

# 進化する組込みシステム

## — 連続セミナー 2009

事業推進委員会

平山雅之 (株) 東芝 ソフトウェア技術センター

かつて駅の改札では鉄のリズミカルな音が響いていた。しかし最近の駅では鉄の音の代わりに自動改札のピィという音が響いている。改札を抜けて乗り込む車両も車掌はおろか運転士さえもない自動走行の車両も増えてきている。このような駅の風景の変遷をみても分かるように、我々の身の回りはこの四半世紀の間にさまざまな電子機器が普及することによって大きく変わってきた。そしてこの電子機器の多くはいわゆる組込みシステムによって実現されている。情報処理学会ではこのように我々の生活を大きく変えていく原動力となっている組込みシステムに焦点をあて、現在の技術を総括し、この先の技術進化を考えていく連続セミナー「進化する組込みシステム」を企画し開催している。本稿ではこの連続セミナーについてその概要などを紹介してみたい。

### 連続セミナーとは

今年度の連続セミナーの紹介に入る前に、まず連続セミナーとはどのようなものかを紹介しておきたい。連続セミナーは情報処理学会が扱うさまざまな技術領域の中から毎年ホットな領域を選び、その領域に関する話題について6回連続したセミナーを行うものである。

たとえば、最近では、2007年度に「情報セキュリティ」、2008年度に「インターネットの進化」といったテーマを設定しており、本年度は我が国のものづくり産業を支えている組込みシステムにフォーカスを当てている。

連続セミナーの特徴的なところは、連続して6回、まるまる6日間を費やして、そのテーマについてさまざまな視点から、最近の技術的な話題、最先端の研究の話題、あるいは海外の動向などを幅広く紹介していく点にある。情報処理の分野では、さまざまなセミナーが企画されているがその多くは単発であったり、長くても1日程度のものが多く、あるテーマについて特定の視点から掘り下

げているスタイルが多くを占めている。これに対し、連続セミナーでは6日間をフルに使い、広く深くその分野についての理解が得られる点が大きく異なっている。また、連続セミナーではセミナー全体のコーディネーターや各回のコーディネーターをその分野で現在活躍されている第一人者をお願いしており、彼らの目で見、それぞれのテーマに最もふさわしいと考えられる方々を講師として招聘し講演いただいている点も特徴の1つである。たとえば今年度は組込みシステム分野ということで情報処理学会の組込みシステム研究会で活躍されている幹事・運営委員の方々にご協力いただいて全体のコーディネーターなどを行っている。

セミナーの開催は表-1のように8月を除き6月から毎月1回のペースで12月までを予定している。

### 連続セミナー「進化する組込みシステム」

今年度の連続セミナーでは冒頭に記したように組込みシステムを取り上げている。組込みシステムの定義はさまざまであるが、「装置や機器に組み込まれて動作するコンピュータシステム」という理解が昨今の組込みシステム事情を最もよく反映した定義であると考えられる。この定義に従うと携帯電話、テレビといった民生用

回	月日	タイトル	コーディネータ
第1回	6月8日	組込みシステムの現状	平山雅之 (東芝/IPA)
第2回	7月21日	組込みソフトウェアプラットフォーム	中本幸一 (兵庫県立大)
第3回	9月8日	組込みハードウェアプラットフォーム	井上弘士 (九州大学)
第4回	10月7日	プラットフォーム時代の組込みアプリケーション開発	宿口雅弘 (名古屋大学)
第5回	11月11日	組込みシステムの高信頼化-V&V	沢田篤史 (南山大学)
第6回	12月4日	組込み基盤ソフトウェアの課題	中島達夫 (早稲田大学)

表-1 連続セミナー開催日とコーディネータ

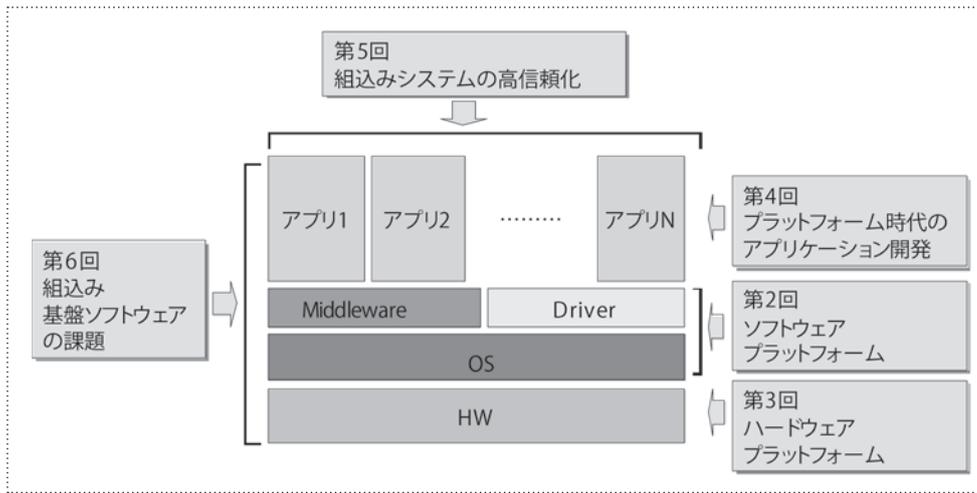


図-1 組み込みシステムの構成とセミナー各回の関係

の機器システムから自動改札機、電車、あるいは銀行のATM 端末などの社会インフラ機器まで我々の身の回りにあるかなりの機器がこの範疇に入ることになる。これらの組み込みシステムの多くは、各種センサやアクチュエータとともに回路や計算機(マイコン)などのハードウェア、マイコンの上で動作するソフトウェアなどさまざまな要素が組み合わされて、多様な機能の実現が図られているのが特徴である。そして、さらなる特徴として、これらの要素技術は近年のデバイス技術の進化、情報技術の進化などによって常に止まることなく進化を続けている点が挙げられる。このため組み込みシステムを理解するためには、組み込みシステムを構成するそれぞれの要素技術に対する理解とともにシステムとしての総体に関する理解とそれらの進化の方向性を正しく理解することが必要になる。こうしたことを背景に本年度の連続セミナーでは「進化する組み込みシステム」の姿を正しく理解し、この先、組み込みシステムがどのような姿に変遷していくかについて、この分野に携わる専門家の目から見た話題を提供していくことを予定している。第1回のセミナーは今回の連続セミナー全体を俯瞰した内容であり、続く第2回から第6回のセミナーは図-1に示すように、組み込みシステムを構成するソフトウェア要素、ハードウェア要素、組み込みアプリケーションの動向、組み込みシステムの信頼性、組み込みシステムを構成する基盤ソフトウェアなどの観点を順次取り上げて、最近の技術動向や研究動向の紹介をしていく。

また、学会主催のセミナーというと、大学教員による難しい話を想像される方が多いかもしれないが、今回の連続セミナーでは、大学で最先端の研究をされている方のみならず、自動車や電機など産業界で実際に組み込みシステム開発に携わっていらっしゃる方々にも講師としていらしていただき、より具体的な事例なども話題に盛り込んでいただくようお願いしている。本稿が掲載され

る時点では、すでに第2回までは終了しているため、以下では第1回、第2回のサマリと第3回以降の概要紹介をしておく。

## 連続セミナー第1回

今年度の連続セミナー第1回は6月8日に約150名ほどの方々にご参加いただき東京電機大学で開催した。初回のセミナーではこの連続セミナーで扱う組み込みシステムというものについてその特徴や課題点をベースに、第2回目以降のコーディネータの方々なども交えて連続セミナーの全体概略的な話題提供が中心となった。セッション1では今回の連続セミナー全体のコーディネータである平山雅之(筆者)から組み込みシステムの定義や組み込み産業の広がりの様子や組み込みシステムが持つリソース制約、ディペンダビリティ、リアルタイム性、ユーザビリティ、多様性など組み込みシステムが持つさまざまな特徴について方向付けのための説明を行った。またセッション2では第2回目のコーディネータを務める中本幸一氏(兵庫県立大学)から組み込みシステム向けのOSなどの話題を中心にソフトウェアプラットフォームに関する概説をお話いただいた。セッション3では第3回目のコーディネータを務める井上弘士氏(九州大学)から最近話題のマルチコアプロセッサなどのハードウェアプラットフォームに関する概説をお話いただいた。セッション4は連続セミナー初回のスペシャルゲストとして東京大学の坂村健氏をお迎えし、組み込みシステムに関する欧州、米国などの取り組み紹介や国内の組み込み産業の取組み方向性に関する示唆などをいただいた。セッション5は第4回目のコーディネータを務める宿口雅弘氏(名古屋大学)からプラットフォーム時代の組み込みアプリケーションについてお話いただいた。そしてセッション6では第5回目のコーディネータを務める沢田篤史氏(南山大学)から、

要求工学とディペンダビリティなど組込みシステムの高信頼化の最前線について紹介いただいた。

## 連続セミナー第2回

連続セミナー第2回は第1回の総論を受けて、7月21日に同じく東京電機大学で開催した。第2回のメインテーマは「組込みソフトウェアプラットフォーム」を取り上げた。多くの組込みシステムでは、組み込まれたマイコン上で動作する組込みソフトウェアがその機能実現の中心的な役割を担っている。一方で、組込みシステムの機能規模の増大に伴い、これらの組込みソフトウェアの規模も増大の一途をたどっており、品質の良い組込みソフトウェアをいかに効率的に開発するかがきわめて重要な課題となってきた。こうした中、組込みソフトウェアの分野ではソフトウェアプラットフォームをいかに構築し活用していくかがポイントの1つとなっている。セッション1では第2回のスペシャルゲストとして名古屋大学の高田広章氏をお招きし、現在の組込み業界で広く利用されている TOPPERS の次世代対応などについてお話いただいた。セッション2では安全な組込みシステムの実現という視点からマイクロカーネルによる安全技術について(株)フォー・リンク・システムズの中村和夫氏にお話いただいた。セッション3では携帯電話の分野で昨今話題をさらっている Android の特徴と利用方法について(株)アプリックスの平山順一氏にお話いただいた。セッション4ではロボット分野にフォーカスし、ロボット制御ソフトウェアを念頭においたミドルウェアについて産総研の安藤慶昭氏にお話いただいた。

## 連続セミナー3回目以降

さて上記はすでに終了した今年度の連続セミナーの初回、第2回のサマリであるが、次に第3回目以降の主なトピックについて紹介してみたい。第4回目は10月7日を予定しており、恐らくこの原稿が掲載された時点でも申し込み可能であると思われる。

### ■ 第3回 組込みハードウェアプラットフォーム

まず9月8日に予定している第3回のセミナーでは組込みハードウェアプラットフォームを取り上げる。組込みシステムを支えるハードウェア技術は日進月歩であり、近年では複数のプロセッサを搭載したマルチコア技術の実用化や再構成可能なハードウェア/プロセッサ技術などが注目を集めている。第3回のセミナーでは、こうした技術トレンドを受け、マルチコアなどの話題や Cell Broadband Engine の事例、産業界のハードウェアプラッ

トフォームの事例としてパナソニックの UniPhier などの紹介を予定している。また、スペシャルゲストとして東京大学の桜井貴康氏をお招きし組込みハードウェアの今後などについてお話をさせていただく予定である。

### ■ 第4回 プラットフォーム時代の組込みアプリケーション開発

10月7日の第4回セミナーではプラットフォーム時代の組込みアプリケーションに焦点を当てる。近年の組込みシステムの多くはビジネス的に製品系列を意識した開発が基本となっている。こうしたことを背景にセミナーでは組込みシステム開発におけるプロダクトラインの考え方や、組込み機器とエンタープライズ分野との融合などについての講演が予定されている。また、ビジネスとしての組込みシステム開発は国際競争の中で標準化がきわめて重要になりつつある。これについてトヨタ自動車から車載電子システムの標準化について紹介をさせていただく予定である。また第4回のスペシャルゲストとしてパナソニックの梶本一夫氏に家電アプリケーションについてお話いただく予定である。

### ■ 第5回 組込みシステムの高信頼化

11月11日の第5回セミナーでは組込みシステムの高信頼化についての話題提供を予定している。組込みシステムは常に自然環境や人間社会と密接な関係を持ちながら動作することを特徴としている。この性質から組込みシステムには常に高い信頼性が期待され、その期待はますます大きくなっている。第5回では高い信頼性に対する期待に応えるための技術として V&V (正当性検証と妥当性確認) の関連技術について紹介していく。主な話題は品質の測定と可視化、テストなど V&V の中でも特に重要なテーマを紹介していく。また実際の企業における事例として車載ソフトウェアの信頼性の話題なども予定している。またスペシャルゲストとして、昨今話題の形式手法、モデル検査などについて国立情報学研究所の中島震氏にお話していただく予定である。

### ■ 第6回 組込み基盤ソフトウェアの課題

12月4日の第6回セミナーは今年度の連続セミナーの最終回として、組込みシステムに関するさらなる広がりについて触れてみたい。次世代の組込みシステムとそれを実現するアーキテクチャについて技術面、ビジネス面についての課題を整理し、次世代の組込みシステム実現に向けた技術的な萌芽について紹介していく。

具体的には組込み向けの分散モジュール疎結合ネットワークの話題やユビキタスコンピューティングのさらなる姿やその可能性についての紹介を予定している。また

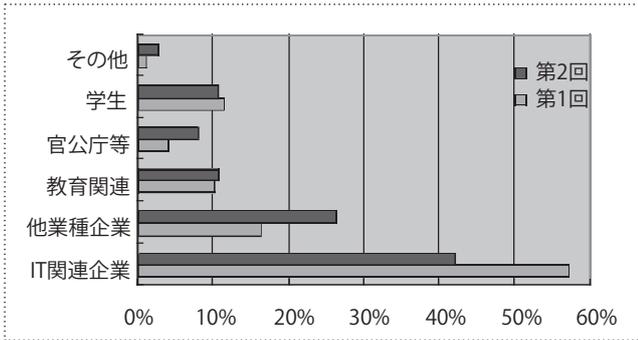


図-3 受講者の内訳

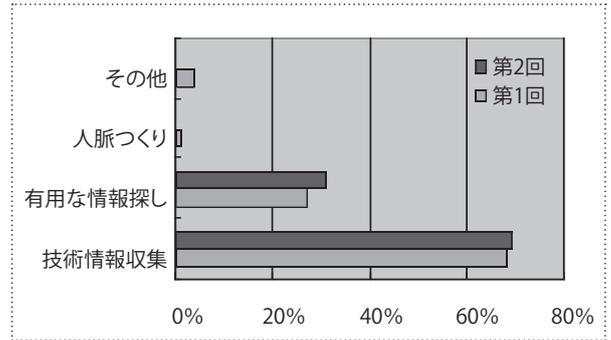


図-4 参加者の参加動機

エンタプライズ分野で話題となっているクラウドコンピューティングについて組込みシステムとどのような接点が期待できるか、そしてクラウドコンピューティング時代の新しい組込みシステム像などにも触れていく予定である。第6回ではスペシャルセッションとしてコーディネータの中島達夫氏(早稲田大学)から将来の組込みシステムの基盤ソフトウェアに関する技術課題などをお話いただき、今年度の連続セミナーのメインテーマである「進化する組込みシステム」についての方向性を示唆していただく予定である。

### 連続セミナーに参加するメリット

ここまで本年度の連続セミナー「進化する組込みシステム」について、その概要を紹介した。情報処理学会の会員やこの会誌をご覧になっている方々の中にも組込みシステム開発に携わっている方々がいるのではないかと思います。この組込みシステムの分野は近年、大変に技術進化が激しく、まさに時代の先端を行く分野の1つであり、さまざまな技術情報が氾濫している。一方で、実際の開発や研究の現場で日夜、研究開発に携わっている方々にはまとまってこの分野の最近の動向などを調べたり勉強する時間が取れない場合が多いのではないかと思います。今年度のセミナーはこのような方々に組込みシステムに関する最近の技術情報を選び紹介することを主眼としている。このため本セミナーにはより多くの開発技術者や研究者の方々に参加していただきたいと考えている。図-3、4は今年度のセミナーの第1回目、2回目のアンケートデータの一部をまとめたものである。

これらの表を見ていただくと分かるように、参加者は、IT関連企業で情報処理や組込みシステムの開発に携わっている方々が多く参加されているが、情報処理分野以外や教育関係者(大学などの研究者を含む)の方々、あるいは学生の皆さんも参加されており、その多くの方々が技術情報の収集を目的に参加されていることが読み取れる。第1回、第2回とも受講後のアンケートでは

参加して有効だったと考えている方が8割以上と、大変に高い評価をいただいている。3回目以降もぜひ、多くの方々に参加していただければと考えている。

### 組込みシステムへの取組み

情報処理学会では近年の組込みシステムの急速な進化を受けて、組込みソフトウェアに関する技術課題を議論するさまざまな場を用意している。今回紹介した連続セミナーもその1つであるが、それ以外にも10月21～23日には組込みシステムシンポジウム(ESS2009)を開催する予定である。このシンポジウムはすでに7回を数え、例年、産業界、学術界からホットな実践経験報告や研究報告が発表されており、200名を超える参加者によって活発な議論が交わされている。本年は「ものづくりとしての組込みシステム開発」をテーマに連続セミナー第1回で好評を得た九州大学の井上弘士氏などのチュートリアルも予定している。またシンポジウム以外にも組込みシステム研究会で定期的な技術発表会なども開催している。

### まとめ

以上、今年度の連続セミナーについて概要を紹介した。本文中でも紹介したように今年度の連続セミナーは「進化する組込みシステム」についてハードウェア、ソフトウェアなどさまざまな切り口からその進化の方向性や最近の話題提供をしていく趣向である。本文中でも紹介したように、セミナーの対象者は組込みシステムに関心を持つ産業界の方々や産業界の実情を知りたい研究者などを想定している。第4回以降のセミナーは今からでも申し込み可能となっており、ぜひ、多くの方々に参加していただければと考えている。参加に関する詳細については本誌巻末の案内や学会Webサイトなどを参照いただきたい。

(平成21年8月10日受付)