

## VPN 複数経路接続時における並列ストレージアクセスの動作解析

千島 望†

山口 実靖‡

小口 正人†

†お茶の水女子大学

‡工学院大学

## 1 はじめに

近年、ストレージ管理コスト低減などの目的で SAN(Storage Area Network) の導入が進んでおり、IP ネットワークを利用した IP-SAN として iSCSI(Internet SCSI) が期待されている。現状では SAN は主にサイト内のローカル環境のみで用いられている。しかし非常災害時対策としての遠隔バックアップなどの目的で、離れたサイトのサーバとストレージを SAN で接続することが望まれている。そこで本研究では VPN(Virtual Private Network) を利用することにより、iSCSI を広域ネットワークに適用することを検討した。

また、高性能、高信頼のネットワークストレージを実現するために、iSCSI ストレージの Target に並列ストレージシステムを利用した。このときストレージ側で性能向上するがネットワーク部分がボトルネックとなってしまう。そこで本研究ではネットワークの性能と信頼性を高めるために、VPN 広域ネットワーク内を複数経路で接続し、iSCSI ストレージアクセスの特性を解析、評価した。

## 2 VPN 複数経路接続 iSCSI ストレージアクセス

VPN は、インターネットや通信事業者が持つ公衆ネットワークを使って、拠点間を仮想的に閉じたネットワークで接続する技術である。安価であるという公衆網のメリットを活かしつつ、機密性の低さを暗号化等の別の方法で補うことにより、「実質的な専用網」を実現できるということが VPN の利点である。一方、専用網と異なりネットワークの品質は保証されない場合が多い。

本研究では非常災害対策などを目的とした iSCSI による遠隔バックアップなどを行うため、VPN ルータで接続したリモート環境にネットワークストレージを設置し、iSCSI を広域ネットワーク環境に適用した。この場合、広域ネットワーク内の VPN 越しにアクセスを行うため、VPN ルータを通ることによってネットワークの帯域幅が制限され、スループットが著しく低下することが起こり得る [1]。さらに、広域ネットワーク内は不安定な通信路であることが想定される。そこで本稿

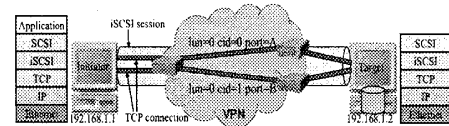


図 1: VPN 複数経路 iSCSI アクセス

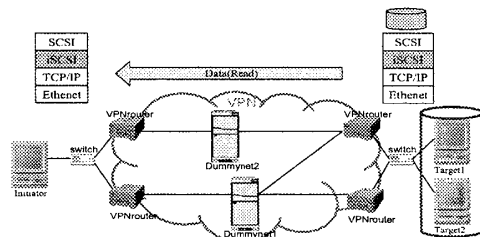


図 2: 実験システムの概要

では、VPN 広域ネットワーク内を複数経路で接続することを考えた。これにより、データ転送の性能や信頼性、ネットワークの耐障害性なども向上すると考えられる。

ただし iSCSI 複数経路の構築は、アプリケーションなど上位層に対しては透過的に実現したい。本実験で用いた VPN ルータ Fujitsu Si-R570 はマルチルーティング機能を有している [2]。マルチルーティング機能を使用すると、ポート番号などの情報を利用して同じ宛先 IP アドレスを持つネットワークへ複数の経路を用いて送信することが可能となる (図 1)。それぞれの通信内容に通信経路を分離することが出来るため、片方の回線をバックアップ用に用いたり、音声データは専用線を用いそのほかの通信は公衆網を用いるなどと設定することができる。本研究ではこの機能を利用し、iSCSI 複数コネクション設定と対応付けることにより、コネクションごとに異なる経路を構築することを可能にした。

## 3 複数経路並列ストレージアクセス実験システム

iSCSI ストレージアクセスを行う Initiator とストレージを提供する 2 台の Target の間に VPN ルータを 4 台を挟み、複数経路アクセスが実行できるように構築した (図 2)。さらにそれぞれの経路に、遠距離アクセスを想定して人工的な遅延装置である FreeBSD Dummynet を挿入した。

Initiator と Target には、OS は Linux2.4.18-3、CPU は Intel Xeon 2.4GHz、Main Memory は 512MB DDR

Analysis of Parallel Storage Access using Multi-routing VPN Connections

† Nozomi Chishima, Masato Oguchi

‡ Saneyasu Yamaguchi

Ochanomizu University (†)

Kogakuin University (‡)

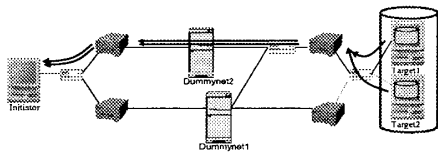


図 3: VPN 単数経路

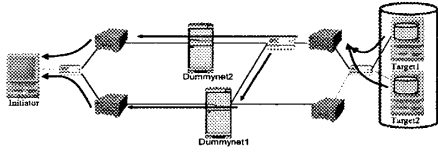


図 4: VPN 複数経路

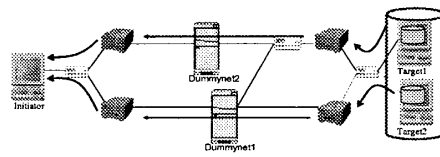


図 5: VPN 独立複数経路

SDRAM, 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。Dummysnet1 には FreeBSD4.9-RELEASE, Dummysnet2 には FreeBSD6.2-RELEASE を用いた。また VPN ルータには Fujitsu Si-R570 を用いた。これは 3DES 暗号化速度最大 500Mbps を実現する。

ここで iSCSI ストレージの Target 2 台を RAID0 で構築し、また Dummysnet における遅延時間は 0msec と設定した。この実験システムにおいて VPN ルータのマルチルーティング機能を用いて遠隔ストレージアクセスの通信制御を行った。以下では iSCSI リードアクセス、すなわち Target から Initiator へデータが転送される場合について説明しているが、逆も基本的に同じである。

まず VPN 単数経路通信の場合は、図 3 に示す通り同一経路上を 2 つのコネクションが張れるように iSCSI を設定した。一方 VPN 複数経路通信の場合は図 4 に示す通りコネクションごとに経路が異なるように VPN ルータの設定を行った。このとき Target から送られるパケットは、右上の VPN ルータに送られるように設定する。そして VPN ルータのマルチルーティング機能により、左の 2 つの VPN ルータ宛にパケットが転送される。このとき、ポート番号の違いにより iSCSI コネクションごとに上下の VPN ルータに分かれるように設定した。また通常並列ストレージ通信において通信の口は 1 つであることが想定されるが、参考として 2 つの送信口がある場合の性能も測定し比較対象とした (図 5)。

#### 4 性能測定結果

iSCSI 並列ストレージアクセスにおいてブロックサイズを変化させた時の各アクセス手法によるスループット比較のグラフを図 6 に示す。

どの場合でもブロックサイズを増加していくとスループットは増加していくが、ブロックサイズ 512KB を過ぎたところからスループットはほぼ一定となる。

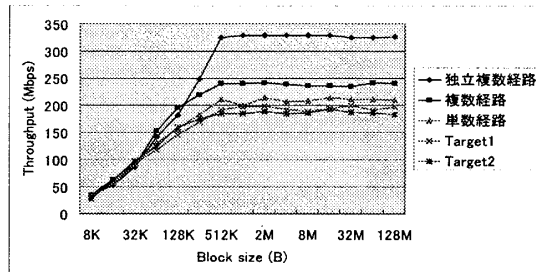


図 6: 性能測定結果

次にアクセス方法の違いによる性能変化をしてみる。Target1 や Target2 より単数経路の性能が向上しており、これは単体の Target へのアクセスではなく 2 台の Target を RAID0 として構築したためである。

また単数経路より複数経路の性能が向上しており、本研究で用いた VPN 複数経路接続によるアクセス手法は有効な手段であることがわかる。性能向上の理由としては、VPN 内の経路が 2 倍の容量を持つようになり、さらに Initiator 側の VPN ルータでの処理が分散されたためであろう。一方で、独立複数経路を用いた場合に比べ性能が抑えられてしまっている理由としては、Target 側での VPN ルータにおける暗号化処理等がボトルネックとなっていると考えられる。しかし現在 VPN ルータは急速に進歩しており、VPN ルータの性能を十分に利用できる本アクセス手法は今後より有効な手段になると考えられる。

#### 5 まとめと今後の課題

本研究では VPN 複数経路接続における、iSCSI 並列ストレージアクセスの特性を解析、評価した。その結果本研究で用いた VPN 複数経路接続時には性能が向上し、複数経路にすることで信頼性だけでなく性能向上も図れることがわかった。

今後はより詳細な解析、評価を行うとともに、ネットワーク遅延やストレージ性能などに対応した有効なアクセスコントロール手法を提案していく。

#### 参考文献

- [1] 千島 望, 豊田 真智子, 山口 実靖, 小口 正人: "VPN 接続環境における TCP パラメータと通信性能の相関関係評価", FIT2006, L-042, 2006 年 9 月
- [2] 富士通 IP アクセスルータ Si-R570, <http://fenics.fujitsu.com/products/sir/sir570/index.htm>