

# QoS 制御付き情報コンセントのための遠隔機器制御プロトコル

秋 成 秀 紀<sup>†</sup> 西 村 浩 二<sup>††</sup>  
 田 島 浩 一<sup>††</sup> 相 原 玲 二<sup>††</sup>

近年のネットワークの普及を受け、大学や公共施設などでは情報コンセントを設置し、ネットワークサービスを提供するようになった。そのようなサービスの中には、外部トラフィックの影響を受けやすい実時間トラフィックも多くなりつつある。しかし、すべての利用者に十分な帯域を提供することは困難であり輻輳などによりパケットロスが生じる。そのため特定のパケットを優先する QoS 制御が必要となる。そこで本研究では、筆者らがすでに提案している情報コンセントにおけるアクセス制御機能のモデルとその制御プロトコルに対し、QoS 制御機能のための拡張を行うことで統一的にアクセス制御、優先制御が行えることを示す。またこの拡張に基づく実装を示し、その評価を行う。

## A Class of Remote Appliance Control Protocol for Information Outlet Systems with QoS Control

HIDENORI AKINARI,<sup>†</sup> KOUJI NISHIMURA,<sup>††</sup> KOUCHI TASHIMA<sup>††</sup>  
 and REIJI AIBARA<sup>††</sup>

Recently, information networks have gained a tremendous popularity. Information outlet systems have been installed at universities and public centers to provide various network services. The provided services are including stream data delivery such as VOD system which is influenced by other traffic. Sharing of limited resources causes rise of packet loss due to collisions by traffic congestion. A QoS control is necessary to prevent the packet loss of a specified stream by giving priority to the packets. In this paper, we extend the access control model and its control protocol which we have been proposed to introduce the QoS control. We also describe an implementation of the information outlet system based on this proposal and evaluate the system performance.

### 1. はじめに

近年のコンピュータの小型高性能化とネットワークの普及にとともに、多くの人々が携帯端末を持ち歩くようになり、コミュニケーションや情報源の 1 つとしてネットワークを通して提供されるさまざまなサービスを利用するようになりつつある。これらを受け、大学に代表されるような施設などでは、オープンスペースに情報コンセントを設置しネットワークへの接続環境を提供するようになった。このような情報コンセントは、誰でも手軽に利用できる性質を持つため、不正使用によるネットワーク資源の浪費やサービス妨害な

どからセキュリティを確保するための機能が必要となる。そのため利用者認証による利用資格の有無に基づきアクセス制御を行う情報コンセントシステムの研究がいくつかなされている<sup>1)~6)</sup>。

一方、ネットワークを通して提供されるサービスの中には、VOD ( Video On Demand ) に代表されるようにサウンドデータや動画データをネットワーク経由で受信しながら順次再生するストリーミング配信などの実時間トラフィックもあり、これらはますます多くなりつつあり、また個々の要求する帯域も増加傾向にある。一般にこれらのトラフィックは、その他のトラフィックの影響を受けやすい。しかし、情報コンセント利用者のすべてのトラフィックに十分な帯域を提供することは困難であり、ネットワークの集約するアプリケーションにおいて、集約トラフィックの帯域がネットワークの収容能力を超えると、輻輳状態となりその結果パケットロスや到着遅延を生じることになる。そこで、情報コンセントにおいて特定のトラフィックを優

<sup>†</sup> 広島大学大学院工学研究科  
 Graduate School of Engineering, Hiroshima University

<sup>††</sup> 広島大学情報メディア教育研究センター  
 Information Media Center, Hiroshima University  
 現在、富士通エフ・アイ・ビー株式会社  
 Presently with Fujitsu FIP Corporation

先的に処理する QoS ( Quality of Service ) 制御が必要となる．情報コンセントにおいて QoS 制御を行う場合，アクセス制御と連携した制御を行う必要がある．しかし，情報コンセントとして使用する機器は，有線 LAN 環境や無線 LAN 環境，使用する機器のメーカーなどにより異なり，また必要な機能を得るために複数の機器を組み合わせて実現しなければならないこともある．そのため，使用機器に合わせてそれぞれの制御方式を用いる必要があり，その結果システム全体が複雑になってしまう．

そこで本研究では，筆者らがすでに提案している遠隔機器制御プロトコル RACP ( Remote Appliance Protocol <sup>7)</sup> の枠組に基づく情報コンセントシステムのアクセス制御モデルとその制御プロトコルに対し，QoS 制御機能の導入と拡張を行う．これにより，使用する環境や機器によらず統一的なコマンドによりアクセス制御と QoS 制御が可能になることを示す．また，提案モデルに基づき QoS 制御付き情報コンセントシステムとして PortGuard システムの実装とその評価を行い，RACP による制御の実用性を示す．

## 2. QoS 制御

IP ( Internet Protocol ) は，始点 IP アドレスと終点 IP アドレスを持つデータグラムの配送を目的としたシンプルな概念に基づき設計されている．そのため，IP により提供されるサービスは “best effort” と呼ばれており，配送における遅延や利用可能な帯域などの QoS が保証されないことを意味する．このため，インターネットにおいて QoS を提供するためのさまざまな研究が行われている．

代表的な研究としては，RSVP ( Resource Reservation Protocol <sup>8)</sup> や DiffServ ( Differentiated Service <sup>9)</sup> などがよく知られている．RSVP は，エンドツーエンドでネゴシエーションを行うことで，あらかじめ必要となる帯域を確保するためのネットワーク資源予約プロトコルである．DiffServ は，IP ヘッダの一部に転送処理の振舞いを指定する PHB ( Per Hop Behavior ) と呼ばれる情報を入れておくことで QoS 制御機能を提供する．

広域ネットワークにおいてエンドツーエンドの QoS をサポートするには，経路上のすべてのルータやスイッチが QoS をサポートし，またそれぞれのネットワークの間で管理や制御のポリシーが統一されている必要がある．しかし，ルータやスイッチにより QoS の実装の有無や実現方式は異なっており，同様な名称であっても組合せを誤ると十分な性能が得られないこと

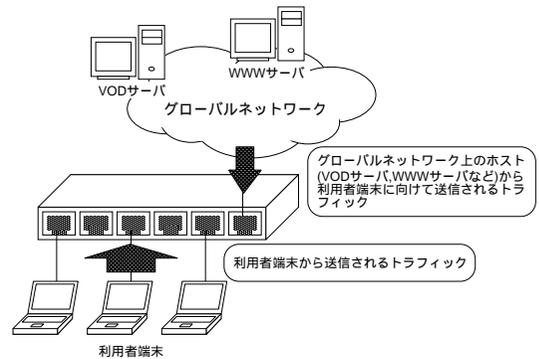


図 1 QoS 制御の対象

Fig. 1 Object of QoS control.

もある<sup>10)</sup>．したがって，現実問題として広域ネットワークで QoS をサポートすることは困難であると考えられる．

### 2.1 情報コンセントにおける QoS 制御

一般に大学や公共施設などにおける組織内のネットワークは，管理や制御のポリシーの統一，機器管理の一元化が可能であり，トポロジの把握も容易であると考えられる．また帯域に関するボトルネックも，広域ネットワークにおける通信では通信路上にあることが多いのに対して，組織内に閉じた通信ではサービスを提供するサーバなどのエンドホストにあると考えられる．

一方，大学などでは日々行われている講義をデジタルコンテンツとして記録し，利用者の要求に応じて配信する VOD サービスや，講義で使用する資料をネットワーク経由で取得できるサービスを提供したいという要求がある．しかもサービスの対象とする端末は，大学に設置されている端末だけでなく，大学が設置する情報コンセントに接続した利用者個人の端末にまで広げようとしている．

このようなサービスが一般化すると，情報コンセントなどに利用している接続装置が通常は十分な帯域を有していても，突発的なトラフィックなどにより収容能力を上まわる状況に陥ると輻輳状態を引き起こし，パケットロスを生じてしまう．そしてそのパケットロスが原因で VOD などの実時間トラフィックに悪影響を及ぼすことがある．VOD などのサービスを提供するサーバは，自らの性能に応じた帯域管理を行っているため，ネットワークは利用目的に応じてトラフィックを区別し，特定の目的のトラフィックは他のトラフィックと異なる取扱いをする機能が必要となる．図 1 に示すように，情報コンセントシステムにおいて QoS 制御の対象となるトラフィックは，グローバルネットワーク上のホスト ( VOD サーバや WWW サーバ ) から情

報コンセントの利用者端末に送信されるトラフィックと情報コンセントの利用者端末からグローバルネットワーク上のホストに送信されるトラフィックに分類することができる。したがって、これらを他のトラフィックと区別し、優先的に扱うことができればよい。

一般に情報コンセントシステムでは不正利用を防止するため、利用者認証に基づくアクセス制御が行われるが、利用者認証は QoS 制御機能とも連携して機能することが望まれる。また、特定の人々がサービスを利用し続けることを防ぐため、利用時間による制限が行えることも必要である。

## 2.2 PortGuard システム

筆者らは、すでに RACP の枠組に従い情報コンセントシステムにおけるアクセス制御のモデル化を行い、そのモデルに対する制御プロトコルを定義している。また、このモデルに基づき、有線 LAN と無線 LAN 環境のそれぞれで使用可能な PortGuard システムと呼ばれる情報コンセントシステムの開発を行い、広島大学において実際に運用を行っている<sup>6)</sup>。その運用実績や実験を通して、RACP の枠組みに従うことにより開発効率が向上することや RACP による制御が実用的であることが分かっている。

そこで本論文では、管理や制御のポリシーの統一や機器管理の一元化が可能で、トポロジの把握の容易な単一組織内のネットワークを対象とし、筆者らがすでに提案しているアクセス制御のモデルをベースに、QoS 制御と利用時間制限の拡張を行うことで、アクセス制御と QoS 制御が可能な情報コンセントシステムを実現する。先に述べた単一組織のネットワークの特徴に基づき、情報コンセントにおける QoS 制御方法として、本論文ではシステム管理者があらかじめ優先度の異なるいくつかの利用目的を設定し、利用者の選択した目的、つまり優先度の違いに基づいて優先制御を行う方法を採用する。

なお本研究は、情報コンセントシステムにおけるサービスの 1 つとして QoS 制御機能を導入し、提案している機器制御プロトコルの拡張性を示すことを目的としている。そのため、本論文では QoS 制御方式自体のスケラビリティや性能評価については深く議論しない。また本研究で提案する QoS 制御の対象を RSVP や DiffServ に拡張することも可能であると考えられるが、前述の理由から本論文ではルータやスイッチを持つ優先制御機能のみを対象としている。

## 3. RACP に基づくモデル化と制御コマンド

RACP は、ネットワークを介して遠隔の機器を制

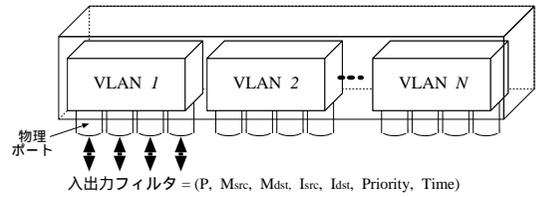


図 2 情報コンセントシステムのモデル

Fig. 2 Model of an information outlet system.

御するためのプロトコルである。RACP では、まず制御対象となる機器のモデル化を行い、そのモデルに対して制御コマンド（サブユニットコマンド）を定義することで統一された制御インターフェースを提供する。現在、カメラやミキサーなど多くのサブユニットコマンドが定義されており、情報コンセントシステムのアクセス制御に関してもすでに VLAN サブユニットコマンドとして定義している。この章では、QoS 制御を導入し、拡張した情報コンセントシステムのモデルと、VLAN サブユニットコマンドについて述べる。

### 3.1 QoS 制御付き情報コンセントシステムのモデル化

図 2 に拡張した情報コンセントシステムのモデルを示す。モデル化した情報コンセントシステムは、内部に複数の VLAN を持つ。それぞれの VLAN には、複数の物理ポートを割り当てることが可能であり、また、物理ポートの入出力方向それぞれに対して複数のフィルタを設定することにより、一致するパケットの入出力の許可を制御し、QoS 制御のための優先度付けを行う。物理ポートに設定されるフィルタはリスト構造で管理され、その物理ポートにパケットが到着するとフィルタを順番に評価し、最初に一致したフィルタが適用される。

このフィルタは、対象となるパケットの指定に使用される物理ポート番号 ( $P$ )、始点 MAC アドレス ( $M_{src}$ )、終点 MAC アドレス ( $M_{dst}$ )、始点 IP アドレス ( $I_{src}$ )、終点 IP アドレス ( $I_{dst}$ ) および対象となるパケットの処理を指定する優先度 ( $Priority$ )、利用時間 ( $T$ ) の合わせて 7 項目で構成され ( $P, M_{src}, M_{dst}, I_{src}, I_{dst}, Priority, T$ ) のように表すことができる。優先度は、フィルタに一致するパケットの処理優先度を示し、利用時間は設定されたフィルタの有効時間を示す。有効時間の切れたフィルタは無効となり削除される。また各項目には、ワイルドカード “\*” を指定することができ、各項目でワイルドカードが指定された場合の解釈は、表 1 のとおりである。

情報コンセントとして用いる機器によって使用できる

優先度が異なるため、本モデルでは、IEEE802.1Q<sup>(11)</sup>におけるユーザプライオリティとトラフィッククラスへの対応付けに基づき、システムは内部に 8 段階の優先度の異なる送信バッファを持つ。フィルタにより優先度付けされたパケットは、その優先度に従ってそれぞれの送信バッファに送られる。送信バッファでは、優先度に従いバッファからパケットを送信することで優先制御を実現している。本モデルを用いて、情報コンセントで必要とされる以下の 3 つの制御を表現することが可能である。

- アクセス制御
- QoS 制御 (優先制御)
- 利用期間制御

ここで、利用目的に応じた QoS 制御のためのフィルタの設定例を図 3 に示す。図では、IP アドレス  $I_5$  を持つ端末を使用する情報コンセントの利用者が VOD サーバから送られてくるパケットに対する QoS 制御の要求に対して、VOD サーバの IP アドレス  $I_{vod}$  を始点 IP アドレスに持ち、情報コンセント利用端末の IP アドレス  $I_5$  を終点 IP アドレスとして持つパケットに対して高優先度 7 のフィルタをアップリンクの入力方向に設定することによって実現している。

### 3.2 VLAN サブユニットコマンド

モデル化した情報コンセントシステムを制御するために定義した VLAN サブユニットコマンドの一覧を表 2 に示す。ここでは、本研究で拡張した QoS 制御と利用期間制御に関するコマンドについて述べる。QoS 制御 本モデルでは、各物理ポートにフィルタ

を設定することで、その一致するパケットの入出力の許可と優先度付けを行う。この優先度付けフィルタの設定は、フィルタ設定コマンド (FILT) で行う。フィルタの追加・削除は、それぞれ ADD または DEL 引数を用い、IN または OUT 引数でフィルタの方向を指定する。フィルタを設定する物理ポートは、VLAN 識別子 ( $n$ ) と物理ポート番号 ( $port$ ) の組合せで指定し、その物理ポートを通過する対象パケットを始点 MAC アドレス ( $mac_{src}$ )、終点 MAC アドレス ( $mac_{dst}$ )、始点 IP アドレス ( $ip_{src}$ )、終点 IP アドレス ( $ip_{dst}$ ) で指定する。優先度 ( $priority$ ) は、0~7 の 8 段階で指定する。

利用期間制御 利用者が情報コンセントを利用可能な期間の指定は、物理ポート設定コマンド (PORT) とフィルタ設定コマンド (FILT) において、開始時刻 ( $start\_time$ ) と終了時刻 ( $end\_time$ ) により、 $start\_time : end\_time$  のように指定することで行う。終了時刻を過ぎた物理ポートは、現在の VLAN から削除され、デフォルトの VLAN に追加される。また、終了時刻を過ぎたフィルタは、同様に削除される。

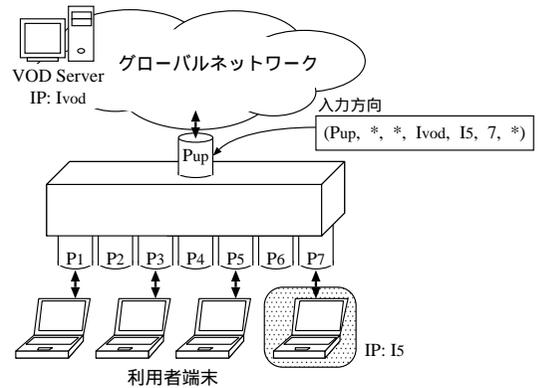


図 3 QoS 制御のためのフィルタの設定例  
Fig. 3 Example of filter setup for QoS control.

表 1 各項目におけるワイルドカードの解釈  
Table 1 How wildcard is interpreted.

項目名	意味
$P$	任意の物理ポートに一致
$M_{src}, M_{dst}$	任意の MAC アドレスに一致
$I_{src}, I_{dst}$	任意の IP アドレスに一致
$Priority$	デフォルトの優先度
$T$	無制限の利用時間

表 2 VLAN サブユニットコマンド一覧  
Table 2 List of VLAN subunit commands.

Description	Command Syntax
Configure PORT	VLAN $n$ PORT ADD $port$ [ $port2$ [...] ] [ $start\_time : end\_time$ ] [LINKUP] VLAN $n$ PORT DEL $port$ [ $port2$ [...] ]
Configure FILT	VLAN $n$ FILT ADD {IN OUT} $port$ $mac_{src}$ $mac_{dst}$ $ip_{src}$ $ip_{dst}$ [ $priority$ ] [ $start\_time : end\_time$ ] [LINKUP] VLAN $n$ FILT DEL {IN OUT} $port$ $mac_{src}$ $mac_{dst}$ $ip_{src}$ $ip_{dst}$
Show status	VLAN $n$ STAT [{PORT [ $port$ ]   FILT [{IN OUT} $port$ $mac_{src}$ $mac_{dst}$ $ip_{src}$ $ip_{dst}$ ]}]
Set trap	VLAN $n$ TRAP [PORT FILT NONE]
Show help	VLAN $n$ HELP [PORT FILT STAT]

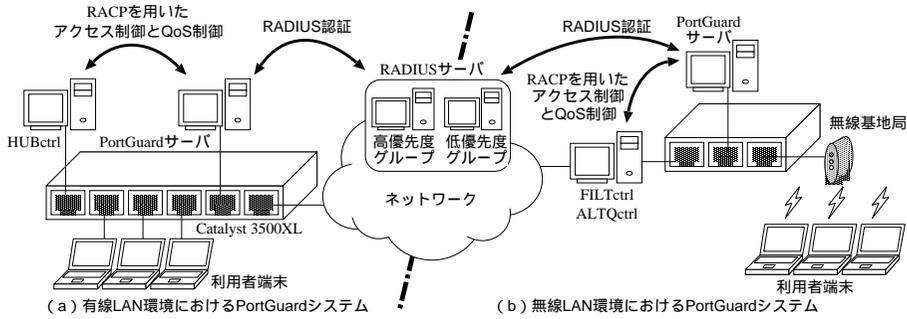


図 4 PortGuard システムの概要  
Fig. 4 Outline of PortGuard system.

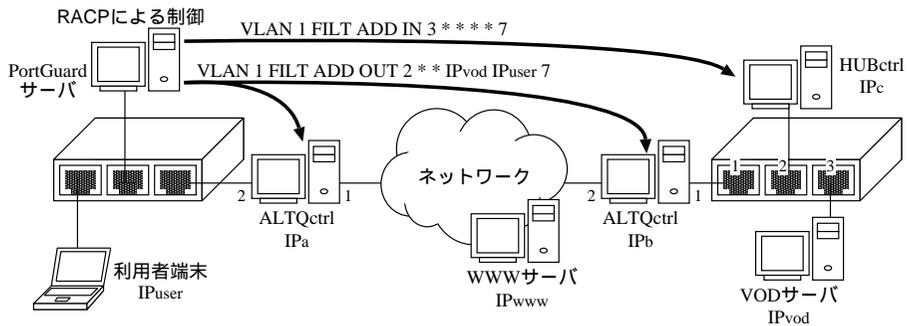


図 5 ラベルによる QoS 制御の指定  
Fig. 5 Specification of QoS control by label.

#### 4. QoS 制御付き PortGuard システムの実装

筆者らは、すでに PortGuard システムのアクセス制御のために、VLAN 機能を持つ Cisco 社のスイッチングハブを制御するスイッチングハブコントローラ (HUBctrl) と機器自身にアクセス制御機能を持たない無線基地局やダムハブのような機器において、アップリンクに接続したホストでフィルタリングを行うことでアクセス制御を実現するフィルタコントローラ (FILTctrl) を実装している。

本研究では QoS 制御のために、HUBctrl に対しては Cisco 社の Catalyst3500 XL シリーズの持つ 2 段階の PRIQ (PRIority Queueing) 機能を制御するよう拡張を行った。PRIQ は、その他のルータやスイッチでも数段階の完全優先制御機能として多く実装されており、いずれもコンソールやネットワーク経由で制御可能であることから、HUBctrl から制御するよう実装することが可能である。また、QoS 制御機能を持たない機器に対してはアップリンクに接続したホストに ALTQ (ALTerminate Queueing)<sup>2)</sup> を実装し、それを制御することで QoS 制御を実現する ALTQ コン

トローラ (ALTQctrl) を実装した。ALTQ は、ルータ上でさまざまな種類のキューイング制御を可能とするもので多くの BSD 系の OS 上で実装されている。本研究では、IPv6 スタックとして KAME の導入された FreeBSD 上で ALTQctrl の実装を行った。これらのコントローラを使い分け、組み合わせることで図 4 (a), (b) に示される有線/無線 LAN 環境で利用可能な PortGuard システムを構築することができる。

本システムでは、あらかじめ RADIUS サーバごとに異なる優先度を割り当て、各利用者の認証情報をその利用者が利用可能な優先度に対応する RADIUS サーバに登録している。利用者認証を行う場合には、複数の RADIUS サーバを用いて認証を行うことでその利用者の利用可能な優先度を決定する。

また、PortGuard サーバでは、利用可能な QoS サービスの一覧とその QoS サービスを実現するために必要な情報を保持しており、利用者は利用したいサービスを PortGuard サーバに伝えることでさまざまな QoS 制御を利用することができる。例として、図 5 に VOD サーバから送信されるトラフィックに対する QoS 制御の要求を利用者が PortGuard サーバに伝えたときの処理を示しており、図中の数字 1~3 は、各接

表 3 QoS サービスの一覧  
Table 3 List of QoS service.

ラベル名	始点 IP	終点 IP	制御情報
VOD	IP <sub>VOD</sub>	*	IP <sub>a</sub> %2 IP <sub>b</sub> %2 IP <sub>c</sub> %3
WWW	IP <sub>WWW</sub>	*	IP <sub>a</sub> %2

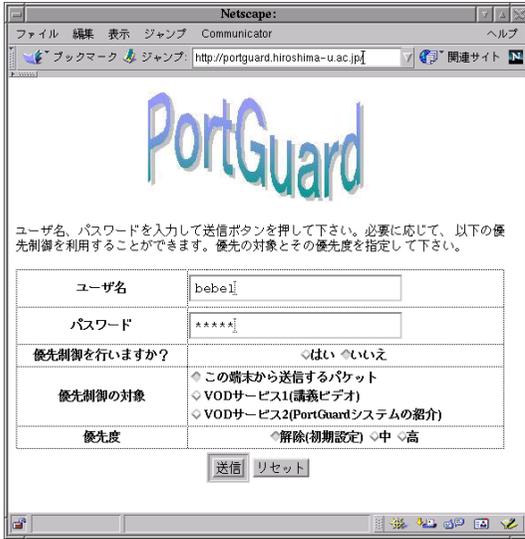


図 6 WWW ブラウザによる QoS サービスの指定

Fig. 6 Specification of QoS service with WWW browser.

続装置の物理ポート番号を表している．この例では，PortGuard サーバは表 3 のようなサービスの一覧を持っており，利用者は WWW ブラウザなどを使用して図 6 に示す WWW ページにアクセスして QoS サービスの種類（ラベル名）と優先度を PortGuard サーバに通知する．その後，PortGuard サーバは利用者認証を行い，利用資格があると判断した場合は，その選択された QoS サービスを実現するために表 3 の制御情報に従い，各コントローラを RACP を用いて制御する．

優先制御の解除は 2 通りある．1 つは，利用開始時と同様に利用者が図 6 に示す WWW ページにアクセスして明示的に解除する方法である．この場合は，利用者は通常の優先度で情報コンセントを引き続き利用できる．もう 1 つは，情報コンセントの利用終了時と同様に利用者端末を情報コンセントから引き抜いたときに自動的に行われる方法である．

## 5. RACP による QoS 制御と評価

### 5.1 動作確認

実装した HUBctrl と ALTQctrl の RACP による制御の確認のため，図 7 に示す環境で以下の手順に従って優先制御を行った．図 7 の括弧で囲まれた値は，

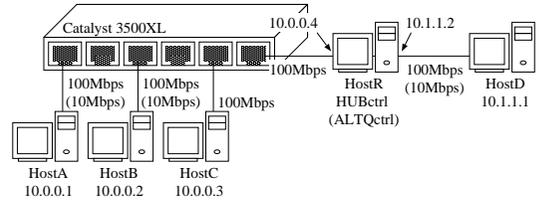


図 7 性能測定のための実験環境

Fig. 7 Experiment environment for performance measurement.

ALTQctrl を用いた測定時の値であり，使用したホストの様を表 4 に示す．また ALTQctrl の測定では，キューイング制御方式として PRIQ と CBQ (Class Based Queueing) を用いて行った．

- (1) HostA と HostB から HostC に向けて同時にトラフィックを送信 (ALTQctrl の測定では，HostD に向けて送信)．
- (2) スループット測定開始から 20 秒後に HostA から送信されるトラフィックを優先するように RACP を用いてフィルタの設定を行う．
- (3) スループット測定開始から 40 秒後に，RACP を用いて 2 で設定したフィルタの削除を行う．

上記の制御を HUBctrl に対して行ったときのスループットを図 8 に示す．また，図 9 には，ALTQctrl で PRIQ を用いた場合のスループットを示す．図より優先制御が確実に行われていることが確認できる．

### 5.2 処理遅延の測定と評価

RACP による制御のオーバーヘッドを検証するため，実装した HUBctrl と ALTQctrl に対して優先制御に要する通信遅延と処理時間の測定を行った．優先度付けを行うフィルタ設定に必要な RACP コマンドのタイムチャートを図 10 に示す．括弧で囲まれた RACP コマンドは，ALTQctrl を用いた場合に使用されるものである．図中 (1)-(3) の数字は測定区間を示しており (1) は RACP クライアント (PortGuard サーバ) が，RACP サーバ (HUBctrl, ALTQctrl) に接続要求を出してから優先度付けのためのフィルタの設定を終えるまで (2) は RACP クライアントがフィルタの設定を行うコマンドを送信してから RACP サーバからそのコマンドの応答を受信するまで (3) は RACP サーバにおいてフィルタ設定要求を受信してから設定を終えるまでの区間をそれぞれ表している．

実験では，HUBctrl と ALTQctrl に対する制御をそれぞれ 1,000 回測定した．測定値を平均したものを表 5 に示す．RACP を用いたことによるオーバーヘッドは (1) の設定に要する総時間から (3) の設定変更に要する時間を引いた値であり，測定の結果から約 6.3

表 4 使用機器の仕様

Table 4 Specification of hosts

	HostA, HostB	HostC, HostD	HostR
CPU	PentiumIII-866MHz	PentiumIII-750MHz	PentiumIII-500MHz
Memory	128MB		256MB
OS	Vine Linux 2.2.17-0vl10		FreeBSD 4.3-Release + KAME(snap_20010731)

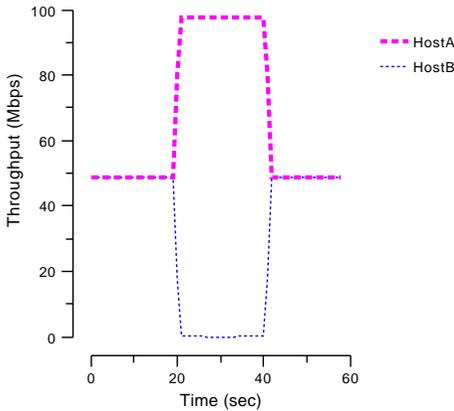


図 8 HUBctrl による QoS 制御結果

Fig. 8 Result of QoS control by HUBctrl.

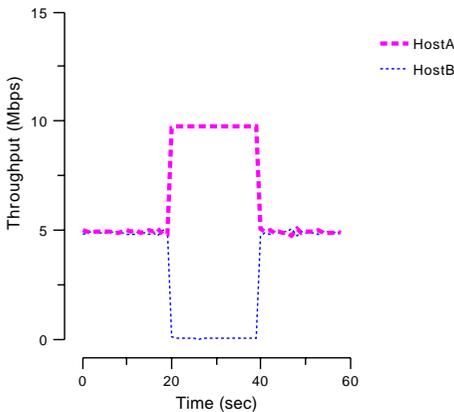


図 9 ALTQctrl による QoS 制御結果

Fig. 9 Result of QoS control by ALTQctrl.

ミリ秒であることが分かった。HUBctrl による QoS 制御のために必要な処理時間は、約 754 ミリ秒である。この時間の大半はスイッチングハブ自身の設定変更のために要した時間であり、RACP によるオーバーヘッドは無視できる。

一方、ALTQctrl は PC ベースのルータ上に組み込まれたソフトウェアベースのキューイングシステムを利用しているため、設定変更のオーバーヘッドが小さく RACP によるオーバーヘッドは無視できない。しかし、反面設定したフィルタが実際に反映されるまでの遅延

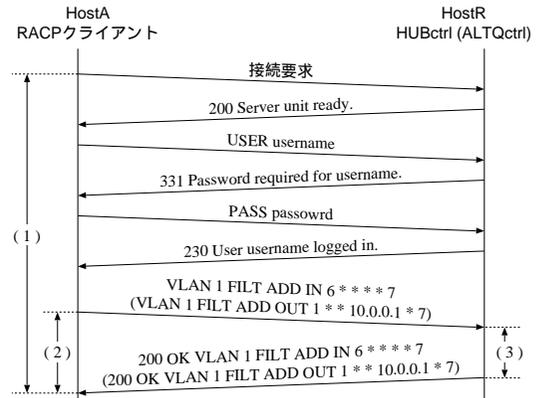


図 10 RACP によるフィルタ設定の流れ

Fig. 10 Procedure of filter setup by RACP.

表 5 測定結果

Table 5 Result of measurement.

測定区間	ALTQctrl	HUBctrl
(1) 総時間 [ms]	6.95	753.48
(2) フィルタ設定の時間 [ms]	0.96	747.52
(3) 設定変更の時間 [ms]	0.63	747.20
往復応答時間 : (2) - (3) [ms]	0.33	0.32
オーバーヘッド : (1) - (3) [ms]	6.32	6.28

が考えられる。前節において、測定 20 秒後に RACP を用いて HostA から送信されるトラフィックを優先的に処理するようフィルタを設定した結果 (図 9) の 19.8 ~ 20.3 秒間を拡大したものを図 11 に示す。これから、設定の反映に約 20 ミリ秒程度を要していることが分かる。これには RACP のオーバーヘッドである約 6.3 ミリ秒と、ALTQ の処理時間が含まれている。これらの結果から、ALTQctrl における RACP のオーバーヘッドは無視はできないものの十分に小さい値であり、実用上は問題ないと考えられる。

そのほか、処理遅延に関連した問題として、制御要求が短時間に集中して行われた場合の RACP サーバの負荷および応答時間増大の問題が考えられる。この問題は、情報コンセントにおける利用者認証要求の集中と同様であり、60 台の利用者端末から数ミリ秒以内に同時に要求が寄せられた場合でも、平均数秒の実用的な時間で処理されることが分かっている<sup>6)</sup>。

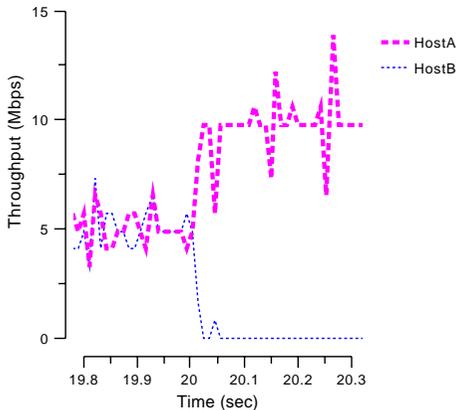


図 11 ALTQctrl による設定が反映されるまでの時間  
Fig. 11 Reflection time of setup by ALTQctrl.

## 6. おわりに

認証機能を持つ情報コンセントシステムに QoS 制御機能を導入し、機器制御プロトコル RACP の枠組みに従い拡張した QoS 制御付き情報コンセントシステムのモデルとそれを制御するための RACP コマンドについて述べた。また、提案モデルに基づき実装した HUBctrl と ALTQctrl を用いて QoS 制御を可能とした PortGuard システムのプロトタイプを構築し、RACP を用いることによりアクセス制御と QoS 制御の連携が可能となり、その実装が容易であることなどを示した。

本論文では議論を明確にするため、QoS 制御対象をスイッチまたはルータが持つ優先制御機能に限定している。そのためプロトタイプシステムの適用範囲は、キャンパスネットワーク内など、そのトポロジが事前に把握可能なネットワークに限られる。提案したモデルおよび機器制御プロトコルの他の QoS 制御方式への適用が今後の課題である。また、高優先度トラフィックによるサービス妨害や目的外利用に対する対策を検討する必要がある。

謝辞 本システムの実装にご協力いただいた広島大学大学院工学研究科野村嘉洋君に感謝します。本研究の一部は、日本学術振興会未来開拓学術研究事業における研究プロジェクト「高度マルチメディア応用システム構築のための先進的ネットワークアーキテクチャの研究」(JSPS-RFTF97R16301)の支援を受けて実施された。ここに記して謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 東京大学情報基盤センター：ユーザ携帯端末接続環境の試験運用 (1999). on-line available at <http://www.ecc.u-tokyo.ac.jp/guide/tebiki2001/chap3/chap3.7.html>
- 2) 久長 穰, 岡田 隆, 刈谷丈治：情報コンセントユーザ認証について, 学術情報処理研究誌, No.2, pp.77-81 (1998).
- 3) 丸山 伸, 浅野善男, 辻 斉, 藤井康雄, 中村順一：既存の DHCP 端末で利用できる利用者にも管理者にも安全な情報コンセント, 情報処理学会研究報告, 99-DSM-14, pp.131-136 (1999).
- 4) 石橋勇人, 阪本 晃, 山井成良, 安倍広多, 大西克実, 松浦敏雄：情報コンセントにおける認証とアドレス偽造防止を VLAN 機能により実現するシステム LANA2, 情報処理学会研究報告, 99-DSM-14, pp.137-142 (1999).
- 5) 渡辺健次, 只木進一, 江藤博文, 渡辺義明：利用者認証と利用記録機能を実現するゲートウェイシステム OpenGate の開発, 電子情報通信学会技術研究報告, INS99-95, pp.43-48 (2000).
- 6) 西村浩二, 秋成秀紀, 野村嘉洋, 相原玲二：遠隔機器制御プロトコルを用いた有線/無線 LAN 用情報コンセントシステム, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.2, pp.662-670 (2002).
- 7) 西村浩二, 前田香織, 相原玲二：遠隔機器制御プロトコル RACP のフレームワークとその応用, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.12, pp.2869-2877 (2001).
- 8) Branden, R., Zhang, L., Berson, S., Herzog, S. and Jamin, S.: Resource ReSerVation Protocol (RSVP) — Version 1 Functional Specification, RFC2205 (Jan. 1997).
- 9) Blake, S., Black, D., Carlson, M., Davies, E., Wang, Z. and Weiss, W.: An Architecture for Differentiated Service, RFC2475 (Dec. 1998).
- 10) 藤原裕久, Tamrat, B., 西村浩二, 相原玲二：QoS 機能を有するネットワークの性能評価, 電子情報通信学会技術研究報告, IA2002-5, pp.31-37 (2002).
- 11) IEEE: IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks Virtual Bridged Local Area Networks, IEEE Std 802.1Q (1998).
- 12) Cho, K.: Managing Traffic with ALTQ, *Proc. USENIX 1999 Annual Technical Conference: FREENIX track*, Monterey, CA. (1999).

(平成 14 年 4 月 2 日受付)

(平成 14 年 9 月 5 日採録)



秋成 秀紀(正会員)

2000年広島大学工学部第二類(電気系)卒業。2002年同大学大学院工学研究科博士課程前期修了。現在、富士通エフ・アイ・ピー(株)。ネットワーク上における機器制御、認証と

セキュリティに関する研究に従事。



田島 浩一(正会員)

1994年宮崎大学工学部電子工学科卒業。2000年同大学大学院工学研究科博士課程後期修了。博士(工学)。現在、広島大学情報メディア教育研究センター助手。コンピュー

タネットワークの研究に従事。電気学会会員。



西村 浩二(正会員)

1990年広島大学工学部第二類(電気系)卒業。1992年同大学大学院工学研究科博士課程前期修了。全日空システム企画(株)等を経て、2001

年より広島大学情報メディア教育研究センター助手。博士(工学)。マルチメディア機器のリアルタイム遠隔制御、コンピュータネットワークの管理に関する研究に従事。電子情報通信学会会員。



相原 玲二(正会員)

1981年広島大学工学部第二類(電気系)卒業。1986年同大学大学院博士課程修了。同大学集積化システム研究センター助教授、同大学総合情報処理センター助教授等を経て、

2001年より同大学情報メディア教育研究センター教授。工学博士。マルチプロセッサシステムの研究、コンピュータネットワークの研究に従事。電子情報通信学会, IEEE Computer Society, IEEE Communications Society 各会員。