

Java アプリケーションを用いた携帯電話用教育システム

佐々木 陽[†], 小山 明夫[‡], バロリ レオナルド^{††}, 程 子学[‡], 何 愛国[‡]

[†] 会津大学コンピュータ理工学研究科

[‡] 会津大学コンピュータ理工学部

E-mail: {m5051221,koyama,z-cheng,aiguo}@u-aizu.ac.jp

^{††} 山形大学人文学部

Email: barolli@human.kj.yamagata-u.ac.jp

Abstract

本研究では、「だれでも」「どこでも」「いつでも」使用できる携帯端末向け教育システム (MES) を提案する。MES は、Java アプレットで作られた教師エージェントを生徒の携帯電話のメモリにダウンロードすることで学習の補助、問題の採点、管理エージェントとの交渉を行う。管理エージェントは、教師の教材作成の補助、生徒の得点の解析を行い宿題を作成する。実際に生徒と教師に、このシステムを試してもらった結果、問題点も多いものの有効であることが証明できた。また、パケット代の削減にもつながった。

Mobile Education System Using Java Application

Akira Sasaki[†], Akio Koyama[‡], Leonard Barolli^{††}, Zixue Cheng[‡], Aiguo He[‡]

[†]Graduate School of Computer Science and Engineering, The University of Aizu

[‡]Faculty of Computer Science and Engineering, The University of Aizu

E-mail: {m5051221,koyama,z-cheng,aiguo}@u-aizu.ac.jp

^{††}Faculty of literature and Social Science, Yamagata University

Email: barolli@human.kj.yamagata-u.ac.jp

The cellular phone is the most popular information terminal that anyone can use freely anywhere, anytime, and become now a necessary application for everyday life. In this research, we propose a Mobile Education System (MES). The MES can support the student's learning by downloading a Teacher Agent (TA) into the student's cellular phone. The TA plays an advising role for students, marks the student answer and makes communication with Management Agent (MA). The MA supports a teacher in preparing learning materials, preparing appropriate exercises and homework. In order to investigate the proposed system performance, we prepared a questionnaire and investigated some students and teachers who used the system. The investigation evaluation shows that proposed system is a very useful education system for students and teachers. Also, the packet communication cost was able to decrease to compare with HTML based system.

1 はじめに

携帯電話は、今や「どこでも」「だれでも」「いつでも」気軽に使用することができる最も普及した

情報端末になった。日本国内では、すでに6000万人が携帯電話を保持しており [1]、2003年には8000万人が携帯電話を保持するといわれている [2]。今

や、携帯電話は、我々の生活に欠くことのできない存在となっている。

このような背景のもと、携帯電話を使用した教育システムの試みもでてきている。現在、日本国内において約 2500 万人の登録者がいる i-mode サービス [3] において、4 択式の問題等をホームページで提供するコンテンツプロバイダが多数でてきている。しかし、これらに共通していえる欠点は、サーバと頻りにパケットのやり取りを行うため料金が割高であるという事があげられる。また、携帯端末自体の操作性の悪さや、ユーザインターフェイスの貧弱さといった問題も同時に抱えている。

2001 年 1 月に発売された NTT DoCoMo の 503i シリーズには、携帯機器向けに最適化された Java 仮想マシンである KVM[4] が搭載され、既存の HTML ベースの教育システムにかわり、Java アプリケーションベースの教育システムの実現が可能になった。

本論文では、携帯電話向けの双方向性の高い教育システムである Mobile Education System (以下 MES) を提案する。MES では、Java アプリケーションで作られた教師エージェントを携帯電話にダウンロードすることで、生徒の学習をサポートする。教師エージェントは、生徒へのアドバイス、採点を行う。また、もう 1 つ重要な役割として、サーバの管理エージェントとのやり取りを生徒に代って行う。管理エージェントは、教師の教材作成の補助、生徒の得点集計、生徒向けの宿題の作成を行う。

2 MES

MES は、図 1 で示すように MES 学習アプリケーションと MES サーバの 2 つで構成される。MES 学習アプリケーションは、Java 言語でインプリメントされ、KVM が搭載された携帯電話上にダウンロードして起動する。現段階では、NTT DoCoMo の 503i シリーズで起動する。

一方で、MES サーバは、RehHat Linux 6.2J 上に、httpd サーバとして Apache 1.3.11 を構築し、管理エージェントは Perl でコーディングし CGI で起動している。なお、得点集計や個人情報情報を格納するデータベースには、Perl 付属の DBM を使用した。

MES 学習アプリケーションには教師エージェント (TA) が、MES サーバには管理エージェント (MA) が常駐する。なお、教師エージェントと管理エージェント間の情報のやりとりは、HTTP プロトコルを使用して行っている。

2.1 MES 学習アプリケーションの起動まで

MES 学習アプリケーションは、インターネット経由で生徒の携帯電話にダウンロードされる。MES

MES for TEACHER

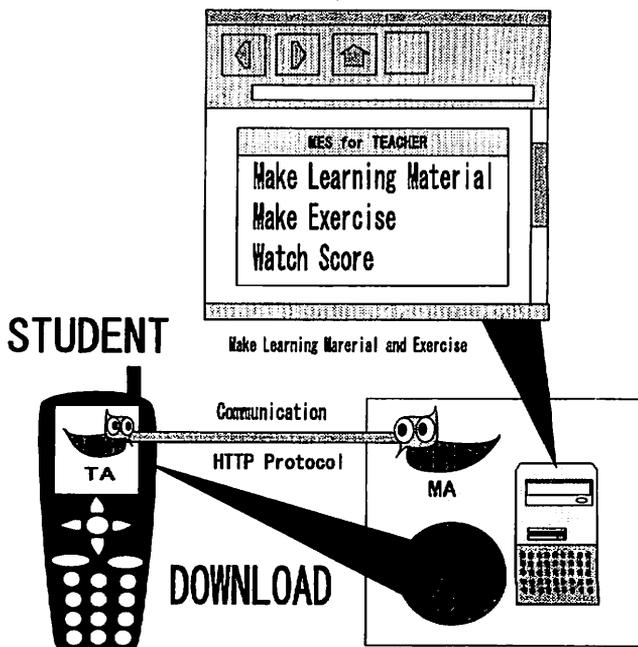


図 1: MES

サーバには、MES 学習アプリケーション本体の JAR ファイルとアプリケーションの属性を記述した ADF が置かれている。学習者は図 2 のように MES ホームページへアクセスし、「Start MES」をクリックする。その後、学習者の情報を入力する画面に変わるので、学習者は名前と E メールアドレスを入力する。その値を元に、管理エージェントが学習者の名前と電子メールの情報を付加した ADF を生成する。

最後に、ダウンロードするための画面が現れるので「ダウンロード」をクリックすることで、ADF が学習者の携帯電話上にダウンロードされ、問題がなければ MES 学習アプリケーション本体の JAR ファイルのダウンロードが開始され、携帯電話上のフラッシュメモリに保存される。

MES 学習アプリケーションを起動するには、携帯電話のメニューで i アプリを選択し、一覧から起動したいアプリケーション名を選択することで、起動する。

2.2 MES 学習アプリケーションで提供されるサービス

MES 学習アプリケーションで提供されるサービスには下記にあげるものがある。

- 教材



図 2:起動

- 演習問題
- 宿題

携帯電話の画面上では図3のように表示される。ここで提供するサービスで使用する教材は、管理エージェントの補助により教師によって事前に作成したものである。

教材等で使用するコンテンツは、MES アプリケーションの教師エージェント (TA) と管理エージェント (MA) のやりとりにより、現在の進行状況に応じて携帯電話のフラッシュメモリ上にダウンロードされる。

また、演習や宿題の際に、教師エージェントは、学習者への助言や問題の採点を行う。

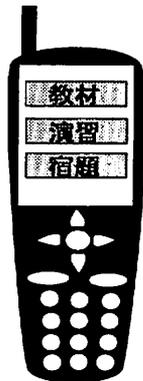


図 3:メニュー

2.3 教師エージェント

図4に示す教師エージェントは、MES 学習アプリケーションに組み込まれた形でダウンロードされる。教師エージェントの主な役割は、生徒の学習補助、問題の採点、MES サーバ上の管理エージェントとのやり取りがあげられる。

生徒の学習補助として、生徒が一定時間内に問題を解答できない場合、生徒にヒントを表示する。このヒント表示までの間隔は、教師が問題作成時点で決定する。

生徒の解答の採点は、その場で教師エージェントが行い、生徒が間違えた場合は、その問題の解説を表

示する。正解した場合でも生徒が解説を希望する場合は、解説を表示する事も可能である。また、教師エージェントは、解答までに要した時間とヒント表示の有無をデータとして収集し、そのデータを一時的に携帯電話上のメモリに保存する。全問題の解答が終了した後、収集されたデータは管理エージェントに送られ管理するデータベースに格納され、教授戦略の参考となる。

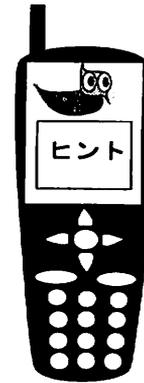


図 4:教師エージェント

2.4 教材

まず、学習者はMESで学習を開始する場合、「教材」を読むことから学習をはじめ。教材は、テキストベースの文章で提供される。

教材の作成は、管理エージェントが提供するホームページで教師によりおこなわれる。作成された教材は、MES サーバ上のデータベースに格納され、教師エージェントが現在の進行状況に合わせた部分の教材を管理エージェントに要求する。

教材の表示には、MES 専用の独自 Viewer を使用した。携帯には、マイクロブラウザが搭載されているが、システムの構成上 Java アプリケーションとマイクロブラウザの連動が不可能なため、この Viewer を使用することにした。このことにより、学習者は統一した操作で、学習を進めることが可能になる。

2.5 演習問題

演習問題は、教材に関連した問題から構成される。図5のような形でMESでは、1問の問題につき4つの選択肢が出題される。学習者は携帯電話の1-4のキーを押すことで解答する。キーを押した瞬間に教師エージェントが採点をし、正解か不正解かを表示する。不正解の場合は、解説を表示し、正解の場合でも特定のボタンを押せば、解説を参照する事が可能である。

解答できずにある一定時間が経過すると教師エージェントがヒントを表示する。ヒント表示までの時間は、問題作成時に教師により指定される。また、

解答できずに制限時間に達した場合は、解説を表示する。

演習問題の作成は、管理エージェントが提供するホームページで教師により行われる。生徒が演習を開始する時点で、教師エージェントと管理エージェントの交渉により、その日学習する分の演習問題がまとめて携帯に配信され、携帯上のメモリーに保存される。教師エージェントは保存された問題から出題する。

また、教師エージェントは、生徒の解答するまでの経緯を保存する。具体的には、押したキーと解答までに有した時間をデータとして保存する。

生徒は、途中で演習を中断し、再び再会する場合は、前回中断した場所から引き続き、演習を行うことが可能である。教師が特定した期間を経過しても、演習を完了しない生徒には、管理エージェントが催促のメールを送信する。



図 5:演習

2.6 宿題

宿題は、教師エージェントにより送られてきた演習問題の得点と、ヒント表示の有無、解答までの所要時間等の値を考慮して管理エージェントが作成する。教師の指定したある一定の基準点を越える得点を獲得した場合、あらかじめ教師により作成された応用問題が配信される。基準点にみえない場合は、ふたたび間違った問題が配信される。配信される問題は、解答までにかかった時間や、ヒント表示の有無を参考に管理エージェントにより選択される。

2.7 教授戦略

MESで使用する教授戦略は、基礎能力と応用能力の2つの能力を基礎としている。

- 基礎能力
- 応用能力

生徒には、演習時にまず基礎能力を必要とする演習問題を解いてもらう。この時の演習問題は、10-20問で構成されるものとする。生徒の解答に対して、合格点をあらかじめ設定しておく。この設定値を越える得点を生徒が獲得できた場合は、宿題には応用問題を配信する。一方で、生徒が合格点をこえられなかった場合は、間違った個所を中心にふたたび基礎能力を必要とする問題を宿題として配信する。

この教授戦略を使用することで、生徒は教師が要求する平均的な能力を獲得できる。また、宿題という概念をとり入れることで、間違った個所を復習することもできる。

2.8 管理エージェント

管理エージェントは、教師が教材、演習問題、宿題などのコンテンツを作成する際、図6のようなホームページにてコンテンツの入力を受け付ける。コンテンツの作成は、図7のようなホームページのフォームタグを使用し、穴埋め方式で入力してもらう。

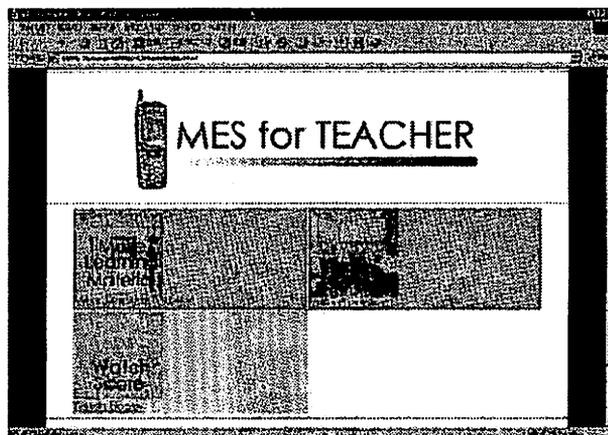


図 6: MES for Teacher.

教材の作成は、まとめて文章を入力する方式をとっている。したがって、特定の文章を指定のページに表示することが現在不可能で、1ページ目から順に入力された文章が表示されていく。

演習問題の作成は、問題文、4つの選択肢、ヒント表示までの時間、問題解答に有する制限時間、答えの番号、ヒント、解説を入力する。全問題が作成できたら、最後に合格点を入力し、この時応用問題も作成する。

管理エージェントのもう1つの役割は、教師エージェントから送信されてくる生徒のスコアと解答までの所有時間の集計を行うことである。その結果は、ホームページでみれるような形で提供される。またそのデータを元に宿題を作成する。合格点なら応用問題を、不合格点なら不正解だった問題を中心

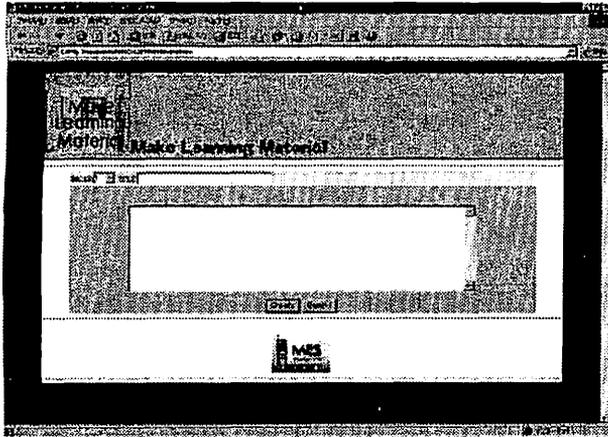


図 7: Make Material.

に、演習問題をふたたび宿題として配信する。

3 評価

本システムの評価を行うため、実際にシステムを使用したときのチケット料金の比較、学習した生徒の感想、問題、教材を作成した教師の感想などのアンケート調査を行った。以下にその結果を示す。

● チケット通信コストの比較

MES は既存の HTML ベースのシステム (HBS) に比べ、約 50% のチケット料金の削減を実現した。

MES では、10K バイト分のデータを携帯電話のメモリー上に格納することができる。1 章につき、教材が最大 5K バイト (日本語の文字にして 2500 文字)、演習が最大 3K バイト、宿題に最大 1.5K バイト、データ格納用に 0.5K バイトを使用した場合、既存システム (HBS) との比較は表 1 のようになった。

今回比較に使用した教材は日本語で 2234 文字 (4468 バイト) のものを使用した。HBS で教材を作成した場合は、HTML タグ使用の分わずかに容量が増加した。一方、MES はタグを使用していないので教材と同じ容量で済む。また、演習問題については、HBS の場合、問題文と選択肢を表示する HTML が 274 バイト、サーバとの通信に 24 バイト、解説文用の HTML に 67 バイトを必要とした。一方、MES を使用した場合、問題文 20 文字、解説文 34 文字、選択肢は 1 つにつき 5 文字で 4 問の条件で、制限時間などの情報を含んだ総データ量は、1 問につき 300 バイト程度になった。MES では、全問題データを 1 度にまとめて送信するので、サー

バへのリクエストが少なくなる分、容量が減った。一方で、問題文に関しては、演習と同様の計算をしたが、MES の場合、宿題は演習で配信した問題を再利用する場合もあるので、平均で 2.5 問が配信されたものとして計算した。

評価に使用したチケットは、NTT DoCoMo のゲートウェイとのやり取りの際のヘッダ情報を値にせずに計算した。

上記の条件に基づいてチケット料金を計算した結果を表 2 に示す。

MES では、HBS に比べ、タグを使用しないという点とサーバとのやりとりが減るという 2 点の理由で、チケット料金を約 50% 削減できた。

● 教師の感想

多くの教師が簡単にコンテンツが作成でき、かつエージェントのサポートが有用だったと答えた。しかし、一部の先生が MES がテキストのみをサポートしている事に不満を持っているようだった。

● 生徒の感想

多くの生徒が、TA によって提供されるヒントが有効であったという感想を持った。また、多くの生徒が容易に MES を使用できたが、中には使用方法で迷う生徒もいた。数名の生徒は、テキストのみのサポートに不満があるようだった。

4 まとめ

本論文では、エージェントベースの携帯電話向けモバイル教育システムを提案した。TA を携帯電話にダウンロードすることで、MES は生徒にとって効率的なモバイル学習を提供し、大部分の生徒が MES を簡単に気軽に使用することができた。また、管理エージェントのサポートで教師は簡単に携帯電話向けの教材を作成することができた。

今後は画像や音声等のマルチメディアコンテンツのサポートも含めたシステムを開発していく予定である。

References

- [1] TCA, Number of subscribers by Carriers, <http://www.tca.or.jp/eng/daisu/yymm/0011matu.html>
- [2] Mobile Computing Promotion Consortium, Mobile Market Demand Forecast in Japan, <http://club.pep.ne.jp/mcpchp/english/25.htm>

表 1:容量比較

システム	教材	演習	宿題
MES	4468 バイト	300 バイト x 10 問 = 3000 バイト	300 バイト x 2.5 問 = 750 バイト
HBS	4574 バイト	問題文と選択肢 (274 バイト x 10 問) + サーバとの通信 (24 バイト x 20 回) + 解説文 (67 バイト x 10 問)	問題文と選択肢 (274 バイト x 5 問) + サーバとの通信 (24 バイト x 10 回) + 解説文 (67 バイト x 5 問)

表 2:パケット料金比較

システム	パケット数	コスト (円)
MES	65 パケット	19.5
HBS	126 パケット	37.8

[3] NTT DoCoMo, All about i-mode,
<http://www.nttdocomo.co.jp/i/>

[4] SUN Microsystems, CLDC and the K Virtual
Machine
(KVM), <http://java.sun.com/products/cldc/>

[5] P.Shotsberger and R. Vetter: Teacher and
Learning in the Wireless Classroom, *IEEE
Computer, Vol.34, No.3, pp.110-111(2001)*