

アプリケーションレベルでの多重帰属を実現する アプリケーション・コンセントレータ

高橋 洋介[†] 杉山 浩平[†] 大崎 博之[†] 今瀬 真[†] 八木 毅^{††}
村山 純一^{††}

[†] 大阪大学 大学院情報科学研究科
〒 565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-5
^{††} 日本電信電話株式会社 NTT 情報流通プラットフォーム研究所
〒 180-8585 東京都武蔵野市緑町 3-9-11

E-mail: [†]{yosuke-t,k-sugi,oosaki,imase}@ist.osaka-u.ac.jp, ^{††}{yagi.takeshi,murayama.junichi}@lab.ntt.co.jp

あらまし 本稿では、アプリケーションレベルでの「多重帰属」を実現する、アプリケーション・コンセントレータという概念を提案する。近年のネットワーク技術の急速な発展により、さまざまな社会活動がネットワーク上に移行している。ここで重要となるのが、複数の閉域ネットワークへの多重帰属を実現する技術である。本稿では、さまざまなアプリケーションの多重帰属を実現する「アプリケーション・コンセントレータ」という概念を提案する。アプリケーション・コンセントレータは、アプリケーションレベルで通信内容を多重化・多重分離することにより、アプリケーションレベルでの多重帰属を実現する。さらに本稿では、アプリケーション・コンセントレータの概念を用いて、3種類のアプリケーションのための多重帰属機構 (Web コンセントレータ・メールコンセントレータ・VNC コンセントレータ) を設計する。

キーワード 多重帰属、閉域ネットワーク、アプリケーション・コンセントレータ、多重化・多重分離

Application Concentrator for Realizing Application-Level Multiple Association

Yousuke TAKAHASHI[†], Kouhei SUGIYAMA[†], Hiroyuki OHSAKI[†], Makoto IMASE[†], Takeshi
YAGI^{††}, and Junichi MURAYAMA^{††}

[†] Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University
1-5 Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871, Japan

^{††} NTT Information Sharing Platform Laboratories, NTT Corporation
3-9-11 Midoricho, Musashino, Tokyo 180-8585, Japan

E-mail: [†]{yosuke-t,k-sugi,oosaki,imase}@ist.osaka-u.ac.jp, ^{††}{yagi.takeshi,murayama.junichi}@lab.ntt.co.jp

Abstract In this paper, we propose a concept of *application concentrator* that realizes the *multiple association* at an application level. Since network technologies have been quickly advanced in recent years, various social activities have shifted on a network. Thus, a technology for realizing multiple association to many closed networks is crucial. In this paper, we propose a concept of *application concentrator* that realizes the multiple association for various types of applications. Application concentrator realizes multiple association at an application level by multiplexing and demultiplexing the contents of an application protocol. Furthermore, in this paper, we design three multiple association mechanisms for typical application (i.e., Web, e-mail, and remote desktop) based on the concept of an application concentrator.

Key words Multiple Association, closed network, application concentrator, Multiplexing/Demultiplexing

1 はじめに

近年のネットワーク技術の急速な発展により、さまざまな社会活動がネットワーク上に移行している [1]。情報処理技術の高速化・低コスト化や、ネットワーク技術 (特にインターネット技術) の爆発的な普及といった、情報通信技術の急速な発展がその一因となっている。さまざまな社会活動を安全にネットワーク上で実現するためには、実社会に存在するコミュニティやグループ間の通信を、VPN (Virtual Private Network) のような閉域ネットワークを用いて実現することが不可欠である。

ここで重要となる技術が、複数の閉域ネットワークへの「多重帰属」を実現する技術である [2]。ネットワークの利用者が複数の閉域ネットワークに多重帰属することができれば、さま

ざまな社会活動を自然にネットワーク上にマッピングすることが可能となる。

これまで、複数の閉域ネットワークへの多重帰属を実現するさまざまな方式が提案されてきた [2-5]。しかし、これらの方式のほとんどは、利用者端末上で稼働するオペレーティングシステムやアプリケーションに変更が必要であった。

我々は文献 [6] において、HTTP プロトコルレベルで、複数の閉域ネットワークへの多重帰属を実現する「Web コンセントレータ」を提案した。Web コンセントレータは、既存の HTTP プロトコルを変更せずに、アプリケーションレベルでの多重帰属を実現する。このため利用者は、一般的な Web ブラウザを利用して、複数の閉域ネットワークへの多重帰属が可能である。ただし、Web コンセントレータは HTTP プロトコルレベルの多

重帰属に限定されている。さまざまな社会活動をネットワーク上に移行するためには、Web 以外のアプリケーションのサポートも不可欠である。

そこで本稿では、文献 [6] で提案した Web コンセントレータの考え方を一般化し、さまざまなアプリケーションの多重帰属を実現する「アプリケーション・コンセントレータ」という概念を提案する。アプリケーション・コンセントレータは、アプリケーションレベルでの多重帰属を実現するための汎用的なフレームワークである。アプリケーション・コンセントレータで核となるアイデアは、アプリケーション層で通信内容を多重化・多重分離することにより、アプリケーションレベルで複数の閉域ネットワークへの多重帰属を実現するという点である。アプリケーション・コンセントレータはアプリケーション層で動作するため、利用者端末上で稼働するオペレーティングシステムやアプリケーションに変更を加える必要がないことが大きな特徴である。

本稿では、さらに、アプリケーション・コンセントレータの概念を用いて、3 種類のアプリケーションのための多重帰属機構を設計する。アプリケーションとしては、Web・メール [7]・VNC (リモートデスクトップ) [8] を対象とし、それぞれ Web コンセントレータ・メールコンセントレータ・VNC コンセントレータを設計する。これにより、アプリケーション・コンセントレータの概念が、このような異なるアプリケーションの多重帰属機構の設計に統一的に適用できることを示す。なお、Web のための多重帰属機構は、文献 [6] で提案した Web コンセントレータと基本的には同一のものである。本稿では、アプリケーション・コンセントレータという汎用的なフレームワークを用いることにより、Web コンセントレータが体系的に設計できることを示す。

本稿の構成は以下の通りである。まず 2 章では、従来の多重帰属技術について述べる。3 章では、アプリケーション・コンセントレータのアーキテクチャおよびその機能や特徴を説明する。4 章では、アプリケーション・コンセントレータの概念を用いて、3 種類のアプリケーションのための多重帰属機構を設計する。最後に、5 章において本稿のまとめと今後の課題を述べる。

2 関連研究

以下では、複数の閉域ネットワークへの多重帰属を実現する既存技術について述べる。

IPsec [9] や MPLS-VPN [10] に代表される、VPN (Virtual Private Network) 技術も閉域ネットワークへの帰属技術の一種であるが、これらの技術の大半は「単一の」閉域ネットワークへの帰属を前提としており、複数の閉域ネットワークへの多重帰属を実現する技術は現在も研究の段階にある。

文献 [2] では、利用者単位で複数の VPN に帰属 (多重帰属) できるアーキテクチャ MAVPN (Multiply-Associated Virtual Private Network) が提案されている。MAVPN は、既存のネットワーク技術を、物理ネットワークレベル・論理ネットワークレベル・ユーザネットワークレベルという 3 階層に適用するというアーキテクチャによって、複数の閉域ネットワークへの多重帰属を実現している。しかし、MAVPN はネットワーク層での多重帰属を実現しているため、必然的に、すべての利用者端末のオペレーティングシステムに変更が必要である。

一方、文献 [3] では、端末のグループ化を自由に行えるネットワークアーキテクチャ MyNetSpace が提案されている。MyNetSpace は、IP パケットにグループ識別のための特別なヘッダを追加することにより、複数の閉域ネットワークへの多重帰属を実現している。MyNetSpace も、MAVPN と同様に、ネットワーク層での多重帰属を実現している。このため、すべての利用者端末のオペレーティングシステムおよびアプリケーションに変更が必要である。

ネットワーク層での多重帰属も一つの解であるが、利用者端

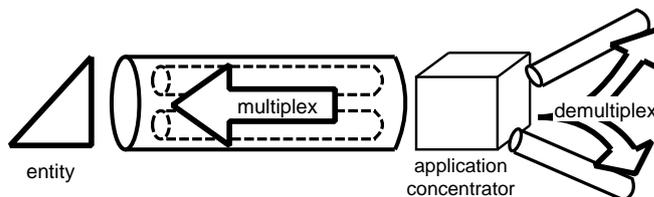


図 1: アプリケーション・コンセントレータの概要

末のオペレーティングシステムやアプリケーションに必ず何らかの変更が必要となる。一般性・汎用性・導入容易性を考えると、近年活発に研究が行われているオーバーレイネットワーク技術 [11-14] のように、アプリケーション層において下位層の弱点を克服するという方式も有望であると考えられる。そこで本稿では、従来の「ネットワーク層」での多重帰属ではなく、「アプリケーション層」での多重帰属に着目する。

3 アプリケーション・コンセントレータ

以下では、アプリケーション・コンセントレータのアーキテクチャおよびその機能や特徴を説明する。

アプリケーション・コンセントレータは、特定のアプリケーションやネットワーク技術に依存しない汎用的なフレームワークである。そこでまず、アプリケーション・コンセントレータにおける用語の定義を説明する。

3.1 用語の定義

• エンティティ

通信の主体を「エンティティ」と呼ぶ。通常、エンティティは、利用者もしくは計算機上で動作するアプリケーションに相当する。アプリケーション・コンセントレータは、アプリケーション層での多重帰属を実現する。このため、利用者そのものだけでなく、利用者が使用しているアプリケーションをも含めてエンティティと呼ぶ。

• 閉域ネットワーク

複数のエンティティ間を接続する、それぞれ論理的に独立したネットワークを「閉域ネットワーク」と呼ぶ。閉域ネットワークの例としては、IPsec や MPLS-VPN 等で構築された VPN、802.1Q で構築された VLAN [15]、アプリケーション層でのトンネルで構築されたオーバーレイネットワーク [12] などが相当する。

• 多重帰属

エンティティが、複数の閉域ネットワークに同時にアクセスするという行為を「多重帰属」と呼ぶ。アプリケーション層での多重帰属とは、複数の閉域ネットワークと通信するアプリケーションが同時に稼働するという状態を意味する。

• 識別子

エンティティを一意に区別するための識別子を「エンティティ識別子」、閉域ネットワークを一意に区別するための識別子を「閉域ネットワーク識別子」と呼ぶ。エンティティ識別子や閉域ネットワーク識別子が何に相当するかは、エンティティが何に相当するか、閉域ネットワークを構築する技術に何を用いるかによって変化する。

3.2 概要

アプリケーション・コンセントレータは、アプリケーションレベルでの多重帰属を実現するための汎用的なフレームワークである (図 1)。

アプリケーション・コンセントレータで核となるアイデアは、アプリケーション層で通信内容を多重化・多重分離することにより、アプリケーションレベルで複数の閉域ネットワークへの多重帰属を実現するという点である (図 2 および図 3)。アプリケーション・コンセントレータはアプリケーション層で動作す

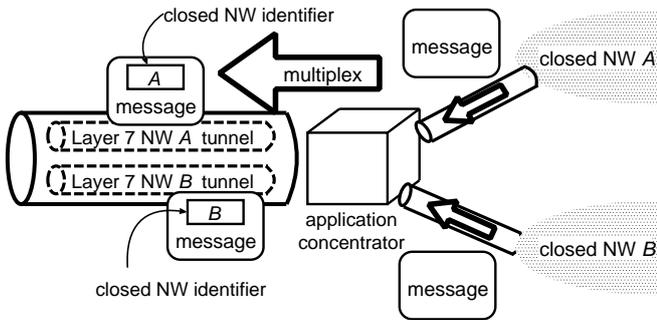


図 2: アプリケーション層での通信内容の多重化

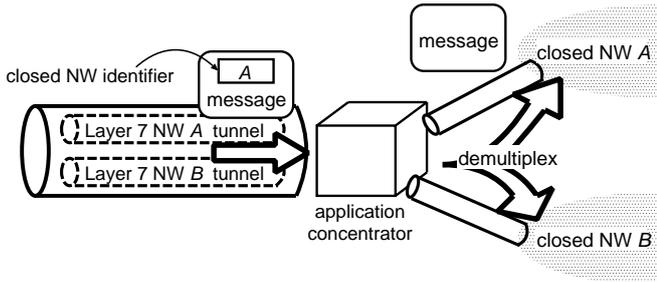


図 3: アプリケーション層での通信内容の多重分離

るため、利用端末上で稼働するオペレーティングシステムやアプリケーションに変更を加える必要がないことが大きな特徴である。

アプリケーション・コンセントレータは、「アプリケーション層での多重化・多重分離」という概念に基づいている。アプリケーション層での多重分離ができれば、これはつまり、エンティティから複数の閉域ネットワークへ情報を送信できることを意味する。同様に、アプリケーション層での多重化ができれば、これはエンティティが複数の閉域ネットワークから情報を受信できることを意味する。

アプリケーション層での通信内容の多重化・多重分離は、アプリケーションレベルの通信内容に、閉域ネットワーク識別子を付加することにより実現する。これにより、技術的には、エンティティが、送信したいアプリケーション層の通信内容に、閉域ネットワーク識別子を付加すれば、それぞれの閉域ネットワークへの情報送信が可能となる。また逆に、エンティティが、受信したアプリケーション層の通信内容に含まれている閉域ネットワーク識別子を判別することにより、それぞれの閉域ネットワークからの情報受信が可能となる。

ただし、エンティティに、明示的に閉域ネットワーク識別子を付加させる、もしくは閉域ネットワーク識別子を除去させるというのは望ましい形ではない。そこでアプリケーション・コンセントレータでは、多重化されたアプリケーション層通信に対してプロトコル変換を行うことにより、エンティティに対して自然なユーザインターフェースを提供する。これにより、多重帰属に対応していない従来のアプリケーションを用いて、複数の閉域ネットワークへの多重帰属を可能とする。

3.3 アーキテクチャ

アプリケーション・コンセントレータは、多重化部・多重分離部・プロトコル変換部という3つの機能ブロックで構成されている(図4)。

• 多重化部

アプリケーション・コンセントレータの多重化部では、複数の閉域ネットワークからのアプリケーションレベルの通信内容

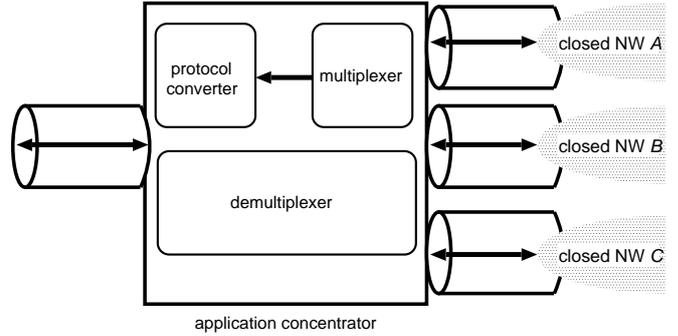


図 4: アプリケーション・コンセントレータのアーキテクチャ

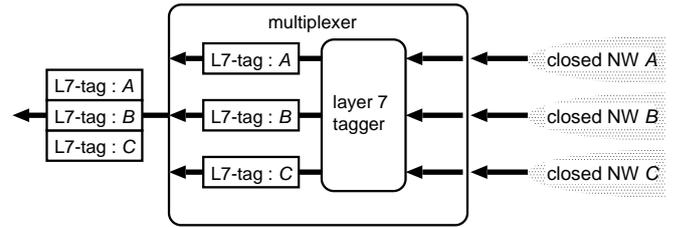


図 5: アプリケーション・コンセントレータの多重化部

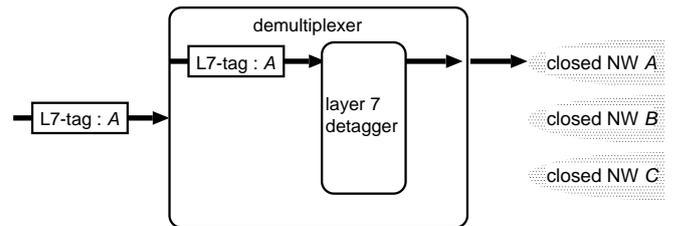


図 6: アプリケーション・コンセントレータの多重分離部

に、それぞれの閉域ネットワークに対応する閉域ネットワーク識別子を付加する。これにより、複数の閉域ネットワークとの通信を多重化し、単一のアプリケーションレベルの通信へと変換する(図5)。閉域ネットワーク識別子の付加は、アプリケーションプロトコルを変更することなく行われる。

• 多重分離部

一方、アプリケーション・コンセントレータの多重分離部では、アプリケーションレベルの通信内容を分析する。それぞれの通信内容に付加されている閉域ネットワーク識別子を除去し、対応する閉域ネットワークへの通信へと変換する(図6)。閉域ネットワーク識別子の除去は、エンティティに対しては透過的に行われる。

• プロトコル変換部

プロトコル変換部では、多重化されたアプリケーションレベルの通信内容に対して、プロトコル変換を行うことにより、エンティティに対して自然なユーザインターフェースを提供する(図7)。

3.4 機能

以下では、アプリケーション・コンセントレータが提供する機能を、利用者とネットワーク管理者の視点からそれぞれ説明する。

• 利用者

アプリケーション・コンセントレータを用いれば、利用端末上で稼働するオペレーティングシステムやアプリケーション

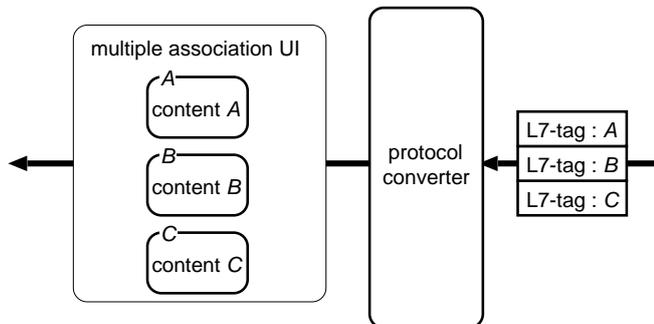


図 7: アプリケーション・コンセントレータのプロトコル変換部

に変更を加えることなく、複数の閉域ネットワークへの多重帰属が実現できる。このため、利用者は普段使い慣れた端末やアプリケーションをそのまま用いて、複数の閉域ネットワークへのアクセスが可能となる。さらに、アプリケーション・コンセントレータのプロトコル変換部を用いれば、利用者は多重帰属通信のためのユーザインターフェースを利用することも可能である。

- ネットワーク管理者

ネットワーク管理者は、ユーザ端末やネットワークの構成を変更せずに、アプリケーション・コンセントレータを導入することができる。アプリケーション・コンセントレータを、複数の閉域ネットワークとのゲートウェイに配置するだけで、複数のネットワークへの多重帰属を実現できる。このため、ユーザ端末やネットワーク管理に必要なコストを低く抑えることが可能である。

3.5 特徴

アプリケーション・コンセントレータは、アプリケーション層で通信内容を多重化・多重分離することにより、アプリケーションレベルで複数の閉域ネットワークへの多重帰属を実現する。アプリケーション・コンセントレータはアプリケーション層で動作するため、利用者端末上で稼働するオペレーティングシステムやアプリケーションに変更を加える必要がない。このため、アプリケーション・コンセントレータは、汎用性・機能性・導入性・効率性といった利点を持つと考えられる。以下では、アプリケーション・コンセントレータのそれぞれの特徴について議論する。

- 汎用性

アプリケーション・コンセントレータは、利用者端末のオペレーティングシステムやアプリケーションを変更せずに導入することができる。これにより、エンティティの計算機環境やネットワーク環境によらず、複数の閉域ネットワークへの多重帰属が可能となる。

- 機能性

アプリケーション・コンセントレータは、アプリケーション層での通信内容の多重化・多重分離が核となる機能であるが、プロトコル変換部により、アプリケーションの特性に応じた機能を容易に追加することができる。アプリケーション固有の拡張機能の例は 4 章で議論する。

- 導入容易性

アプリケーション・コンセントレータは、利用者端末とアプリケーションサーバの間の経路上に配置するだけでよく、MAVPN や MyNetSpace のような、ネットワーク層での多重帰属技術と比較して、はるかに導入が容易である。なお、アプリケーション・コンセントレータは、複数の利用者で共用することが可能である。多数の利用者に対して、複数の閉域ネットワークへの多重帰属サービスを提供する場合には、アプリケーション・コンセントレータを複数台設置することによって負荷分散することも可能である。

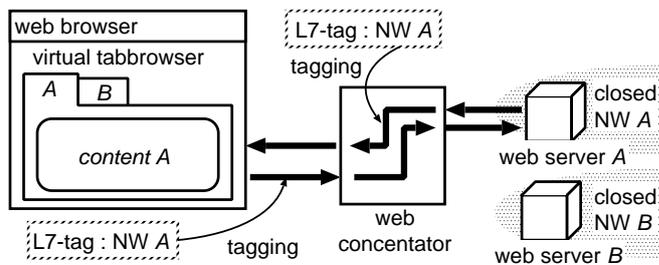


図 8: Web コンセントレータ

- 効率性

アプリケーション・コンセントレータは、アプリケーション層で通信内容の多重化・多重分離を行う。MAVPN や MyNetSpace のような、ネットワーク層での多重帰属技術ではパケット単位での処理が不可欠であるが、アプリケーション・コンセントレータはセッション単位での処理でよい。このため、通信内容の多重化・多重分離に要するオーバーヘッドを小さく抑えることが可能である。ただし、プロトコル処理をアプリケーション層で行うため、ネットワークスタックのプロトコル処理のオーバーヘッドが大きくなってしまいう可能性もある。

4 アプリケーション・コンセントレータの実現例

本章では、アプリケーション・コンセントレータの概念を用いて、3 種類のアプリケーションのための多重帰属機構を設計する。アプリケーションとしては、Web・メール [7]・VNC (リモートデスクトップ) [8] を対象とし、それぞれ Web コンセントレータ、メールコンセントレータ、VNC コンセントレータを設計する。アプリケーション・コンセントレータの概念が、このような異なるアプリケーションの多重帰属機構の設計に統一的に適用できることを示す。

なお、Web のための多重化帰属機構は、文献 [6] で提案した Web コンセントレータと同一のものであるが、本稿では、アプリケーション・コンセントレータという汎用的なフレームワークによって、Web コンセントレータが実現できることを示す。

4.1 Web コンセントレータ

- 概要

我々は文献 [6] において、HTTP プロトコルレベルで複数の閉域ネットワークへの多重帰属を実現する「Web コンセントレータ」を提案した。Web コンセントレータは、既存の HTTP プロトコルを変更せずに、アプリケーションレベルでの多重帰属を実現する。このため、利用者は一般的な Web ブラウザを利用して、複数の閉域ネットワークへ多重帰属が可能である。

- 機能

Web コンセントレータは、多重帰属のためのユーザインターフェースとして、「仮想タブブラウザ」を実現している (図 9)。仮想タブブラウザは、汎用的な Web ブラウザ上で擬似的にタブブラウザの機能を提供する。仮想タブブラウザ内には、「仮想タブ」が表示されており、それぞれの仮想タブには異なる閉域ネットワークがマッピングされている。ユーザは仮想タブを見ることにより、どの閉域ネットワークとの通信かを識別することが可能となる。また、利用者が仮想タブを選択することによって、通信する閉域ネットワークを指定することも可能となる。このような直観的なインターフェースにより、多重帰属通信が可能となる。

なお、Web ブラウザが有する非同期通信機能を利用することにより、仮想タブの切り替えは、Web コンセントレータや閉域ネットワークとの通信とは独立に行うことが可能である。これにより、利用者はストレスなく閉域ネットワークを自在に切り替えることが可能である。

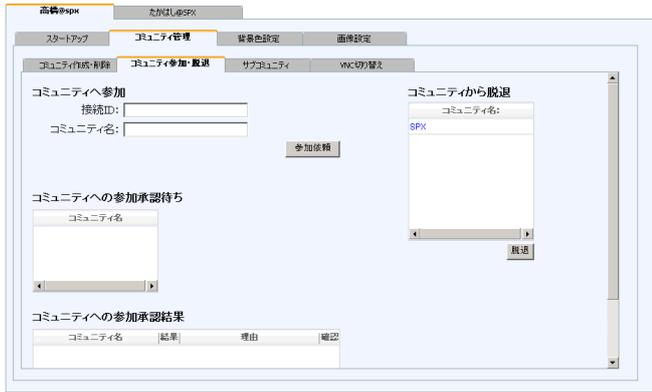


図 9: Web コンセントレータが提供する仮想タブブラウザ

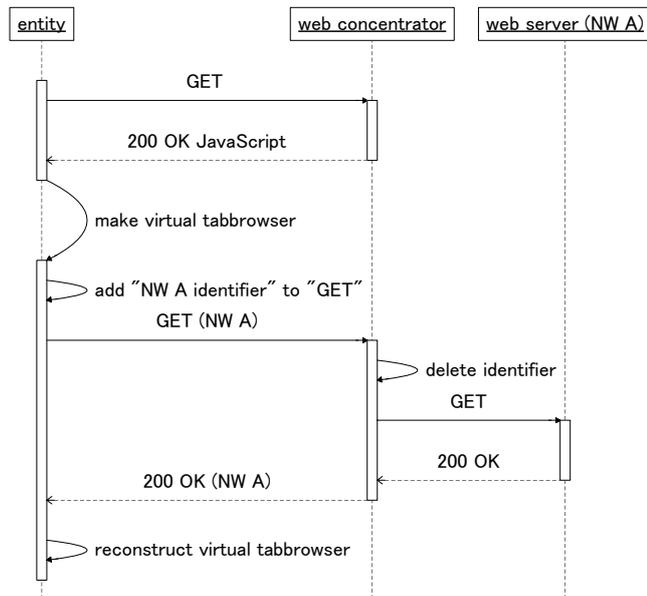


図 10: Web コンセントレータを用いた通信

● 設計

Web コンセントレータのプロトコル変換部は、仮想タブブラウザを実現するためのコードを含んだ Web ページを、利用者端末上で稼働している Web ブラウザに送信する。このコードは JavaScript [16] で記述されており、JavaScript のコードを実行することによって、Web ブラウザ上で仮想タブブラウザが実行される。また、仮想タブブラウザは、Web ブラウザに実装されている JavaScript の非同期通信機能を使って、Web ページの再読み込みを行わずに、仮想タブ内の情報を更新する。

Web コンセントレータを用いた通信では、エンティティ、Web コンセントレータ、Web サーバは図 10 のように通信する。エンティティは、まず、Web コンセントレータに接続し、仮想タブブラウザのコードを含む Web ページを取得する。エンティティが選択した仮想タブに応じて、Web サーバへの GET リクエストに、閉域ネットワーク識別子が付加される。Web コンセントレータは、HTTP 通信の内容を解析することにより、閉域ネットワーク識別子を判別し、対応する閉域ネットワークに通信を転送する。Web コンセントレータは通信内容をエンティティに送信するが、この時、仮想タブのコンテンツとして送信する。

4.2 メールコンセントレータ

アプリケーション・コンセントレータの概念を用いて、

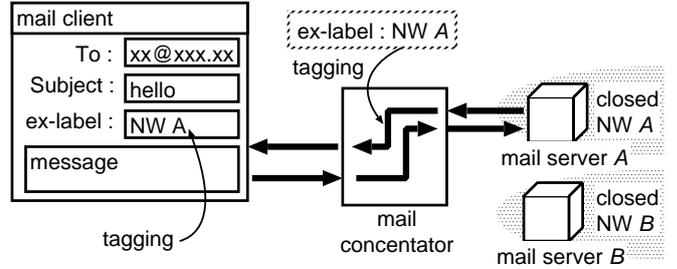


図 11: メールコンセントレータ

SMTP/POP プロトコルレベルで複数の閉域ネットワークへの多重帰属を実現する「メールコンセントレータ」を設計する(図 11)。

● 概要

メールコンセントレータは利用者端末と SMTP サーバおよび POP サーバの間の経路上に配備される。利用者はメールコンセントレータを介して、複数の閉域ネットワーク内のエンティティとメールの送受信が可能である。メールコンセントレータは、利用者端末上で動作している汎用的なメールクライアントで利用することができる。

● 機能

利用者は汎用的なメールクライアントを用いて、複数の閉域ネットワーク内のエンティティとメールの送受信が可能である。しかし、Web ブラウザとは異なり、メールクライアントはユーザインターフェースの変更が困難である。また、メール送信とメール受信のユーザインターフェースは通常独立している。このような理由により、メールクライアントに対して自然な多重帰属ユーザインターフェースを提供するようなプロトコル変換部の実現は困難である。

そこで、メールコンセントレータでは、SMTP プロトコルの拡張ヘッダを、閉域ネットワーク識別子として利用する。利用者は、メールクライアントを利用して、拡張ヘッダの付加を手动で行う必要がある。なお、一部のメールクライアントは、プラグインの導入により機能拡張が可能であるため、このようなプラグインを用いれば、自然な多重帰属インターフェースの実現も可能であると考えられる。

● 設計

メールコンセントレータの多重化部は、複数の閉域ネットワークからの POP 通信をユーザ端末上のメールクライアントにリダイレクトする。その時、メールコンセントレータは、発信元の閉域ネットワークを識別し、閉域ネットワーク識別子をメールの拡張ヘッダとして付与する。

メールコンセントレータの多重分離部は、ユーザ端末上で稼働しているメールクライアントからの SMTP 通信を、目的の閉域ネットワークへとリダイレクトする。その時、メールの拡張ヘッダに記述された閉域ネットワーク識別子を判別して、宛先の閉域ネットワークを決定する。

4.3 VNC コンセントレータ

アプリケーション・コンセントレータの概念を用いて、RFB プロトコルレベルで、複数の閉域ネットワークへの多重帰属を実現する「VNC コンセントレータ」を設計する。

● 概要

VNC コンセントレータは、複数の閉域ネットワークとの RFB 通信を可能にする。VNC コンセントレータを用いれば、汎用的な VNC クライアントを用いて複数の閉域ネットワーク内のエンティティとの通信が可能である。VNC コンセントレータは、利用者端末上で動作している汎用的な VNC クライアントで利用することができる。

● 機能

VNC コンセントレータは、多重帰属のためのユーザインター

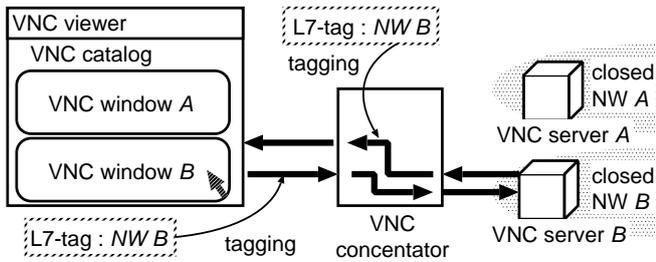


図 12: VNC コンセントレータ

フェースとして、「VNC カタログ」を提供する。VNC カタログには複数の「VNC ウィンドウ」が配置されている(図 12)。VNC ウィンドウは、それぞれの閉域ネットワークにマッピングされている。また、VNC ウィンドウは閉域ネットワーク内の VNC サーバが提供する画面のサムネイルが表示されている。VNC カタログによって、複数の VNC サーバが提供する画面のサムネイルを一度に閲覧することができる。また、利用者は VNC カタログ内の VNC ウィンドウを選択することによって、宛先の閉域ネットワークを指定できる。VNC ウィンドウは、利用者が選択することによって VNC クライアントの画面全体に拡大する。これにより、利用者は目的の VNC サーバとの RFB 通信が可能となる。

VNC コンセントレータは、アプリケーションレベルで RFB 通信を多重化・多重分離する機構である(図 12)。VNC コンセントレータによって、ユーザは複数の閉域ネットワーク間で VNC 通信を行うことができる。また、利用者は、端末上で稼働している汎用的な VNC クライアントから「VNC カタログ」という多重帰属インターフェースを利用することができる。VNC カタログ内の「VNC ウィンドウ」は閉域ネットワークをマッピングしたものであり、利用者は VNC ウィンドウを選択することによって、宛先の閉域ネットワークを選択することができる。

● 設計

VNC コンセントレータのプロトコル変換部は以下のように動作する。利用者が VNC コンセントレータにアクセスすると、VNC コンセントレータは VNC カタログの画面データを VNC クライアントに送信する。VNC カタログは VNC コンセントレータによって生成され、利用者端末上の VNC クライアントに、VNC ウィンドウというユーザインターフェースを提供する。ユーザが VNC カタログ内の VNC ウィンドウを選択すると、選択した閉域ネットワーク識別子が VNC コンセントレータに送信される。VNC コンセントレータは、VNC クライアントから送信された閉域ネットワーク識別子によって、通信すべき閉域ネットワークを選択する。VNC コンセントレータは、閉域ネットワーク内の VNC サーバに画面データを要求し、受信した画面データをユーザ端末上の VNC クライアントに転送する。

つまり、VNC コンセントレータの多重化部は、複数の閉域ネットワークからの RFB 通信を利用者端末上の VNC クライアントにリダイレクトする。また、VNC コンセントレータの多重分離部は、利用者端末上の VNC クライアントからの RFB 通信を目的の閉域ネットワークにリダイレクトする。VNC コンセントレータのプロトコル変換部は、利用者端末上の VNC クライアントに VNC カタログの画面データを送信する。

5 まとめと今後の課題

本稿では、複数の閉域ネットワークへの多重帰属を実現するために、「アプリケーション・コンセントレータ」を提案した。アプリケーション・コンセントレータは、アプリケーションレベルでの多重帰属を実現するための汎用的なフレームワークである。本稿では、さらに、アプリケーション・コンセントレー

タの概念を用いて、3種類のアプリケーションのための多重帰属機構を設計する。アプリケーションとしては、Web・メール・VNC(リモートデスクトップ)を対象とし、それぞれ Web コンセントレータ・メールコンセントレータ・VNC コンセントレータを設計した。

今後の課題として、本提案方式に基づいた試作や、実運用環境での有効性検証などがあげられる。

文 献

- [1] 今瀬 真, 大崎 博之, 松田 和浩, “サイバースサイエティを実現する仮想網技術の動向,” 情報処理, vol. 46, pp. 169–174, Feb. 2005.
- [2] 本田 治, 原 義弘, 大崎 博之, 今瀬 真, 丸吉 政博, 松田 和浩, “利用者が複数の VPN に多重帰属できる VPN アーキテクチャの提案と実装,” 情報処理学会論文誌, vol. 47, pp. 2236–2246, July 2006.
- [3] 三村 和, 飛岡 良明, 森川 博之, 青山友紀, “サービス指向ルーピング機構を用いたユーザ主導ネットワークの構築,” 第 13 回マルチメディア通信と分散処理(DPS)ワークショップ, pp. 290–294, Nov. 2005.
- [4] S. HIDEKAZU and W. AKIRA, “Implementation and its Evaluation of Dynamic Process Resolution Protocol in Flexible Private Network,” *IPSN Transactions on Database*, vol. 47, pp. 2976–2991, Nov. 2006.
- [5] 田島佳武, “複数ネットワーク接続に適した分散型 VPN のデザイン,” 電子情報通信学会技術研究報告(NS2001-263), vol. 101, pp. 47–52, Mar. 2002.
- [6] 高橋 洋介, 杉山 浩平, 大崎 博之, 今瀬 真, 八木 毅, 波戸邦夫, 村山 純一, “コミュニティ通信における多重帰属を実現する Web コンセントレータの提案,” 電子情報通信学会総合大会講演論文集(B-7-152), p. 242, Mar. 2007.
- [7] J. B. Postel, “Simple mail transfer protocol,” *Request for Comments (RFC) 821*, Aug. 1982.
- [8] T. Richardson, “The RFB protocol version 3.8.” Also available as <http://www.realvnc.com/docs/rfbproto.pdf>, June 2007.
- [9] S. Kent and R. Atkinson, “Security architecture for the Internet protocol,” *Request for Comments (RFC) 2401*, Nov. 1998.
- [10] E. Rosen, A. Viswanathan, and R. Callon, “Multi-protocol label switching architecture,” *Request for Comments (RFC) 3031*, Jan. 2001.
- [11] “Dynamic VPN Controller (DVC) demonstrator project report,” Oct. 2002. Version 1.2, NRNS Incorporated, Canada.
- [12] J. Touch, “Dynamic Internet Overlay Deployment and Management Using the X-Bone,” *Computer Networks*, vol. 36, no. 2–3, pp. 117–135, Jul. 2001.
- [13] A. Gomez, G. MArtinez, and O. Canovas, “New Security Services based on PKI,” *Future Generation Computer Systems*, vol. 19, no. 2, pp. 251–262, Jan. 2003.
- [14] Z. Duan, Z.-L. Zhang, and Y. T. Hou, “Service overlay networks: SLAs, QoS, and bandwidth provisioning,” *IEEE/ACM Trans. Netw.*, vol. 11, pp. 870–883, Dec. 2003.
- [15] IEEE standards for local and metropolitan area networks, “Virtual bridged local area networks,” *IEEE Standard 802.1Q-1998*, Dec. 1998.
- [16] “Core javascript 1.5 reference.” Also available as http://developer.mozilla.org/en/docs/Core.JavaScript1.5_Reference.