

C-018

e ラーニングシステムと実機の連携による組込みソフトウェア学習支援

A support system for learning embedded software by combining e-learning systems and real embedded equipment

有藤 俊†
Shun ARIFUJI新井 浩志†
Hiroshi ARAI相知 政司†
Masahi OHCHI久保田 稔†
Minoru KUBOTA

1. はじめに

現代社会を支える情報家電や自動車には多数の組込み機器が使われており、ユビキタスコンピューティングの導入・普及により、センサ等も含めた組込み機器が爆発的に増加することが予想される。本稿ではこれらの組込み機器を制御するソフトウェアのことを「組込みシステムソフトウェア」と総称することにする。

今後、多様な組込みシステムソフトウェアの開発要求が増大する事が予想され、これらに対応するためには、組込みシステムソフトウェアを開発する技術者の養成が求められる[1]。その養成を効率的に行うためにはコンピュータを活用した学習支援システムが有効である。

ソフトウェア開発を対象とした学習支援システムが提供されているが、主として知識の修得を狙いとしている。従来の e ラーニング技術は、質問応答形式が主体であり、実機器との連携が十分でない。また現在のソフトウェア教育は、汎用オペレーティングシステムを前提としたアプリケーション開発技術の教育が主流であり、組込みシステムソフトウェアのための教材や学習支援システムは十分でない。実機器と連携した学習支援システムの例[2]もみられるが複数の実機器を対象としたものはない。

組込みシステムソフトウェアの開発技術として、主として現場の技術者を対象として様々なツール類が開発され、実用に供されている[3]。しかしこれらのソフトウェアは、組込みシステムソフトウェアの原理や構造をある程度理解した中上級の技術者を対象としたものであり、初学者に適したものではない。

本稿では、組込みシステムソフトウェアの学習支援システム(以下、学習支援システムと略称)に必要な要求条件を明らかにし、それに基づいて学習支援システムの構築を行う。本システムは、実機器を用いた複数の組込みシステムとの連携を特徴とする。

2. 学習支援システムに求められる条件

組込みシステムソフトウェアの学習には、大きく分けて、(1) 組込みシステムソフトウェアに関わる基礎概念の学習と、(2) 実際にプログラムを開発し、それを実機で動作させ、動作の検証を行う技術の修得、が必要になる。本システムはこの両者を統合させた環境を構築することを狙いとする。

(1)については、学習者に対して、割り込み処理、多重処理、デバイス制御、通信処理のようなソフトウェアとハードウェアの両方に関わる概念や、その実行の仕組みの理解を助ける仕組みが求められる。

(2)は、上記の概念の理解をより深めることを目的とする。このためには、クロスコンパイル、実機器へのプロ

グラムの転送、実機器の動作の制御・監視及び動作状態の記録、記録の解析と学習者への提示、等の機能が求められる。

3. システムの構成

3.1 システムの概要

図1に開発を進めている学習支援システムの構成を示す。本システムは、大きく分けて、(A)教材作成支援システム、(B)学習支援管理システム、(C)ターゲットシステム、から成る。(B)は、(b1)学習状況管理サブシステムと、(b2)ターゲット管理サブシステム、からなる。(A)、(B)については、可能な限り既存の技術を活用することし、本研究では、(B)に特徴的で追加すべき機能を対象とする。

(C)はリアルタイムオペレーティングシステム等が動作する組込みコンピュータシステムである。学習支援システムでは、(i)実機器(ボードコンピュータなど)を用いた実組込みシステム環境と、(ii)実機器をコンピュータ上で模擬する組込みシステム模擬環境、の2つをターゲットシステムとしてサポートする。(b)は実機器がなくても学習を可能とすることを狙いとしている。

3.2 学習状況管理サブシステム

学習状況管理サブシステムは、各学習者毎に、組込みシステムに関する知識レベルや学習状況を測定、管理する。これは既存の e ラーニングシステムの機能を活用することで実現できる。本研究では、オープンソースの e ラーニングプラットフォームである Moodle[4,5]を用いた。

Moodle 単体のシステムでは、学習者毎の学習を管理・制御する機能(前述の(b2)に相当)と、学習状況や結果を管理する機能(前述の(b1)に相当)は一つのシステムとして実行される。今回開発したシステムでは、(b2)は、実機を制御する必要があるため、Moodle システムとは独立なプログラムとして作成した。一方、(b1)は Moodle 上で PHP を用いて作成した。両者の間で、(b2)で取得された学習状況データを(b1)で管理運用するため、両者の間で学習状況データをやり取りする機能を追加した。

3.3 ターゲット管理サブシステム

ターゲット管理サブシステムは、(a)プログラム管理部と、(b)プログラム動作制御部からなる。プログラム管理は、ソースプログラムの作成・編集をサポートする。Web ブラウザの機能と PHP で記述されたプログラムにより実現している。

プログラム動作制御部は、以下の機能からなる。

- ・クロスコンパイラにより実行プログラムを生成
- ・実行プログラムのダウンロード
- ・実行プログラムの動作制御と動作の監視

† 千葉工業大学 Chiba Institute of Technology

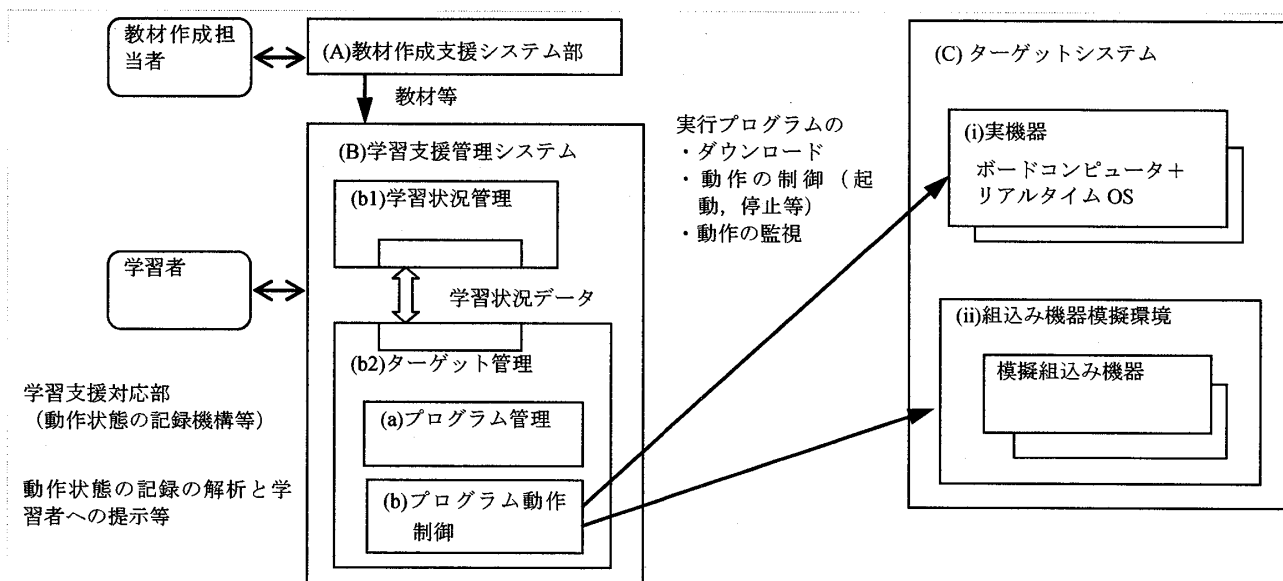


図1 学習支援システム構成概要図

本システムでは、多数のプロセッサに対応し、組み込みシステム開発用にも広く使われている Windows 上の Cygwin の GCC コンパイラを利用する。プログラム管理部が Windows のタスクの一つとして Cygwin を起動することにより実行プログラムの生成を実現した。

学習支援管理システムからターゲットシステムへのプログラムのダウンロードは、PC のシリアル通信機能を利用する。このためシリアル通信機能を作成し、プログラム管理部がこれを起動することで実現した。実行プログラムの動作制御と動作の監視は、プログラムの動作制御部がボードコンピュータのモニタを制御することにより実現した。

これらの作業は、従来はコンパイラやモニタに対するコマンドを用いて行わねばならず煩雑な作業であったが、学習状況管理システムのガイダンス機能により、初心者でも容易に動作させることができる。また実際に実機器でプログラムが動作するので、次節で述べるターゲットシステムのように、動作状況を確認することができるので、組み込みシステム開発における実践的な技術の修得に有効である。

3.4 ターゲットシステム

2.で述べたように、組み込み学習支援では、組み込みシステムで必要とされる基本概念を理解させる必要がある。本研究では、そのためのターゲットシステムの例として温度上昇アラート機能付きの電子温度計を作成した。現在広く組み込みシステムで利用されている H8 プロセッサ[6]を用いたコンピュータボード上に、組み込み OS としては現在広く日本で使われている TOPPERS[7]を搭載したものを利用している。

ターゲットシステムを動作させるプログラムは、複数のステップを通して開発していくことにより、多重制御の基本機能を段階的に学習できるように工夫している。

4. まとめ

組み込みシステムソフトウェアの学習支援システムに必要な要求条件を示し、それに基づいて学習支援システムの構築を行った。現在までに、学習状況管理サブシステムのプロトタイプと組み込みシステム管理サブシステムを構築し、その動作確認と有効性の確認を行った。

これにより、従来の e ラーニングシステムにみられるような質問応答形式を主体にした学習支援システムに加え、実システムとの連携を行うことで、ハードウェアとソフトウェアが一体化して開発される組み込みシステムの学習に必要な概念やその実行の仕組みの学習の効率化を図ることができる。

今後は、学習支援システム部の構築を進め、組み込みシステム管理サブシステムを複数のプロセッサに対応させる。また、同時に複数の実機器を制御することで、より高度な分散システムにも対応した組み込みシステムの学習も可能にする。さらに実機器の模擬環境を構築することで、実機器が利用できない場合も学習を可能にし、その利用範囲を拡大させる。

参考文献

- [1]山本 雅基, 河口 信夫, 阿草 清滋, 間瀬 健二, 高田 広章, 富山 宏之, 本田 晋也, 金子 伸幸, “社会人に対する組み込みソフトウェア技術の再教育の取り組み,” 電気学会論文誌 A, Vol.126, No.7, pp. 563-569, 2006
- [2]重村 哲至, 古川 達也, 相知 政司, 林 敏浩, “コンソールパネルを持つ機械語教育用マイコンの開発と授業への応用, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.9, pp.3318-3327, 2007
- [3] System Director Developer's Studio Embedded , <http://www.nec.co.jp/cced/SDDSE/>
- [4] Moodle 公式サイト: <http://moodle.org/>
- [5]井上 博樹, 奥村 晴彦, 中田 平, “Moodle 入門 — オープンソースで構築する e ラーニングシステム,” 海文堂出版, 2006.
- [6]ルネサステクノロジー H8 ファミリー: <http://japan.renesas.com/>
- [7]TOPPERS プロジェクト: <http://www.toppers.jp/>