気にしないということは分かりましたので、この質問は行き過ぎでした。ただメンテナンスにお金がかかりそうな気がしたので、そこはどうなるのかなと思いました。メンテナンスをしないと、このプロジェクトはそこで終わりそうな気がします。そこは何か工夫がないのでしょうか。

【水川(実施者)】 それは仕様もオープンにしていますし、ソースコードもオープンにしています。

【藪田委員】 あとは勝手にやってということですか。

【水川(実施者)】 そういうことになります。現状、出ているバージョンについては、われわれが責任を持っています。そしてなおかつホームページで、それぞれのベンダさん、我々も含めて、持っているものはアップデートを常に行っているという状況です。私が大学を辞めれば分かりませんが。

【藪田委員】 完全に手放して、あとは勝手にやってくださいという感じなのですね。分かりました。

【水川(実施者)】 ただ先ほどの再利用センターでの検証は、ドキュメンテーションも含めて、していただいていますので、それなりのクオリティのものは提供できていると思っています。

【奥乃分科会長】 CAN のインターフェースでモータやセンサなどがたくさん売られているのですか。

【水川(実施者)】 はい。

【奥乃分科会長】 そういうものを繋ぐ時に、普通、コンピューターサイエンスですと、Linux レベルのドライバや Windows レベルのドライバがありますが、それがもっとローレベルの CAN というインターフェースの中で提供されている。

【水川(実施者)】 CAN は物理層のプロトコルの部分と、CANopen というのはアプリケーションレイヤの 7 層目のレイヤなので、その間については、例えば OS があれば Linux 用のドライバが、Windows であれば Windows 用のドライバが必要になります。

でも今回は動くドライバも一緒にありますし、オープンソースのドライバも使って、ここで提供しているということですので、その部分については特に問題はなくて、アプリケーションを作る時に、RT コンポーネントとシームレスに繋がって、なおかつハードウェアもソフトウェアに見えるということで、非常に使いやすい環境をここで提供したとご理解いただければ幸いです。

【奥乃分科会長】 リアルタイム処理をやる時に、こういうネットワーク経由でやると、けっこうパフォーマンスが落ちるのではないかと思います、そこはどうですか。

【水川(実施者)】 それはネイティブパスでローカルな通信をやりますので、そこはそこで閉じてしまいます。従って少なくともサーボ系は大丈夫です。

それから千葉工大で開発したものは、Linux でリアルタイム化するという改造をして、1msec のループを保証していますので、これも必要であればお使いいただけることになっています。

【細田分科会長代理】 千葉工業大学で作っている CANopen 対応デバイス・ソフトウェア群と、その前の水川先生がやられたネイティブ対応 RT ミドルウェア環境の対応関係がよく分からないのですが。

【水川(実施者)】 簡単に言うと、RTC-CANopen というのは、RT コンポーネントを CANopen にマッピングしたものです。したがって CANopen のプロトコルをサポートするものが、RT コンポーネントとして動いて、使えるということになります。

千葉工大さんが開発したものは、CANopen 対応のデバイスになりますので、私どものツールを使って、デバイスプロファイルに数行加えていただくと、RTC-CANopen のデバイスになるということです。

【小林委員】 この部分の仕事の予算はどれぐらいだったのでしょうか。

【水川(実施者)】 本来の知能化モジュールを開発するところも含めて、全部で 3 億円かかっていると思います。

【小林委員】 予算的には、これを切り出した形で予算がついたわけではないのですか。

【水川(実施者)】 加速案件として付いたのは平成 22 年度、23 年度で、トータルで数千万円のオーダーだと理解しています。

【五内川委員】 このプロジェクトに関して、自動車メーカーの反応というのはいかがですか。これはロボットが自動車化するというか、自動車がロボット化するというか、そういった相互乗り入れにかなり近づく話なので、今一番こういう技術を使う体力もあって、関心があるのは自動車メーカーだと思いますが、この辺の反応はありますか。

【水川(実施者)】 CAN 自体は既に自動車の中でずいぶん使われておりますので、自動車メーカーさんは馴染みのあるものです。ここについては、自動車メーカーからの特別な問い合わせはないのですが、例えば産業機器の生産技術部などから聞かれています。

ただ CANopen 自体は、エレベータ、電車、トラクター、そういった輸送機器や産業機器で非常に

実績があります。今までは分野ごとの独自のインターフェースを決めていたところを、RT コンポーネントのモジュール化をすることによって、彼らはコンポーネントの再利用性を上げて分野拡大をしたいと考えています。特に日常のサービスロボットに適用したいということで、これからオープンするフィールドの拡大に努力したいと言っています。

【奥乃分科会長】 それでは時間も来ましたので、どうもありがとうございました。次の説明をお願いいたします。

5.2.3 安全認証取得 RT ミドルウェアの開発について

実施者(株)セックの中本テクニカルマネージャより資料 7-2-3 に基づき説明が行われ、続いて質疑応答が行われた。

【奥乃分科会長】 それでは質疑応答をお願いいたします。

【梅田委員】 大変素晴らしいものを開発されたと思います。基本的なところが分かっていなくて恐縮ですが、RTMSafety の上で走るコンポーネントと、それから OpenRTM-aist の上で走るコンポーネントというのは、基本的には共通の同じものが走るという理解で良いですか。

【中本(実施者)】 そこは説明できていませんでしたが、違うものになります。実際に産総研さんが作っているのは、C++、Java、Python といった言語で開発できるのですが、RTMSafety は組み込みで軽量に使えること、そして安全性を確保するために C 言語で開発することになっているので、別のものになります。

【梅田委員】 言語系のところは違うとして、例えば誰かが C++ で OpenRTM 用に開発したものを RTMSafety 用に書き換えようと思ったら、その負荷は大きいものになりますか。

【中本(実施者)】 実際に仕様としては OMG で標準化されたものに準拠していますので、フレームは同じですが、言語が違うので、その移植が必要になります。そんなに手間ではないと思いますが、本当に安全性を確保しようと思ったら、それなりの作りにしなければいけないので、プロトタイプ的に作ったものがそのまま行けるかという、そこはまた違います。ただし持って行けるのは持って行けません。

【梅田委員】 ブリッジのところの絵がよく分からないのですが、そのブリッジがどういうふうに機能するのか、もう少し詳しく教えていただけますか。

【中本(実施者)】 産総研のミドルウェアは CORBA という通信プロトコルでコンポーネントの間は連携しています。しかし CORBA 自体は安全認証を取れるものがないということもあって、RTMSafety は実際には OS の間のプロセス間通信、タスク間通信を使って通信しています。

ここは実際にネットワークを介して繋がっていますので、こちら側のデータをこちら側に TCP のプロトコルで送って、それを受け取って、中で変換して渡すということが相互に出来るようにしています。

【奥乃分科会長】 そのところが良く分からなかったのですが、安全のところは RTMSafety と、上のアプリケーションのセーフティがあります。そして一番下の Kernel のところがセーフティになっているということですが、例えばネットワークのライブラリがハックされないというのも一つあると思います。そういうもの以外に、どこかが落ちてネットワークが切れた時に、それがそのまま回らないで、落ちたということが適切に出て、何かが行くというようなことがやられるようになっているわけですか。

【中本(実施者)】 安全認証を取った部分にはネットワークのところは入っていません。ネットワーク層をどう安全に確実に通信するかというところは、普通の Ethernet では出来ないで、今回の認証範囲

には入っていないのです。そこは今後の課題で、製品の範囲には入っていますから、継続して研究を続けるということで、産総研さんと協力しながらやって行くことになっています。

【奥乃分科会長】 それはどういうことが機能的に出来るのですか。例えばどこかの線が切れて、それが重要な線であった時に、それをディテクトできるというモニタ機能が提供されているということですか。

【中本(実施者)】 現状はそうです。エラーを検出して、それをアプリケーションに通知するという機能は持っています。

それをアプリケーションがどう判断して、止まるのか、何かするのかというのは、ロボットのアプリケーションによるので、そこまでは関知していません。

【奥乃分科会長】 その部分はプログラムを書かないと、事故モニタの情報を上げることはできるけれども、それを全部捨てて行ったら、何もならないということですね。

【中本(実施者)】 はい。

【奥乃分科会長】 分かりました。ありがとうございます。

【三宅委員】 安全機能ライブラリというのは具体的にどんなものなのでしょうか。

【中本(実施者)】 いくつかのことをやっているのですが、一つは実際にアプリケーションがすべて健全に機能しているかどうか、データの通信に遅れないか、そしてリアルタイム OS なので、決められた時間で処理が終わっているかといったことを検出するような機能、安全にシステムが動くために、それをフォローするような機能、それから OS や CPU でエラーが起きたという情報を吸い上げて、アプリケーションに渡す機能です。

そういうところは OS や CPU に寄りますので、その汎用的なアプリケーションを作ろうと思うと、その全部に対応しなければいけないのですが、間にミドルウェアがあることによって、そこを抽象化して通知することが出来るという機能です。

【藪田委員】 全然違う観点ですが、安全認証を得ると、将来これがないとロボットが使えなくなるというような規制が強いものなのか、それとも単にブランド的にあった方が良く売れるというものなのですか。

【中本(実施者)】 どうなるのか分かりませんが、ヨーロッパに関しては、ISO で販売自体が出来ないように規制するという文化があるので、そういうところではそうなるでしょうが、米国などがそういうところまでやるのかというと、そこはまた文化の問題なので、分かりません。二つの側面があって、そういう規制を通すためには必要になるか、もしくはブランドとして持っておくというものです。

【三宅委員】 発表者の方にお聞きすることではないかも知れませんが、午前中の話の中で、作業領域、移動領域、コミュニケーション領域の知能モジュールの話があり、その知能モジュール自体の安全のお話だったのではないかと思います。これはミドルウェアの安全ということだと思いますが、モジュールの方の安全についてはいかがなのでしょう。

【中本(実施者)】 それはこれからということだと思いますが、まずはモジュールの安全性を保証するためには、そこまでの積み上げがないといけないので、ようやくそういうものが出来たということです。

実際にこのミドルウェアを使って、産総研さんが安全な車椅子ロボットを開発されていて、その中でいくつかの安全なコンポーネント、モジュールが作られつつあって、それをいま実証しているところ。プロジェクトを終わった後ですが、それぞれで実証しているということになります。

【小林委員】 ちょっと未だ理解できていないのですが、例えば故障検出という観点で言えば、必ず OS の情報を上げる仕組みは今までのものも持っていたに違いないと思います。

機能のレベル、コンポーネントフレームワークと安全に資する情報も、むしろそういう情報が出ていなかったというのは不自然なような気がするのですが、ここで整備されたのはどういうレベルなのでしょう。

先ほど抽象化という言葉が出ましたが、それは OS 依存に整備して、RT のミドルウェアという観点で共通のものを出したというものなのか、おそらくそれ以上のものがあるに違いないと想像するのですが。

【中本(実施者)】 先ず抽象化したというところが一つです。あとは今までこういうライブラリがなくても、各アプリケーションでそこまで踏み込んで作っていたものを、こういうライブラリを作って、マニュアルにそういうことを書くことで、何かエラーが起きた時は、このファンクションの中に処理を書けば良いという形を決めたということです。

それをすることによって、漏れがなくなり、いろいろなアプリケーションを作る時に、同じ仕組みになります。既存でここまでやっておられる企業さんはこれを使う必要はないのですが、新しく機能安全対応のロボットを作る時のベースの知識になります。そこがミドルウェアとしてのポイントだと思っています。

【奥乃分科会長】 ドキュメントの整備もありますので、そちらについても質疑応答があれば、よろしくお願いします。

【梅田委員】 先ほどのロボット展で 2000 部配布したパンフレットを最後までザッと見せていただけませんか。

【中本(実施者)】 モジュールを組み合わせて、ロボットを安く早く作ろうという概念から、「今までの NEDO のプロジェクトでどんなことに取り組んで来ました」ということを書いていて、モジュールを組み合わせることで、いろいろなロボットが簡単に作れるということ、自律移動、物をつかむ、そしてコミュニケーションといった三つの分野で、いろいろなモジュールを作って来たということです。

すごくデフォルメして書いているのですが、こういうものを組み合わせることで、いろいろな機能を変えたり、再利用性が高まるということ、最後にこういう代表的なモジュールの一覧を載せています。

【細田分科会長代理】 7 ページの説明が良く分からなかったのですが、左側は高信頼性 RTC は認証済みで、通常の RTC と独立させているからエラーが伝播しないという意味なのでしょうか。

【中本(実施者)】 そうです。

【細田分科会長代理】 エラーが伝播しないという意味がよく分からないのですが。

【中本(実施者)】 完全にパーティションが分かれていますので、上で起こった異常のせいで下が止まるということがないということです。

【細田分科会長代理】 高信頼性 RTC は上の影響を受けないから、安全は保証できる。他のエラーによってクリティカルな事故は起きないということです。

【中本(実施者)】 上で何か死んだというのはきちんと分かるので、それで止まるなりという判断を下は取れるだろうということです。

【細田分科会長代理】 右も良く分からなかったのですが、これはどういう意味でしょうか。

【中本(実施者)】 コンポーネントベースで開発していますので。

【細田分科会長代理】 安全認証したものがエラーを発生しているような絵に見えるのですが。

【中本(実施者)】 そういうわけではなくて、横の間のエラーの伝播がないということです。

【細田分科会長代理】 安全認証の系の中でのエラーの伝播がないということですか。

【中本(実施者)】 そうです。コンポーネントが独立しているので、何かを変更した時でも、そこだけを変えれば良いとか、そういう意図です。

【細田分科会長代理】 ちょっと図の見方が分からなくて、静的から動的に対する伝播がないのかと思いました。

【中本(実施者)】 そうではありません。

【細田分科会長代理】 分かりました。

【奥乃分科会長】 その左側の図を見ると、緑色のライトウエイト RT ミドルウェアのところ、実は上から来るデータのチェックを厳重にしているように見えますが、そうするとせっかくライトウエイトなのですが、実はそこでデータのインテグリティのチェックがいっぱい入って遅くなるという気がします。それは大丈夫なのですか。

【中本(実施者)】 最低限のチェックは必要なので、もちろんやっております。あとは普通の Linux や Windows だけではなくて、組込みの OS で動くようになっていきますし、ライトウエイトということで、メモリのフットプリントも数十キロぐらいになっています。それが重い、重くないの判断は難しいのですが、そういうものではなくて、リアルタイム処理が出来るというものになっています。ただしある程度のオーバーヘッドはもちろんあります。

【奥乃分科会長】 それからドキュメントのところ、英文のドキュメントを作られたのかということ、あるいはいろいろなマニュアルがありますが、そういったものに対するクロスリファレンス、インデクシングなどがあって、いろいろなところへ移ることができて、有用な情報が見られるといった工夫がされておられるのでしょうか。

【中本(実施者)】 英語化も出来ていませんし、そこまでは出来ていません。それも必要だろうという議論はプロジェクト内でもあったのですが、この 5 年間の中ではちょっと出来ませんでした。それからインデックスなども、未だ出来ていません。

まずはきっちり作ったというところで、実施者の方にもマニュアルを渡しますし、公開して、見ていただくように工夫をしているのですが、今後、メンテナンスして行くということが大事だと認識しています。

【小林委員】 これはこうやって出来ています、仕様はこうなっていますというのは、あって当然のものであって、使おうと思っている人は一生懸命それを読むと思いますが、普通にちょっと使ってみたいという人はそんなに読んでくれない。

自分が使う観点から、どんなものが欲しいかという、典型的な問題があった時に、この知能モジュールをどのように活用することで解かれるのか。ソフトウェアというデザインパターンみたいなものに類した、要するに使う立場で利用しやすいようなものです。

先ほどエラーのところ、そのような形で典型的なパターンが用意されていて、そこへ引き込むような枠組みがあるということだったので、そういったものがドキュメントの枠組みの中でも、使いやすいというか、素人でも上手な使い方が出来るような仕組みがあると良いのではないかと思います。今後また検討いただければと思います。よろしく願いいたします。

【中本(実施者)】 先ほどのインデックスの話と同じで、どう入っていけるか、そのドキュメントに辿り着けるかということが大事だと思いますので、今後、改善等をして行きたいと思います。

デザインパターンという意味では、このロボットシステムのマニュアルに、これでここまでのことができるということをいくつか示しているので、後はそれをどう変えて行くかという出発点にはなると思って作っている面もあります。まずは、こう使えるんだという出発点にさせていただくのが良いと思っています。

【奥乃分科会長】 予定の時間が来ましたので、どうもありがとうございました。

(休憩、入替)

(非公開セッション)

5.2.4 実用化の実例と波及効果

(公開セッション)

6. 全体を通しての質疑

7. まとめ・講評

【藪田委員】 佐藤 PL の夢と現実と悩みが非常に良く分かりました。全体的にソフトを作って使ってみたという感じが見えたのですが、本当はその中にもものすごいノウハウが多くあった筈です。それが出て来ると、すごく良かったと思います。私はそこに宝物があると思っています。だから佐藤 PL の思いがもっと出て来た方が良かったと思いました。

この評価は数年後、何に使ってもらったのか、お客さんが何人ついたかということです。私はそれを見て、うまく行ったら、「おめでとう」と言ってあげます。以上です。

【三宅委員】 今の藪田委員のコメントで尽きている気もするので、余計なことはあまり言いたくないですが、やはりこのソフトウェア基盤の確立を国の事業でやったということは、反面教師ではないですが、ROS の話でもあったように、あれを考へても非常に時宜を得たものだったと思います。

今日 1 日、いろいろ形を変えて議論になったことは、これをどう継続して行くかということではないかなと思います。作って終わりではなくて、それを継続して行くためには、例えば機能のアップデートやメンテナンス、いろいろなことが必要になると思います。それを事業になるまでの間、5 年先になるのか、それまでの間、やはり何らかの形で支援をする制度というものが必要なのではないか。そういう枠組みが、もし NEDO で出来るのであれば、そんなことも考へていただければ良い。そう感じながら、今日は伺っていました。

【小林委員】 私は中間評価にも参加させていただいたのですが、事業の整理も出来ているようですし、ROS のような新しいものへの対応も良く出来ており、非常に素晴らしいと思って聞かせていただきました。

ただ、継続性を考へた時に、やはり難しい問題をかかり抱えているということも事実だと思ひます。私は RTM に対して、ROS のようなものが出て来ても、それと共存して、産業界に資するための基盤として非常に期待するものがあるのか、これが是非とも育つような形で継続の仕組みを作っていただきたいと思ひます。よろしくお願ひいたします。

【五内川委員】 私も中間に出させていただきましたが、その時と比較しても、最終成果としてはかなり前進している、大きな変化があったのではないかと感じています。

ROS の話、組込みの話、安全性の話にしても、広いところ、あるいはインフラ的なところで、かなり目配せが出来ていて、非常に素晴らしい成果だったと思ひます。

他の委員の皆さんと同じで、やはり継続性の問題がこれから問われるということで、仲間づくりと申ひますか、システムインテグレータをどうやって引き込むか、あるいはこれを普及させるために、どういふエバンジェリスト、伝道師を育てて行くか。更にそういう人たちを集めるコミュニティなのか、コンソーシアムなのかは分かりませんが、どういふ形でこの成果を社会に還元して行くかという仕組みづくりが次に問われるので、そちらも期待したいと思ひます。

【梅田委員】 目標が大変難しいプロジェクトだったと思ひますが、これだけ立派な成果を挙げられた関係各位に心から敬意を表します。

私も中間評価と今日も出させていただいて、非常に新しい話がいふいふ出て来て、ある意味びっく

りました。先ずセーフティの話が出て来たのは、今後の基盤として非常に有用だと思いましたが、ROS との連携の岡田先生の話も、それこそ中間評価の時には影も形もなかったのが、ROS が出来たことにこれだけパッと対応できている。迅速な展開が出来ているのは、本当に素晴らしいことだと思っています。ROS と RT ミドルウェアがこれからも良い形で共存しながら、ぜひ発展して行っていただきたいと思います。

これはどこでも言われる話で、原発の話でも言われていたのですが、プロジェクトで一定の成果が挙がっても、それが終わった後にアフターケアがなくて、どうしても技術の発展が続かない。そこはわれわれ日本が反省しなければいけないところだと思います。

このプロジェクトに関しても、ぜひ関係各位には、これは NEDO の皆様、あるいは経産省の皆様かも知れませんが、何らかの措置をお考えいただきたい。例えば RT ミドルウェアの発展にこれからも予算が付くようなメカニズムが出来れば良いと思います。また新たにロボットの大型プロジェクトが近いうちに立ち上がることを切に望んでおります。少し余計なことを言い過ぎましたが、どうもお疲れ様でした。

【細田分科会長代理】 今日是有意義な議論を聞かせていただいて、ありがとうございました。やはり先ほどから何遍もありますように、プロジェクトの結果の継続性というのは最重要だと思います。

ボランティアでやるのかどうかというのも非常に大きな話で、これは絶対にビジネスで回らないといけない話だと思います。卵か鶏かと思いますが、ビジネスになると思えば、メーカーはオープンでも何でも自分から全力で取り込んで、安全性も取り込んで、何でもやると思います。だからこれがビジネスとして行けるかどうかの見通しにすべてかかっている。

一つは技術的な見通しが立つかどうかという話で、RT ミドルウェアですぐに試せるというのは非常に大きなファクターだと思います。

ただ、自分で目指したいロボットや、システムの仕様や性能に見合ったものが、この RT ミドルウェアで出来るのかどうかという確証が得られないと、たぶんスタート出来ないと思います。そのためにはコストパフォーマンスも含めて、ちゃんと自前でしっかり見積もることができるシステム、体制、情報、技術を整備して行くことがこれからの課題だと思います。

さらに、サービスロボット等のシステムをなぜ作らなければいけないのか。社会が必要としているのかといったところが一番大きな問題だと思っています。

先ほど佐藤 PL から一つのサジェッションとして、サービスロボットを受け入れる社会の仕組みから考えなければいけないというお話がありました。文化を創り出すということに近いのかも知れませんが、それをいまは国家プロジェクトの対象ではないという理由で、あまり取り組んでいません。

これは難しく、受益者負担でやる話なのかも知れませんが、これからそういうところも切り込んでプロジェクトとしてやるということがあれば、未知の市場に向かう人たちには大きな福音になると思います。一緒に考えて行ける形に進めたら嬉しいと思います。

【奥乃分科会長】 皆さん方、5年間ご苦労様でした。私は事後評価だけなのですが、その間すごく大変だったと思います。特に最近のプロジェクトでは、プロジェクトが終わった時にやっと完成というのが昔のスタイルだったのですが、今は違っています。3年目ぐらいから、モノを出して行って、そこで評価をして行くということですので、プロジェクトをやること自体が厳しいですし、中間評価でいろいろなことを言われて、それに対応されて行くので、本当にご苦労があったと思います。

その中で、従来ですとライブラリを作るというようなことが多かったのですが、モジュール技術を作られて、いくつかのロボットに適用されて、その有効性を確認された。特に去年の3月11日に大震災がありましたが、それ以降、安全・安心というところに非常に注意が向けられています。中間評価以降、安全技術ということで、これはたぶん世界のロボット技術の中にはない技術だと思います。

国内だけではなくて、世界的に技術の先導性を示されたことに対して、非常に敬意を表したいと思います。

5年間やってこられたものを次にどうやるかというところですが、だいたい昔のプロジェクトは、プロジェクトが終わって大成功ということになると、後続のプロジェクトが続かないのです。もうそこで終わってしまいます。成功したのに、なぜもう一回やるのかということになります。

その辺りのところは、技術は螺旋で動いて行くので、要素技術とシステム技術、今回ですと、そのシステム技術のところで重要なことが言われたのですが、更に要素技術をもっと高めていかないと、システム全体が上がらないということです。

この螺旋の理論を NEDO、経済産業省がうまく組み立てられて、その次のステップ、次のプロジェクトを起こしていただいて、ロボット技術を更に発展させていただきたいと思います。

ヨーロッパ、韓国、アメリカといった辺りはロボット技術にすごくお金が投入されているのに、日本は先に行き過ぎたために、ある意味で少し元気がなくなっているところがありますので、そういったことも含めて、皆さん方の健闘をお祈りしたいと思います。

8. 今後の予定

事務局より資料 8 に基づいて説明が行われ、今後の予定が了承された。

9. 閉会

事務局の竹下部長からの挨拶の後、閉会した。

配布資料

- 資料 1-1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料 1-2 NEDO 技術委員・技術委員会等規程
- 資料 2-1 研究評価委員会分科会の公開について (案)
- 資料 2-2 研究評価委員会関係の公開について
- 資料 2-3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘について
- 資料 2-4 研究評価委員会分科会における非公開資料の取り扱いについて
- 資料 3-1 NEDO における研究評価について
- 資料 3-2 技術評価実施規程
- 資料 3-3 評価項目・評価基準
- 資料 3-4 評点法の実施について (案)
- 資料 3-5 評価コメント及び評点票 (案)
- 資料 4 評価報告書の構成について (案)
- 資料 5-1 事業原簿 (公開)
- 資料 5-2 事業原簿 (非公開)
- 資料 6 プロジェクトの概要説明資料 (公開)
 - 4.1 事業の位置付け・必要性及び研究開発マネジメント
 - 4.2 研究開発成果及び実用化の見通し
- 資料 7-1-1 プロジェクトの詳細説明資料 (公開)
 - 5.1 研究開発成果について

- 5.1.1 ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発
- 資料 7-1-2 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
 - 5.1 研究開発成果について
 - 5.1.2 ロボット知能ソフトウェア再利用性向上技術の開発
- 資料 7-1-3 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
 - 5.1 研究開発成果について
 - 5.1.3 有効な知能化技術モジュール群 ～オープンソースモジュール群～
- 資料 7-1-4 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
 - 5.1 研究開発成果について
 - 5.1.4 国際連携 RT ミドルウェアと ROS の連携
- 資料 7-2-1 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
 - 5.2 実用化の見通しについて
 - 5.2.1 本プロジェクトにおける実用化の考え方
- 資料 7-2-2 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
 - 5.2 実用化の見通しについて
 - 5.2.2 組込機器への RT ミドルウェアの実装
- 資料 7-2-3 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
 - 5.2 実用化の見通しについて
 - 5.2.3 安全認証取得 RT ミドルウェアの開発について
- 資料 7-2-4 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - 5.2 実用化の見通しについて
 - 5.2.4 実用化の実例と波及効果
- 資料 8 今後の予定

以上