

携帯端末と PC を用いた授業演習支援システムの開発

藤井 論 中田圭亮 上野真由

松江工業高等専門学校

工学系科目の教室での授業では、ノートを使って演習を行なうことがしばしばある。しかし教員が多数の学生の演習内容を、教室内を巡回して確認しアドバイスするのは容易ではない。そこで我々は、携帯端末と PC を用いた授業演習支援システムを開発した。本システムで学生は入力端末として 1 人 1 台の携帯端末 PDA を使い、無線 LAN でサーバに接続する。教員はサーバに接続された PC で学生の PDA 画面を切り替えて見ることによって、巡回することなく学生の答案を確認しアドバイスすることができる。実際に 11 名の学生と 1 名の教員を対象にソフトウェア設計の授業演習で試用してもらい、本システムが有用であるとの評価を得た。また同様に、他の工学系科目の授業演習に使える可能性のあることもわかった。

Development of Exercise Lesson Support System used Mobile Terminal and PC

Satoru FUJII, Kei Nakata, Masayoshi Ueno

Matsue College of Technology

We often use a notebook to exercise about engineering in classroom. In this case, it is not easy for the teacher to review many student's notebooks and to advice them about their answer rounding in the room. Therefore we developed Exercise Lesson Support System used Mobile Terminal and PC (Personal Computer). Students use a PDA (Personal Digital Assistant) per person to exercise engineering connected to the server by wireless LAN. The teacher can review students' answer switching on PC screen connected to the server without rounding room. Twelve students and one teacher used this system to exercise Software Design in classroom. As a result, they evaluated this system was useful. In addition, they observed that this system should be useful for another engineering lessons.

1. はじめに

工学系科目の教室での授業においてノートを使って演習を行なうことがしばしばある。しかし教員が多数の学生の演習内容を、教室内を巡回して確認するのは容易ではない。学生の個々にアドバイスを十分な時間もない。代表的な答案を使って全員で議論する場合、黒板に写すのに余分な時間を費やしてしまい極めて効率が悪い。この問題を解決するため我々は、PDA と PC (パソコン) を用いた授業演習支援システムを開発した[1] [2]。携帯端末に PDA(Personal Digital Assistant)を選んだ理由は、ノートパソコンに比べて価格が 4 分の 1 程度と安価で、多人数の教室授業においても 1 人 1 台で使えるためである。

学生は入力端末として携帯端末 PDA を使い、無線 LAN でサーバに接続する。教員はサーバに接続された PC で PDA を切り替えて見ることによって、巡回することなく学生の答案内容を確認することができる。さらに、その答案に対するアドバイスを PC 画面から教員が描くことで、その学生の PDA 画面にも描くことができる。また、教員の PC 画面を教室のプロジェクタで投影し、学生の答案とそれに対する教員のアドバイスを全員で共有することができる。

実際に複数の学生を対象に試用してもらい、DFD を用いたソフトウェア設計の演習を行った。そして参加者にアンケートで答えてもらい、有用なシステムであるとの評価を得ることができた。また、ソフトウェア設計の演習以外でも、数学のグラフ・代数、論理回路、電気・機械製図などに使える可能性のある

ことがわかった。しかしタッチペンでの操作性にまだ不十分なところがあり、今後の課題として改善が必要であることも確認した。

2. 背景

類似のシステムとして3年前に筆者らの開発した「パソコン初心者向けコミュニケーションシステム」がある[3]。遠隔間の講師と複数の生徒はインターネット上のPCを用い、伝えたい情報を手書きで画面上に描くことができるホワイトボードを持つ。講師から生徒への指導は生徒を切り替えながら1対1形式で行なうことができる。キーボード入力に不慣れな生徒には、ホワイトボードや挙手ボタンによるコミュニケーションが役立つ。ホワイトボードへの書き込みはマウスのドラッグ&ドロップで行なう。ペンの種類、ペンの太さ、ペンの色を選択でき、消しゴムや全部消すボタンが用意されたツールボックスがある。キーボード入力の得意な人には講師とのチャット画面も用意されている。

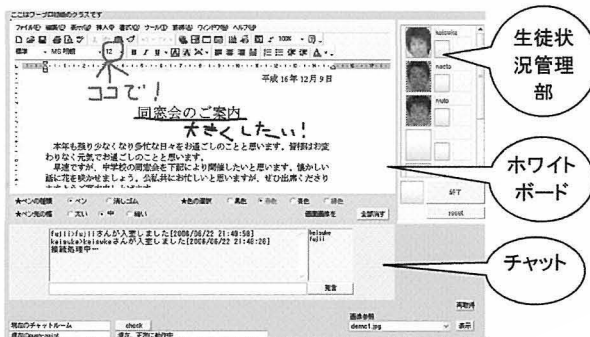


図1 コミュニケーションシステム講師画面例

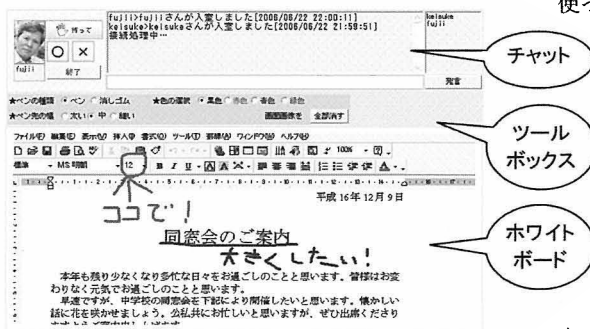


図2 コミュニケーションシステム生徒画面例

図1は講師画面例、図2は生徒画面例で、生徒が講師にWordの機能についての質問を行っている場面を表わす。図1のように講師はまず生徒状況管理部で、コミュニケーションする生徒の写真をクリックして選ぶ。講師はホワイトボードへ画像を表示するために、画面右下の画像参照ボックスの中から表示させたい画像を選択する。すると講師と選ばれた生徒の両方のホワイトボード上にその画像が表示される。生徒と講師はその画像にペンで書き込みながらコミュニケーションする。この図では、生徒が「同窓会のご案内」の文字を大きくするにはどうすればよいかを質問するために、ホワイトボードへ質問を書き込み、講師はホワイトボードへその回答を書き込んでいる。図2の生徒側の画面左上には○×ボタンと挙手ボタンが用意されており、写真の講師に質問する場合や講師の質問に答える場合に使用する。生徒が○×ボタンや挙手ボタンを押すと、図1の画面右上の生徒状況管理に表示される。

このパソコン初心者向けコミュニケーションシステムは、鳥根県主催のIT講習用e-Learningとして開発し、2004年12月にしまね産業振興財団の主催で開催された「ソフビジ祭」において、一般の参加者33名に試用してもらいアンケートをとった。その結果、「お互いの意思が伝わったか」の設問に対して87%が伝わったと回答し、「離れたユーザ間でのコミュニケーションに役立つか」に対しては74%が役立つと回答した。各機能に対しては、特にホワイトボード、画像表示機能、○×ボタン、挙手ボタンに対して87%以上が良いと評価している。

以上の研究結果から、このシステムを使うと講師と複数の生徒間でのコミュニケーションがとれ、この方法は学校の授業でも有効に使えたと考えた。一般に理工系科目の教室での授業では、ノートを使って演習を行なうことがしばしばある。しかし教員が多数の学生の演習内容を、教室を巡回して確認するのは容易ではない。また個々の学生にアドバイスをする十分な時間もない。代表的な答案を使って全員で議論する場合、ノートを黒板に写すのに余分な時間を費やしてしまい極めて効率が悪い。この問題を解決するため前述のコミュニケーションシステムを、PDAとPCを用いた授業演習支援システムに改造することを考えた。PDAを使う理由は、1台の価格が4万円程度と安く、多人数の授業に対して低コストでできることにある。学生全員がノートパソコンやタブレットPCを持てれば良いが、本校では経

済的負担から現状では難しい。

先行研究の例として「デジタルペンとPDAを利用した実世界指向インタラクティブ授業支援システム」がある[4][5]。このシステムは我々の開発した携帯端末を用いた授業演習支援システムとは、学生側の端末にPDAを用い、教員側の端末にPCを用いるところは同じであるが、次の点が異なる。

- (1) デジタルペンを用意する必要がないため、多人数授業での投資がすくなくて済む。(デジタルペンは1台約3万円)
- (2) 教員の使うPC画面で全ての学生の答案を見てチェックできるため、教員が教室を巡回する必要がなく、答案を黒板に写す必要もないため限られた授業時間を有効に使える。
- (3) 学生の答案に対する修正内容やアドバイスを教員のPCから学生のPDAに書き込むことができ、また教員のPC画面を教室のプロジェクタで投影し、他の学生はそれを見て参考に行うことができる。
- (4) PDA画面は狭く書き込める情報は限られるが、設計問題の基礎、数学のグラフ・代数、論理回路の基礎など多くの授業演習に使える。

3. システムの構成

図3に開発した授業演習支援システムのシステム構成を示す。

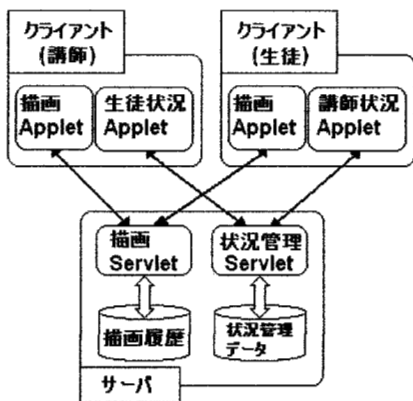


図3 システム構成

クライアント側はJava アプレット、サーバ側はJava サーブレットで動作させる。クライアントである学生と教員は、アプレットをダウンロードし、端末として学生はPDAを、教員はPCを使用する。クライアントはサーバにある描画履歴から座標データを取得し、アプ

レットで再処理を行なうことで、サーバの負担を軽減する。クライアントは描画アプレット、状況アプレットの2種類を持ち、それぞれがサーバレットとの間でデータの送受信を行なう。サーバレットは、受信したデータを定期的に描画履歴、状況管理データとして、サーバに記録する。

本システムを用いた機器の構成を図4に示す。演習は教室で行い、教室の四隅に無線LANのアクセスポイントを置く。教員は無線LANで接続されたPCを使用し、その画面をプロジェクタでスクリーンに映し出す。学生は10人～40人で全員が無線LANで接続されたPDAを使用する。学生はPDAのブラウザでサーバからアプレットをダウンロードし、ユーザID(学生番号)とパスワードを入力して、本システムにログインする。そしてPDA画面にタッチペンを使って手書きで答案を作る。教員はPC画面の操作をマウスまたはペンタブレットを使って行なう。その画面はスクリーンに映し出すことができ、受講した全学生がそれを見ることができる。

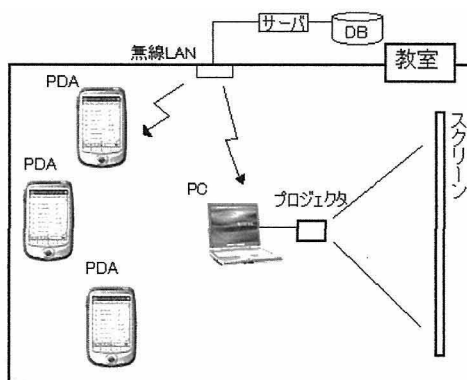


図4 機器の構成

4. システムの機能

授業演習支援システムの、学生側の画面例を図5に示す。タッチペンでPDAに線を描くことができるホワイトボード、ペンの太さ、ペンの色、消しゴムの選択を行なうツールボックスがある。

PDAの画面を最大限に描画領域に利用するため、ホワイトボードとツールボックスだけのシンプルな構成とする。コミュニケーションシステムで使用したチャット機能と教員写真表示機能は、教室授業では対面式であり不要のため削除し、その分をホワイトボードに有効活用した。学生はツールボックスからペンの色、太さを選択しタッチペンによってホワイト

ボードの中に演習の答案を手書きしていく。

教員側の画面例を図6に示す。教員はPC端末から学生の作成した答案を閲覧し、個別指導をすることができる。アドバイスした内容はPCから直接書き込んで、図5の書き込みのように学生のPDA画面に伝えることができる。教員は全学生の画面を切り替えて閲覧できるため、PCの画面をプロジェクタでスクリーンに映写すれば、全員同じ設計内容を同時に見ることができる。

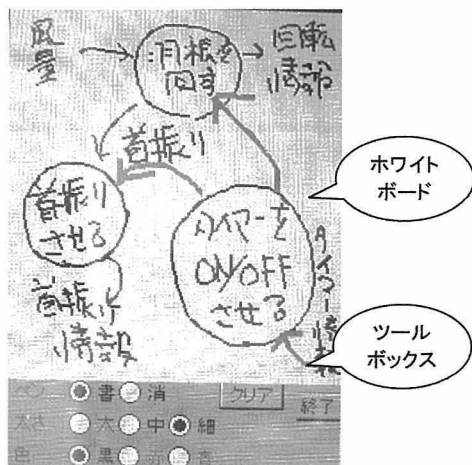


図5 PDA 画面例



図6 PC 画面例

図6の画面右側の生徒状況管理部には、現在ログインしている学生番号順にソートされた一覧表が表示されるので、出席学生を一覧できる。教員と直接コミュニケーションしているのは机 s0515 の学生であり、他の学生の机はすべて網掛け状態になっている。教員は自由に学生

を選択し、その設計内容を見ることができる。教員は全体の討議に使いそうな答案を選び、他の学生にスクリーンで見せることができる。そして、ツールボックスの中から任意のペンの色、太さを選択し、学生の画面に書き込むことにより、答案に対するアドバイスを行なう。

教員が別の学生画面へ切り替えたい場合は、その学生の机画像をクリックする。このときシステムはそれまでログインしていた学生との接続を終了し、選択した学生にログインし直すという処理を行っている。学生がシステムからログアウトすると、その学生の机と学生番号が消える。

ホワイトボードへの書き込みを学生はPDAのタッチペンで、教員はPCのマウスまたはペンタブレットで行なう。書き込みのペン設定はツールボックスで行なう。教員は学生がホワイトボードへ書き込んだ演習の答案を教員画面で見ながら指導する。図5、図6では、構造化分析法によるDFD設計について指導を行っているところである。ここでは、扇風機制御のソフトウェアについて要求分析をしている。黒が学生の設計したPDAの情報で、赤がPCから教員の書き込んだ情報である。教員は修正点があれば、ホワイトボードへカラーペンで書き込んで学生画面に伝え、指導することができる。

一方で教員のPC画面はスクリーンへ映し出せるため、クラスの全員がその指導内容を同時に見ることができる。教員はスクリーンを使ってポイントとなる箇所を説明しながら、手元のPCで画面に書き込み指導することができるので、巡回の必要もなく時間の効率が良い。逆に進みの悪い答案などは、PC上で机を切り換えて即座に把握し、指示や激励をすることができる。

5. システムの実装

本システムの開発環境は以下の通りである。

サーバOS: VineLinux3.2

サーバレットコンテナ: Tomcat3.3.1

開発言語: Java

クライアントOS: Window XP

WWWブラウザ: Internet Explorer6+Java Plug-In

PDA: HP iPAQ rx3715 Mobile Media Companion,

HP iPAQ hx2190 Pocket PC, HP iPAQ hx2490b

PDAのWWWブラウザ: NetFront v3.3 for Pocket PC

PDAのJava実行環境: JV-Lite2 CE Edition

サーバレット側の各処理は以下の通りである。

(1)ログイン処理

サーブレットはログイン要求を受け取った場合、講座名とユーザ名をハッシュテーブルに加える。ハッシュテーブルには2種類あり講座名をKeyとするハッシュテーブル(H1)とユーザ名をKeyとするハッシュテーブル(H2)の2つがある。

サーブレットは、ログイン要求を受け取った場合、まずクライアント(学生)が選択してきた講座名がハッシュテーブル(H1)に存在するかを調べる。存在していた場合、その講座名をKeyとして対応するハッシュテーブル(H2)に対して新たにユーザ名を追加する。

(2) 状況データの配信

サーブレットは学生状況アプレットから送信された学生状況データを受信する。その時のリクエストパラメータから状況データを送信したユーザ名とその講座名を取得し、状況データをハッシュテーブル(H2)に格納する。

(3) クライアント(教員)の要求に応じた学生状況データの取得

サーブレットはクライアント(教員)から学生状況の要求がきた場合にこの処理を行なう。講座名に対応するハッシュテーブル(H2)にログインしている全てのユーザの状況データをクライアント(教員)に対して送信する。

(4) ログアウト処理

サーブレットはクライアントからログアウト要求がきた場合にこの処理を行なう。クライアントがログインしている講座名に対応するハッシュテーブル(H2)に対してクライアントのユーザ名と学生状況データに対してクライアントのユーザ名と学生状況データを削除することによりログアウト処理を行なう。ログアウトすることによって学生状況データはクライアント(教員)に配信されなくなる。

6. システムの評価

本校の学生11名と教員1名が、教室での授業演習形式で本システムを試用評価した。演習のテーマはDFDによるソフトウェア設計である。図6に評価実験の風景を示す。教室の四隅には無線LANのステーションが配置しており、40名同時に接続が可能である。

教員はPC画面で各学生の設計内容を見ながら、誤り箇所をカラーペンで書き込む。そして生徒状況管理部の一覧表に登録された学生机をクリックして次々と進行状況を調べ、内容をチェックしてコメントを書き込む。その画面は正面のプロジェクトによって全員の学生が見ることができ、他の学生は同様の

誤りをしていないか見て参考にすることができる。教員の口頭でのアドバイスも、その場で聞くことができる。

アンケートの質問内容は次の通りである。

- Q1:PDAの立ち上げはスムーズか
- Q2:ホワイトボードの表示は見やすいか
- Q3:ホワイトボードへの書き込みはしやすいか
- Q4:消しゴムは使いやすいか
- Q5:カラーペンは使いやすいか
- Q6:スクリーンの表示は見やすいか
- Q7:ホワイトボードでの指導は板書での指導より良いか
- Q8:このシステムは授業演習に役立つと思うか
- Q9:どんな授業に役立つと思うか



図7 評価実験の風景

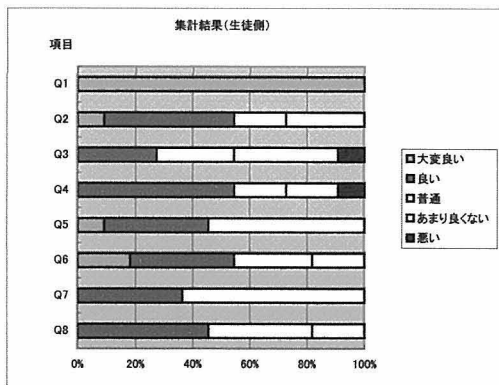


図8 評価結果

評価結果を図8に示す。Q2 への回答より表示は

見やすいと受け取られた。Q7, Q8 への結果が良好なため、このシステムが授業演習に役立つことがわかった。Q9 に対しては、ソフトウェア工学、数学(グラフ、代数など)、化学、回路、製図などいろいろな科目への展開が期待できることもわかった。

しかし Q3 の操作性に関する回答は良くなかった。PDAを初めて使った学生が多く、不慣れであったことが原因として考えられるが、タッチペンでの操作性にまだ不十分なところがあり、今後の改善が必要である。またPDAの画面をPCで表示した時に、描画データの欠落が起こる不具合が発生した。原因はサーバー側側にあり、教員側クライアントで学生側クライアントのログイン・ログアウトを切り替える時のマルチスレッド処理の不具合が考えられる。今後の課題として解決していかねばならない。

7. まとめ

工学系科目の教室での授業では、ノートを使って演習を行なうことがしばしばある。しかし教員が多数の学生の演習内容を、教室を巡回して確認しアドバイスするのは容易ではない。そこで、教室で携帯端末(PDA)とPCを用いた授業演習支援システムを開発した。学生は入力端末として1人1台のPDAを用い、無線 LAN でサーバに接続する。教員はサーバに接続されたPCでPDAを切り替えて見ることによって、巡回することなく学生の答案内容を確認することができる。さらにその答案に対するアドバイスをPC画面から記入し、受講の学生全員に伝えることができる。また、教員のPC画面を教室のプロジェクタで投影し、学生の答案とそれに対する教員のアドバイスを全員で共有することができる。

11名の学生と1名の教員を対象に教室授業で試用し、ソフトウェア設計の演習を行った。その後アンケートに答えてもらった結果、学生から本システムは教室での授業演習に有用であるとの評価を得た。また、ソフトウェア設計の演習以外でも、数学、化学、回路など多くの科目の授業演習に使えることがわかった。操作性にまだ不十分なところがあり、不具合もあり今後改善すべき課題として残った。

参考文献

[1] 中田圭亮, 中村直人, 藤井諭, “学習サイクルを支援する e-Learning における携帯端末アプリケーションの開発”, 電気・情報関連学会中国支部第56回連合大会講演論文集, pp.246-247 (2005).

[2] 中田圭亮, 上野真由, 中村直人, 藤井諭:PDAとPCを用いた授業演習支援システムの開発, 平成18年度電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集, pp. 71-72 (2006)

[3] S.Fujii, J.Iwata, K.Yoshida and T.Mizuno: Development of a Remote Communication System for Computer Novices and Their Instructors, V.Palade, R.J.Howlett, and L.C.Jain:KES2003, LNAI2774, pp.764-770 (2003).

[4] 三浦元喜, 国藤進, 志築文太郎, 田中二郎:デジタルペンとPDAを利用した実世界指向インタラクティブ授業支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.9, pp.2300-2310(2005).

[5] 三浦元喜, 国藤進:デジタルペンを用いた「教室内学習活動の見える化」システム, 教育システム情報学会研究報告, Vol.21, pp.74-79(2006).