

携帯画面を教員・学生間で共有する 授業演習支援システムの開発

† 藤井 諭 † 青山博一 † 石本真一 ‡ 中田圭亮

† 松江工業高等専門学校
‡ (株)アクティス

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本システムが有用であるとの評価を得た。一方で操作性が悪いことと、使用中に不具合が発生することもわかった。そこで仕様の見直しを行ない、実装を行なって改良版システムを実現した。

Development of Exercise Lesson Support System sharing mobile terminal screen among lecturer and student

† Satoru FUJII, † Hirokazu AOYAMA, † Shinichi ISHIMOTO, ‡ Kei Nakata

† Matsue College of Technology
‡ Actis Co., Ltd.

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 for each answer rounding in the room. Therefore we developed Exercise Lesson Support System used Mobile terminals and Personal computer. The student can use a PDA (Personal Digital Assistant) connected to the server by wireless LAN to exercise about engineering. The teacher can review students' answer switching on his PC screen connected to the server without rounding the room. Twelve students and a teacher used this system to exercise Software Design in classroom, and they evaluated this system was useful. The other hand we found that this system was not easy to use and had serious bugs. Since we reviewed specification of our system and developed the new system.

1. はじめに

一般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、教室を巡回して確認するのは容易ではなく、個々の学生にアドバイスをする十分な時間もない。学生の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、携帯端末のPDA (Personal Digital Assistant)とPC(パソコン)を組合せた授業演習支援システムを開発した[1] [2]。

学生は入力端末として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画面から教員が書き込むことで、その学生のPDA画面にも表示

することができる。また、教員のPC画面を教室のプロジェクトで投影し、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 11 人の学生を対象に試用してもらい、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。

しかし評価の結果、操作性の改善と不具合の解消が必要なものも判明した。そこで、仕様の見直しと実装を行ない、改良版システムを実現した。

2. 背景と目的

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が、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。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、PDAとPCを用いた授業演習支援システムの利用を考えた。PDAを使う理由は、1 台の価格が 4 万円程度とノートPCに比べて 1/4 程度のコストで済み、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、本校の現状では学生の経済的負担から難しい。

先行研究として我々の「パソコン初心者のための遠隔コミュニケーションシステム」[3]と、「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]。後者のシステムと比べて、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、本システムは次の点が異なる。

- (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少なくて済む。(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トで投影し、他の学生はそれを見て参考にすることができる。
- (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1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。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、端末として学生はPDAを、教員はPCを使用し、各々の端末用アプレットを取得する。各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する。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している。また各クライアントはサーバにある状況管理データを取得し、教員と学生間の接続状況を確認する。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、それぞれがサーバとの間でデータの送受信を行なう。サーバは、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。

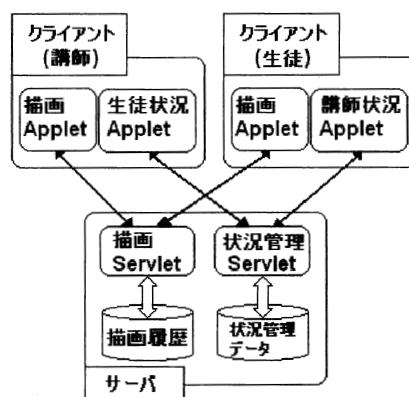


図1 システム構成

本システムを用いた機器の構成を図2に示す。演習は教室で行ない、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ト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。

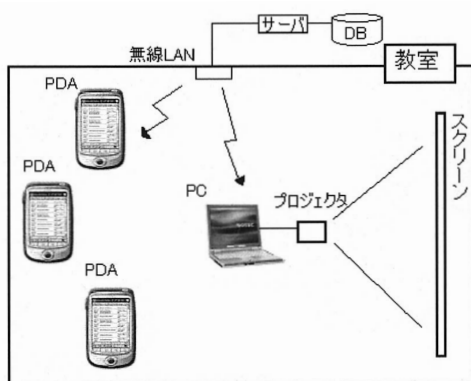


図2 機器の構成

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3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である。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。

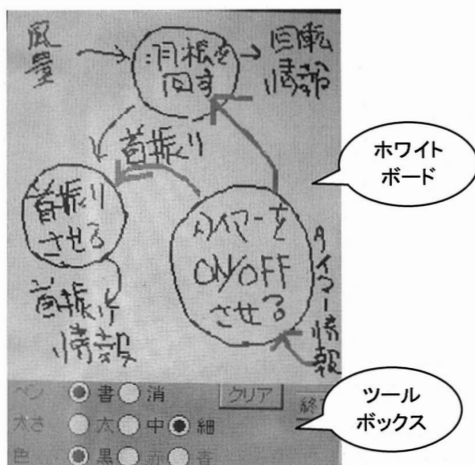


図3 学生側画面例

教員側の画面例を図4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3の赤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4 教員側画面例

図4の画面右側の学生状況管理部には、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。教員は画面から自由に学生を選択し、その設計内容を見ることができる。また教員は全体の討議に使えそうな答案を選び、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、その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。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は、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3、図4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。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、教員がアドバイスしている答案の内容を、クラスの全員が一緒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ことを説明しながら、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、教員は手元のPCで即座に把握し、指示や激励をすることができる。

5. 試用評価

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5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、同時に多人数の接続が可能である。

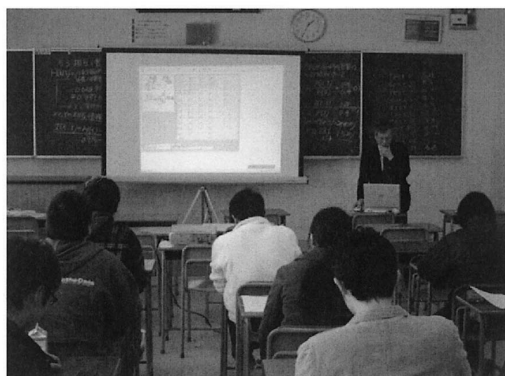


図5 評価実験の風景

教員はPC画面で各学生的设计内容を見ながら、誤り箇所をカラーペンで書き込む。そして学生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

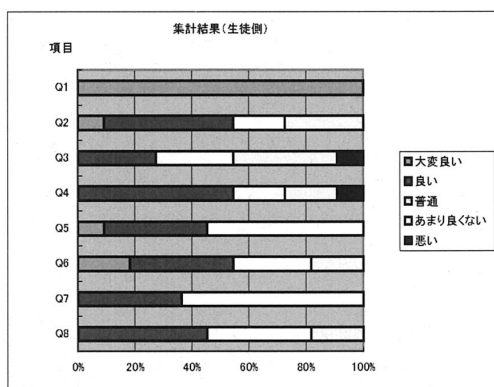


図6 評価結果

評価結果を図6に示す。Q2への回答で、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の自由記述では、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も原因として考えられるが、タッチペンでの操作性に問題があり、フリーハンドのみでなく基本図形の描画や文字のキー入力が必要であることがわかった。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。これらを解決しないと授業に使えないことが明白となった。

6. システムの改良

評価結果を元にシステムの仕様の見直しを行い、実用化を目指し次の改良を行なった。

(1) ホワイトボード

ホワイトボードは従来のフリーハンドに加え、円や四角形などの図形描画と文字のキー入力ができるようにした。ペンの設定、図形の選択、文字の入力は図7に示すツールボックスで行なう。

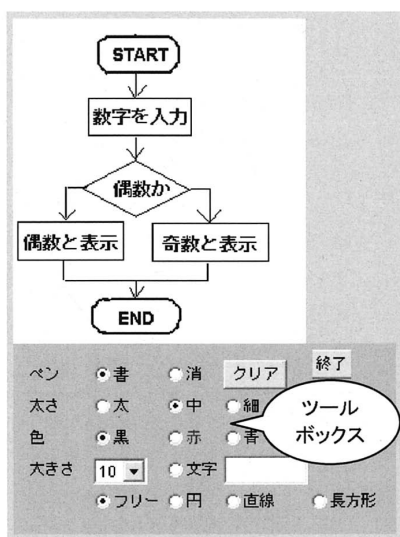


図7 学生側画面(改良版)

(2) ツールボックス

図7に学生側画面の改良版を示す。新しいツールボックスにおいて、従来のペン設定(色, 太さ)に加え、手書き、図形、文字の設定が、ツールボックスの下側にある「フリー」「円」「直線」「長方形」「文字」を選択し使えるようにした。

描画する文字は「文字」のチェックボックスの右にあるテキストボックスに書きたい文字を入力することで設定ができる。これによって従来手書きでがまんして描かなければならなかった円や四角の入力が楽になった。同様に文字もキー入力可能となり、狭い画面に漢字を書き込むストレスから開放した。

(3) 教員側画面

図8に教員側画面の改良版を示す。学生がシステムへログインすると、網掛けされた机画像とその学生の学生番号が表示される。現在システムにログインしている学生の中から、ホワイトボードの内容を閲覧したい学生の机画像を選択すると、その学生のホワイトボード画面を持つ別のウインドウが表示される。別の学生のホワイトボードを閲覧する場合も、その学生の机画像をクリックすることで、ウインドウが表示されて閲覧することができる。

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およびホワイトボード画面が消える。右側には、現在ログインしている学生の学生番号順にソートされた一覧表を表示することができ、これに

よってひと目で学生の出席状況が分かる。

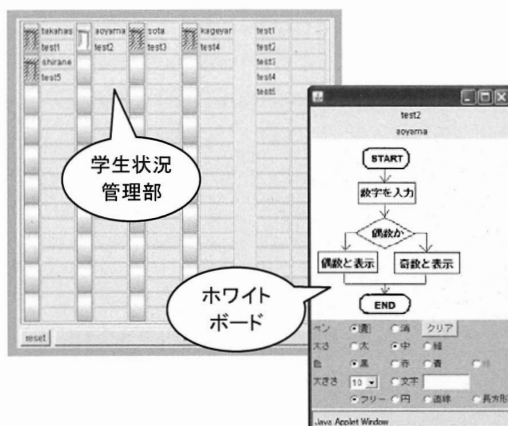


図8 教員側画面(改良版)

(4) 不具合の解消

原因はサーバ側側にあり、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であった。PDAで書き込んだ内容の一部が欠損する不具合は、タッチパネルの誤検出に起因して起こったものであった。タッチパネルの誤検出により、スタイラスでタッチパネルが押されている状態にも関わらず、スタイラスがタッチパネルから離れたときの「mouseReleased」イベントが発生したため、壊れた描画データが送信されてしまい、欠損してしまったことによる。この現象を回避するために、「mouseReleased」イベントによって初めて描画データを作成し、送信するようにした。これにより演習における描画の欠損は無くなった。

7. システムの実装

本システムの開発環境および実装方法は次の通りである。

サーバ OS: VineLinux3.2

サーバ側コンテナ: 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

サーバ側側の各処理は以下の通りである。

(1) ログイン処理

サーバ側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。

サーバ側は、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

サーバ側は学生状況サーバ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

サーバ側はクライアント(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

サーバ側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。

8. まとめ

工学系科目の教室での授業において、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、教室で携帯端末とPCを用いた授業演習支援システムを開発した。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。また、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。同時に、教員のPC画面を教室のプロジェクトで投影し、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で試用評価を行った。その結果、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。

しかし操作性にまだ不十分なところがあり、不具合もありこれらの問題の解決を図った。解決のために仕様の見直しを行ない、描画をし易くするとともに不具合の解消を行なうことができた。今後はこの改良版システムにより、実際の授業演習で評価を行って効果を確認して行く予定である。

本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金(課題番号17500676)の支援によるものである。

参考文献

- [1] 藤井諭, 中田圭亮, 中村直人, “携帯端末とPCを用いた授業演習支援システムの開発”, 情報処理学会研究報告, Vol.2007, No.32, pp.19-24 (2007).
- [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).