

遠隔教育システムにおけるアウェアネス情報分析及び 理解度評価

島田 健一郎† 若原 俊彦‡ 松本 充司‡

† 早稲田大学国際情報通信研究科

‡ 早稲田大学国際情報通信センター

〒169-0051 東京都新宿区西早稲田 1-3-10

E-mail: † ken@gits.giti.waseda.ac.jp ‡ {wakahara, matsumoto}@giti.waseda.ac.jp

あらまし 近年、高速・大容量の通信ネットワークが各家庭単位まで普及していくに伴い、インターネット技術を利用した遠隔講義が大きな発展段階を迎えている。これは各家庭からでも容易に遠隔講義に参加できる状況を反映していることが大きな要因である。しかし、遠隔講義を題材とした研究の多くは、ある一定の実験環境において実験を試みている場合が多く、被験者に対する拘束条件が発生しやすい。また、Web をベースとした遠隔講義 (WBT: Web Based Training) の研究においては、学習者の振舞を把握するために Web コンテンツの access log 解析や Web Browser 内での行動を分析するものが一般的である。本稿では、被験者に日常と変わらない自由な環境の中で遠隔講義を受けてもらい、その行動履歴分析の範囲として、Web も含めた全アプリケーションの履歴を分析可能とするシステムを新たに構築し、学習者のアウェアネス情報と理解度の関連を評価したので、その報告を行う。

キーワード 遠隔講義, WBT, アウェアネス情報, 行動履歴

Analysis of Awareness Information and Evaluation of Understanding in the Distance Learning System

Ken-ichiro Shimada†, Toshihiko Wakahara‡, and Mitsuji Matsumoto‡

† Graduate School of Global Information and Telecommunication Studies,
Waseda University

‡ Global Information and Telecommunication Institute, Waseda University

Nishiwaseda 1-3-10, Shinjuku-ku, Tokyo, 169-0051 Japan

E-mail: † ken@gits.giti.waseda.ac.jp, ‡
{wakahara, matsumoto}@giti.waseda.ac.jp

Abstract Recently, Distance Learning System using internet technology has made big progress with the proliferation of broadband network to the home. This development has brought about a situation where everyone can attend Distance Learning easily from the comfort of their home. But most of researches about Distance Learning try to make their experiment in a fixed environment, so the students will be put in a restrictive condition. Up to now, researches in Web Based Training in a Distance Learning generally tried to analyze about access log for http (WBT contents) or measure student's action in a Web Browser. In this paper, a system for expand the range of analyzing student's action record to all Applications involving Web is proposed and the experiment of this system with WBT contents in a free environment like daily use for student's is reported.

Key words Distance Learning, Web Based Training, Awareness, Action Record

1. まえがき

近年のインターネットの普及、コンピュータの低廉化に伴い、コンピュータ技術を応用した遠隔講義が実用的なレベルにまで到達し、パーソナルコンピュータを使用し、各家庭のネットワークにまで普及し始めた。中でも、誰でも容易に利用できる Web 技術を応用した WBT(Web Based Training)は大きな発展をみせている。この WBT に関しては、これまでも数多くの研究開発がなされている[1][2]。しかし既存の WBT を実際の講義と比較した場合、テストやアンケート以外に学生側の理解状況、満足度を計測する手段に乏しく、教材提供者側(講師側)が得られる受講者の情報が少ないことが問題点として考えられている。

受講者の行動履歴に関する研究では、サーバーにアクセスしたログを分析し、ユーザーインタラクションを研究するケースが多い。本研究ではユーザーが実際に作業をしている端末のインタフェース情報をすべて抽出し、インタラクション情報として Web も含めたすべてのアプリケーションソフトの履歴を分析し受講者の行動履歴と見なすこととした。これにより、講師が得られる受講生のアウェアネス情報がより多くなり、講義時間中の個人行動の把握が容易になり、受講者行動を分析することが可能となった。

2. 研究背景

現在、遠隔講義に関しては国際標準化が進められている。WBT 教材の標準規格である SCORM(Sharable Courseware Object Reference Model)は、ADL が AICC, IEEE および IMS のそれぞれの規格を統合化したものであり、世界的に広がりを見せており[3][4]、日本においては先進学習基盤協議会(ALIC)が中心となり普及活動や相互運用性試験などの活動を行っている。遠隔講義の国際標準化は以前から IEEE の LTSC 等で進められており、特に学習履歴ログの互換性、再利用性に関しては CMI(Computer-Managed Instruction)規格により、技術的な規格化がなされている。

国際標準化においても重点的に取り上げられているように、受講者の学習履歴と遠隔講義の関連性は大きな意味を持っている。講義に関する効果測定に

関しては、学習効果が向上することが最終的な目的である。当然、テストやアンケートに関しては多くの研究がなされてきた。すでに CAI が取り入れられた頃から、コンピュータの特性を利用してテストの回答所要時間を応用した項目応答理論やテスト理論の発展がみられた[5][6][7]。特にテストに関しては事前知識を小テストによって測定する方法、難易度の動的な変化によって評価する方法[8]、また小テストによる動的グルーピングなど[9]リアルタイム処理を行う研究がなされてきた。しかしテストやアンケートに関する履歴だけでは、実際の講義といくつかの差が出てしまう。特に「受講態度」に関しては、WBT においては遠隔講義という特性から、遠隔にいる受講生の受講状況がわからない。

上述した問題点に着目し、行動履歴分析の研究が近年増加してきている。WBT の特性から、Web のアクセスログを利用した研究[10]が遠隔講義の世界でも主流となっている[11][12]。これらの研究では、Web ページの移動時間を利用して WBT コンテンツに対する注目度の評価関数を抽出している。しかしこの評価方法は実験環境というユーザーの行動を拘束した特殊な環境においてのみ有効である。実用化を視野に入れた場合、ユーザーの選択肢は Web 上に留まらず、他アプリケーションの利用時間が発生してしまう。Web サーバーのアクセスログを分析する既存のシステムではこれを測定できない。

行動履歴分析の先行研究では、教授支援を目的とした受講者行動の記録再生がある。WBT では Java アプレットのイベントハンドラを利用して受講者の Web 上の動きを記録し、その後時系列で行動を再生できるシステムなどがある[13]。行動再生は教材作成側にとってはその教材の改善に際し、重要な情報となる。また既存の Web ブラウザを利用した WBT とは少し異なる形で、アプリケーション自体が講義提供を行うシステムにおいても、記録するコードが組み込まれており、同じく再生することで教材評価に利用する試みが見られる[14]。既存の WBT における Web サーバーのログを分析する方法から情報取得の範囲が拡大している。しかしこれらの例でも、上記と同じように Web 内、アプリケーション内の行動履歴取得に限定されてしまい、それ以外の行動に関しては履歴が残らない問題点が残る。

ユーザーのインタフェースに対する操作履歴分析の技術的な発展は以前から見られた。特に以前は UNIX の X-window 環境における研究に多くの先行

例がある[15][16]. 上述した記録再生に関しても, UNIX 環境における全体の行動を記録再生した例が見られる[17]. またシェルのコマンド分析によってユーザモデルを構築する研究などキーボードのインタラクションに着目した例もある[18]. 最近では, Windows の利用者が増えた傾向も反映して, Windows のアプリケーション利用履歴を分析する場面が多くなってきている. 利用頻度の高い既存のアプリケーションに plug-in の形で行動取得用の行動を組み込む方法[19]やインタフェース全体にフィルターをかけるような形で行動を取得する方法などが試みられている[20][21].

本研究では WBT における既存の問題点の解決を実現するため, 行動履歴取得技術の考え方を応用し, Web 上以外の情報取得を実現するシステムを開発した. またこれを実際に WBT において実験を行ったので, その結果を報告する.

3. 学習履歴収集

3.1 履歴収集

WBT を教材提供者側(講師側)の視点で考えてみると, これまでの WBT では学習者がどのように学習し, またそれに対してどのような行動を取ったのかを 100%に近い形で把握することは難しい. 評価する段階においても, テスト結果に反映した条件が Web 外に及ぶことを考えると特定しにくい. 受講者行動をモデル化することで教材提供者側は教材の評価, 改善すべき部分の視覚可が可能となるため, 遠隔講義において学習者行動履歴を収集することには大きな意義がある. 今回は学習者が WBT を受講中に行ったインタフェースに対する操作行動を既存の方法と新しい方法を組み合わせる方法で取得していく.

既存の方法とは, Web サーバーに残るアクセスログを解析する方法である. サーバーサイドの分析によって, WBT コンテンツに対する行動履歴を追跡していく. 新しい方法では, 受講者のクライアント端末におけるローカル環境での行動を取得していく.

注意すべき点としては時間情報があげられる. 厳密に言えば, Web コンテンツを要求した場合, サーバーにアクセスログが取られる時間と実際に受講者のインタフェースにコンテンツが表示される時間にはタイムラグが発生する. 今回のケースではこの点にも着目し, 通信環境が与える影響も検証していく.

3.2 行動履歴収集システムの開発

今回のシステムは, 特に WBT コンテンツを展開している時に, Web ブラウザ外のアプリケーションの情報に着目した. 実際の環境を考慮に入れた場合, 学習者が WBT コンテンツ以外のアプリケーションを操作する可能性がある. 学習上望ましい例としては, 「WBT コンテンツで出てきた用語の詳細を知りたいために, 新しい Web ブラウザのウィンドウを起動して検索エンジンを利用して用語の検索を行う」「学習上重要と思われたコンテンツ上の文脈を, エディタを起動してファイルに書き込む」等が考えられる. 逆に教材提供者側の観点で望ましくない例としては, 「学習途中に, メールアプリケーションを起動して友人にメールを書く」「コンテンツに対する集中が切れ, 音楽・映像再生アプリケーションで遊んでいる」等が実際に考えられる. これらの行動はこれまでの研究では殆ど取り上げてこなかったが, むしろ起こりうる条件として考えるほうが現実的である. Web ブラウザ外の受講者行動を取得する概念を下記図 1 に示す.

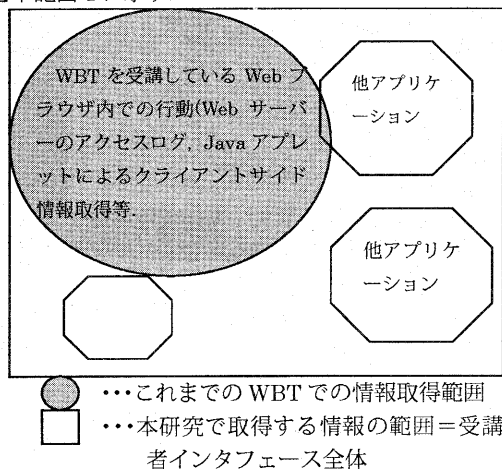


図 1 システムの情報取得範囲

今回, ユーザーの起動しているアプリケーション情報を取得するシステムを開発した. このシステムでは, どのような WBT 環境においても, 受講者がアプリケーションをダウンロードして実行すればよいだけなので, 特別な設定は必要とならない. このアプリケーションの実行により, 受講者が起動しているアプリケーションに関する情報が取得できる. 今回は一秒毎に受講者の行動を取得し, その情報を CSV 形式で一旦ローカルな環境に出力する形を採用した. 受講終了後, 出力ファイルを回収する(図 2

参照).

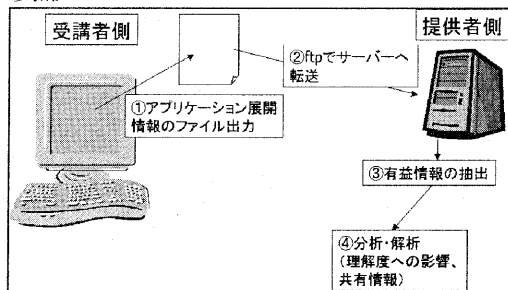


図2 システム概要図

取得する情報の内容は、下記表1のようになっており、左のカラムから、「情報取得時刻」「ウィンドウ種類 (親ウィンドウと子ウィンドウ)」「クラス名 (アプリケーション種類判別用)」「ウィンドウ表示タイトル」「ウィンドウ表示タイトル (他プロセス処理用)」となっている。

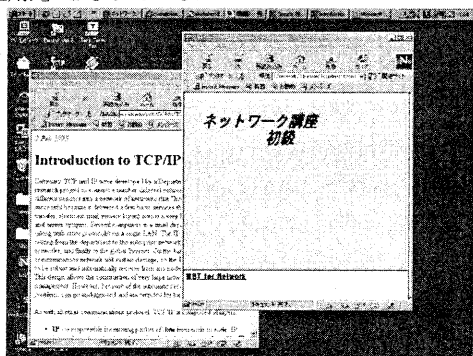


図3 受講者端末の描画面面

図3と表1は実際の描画面面と、取得される情報の対応図となっている。「実際に作業しているウィンドウ」に対しては、「Active」という文字列フラグをつけた。このフラグをキーに、パターンマッチによる情報抽出を解析時に行う。またアプリケーション数も出力時に獲得するようにした。コーディングはすべて Visual C++で行い、クラスライブラリのMFCを利用した。受講生の側でアプリケーションを実行した場合、アプリケーション自体は時計として機能する。今回の情報取得用アプリケーションでは子ウィンドウ (ウィンドウは親ウィンドウと子ウィンドウを持つ形式がある) のウィンドウタイトルまで取得できるため、例えば Web ブラウザを展開した場合は、そのブラウザしている Web ページの URL も取得できる。今後の展開として、この情報を応用した WWW リソースの共有利用も視野に入れている。このことについては後述する。

3.3 国際標準化との関連

国際標準化における CMI 規格の中で標準化されている学習履歴に関しては、HACP コマンドという形で明確化されている。HACP コマンドとは学習者のログを管理側に送信するときのコマンドであり、目的ごとに 4 種類のログ形式が規定されており、これらのログ形式、コマンド、内容の対応表を表2に示す。本稿において提案するシステムは、表2のうち、「Path」の記録情報を拡張することを可能とし、学習履歴分析の更なる展開につなげることが出来る。

表1 取得情報一覧

時刻	ウィンドウ種類(親か子か)	クラス名	アプリケーションタイトル	ウィンドウ種類	ウィンドウタイトル
1:24:43	ParentWindow(00E4)	Shell Tr a	y		
1:24:45	ParentWindow(007C) Active	Afx:400000.b.1366.6.5b67	ネットワーク講座初級(lesson8) - Netscape	ChildWin	http://localhost:8081/~shimaken/WBT/netwo
1:24:45	ParentWindow(0BFC)	Afx:400000.b.1366.6.5b67	RFC791 - INTERNET PROTOCOL - Netscape	ChildWin	http://www.2s.biglobe.ne.jp/~big/tcpip/ip.html
1:24:45	ParentWindow(0560)	CabinetWClass	deb	ChildWin	C:\My Documents\data\VisualC++\YSDKY\Gat
1:24:45	ParentWindow(03EC)	Afx:400000.0.0.0.327f	evangelion.mi.aiti.waseda.ac.jp - default - SSH Secure Shell		
1:24:45	ParentWindow(0034)	HideMenu32Class	ネットワーク講座初級.txt (更新) - 秀丸		
1:24:45	ParentWindow(02B4)	Becky2MainFrame	shimaken@ab.wakwak.com - Becky!	ChildWin	mag2 ID 0000036990 <mag2from@tegami.com
アプリケーション数		7			
1:24:46	ParentWindow(00E4)	Shell Tr a	y		
1:24:46	ParentWindow(007C) Active	Afx:400000.b.1366.6.5b67	ネットワーク講座初級(lesson8) - Netscape	ChildWin	http://localhost:8081/~shimaken/WBT/netwo
1:24:46	ParentWindow(0BFC)	Afx:400000.b.1366.6.5b67	RFC791 - INTERNET PROTOCOL - Netscape	ChildWin	http://www.2s.biglobe.ne.jp/~big/tcpip/ip.html
1:24:46	ParentWindow(0560)	CabinetWClass	deb	ChildWin	C:\My Documents\data\VisualC++\YSDKY\Gat
1:24:46	ParentWindow(03EC)	Afx:400000.0.0.0.327f	evangelion.mi.aiti.waseda.ac.jp - default - SSH Secure Shell		
1:24:46	ParentWindow(0034)	HideMenu32Class	ネットワーク講座初級.txt (更新) - 秀丸		
1:24:46	ParentWindow(02B4)	Becky2MainFrame	shimaken@ab.wakwak.com - Becky!	ChildWin	mag2 ID 0000036990 <mag2from@tegami.com
アプリケーション数		7			

表2 CMI 規格における学習履歴処理

種類	HACPコマンド	記録する内容
Interaction	PutInteraction	演習問題の結果、演習問題の種類別、正当、回答所要時間など
Path	PutPath	学習者が見た画面、各画面での経過時間、画面移動の理由など
Objectives	PutObjectives	習得目標の習得状態変化の経過、習得目標の得点、状態など
Comment	PutComment	学習中のコメント、任意のテキストなど

4. 実験

4.1 実験概要

実際に WBT コンテンツを用いて、今回のシステムの実験を行った。WBT コンテンツは「ネットワーク初級講座」というコンテンツで、内容は OSI の説明や IP アドレス表記の計算など、ネットワークの概要、基礎までとなっている。章は全部で 10 章だが、今回は 5 章、10 章のイントロダクションは都合上削除した。各章の終わりには小テストがあり、成績は CGI で回収した。テストは一問一答の選択形式であり、回答しない限り先には進めない形式を取っている。受講者は大学院学生二名で、学校からのアクセスと家庭からのアクセスという二つの形をとることで、状況の違いからのアプリケーション展開の差を検証することを目標にした。回線速度は、学校のネットワーク環境：10Mbps(LAN)、家庭からのネットワーク環境 64kbps(ISDN)となっている。Web サーバーは Apache を用いた。

4.2 実験結果の解析

実験結果は、Web サーバー側のアクセスログ、テスト結果とクライアント側の情報取得ファイルを重ね合わせる形で検証した。テスト結果に関しては図 5 のようになっている。図を見ると、家庭からアクセスしている学生のほうが成績の低い章が多く見られる。また経過時間を図 6 に示す。全体として学校よりも家からアクセスした受講生のほうが、より多くの時間を費やしている傾向が見られる。これは、よりリラックスした環境でアクセスできる家のほうが心理的な自由度の高さがあるためと推測される。これまでのサーバーのログを解析する方法だけでは、これ以上の追跡は不可能であった。

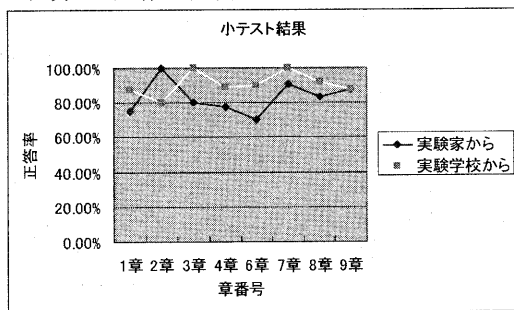


図 5 小テスト結果

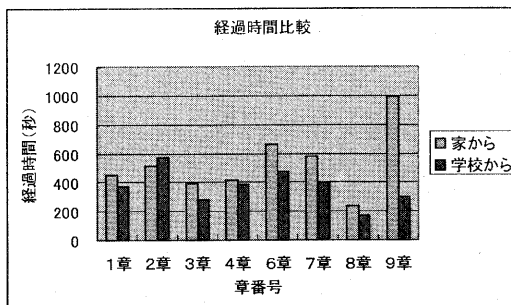


図 6 経過時間

ここでアプリケーション数の全体数の変化を比較したものを図 7 に示す。傾向として、全体的に起動しているアプリケーション数が、家からアクセスした場合のほうが多く、また変動が多く見られる。このことから、家からアクセスした受講生が WBT コンテンツを受講している間にも、他のアプリケーションを新たに起動する作業や、既に起動しているアプリケーションを終了する作業を多く行っていることが分かる。特に小テスト結果が全く同じでありながら経過時間に大きな差が見られる 9 章でのアプリケーション数の変化を図 8 に示す。

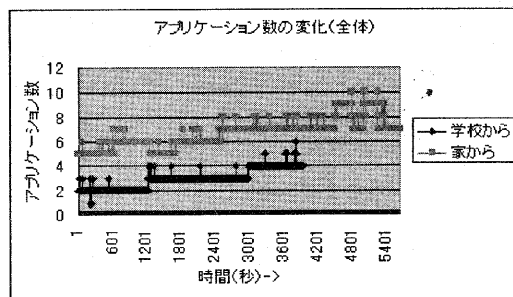


図 7 アプリケーション数の変化

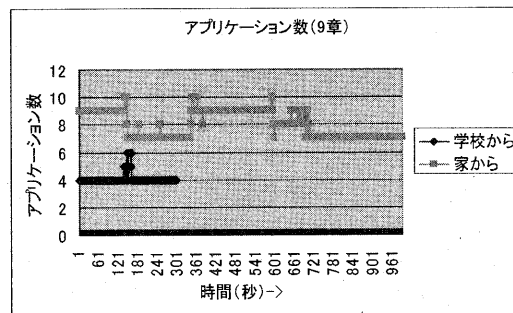


図 8 アプリケーション数の変化(9章)

図8をみると、家からアクセスした受講生のアプリケーション数の変動が、かなり大きいことがわかる。Web サーバーのログのみを解析した場合には、家からの受講者が9章を学習するのに時間が掛かっていることが分かり、何らかの相違が受講者間で発生していることが分かる。そこでこのアプリケーション数の変化結果を照らし合わせることで、受講生が、Web 上では把握しきれない作業を9章の受講時間に多く行っているという客観的なデータを取得することが出来る。

逆にむしろ家からアクセスした受講生の場合の受講時間が少なく、小テスト結果も他の章と異なる2章のアプリケーション数変化を図9に示す。

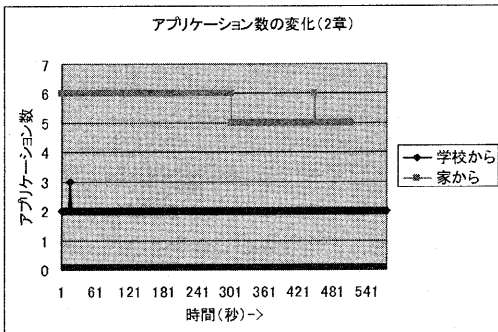


図9 アプリケーション数の変化(2章)

アプリケーション数の変化は、家からアクセスした場合も学校からアクセスした場合も、激しく変動することは無い。これは一つのコンテンツに対して集中していることを客観的に表していると言える。

4.3 受講者作業ウィンドウと作業時間

アプリケーション数の変化が WBT コンテンツに与える影響を明らかにするために、今度は実際に作業状態のアプリケーションに注目する。本アプリケーションでは実際に作業しているウィンドウも抽出することが出来る。ここでも9章について図10に示すような値が得られた。図10は家からアクセスした受講生が、9章受講時に作業していたアプリケーションの種類別割合である。図10の右側に示されている凡例は、クラス名を表している。このクラス名と実際のアプリケーション種類の対応については、表3を参照。さらに細かく分析をしたものについては表4を参照。家からアクセスした受講生は、図10の「Afx400000:b~」=Webブラウザの作業時間割

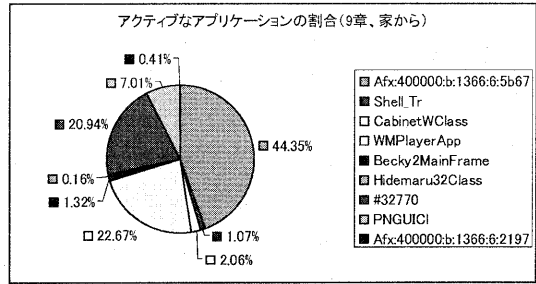


図10 アクティブなアプリケーションの割合(9章, 家から)

表3 クラス名とアプリケーションの対応

クラス名	アプリケーション名	種類
Afx:400000:b:1366:6:5b67	NetscapeCommunicato	Webブラウザ
Shell_TrayWnd	タスクバー	タスクバー
CabinetWClass	フォルダ	フォルダ
WMPPlayerApp	Windows Media Player	マルチメディア関連
Becky2MainFrame	Becky2!!	メールクライアント
Hidemaru32Class	秀丸	エディタ
#32770	ポップアップウィンドウ	ポップアップウィンドウ
PNGUIClass	Real Player	マルチメディア関連
Afx:400000:b:1366:6:2197	ブックマーク	Webブラウザ関連

合が44.35%ということから、Webのログに残っていた9章の作業時間全体のうち、半分以上がそれ以外のアプリケーションの作業に費やされていることが分かる。

また、さらに表4から、Webブラウザの展開のうち、実際に9章を学習していたのは、36.30%(WBT9章=「ネットワーク講座初歩(lesson9)-Netscape」)ということから、実際には、取得した時間全体の4割程度の時間が9章の正式な受講時間といえる。しかし、その作業内容を検証してみると、実際には「2進法」の検索など、コンテンツ内容に関わる作業がいくつか見られる。さらにエディタの作業をみても、この講義のタイトルをつけたファイルを編集していることから、これも講義に関連した行為と見ることができる。これらの講義関連作業を学習時間として考慮した場合、44.35%(全体の学習時間に占めるWebブラウザ使用時間の割合) + 0.16%(全体の学習時間に占めるエディタ使用時間の割合)=44.51%となり、全体の半分の時間を受講時間と考えることが出来る。逆にメールクライアントや、マルチメディア関連作業など、明らかに本コンテンツとは関連性の無い作業も全体の学習時間の半分とも言える。これらを総合して検証し、講義と作業の関連性を数値的に見出すことが、今後の課題となってくる。

表4 作業アプリケーションの内容と時間的割合

アプリケーション種類	クラス名	内容	作業時間の割合(9章全体から)
ポップアップウィンドウ	#32770	場所を表示中	0.83%
		設定変更: RealPlayer	1.73%
		AutoUpdate	17.33%
		RealPlayer	1.07%
Webブラウザ(Netscape4.7*)	Afx:400000b:1366.6:2197	ブックマーク - bookmark.htm	0.41%
		ネットワーク講座初歩(lesson9) - Netscape	36.30%
		RFC791 - INTERNET PROTOCOL - Netscape	0.33%
		Google - Netscape	0.25%
		Google 検索: 2進法 - Netscape	0.66%
		CNET Japan: 2進法 - Netscape	1.57%
		2進法と3進法 - Netscape	0.74%
		2進法 - Netscape	4.54%
		#####.com - Becky!	1.24%
		マインドキメント	0.33%
フォルダ	CabinetWClass	temp(download)	0.08%
		gazoukanren	0.33%
		movie	1.32%
		C:\WINDOWS\デスクトップ\ネットワーク講義初歩.txt(更新) - 秀丸	0.17%
エディタ	Hidemaru32Class	RealPlayer	0.50%
		RealPlayer: Information Processing 1(s)	6.52%
マルチメディア関連	PNGUIClass		
タスクバー	Shell TrayWnd		1.07%
マルチメディア関連	WMPPlayerApp	Windows Media Player	22.69%

5. むすび

今回のシステムでは、従来の WBT におけるアクセスログの問題点として、実際の受講者の作業とサーバー上のログの差を比較し、これらを受講環境の違いから検証した。自由度の高い環境ほど、アプリケーションの展開状況が激しく変わる可能性が高く、これは WBT コンテンツを実験環境と実際に市場へ展開する時の違いを示していることがデータとして得られた。

今回のシステムを開発し、評価実験を行って以下のことが明らかとなった。

(1).....受講者が自由な環境(自宅)で受講した場合は同じ量の学習をこなすのに約 1.5 倍の時間を要し、また同時実行するアプリケーションの数は 2.1 倍に達している。

(2).....典型的な章においてログの差を比較し、WBT のユーザー側展開アプリケーションである Web ブラウザの参照時間が、学習時間全体のうち 44.3% であることが分かった。

(3).....その中でも、Web ブラウザの参照時間のうち 36.3% が WBT コンテンツにアクセスした学習時間であることがわかった。

このアプリケーションを利用した場合、ブラウザしている Web ページの URL も取得できる。これは遠隔講義においては、大きな意味を持っている。現在、遠隔講義の世界では CSCL という協調学習が注目を集めている[20]。他受講者が WBT を受講中に参考にしたページを有用と判断し、それを受講者間で共有すれば、協調作業の一貫と位置付けることがで

きる。今回のアプリケーションは処理次第で WBT コンテンツの展開ページごとに、それに関わる Web ページを自動的にレジストすることが出来る。Web ページの有用利用に関してはこれまで様々な研究がなされてきているが[21]、特に全世界に広がる WWW のコンテンツの識別化、有用化が今回のシステムの応用次第で可能と考えられる。

今回のシステムの問題点として、ログを一旦受講者のローカル環境へ出力させることが上げられる。これは場合によっては、謝って途中で学習者がファイルを消してしまう可能性もありうるので、今後はリアルタイムにサーバーへ取得情報を送信するシステムを構築していく予定である。これにより、教材提供者は、受講者の受講状態をリアルタイムで把握することが可能となり、実際に WBT コンテンツと授業を並行して配信する場合に、受講者状態管理も可能となる。

また、マウスの入力やキーボードの打鍵なども、今後取得すべき情報として視野に入れている。アウェアネス情報として、マウスやキーボードの動作が無い状態をアイドル状態として処理し、不在とすることで、学習者の出席状態に反映することが出来る。また、今回のケースでは、一秒ごとに情報を取得する形を取ったが、この方法では情報量が膨大になってしまい、ノイズも大きい。今後はイベント駆動型に切り替え、受講者が何らかの形を取った場合に情報を取得する方法に切り替えていく予定である。

文 献

- [1] 太田剛, 赤堀侃司 “各種教授エンジンのフロントエンド

- としての Web-CAI の開発,”信学技報, pp25-32, ET2000-9 (2000-05).
- [2] 池辺八洲彦, 蔡東生, 菊地靖, 宮崎佳典, Maha Ashour Abdalla, “双方向マルチメディア 遠隔教育プログラム 「IMED-線形代数」の開発”, 情報処理学会技術報告, 人文科学とコンピュータ, vol45-7, Jan. 2000. 1.21
- [3] <http://www.walic.gr.jp>
- [4] 仲林清, “コンピューターを利用した教育技術の標準化動向”, 信学技報, pp55-78, ET2000-13(2000-05)
- [5] 植野真臣, 大澤文人, 久保琢郎, 繁樹算男, “実時間における項目応答曲線の変容”, 信学技報, ET92-87(1992-12).
- [6] 永岡慶三, 赤堀侃司, “「教育評価」の研究動向”, 日本教育工学雑誌, 20(4), pp199-206, 1997.
- [7] 岡本敏雄, “知識処理技術と教育工学”, 日本教育工学雑誌, 20(4), pp207-226, 1997.
- [8] 桑原恒夫, 中村喜宏, 玉城幹介, 山田光一, “学習者の知識及び知的能力に応じた CAI の教授戦略”, 信学技報, ET2000-30(2000-06).
- [9] 岡田顕, 島中晃弘, 垂水浩幸, 上林彌彦, “遠隔講義における実時間小テスト機構による動的グループ指導”, 情報処理学会技術報告, コンピュータと教育, 56-6, 200.6.1.
- [10] 竹内淳記, 清光英茂, 田中克巳, “アクセス履歴の集約とメタルールに基づく Web コンテンツのアクセス管理機構”, 情報処理学会技術報告, データベースシステム, 122-41, 2000.7.27.
- [11] 大垣斉, 中村孝, “ウェブ教材改良のための情報抽出”, 人工知能学会資料, SIG-IES-9902-7(9/25).
- [12] 金西計英, 妻島真彦, 矢野米雄, “LOGEMON: Web 教材を使用した授業での教師支援システム”, 電子情報通信学会論文誌, D-1, Vol. J83-1, No.6, pp658-670, 2000 年 6 月.
- [13] 大川正人, 室田真男, 中山実, 清水康敬, “Web ベース学習における学習履歴画面の時系列再現システムの開発”, 信学技報, ET99-65(1999-12).
- [14] 岡田顕, 垂水浩幸, 上林彌彦, “遠隔教育システムにおける教育活動の記録及び再利用技術”, 情報処理学会第 62 回全国大会論文集, 7b-4
- [15] 海老名毅, 伊藤昭, “X アプリケーションにおける可読性のある操作履歴の取得について”, 信学技報, HC94-87(1995-03).
- [16] 赤池英夫, 角田博保, “X-Window 上の利用者行動分析システム”, 情報処理学会論文誌, Vol33, No5
- [17] 高田光男, 西野順二, 小高知宏, 小倉久和, “UNIX 高機能シェルの行編集機能に対する適応型ヒューマンインタフェースの構築とその評価”, 情報処理学会論文誌, Vol38, No.10.
- [18] 森孝弘, 西田知博, 斎藤明紀, 都倉信樹, “大量の GUI 操作履歴を分析するための走査・再生ツール”, 情報処理学会技術報告, ヒューマンインタフェース, 69-1, 1996.11.15.
- [19] 森崎修司, 門田暁人, 松本健一, 井上克郎, 鳥居宏次, “機能実行履歴を用いたソフトウェア利用知識の共有”, 情報処理学会論文誌, Vol41, No.10
- [20] 小尻智子, 小川雄史, 渡辺豊英, “個人学習情報管理エージェントを用いた相互理解促進のためのインタフェースの構築”, 信学技報, ET2000-33(2000-06)
- [21] 長谷川忍, 柏原昭博, 豊田順一, “WWW における学習リソースの組織化とナビゲーション支援”, 電子情報通信学会論文誌, D-1, Vol. J83-D-1, No.6, pp671-681, 2000 年 6 月