

# 講義前の設定を不要とする WWW フィルタリング法の提案

## WWW filtering system for classroom without prior settings

浦島 智\*, 安宅 彰隆\*, 畑田 稔\*

Akira URASHIMA\*, Shoryu ATAKA\*, and Minoru HATADA\*

富山県立大学\*

Toyama Prefectural University

近年, 大学の講義や演習において学生が PC を利用する場面が増えている. しかし, 講義の内容と関係のないオークションや SNS を閲覧するなど, 利用が適切に行われていない状況も見受けられる. その一方で, WWW 閲覧の許可/不許可を強制できるフィルタリングシステムは事前の設定が不可欠であり, 講義中の設定調整は非常に難しいものとなっている. そこで, 教員が先にアクセスしたコンテンツやホストに対し, 自動的に学生アクセスの許可を設定する機能を WWW フィルタリングシステムに持たせることで, 事前設定なしに, 講義に必要なアクセスを許可するシステムを提案する. また上記の機能と合わせ, 説明中は資料サーバ以外へのアクセスを禁止し, 演習中は他サイトへのアクセスを許可するなど, 教員が講義中に動的にフィルタリング設定を変更する機能をもつシステムを試作した.

**キーワード** : 講義支援システム, WWW フィルタリング, Ajax

Recently, we often meet the classroom scene in which students ought to use laptop PC. However, some of the students are watching improper WWW page such as auction sites or SNS sites. The WWW filtering that can prevent this irrelevant usage needs prior settings and it is difficult to alter the settings in lecturing time. In this paper, we propose the WWW filtering system which automatically sets the permission of students' access from teacher's access, and which allows the necessary access for lecturing without prior setting. We developed the prototype system with this filtering function, in which teacher can also dynamically change the filter setting, such as prohibiting the web access in the explanation time and permitting it in the exercise time.

**Keywords** : classroom support system, WWW filtering, Ajax

## 1. はじめに

近年の教室内の情報環境の普及に伴い, ネットワークに接続した PC を利用する講義や演習が増えてきている. 講義内でのネットワークの利用は, 「紙によらない資料の配布」, 「他の情報源を利用したの調査」, 「学生間の協同学習」, 「アンケートや出席等, 学生からの情報収集」と言ったメリットを打ち出すことが可

能である<sup>1),2)</sup>. その一方で, 実際の講義・演習における利用状況を見ていると, 一部の学生においては, 「オークションサイトやブログサイト, スポーツ情報などの関係のないサイトを見ている」「演習問題の解答そのものを探している」などの不適切な利用が見受けられる. また, オンラインの演習を併用する場合において, 講義で説明している時間中に, 学生が先行して演習を行おうとするが, 説明に注意が向いていないため内容が理解できず, 結果として学習が達成できないこともある.

このような講義・演習における適切でない

\*工学部 情報システム工学科  
〒939-0398 富山県射水市黒河 5180  
Faculty of Engineering,  
939-0398 5180, Kurokawa, Imizu-shi, Toyama  
E-mail : {a-urasim, ataka, hatada}@pu-toyama.ac.jp

ネットワークの利用は、コンテンツフィルタの適用によって個別には対処可能である。しかし、ある講義のフィルタリング基準が別の講義と一致するとは限らない。また、同一講義内においても、説明の時間は配布資料サイト以外にアクセスして欲しくないが、演習時間中は広くインターネットから情報を収集して構わないといった基準の違いが存在する。

既存のコンテンツフィルタには、児童・生徒向けの「有害情報フィルタ」や会社等の組織向けの「不適切情報フィルタ」等が存在する<sup>3),4)</sup>。しかし、「講義に不要な情報」と「有害情報」は異なるものである。また、一般の「不適切情報」もカテゴリ数が多すぎるため、教員がそれぞれ自分の講義のために設定を行うのは、現実的でない。

そこで我々は、教員のアクセスを自動的にホワイトリストとして登録することで、教員は講義前の準備や講義中の設定変更操作を行うことなく、講義に適切なサイトのみを学生が閲覧可能とする手法を提案する。講義内で WWW ページを例示することは PC を用いる講義でよくあることであり、教員にとってほとんど負担とならないと思われる。そして、例示のための WWW ページアクセスはその説明と同期するものであるため、講義の流れに沿ったアクセスの許可が行われることになる。つまり、教員の少ない負担で講義に沿った学生アクセスの自動的な許可が可能となる。

我々は、実用性の確認のため、提案手法を実装した WWW フィルタリングシステムを試作した。また、サイトやページに対する教室単位のアクセスの可否を、教員がその場の操作で簡単に制御できる機能も実装した。

本論文では、まず従来の WWW フィルタリングシステムについて述べる。次に、今回提案する手法とその試作システムについて説明をおこなう。そして、実際の講義内でのアクセスデータを元に、本システムの適用範囲を検討する。また、試作したシステムについてその処理性能の評価を行う。

## 2. 既存のフィルタリングシステム

青少年に有害なインターネット上のコンテンツへのアクセスを自動的に遮断するための手段として、あるいは業務を妨げる WWW 利用や情報漏洩の対策として、各種のフィルタリングシステムが存在する。フィルタリングシステムには、各利用者の PC 上で動作するものや、ネットワーク上のゲートウェイとして動作するものがあるが、いずれもあらかじめ定められた一定の基準に従い、アクセスの可否を決定するものである。

(財)インターネット協会は、格付け基準として SafetyOnline<sup>3)</sup> を公開している。この基準では、「ヌード」「暴力表現」等、19 項目の内容に関するフィルタリング項目と、「参加型サイト」等の 3 項目の形式に関するフィルタリング項目、および「教育」「スポーツ」「芸術」等の例外項目を規程している。ただし、これらの項目は、12 歳、15 歳、18 歳未満の青少年を基準として、保護者の考える有害情報を遮断することを目的として設定されているため、有害ではないが講義に無用のコンテンツへのアクセスは遮断できない。例えば、野球やサッカーなどのスポーツ情報は、有害情報ではないが、講義中に必要とする場面は少ないと考える。この点で、有害情報フィルタでは、講義内での利用制限としては十分ではない。

netstar(株)<sup>4)</sup> は、「業務に不必要」「違法性が高い」等の、複数の目的に対応するため、URL をその内容により「オークション」や「薬物使用」等、70 以上の項目 (図 1) に分類し、データベースとして他社に提供している。ただし、この分類を利用するシステムでは、詳細を知る管理者があらかじめ設定することを前提としており、講義中にタイミングを見て設定を変更するには向いていない。

これらとは別に、教員等の管理者でない利用者がフィルタをコントロールできる製品や研究も存在する。例えば、Enterasys 社は、Professional Real-world Online Facilitator<sup>5)</sup> という e-mail やインターネットアクセスを、即座に遮断/復旧することのできるソリューションを提

違法と思われる行為, 違法と思われる薬物, 不適切な薬物使用, 軍事・テロ・過激派, 武器・兵器, 告発・中傷, 自殺・家出, 主張一般, 性行為, ヌード画像, 性風俗, アダルト検索・リンク集, ハッキング, 不正コード配布, 公開プロキシ, 検索キャッシュ, 出会い・異性紹介, 結婚紹介, 金融レート・投資アドバイス, 投資商品の購入, 保険商品の申込, 金融商品サービス, ギャンブル一般, 宝くじ・スポーツくじ, オンラインゲーム(攻略なども含む), ゲーム一般, オークション, 通信販売一般, ... [その他 45 項目]

図1 netstar社のフィルタリング基準項目

供している。また, Zhangら<sup>6)</sup>は Simple Classroom Network Access Control(CNAC) systemの提案を行っている。このシステムでは, WWW上のユーザインタフェースより「全部許可」「WWWのみ許可」「学内のみ許可」「すべて不可」等のあらかじめ定められた規則を選択することで, 教室単位でIPレベルのネットワークアクセスコントロールを, その場で行うことができる。ただし, これらのシステムでは, 「WWW」と「電子メール」, 「学内」と「学外」といった大まかな規則しか登録されていない。そして, それらのあらかじめ定められた数個の規則以外のコントロールを行う場合, フィルタリングルールの構成法について詳細な知識が要求される。そのため, 情報ネットワークを専門としない教員が, それぞれの講義に合わせた設定を行うことは困難である。

### 3. 講義用フィルタコントロールシステム

本システムは, 講義の進行に沿った適切なネットワーク利用のため, 教員の講義時間中の自然な操作により, 教室内PCからのWWWアクセスに対するフィルタリング設定の変更を可能とするものである。

またこのシステムは, 講義時間中に教員が操作し, 学生が利用するものであるため, 以下の条件が要求される。

- 教員が直感的に理解可能
- 教員の簡単な操作で設定変更可能

- 学生にとって設定の手間が不要

本システムでは, まず「教員がアクセスしたところは閲覧して良い」という分かりやすい規則を用いることで, 教員の動作とフィルタリングが直感的に結び付くようにした。また, WWWブラウザ上で Ajax (Asynchronous javascript and XML) を用いたユーザインタフェースを構築することで, 教員の操作がその場で反映する様にした。フィルタリングはネットワーク上で行われるため, 学生は通常のネットワーク利用と違いを覚えること無く, 本システムの利用がなされる。

#### 3.1 教員アクセスを手本とするフィルタリング

教員が教室内のWWWアクセスをコントロールしようとする場合, URLやホスト名を直接指定する方法と, 予め定められたカテゴリに対して許可/拒否を設定する方法が考えられる。しかし, URL等の文字入力は教員の負荷が大きい。また, カテゴリでは個別の授業に対しては大まかすぎ, 教員の説明が終わるまでは次のページに進ませたくない場合などに対応できない。

そこで, 我々は教師がアクセスしたURLを自動的に記録し, 学生のアクセスに対しては, この記録されたURLとマッチしたもののみを許可するというルールをフィルタリングに取り入れることにした。これにより, 教員にとって許可/拒否の基準が分かりやすく, ページを見るだけの簡単な操作で, フィルタリングを細かく制御することが可能となる。

講義中に学生が「参考WWWページ」にアクセスした場合, 図2に示すように, 必ず教員のアクセス履歴リストと照合される。最初はアクセス履歴は空のため, 該当が無く, 拒否等の予め設定された条件で判定される。教員が授業の説明中に, 参考サイト等にアクセスし紹介すると, そのアクセスは教員アクセスリストに記録される。以降の当該サイトへの学生アクセスは, 教員アクセスリストに該当するため, 許可

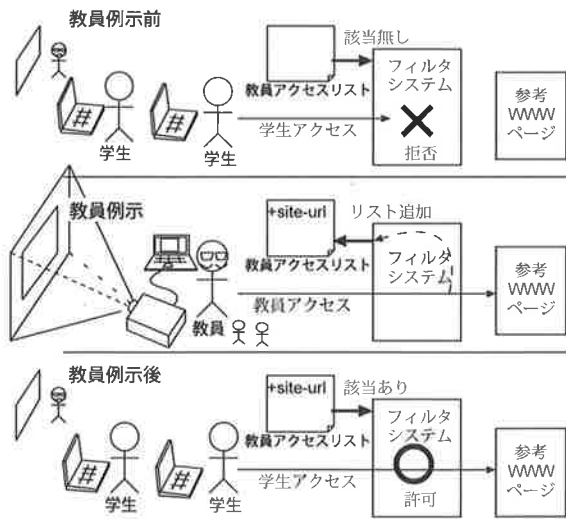


図 2 フィルタリング動作

されることになる。

教員と学生の区別は IP アドレスにより行われる。教員が講義の始めにこのシステムにログインすることで、教員 PC の IP アドレスが記録され、以降のアクセスは教員からのものとみなされる。逆にそのアドレス以外からのアクセスは自動的に学生と判断される。

### 3.2 アクセスコントロールリスト

上に述べたフィルタリングは、講義に従属するものである。また講義によっては、WWW アクセスをすべて拒否する、あるいは学内アクセスのみ許可するなどの単純なフィルタリングで十分な場合も考えられる。そこで、講義毎に独立したアクセスコントロールリスト (以下 ACL) を設定し、システムにログインした教員が簡単に切り替えることができるようにした。

ACL は、図 3 に示すように複数の ACL アイテムの列からなる。ACL アイテムは、マッチタイプとアクション、および複数のマッチ文字列から成る。

この ACL に対しアクセス先の URL が与えられた場合、個々の ACL アイテムに対して順番にマッチするかが試される。そして、最初にマッチした ACL アイテムのアクションに従って、アクセスの許可/拒否が判断される。どの ACL アイテムにもマッチしなかった場合、デフォルトのルールに従って可否が判断される。

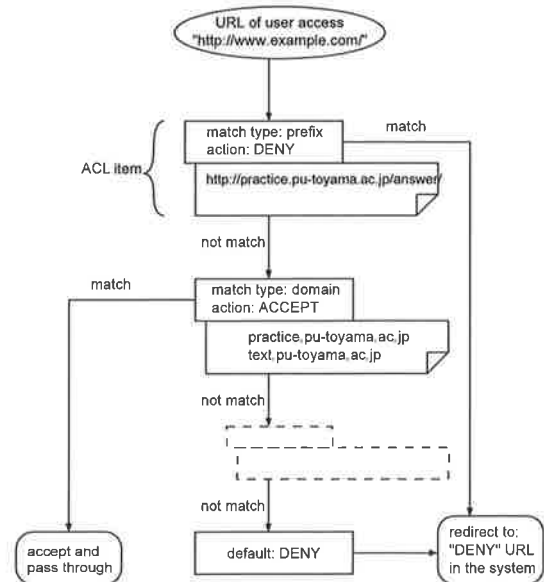


図 3 ACL の例

ACL アイテム内では、マッチタイプに従って、与えられた URL とマッチ文字列とを比較する。ACL アイテム内の複数のマッチ文字列のいずれかにマッチすれば、ACL アイテムがマッチしたとみなされる。

マッチタイプは、「URL 完全一致」「ホスト名一致」「URL 正規表現一致」「URL ワイルドカード一致」「教員アクセス URL と完全一致」「教員アクセスホストと一致」の 6 種類であり、最後の二つが 3.1 節で説明した教員アクセスを手本とするフィルタリングである。

一方、アクションは ACCEPT と DENY の 2 種類のみであり、ACCEPT の場合アクセスが許可され、DENY の場合は拒否される。

### 3.3 システム構成

本システムでは、教室毎にネットワークを一つのサブネットとして独立させる。そして、図 4 に示すように、教室ネットワークと学内・学外ネットワークとの間にアクセスコントロールサーバを置き、パケットを制御することで、適切でないネットワーク利用を制限する。

システム内の各種機能の構成を図 5 に示す。システムは、教室内 PC に対して、NAT ルータ機能と DHCP サーバ機能、トランスパレントプロキシサーバ機能を提供する。

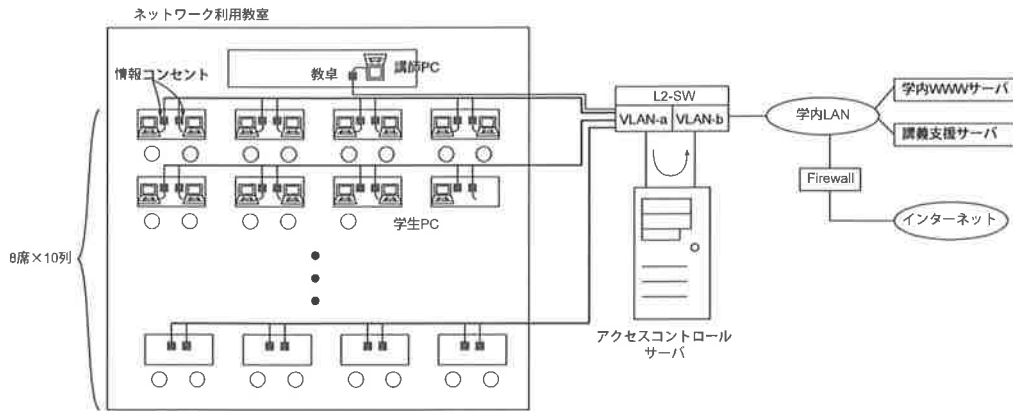


図4 対象とするネットワーク構成

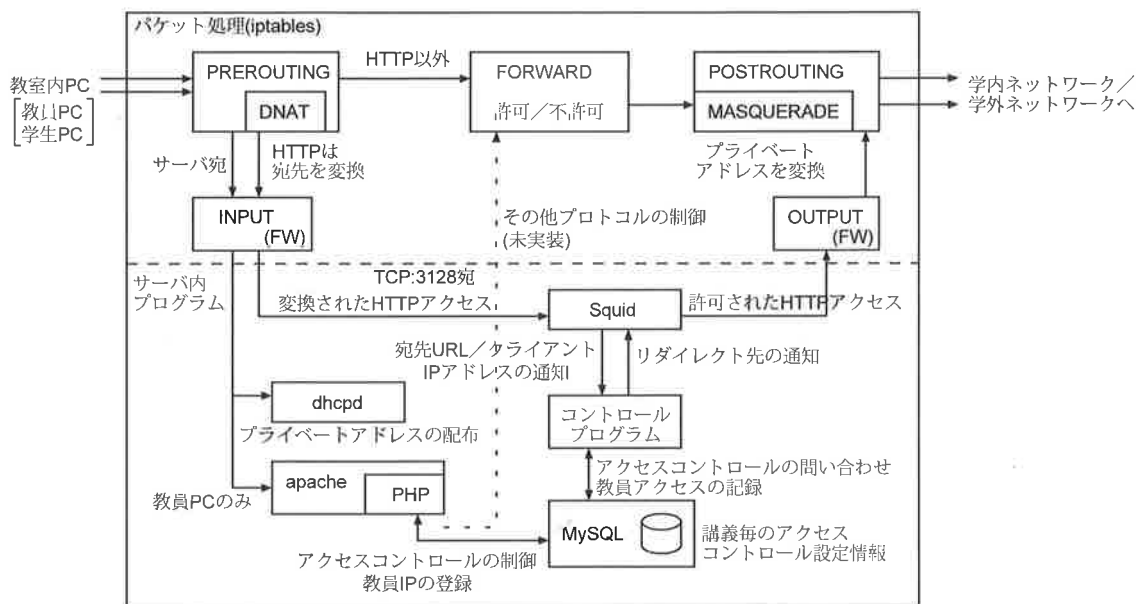


図5 アクセスコントロールサーバ詳細

本システムの動作は以下の通りである。

1. 学生がノート PC を教室内の情報コンセントに繋ぐと、DHCP 機能によりデフォルトルートとプライベートアドレスが各 PC に設定される。デフォルトルートの設定により、通常の HTTP アクセスはすべて本システムを通過することになる。
2. この後学生 PC から HTTP でアクセスすると、パケット処理の機能内で宛先アドレスおよびポート番号が書き換えられ、自動的にプロキシサーバ (Squid<sup>7)</sup>) にリダイレクトされる。
3. このプロキシサーバはトランスペアレントプロキシとして動作しており、さらにア

クセス毎に URL とアクセス元 IP をキーとして、今回作成したりダイレクトプログラムに問い合わせを行う。

4. リダイレクトプログラムは、学生からのアクセスに対して、データベース内の ACL 設定情報に従ってアクセスの可否を判断する。
5. アクセスが許可された場合は、squid は通常のプロキシとして動作し、拒否する場合は、特定の URL へのリダイレクトが行われる。

学生から見た場合、上記動作は隠されており、通常のネットワーク接続でのインターネット利用と変わらない。そのため、学生は特に意識せ

ず本システムを利用することとなる。

HTTP 以外の教室外へのネットワークアクセスについては、定められたプロトコルを単位として、あらかじめ可否を設定することになっている。これに関しては、学生と教員の区別は行っていない。

### 3.4 操作系

本システムでは基本的に教員の操作が無くても、適切にフィルタリングすることが可能である。しかし、講義の進行に合わせた手動でのフィルタリング設定変更を、教員が望む場合も考えられる。

そこで、フィルタ機能をコントロールするための Ajax(Asynchronous Javascript and XML) を用いたユーザインタフェースを用意し、「WWW ブラウザのみで操作可能」「直感的な操作が可能」「操作がその場で反映される」といった特徴を持たせた。

教員が WWW ブラウザから本システムにログインすると、操作用の javascript プログラムを含むコントロール画面のページが表示される。図 6 左側の教員 PC の枠内にコントロール画面の例を示している。例えば、コントロール画面内の「授業関係リンク集」と書かれた四角は、一つの ACL アイテムを示しており、ページ内のドラッグ&ドロップによって、順序を入れ替えたり、消去することが可能である。また、それらの ACL アイテムをダブルクリックすることで、詳細設定が開き、マッチタイプやマッチしたときの許可/拒否を設定することなどが可能である。

コントロール画面のページに含まれる操作用の javascript プログラムは、script.aculo.us<sup>8)</sup> の javascript ライブラリを用いており、ドラッグ&ドロップ等の教員の各種操作に対して、即座に XmlHttpRequest を利用してアクセスコントロールサーバにリクエストを送る。図 6 に示すように、サーバ内には各種操作に対応する PHP プログラムが存在する。この PHP プログラムが ACL の順番や設定などを含むデータベースの内容を変更することで、WWW ペー

ジ内の操作が即時にフィルタリングに反映されるようになっている。

## 4. フィルタリングに関する検討

本システムの評価を行うための基礎的データとして、PC を用いる実際の演習授業内で、富山県立大学の学生が行っているインターネットアクセスのパケットを記録した。

- 記録学生数：50 名
- 記録時刻：2007 年 7 月 25 日 14:40-15:30

この日の演習講義では、学外で公開されている PC アプリケーションのインストールが演習の内容として含まれており、学生は必ず各自の PC を持参し、ネットワークに接続して利用しなければならない。ただし、この記録時間帯は、教員が受講者に向けて説明中であり、講義資料のあるサーバとそこからリンクが張られた学外の参考情報サイト以外には、アクセス不要である。ただし、学生のインターネット利用制限は特に掛けていない。

この時の授業資料に従って、すべての参考リンクにアクセスした場合、すべての学外向けアクセスは HTTP であり、総コネクション数は 200、アクセス先 IP アドレスは 54 となる。

演習講義の記録は、教室内 PC からの TCP の syn パケットと UDP パケットの宛先について行っており、それを分類した内訳は以下の通りとなった。

- 学内向けコネクション数：
  - － 講義資料サーバ：618
  - － 講義支援サーバ：27
- 学外向け TCP コネクション数：
  - － http: 13796 (880 ホストへ)
  - － https: 655  
(ただし、この内 454 のコネクションはフィッシング詐欺検出機能用)
  - － その他: 23  
(メッセージャー、GMail、RTSP 等)

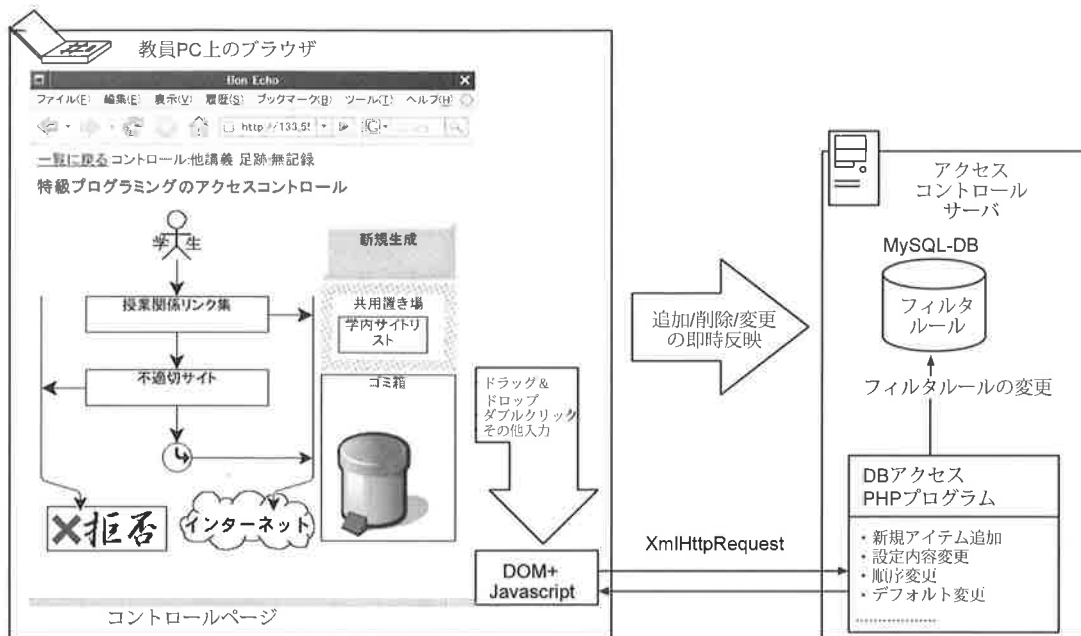


図6 教員の操作とDBへの反映

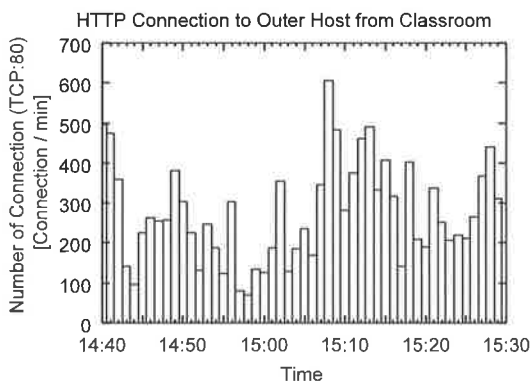


図7 学外向け接続数の変化

- 学外向け UDP パケット数: 517 (78 ホストへ)

記録時刻内の一分あたりの学外 WWW サーバ向け接続数のグラフを、図7に示す。

授業中の参考資料を WWW 上で提示しているため、学内サーバに対しても多くのアクセスがあるのは当然である。一方、学外サーバのコンテンツへのアクセスを見ると、不要と思われるアクセスが複数存在する。特に、http のアクセス先ホスト数は、講義資料から考えられるよりも著しく多くなっている。

そこで、学外向け http アクセス先について、IP アドレスを元に、その相手先サーバの提供する内容を人手で判断し、以下の分類基準で分類した(表1)。

表1 授業中の学外向けアクセスの分類

	学生アクセス コネクション数
適切	1651
不要	3235
不適切	1455
判断不能	7455

- 適切：講義に関係あるコンテンツを持つサイト。検索エンジン等の講義に関係する情報を探すためのサイト。
- 不要：バナー広告等の講義とは関係ないが、付随してアクセスされるサイト。あるいは、スタートアップページとして、登録されていると思われるサイト。
- 不適切：ブログサイト、動画サイト等、講義とは関係のない娯楽等のサイト。
- 判断不能：サイトからでは内容が判断できないサイト。

まず、表1の半数強が判断不能となっているが、これは akamai 等の情報配信業者を經由した場合、今回取得した IP アドレスからではその内容について判断できないためである。

しかし、明確に授業に対して不適切と判断できるサイトへのアクセスは、適切と判断された

サイトへのアクセスに同程度に存在する。授業の説明に耳を傾けている学生に比べて、授業に集中していない学生の WWW アクセスが多くなることを考慮にいれても、対策を考える必要があると思われる。

一方、人手での判断で適切と判断されたサイトは、すべて授業の参考ページとして教員により示されたサイトであった。よって、本システムの「教員のアクセスを手本とする」制限は、十分有効であると判断できる。

### 5. 処理性能

試作した本システムに対し、実際の教室における多数のアクセスに十分対応可能であることを確かめるため、処理性能を測定した。

アクセスコントロールサーバのスペックは以下の通りである。

- CPU Core2Duo E6320 1.86GHz
- Mem 2GB
- Network 100Base-TX × 2
- OS Fedora 7

このサーバに対し、表2に示す ACL リストを設定した。ただし、ACL アイテム「教員例示」のマッチ文字列は、4. 節で用いられた WWW 上の授業テキストの参考サイト等を、教員 PC からアクセスすることで、自動的に設定されたものである。

図8の構成で、計測用 PC から WWW アクセスを行い、接続の処理速度と、コントロールサーバにおける CPU 負荷の計測を行った。

WWW アクセスには、JMeter<sup>9)</sup>を用いた。JMeter では一度記録した WWW アクセスを繰り返すことで、WWW サーバ等の負荷テストを行うことができる。記録側の PC から、授業のテキストに沿った 1075 個の URL(アイコン画像等を含み、重複も存在する)へ順番にアクセスする操作を、10 個並列して行い、これを 4 回繰り返した。

その結果、JMeter で計測された接続速度の平均は 1607 接続/分となり、コントロールサーバの CPU 負荷は、平均約 10%、最大 38%(10 秒平均)となった。

表 2 試験用 ACL リスト

順序	ACL アイテム名称	マッチタイプ	マッチ文字列数
1	教員例示	教員アクセス URL 完全一致	1066
2	学内サイト	正規表現一致	1
3	サーチエンジン	正規表現一致	12

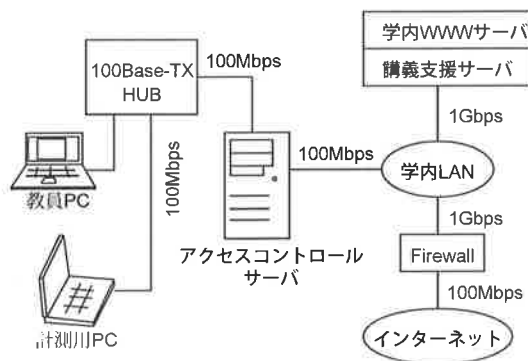


図 8 実験機器構成

この計測では、学外ネットワーク上のサーバに対するアクセスを含むため、本システムの純粋な性能を測定しているわけではない。しかし、CPU 負荷に十分な余裕のある状態で、図7にある授業内で記録された接続数の最大(606 接続/分)を十分に上回っていることから、本システムの性能が実用に耐えうると判断できる。

### 6. おわりに

本論文では、講義時間内の学生の適切なネットワーク利用のために、教員アクセスを記録しホワイトリストとして利用することで、事前の設定を不要としながら、講義中に適切なページのみ閲覧を許可することができる WWW フィルタリング法の提案を行った。

また、提案した手法を実装する教室用フィルタリングシステムを試作した。加えてこのシステムでは、Ajax を用いて教員の WWW ブラウザ上の操作をフィルタリング条件に即座に反映する機能をもっており、直感的なフィルタリングの操作も可能としている。

提案手法の予備的な検討として、実際の演習



講義におけるネットワーク利用状況の調査を行った。この結果、不適切なインターネットへのアクセスが無視できない程度に多いことが分かった。その一方で、適切なアクセスは教員の例示する範囲にとどまっており、本手法の有効性を示唆する材料となった。

試作したシステムについては、その処理性能について測定を行い、模擬された状況下で約1600 接続/分を処理可能との結果を得た。これは、実際の講義において測定された1分あたりのピーク値、606 接続/分を十分に上回っている。このことから、試作システムは教室用フィルタリングシステムとして実用的な処理性能を持つものと判断される。

WWW ページの中には、負荷分散を目的として、同じデータを複数のサーバに置き、アクセス毎にリンク先 URL を変更するページも存在する。本システムでは、URL を元にフィルタリングの判断を行っているため、このような場合に対応できない。今後、教員アクセス履歴を元にした、より高度な判断基準の導入が必要と思われる。また、実環境での運用を通じた実用性の検証も今後の課題として挙げられる。

## 参考文献

- (1) 新 誠司, 杉山 公造: “学生・教師間のインタラク션을活性化する授業支援システムの研究開発”, 信学技報, ET2001-111(2002-3), pp.87-94 (2002)
- (2) Campbell, A. B. and Pargas, R. P., “Laptops in the classroom,” Proc. of SIGCSE '03, pp.98-102 (2003)
- (3) 財団法人インターネット協会: “インターネット上の有害コンテンツの多様化に対応した新たな格付け基準 SafetyOnline3 の策定”, <http://www.iajapan.org/filtering/press/20070403-press.html>
- (4) NetSTAR(株): “URL リスト分類基準”, [http://www.netstar-inc.com/products\\_04.htm](http://www.netstar-inc.com/products_04.htm)

- (5) Enterasys: <http://secure.enterasys.com/solutions/education/prof/>
- (6) Zhang, H. and Almeroth, K.: “A Simple Classroom Network Access Control System”, Proc. of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications (EDMEDIA) 2006, pp. 967-976 (2006)
- (7) Squid Project: “squid: Optimising Web Delivery”, <http://www.squid-cache.org/>
- (8) Fuchs, T.: “script.aculo.us - web 2.0 javascript”, <http://script.aculo.us/>
- (9) Apache Software Foundation: “Apache JMeter”, <http://jakarta.apache.org/jmeter/>

(2007年10月31日原稿受付)

(2008年3月31日採録決定)

## 著者略歴



**浦島 智** 1999年京都大学大学院工学研究科電気工学博士後期課程修了。1999年富山県立大学工学部電子情報工学科助手。2007年富山県立大学工学部電子情報

工学科助教。計算機センター兼務。博士(工学)。

**安宅 彰隆** 1979年東京大学理学部化学科卒業。1984年同大学大学院理学系研究科化学専攻博士課程修了。同年富山県立技術短期大学講師。1990年富山県立大学工学部電子情報工学科助教。2007年富山県立大学工学部電子情報工学科准教授、現在に至る。理学博士。

**畑田 稔** 1972年京都大学大学院工学研究科電気工学博士課程単位取得退学。1972年(株)日立製作所入社。1998年富山県立大学工学部教授、現在に至る。工学博士。