

割り込みスケジューラ REMON を用いた組み込み技術者教育

林 祐也[†] 南角 茂樹[†]
[†] 大阪電気通信大学大学院総合情報学研究所

1. はじめに

現在、様々な物に組み込みシステムが使用され、組み込みシステム業界の技術者は不足している[1]。組み込みシステムの学習方法は、会社の実務経験を通して学ぶことが多く、OJT が中心である[2]。本研究は組み込みシステム技術者教育プログラムの作成により、人材不足の解消を目指したものである。本研究ではREMON[3]というシステムを用いた。

2. 教育目標と教育プログラム内容

表1にスキル標準[4]における技術要素のスキルカテゴリと本研究で使用する関連技術を示す。本研究では大学・専門学校の組み込みソフトウェア教育を受けている学生にプラットフォーム・ソフトウェア作成とテストのスキルが初級から中級まで引き上げること目標とする。

スキルカテゴリ		関連技術	授業	
技術要素	プラットフォーム	基本ソフトウェア	割り込み処理	1回目
			システムコール	
			マルチタスク処理	2回目
			メモリ管理	
開発技術	ソフトウェア作成とテスト	開発支援ツール	3回目	
		開発環境		
		プログラムテストの実施	4回目	
		デバッグ技術		
		実機テスト		

表 1. スキルカテゴリと関連技術

3. REMON

Real Time Embedded Monitorの省略形で、割り込み処理ごとにInterrupt Control Blockというデータを与え割り込み処理同士の切り替えを可能にしている。RTOSで処理の切り替えはタスクと割り込み処理の二重構造だがREMONではタスクが存在せず割り込み処理だけの処理切り替えである為、構造が単純化されている。組み込みシステムの学習としてリアルタイムOSを使った学習方法[5]もあるが、本研究ではREMONを用いることで学習者が処理の流れを把握しやすくしている。

4. 教育プログラムの内容

受講者は組み込みシステムの基礎について学んでおり、割り込み処理・開発環境・実機テストに関しては初級程度、その他のカリキュラム項目に関しては初級未満であった。90分4回の授業で人数は全体で10人であり、2人に1セットの教材がある環境で実施した。授業の1回目と2回目は講義形式でREMONのソースコードをもとにマルチタスク、

割り込み処理、システムコール、メモリ管理について解説した。3回目と4回目はデバッグによる実機実習で開発環境の解説後にメモリ・レジスタ、スタックの書き換えや各割り込み処理同士の切り替わりをブレイクポイントの設置によって確認する演習を行った。

5. 結果および考察

評価方法は割り込み処理・システムコール・タスク処理・メモリ管理に関してはアンケートで評価し、開発環境・デバッグ・デバッグ技術・実機テストは授業中の生徒の実施状況から判断した。表2にアンケート結果を示す。10段階で6前後の評価が得られREMONを使用することで短時間での理解ができたと思われる。デバッグ機能の説明後に全受講者の自発的なメモリの書き換えや実機でのテストが見られ中級への引き上げができたと考える。

表 2. 理解度調査アンケート

各項目について (10段階)	平均	システムコールについて(10段階)	平均
REMON	6.22	Act_tsk	5.89
割り込み管理	6.33	Handler	5.78
メモリ管理	5.33	Sav_ctx	6.67
タスク管理	6.00	Dispatcher	5.67
レジスタ管理	6.00	Lod_ctx	6.78
開発環境	6.11		

6. 今後の課題

今回はデバッグによる実機演習であったがREMONの実装実習を行うことで技術要素ではリアルタイム処理やカーネル、その他にも開発技術の学習にもつながると考える。

参考文献

- [1]一般社団法人:組み込みシステム技術協会.機関誌:Bulletin JASA 2016 vol.57,2016年1月
- [2]独立行政法人:情報処理推進機構,IT人材白書,2016年4月
- [3]南角茂樹,水篠公範,小泉寿男,福田晃:「組み込みシステム用割り込みスケジューラ REMON」,電気学会論文誌 C(電子・情報・システム部門誌),Vol.133 No.2pp.316-325(2013-2)
- [4]独立行政法人情報処理推進機構ソフトウェア・エンジニアリング・センター,「組み込みスキル標準」,経済産業省,2008年10月
- [5]名古屋大学大学院情報科学研究科附属組み込みシステム研究センター人材育成プログラム, <https://www.nces.is.nagoya-u.ac.jp/NEP/>