

IP ストレージの VPN 複数経路アクセス制御手法の提案と評価

武田 裕子[†]

小口 正人[†]

[†]お茶の水女子大学

1 はじめに

近年，ストレージ接続に SAN(Storage Area Network) が利用されることが多くなってきた．SAN とはサーバとストレージを高速ネットワークで接続するもので，管理コストや管理負荷を大幅に削減することが可能となる．現在はファイバチャネルを利用する FC-SAN が主流だが，Ethernet と TCP/IP を用いて構築する IP-SAN も普及し始めている．しかし現状では SAN は主にサーバサイト内のみでしか使用されていない．そこで VPN(Virtual Private Network) を利用して，IP-SAN の代表である iSCSI を広域ネットワークに適用することを検討する．VPN とは公衆回線をあたかも専用回線であるかのように利用できるサービスのことで，安価で安全な通信を可能にする．しかし VPN はオープンなインターネット環境を利用するため，接続が不安定で帯域が保障されないという問題点が生じる．そこで本稿ではネットワークの性能と信頼性を高めるために，複数経路を使用して iSCSI リモートアクセスを行い，その制御を行う手法を検討する．

2 基礎実験

インターネット環境における IP-SAN の利用モデルを評価するため，低スループットの VPN ルータ 2 台を用いて図 1 のような iSCSI 実験システムを構築し，性能評価を行った [1]．

Initiator と Target には，OS は Linux2.4.18-3，CPU は Intel Xeon 2.4GHz，Main Memory は 512MB DDR SDRAM，HDD は 36GB SCSI HD，NIC は Intel PRO/1000XT Server Adapter on PCI-X(64bit, 100MHz)，iSCSI は UNH IOL reference implementation ver.3 on iSCSI Draft 18 を用いた．VPN ルータには富士通 Si-R180(3DES 使用時 IPsec 暗号化スループット: 100Mbps) を用いた [2]．



図 1: 基礎実験環境

VPN 接続時と VPN ルータをはさまない直接接続時の結果を図 2 に示す．VPN 接続時には直接接続時と比べかなりスループットが低下している．直接接続時に

はスループットは最大 330Mbps 程度出ているが，VPN 接続時には 33Mbps 程度で飽和状態となっている．実験機器の VPN ルータは IPsec 暗号化スループットが 100Mbps 程度である．そのため VPN ルータの性能がボトルネックとなりスループットを低下させていると考えられる．またブロックサイズが変化すると，スループットも変化しており，適切なパラメータ設定が必要であるといえる．

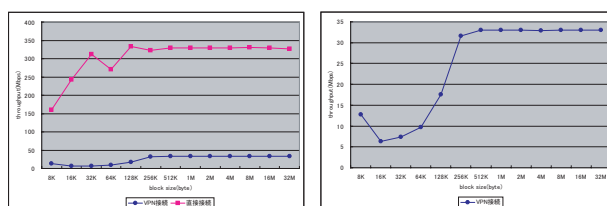


図 2: VPN 接続時と直接接続時の比較

3 複数経路アクセス実験

インターネットには複数の経路が存在するが，宛先が同じパケットは同じ経路を通して相手に送られる．これに対し複数経路ルーティングとは，同じ宛先のパケットをポート番号を指定し異なる経路を通すことで，これは VPN ルータに備わっている機能を利用している．

iSCSI において，Initiator と Target 間の論理的な通信路は，iSCSI セッションと呼ばれる．iSCSI セッションは，1 つもしくは複数の TCP コネクションから構成される．このように iSCSI セッションの中に TCP コネクションを一本張ることも複数束ねることも可能となっている．本稿ではこの仕組みを利用して複数経路において複数コネクションを実現する．

高スループットの VPN ルータ 4 台を用いて VPN 上に複数経路の iSCSI 環境を構築し，単一経路単一コネクションと複数経路複数コネクションの通信方式におけるスループットを測定した [図 3]．なお，Write 時は図 3 の VPN I-1 から VPN T-1 と VPN T-2 を通り，Read 時は VPN T-2 から VPN I-1 と VPN I-2 を通る．

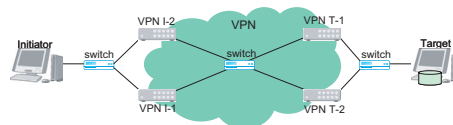


図 3: 複数経路実験環境

Initiator と Target には基礎実験と同じマシンを用いた．VPN ルータは富士通 Si-R570(3DES 使用時 IPsec

A Proposal and Assessment of a Method to Control VPN Multi-route Access for IP-Storage
[†] Yuko Takeda, Masato Oguchi
 Ochanomizu University ([†])

暗号化スループット: 500Mbps) を用いた。

単一経路と複数経路の比較を図 4 に示す。単一経路も複数経路もブロックサイズが 128Kbyte まではほぼ等しい値となっており、これはブロックサイズが小さいためまだネットワークに余裕がある状態であると考えられる。しかしその後伸び方に差が出て、512Kbyte でともに飽和状態となっている。

単一経路と複数経路を比較すると複数経路のほうが高いスループットを得た。これは本実験環境の中で性能のボトルネックとなっている VPN ルータでの暗号化などの処理が分散されたからであると考えられる。また単一経路と基礎実験の結果を比較すると約 5 倍となっており、VPN ルータの性能の差と比例している。

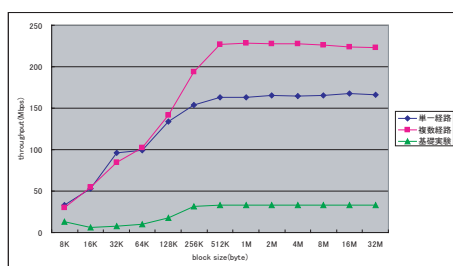


図 4: 単一経路と複数経路の比較

4 ネットワーク負荷に対する適応制御

4.1 ネットワーク負荷による影響の評価実験

次に複数経路の実験環境においてネットワークの片経路のみにトラフィックを流し負荷をかけて、単一経路と複数経路の環境でスループットを測定し負荷がない場合と比較をした。負荷は、大きなファイルを scp コマンドで転送し続けるものとした。その結果を図 5 に示す。

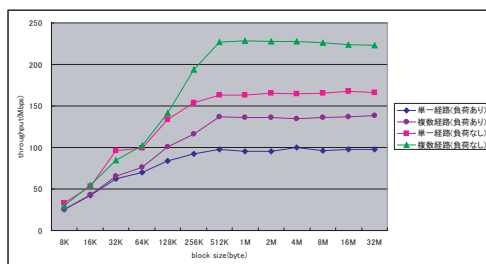


図 5: 負荷評価実験

単一経路も複数経路も負荷をかけることにより共に 6 割程度と同じくらいの割合で低下している。

iSCSI ではパケットはラウンドロビンで振り分けられており、片方のコネクションへ送り出したパケットが処理されないと、もう片方のコネクションも次を送り出すことができずに待つことになってしまう。従って、複数コネクションでパケットを送り出した場合に、たとえ片方のコネクションは空いていても、もう片方

のコネクションが混んでいるとそちらを待つことになり、性能は遅い方に引きずられて、混んでいる単一コネクションでパケットを送り出した場合と同程度に性能低下が起こっていると考えられる。

4.2 負荷に対する適応制御手法の提案

iSCSI で複数コネクションにしても片方のコネクションが遅いとそちらに引きずられて全体の性能が落ちてしまう。しかし負荷のかかっている複数経路より、負荷のかかっていない単一経路のほうがスループットが高いことがわかったので、複数経路で経路が混んでいるときだけ単一経路を利用するように切り替えることを提案する。具体的には図 6 のように VPN I-2 と VPN T-1 間に負荷がかかっている場合 VPN I-1 と VPN T-2 間のみを通るように切り替える。

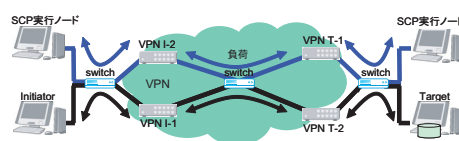


図 6: 提案手法

図 6 の環境においてスループットを測定し比較を行った。結果を図 7 に示す。負荷のかかっていない単一経路と提案手法の値がほぼ等しくなり、また負荷がかかっている複数経路より良い結果となった。

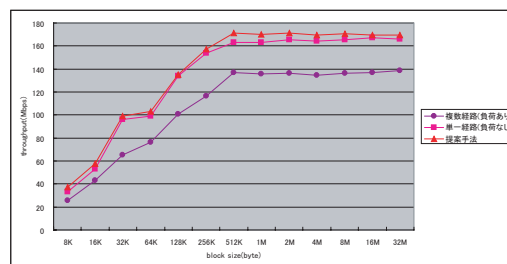


図 7: 提案手法

5 まとめと今後の課題

基礎実験として低スループット環境で単一経路の VPN 上の iSCSI システムを構築し、直接接続時と比較を行った。また複数経路でも高スループット環境で同様のシステムを構築し、単一経路と複数経路でスループットを測定し比較を行った。ネットワークに負荷をかけた場合も測定し、負荷がない場合との比較を行った。

今後は提案手法を実装、評価を行っていく予定である。

参考文献

- [1] 武田裕子, 小口正人: “VPN を利用した IP ストレージへの複数経路アクセス制御手法の提案,” 電子情報通信学会コンピュータシステム研究会, CPSY2006-39, pp.7-12, 2006 年 12 月
- [2] 富士通 IP アクセスルータ GeoStream Si-R シリーズ, <http://fenics.fujitsu.com/products/sir/>.