

# VPN 複数経路を利用したネットワークストレージアクセス手法の提案と評価

千島 望 (指導教員:小口 正人)

## 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.

ネットワークストレージの信頼性と性能を向上させることを目的として,iSCSI 複数コネクション設定と VPN マルチルーティング機能を用いて 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

### 2.1 iSCSI 複数コネクション

IP-SAN の代表的なプロトコルに iSCSI がある. iSCSI は SCSI コマンドを TCP/IP パケットでカプセル化する規格で,iSCSI により SAN を IP 機器だけで構築することが可能となる.一方で複雑な階層構成をとることになり,下位のプロトコルの限界性能を超えることはできない.また,iSCSI には長距離アクセスの実現が期待されているが,ギガビットクラスの太い回線を用いた場合の遅延帯域積の問題も指摘されている.そこで iSCSI を用いたストレージアクセスの性能や信頼性を向上する手法の実現が求められている.

iSCSI は様々なチューニングを行うことが可能である.本実験で用いたニューハンプシャー大学が提供する UNH-iSCSI の実装では,1 つの iSCSI セッション内に複数の TCP コネクションを確立するように設定することができる.さらにこのコネクションをポート番号と対応付けることができ,1 つの iSCSI セッションをポート番号が異なる複数のコネクションに分けることができる.つまり,ターゲットの 1 つの IP アドレス,1 つの iSCSI ドライブにポート番号の異なる複数のコネクションを接続することが可能である.本研究では iSCSI のこの機能を利用して,iSCSI 複数経路アクセスを実現した.

### 2.2 VPN 複数経路接続

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

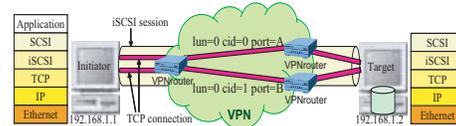


図 1: VPN 複数経路 iSCSI アクセス

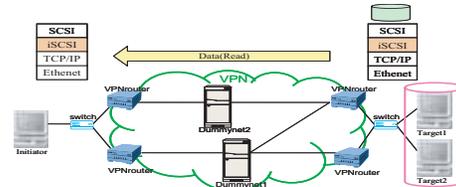


図 2: 実験システムの概要

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 ルータで接続したり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検討した.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.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.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て,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(図 1).

## 3 実験システム

本研究では,VPN ルータを用いて複数経路を構成した時の,性能と輻輳ウィンドウを評価するために,図 2 に示す実験環境を構築した.iSCSI ストレージアク

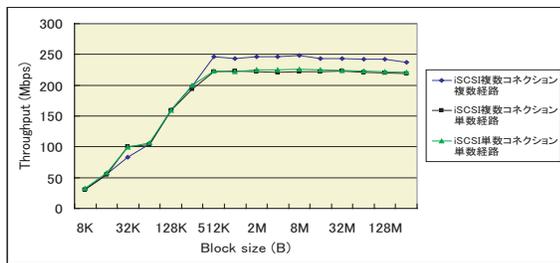


図 3: 1 対 1 通信実験結果

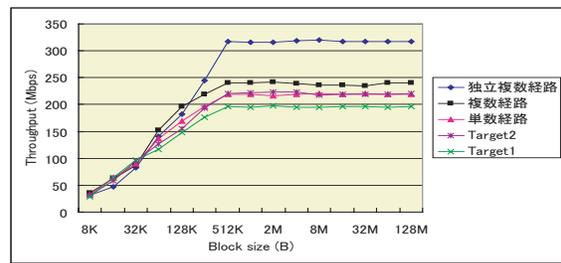


図 4: 並列 Target 実験結果

セスを行う Initiator とストレージを提供する 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。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。この実験システムにおいて iSCSI の複数コネクション設定と 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。

Initiator と Target には、OS は Linux2.4.18-3、CPU は Intel Xeon 2.4GHz、Main Memory は 512MB DDR SDRAM、NIC は Intel Pro/1000MT Server Adapter on PCI-X (64bit,133MHz)、iSCSI は UNH IOL reference implementation ver.3 on iSCSI Draft 18 を用いた。Dummynet1 には FreeBSD4.9-RELEASE、Dummynet2 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。Target としては、1 対 1 通信実験においては 1 台の Target のディスクを用い、並列 Target 実験においては 2 台の Target のディスクを RAID0 で構築したものをを用いた。

## 4 性能測定結果

### 4.1 1 対 1 通信実験結果

図 3 は上記実験システムにおいて Initiator と Target の 1 対 1 通信時における iSCSI ストレージアクセススループット比較のグラフである。この実験において遅延は設定していない。

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。

また、単数コネクション単数経路と複数コネクション単数経路には殆どスループットに変化は見られないものの、複数コネクション複数経路の場合のみスループットが向上している様子が見られる。これは経路を複数にしたことにより、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ると考えられる。

複数コネクション複数経路時の輻輳ウィンドウの変化を見てみると、コネクションごとの輻輳ウィンドウは一方はなだらかに増加し一定になっており、もう一方は鋸型の増減になっていた。またこのときの輻輳ウィンドウは、コネクションごとに独立して変化していた [2]。

### 4.2 並列 Target 実験結果

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 4 に示す。このとき iSCSI ストレージの Target 2 台を RAID0 で構築し、また遅延時間は 0msec と設定した。

アクセス方法の違いによる性能変化を見てみる。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、前述の結果と同様に 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 [3][4]。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

本研究ではネットワークストレージにおける性能と信頼性を向上させるために、VPN 複数経路で接続し、1 対 1 通信および並列 Target 通信時の iSCSI ストレージアクセスの特性を解析、評価した。その結果 iSCSI 複数コネクション VPN 複数経路接続時においてはどちらの場合においても性能が向上した。またこのときのボトルネックは VPN ルータであることが考えられ、VPN ルータの進歩により本アクセス手法はより有効になると考えられる。

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きたい。

## 参考文献

- [1] 千島 望, 豊田 真智子, 山口 実靖, 小口 正人: "iSCSI アクセス時の VPN 環境における TCP 輻輳ウィンドウ制御手法の検討", DBWS2006, 情報処理学会研究報告, 2006-DBS-140(II), pp. 83-90, 2006 年 7 月
- [2] 千島 望, 山口 実靖, 小口 正人: "VPN 複数経路接続時における iSCSI ストレージアクセスの特性解析", DICO2007, 3H-4, 2007 年 7 月
- [3] N. Chishima, S. Yamaguchi, M. Oguchi: "Analysis of Multiple Target Network Storage Access using Multi-routing VPN Connections," ADSS2007, October 2007
- [4] 千島 望, 山口 実靖, 小口 正人: "VPN 複数経路接続を用いた iSCSI 並列ストレージアクセス性能評価", DEWS2008, 2008 年 3 月