

ユビキタス基板構築と知能教室への応用

Development of Ubiquitous Computing Platform and its Application to Smart Classroom

劉 学軍 青木 由直

北海道大学大学院情報科学研究科メディアネットワーク専攻

{liuxj,aoki}@media.eng.hokudai.ac.jp

1、はじめに

近年、ワイヤレス通信やPDAなどのモバイル端末などを用いた日常的コンピュータ技術の普及によりいつでもどこでもコンピュータやネットワークを利用できるユビコン(ユビキタス・コンピューティング: Ubiquitous Computing)が現実のものとなりつつある[1]-[3]。ユビコンは、これから必要とされるユビキタス・ネットワーク世界においては、パソコンやPDA、携帯電話など従来の形の決まったツールとしての「コンピュータ機器」ではなく、様々なフィールドに溶け込み、自然な環境で自然な方式で人間とコンピュータとの仲立ちをする「インターフェイス機器」としてのコンピュータが必要とされる。本論文では、ユビコン基板の試作を述べて、ハードウェアおよびソフトウェアの両面から実現の可能性について検討した。その一方、新しい技術の導入で、よりよい教育効果追求を目的とする知能教室が中国で流行っている。そこで、開発したユビコンを知能教室への応用シミュレーションについても行った。

2、ユビコンプロトタイプを試作

2.1 ユビコン開発に必要なとされる要件

ユビコン設計開発は、ハードウェアとソフトウェアについて次の要件を考慮すべきである。

(1)小型・軽量かつ省電力

ユビコンは、各環境に自然な形で埋め込まれる

ことから、常時電源が供給される環境とは限らないため、小型・軽量かつ低消費電力であることが必要となる。

(2)OS選定

ユビコンに用いたCPU能力を最大限に利用するためのOS選定とミドルウェアの整備が必要となる。ユビコンを利用して、各種応用に対応させる段階を想定した場合は、OSの選択がある。ユビコンにおけるOSを選択するポイントは、動作するプログラム規模は比較的小さく、単一機能的な動作、ソフトウェアのポータビリティ、ハードウェアに密接に関連した確実なコントロールの必要性などを考えるべきである。汎用OSとRTOSの比較を表1に示す。

表1 汎用OSとRTOSの比較

比較項目内容	汎用OS	RTOS
OSのオーバーヘッド	×	○
メモリ使用量	×	○
リアルタイム応答性	×	○
マン・マシン I/F の充実度	○	」
開発環境の充実度	○	」
ミドルウェアの充実度	○	」

表1の汎用OSはWindowsやLinuxに代表される「多機能U/I対応のOS群」であるため、GUIをはじめとするユーザインターフェイスに重点をおくシステムに適する。これに対して、RTOSは μ ITRONに代表される「リアルタイム・特化型のOS群」である。小規模でハードウェアなどを直接にコント

ロールし、限られた動作に特化したシステムに適する。両方の大きな違いは「リアルタイム性」にあり、ハードウェアを直接にコントロールすることが重要である。リアルタイム性とは、あるイベントが発生した時点からソフトウェアの応答処理の開始、すなわち、一定の時間内に確実な処理を行うかがポイントとなる。そこで、本プラットフォームの開発では、ハードウェアをリアルタイムで確実に制御するため、組み込み機器の開発に実績を持つ μ ITRON を OS として採用した。

(3) API 開発と応用環境の整備

ラピッドプロトタイピングを実現するためには、 μ ITRON に Shell 型コマンドインタプリタを付加し、効率のよいアプリケーション開発環境の整備が必要である。本プラットフォームでは、基板に実装する全ての I/O デバイスについてデバイスドライバとミドルウェアを用意しており、ハードウェアの詳細な動作を考慮せずに、ソフトウェア API のみでハードウェアの操作を行うことができる。

(4) 共通プラットフォームの整備

ユビコンの普及には共通プラットフォームの整備が重要な課題となる。本研究の共通プラットフォームとなるユビコンのハードウェア試作開発と、ユビキタスアプリケーションの開発環境の整備を行った。

実際に、TCP/IP や TELNET などのネットワークプロトコルスタックをミドルウェアとして用意し、C-MOS イメージセンサからの入力をハードウェアによって JPEG 圧縮し、圧縮画像をネットワーク経由して伝送するアプリケーションの開発を行った。

2.2 ユビコンプロトタイプの試作

上記 2.1 のユビコン開発要件に従って、開発したユビコンプラットフォームブロックを図 1 に示す。図 1 のブロック図に従って、構築したユビコンプラットフォーム基板を図 2 に示す。主にユビコン CPU 基板 EV-DSC3-S とマン・マシン I/F を備えた

拡張基板 EX-SNC からなっている。バッテリー駆動で長時間動作が可能な省電力設計を以下に示す。

(1) 短時間起動が可能な μ ITRON OS を採用した。

(2) 多機能 CPU DSC3 の採用により、部品の低減化を実現した。

(3) 拡張基板で CPU H8 を採用したため、微少電力で間欠動作の電源制御が可能になった。

(4) 各種センサの電源は拡張基板のセンサーインターフェースと独立設計で、最適に電源制御が可能になった。

(5) デジタル接続のイメージセンサを使用したため、消費電力が極めて少ない。

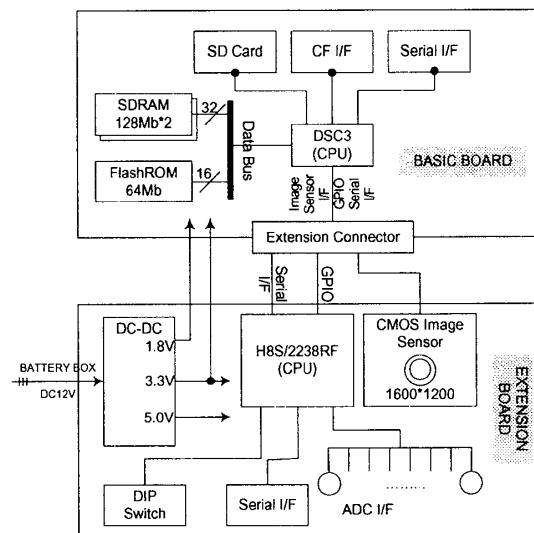


図 1 ユビコンプラットフォームブロック図

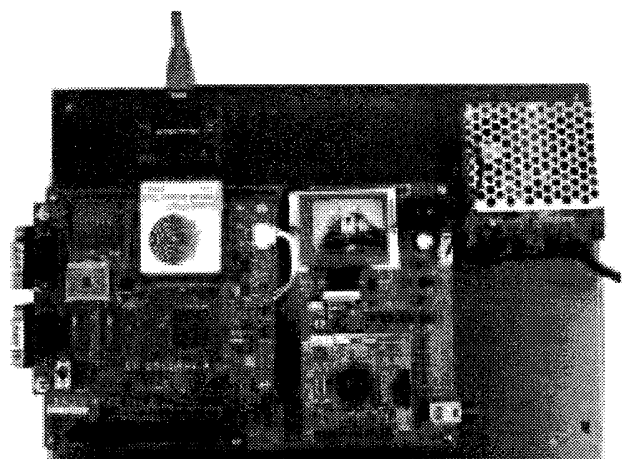


図 2 ユビコンプラットフォームのプロトタイプ

2.3 開発したユビコン基板の基本機能

(1)本体に装備したカメラ、ネットワークカードを利用し、設定された日時に、設定した時間間隔で、自動的に、対象物の静止画(640*480のJPEG画像)を記録・送信できる。

(2)ネットワークプロトコル(TCP/IP、RTP、RTSP、HTTP、FTP等)スタックをミドルウェアとして用意するため、Linux系に劣らず、ネットワーク機器との通信を可能にした。また、CFカードスロットを使用した無線を含むネットワーク機能を実現するため、C-MOSイメージセンサからの入力をJPEG圧縮(ハードウェア圧縮)し、圧縮画像をファイルとして保存(フラッシュメモリまたはSDメモリカード)し、設定されているメールアドレスに静止画を送信できる。そして、C-MOSイメージセンサからの入力及び保存済み圧縮画像を液晶ディスプレイに出力し、Webブラウザから閲覧できる。

(3)C-MOSイメージセンサからの入力をMotion JPEG動画として、RTPストリーミング配信できる。C-MOSイメージセンサと液晶ディスプレイを備えるI/O基板(Extension基板)と接続することにより、カメラによる撮影と映像モニタ出力によるマン・マシンインターフェイスを構築した。

(4)コンパイラはLinux-OSやWindowsなどの汎用パソコンでのクロスコンパイル環境とする。

(5)通常は省電力モードで動き、中にセットした電源は単1電池8本で約1ヶ月の動作が可能である。

3、教育への応用-知能教室構築の試み

知能教室は高効率の教育、教育支援システムなどの総称である。本論では、モバイル教育環境の構築に向けて、主に中国の大学高等教育での応用として、履歴管理システム、監視システム、自動採点のために答案用紙の電子化などを持つ知能教

室開発のシミュレーションを行った。

3.1 履歴管理

学生履歴管理は今まで管理ソフトで行った。しかし、インターネット環境での受講者写真取りは困難である。今回、ユビコン基板を用いて、受講者の写真をリアルタイムに各教室で撮り、受講者写真が付く受験票または受講票の自動生成、プリント、発行なども容易に実現できる。ユビコン基板により撮った受講者の写真と補助ソフトに利用により、受講者の写真付き、情報登録画面を図3に示す。受講者の写真が含まれている個人情報をXMLファイル形式でデータベース化にして、履歴管理などに共有できる。

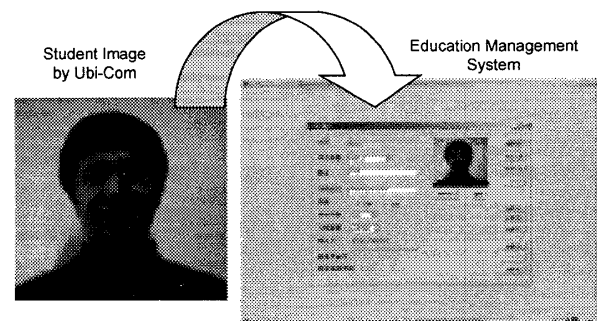


図3 ユビコン基板により撮った写真と写真付き管理画面

3.2 遠隔監視

現在、様々な教育場への監視システムが開発され、応用されている。しかし、これらの監視システムはインターネット環境での動作ではなくて、遠隔地でリアルタイムに監視するのは困難である。ユビコン基板を導入して、遠隔の試験場または講義教室をオンラインで監視できるだけでなく、必要な情報を記録し、発信できる。ユビコン基板のイメージセンサからの映像配信を普通のNTSCモニタで監視できるとともに、ノートPCによりストリーミング再生で容易に遠隔地で監視できる(図4)。

3.3 答案用紙の電子化処理

採点は日常の教育中で一番煩雑な仕事である[4]。

記述式問題の存在により、自動採点がなかなか実現できない。今回、ユビコン基板を利用して、解答用紙をイメージ（電子化答案）として、そのまま取って、管理システムの利用により、ネットワーク環境では多数の教師が採点できる。つまり、ユビコン基板を利用して、答案用紙の電子化を各教室で分散して行い、電子化した答案用紙をネットワーク経由で管理センターが自動的に収集し、保存できるという手法である。ユビコン基板を利用して、電子化された受験者の答案用紙を図5に示す。図5の画面を利用して、採点教師がマウスだけで各問題の得点を選択し、得点の集計、総合成績統計、分析なども自動的に完成できるようになった。



図4 C-MOS イメージセンサカメラからの映像配信の例
右：NTSC モニタ（イメージセンサの映像をNTSC出力）
左：ノートPC（QuickTimeによるストリーミング再生）

4、まとめ

本論文では、ユビコン（ユビキタス・コンピューティング）のプラットフォーム基板とアプリケーションシステムの開発を行った。そして、教育への応用として、実証試験などを行った。その結果、ユビキタス・教育システムが有効であることを実証した。今後、このユビコン基板機能を充実させ、各環境下における提案手法の適応性などを検討する必要がある。さらに、モバイルキャンパス構想を想定し、講義棟全席における有線によるLAN接続、ホール及び屋外での無線によるLAN接

続するユビコン教育システム・教育管理システムの開発などが今後の課題となる。

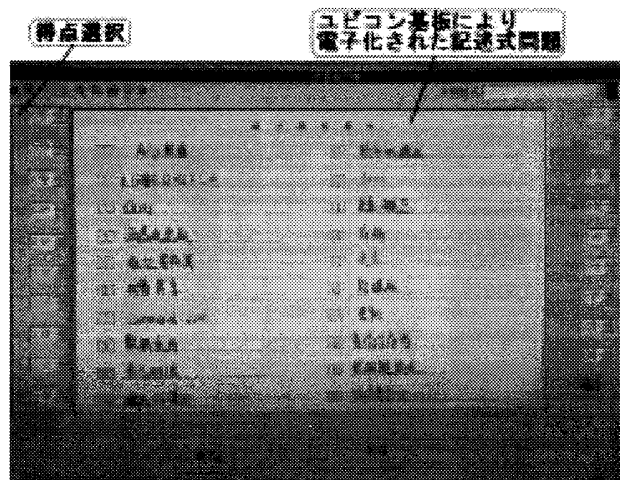


図5 ユビコンにより電子化された答案用紙とネットワーク環境での採点画面

謝 辞

本研究は平成14、15年度文部科学省知的クラスター事業「札幌ITカロッツェリアの創生」構想研究費により行われたものであり、ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 桜井博志,青木由直,山本一之,似鳥寧信「ユビキタスネットワークコンピューティング・プラットフォームの開発」,電子情報通信学会信学技報,Vol.ITS2002-107, pp.147-148,2003
- 2) 杉原智明:“ユビキタス計算デバイスを用いたメカトロニクス制御システムの開発”,埼玉大学工学研究科修士論文,ICS-03B-927(2003).
- 3) C.Pinhanes : “ The Everywhere display projector: A device to create Ubiquitous graphical interfaces ” ,In proceedings of Ubicomp'01(2001).
- 4) 劉学軍,青木由直「工学教育支援における採点システム設計と開発及びその評価」,工学教育,Vol.51,No.6,pp.84-89,2003.