

“暗室ネットワーク”の構築とその効果

*一條博 **島田一雄

* (株) ケンウッド **東京都立航空工業高等専門学校

ネットワークの普及が実際の回線の性能以上の性能を要求する様になって来ている。もちろん回線の広帯域化の努力は続けられているが、現実には多様なニーズに対して十分な規模や性能を持つ回線が誰にでも利用できる状況には、まだなっていない。

我々は数年前からネットワークを利用して画像・音声・文章などを現行の回線上で実用的に扱う方法の検討を行って来ている。ネットワークを効率的に使用する手段は多数あるが、それらは経済的にもネットワークの運営の面からも多くの問題点を持っている。これらを解析するために我々は外部からのパケットを遮断し、任意にパケットの量を変えてトラフィックを発生させる“暗室ネットワーク”を設計・構築し、それを使用して、proxy/cache server の効果の実態の調査を行っている。

本発表では”暗室ネットワーク”の設計思想、構築例、ならびにそれを使用して得られた server の具体的な効果を紹介する。

Construction and Effect of Network Anechoic Chamber

*Hiroshi Ichijo **Kazuo Shimada

*KENWOOD **Tokyo Metropolitan College of Aeronautical Engineering

There are many chances to access networks these days and it is becoming more user-friendly. But it is little difficult to get information from a network, because there many traffics on a network.

We made Network Anechoic chamber to analyze the effect of proxy/cache server that is considered useful to resolve the problem of network traffic.

In this paper, we introduce how the Network Anechoic Chamber was built, and the results of proxy/cache server effect in the chamber.

1. はじめに

ネットワークが普及し、様々な情報交換のためにアナログ回線が使用される事が多かったが、多彩な性格を持つ回線が使用されるようになってきており、高速なデジタル回線も一般化してきている。しかし扱われる情報量が回線の帯域幅より大きいことが多く、さらに情報を扱う場所も固定されているとは限らず、無線回線による接続も必要とされ、そのニーズも多様化してきている。この多彩な回線を使用する状況において幾つかの問題が存在している。一つは帯域幅の確保であり、二つめは回線の瞬断への対処、三つめはルーティングの問題である。

これらの問題を改善する方法の一つとして proxy/cache server の利用が考えられ、しかも hierarchy な接続を行う事でルーティングを改善し、cache により帯域幅を確保する事で円滑な情報伝送が可能であると言われており、日本国内でも TAINS^[1]、ORION^[2]等のプロジェクトで広範囲のネットワークにおける proxy/cache の利用実験が行われている。これに対して我々は、回線上で瞬断が発生したりトラフィックが増大した場合に、proxy/cache server を使用する事で回線効率が改善できるか検証するために小規模ではあるが暗室ネットワークを作成し、その中でイントラネットを想定した試験を行った。本発表では暗室ネットワークの構成とそこで行った proxy/cache server の性能の測定結果を紹介する。

2. 暗室ネットワーク

電波を扱う装置の性能評価や、伝搬特性等を調査もしくは試験するために電波暗室と呼ばれる施設がある。この施設の中には外部から電波の侵入はなく、中から外部への電波のもれもなく、何ら周囲の反射物の影響を受けず、また外部への妨害も与えずに各種の試験が行える。

ところでネットワークにおいてもサーバの性能やシステムならびに、回線の性能評価を一般のネットワーク上で行った場合には、日常業務に支障を与えたり

その上に流れている各種のプロトコルの影響を受け正確な評価が得られない場合が多い。我々はこの様な試験を行うために、電波暗室と同様な性格のネットワークを作成し、proxy/cache server を使用した場合と使用しない場合において、トラフィックを与えた場合と与えない場合の接続状況の比較を行った。このネットワークは図1に示す様な構成であり、以下に各ホストの構成要素を説明する。

- host 1: 測定を実行するホストで測定結果を外部へ E メールでレポートしたり、外部のネットワークにあるホストから暗室ネットワーク内のホストを操作するために使用する。また socks を用い firewall を構成し、暗室ネットワークと外部のネットワークの間で不要なプロトコルの通過を制限して内部を“暗室”状態にし、暗室内のホストを外部からのアクセスから保護するためにも用いる。
- host 2: ehost3 をサーバとして使用する時に proxy/cache server として使用する。
- host 3: ネットワークで測定を行う時のクライアントとして使用する。
- ehost3: http サーバとして使用する。

以上の様なネットワークを構成し、host3 上の cache の一般的な効果、ehost3 と host3 の間の回線にトラフィックを与えた時の cache の効果について調査を行った。使用した器材およびソフトウェアは以下の様なものである。

- ① OS
- ② http server

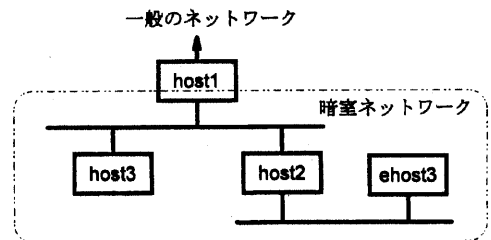


図 1 暗室ネットワークの構成

FreeBSD-2.2^[3]
apache-1.3b2^[4]

- ③ proxy/cache server squid-1.1.13 [5]
- ④ firewall socks v5.0
- ⑤ ネットワークベンチマーク用ソフト webstone 2.0 [6], netperf 2.0 [7]
- ⑥ Intel Pentium 200M 使用の IBM AT 互換機
- ⑦ Intel EtherExpress 100 ネットワークカード (10BASE T で使用)

3. proxy/cache server

http を使用した情報の利用が、ホームページという形で普及しているが、この方法を使用したネットワークへのアクセスでは、扱う情報の形態が文章のみでなく画像データも含む大きなデータを扱うため、急速にトラフィックが増大し、回線に大きな負担がかかる場合が多い。この負担は回線の帯域を広げ緩和する事が可能であるが、現実には使用中の回線を停止する事はできず、広帯域にする事は経済的にも容易ではなく、また回線効率の改善のためにはルーティングの改善も必要とされる。

ところで proxy/cache server を使用することで以下の様な効果が得られる事が知られている。

- ① proxy の機能を使用するため、各クライアントやルータに複雑なルーティングテーブルを用意する必要がない。
- ② cache により、回線にかかる負担を軽減できる。

つまり proxy/cache server を図2の様にサーバとクライアントの間に配置することで、図中の Main Network 部分への負荷を軽くすることが可能で、cache server を多段に接続しプロトコルに依存したルーティングを実施することも考えられる。このような性格を活かし、トラフィックが大きい場合のみならず、例えば移動するクライアントとの無線による接続の様に回線が不安定な場合でも安定な接続に利用できる可能性も考えられる。

この様な考えから本試験では proxy/cache server を使用する事で、サーバとクライアント間に帯域幅の異なる回線を用いて接続されていても、円滑な情報交換ができるかを評価するために暗室ネットワークを構築し、情報の形態として応用範囲が広がってきている http の利用を想定して実験を行った。

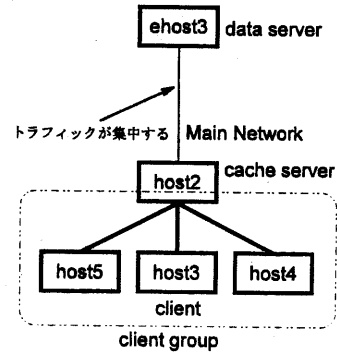


図2 cache の接続例

4. 測定方法

ネットワークの性能の評価は、ネットワーク内の server が client からの要求をどの程度処理することができるかを測定して行い、そのために SGI 社が開発した WebStone を使用した。

測定には予め server にデータをファイルとして用意し、client で複数のクライアントプロセスを起動し server からデータを読み取るが、具体的な動作は図3に示す様に webmaster と呼ばれるホストから client の機能を持つホストに webclient と呼ばれるクライアントソフトを送り、測定に応じて必要な数だけクライアントプロセスをさせる。その結果 server と client は webmaster からの指示で

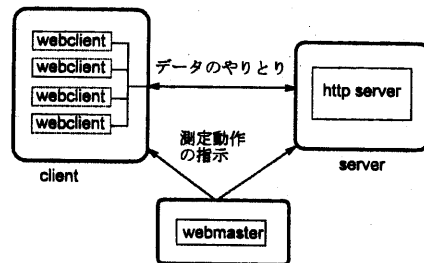


図3 WebStone の動作

rsh rcp rexec 等を実行するには各ホストのセキュリティレベルを低くする必要があり、さらに正確な測定を行うためネットワークには不要なパケットが入らないようにする必要があり、外部のネットワークから隔離された“暗室ネットワーク”を用いた。

具体的なネットワークは図4で示す様に複数のホストで機能を分担し、測定は“暗室ネットワーク”の外と接続されている host1 に対してメール等により遠隔地より行い、測定の制御や結果の獲得は“暗室ネットワーク”に流れているプロトコルに影響を与えずに行った。

測定項目は以下の2つで、各々について cache メモリの大きさを変え、cache の無い場合と比較を行う。

- ① host3 をクライアント、host2 を proxy/cache とし、ehost3 をサーバとして測定を行う。
- ② host3 を client/cache として設定し、host2 の cache を経由して ehost3 をサーバとして測定を行う。

測定の条件は以下の様にした。

- サーバへ要求するデータの大きさは 1,2,5,10,20,50,200,500kbytes とした。
- cache の大きさは 16M,32M,64Mbytes の3種類を使用した。
- クライアントプロセスの数は2から2ずつ32まで増加させた。

また http server と proxy/cache 間の回線に障害を与えるために ehost を用意し、http server との間に netperf を用いてトラフィックを発生させ、図5に示すタイミングでトラフィックの大きさや量を変えネットワークに負荷をかけた。そのトラフィックの大きさは次の様になっている。

(1) パターン条件1

10分毎に1分間 16kbytes の大きさの TCP のパケットを ehost3 と ehost の間で連続して流す。クライアントプロセスの数は40としてトラフィックを与える。

(2) パターン条件2

100Msec 毎に 16kbytes の大きさのパケットを連続して ehost3 と ehost の間で流す。クライアントプロセスの数は40として一定なトラフィックを作成する。回線上的トラフィックは netperf を用いて発生させ、cache を用いることで回線速度に対してどのような効果が得られるかを調べた。

5. 測定結果

(1) 測定1 一台の cache server を使用した場合

図6の様に host3 を client, host2 を proxy/cache とし ehost3 を server として測定を行った。測定は average response time と server connection rate について行い、

- cache の大きさをかえた場合
 - cache を使用しない場合
 - cache を使用せずにトラフィックを与えた場合
- の条件で測定を行った。なおトラフィックは host2 と ehost3 間のみに与えた。測定結果を図7と8に示す。図7における縦軸はサーバーのレスポンス時間を秒で示し、図8の縦軸は接続レートを1秒間の接続数(connection/sec)で示しており、両者とも横軸はクライアントプロセス数を示しており、

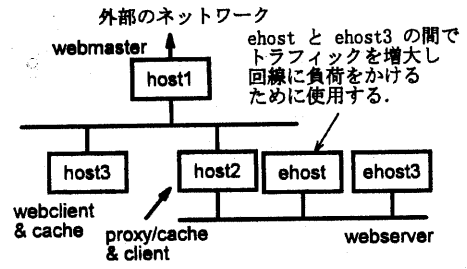


図4 測定時の各ホストの分担

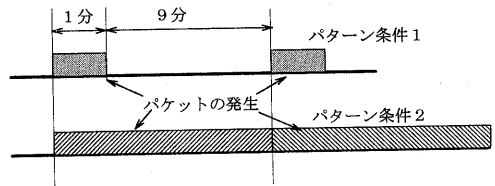


図5 トラフィックのタイミング

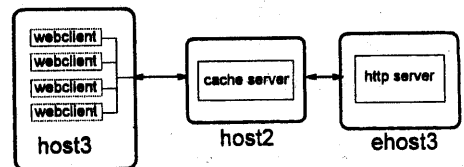


図6 測定1の接続

各々の図における測定条件は次の様になっている。

- no cache cache server を使用しない。
- traffic no1 server と cache server の間に 10 分毎に 1 分トラフィックを与える。cache は行わない。
- traffic no2 server と cache server の間に連続してトラフィックを与える。cache は行わない。
- cache size 16M キャッシュメモリの大きさを 16Mbytes に設定。
- cache size 32M キャッシュメモリの大きさを 32Mbytes に設定。
- cache size 64M キャッシュメモリの大きさを 64Mbytes に設定。

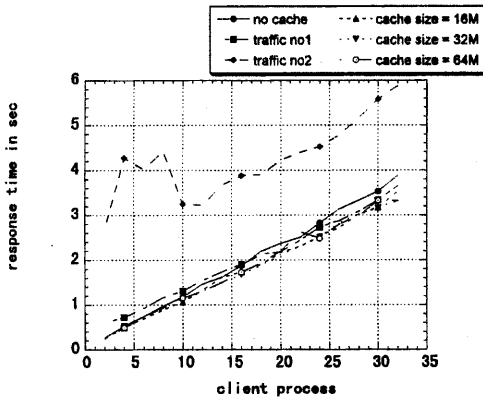


図 7 サーバの応答時間

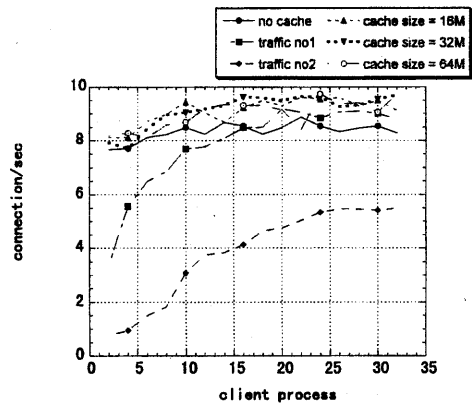


図 8 サーバ接続レート

図 7, 8 の結果から, 連続してトラフィックを与えた場合は, サーバのレスポンスと接続レートも悪化し, パースト状にトラフィックを与えた場合に接続レートはクライアントの接続数がトラフィックより充分少ないとき悪化することがわかり, cache を使用した場合は, 全く影響がみとめられなかった。

(2) 測定 2 クライアントにも cache の機能を持たせた場合

図 9 の様に client である host3 にも 8Mbytes の大きさの cache を持たせ, host2 を使用して ehost3 からデータを獲得する。host3 を client, host2 を proxy/cache server とし ehost3 を server として測定を行った。測定は average response time と server connection rate について行い,

- cache の大きさをかえた場合
- cache を使用せずにトラフィックを与えた場合

測定の結果は図 10 と 11 に示す。測定を行うための条件などは, 測定 1 と全く同様に行っているが, cache を全く使用しない項目の測定は行っていない。

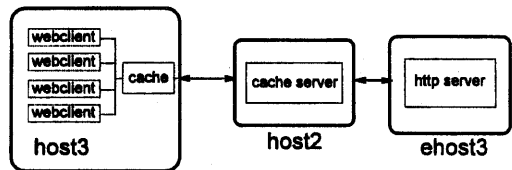


図 9 測定 2 の接続

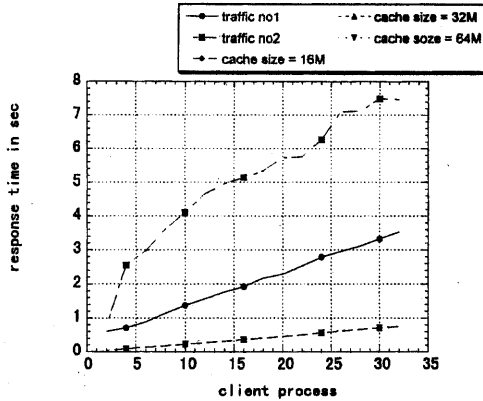


図 10 サーバの応答時間

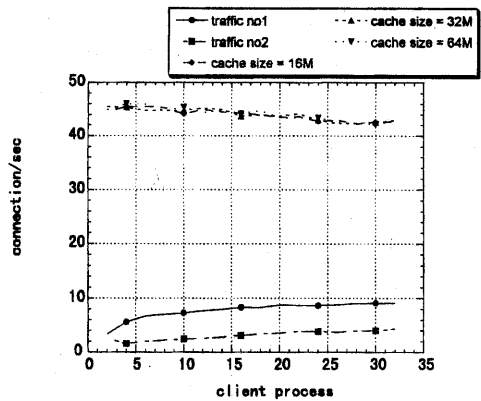


図 11 サーバ接続レイト

クライアントにキャッシュを用意した構成でトラフィックを与えた場合、サーバとの間にキャッシュを使用しないとレスポンスも接続レイトも悪化し、キャッシュを使用した効果が明確に現れて、かつクライアントに含まれるキャッシュのみでは改善する事ができないが、2段のキャッシュによりレスポンスも接続レイトも大きく改善された。

一般にネットワークにおける評価としては、参考文献 [9],[10],[11] などにあるように非常に大きな範囲を対象にしてキャッシュのヒット率を求めるものが多い。今回の測定はそれに反してイントラネットに近い規模の“暗室ネットワーク”で行った。このネットワークはすでに述べた様に外部のネットワークとは隔離されており、純粋な cache server の効果を知る事を目的とし、その測定から以下の様な結果を得る事ができた。

- (1) peer to peer で接続されており、ネットワーク上で他に接続されるホストがない、つまりトラフィックがほとんどない場合は回線速度の限界に近い速度で伝送が行われ cache の効果は得られない。
- (2) ルータなどによりクライアントとサーバが複数の回線で接続された場合、それらの回線の中でもっとも低速な回線で全体の速度が制限されるが、cache をクライアントとサーバ間に設けることで改善でき、さらにサーバ側の回線に瞬断やトラフィックの増大があった場合でもその影響を緩和することができる。
- (3) クライアントにも cache の機能を持たせることで速度を改善することができた。

以上の様に“暗室ネットワーク”によって、外乱の影響を受けずに server と client のデータ転送速度が測定できる事がわかり、さらに特定の条件下ではあるが、トラフィックを与えた場合の cache server の効果をうかがい知る事ができ、その結果より瞬断の可能性のある無線を使用したネットワークへ proxy/cache server が利用できる見込みが立った。

6. むすび

ネットワークの利用はもはや限られた人達のもののみではなくなり、だれにでも利用できる様になり各種のサービスを手に入れることが可能になりつつある。この状態では一般のユーザにとってネットワークはその存在すら意識する必要がない、もしくは意識せずに使用してきている。ネットワークより得られる効果がさらに理解され今後アプリケーションが増加すると考えられるが、そこには一般ユーザには見えない部分で解決すべき問題があり、その一つであるデータの円滑な利用を行うために cache を使用する事が考えられる。

cache の技術はそれほど新しいものではなくその効果は定性的に知られており、最近ネットワーク上で階層的に使用される様になってきている。今回の評価は“暗室ネットワーク”という全く外部からの影響がない環境で、特定の外乱を想定して行ったが、cache と proxy を使用した効果として次の様なことを確かめられた。

- 回線が細い、もしくはトラフィックが非常に大きい場合でも、サーバーとの接続速度を改善できる。
- cache を使用して回線の利用効率を改善できる。

結果はこの2つに集約されたが、cache の機能と proxy の機能を組み合わせトラフィックを管理し、移動可能なクライアントを接続したり、帯域幅の不十分な回線が使用された場合でもデータベースを扱う柔軟なネットワークを構成できると考える。さらに低速な既存の回線や、新しい種類の回線も併用し、リソースを有効に活用するネットワークへの移行も容易と考えられる。我々も“症例レビューマルチメディアシステム”^{[13] [14]}のネットワークへ proxy/cache server を利用し、円滑なデータの利用が可能なネットワーク上のデータベースモデルへの応用を考えており、その中で扱う情報の有効な利用をめざし、“暗室ネットワーク”内にデータベースサーバーを用意し、外乱のない状態で各種のデータベース利用方法の評価を行ってゆきたいと考えている。

<参考文献>

- [1] “TAINS Cache実験グループ”, <http://www.is.tohoku.ac.jp/cache/>
- [2] “ORION Object Cache project”, <http://www.orions.ad.jp>
- [3] 一條、 “FreeBSD による体験的ネットワーク構築術”, オーム社、Nov 1997
- [4] David Robinson and Apache group, “Apache An HTTP Server Reference Manual”, 1995
- [5] <http://squid.nlanr.net>
- [6] G Trent M Sake, Silicon Graphics, “WebSTONE: The First Generation in HTTP Server Benchmarking”, Feb 1995
- [7] “Netperf: A Network Performance Benchmark Revision 2.0”, Information networks Division Hewlett-Packard Company, Feb, 1995
- [8] D Hardy M Schwartz D Wessels, “Harvest User’s Manual”, Department of Computer Science University of Colorado, Jan 31 1996
- [9] Abdulla, E.A. Fox, M. Abrams, S. Williams, “WWW Proxy Traffic Characterization with Caching”, Technical Report TR-97-03, Computer Science Dept, Virginia Tech, March 1997, <http://www.cs.vt.edu>
- [10] Wooster, S. Williams, P. Brooks, “HTTPDUMP: A network HTTP Packet Snooper”, working paper, April 1996, <http://www.cs.vt.edu>
- [11] Ghaleb Abdulla, Binzhang Liu, Edward A Fox, “Analizing Access to Web Information Retrieval Systems”, submitted for publication, April 1997, <http://www.cs.vt.edu>
- [12] Roland P. Wooster, Marc Abrams, “Proxy Caching that Estimates Page Load Delays”, WWW6, April 1997, pp325-334, <http://www.cs.vt.edu>
- [13] 一條 他、 “医療情報用マルチメディアシステム”、情報処理学会「利用者指向の情報システムシンポジウム」、PP185-194、平成5年6月
- [14] 一條 他、 “症例レビューマルチメディアシステム”、Med Imag Tech, VOL13 (5), September, pp. 762-769, 1995