大分大学でT-Kernelを用いた 実践的なセミナーを開催



大分大学工学部知能情報システム工学科 知的システム開発工房運営委員会

2013年2月28日と3月1日の2日間にわたり、大分大学工学部知能情報システム工学科(図1)において「組込みシステム開発セミナー」を開催した。本セミナーは、当学科に所属する学生と教職員の組込み技術における実践的な開発スキルの向上を目的として、パーソナルメディア株式会社の協力のもと、当学科の実践教育プロジェクトである「知的システム開発工房」(図2) 注1)の主催により実施したものである。本稿では、セミナーの具体的な内容に関して報告する。

実践的な技術者を養成する 「知的システム開発工房」

大分大学工学部知能情報システム 工学科および大学院工学研究科知能



図2 知的システム開発工房のウェブサイト $^{\pm 1)}$



図1 知能情報システム工学科(左:知能実験研究棟、中央奥:知能・応化合同棟〈5階~7階〉、右:計算機室棟)

情報システム工学専攻は、1973年に設置された組織工学科、1979年に設置された組織工学専攻を、拡大改組のうえ教育プログラムを刷新して1991年にできた学科・専攻である。現在、当学科・専攻は情報科学基礎、計算機システム、知能システムの3講座で構成されており、各講座・研究室ごとに特色ある研究に取り組んでいる。1学年の学生定員は学科70名・専攻24名であり、現在約380名の学生が在籍している。

知能情報システム工学科は、「情報 科学のあらたな分野を開拓するとと もに、IT(情報技術)革命により到 来する高度情報社会のあらゆる分野 において、『情報化・システム化・知能化』を主導できる国際的に通用する人材を養成する」ことを教育理念としている。なお当学科の知能情報コースは、技術者育成のための教育プログラムを認定する第三者機関であるJABEE(日本技術者教育認定機構)の審査に合格し、2005年の教育プログラムから認定を受けている。

知能情報システム工学科・専攻では、実践的な応用力を持つ人材を育成する一環として2006年より「知の創造プロジェクト」を進めている。この取り組みでは、学生が当学科・専攻の教育プログラムの中で培ってきた情報・計算機科学の知識・技術

をもとに、実際に利用される情報システムの構築を担当する。学生たちは実システムの開発を経験することで、情報システムの構築に必要となる実践的なスキルを身につける。これまでに学内や地域企業・自治体などからの要求に応じ、さまざまなシステム構築業務に取り組んできた。

この「知の創造プロジェクト」を 包含し、学科・専攻の教育プログラ ムと密に連携した実践的なIT技術者 養成のための取り組みが「知的シス テム開発工房」である。この取り組 みは2009年から続いており、実稼働 システムの構築業務のほか、地域IT 企業との連携、企業の講師を招いた スキルアップ講習会、国内外の研究 者・教育者・起業家などを招いた講 演会などを実施している。またプロ グラミング演習科目にTA(Teaching Assistant) の大学院生やSA (Student Assistant) の学部生を活用すること で、大学院生のリーダーシップ能力 を含めた教育的な相乗効果を挙げる ことを目的としたTA・SA連携教育支 援にも取り組んでいる。

学生実験でT-Kernel を利用

当学科では教育カリキュラムの改

訂にともない、2012年から3年次学生実験の「計算機システム実験」に組込み技術教育を導入している。この実験は、計算機システムを構成するハードウェアとソフトウェアとのつながりを理解することを目的としている。具体的には、リアルタイムOSにおけるタスク管理や排他制御などのしくみや、ハードウェアデバイスを制御するためのプログラムの作成方法について、実習を通じて学習するように実験計画が組まれている。

本実験では、「 μ Teaboard/ARM 7-AT91(以下、 μ Teaboard)」を使った組込み実習が行われる。 μ Teaboard はパーソナルメディア株式会社(以下、パーソナルメディア)が製造・販売している組込み制御用ボードコンピュータであり、組込みシステム向けリアルタイムOSであるT-Kernelが動作する。実習では、パソコン上に構築した μ Teaboardの開発環境を使って作成したC言語による制御プログラムを、 μ Teaboardに転送して動作させる。本実験を通じて学生は組込みシステムの開発に必要なスキルを身につけていく。

防犯監視装置を製作する 本格的セミナー

知的システム開発工房では、学生 実験で取り組んでいる組込み技術教 育をさらに発展させて、より実践的 な組込み技術を習得するためのセミ ナーの開催を計画した。セミナーで は、組込みシステムの製品開発にお けるソフトウェア開発の全工程をひ ととおり体験することを目標とし た。また連携教育支援の一環として、 学生実験のTAやSAを担当する学生 の組込み技術に関するスキルアップ も兼ねることとした。これらの要件 と具体的な提案をもとに、セミナー の詳細についてパーソナルメディア と協議のうえ、今回のセミナーを企 画した。その結果、このセミナーで はμTeaboardを使った「防犯監視 装置」を製作することを目標とし、 このためのデバイスドライバおよび アプリケーションのソフトウェア開 発を実習することにした。

セミナー実習用拡張基板の開発

μTeaboardにはいろいろな入出力 デバイスが搭載されているが、実際 の防犯監視装置に近い機能を実現す



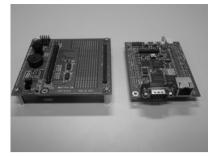


図3 µTeaboard (右) と拡張基板 (左)

るには、より多くのセンサー類を活用したい。そこで、周囲の状況を監視するための光センサーおよび人感センサー、警報を鳴らすためのブザー、状態確認用のセグメントLEDなどの入出力デバイスを搭載した、本セミナーのための拡張基板を開発することにした。 拡張基板は μ Teaboardと接続するためのピンヘッダを備え、この上にコネクタを取り付けた μ Teaboardを載せて接続する構造とした(図3、図4)。

密度の濃いカリキュラムで 組込み開発を体験

今回の組込みシステム開発セミナーを実施するにあたり、知能情報システム工学科・専攻の学生と教職員を対象に受講者を募集した。学生については、応募要件としてC言語によるプログラミングを習得した3年生以上とした。その結果、本セミナーには学生と教職員あわせて15名の応募があった。そのうち、学生実験などでのμTeaboard



図6 課題に取り組み中



図4 µTeaboardと拡張基板を接続

による実習経験がない者については、セミナーの前日に開発環境や μ Teaboardの操作方法を習得するための事前学習を実施した。

1日目は、組込み開発で重要なリアルタイムOSのタスク管理機能全般と、ハードウェア制御のために必要となるパラレル入出力の利用方法、デバイスドライバの開発手順について学んだ。

セミナーを始めるにあたり、講義を担当する主任講師からセミナー全体の流れと、今回のセミナーの目標である防犯監視装置の仕様と要件についての説明があり、一般的なアプリケーション開発と組込みシステム開発との違いについての講義が行われた(図5)。次にリアルタイムOSにおけるタスクとその状態遷移や割込み、タスク間通信についての解説



図5 主任講師によるプログラム解説

があり、それらをふまえて開発環境 とボード類を実際に操作し、割込み によってタスクの動作が変わる状況 を実習した(図6)。

午後からは、パラレル入出力の概要と利用方法についての説明があった。出力の実習としては、 μ Teaboard上のLEDや拡張基板上のセグメントLEDを操作するプログラムを動かし、そのプログラムを修正して出力状況が変化することを確認した(図7)。一方、入力の実習としては、ボタンや人感センサーなどからの信号をプログラムで処理するしくみについて学んだ後、人感センサーのゆらぎを解消するためのプログラムを作成して動作を確認した。

続いてハードウェアを操作する際 に用いられるデバイスドライバにつ いて、その意義と一般的な開発手順

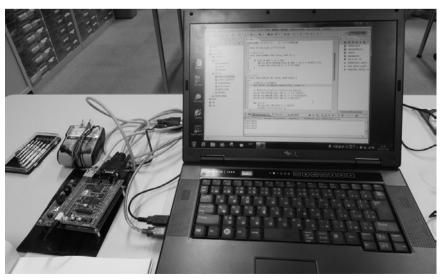


図7 開発環境とボード(セグメントLEDへの出力)

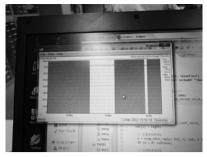


図8 ネットワークを介してセンサーの入力状態を表示

についての講義を受けた。LEDやボタン、人感センサーに対するデバイスドライバの仕様をどのように決定すべきかを学んだ後、ドライバを実装する際に利用するインタフェースライブラリの説明を受けた。1日目の最後には、デバイスドライバの動作をテストするための計数器アプリケーションの課題にも取り組んだ。

2日目は、拡張基板上の光センサーや他砺式ブザーを制御するためのデバイスドライバとプログラムの開発、ネットワーク通信のためのプログラム開発、それらの結合テストと μ Teaboard への実装を行った。

周辺監視に用いる光センサーのドライバでは、光センサーで認識したアナログ値をA/D変換によりデジタル値に変換する必要があるので、最初にこの手順を学んだ後、光センサーからの値をセグメントLEDに表示するプログラムの課題に取り組んだ。またハードウェアタイマのしくみについて説明を受け、その機能を利用して他砺式ブザーにパルス信号を送ることで、さまざまな音階の音を出力する実習を行った。

次にネットワークによる遠隔監視 を実現するため、あらかじめ用意さ れたネットワークドライバを利用し て、UDPによるパケット送受信を 行うプログラミング方法を学び、応 答プログラムを作成した。さらに SNMP通信を利用して、パソコンの



図9 講師による個別サポート

SNMPマネージャにボードの人感センサーと光センサーの値を表示する課題に取り組んだ(図8)。

その後、防犯監視装置のために作成されたデバイスドライバやアプリケーションの結合テストを行い、テストパターンに従って動作させて、プログラムが仕様どおりに動いていることを確認した。最後に、すべてのプログラムを μ TeaboardのROMに配置して、正しく動作することを確認し、セミナーを終えた。

セミナー実施後の総括と評価

今回のセミナーは、組込み開発におけるソフトウェア開発の工程をすべて含んでおり、たいへん充実した内容のセミナーであった。今後、学生実験などで組込み技術を導入した教育を行ううえでも意義深いものだったと感じている。受講者は皆熱心に取り組んでおり、受講後のアンケートでの満足度も高かった。

ただ、2日間という短い期間で組 込み分野のものづくり工程の全体を 扱う内容であったため、カリキュラ ムの密度が濃く、参加者からは講義 や実習についていくのに苦労した旨 の意見も聞かれた。また今回のセミナーは、初学者を対象とした内容ではなく、ある程度高い技術レベルを要求する内容であったため、受講前の前提知識が十分でないと、難しく感じられる場合もあったようだ。

今後、このような実践開発体験型のセミナーを開催する際には、事前の学習会を開くなどして受講者のスキルを揃えておくことにより、さらに効果の高いセミナーを実施できると考えられる。

謝辞

本セミナーを開催するにあたり、パーソナルメディア株式会社には、教材のカスタマイズやオリジナルの拡張基板の開発など、さまざまな依頼に迅速かつ的確に対応していただいた。また、セミナーにお越しいただいたパーソナルメディアの講師の方々をはじめ、教材や拡張基板の開発に携わっていただいた関係各位のご尽力により、たいへん満足のいくセミナーを大分大学で催すことができた。ここに深い感謝の意を表したい。