

プライベート IP 端末を含めた P2P 型リアルタイム通信の研究

Real-time Peer-to-Peer Communication through Network Address Translators

佐藤 大介¹⁾ 山田 育矢²⁾ 渡邊 翔太³⁾
Daisuke SATO Ikuya YAMADA Shota WATANABE

- 1) 株式会社ニューロン (〒252-0804 神奈川県藤沢市湘南台 1-7-4 綴ビル 401 E-mail: daisuke@newrong.com)
2) 株式会社ニューロン (〒252-0804 神奈川県藤沢市湘南台 1-7-4 綴ビル 401 E-mail: ikuya@newrong.com)
3) 株式会社ニューロン (〒252-0804 神奈川県藤沢市湘南台 1-7-4 綴ビル 401 E-mail: shota@newrong.com)

ABSTRACT. In current network circumstance, there are many cases that Firewall is used. In these cases, terminal hosts can't recognize and connect to other network's terminal hosts directly. Especially, NAT technology is often used because of lack of the Global IP address. Therefore, most addresses that are mapped in home network or office network are Private IP address. We think that the internet users need the platform that can build a network connection from anywhere to anywhere through NATs. In this research, we could build a framework that can make UDP network connections between private networks. This paper describes what this framework is and what we can do with this framework.

1. 背景

近年のブロードバンドの急速な普及とコンピュータの性能の向上によって、旧来のサーバの保持する機能以上の処理能力をクライアント端末が持つようになった。それによって、インターネット上で、様々な端末同士のリッチコンテンツの送受信が多く行われるようになり、従来のサーバ・クライアントモデルとは違う通信方式の有効性が発揮されはじめた。その新しいモデルがピアツーピア型通信（以降 P2P 型通信）である。従来はサーバシステム上で運営されていたサービスに対し、一般ユーザの PC はクライアントとして処理を依頼し、処理結果の受信を行っていた。それに対し、P2P 型通信では各端末がある時はサーバに、ある時はクライアントにと、フレキシブルに状態を変化させることで全ての端末同士で 1 対 1 に通信が行われる。例えば従来、端末 A から端末 B にファイルを送信する場合、プロバイダが用意するサーバにファイルを一度アップロードしてから端末 B がそれを取得した。P2P 型通信では、端末 A が直接端末 B に対して接続することが可能なために、端末 A,B 間で全ての通信を完結できる、というメリットがある。

このように P2P 型通信では全ての端末が同じ機能を果たし、サーバ・クライアント両方の機能を担うことからサーバント (Servant) と呼ばれる。

P2P 型通信の大きなメリットの一つとして集中負荷の回避がある。サーバ・クライアントモデルでは全てのクライアントがサーバにアクセスするために一点に接続が集中してしまう。これによりサービスの管理は容易なのだが、その反面、膨大なトラフィックが集中してしまう

上に、サーバがダウンすることで全てのサービスが停止に追い込まれてしまう。今まではインターネット上でやり取りされるデータ種が比較的小さなもので、またそれほど長時間接続されるものでもなかったためサーバ・クライアントモデルでも耐えられたものの、今日の様に音声データや動画データが日常的に交換される状況では安定したサーバの運用には莫大なコストがかかる上に、100%の保証はし難い。特に予想不可能なトラフィック数の通信、非商用の通信を行うとなれば、それを実現する手段は P2P 型通信以外に存在しない。

このような流れの中、様々な P2P 型ネットサービスが広まりはじめている。例えばインスタントメッセンジャー やボイスチャット、ファイル共有アプリケーションが存在する。しかし、この中で大きな障壁となるのが、NAT 問題と呼ばれるネットワーク問題である。NAT というのは Network Address Translation¹⁾ の略であり、IPv4 の IP アドレス枯渇問題を解決することを主に開発された。その機能は一つのインターネット上でユニークな IP アドレスを、電話の内線のようにそのネットワーク内でのみ有効な複数の IP アドレス (以後プライベートアドレス) に分割するものである。

これにより、ネットワーク内部で利用されている端末が外部の端末へ通信する際には、NAT 機能が搭載されたルーター (又はゲートウェイサーバ) を通過し、送信元 IP アドレスをグローバルな IP アドレス (以後グローバルアドレス) に変換し外部端末と通信を行う。これにより、一つのグローバルアドレスを多くの端末で共有して使うことができるため、アドレス枯渇の問題が解決される。また、この機能によりそのネットワークの所属す

るプロバイダが変更されてグローバル IP アドレスがかわった場合でも内部アドレスは変更せずにすむため内部ネットワークの変更が必要ない、というメリットもある。現状、多くの企業や家庭でこの機能は使われている。しかし、先ほど述べた P2P 型通信にはこの NAT 機能が大きな障壁となる。外部ネットワークから NAT を利用しているネットワークの内部に存在する端末を参照しようとする際に、外部端末はそのネットワークのグローバルアドレスしか知ることができないために、そのネットワークのルータ、あるいはゲートウェイにデータを送信することはできてもその先の内部端末に対しては通信不能となってしまう。これが現状の P2P 型通信上大きな問題となっているが、未だ多くの場合解決されていない。その対策の主として現状では中継を利用してこれをクリアしている。各端末の間にサービサーが提供するグローバルアドレスを持ったサーバをおくことで、データを中継するものである。

TCP、UDP 通信においてはその仕組みから片方がグローバルアドレスを持てば、双方向通信が可能となる。これによってプライベートアドレスを持った端末同士での通信は可能となるが、ここでも問題が発生してしまう。中継サーバは多くのプライベートアドレスを持った端末のデータを中継しないとといけないために、大きなデータの中継を多数することはできない、という負荷問題が一点、もう一つとして中継サーバがダウンすることでサービスが停止してしまう、という問題が発生する。P2P 型通信を行うアプリケーションの例としてマイクロソフト社の MSN メッセンジャー² が挙げられるが、このシステムではプライベート端末が通信を行う際には中継サーバを通過してメッセージが交換される。負荷対策として中継を利用している時にはファイルの送受信や音声通信ができなくなっている。Yahoo! サイトで配布されている Yahoo メッセンジャー³ に搭載されているボイス通信は複数の中継サーバを設置した上で半二重での通信のみを許可している。Sun Microsystems 社の P2P 型通信のサービスプラットフォーム、JXTA⁴ では各サーバントを把握する機能が存在するが、プライベートアドレスを持つ端末を認識することはできない。

以上のような問題を解決するべく、NAT 内端末の直接通信技術が IETF や Microsoft などによって提案されている。しかしながら両技術が組み込まれている、マイクロソフト社のゲーム機、Xbox 上で VoIP (Voice over IP) を利用し音声会話を楽しみながらゲームを行う、Xbox Live!⁵ というシステムが運用開始されたが、ルータによってはサービスが使用できない状態となっている。

2. 目的

以上に述べた状況において、全てのネットワーク環境において負荷が一点に集中しない UDP の P2P 型通信を実現するためのソフトウェアを新たなアーキテクチャを用いて開発する。これによって、VoIP やファイル送受信、P2P ストリーミング等の実現に大規模な中継サーバを用意する必要がなくなるため今後の P2P アプリケーションの普及促進につながるものと確信している。

3. 開発成果

(1) 通信フレームワーク設計

通常の UDP、TCP 通信はアプリケーションが直接外部の端末とパケットの送受信を行うが、本システム上では

プロキシ機能を実現する“サーバントコントローラ”と呼ばれるプログラムを通して送受信の通信を行う。

このフレームワークではすべての端末の認識と接続を行うため、IP アドレスに代わる新たな識別 ID が必要となる。このシステムではその識別 ID としてサーバント ID というユニークな ID を利用する。よってソケットアプリケーションはこのサーバント ID とポート番号によって接続が行われなければならない。そのためアプリケーション側にサーバント ID を扱うための拡張、及びサーバント ID をインターネットアドレスに変換する機構が必要となる。この機能をサーバントコントローラが果たす。次の図は本システムの概略図である。

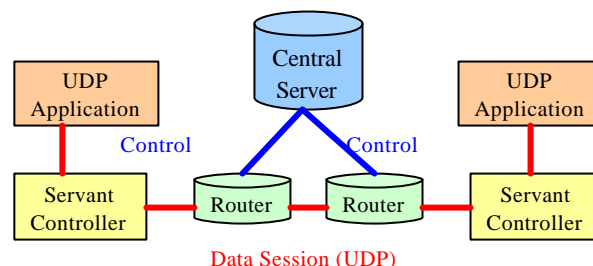


図 1. プログラムの配置

この通信フレームワークではサーバントコントローラ間の通信の NAT 越えを行うことでアプリケーションデータの NAT 越えを実現した。

(2) 通信手法

本システム上に含まれるサーバントコントローラが起動時に外部ネットワークに存在する中央サーバとの通信を行う過程でその端末が利用している外部接続ルータの種類を分析する。本フレームワークを導入している全ての端末上のサーバントコントローラは各自のネットワーク環境情報を保持するため、それぞれの端末が相互接続される際、互いのネットワーク分析情報元に最適な通信手法が選択される。通信手法には以下の 4 点が利用される。

a) STUN⁶ (Simple Traversal of UDP through NAT)

本システム上に通称 STUN と呼ばれるこの手法は 2003 年 3 月新しく RFC として定義された UDP の NAT 越え通信技術である。この中で既存の全てのルータは 4 種に分類される。STUN ではこの 4 種のうち 3 種のルータに関する NAT 越え通信は実現可能であるが、残り 1 種の通信が実現されない。

b) UPnP⁷ (Universal Plug and Play)

Microsoft 社が推進している、ローカルエリア内に存在するネットワーク・デバイスを管理する技術。これによりルータ機器のコントロールが可能となり NAT 越え通信も可能にする。しかしルータに UPnP の実装がされていないためこの手法ができないルータが存在してしまう。

c) 独自直接通信技術

弊社が独自に開発した直接通信技術。従来の STUN、

UPnP では対応できないルータ同士での通信をほぼ 100% 可能とした。特許出願処理中のためその内容は非公開。

d) 独自中継技術

弊社が独自に開発した中継技術。全ての直接通信技術を利用して越えられない NAT を越える際に利用される。従来の中継手法とは異なる独自のアーキテクチャを用いることで負荷一点集中をなくす負荷分散を実現した。特許出願処理中のためその内容は非公開。

4 . 効果

a) 100%の NAT 越えに対応

下記のグラフは本システムの NAT 越え対応状況を図示したものである。大方のルータは STUN、UPnP にて対応しそれでカバーできない部分を今回弊社が開発した直接通信技術及び中継技術にて対応することで 100%の NAT に対応できる。

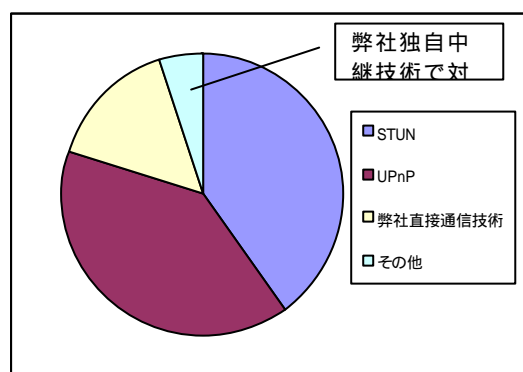


図 2. NAT 越え対応状況

b) ユーザ増加における中継負荷増大問題もクリア

また、中継通信においても弊社独自の分散技術を利用していることにより 1 点への負荷集中が避けられ、高音質音声データ、高画質ビデオストリームデータをユーザの利用者数が増大しても問題なく送受信することが可能となる。

b) 5 . 応用事例

上記の技術による応用事例である。

(1) マルチメディアデータの転送負荷軽減

現在は本提案の冒頭で述べたようにプライベート IP の端末同士で映像や音声といった大容量データの交換を行うには中継サーバの設置が必要でありそれには莫大なコストがかかるのが現実であるが、この通信フレームワークを用いればサービスベンダが中継サーバを設置せずともすべての端末間で直接通信が可能になるので、サービス提供者にとっては設備設置のコストを大幅に削減することができるようになる。それは一般ユーザへの高品質なサービスを安価で提供することにつながるものである。

(2) ユビキタスデバイスへの SDK 提供

SONY の CoCoon⁸ や Sharp の Galileo⁹ など家庭向けメディアサーバが市場に登場し浸透しつつあるが、この方面での製品 / サービスは今後さらに発展していくと考えられる。そこにおいて、たとえば家のメディアサーバに蓄積されている映画を外出先のラップトップで見たり仕事場から家へのデータ転送をしたりなど場所やネットワー

クを越えたデータ転送が増大するのは確実である。そこで、それらの機器やサービスを連携させるための基盤技術として本技術の SDK を製品 / サービスベンダに提供していくことは市場ニーズに応えられるであろうことは間違いない。

(3) インターネットビデオ会議、インターネット電話の実現

すでにインターネット電話のサービスは始まりつつあるが、さらにリッチなメディアでのコミュニケーション手法としてのビデオ会議はまず企業内ニーズを筆頭として増してくると考えられる。既存のビデオ会議システムはグローバル IP が無いと使えないものがほとんどであり、またそうでないものは NAT を超えるため中継サーバまでがパッケージに含まれるため非常に高価である上に同時参加人数に限界がある。しかし本提案技術を使うことで、その制約から解放されあらゆる環境にいる端末同士が 1 箇所に負荷を集中させることなく実用的な速度でビデオ会議やインターネット電話を実現することが可能となる。

(4) グループウェア、ファイル共有などのコラボレーションソフトウェアへの応用

ネットワーク経由でのホワイトボード共有やリモートデスクトップの利用、およびメンバー間でのファイル共有などコラボレーションのためのソフトウェアが登場しつつあるが、これらのソフトウェアにおいて最も利便性を阻んでいるのはグローバル IP が無いと利用できない点である。しかし本提案技術の応用により、世界各地のあらゆるネットワークに所属する端末同士が透過的に「場」を共有し、コラボレーションを行うことが可能となる。これらのソフトウェアのニーズは間違いなく注目されており、その裾野が広がることは非常に重要な事として認識されている。

6 . 参加企業及び機関

株式会社ニューロン(契約件名: プライベート IP 端末を含めたセキュアな P2P 型通信の研究)

7 . 参考文献

- [1] Network Address Translation : RFC1631
<http://www.geektools.com/rfc/rfc1631.txt>
- [2] MSN Messenger : .NET Messenger Service
<http://messenger.msn.co.jp/>
- [3] Yahoo メッセンジャー : Yahoo!メッセンジャー
<http://messenger.yahoo.co.jp/>
- [4] JXTA : jxta.org <http://www.jxta.org/>
- [5] Xbox Live! : Xbox Live <http://xbox.jp/live/>
- [6] STUN : RFC3489 Simple Traversal of UDP Through NATs <http://www.faqs.org/rfcs/rfc3489.html>
- [7] UPnP : <http://www.upnp.org/>
- [8] CoCoon (CSV-E77) :
<http://www.sony.jp/products/Consumer/cocoon/CSV-E77/>
- [9] Galileo (HG-01S) :
<http://www.sharp.co.jp/products/hg01s/>