

研究評価委員会

第1回「次世代ロボット知能化技術」(中間評価)分科会議事要旨

日時：平成21年 8月24日(月) 10:00~18:00

場所：大手町サンスカイルーム D会議室
東京都千代田区大手町2丁目6番1号 朝日生命大手町ビル27階

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長 白井 良明, 立命館大学 総合理工学院・情報理工学部, 教授
分科会長代理 高瀬 國克, 電気通信大学, 名誉教授
委員 青柳 誠司, 関西大学 システム理工学部 機械工学科, 教授
委員 小林 哲則, 早稲田大 理工学術院 情報理工学科, 教授
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, 社長
委員 三宅 徳久, パラマウントベッド株式会社 開発部, 主席研究員

<オブザーバー>

原田 祥久 経済産業省 製造産業局 産業機械課, 技術係長
矢野 友三郎 経済産業省 産業技術環境局 研究開発課, 研究開発調整官

<推進者>

岡野 克弥 NEDO機械システム技術開発部, 部長
月舘 実 同, 主任研究員
安川 裕介 同, 主査
影山 啓二 同, 主査
金山 恒二 同, 主任
松下 智子 同, 職員
吉村 香織 同, 職員
犬塚 同,
井上 博允 日本学術振興会, 監事

<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, PL
比留川 博久 産業技術総合研究所 知能システム研究部門, 研究部門長
原 功 同, 主任研究員
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
福永 和海 富士ソフト株式会社 技術本部 ロボット研究室, 室長
米澤 浩 IDEC株式会社 先端技術開発部 ロボティクスグループ, 開発リーダー
田中 健一 三菱電機株式会社 先端技術総合研究所, 副所長
横山 和彦 株式会社安川電機 技術開発本部開発研究所つくば研究所, 所長

小川 秀樹 株式会社東芝 研究開発センター 機械・システムラボラトリー, 主任研究員
油田 信一 筑波大学 大学院システム情報工学研究科, 教授
沢崎 直之 富士通株式会社 ビジネスイノベーション本部
ビジネスインキュベーション推進部, 統括部長付
木室 義彦 財団法人九州先端科学技術研究所 生活支援情報技術研究室, 室長
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
青山 元 富士重工業株式会社 戦略本部 クリーンロボット部, 部長
植原 啓介 慶應義塾大学 環境情報学部, 准教授
五十嵐 広希 京都大学 工学研究科 メカトロニクス研究室, 特別研究学生
水川 真 芝浦工業大学 工学部 電気工学科, 工学部長/教授
萩田 紀博 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, 所長
濱田 彰一 社団法人日本ロボット工業会 技術部, 部長

<企画調整>

村瀬 智子 NEDO総務企画部, 課長代理

<事務局>

竹下 満 NEDO研究評価部, 統括主幹
寺門 守 同, 主幹
吉崎 真由美 同, 主査
広田 健 同, 主査
峯元 克浩 同, 主査
室井 和幸 同, 主査

<一般傍聴者>

19名

議事要旨

【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）
- ・資料 1-1 及び資料 1-2 に基づき事務局より研究評価委員会分科会の設置について説明があった。
- ・白井分科会長挨拶
- ・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

2. 分科会の公開について

- ・資料 2-1 及び資料 2-2 に基づき事務局より説明があり、本分科会の議題 5 及び議題 6「プロジェクトの詳細説明」は、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

- ・資料 3-1～資料 3-5 に基づき事務局より研究評価の実施方法に関する説明があり、事務局案とおりました承された。
- ・資料 4 に基づき事務局より評価報告書の構成について説明があり、事務局案とおりました承された。

4. プロジェクトの概要説明

4-1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント、研究開発成果及び実用化の見通しについて

- ・資料 5-3 に基づき推進者及び実施者より説明が行われた。

4-2 質疑

- ・資料 5-3 に基づく説明に対し、以下の質疑応答が行われた。

<主な質疑内容>

- ・【質問】このプロジェクトの性格として、個別ロボットシステムとしての実用というのは考えないで、実用ロボットシステムをつくるためのコンポーネントを完備するのか？ 【回答】はい、そうです。
- ・【質問】中間評価で実用化の見通しというのは、判断するのはなかなか難しいが、どう考えればいいのか？ 【回答】プロジェクトが終わったあとに、外にいくら普及しようとしても、もう手遅れである。これからのステアリングは、それを頭に置いて、今日終わったあと外に向かうことを含めて実用化を考えていきたい。
- ・【質問】ロボットというもののシステムの特殊性を考えたときに、何がボトルネックになるかということ予想していて、それに対してどのような手段をとろうとしているのか？ システムの設計をしようとしたときに、典型的な例を挙げ、それを分析することが重要なのでそれを行っているという説明だが、その典型例としてどれぐらいの量を想定して分析したのか、その数は？ 【回答】モジュールはやはりロバスト性が一番大きな問題になる。つまり、モジュールができたとしても、それが本当にいろいろな環境で使えるのかどうかである。典型的な例を例題にして、ロボットを動かしてみながら、そのロバスト性を向上させていく。サブ WG で 1 年ぐらいどういうものが典型例としていいのかを議論し、最後にタスク、アーキテクチャーも含めてある一つの結論を出すということを行っている。作業をするということは基本的には判断システム、移動するということは自動的に移動するような側面と、もう一つは人間とインタラクションしながら操縦しながら動いていくようなタスクの例、さらにコミュニケーション

ンについては人間とコミュニケーションしながらどういうことをするのか、年度展開別に考えながらやっていくということを考えて設定している。

・【質問】モジュールをつかっていくところで、粒度の違いというか、ソフトウェアなどで統合させていこうという場合にいろいろな問題が出てくると思う。今回のプラットフォームとこのモジュールは最終的には相当オープンで開放されたとする、自由に開発者が入ってきて、粒度をかなりコントロールして、しかもプラットフォームに統合していける。そういう理解でよいか？ 【回答】基本計画書にはなるべく粒度を小さくすることとしたが、ユーザーによっては結構大きな粒度で、こういった機能を一まとめとして確かめてみたいということも起こる。そういう意味では、大きな粒度も小さな粒度も並列してつくっていかないといけないと思っている。

・【質問】初めから大きい粒度のものを用意するのと、小さなものを組み合わせて大きい粒度のものをつくってこれが大きいものですよと渡したとき、効率が非常に悪くなるとか、そんなことはないか？ 【回答】たぶんそれは起こると思う。おそらく小さなものを組み合わせて大きくつくるというのではないのではないか。やはり大きなものは大きなもので働くようなレベルでつくっていくということが大事で、そんなことを考えたい。

・【質問】モジュールをもらったり買ったりして、つないでやろうと思うが、企業で考えたときに、そこでつくったものをそのまま、いまみたいなかたちで実用化することができそうなのかどうかということについて議論したことはあるか？ 【回答】たぶんサービスロボットの実用化が行われたときに、いろいろなバリューチェーンができる。いわゆる産業ロボットのロボットメーカーが一翼を担うこともあり、サービスプロバイダのような、たとえば介護サービスをやっているような人たちがそれを提供することもあるのではないか。この種のモジュール群をそのまま使ってサービスをするような、そんなベンチャーも出てくるだろうし、可能にしたい。一方で、本当のサービスを提供するというより、むしろロボットとして深く切り込んでいこう、あるいは非常にコストを安く切り込んでいこうというメーカーにとっては、このモジュール群は、ロボットを開発する一つのツールにしかすぎなく、本当に最後に商売をするときは全部自分で作り直すと思う。そのとき、マニュアルが結構大事になるのではないか。

・【質問】事業化というところで、ソースはどのようにするのか？ 公開するのか？ 【回答】基本的に各実施者に任せている。現実的な解としては、大学、あるいは公的な研究機関でつくったものは、オープンソースがいい。企業さんのほうは、つくったものを全部公開するのは技術のセキュリティ的にもまずありえないので、たぶんバイナリ供給である。

・【質問】国際化に関して、基本的にはどれぐらい積極的に国際的に打って出るような発想なのか？ 【回答】Willow Garage という会社が毎年 60 人を無限に雇えるキャピタルを用意しましたということによって、ちょうどこのプロジェクトでやっているような規模と目的でやっている。基本はインフラを世の中に提供して、使ってくればそれでいい。ビジネスモデル的には、その中からインキュベーションして会社をつかって、それでキャピタルゲインで稼ぐということである。あとミュンヘン工科大を中心にした FP7 が、ヨーロッパでは非常に大きなプロジェクトである。アメリカでは、やはりいまの Willow Garage を中心とした勢力が大きい。国内の有力ベンダー、実際にインテグレーターの意見を聞くと、こういうモジュール化に関しても世界標準にならなければ、最終的に ISO を取れなかったら使えませんということなので、国際戦略が非常に重要である。組むとしたらこの二つだと思うが、しばらくは疎な連携でやる。具体的にいうと RT ミドルウェアと向こうの ROS を統合するのではなくて、ゲートウェー、ブリッジをつかって相互運用性を確保するというやり方でやろうと思う。

・【質問】ICRA のあと世界的に何かもう少しアピールしていくような場は用意されているのか。たとえば次の IROS とか、その次の ICRA とか、そういう話はあるのか？ 【回答】基本的には、国際会議みたいなものは非常に大事な場なので、それを利用してやりたいと思う。とにかく国際化を考えないと、あるいは国際的な協力体制を考えないと、こういうものは普及していかないので、絶対に出て行かないといけない。しかし自分たちの身のうちが固まっていないうちに出て行ってもボロボロになってしまうだけなので、そこは十分注意してやる。この中間評価が終わったあとがちょうどいい機会であり、国際ロボット展を国際的に打って出る第一歩にしたい。そこで踏み出

して、あとは各国際会議などでどんどん宣伝していければと思っている。RT ミドルウェアについては、オブジェクトマネジメントグループ、ソフトウェアの標準化コンソーシアムであるが、そちらで 2004 年から標準化活動をして、2008 年 4 月に公式標準案として採択された。標準化は非常に時間がかかるのですが、ICRA などをしてこにしながら、着実に進めていきたい。

・【質問】ハードウェアの依存性、たとえばコンポーネントとか機構、メカニズム、あるいはデバイスなどとの依存性、それをどこで吸収するのか？ このプロジェクトの中でハードウェア依存性に対してどのような考え方か？ それに関連して、機能の拡張性に対してどんなフィロソフィーで進められたのか？ 【回答】ハードウェアの依存性については、ソフトウェアとして非常に成功している例として、Windows がどうしてあんなに大きく普及したのか、やはり PC/AT のハードウェアの互換性があることが非常に大きくて、そういう意味ではロボットもある程度そういうことを考えないと推進しないのではないかと考える。具体的には①「ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発」の中にリファレンスモデルを入れて、移動作業になるのだと思うが、そこである程度標準的なものを考えながら、ソフトウェアプラットフォームの有効性を確認してもらおうという基本計画になっている。機能の拡張性については、一つはそれをモジュール群という格好で保証するのはやはり無理なので、最後はサブルーチン群まで落としていけるような、そこまで提供することを考えたい。もう一つは、マニュアルをかなり完全なものにして、どこに何を足したいときに何をにつくってあげればいいのかということまでわかるようにしたい。

5. プロジェクトの詳細説明

(非公開)

6. 全体を通しての質疑

(非公開)

7. まとめ・講評

<講評>

三宅委員：

非常に幅広い分野でそれぞれの方々がさまざまな内容の成果を努力されて出されている。ソフトウェア関係のプロジェクトということで、ソフトウェアはどうしても可視化がしにくい。機能モジュールが見えないということで、具体的なアプリケーションをやると、「何が新しいの？」と言われる。そういうジレンマがあるところで、非常にいろいろな努力をされているということを実感しながら、お話を伺わせていただいた。

ソフトウェアで一番大きい問題はクォリティアシュアランスというか品質管理だと思うが、お話をあまり伺えなかった。それをどういうふうに可視化していくのかが、これから望まれると思う。それからあと 2 年半、再利用のところにとりだけ具体的な力を注ぐかで、この成果がどれだけ広まっていくかが決まるという感触を受けた。

小林委員：

ロボットの開発効率を上げようということが根底にあり、非常に期待している。基本的にはソフトウェアの開発なので、ソフトウェアエンジニアリングでいろいろ言われていることが役立つと思う。トレンドでこういうことで言われているとか、そういう有識者の方をもうちょっと入れるという手もあると考える。

五内川委員：

パソコンとインターネットの世界では、モジュール化が普通に動いているが、ロボットでこれに近いことをやろうということで、かなり野心的な印象を受けている。中間評価でも非常に順調に進んでいる印象を受けている。ただ、ここからはパソコンやネットと同じで、研究開発だけではなくて、結局エバンジェリズムみたいな、いわゆるお仲間づくりとか、宣伝広告とかに成功したところが勝つみたいなのが歴史的にはある。2 年後にこのプロジェクトが終了するときには、どれだけのパートナーを呼び込めるかで勝負が決まると感じている。

その上で、いまモジュールをやっている方が最終製品までイメージして提案する力がどれくらいあるか

とか、またサービスプロバイダのほうから本当にこういうニーズがあるけれどもというところから逆算していったら、実はこんなモジュールが足りなかったとか、この機能ではだめだとか、逆にもっと絞り込んで安くしてくれとか、そういうニーズが本当に出てきたときに、ライブラリが揃っていれば回っていくのかなと思う。

ぜひ残りの2年は最終目標の達成とともに、実用化・事業化ということを考えていただければと思う。

梅田委員：

モジュール化あるいは標準化をキーワードとした非常にすばらしい研究、プロジェクトだと理解した。基本的に一番コアとなっている「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」との関係がうまく持った形でのプロジェクトもたくさんあり、それとは切り離されているけれどもモジュール化を意識して考えられているプロジェクトもあったが、このプロジェクト全体の中での位置付け、モジュール化・標準化というところから見て、わかりにくい。

青柳委員：

プロジェクトの意義がだんだんわかってきた。やはりハードウェアを抜きにしてはちょっと語れない。モータやセンサなどがあり、それらのドライバをつくったりすることで解決するようなことを目指しているのも、ものすごく期待をしている。また、アルゴリズムが提示されたらあとはつくればいいと思っていたが、そうではなくて、ある程度ものができていれば、それを使うほうが早いということもわかって、そういうことでも期待が持てる。

いままで自分が培ってきたソフトとか技術なりを使って、みんながバラバラにやっているような印象をちょっと受けた。いいものと悪いものに分けて、いいものを育てていくような方向にする。あとの2年間はもうちょっと絞ってやったほうがいいのかという感想を持った。

高瀬分科会長代理：

ロボットは実用化とか産業化に向かっているリードタイムが長い技術で、みんな苦労している。そこに新たなアプローチということで、このプロジェクトの仕組みそのもの、そしてマネジメントにも並々ならぬ努力を注いでいるので、非常に頭が下がる思いである。もう一段の努力を重ねていただいて、そんなに詳しくない人でも、マニュアル、教科書つくってそれさえ勉強すれば何とか RT コンポーネント化ができるような道筋をつけてもらえるとうれしいと感じた。あともう一つは共通化とか、一般化ということで、いろいろ努力されている。いいモジュールをつくれれば、インセンティブというか、何かいいことがあるよみたいなものを入れるとか、うまく整理することで、プロジェクト全体の効率とモジュールの汎化が必要だと思う。

白井分科会長：

次世代ロボットの知能化技術ということで、知能化自体はなかなか目で見ることができない。デモを見ても、いままでないようなハードが出てくるわけでもないし、いままでできなかったことをやるわけでもない。そうすると何がいいのかというと、ここで使っている技術はほかにも使えるということだが、これが非常に大事である。

まず RT コンポーネント化するのにけっこうマンパワーが要る。最初のそれをつくるのがけっこう大変なので、できるだけ自動化のモジュールをちゃんと整備していただいて、もっと簡単にできるようにしていただきたい。

それから、つくるほうは優秀な技術者を抱えているが、使うほうは必ずしもそうではない。もっと簡単に利用できるように、できるだけそういうことを考えていただきたい。しかもモジュール性を保つというのはけっこう難しいし、さらに能率をよくしなければいけない。このプロジェクトとしては、そこをちゃんとやることをうたい文句にし、こうやってモジュール化をやったと学会にも発表していただきたい。

8. 今後の予定、その他

資料8に基づき、今後の予定について事務局より説明

9. 閉会

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 5-3 プロジェクトの概要説明資料（公開）
- 事業の位置付け・必要性及び研究開発マネジメント・
研究開発成果及び実用化の見通しについて
- 資料 5-4 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
- ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発
- 研究開発項目①-1 <研究開発成果・実用化の見通し>
- 資料 5-5 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
- ロボット知能ソフトウェア再利用性向上技術の開発
- 研究開発項目①-2 <研究開発成果>
- 資料 5-6 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
- ロボット知能ソフトウェア再利用性向上技術の開発
- 研究開発項目①-2 <実用化の見通し:富士ソフト株>
- 資料 5-7 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
- 作業知能の開発 研究開発項目②③<研究開発成果>
- 資料 5-8 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
- 作業知能の開発 研究開発項目②③
- <実用化の見通し:三菱電機株>
- 資料 5-9 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
- 作業知能の開発 研究開発項目②③
- <実用化の見通し:株安川電機>
- 資料 5-10 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
- 移動知能の開発 研究開発項目④⑤⑥<研究開発成果>
- 資料 5-11 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
- 移動知能の開発 研究開発項目④⑤⑥
- <実用化の見通し:芝浦工業大学事業体>

資料 5-12 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）

移動知能の開発 研究開発項目④⑤⑥

<実用化の見通し：富士通株>

資料 5-13 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）

移動知能の開発 研究開発項目④⑤⑥

<実用化の見通し：富士重工業株>

資料 5-14 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）

コミュニケーション知能の開発 研究開発項目⑦

<研究開発成果>

資料 5-15 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）

コミュニケーション知能の開発 研究開発項目⑦

<実用化の見通し：(株)国際電気通信基礎研究所事業体>

資料 6 今後の予定

以 上