

SCTPにおけるアドレス選択ポリシーを定義できる IP アドレス自動更新機能の設計

丸山 伸[†] 小塚 真啓^{††} 岡部 寿男^{†††}

[†] 京都大学大学院情報学研究科

^{††} 京都大学大学院法学研究科

^{†††} 京都大学学術情報メディアセンター

京都市左京区吉田本町

E-mail: †marushin@net.ist.i.kyoto-u.ac.jp, ††kozuka@wide.ad.jp, †††okabe@media.kyoto-u.ac.jp

あらまし 近年フリーアドレスと呼ばれるワークスタイルが広まり、端末が通信を行える状態のまま IP アドレスを変更する技術が必要となっている。そこで、SCTP “Stream Control Transmission Protocol (RFC2960)” に ADD-IP 拡張を行うことで、通信を行いながらアドレスを変更することが可能となるが、そのアドレス自動更新機能の利用にあたっては、不適切なアドレスに対してアドレス更新を行おうとすることにより、通信の途絶や無駄な待ち時間といった問題が生じることが知られている。本研究は、アドレスを利用するかどうかのアドレス選択ポリシーを事前に与えることによりアドレスを取得した際に自動更新処理を開始するかどうかを判断できるようにすることで、ポリシーにより許可されたアドレスだけをを用いるアドレス自動更新機能が実現され、SCTP におけるアドレス自動更新機能をより安定なものとなることを示す。

キーワード SCTP, アドレス更新, 複数アドレス, アドレス選択ポリシー, ハンドオーバー

A design of the automatic update function of IP address which can give address selection policy in SCTP

Shin MARUYAMA[†], Masahiro KOZUKA^{††}, and Yasuo OKABE^{†††}

[†] Graduate School of Informatics, Kyoto University

^{††} Graduate School of Law, Kyoto University

^{†††} Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

Yoshida-honmachi, Sakyo-ku, Kyoto 606-8501, Japan

E-mail: †marushin@net.ist.i.kyoto-u.ac.jp, ††kozuka@wide.ad.jp, †††okabe@media.kyoto-u.ac.jp

Abstract Recently, a new working style called “Free Address” is spreading out, and technology to change an IP address with a terminal being in condition to communicate is necessary. SCTP “Stream Control Transmission Protocol(RFC2960)” and its “ADD-IP” extension enable to change an address of endhost without stopping communication. While in use of the automatic IP address update function, it is known that several problems which includes disconnection of communication and waisting time are likely to occur. In this research, we give an address selection policy to IP address automatic update function. When an endhost get a new IP address, it decides whether to use the IP address using this policy. We show that this method makes the IP address automatic update function of SCTP more stable.

Key words SCTP, Address Reconfiguration, Multiple IP Address, Address Selection Policy, Handover

1. はじめに

近年携帯型端末を利用したワーキングスタイルが一般的となったことで、各人のデスクを固定することなく会議室や移動

途中のベンチまでもをオフィスとする「フリーアドレス」と呼ばれるワークスタイルが広まりつつある。この時利用される端末は、一般に無線による接続を利用して社内ネットワークに接続される。このような端末の台数が増えた際には全ての端末を

1つのレイヤー2のセグメントに収納することは合理的でないため、端末が移動した際には必然的に複数のセグメントを移りかわることになる。この際、端末のIPアドレスが次々と変化することになるため、TCPによる接続を利用するアプリケーションはその都度接続が途切れてしまう。そのためフリーアドレスを利用する場合には新しい場所に移動する度に仕事環境を構築しなおす必要があり大きな手間となっていた。

この問題に対する対策として、近年注目を集めている新しいトランスポートプロトコル SCTP “Stream Control Transmission Protocol (RFC2960)” [1] を利用する手法が考えられる。SCTP は複数のアドレスを適宜切り替えて通信を行うことの出来るプロトコルであり、SCTP の ADD-IP 拡張 [2] と呼ばれる提案を利用することで、端末のアドレスが変化した際にも接続 (アソシエーション) を張りなおすことなく通信を継続できるように設計されている。

しかし、このような SCTP の利用にはいくつかの問題点があることが知られている。まず、新しくアドレスが割当てられた際にはそのアドレスが利用できるかどうかをその都度試みるため、社外のアドレスやプライベートアドレスといった明らかに無関係のアドレスも利用出来るかどうか試みてしまう。このことは利用すべきではないアドレスを利用した場合に接続が切断される場合があるという問題だけでなく、通信の再開までの時間が無駄に長くなるという問題もある。

そこで、本研究においては SCTP におけるアドレス自動更新機構を拡張し、事前に設定されたポリシーに従ってアドレスを利用するか否かを判断する機構を提案する。まずアプリケーションの起動にあたっては環境変数により事前にポリシーを指定し、SCTP を利用する端末が新しいアドレスを取得した際にはそのアドレスをポリシーに照らし、アドレスを利用するかどうか判断する。ポリシーに適合した場合のみアプリケーションに対してアドレスが増えたことを通知するようにする。このようなアドレス自動更新機構を利用することで、あらかじめ指定されたアドレスのみを用いて通信を継続できるようになり、安定して通信を継続出来るようになることを示す。

以下、2章では SCTP を用いた通信を行いながらアドレスが変化した際に生じる問題と、その問題に対するこれまでの研究について述べ、3章では事前にポリシーを指定できるアドレス自動更新機構の提案を行う。4章ではこの提案の実装を行い意図通りに動作することを確認した実験について述べ本提案の有効性を示し、5章では結論を述べる。

2. これまでの研究

「フリーアドレス」と呼ばれるワークスタイルのように携帯端末が通信を継続しながら移動するような際、移動中にアドレスが変化する前後においても継続した通信を行うニーズが存在する。一方 SCTP “Stream Control Transmission Protocol (RFC2960)” は複数のアドレスを持つ端末同士が通信することが出来るプロトコルである。SCTP は本来マルチアドレス・マルチストリームを目的としたものであって、移動通信を目的としたものではないが、ADD-IP 拡張 [2] と呼ばれる提案を利用

することで端末が利用するアドレス変化した際に、既に確立されている接続の利用するアドレスをも変更出来るようになる。そこで、フリーアドレスで利用される携帯端末で動作するアプリケーションは SCTP の ADD-IP 拡張を利用した通信を行うことで、端末のアドレスが変化した場合においても通信を継続できるようにすることが期待される。

2.1 ADD-IP による移動通信の問題点

この ADD-IP 拡張 [2] と呼ばれている提案は、SCTP による接続が確立したあとに生じたアドレスの増減に対応するために、アソシエーションに属するアドレスの増減を行うものである。アドレスの増減が生じた際には “Address Configuration (ASCONF) チャンク” と呼ばれるパケットにアドレスの増減に関する情報を含めて送出する。

しかしながら、このような移動通信に対しての SCTP の利用にあたってはいくつかの問題が存在することが知られている。

まず、SCTP による接続を利用するアプリケーションは、このようなアドレスの追加や削除が生じたことを知る事が出来るが、実際にアプリケーションがこの変更されたアドレスを利用するには、そのアドレスを使うべくソケットに対して所定の手続き (sctp_bindx) を行う必要がある。このようなアドレス追加や削除の処理を全てのアプリケーションにおいて行わせることは困難であるため、AUTO_ASCONF [3] という機構が用意されている。AUTO_ASCONF が有効にされた socket においては、アドレスの変更が発生した際にはそのアドレスを利用するべく自動的に ASCONF チャンクが出力される。

この際、取得した全てのアドレスを利用しようと試みることは以下のような問題を引き起こす。

(1) 使うべきでないアドレスを利用しようとして、接続が切断される場合が存在する

(2) 通信できないアドレスを利用しようとすることで、通信の途絶時間が無駄に長くなる。

前者の問題に対しては、ADD-IP 拡張に対して、さらに ASCONF チャンクを連続して送れるようにする拡張を行うことで、問題を大幅に軽減できることを丸山らは示し、後に ADD-IP 拡張に取り入れられた [4]。しかしながら、依然として通信に使うべきでないアドレスを利用しようとして ASCONF チャンクを送出してしまうため、この ASCONF チャンクが何度か再送されタイムアウトするまでの時間、通信が途絶することになる。

3. 提案手法

本章では、SCTP によるアソシエーションを確立しようとする際に、事前に「特定の範囲のアドレスのみを用いる」「特定の範囲の範囲のアドレスは用いない」といったアドレス選択に関するポリシーを事前に定義しておくことにより、取得したアドレスを用いるべく ASCONF チャンクを送出するかどうかを判断する手法を提案する。

本論文の対象とする、フリーアドレスによるオフィスのネットワークのような、ある組織内の複数のセグメントをわたりあるくといった場合には、どのようなアドレス範囲であれば使っ

ても良いか、また逆に使うべきではないといったアドレス選択ポリシーを事前に定義出来る。

このようなポリシーを事前に定義してあれば、新たにアドレスを取得したときに SCTP による接続がこのアドレスを利用すべきかどうかをポリシーに照らして判断することが出来るようになる。

4. 実装と考察

本研究の効果を確認するために、次のような環境において実装を行った。SCTP の実装および OS は、SCTP.org による SCTP 実装を導入した FreeBSD Version 6.2 を用いた。ポリシーの設定方法には、「環境変数」「setsockopt 関数」「sysctl 関数」といった様々な手法が検討できるが、今回の実装にあたっては「アプリケーションに手を入れることなくポリシーを変更」でき、かつ「プロセス毎に異なるポリシーを設定しやすい」というメリットを評価して、環境変数を利用することにした。

この実装において、いずれかのインタフェースにアドレスの変更が生じた際には、Routing Socket に通知が `sctp` スタックの `sctp_addr_change` 関数に通知が来る (`rtsock.c` および `sctp_bsd_addr.c`)。ここから呼ばれる `sctp_handle_addr_wq` 関数が SCTP の `pcb` (Protocol Control Block) および `stcb` (SCTP Transmission Control Block) を順次走査し、各 `stcb` (`pcb`) に対して `sctp_iterator_stcb` 関数を呼びだす。この関数において `pcb` が所属するプロセス ID を取得し、そこから環境変数を取得するようにした。

なお、`pcb` からプロセス ID の情報を取得しやすくするために、`socket` システムコールが呼ばれた際に、プロセス ID の情報を `pcb` 内に保持するように `socket` システムコールを改良した。

本実装を用いて実験をおこなったところ、提案の手法が適切に動作していることが確認された。

5. おわりに

この研究では、SCTP によるアドレス自動更新モードを利用する際に取得したアドレスを用いるか否かのポリシーを事前に与えておくことで、SCTP におけるアドレスの自動更新をより安定したものとする手法を提案した。

まず、SCTP の ADD-IP 拡張によるアドレスの自動更新モードでは、アドレス更新時にプライベートアドレスや通信相手に到達できないアドレスを取得してしまった際に通信の断絶や無駄な待ち時間が生じることを示した。次に、この問題を解決するためにはあらかじめ自動更新モードにおけるアドレスの取捨選択に対してポリシーを与えておく手法が有用であることを示した。その上で、実装を行い、実験により提案手法が意図通りに動作することを確認した。

今回の実装においてはポリシーの設定に環境変数を用いる手法を採用した。この手法は、既存のコードを修正することなく、利用者がプロセスの起動時にポリシーを設定できる利点があるがプロセスの実行中に、状況に合わせてポリシーを動的に変更するような細かい制御を行うためには、`sysctl` 関数などを用いた API による方法も合わせて提供される方が望ましいと考えら

れる。さらに検討していきたい。

また、無線におけるアドレスの自動更新にかかる時間という観点では、本研究で指摘した問題以外にも、無線の切り替えに必要な時間を短縮する問題や、アドレス切り替え処理の開始トリガーをどのようにするかといった各種の問題がある。今後これらの関係する研究とも協調し、利用者にとってよりスムーズに感じるアドレス更新手法を検討していきたい。

謝辞 なお、本研究は、科学研究費補助金基盤 (B) ならびに Cisco URP の支援を受けている。また、Cisco Systems 株式会社の Randall Stewart 氏をはじめ、IETF における SCTP 研究チーム、また KAME チーム等、多くの SCTP 研究者に議論に参加して頂いた。この場をお借りして心よりの感謝を申し上げます。

文 献

- [1] R. R. Stewart, Q. Xie, K. Morneault, C. Sharp, H. J. Schwarzbauer, T. Taylor, I. Rytina, M. Kalla, L. Zhang and V. Paxson, "Stream Control Transmission Protocol", RFC2960, <http://www.ietf.org/rfc/rfc2960.txt>, October 2000.
- [2] R. Stewart, Q. Xie, M. Tuexen, S. Maruyama and M. Kozuka, "Stream Control Transmission Protocol (SCTP) Dynamic Address Reconfiguration", <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-tsvwg-addip-sctp-20.txt>,
- [3] R. Stewart, Q. Xie, L. Yarroll, K. Poon and M. Tuexen, "Sockets API Extensions for Stream Control Transmission Protocol (SCTP)", <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-tsvwg-sctpsocket-14.txt>.
- [4] 丸山伸, 小塚真啓, 中村素典, 岡部寿男, アドレス情報の変更通知を集約して再送できるようにする mSCTP 拡張, 信学技報, Vol.106, No.173, IA2006-16, pp. 31-36