

情報工学実験におけるWebアプリケーション開発実習

中村 庸郎*・森 重雄**・三河 佳紀***・松田 晃一****

Training of Web Application Development on Computer Science Laboratory

Tsuneo NAKAMURA, Shigeo MORI, Yoshinori MIKAWA, Kouichi MATSUDA

要 旨

インターネット上では様々な分野において独自のWebサービスが提供されており、その技術の進歩は目覚ましいものがあるが、その基礎となるWebアプリケーション開発技術は、情報工学科のソフトウェア教育にも取り入れられるべきものである。そこで、第4学年情報工学実験において昨年度前期から実施している、Javaに関する体系的な技術指導およびHTML、データベースに関する基礎実験を基盤とし、今年度はサーバーサイドJavaとデータベースを用いたWebアプリケーション開発実習を行ったので、ここに報告する。

Abstract

The Technology for Web application development has made remarkable and rapid progress, and it is what should be taken into the software education of the Department of Computer Science and Engineering. This paper reports about the training of Web application development on Computer Science Laboratory for the 4th grade in the current year, which used the server side Java and the Database.

1. はじめに

インターネット上では、情報検索、電子掲示板、ショッピング等、Webブラウザを通して利用する多彩なサービスが数多く提供されており、その技術の進歩は目覚ましいものがある。本校の学内イントラネットにおいても、学内掲示板用グループウェアや教務事務システムといった製品が導入され、教職員に利用されているので、既に非常に身近な仕組みとなっている。

このようなWebシステムでは、ユーザ側のWebブラウザ（クライアント）からの要求に応じ、インターネット上の計算機（サーバ）で実行された結果がHTMLとして加工され、ブラウザに返されるという、シンプルなWebコンピューティングのスタイルが基本となる。

Webシステムの構成技術を大きく分けると、

*助教授 情報工学科

**教 授 情報工学科

***講 師 一般教科

****講 師 情報工学科

WebプログラミングとWebデザインであるが、前者については、サーバ側で動作するものとクライアント側で動作するものが存在する。このうち、Javaによるサーブレット（Servlet）やJSP（Java Server Pages）を使用する場合、Webアプリケーションという用語を狭義で用いるが、この用語自体は一般的なWebシステムについても用いられることが多い。

筆者らは、昨年度より、Windows用開発環境としてVisualBasic系、プラットフォーム非依存開発環境としてJavaを選択し、実験・実習で本格的に利用させている^{1)~6)}。これは、両者ともに、高機能なAPIと便利な開発ツールが利用可能であり、スタンドアロンアプリケーションからWebアプリケーションまで、適用範囲が幅広い、という共通点があるためである。

情報工学実験においては、第4学年までは授業でカバーできない重要な基礎技術の習得を目的として個人毎の実習形式を行い、第5学年になると、グループ単位である程度大規模なシステム開発に取り組む方式をとっている⁷⁾。

そこで、Webアプリケーション開発技術の必

要性と来年度以降の5学年の実験を考慮し、今年度4学年の実験テーマとして、サーバーサイドJavaとデータベースを用いたWebアプリケーション開発実習を取り入れてみた⁸⁾。

今年度は、前期でJavaによるアプリケーション、GUI、ファイル処理、アプレット、イベント処理、マルチスレッド、後期にデータベース基礎⁹⁾を習得済みであるため、JSPのみを使用し、HTMLの基本的な記述方法、JSP特有のタグ、JDBCの利用方法を解説した上で、課題に取り組ませることにした。

本稿では、この学生実験の実施内容、問題点などについて報告する。

2. 関連技術とプログラミング言語

Webプログラミングを行う場合、記述方法が類似していても、サーバー側で実行されるものとクライアント側で実行されるものに大別できる。サーバー側で実行されるものとしては、

- (1) CGI (Common Gateway Interface)
- (2) SSI (Server Side Includes)
- (3) PHP (Hypertext Preprocessor)
- (4) ASP (Active Server Pages)
- (5) JSP (Java Server Pages)
- (6) サーブレット (Servlet)

が挙げられる。ここで、VisualBasic系は(4)、Javaは(5)(6)に該当する。一方、クライアント側で実行されるものは、

- (1) JavaScript
- (2) JScript
- (3) VBScript
- (4) PerlScript
- (5) DHTML
- (6) アプレット (Applet)

などが代表的であるが、VisualBasic系は(3)、Javaは(6)に該当する。

また、これらのうち、ほとんどがスクリプト形式で動作するが、サーブレットとアプレットはバイナリ形式（バイトコード）である。CGIに関してはサーバOS上で実行可能な形式であればよいが、要求がある度にサーバ上でプロセスの起動／終了が繰り返されるため、要求の集中に弱い。

使用言語に着目した場合、Javaを習得すると、

- ・Javaアプリケーション（ローカル実行）
- ・アプレット（Web経由、ローカル実行）
- ・サーブレット（Web経由、サーバ実行）
- ・JSP（Web経由、サーバ実行）

が全て記述可能であり、VisualBasicを習得すると、

- ・VBアプリケーション（ローカル実行）
- ・VBScript（Web経由、ローカル実行）
- ・ASP（Web経由、サーバ実行）

の開発が可能である。

両者とも、稼動プラットフォームの差を除けば同等と言えるが、今回の実験では、現状において開発環境の整備が完了している、Javaを使用させることにした。

3. 実習環境

実習に使用する主なソフトウェアは、次の通りである。

[サーバ側]

- ・オペレーティングシステム： Solaris 7
- ・Java開発キット：
JAVA2 SDK Standard Edition 1.4.0
- ・サーブレット/JSPコンテナ：
Tomcat 4.0.4
- ・データベースソフトウェア：
PostgreSQL 7.1.2

[クライアント側]

- ・オペレーティングシステム： Windows Xp
- ・Java開発キット：
JAVA2 SDK Standard Edition 1.4.0
- ・Java統合開発環境：
Forte for Java Community Edition 4.0
- ・Webブラウザ：
Internet Explorer 6.0

サーバ側では、学科内で利用されているWebサーバとして、Apache 1.3.26が稼動しているが、Webアプリケーション実習には、Tomcat付属のWebサーバ（ポート8080）を使用する。そのため、

従来から各ユーザのWeb用ディレクトリとして使用している、

/home/www/users

以下を、Tomcat側でもWebモジュールに設定した。

また、PostgreSQLのデータベースユーザとして、参加学生を登録し、予め各ユーザ名と同一名称のデータベースを作成しておく。

クライアント側では、メモ帳やForte for Javaでファイル作成・編集を行い、Samba経由で上記ディレクトリ内に保存する。したがって、作成されるファイルのエンコーディングはシフトJISである。作成したWebアプリケーションを実行するためには、Webブラウザから、

<http://www:8080/user/<ユーザ名>/<ファイル名>>

のようにURLを指定する。さらに、Forte for JavaにはTomcatやWebサーバーも用意されているので、クライアント側でデバッグを行うことも可能である。

4. 実験の実施内容

今年度の第4学年情報工学実験で実施した「Webアプリケーション」の概要を述べる。

4. 1 到達目標

実験解説書に基づき、Web関連技術の概要を把握し、次のような基本事項について解説書、言語仕様ドキュメントおよびサンプルプログラムにより理解を進め、与えられた課題に挑戦する。

(1) HTML

HTMLの記述規則、エンコーディングの指定方法、フォームの使用方法、GET/POSTメソッド、表の作成やフォント指定などの方法を習得する。

(2) JSP

ディレクティブの記述規則、エンコーディングの指定方法、スクリプトの記述方法、暗黙オブジェクトの使用方法、リクエストパラメータの取得方法、セッション変数の取得方法、リダイレクトの方法などを習得する。

(3) データベースとJDBC

データベースの操作方法、テーブルの作成方法、Javaプログラムからのデータベース接続方法、JavaプログラムからのSQL実行方法などを習得する。

4. 2 実施方法

(1) 基本事項の学習方法

HTMLとJSPに関する基本事項については、各項目毎に短いサンプルプログラムを示すことにより、理解しやすいようにした。例えば、pageディレクティブのサンプルプログラムでは、Windowsで作成したので、ソースエンコーディングとしてShift_JISを指定すること、レスポンスのエンコーディングをShift_JISに指定するとWebブラウザの「ソース表示」で文字化けせずに読めることを理解させる。

JDBCについては、データベースへの接続、テーブルからのデータ取得、HTMLの表として出力、という三つの処理のみを行うサンプルプログラムを与えることにより、初期難度の低減を図った。

さらに、作成すべき課題の参考用として、教官側で作成したJSPページのサンプルを実行できるようにした。ここで重要な点は、学生はこのサンプルのJSPソースを見ることはできないが、ブラウザのソース表示により、生成されたHTMLのソースを参考にできることである。

(2) 具体的な実験手順

二週にわたる実験であるが、正味時間は限られており、なるべく全員が最終目標に早く近づけるようにするため、単純な機能の初期バージョンから、徐々に発展させるような課題提示を行った。

〔1週目〕 テキストフィールドから二つの整数値、プルダウンメニューから演算子を選択し、「=」ボタンで計算結果の画面へ移動するWebアプリケーションを作成する。これは、

(画面1) 計算式の入力

(画面2) 計算結果の出力

という二つのJSPページから構成するものとするが、最初は単純なバージョンから作成し、

・セッション開始からの計算回数をカウントして保持する。

- ・実行した計算式を保持する。
- ・画面2の「もどる」ボタンで画面1に戻ったとき、計算回数と前回の計算式を表示し、さらにフォーム内の初期値を前回の計算式とする。
- ・3回目の計算終了時にセッションを強制破棄する。

という最終バージョン（図1）まで発展させる。

〔2週目〕 データベース格納用のサンプルデータとテーブル定義（図2）を与え、各学生用のデータベース内に格納させる作業から始める。今回は、学生にとって身近なデータとして、情報工学科専門科目の開設単位データをサンプルとして用いた。このサンプルデータ自体の掲載は割愛するが、テーブルの各列に格納されるデータを図3に示す。このうち、科目コードを主キーに設定している。ここでは、PostgreSQL特有の作業内容が多いため、全ての手順を指示し、ファイルから読み込ませるのみとする。

次に、各自のデータベースに接続し、作成したテーブルから全データを取得して、HTMLの表

に加工して出力するJSPページをサンプルプログラムとして与え、各自のWebアプリケーションとして配置、実行させる。

ここで、JDBCの基本的な利用法を体感させた後、次のような要求を満たすように、段階的に発展させる。

- a) 開設単位数の科目毎／学年毎の合計欄を設ける。
- b) 必修／選択を別表に分割し、それぞれ単位数の合計欄を設ける。
- c) 選択科目については、履修有無を示すチェックボックスを付加し、「更新」ボタンを押すと修得単位数の計算を行う（図4）。

c) の要求では、データベースのテーブル更新を強制しておらず、セッション内のみのデータ更新でも構わないが、UPDATE文でテーブル内の履修データstudyの更新を正しく行うことができればベターである。図4 (b)の例では、選択科目の修得単位合計が6未満である場合、警告メッセージが表示される機能も追加してある。

二つの整数の四則演算

[計算 1 回目]

前回の計算: 無し

10

+

2

=

クリア

(a) 初期画面で整数値を入力した状態

計算結果(1回目)の表示

10 + 2 = 12

もどる

(b) (a)で「=」ボタンを押した結果

二つの整数の四則演算

[計算 2 回目]

前回の計算: (10) + (2)

10

+

2

=

クリア

(c) (b)で「もどる」リンクを押した結果

計算結果(3回目)の表示

-4 - 9 = -13

*** セッションを破棄しました。 ***

もどる

(d) セッションを破棄した状態

図1 「二つの整数の四則演算」の実行情例

<pre> create table lect (code int primary key not null, name varchar(64) not null, cred1 int not null, cred2 int not null, cred3 int not null, cred4 int not null, cred5 int not null, req varchar(32) not null, study int not null); </pre>	code : 科目コード name : 科目名 cred1: 1 学年の開設単位数 cred2: 2 学年の開設単位数 cred3: 3 学年の開設単位数 cred4: 4 学年の開設単位数 cred5: 5 学年の開設単位数 req : 必修/選択の別 study: 履修の有無 (有 : 1, 無 : 0)
---	---

図2 テーブルの定義

図3 テーブルに格納されるデータ

授業科目(必修)	1年	2年	3年	4年	5年	単位数
応用数学	0	0	2	2	0	4
応用物理	0	0	2	1	0	3
電気理論	2	2	0	0	0	4
回路理論	0	0	2	2	0	4
電子工学	0	0	2	2	0	4
論理回路	0	2	0	0	0	2
計算機システム	0	0	2	2	0	4
情報基礎	2	0	0	0	0	2
プログラミング	2	2	3	0	0	7
プログラム設計演習	0	0	2	0	0	2
システムソフトウェア	0	0	0	2	0	2
オペレーティングシステムI	0	0	0	2	0	2
ソフトウェア工学I	0	0	0	0	2	2
情報数学	0	0	0	2	0	2
コンピュータグラフィクス	0	0	0	0	2	2
データベース	0	0	0	0	2	2
信号処理I	0	0	0	2	0	2
情報理論	0	0	0	0	2	2
情報通信I	0	0	0	2	0	2
システム工学	0	0	0	1	2	3
制御工学	0	0	0	0	2	2
情報工学セミナー	0	0	0	1	0	1
工学基礎実験	0	3	0	0	0	3
情報工学実験	0	0	3	4	2	9
卒業研究	0	0	0	0	8	8
開設単位計(必修)	6	9	18	25	22	80

(a) 必修科目の開設単位一覧

授業科目(選択)	1年	2年	3年	4年	5年	単位数	履修
情報学特論	0	0	0	0	2	2	☒
知識情報工学	0	0	0	0	2	2	☐
ソフトウェア工学I	0	0	0	0	1	1	☒
工業英語	0	0	0	1	0	1	☒
オペレーティングシステムII	0	0	0	0	2	2	☐
信号処理II	0	0	0	0	2	2	☐
情報通信II	0	0	0	0	1	1	☐
経営工学	0	0	0	0	1	1	☐
品質工学	0	0	0	0	1	1	☐
学外実習	0	0	0	1	0	1	☒
開設単位計(選択)	0	0	0	2	12	14	
必修単位計(選択)	0	0	0	2	3	5	
*** 選択科目の履修単位数が不足しています!! ***							
開設単位合計	6	9	18	27	34	94	
必修単位合計	6	9	18	27	25	85	

(b) 選択科目の開設・修得単位一覧，各単位合計

図4 「情報工学科専門科目カリキュラム表」の実行例

4. 3 実施結果と問題点

前期にJava，後期にデータベースの基礎実験を行った後に実施したため，HTMLは初めてであったにも関わらず，やはり個人差は大きいもの

の全体的にスムーズに進行した．学生の実験報告書を見ると，

- ・ HTMLとJSPの記述規則の基本は，与えたサンプルプログラムの読解と，関連するドキュ

メントから十分理解できる。

- ・ JSPのスクリプト部は、Javaプログラムにすぎないため、全く違和感なくコーディングできる。
- ・ データベース準備とJDBCの利用についてはサンプルの用意が必要であるが、SQL文は基本的に使えるはずである。

という当初の狙いは外れていなかったようである。実験時間が長引いてしまった学生は、ファイルの格納場所や実行方法といった基本的な部分の勘違いや、Javaの記述方法に不慣れであるために時間をロスしたようである。

今回の実験では、JSPとJDBCの初歩的な記述を習得したが、5学年の実験で扱うようなもう少し現実的なシステムを開発するためには、デザインパターン、J2EE、Strutsまでは難しいとしても、

- ・ パッケージ化
- ・ ソフトウェア部品の再利用
- ・ MVCモデル

位までは、一般的な技術として必要であろう。

また、実習環境の面では、Forte for JavaからSamba経由のネットワークドライブをマウントさせて利用させているためか、非常にレスポンスが悪くなって学生の不評を買う場面も少なくなかった。また、サーバ側ではファイルシステム容量に起因するトラブルもあった。

現在、Java関連の技術は、組込み系、EJBなど非常に幅広く発展・普及しているが、Microsoftの.NET関連技術も広がりつつあり、双方の実用的な実習も今後取り入れていきたいと考えている。

5. おわりに

第4学年情報工学実験において、サーバーサイドJavaとデータベースを用いたWebアプリケーション開発の基礎を習得させることができた。これにより、第5学年情報工学実験においても、Webベースのシステム構築が可能となった。

しかし、5学年の実験や卒業研究で、より現実的なシステムを開発できるようにするためには、なるべく早い時期から一般的なオブジェクト指向の基礎知識と開発方法を身に付けさせること¹⁰⁾、様々なプログラミング言語、開発環境、アプローチを体験させることにより、柔軟な適応力を養うことが重要であると考えられる。

参考文献

- 1) 三河佳紀：Java言語，苫小牧工業高等専門学校情報工学科第4学年「情報工学実験」解説書，2001
- 2) 森重雄：Javaアプリケーションの開発Ⅰ-Ⅱ，苫小牧工業高等専門学校情報工学科第4学年「情報工学実験」解説書，2001
- 3) 中村庸郎：Javaアプリケーションの開発Ⅲ-Ⅳ，苫小牧工業高等専門学校情報工学科第4学年「情報工学実験」解説書，2001
- 4) 中村庸郎：Java言語(1)-(3)，苫小牧工業高等専門学校情報工学科第4学年「情報工学実験」解説書，2002
- 5) 松田晃一：HTML，苫小牧工業高等専門学校情報工学科第4学年「情報工学実験」解説書，2001
- 6) 森重雄：ExcelVBA(1)-(3)，苫小牧工業高等専門学校情報工学科第4学年「情報工学実験」解説書，2002
- 7) 三河佳紀他：情報工学科ソフトウェア実験におけるPBLの実践，苫小牧工業高等専門学校紀要，第38号，2002
- 8) 中村庸郎：Webアプリケーション(1)-(2)，苫小牧工業高等専門学校情報工学科第4学年「情報工学実験」解説書，2002
- 9) 森重雄：データベース(1)-(2)，苫小牧工業高等専門学校情報工学科第4学年「情報工学実験」解説書，2002
- 10) 三河佳紀他：情報工学科における導入時プログラミング教育の改善，苫小牧工業高等専門学校紀要，第38号，2002

(平成14年11月29日受理)