

Webを活用したプログラミング授業支援の試み

An Attempt of Web System Utilization for a Programming Exercise

青木 収 大木幹雄 片山滋友

日本工業大学工学部

〒345-8501 埼玉県南埼玉郡宮代町学園台4-1

TEL 0480-34-4111 FAX 0480-33-7461

E-mail:shu@nit.ac.jp

Abstract: In order to educate the mechanism of the dynamic Web system, we set up a practical server side program development exercise subject. For starting practice education of server side programming, Web server that students can freely use is necessary. However, doing such practice education for uncertain students is difficult of the server management. Therefore, we have developed the maintenance-free system “WebASES”, which is that indefinite many students who do not have an account to the server are able to freely develop and execute a server side script program. This system was utilized in the actual exercise subject (attendance of about 70 student), and the efficacy of this system was confirmed. The teacher was liberated from server management by utilizing this system and able to confirm error circumstances, program lists of all students. These results are very important for a programming education support system.

Keywords: server side programming, education support Web system, programming education, WWW

1. はじめに

Webを活用した動的な情報発信の仕組みを教育する必要性が増していることから、実践的なサーバサイド・プログラム開発教育を行う科目を設置した。このような内容の科目を実施するためには、学生が自由に使用することができるWWWサーバが必要であり、そのため従来からUNIXシステムを使った教育が行われてきた。

しかしながら、多人数クラスで一斉に演習を行うことを想定した場合、アカウントの作成、サーバアクセス権の設定、学生レベルのばらつきによるUNIXリテラシーの再教育、学生のパスワード忘却に対する処置、スクリプトエラー等でサーバに多大な負荷がかかること、サーバクラッシュの危険性など、数多くの問題が予想された。また、サーバを安定して管理・運営するためには教員に大きな負担がかかり、本来のサーバサイド・プログラム開発教育を十分に行えないことが懸念された。

そこで、サーバにアカウントを持たない不特定多数の学生でも、自由にWWWサーバ上で動作するプログラムの開発・実行が可能で、メンテナンスフリーのシステムWebASES (Web Aided Server side script Educational System)^{[1][2]}を開発した。

本論文では、このシステムを実際の授業科目で活用し、システムの安定性、機能の有効性を確認した結果と、各種教員への支援機能が持つプログラミング教育に対する有効性について述べる。

2. WebASESの概要

WebASESとはWWWサーバ上で動作するスクリプトプログラムと、サーバで常に動作するエージェントプログラムによって構成されるシステムである。WebASESでは、システムを起動した後、学生アカウントの作成やディレクトリのセキュリティ設定など一切の管理操作をすることなく、不特定多数の学生相手にサーバサイド・スクリプトプログラミング開発の実行環境を提供できる。

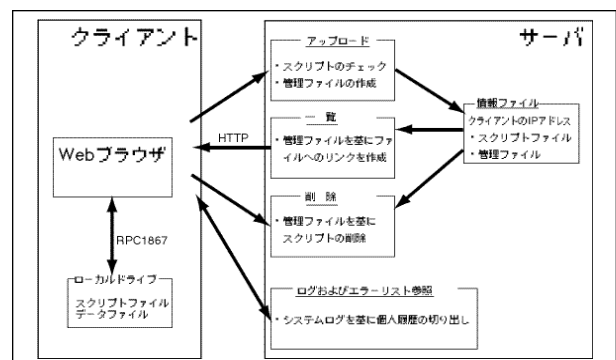


図1 システムの構成と動作

3. WebASESの機能

WebASESには、学生が使う一般ユーザ用の機能と管理者用の機能がある。一般ユーザ用の主な機能は図1に示す構成で、授業時間に関係なく利用することができる。

(1) 一般ユーザ用の機能

① スクリプトのアップロード機能

RFC1867(1995.11)で定義されたHTMLフォームからのファイルアップロード機能を使用して、スクリプトをサーバにアップロードする。スクリプト言語としては、ASPで使用するVBScriptまたはJScript、およびPerlを使用することが可能であるが、授業ではVBScriptに限定して適用した。

WebASESでは、スクリプトの実行およびページ構成に必要な画像ファイル、データファイルなどを同時にアップロードする。アップロードされたスクリプト等のファイル名は、乱数によって変更し、スクリプト内部の参照も自動的に書き換えられる。また、サーバの稼働に影響を与えそうな命令も、自動的に書き換えられる。このような操作をアップロードされたファイルに加えることによって、安定したスクリプト実行環境を提供し、サーバ上に個人環境を構築している。

② スクリプトの一覧・確認・実行機能

アップロード時に作成された管理ファイルの情報に

基づき、自分（授業ではクライアントのIPアドレスで判定）がアップロードしたすべてのオブジェクトに対するリンク一覧が作成される。このリンクから、スクリプトの実行、スクリプトリストや画像、データ等の閲覧、スクリプトの編集・更新を行うことができる。

③ スクリプトの削除機能

自分がアップロードした一連のスクリプトを削除する機能である。なお、スクリプトは、一定時間が経過すると自動的に削除される。

④ アクセスログおよびエラー確認機能

スクリプト実行でエラーが発生した場合、サーバに記録されたエラーログを基に、エラー発生個所にエラーメッセージを埋め込んだリストが閲覧できる機能である。

(2) 管理者用の機能

管理者用の機能は、主に一斉授業を対象として考えた機能で、管理者用の特別なアカウントでアクセスすることで利用できる。主な機能について次に説明する。

① 暴走スクリプト削除機能

サーバで動作しているプログラムのプロセスリストが表示され、任意のプログラムを停止させることができる。この機能により、無限ループに陥ったPerlスクリプトや暴走したプログラムなどを停止させることができる。

② 各種エージェントの起動機能

エージェントプログラムの起動には、サービスとしてエージェントプログラムを登録する方法や、スケジュールに登録する方法などもあるが、WebASESでは、Web経由で必要なときに起動することが可能になっている。

③ 全スクリプトファイルの閲覧・公開機能

この機能はアップロードされた全スクリプトを閲覧・実行できるだけでなく、教員は、図2に示すリンク一覧右端の公開キー部分をクリックするだけで、そのスクリプトを全員に公開することができる。教員は全スクリプトの中の優れたものを選択的に学生全員に公開することができるので、授業進行上有効な機能である。

アップロード時刻	スクリプト実行	スクリプトリスト	作成者	ファイルサイズ	公開
16:00:01	gsl	表示	MS02020002 18.175.00	100KB	H
16:00:53	u	表示	MS02020002 18.183.184	5	H
16:00:53	u	表示	MS02020002 18.183.184	25KB	H
16:00:15	main	表示	MS02044002 18.183.183	10KB	H
16:00:15	a	表示	MS02044002 18.183.183	30KB	H
16:00:15	a	表示	MS02044002 18.183.183	5	H
16:13:57	main	表示	MS02044002 18.183.183	10KB	H
16:13:57	d	表示	MS02044002 18.183.183	30KB	H

図2 管理者用スクリプト一覧ページ

④ 稼動コンピュータ一覧表示機能

演習室の稼動コンピュータと使用者名を教室レイアウトで表示し、その学生に直接メッセージを送ることができる。この機能はエージェントによって演習室の全PCのユーザアカウントをサーチして、座席表データを自動的に作成している。このデータを使って出席の自動集計が可能である。

⑤ 特定PCのアクセス記録

④と同じレイアウトで表示され、任意のPCアイコンをクリックすると、そのPCからのアクセス記録を見ることができる。この機能により学生個別の学習状況を容易に把握することができる。サーバアクセスログのサイズは、1回の授業で数MBになるため、サーバアクセスログの中から特定PCの情報を切り出すことはサーバに負荷がかかりすぎる。そこでエージェン

トプログラムにより、10秒間隔でログファイルから最新の100KBを切り出して、アクセス記録用のファイルを作成している。

⑥ 全エラーログの閲覧機能

この機能は図3に示すように、スクリプトの実行で発生した全エラー情報を閲覧することができる機能である。同じエラーが多く発生している場合には、ソースリストを学生全員に見せながら適切な説明を行うことや、学生個別に修正のアドバイスを与えることもできる。この機能は今までのプログラミング教育環境においては実現できなかった機能で、一斉授業では特に有効な機能である。

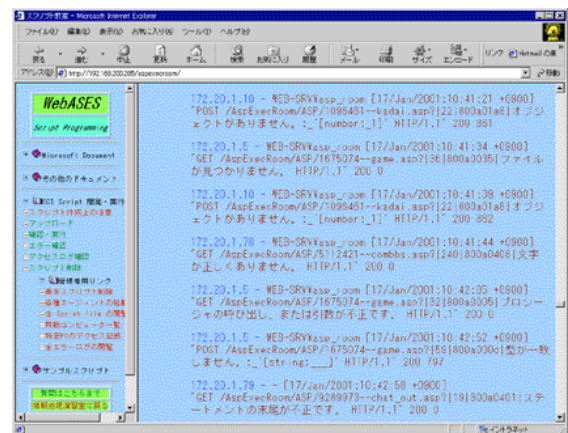


図3 全エラーログの閲覧状況

4. 運用の結果

(1) システムの安定性

約80名の学生を対象に半年間WebASESを活用して授業を行った結果、システムが安定して稼動できることが確認できた。図4は約70名の学生がWebASES上でスクリプトの開発（自由課題の作成）を行った際にサーバにかかる負荷を15秒サンプリングで25分間計測した結果で、この結果から、サーバの負荷はCPUに対する負荷が最も重い、多くのエラーを含んだスクリプトを実行しても、負荷は最大15%程度であり、使用したサーバ（Celeron 366MHz、メモリ128MB、100BaseTX）でも100台程度のクライアントを対象とした一斉授業環境に十分対応できることが確認できた。

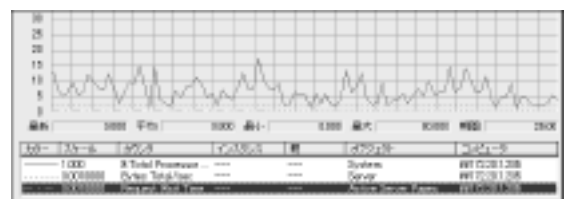


図4 サーバ負荷の推移

(2) 授業準備と授業内容

従来のUNIXシステムを使ったサーバサイド・プログラム開発教育では、UNIXサーバに受講生全員のアカウントを作成し、作成したスクリプトファイルをFTPで転送して、ブラウザでアクセス・実行といった手順を指導しなければならなかった。そのためUNIXリテラシー教育にかなりの時間を取られてしまう。また、学生のパスワード忘却やサーバ設定変更に伴うトラブルなどの問題が数多く起り、それらの問題に対し教員がいちいち対応しなければならなかった。しかし、WebASESを使用すれば、これらの問題はまったく発生せず、UNIXリテラシー教育も省略でき、集まった学生全員に即座にサーバサイド・スクリプトプログラミングを实践させることができる。多人数を対象とした授業では、筆者の経験からかなり有効であった。WebASESの利用は、本来の目的

であるサーバサイド・スクリプトに関する内容を中心に授業を進められることができ、教育効果を高める上でも重要である。

(3) 授業支援機能

一斉授業中に学生が記述したスクリプトやエラー発生状況を教員がリアルタイムで確認できることは、従来にない教育環境である。学生の理解や疑問を的確に把握でき、演習の効率を格段に向上させることができた。また、学生スクリプトファイルの閲覧・公開機能は、学生にやる気を出させる上で有効な機能であった。その他、リアルタイムで座席表ができる機能も授業を行う上で有用であった。

(4) インターネットによる実行環境の提供

適用した科目の最後に自由課題の作成を行った。授業時間だけでは十分な演習時間が取れないため、インターネット上でもWebASESのスクリプト・アップロード／実行／編集機能を提供した。この結果、授業時間以外にこのシステムを利用してアップロードされたファイル数は、学内イントラネットが2,168ファイルに対し、インターネットが3,078ファイルで、インターネットの利用の方が多かった。インターネットの利用は夜中が多いものの、学生が自主的に課題作成に取り組んだことがはっきり分かった。この結果は教育効果としても現れ、高度な機能実現に対する質問などもあり、授業内容以上の学習を多くの学生が行う効果を発揮した。

5. アンケート

最終課題提出時にアンケート調査を行った。その結果から抜粋していくつかを紹介する。

①～④の結果から、学生は「この科目の内容は少し難しいが勉強になった」、「結構つまらなかったが楽しく勉強できた」と感じていることが分かる。楽しく勉強できたという結果は多少矛盾しているようにも思えるが、プログラム作成の楽しみを実感できた結果であると考えられる。最終課題として提出された作品はかなりレベルが高く、優秀作品はとてども半期の授業で修得できるレベルではなかった。これは、授業時間以外に積極的に自分から学んだ成果であると推測できる。また、⑤インターネット上の実行環境は自分から学びたい学生に対して有効に機能したと考えられる。⑥の結果から、使用できる命令の制限に対する不満はあまり強く出ていないことが分かる。不満を持った学生のほとんどは、インターネット上で流通するスクリプトリストをそのまま実行できないことに対する不満を持っていた。⑦から、半数の学生はかなり複雑なスクリプト作成に挑戦したことが分かる。

6. システムの発展性について

WebASESはWWWサーバ上で動作するプログラムによって構成しているので、クライアントのプラットフォームには依存しない。したがって、クライアントマルチプラットフォーム対応のシステムである。WebASESはIISのASPで、VBScript言語を対象に授業に適用したが、JavaScriptでもまったく同様に動作させることができる。Perl言語は言語仕様が大きいので、言語体系の理解に時間がかかる上、このシステムではデバッグ情報が得られないこと、無限ループに陥った場合、自動的に復帰する手立てがないことから、未熟な学生の実行環境としては、本システムには不向きである。また、Perlは、ASPに比べてサーバ負荷が重くなってしまう点も問題である。さらに、インターネット上に数多くのPerlスクリプトリストが流通しているので、学生が独自に作成したプログラムであるかどうかの判定が難しいなどの問題もある。

UNIX系のサーバにこのシステムを移植する場合には、

① 今回の授業は難しかったですか

非常に難しかった	*****	26%
少し難しかった	*****	48%
ちょうど良かった	****	21%
少し簡単だった	*	5%
簡単すぎた		0%

② この科目は勉強になりましたか

非常に勉強になった	*****	40%
結構勉強になった	*****	50%
ふつう	**	10%
あまり勉強にならなかった		0%

③ つまらなかったですか

非常につまらなかった	*****	24%
結構つまらなかった	*****	48%
ふつう	**	12%
あまりつまらなかつた	*	7%
全然つまらなかつた	**	10%

④ 楽しかったですか

非常に楽しかった	*****	36%
結構楽しかった	*****	40%
ふつう	****	24%
あまり楽しくなかった		0%
非常につまらなかった		0%

⑤ インターネット上の実行環境についてどう思いましたか

非常に良いと思う	*****	60%
良いと思う	*****	31%
どちらでも良い	*	5%
利用できる人と差があるので良くない		2%
よく分からない		2%

⑥ スクリプトの開発実行環境では、使用禁止命令を設定しました。これについてどう思いますか

サーバの運営上仕方ないと思う	*****	64%
やっぱり使いにくかった	****	19%
もっと使用禁止命令を増やした方が良い		0%
もっと使用禁止命令を減らした方が良いと思う	*	7%
その他	**	10%

⑦ 七つのファイルまで同時にアップロードできるようにしましたがこの数は適当でしたか

10個以上は欲しかった	*****	33%
すこし足りなかった	***	14%
ちょうど良かった	*****	48%
少し多いと思う	*	5%
三つ程度で良いと思う		0%

PHPやJSPを利用することにより、比較的容易に同様のシステムを構築できる。その場合の教育対象言語には、PHPやJSPを使うことが妥当であろう。

WebASESでは、プログラムアップロード時にスクリプト内部の命令をチェックして、使用禁止命令の書き換えを行うことにより、常に安定した動作が可能なシステムを提供した。この機能をさらに発展させれば、まったく別な仮想言語でプログラムを作成させ、アップロード時にサーバで実行できる言語に翻訳させることも可能になるので、いろいろな言語に対応したプログラミング入門教育用システムを構築することも可能であろう。

7. おわりに

Server Side Script学習支援環境“WebASES”を使用してプログラミング授業支援を試みた結果、このシステムの提供する機能が、プログラミング教育の一斉授業で有効に活用できることが確認された。このシステムはマルチプラットフォーム対応であり、今後、サーバサイド・スクリプトプログラミングだけでなく、前記の仮想言語を導入することにより、プログラミング入門用教育システムへの発展が期待できる。

参考文献

- [1]青木, 他: 不特定多数の学生を対象としたServer Side Script学習環境の開発. 情報処理学会第60回 (平成12年度前期) 全国大会講演論文集(4)5M-4, pp.4-429-4-430, 2000.
- [2]鶴沼, 他: 不特定多数の学生を対象としたServer Side Script学習環境の開発II. 情報処理学会第62回 (平成13年度前期) 全国大会講演論文集(4)3X-2, pp.4-209-4-210, 2001.