

組込みソフトウェアシンポジウム 2004 報告

渡辺 晴美†, 沢田 篤史†

2004年10月14日、15日に開催した組込みソフトウェアシンポジウム2004の概要について報告する。

Report on Embedded Software Symposium 2004

Harumi Watanabe†, Atsushi Sawada†

This article reports on overview of Embedded Software Symposium 2004 held on October 14-15, 2004.

1. はじめに

組込み産業界における従来の開発は、ノウハウの蓄積に基づいて行われていることが多く、ソフトウェア工学に基づいた技術の導入には消極的であり、また、すぐれたノウハウが世に出ることも稀である。一方で大学等の研究機関における研究成果が産業界へ適用されることも少なく、いわば、産学の壁が非常に高い状況であった。

このような状況を打破するために、本シンポジウムは、2002年より開催され、3回目を迎えた。盛況に終わった過去2回のシンポジウムでは、産学の壁を越え、多いに対話の機会を得ることができ、産学連携の土壌を育んできた。また、同時に従来のソフトウェア工学に基づいた技術の組込みソフトウェア開発への適用には、様々な問題が山積していることを確認することができた。そこで、2004年度は、「ソフトウェア工学を組込み開発に役立てるには？」をテーマにシンポジウムを開催した。特に、組込みへの技術適応の議論に加えて、ソフトウェア工学を実際に産業界に役立てるために不可欠な教育とツールに重点を置き、特別企画として、MDD ロボットチャレンジおよびツール展示を行った。参加の状況は下記の通りである。

大学: 29(講演者: 4を含む)

学生: 44

企業: 160(講演者: 7, 招待者: 3を含む)

地方公共団体・財団法人: 4

国立研究所: 8

報道関係: 9

以上の他に MDD ロボットチャレンジのみ科学未来館の来館者にも公開し、数人ではあるが小中学生を中心とした見学者があった。

論文募集のプロセスにおいては、できるだけ多くの研究成果・開発経験の発表を通じ、シンポジウムでの議論を喚起することを第一の目的とした。今回から、投稿カテゴリとしてフルペーパーの他にショートペーパーを新たに設け、研究途上の結果や速報的な内容の発表を可能としたのもその現れである。論文は、研究論文(フル・ショート)、経験論文(フル・ショート)、事例報告、ツールデモ報告の4カテゴリで募集し、それぞれ別の査読基準でプログラム委員による並列査読を行った。シンポジウムでの議論喚起という目的を達するため、論文査読にあたってはできるだけ採録に導き、論文の質をより良くするためのアドバイスを著者へコメントいただくよう委員に依頼した。結果として、論文(研究・経験)においては投稿22編中21編を採録(フルペーパーでの投稿をショートペーパーとして採録したものも含む)とし、事例およびツールデモ報告においては投稿 11 編中 10 編を採録した。

以下、基調講演、論文発表、ワークショップ、ツール展示、MDD ロボットチャレンジ、パネルディスカッションについて述べる。

2. 基調講演

基調講演には産学の両方から第一人者をお招きして組込みシステム開発におけるソフトウェア工学の役割や期待についてお話をいただいた。

学術界からは、名古屋大学情報科学研究科の阿草清滋氏に、「ソフトウェアとデザイン」というタイトルでご講演いただいた。その中で、これまでのソフトウェア

†東海大学 開発工学部 †京都大学 学術情報メディアセンター

工学の歩み、今後取り組まなければならない課題、組込みシステム開発の現状、組込みシステムにとってのソフトウェア工学の課題といった、幅広い話題について大変示唆に富むお話をいただいた。日々肥大化する規模の問題に正面から取り組まざるを得なくなった組込みソフトウェア開発の現状は、まさに(非組込み)ソフトウェア工学の黎明期に相当しており、組込み開発へのソフトウェア工学の適用にあたっては、過去に学びながら適切な技術を適切な場所に適用していかなければならないことなどが強調された。

一方、産業界からは、松下電器産業(株)ソフトウェア開発本部の今井良彦氏に、「ユビキタス時代のデジタル家電と組込みソフトウェア」というタイトルで、急ピッチでデジタル化が進む家電とそのソフトウェア開発現場が抱える問題点、統合ミドルウェアなどの基盤整備による生産性向上に向けた取り組みなどについてご紹介いただいた。デジタル家電の現場においても、ネットワーク化、機能の多様化・複雑化に対応するため、ソフトウェア工学技術やオープンソースに対する期待、また学術界の組込みソフトウェア工学への取り組みに対する期待が大きいことが強調された。

3. 論文発表

採録された論文は、類似するテーマごとに分類され、論文の種別(研究/経験・フル/ショート)とは関係なくセッションが構成された。セッションのテーマは、要求、ハードウェア、品質・テスト、ユビキタス・モバイル、教育、設計・モデル、形式手法の七つで、それぞれに活発な議論が交換された。各論文の詳細についてはシンポジウム予稿集をご覧いただきたいとして、ここでは各セッションの概要について紹介する。

要求セッションにおいては、3件の発表があり、非正常事象に対する取り組みについての論文(2件)と、シーケンス図を用いた要求分析手法に関する論文に対する講演が行われた。このうち、非正常系に関する取り組みは、外部環境と密接な関係があり、また厳密な品質保証が必要となる組込みシステムにとっては今後取り組まなければならない話題ということで活発な議論が行われた。

ハードウェアセッションでは、組込みOSにおける保護機能の実装に関する論文とハードウェア・ソフトウェア協調設計・協調シミュレーションに関する論文が発表された。

品質・テストセッションでは、3件の発表があり、テストケースの自動生成・テストシナリオに基づく自動テスト

手法に関する実践報告、組込みソフトウェアの品質向上活動を通じた経験の報告が行われた。いずれも実際の組込み開発現場に対してツールや手法などを適用した結果得られた知見を紹介するもので、組込み現場へのソフトウェア工学技術の適用事例として聴衆の参考になったと考えられる。

ユビキタス・モバイルセッションでは、携帯端末、ネットワーク家電、ユーザインタフェース、それぞれのドメインからの成果についての論文が3件発表された。

教育セッションでは、本シンポジウムの特別企画であるMDDロボットチャレンジとも関連する、ロボットコンテストについての報告が3件発表された。組込み技術者の育成に関する取り組みとしてそれぞれに注目を受け、活発な議論が行われた。

設計・モデルセッションでは、アスペクト指向、MDA、開発ツール、パターンなど、組込み業界でも注目され始めたキーワードに関する最新の研究報告が3件行われた。

形式手法セッションでは、センサーのモデル化、ロボット制御プログラムの生成手法、安全性検証に関する3件の論文が発表された。

これら広範囲にわたるテーマについて行われた研究論文・経験論文の発表では、最新の研究シーズから現場での実践事例にいたる幅広い話題で意見交換や討論が行われた。セッションに加わっていただいた発表者、座長、聴衆の皆様が積極的なご協力をいただいたお陰で、ソフトウェア工学技術を組込み開発に役立てるための土台を醸成することができたのではないかと考えている。



図1 ワークショップの様子

4. ワークショップ

ワークショップは、事例ワークショップおよびツールワークショップを行った。

事例ワークショップでは、2 件の事例、「車載端末への Java 技術的用途とテレマティクスへの応用」、「UML モデル品質測定の指標」が紹介され、(1)技術が適用されたコンテキストは何か、(2)技術の適用が期待できないコンテキストは何か、(3)技術の適用による効果は何か、(4)技術の適用を阻害する要因は何かなどについて議論が行われた。

ツールワークショップでは、産業に役立つツールにはどのような技術が必要であるか、また、最先端の技術をどうすれば実用的なツールに組み込んでいけるかについて議論した。産業界から現状および現場から見て組み込みの難しさは何かについて、学業界からは、学業界の技術の現状、将来どのような技術が実用的ツールとして実現されるかについて紹介いただき、有意義な実用的なツールを新発見させるために産学の両者が何を行い、どう連携していけばよいかを議論した。

5. ツール展示

企業 6 社、大学 3 校から展示があった。製品化されたツールの多くは、様々なツール間連携を行い、非常に多機能である。そこで、今回は展示に加えて、テーマを絞っていただきショートペーパーとしてまとめた。その結果、UML モデリングツール、要求管理・構成管理ツール、形式手法に基づいた開発支援ツール、抽象解釈を用いたソフトウェアテスト手法、組み込み向き MDA、MDD 開発環境を主題とした紹介があった。大学側からは、プログラム理解ツール、リファクタリングのための類似コード抽出ツール、C 言語と Java に対する細粒度リポジトリとそれに基づいた CASE ツールプラットフォームの展示があった。展示会場が論文、チュートリアルセッションの向かいであったこともあり、多くの参加者が足を運び、産学間で多めに議論することができた。

6. MDD ロボットチャレンジ

組み込みシステムは、必ずハードウェアを制御するためのソフトウェアを含む。特にこのハードウェアを制御するソフトウェアの開発技術の教育は容易ではない。ハードウェアの知識に加え、ソフトウェア工学で知られている各種モデリング技術を適切に応用することが求められるためである。また、組み込みの定義は非常に広く、共通の課題・言葉で議論することは難しい。

そこで、本シンポジウムでは教育および研究の共通事例となること、学習の動機付けとなることを目指し、ある程度の複雑さとコンパクトな規模であることを前提としてテーマを選定し、飛行船の自動操縦に取り組んだ。

MDD ロボットチャレンジは、全 6 チームが参加し、モデル審査、航行審査によりコンテストを行った。また、コンテストに加えてチャレンジャーワークショップ、審査員ワークショップを開催し、一つの課題に対する複数のモデルの解についてシンポジウム参加者を交え議論を行った。MDD 技術の向上に貢献できたと考える。

本チャレンジの教育への効果は非常に高く、「大学 4 年分の勉強をした」と学生達から言われたほどである。また、単なる知識の獲得に留まらず、深い興味、学習への動機付けに効果があった。C 言語も不十分、ハンダゴテも握ったことのない学生が、一人で回路図面を引き、モデルを構築しプログラムを作成することができるようになり、シンポジウム終了後も積極的に研究に取り組んでいた。また、準備・指導にあたった企業の方々、研究者からも学ぶことが多かったという感想を聞いている。本チャレンジ準備にあたり、複数の講習会の開催、実験などをチャレンジャーが一同に介し行うことが多く、遠方のチームとも緊密に連絡を取りながら準備および開発を進めていった。本チャレンジはコンテストというよりもチャレンジャー全員が一塊となり企画を作り上げたという雰囲気であった。図 2 は学生と企業の方で深夜遅くまで準備を行っている様子である。準備もさることながらシンポジウム当日に産学連携の姿を実例として示した意義は大きい。

今回、会場が日本科学未来館で開催したこともあり、チャレンジのみ一般来館者にも公開し、人数は多くなかったが小学生などの見学もあった(図 3)。一般の方々、特に将来を担う小中高生にも見学していただき、少しでも興味を持っていただくことは、今後のソフトウェア工学の発展にとって重要であると考えている。日本科学未来館の趣旨の一つに、来館者と研究者との直接的な触れあいという事項があり、日本科学未来館側にも好評であり、2005 年度開催予定の MDD チャレンジについて協同研究が予定されている。

さらに、本チャレンジは、シンポジウム終了後、石川テレビをはじめ様々なメディアで紹介された[2]-[7]。本チャレンジの詳細については、シンポジウム別冊「MDD ロボットチャレンジ 2004～産学連携による組み込みソフトウェア開発の実践～」に掲載する。本チャレンジ開催にあたり、後援団体の多大なるご協力により、無償で開発ツールおよびハードウェア、チャレンジャーへ

の教育機会・場所などをご提供いただいた。

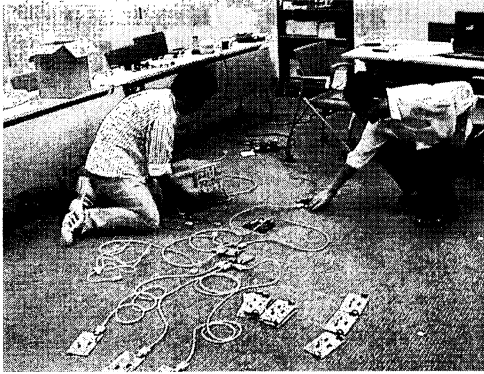


図 2 MDD ロボットチャレンジのハードウェア開発((株)東陽テクニカ テクノロジー インターフェースセンターにて)

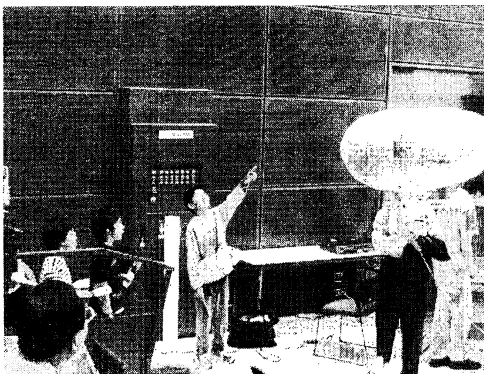


図 3 MDD ロボットチャレンジの会場の様子(小学生の見学)

7. チュートリアル

本シンポジウムでは 5 つのチュートリアルを行った。シンポジウムのテーマである「ソフトウェア工学を組み込み開発に役立てるには？」を目指し、ソフトウェア工学・組み込み開発の基礎から実践に関するチュートリアルを行った。下記にその概要を紹介する。

- 落水浩一郎 北陸先端科学技術大学院大学
「ソフトウェア工学と組み込みシステム開発技術」
ソフトウェア工学の諸原理とそれらを反映する各種ソフトウェア開発技術について紹介があり、それらの基礎知識を組み込みソフトウェア開発に適用するための問題

点、解構築への指針について示された。諸原理として、まず何故ソフトウェア開発が困難であるかについて F.Brooks, Jr の複雑性、適合性、変更可能性、不可視性について引用され、ソフトウェア工学が与えた解として、厳密性と形式性、関心の分離、モジュラリティ、抽象、変更のよき、汎用性、インクリメンタリティを挙げられた。原理を反映した開発技術として、オブジェクト指向技術、アスペクト指向技術、フィーチャ指向分析とプロダクトライン、ユースケース駆動統一プロセス、アジャイルメソッド、UML を取り上げられた。さらに、原理や技術を適切に使いこなし、発展させていくには、組み込みシステムの分野ごとに準備された事例研究を特定の方法論に従って各自解決していくシステム開発の模擬体験が必要であることを述べられ、組み込みシステム開発にあたっての問題点を、原理、解、技術の相互関係に基づき論じられた。

- 田村直樹 三菱電機(株)
「組み込み向けオブジェクト指向ソフトウェア開発手法」：まず、組み込みソフトウェア開発の特徴として、制御を目的とするソフトウェア、ソフトウェア実行環境の独自性、明確な非機能要求を挙げられ、また開発プロセスの特徴について述べられた。次に、代表的な組み込み向けオブジェクト指向開発手法として eUML、ROPEs について紹介された。最後に現場の立場からオブジェクト指向開発技術を導入する手順について解説された。
- 鶴林尚靖 九州工業大学
「アスペクト指向」：組み込みソフトウェアの設計の困難さとして、まず現在のソフトウェア技術の機能的合成可能性が物理的合成可能性を意味するものではないことを示され、実際、物理特性は合成可能ではないこと、開発プロセスにおいて、横断的制約として現れ、設計を難しくしてしまう可能性があることを指摘された。また、組み込みソフトウェアの構造では、最適化、メモリ制約、ハードウェア特性、応答性が、機能と横断的に関わることについて述べられた。以上のような横断的な性質を解決する鍵となるアスペクト指向について基礎から、代表的なプログラミング言語である AspectJ、パターン、MDA にいたるまで解説があり、事例についても紹介された。

- 山田正樹 (有)メタボリックス
久保秋真(株)テクノロジックアート
「モデル駆動開発におけるアクション言語の現状と今後への期待」: MDD においてプラットフォーム非依存な振る舞いを命令的に記述する手段であるアクション言語について紹介された。MDA/MDD の基礎、アクションセマンティクスとアクション言語、標準化の動向について述べられ、アクション言語で記述した例が紹介された。特にアクション言語に関する誤解を解くことを目指し、プログラミング言語の記述との違いについてなども述べられた。
- 尾崎文夫, 末廣尚士, 成田雅彦:「RT ミドルウェアの展開」: RT(Robot Technology)ミドルウェアについて、社会的背景、および、二つの方向性として、RT 技術のモジュール化のフレームワーク(RT コンポーネント)、RT コンポーネントをプログラムとして実現するための支援ツール(狭義の RT ミドルウェア)について紹介され、RT コンポーネントを利用したサーボプログラムについて例示された。また、ロボットをネットワークに接続するための共通なインタフェースである RoboLink についてプロトコルの特徴からプログラミングについて説明があり、ツールデモも行われた。さらに、オープンロボットコントローラーアーキテクチャ(ORCA)、ロボット言語 Python についても紹介された。

8. パネルディスカッション

「組込み開発におけるソフトウェア工学の役割」というタイトルでクロージングパネルを行った。パネラーを以下のとおりである。

- コーディネータ
落水浩一郎 北陸先端科学技術大学院大学
- パネラー(発表順)
酒匂寛 (株)豆蔵
渡辺政彦 キャッツ(株)
山本晋一郎 愛知県立大学
二上貴夫 (株)東陽テクニカ

上記の方々から、各々、ソフトウェア工学の諸原理とそれを反映する開発技術、リエンジニアリングの事例、ソフトウェア工学の技術をツール化し産業界へ導入した経験、研究成果を実用レベルのツールへと実現した経験、UML ロボットコンテスト・MDD ロボットチャレンジ

からの組込み教育について紹介していただいた。

以上の前半の話題についてコーディネータをはじめとする3人の方々に、産業界適用への課題についてご紹介いただき、後半のお二方には、ソフトウェア工学に基づいた技術を産業界に役立てるために、ツールと教育の視点からご語っていただいた。

特に話題となった点は、抽象と複雑さである。例えば、役に立った抽象化はアセンブラ→C 言語→タスクである、ビギナーはクラスとインスタンスを混同するなどという意見が出された。規模、コスト、性能に応じた開発方法が求められており、これらを解決するには、適切な抽象と複雑さについて説明しなければならない

また、テストについても話題になり、発展途上であり、ソフトウェア工学への期待を確認することができた。

9. おわりに

本稿では、2004年10月14日、15日に開催した組込みソフトウェアシンポジウム 2004 の概要について報告した。基調講演では、ソフトウェア工学の歩みに基づき、過去に学びながら適切な技術を適切な場所に適用しなければならないこと、デジタル家電の現場においてもソフトウェア工学の適用が望まれていることが確認された。論文発表では、要求、ハードウェア、品質・テスト、ユビキタス・モバイルと広範囲にわたるテーマについて、最新の研究シーズから現場での自薦事例にいたる幅広い話題で意見交換や討論が行われた。チュートリアルでは、ソフトウェア工学の基礎から応用事例まで紹介があり、クロージングパネルではそれらをもとに議論を行うことができた。組込みソフトウェアでは規模、コスト、性能に応じた開発方法が求められており、実現しソフトウェア工学を役立てるためには、適切な抽象と複雑さについての説明の必要性について確認された。

また、ソフトウェア工学が産業界で役立つためには、(方法などを含む広義での)ツール、(導入などを含む広義での教育)教育という形になること、冒頭で述べた本シンポジウムの背景の一つである産学連携という立場から、本シンポジウムではツールと教育について特に力点を置いた。ツールに関しては、ツール展示に加えてツールワークショップを開催し、産学間で多めに議論を行う場を提供できた。教育に関しては MDD ロボットチャレンジを開催し、多めに効果を得ることができた。また、チャレンジの参加チームは、連携が明示されていないチームもあるが、学生のみチームは産業界からの多大なる支援および指導を受けており、企業のみの

チームも学生と度々議論をしながら開発を進めた。すなわち全てが連携チームであり、産学連携の事例として示すことができた。

以上より、冒頭で紹介した本シンポジウムのテーマである「ソフトウェア工学を組込み開発に役立てるには？」について、産学を交えて多くの議論および意見交換を行うことができ、組込みに関する研究および産業に非常に有益であったと確信する。一方、各々のセッションおよび企画において多数の課題が明らかになった。今後も継続してこれらの課題について議論していくことが望まれる。

謝辞

本シンポジウム開催にあたり多大なご尽力をいただいた後援団体の皆様、およびプログラム実行委員の皆様、に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 渡辺晴美, 沢田篤史 編, “組込みソフトウェアシンポジウム 2004 論文集”, 情報処理学会シンポジウムシリーズ Vol. 2004, No. 10.
- [2] IT media
<http://www.itmedia.co.jp/lifestyle/articles/0410/15/news007.html>
- [3] 組込みネット
<http://www.kumikomi.net/article/photo/2004/13mdd/index.html>
- [4] 静岡新聞 2004年10月23日 総合
- [5] 日本情報産業新聞 2004年11月1日 3面
- [6] 日経ものづくり 12月号 p.15
- [7] Design Wave MAGAZINE 1月号 付録 CD