

## HGW リモートメンテナンスに関する Scale 性の評価

坂口 弘幸, 古川 毅, 竹腰 進

日本電信電話株式会社 NTT ネットワークサービスシステム研究所  
〒180-8585 東京都武蔵野市緑町 3-9-11

E-mail: sakaguchi.hiroyuki@lab.ntt.co.jp, furukawa.tsuyoshi@lab.ntt.co.jp, takekoshi.susumu@lab.ntt.co.jp

### あらまし

HGW (ホームゲートウェイ) 技術の進展により, ネット家電・ホームセキュリティ等, 一般家庭における遠隔ネットワーク利用による快適生活への関心が, 通信事業者等が提供するブロードバンドの普及とともに急速に高まっている. この快適生活を提供するネットワークへの窓口となる HGW に対するリモートメンテナンス方法が検討されているが, ここでは Web サーバアプリケーション (HTTP プロトコル) による HGW のリモートメンテナンスを前提とし, 基礎データの取得を行い, HGW 利用者数の増加による高負荷状態時の Scale 性について評価を行う.

**キーワード** HGW, リモートメンテナンス, Web サーバ, HTTP, 高負荷状態

## An Evaluation on scalability of Remote Maintenance of HGW

Hiroyuki SAKAGUCHI, Tsuyoshi FURUKAWA and Susumu TAKEKOSHI

NTT Network Service Systems Laboratories  
3-9-11 Midori-cho, Musashino-shi, Tokyo, 180-8585 Japan

E-mail: sakaguchi.hiroyuki@lab.ntt.co.jp, furukawa.tsuyoshi@lab.ntt.co.jp, takekoshi.susumu@lab.ntt.co.jp

### Abstract

The concern for comfortable life-style (such as networked home appliances and home security) by the remote network use in the ordinary family has risen rapidly. The remote maintenance method to this network to HGW that becomes a window is examined.

Here, the basic data was acquired on the assumption of remote maintenance of HGW (Home Gate Way) by the Web server application (HTTP protocol). The performance of the high load state is evaluated because of an increase in the number of HGW users.

**Keyword** HGW, Remote Maintenance, Operation, Web server, HTTP, High Load State

## 1 まえがき

IP インフラの普及により、DVD レコーダー等の家電についても、IP 接続が可能となり、外出先での番組予約等の遠隔操作が容易なものとなってきている。このような快適生活の更なる発展に向け、ホームネットワークに対する議論が盛んになっている[1][2]。

ホームネットワークにおいて、インターネットへの窓口となる装置を HGW（ホームゲートウェイ）と呼ぶ。HGW はブロードバンドルータが持つ従来の IP ルーティング機能に加え、VoIP 等のアプリケーションサービスを実現する機能を有している[3]。

お客様が HGW を「簡単・安心」に利用できる様にするために、リモートメンテナンスサービスを提供することを目的として、リモートメンテナンスサーバ（以下、リモメンサーバと称す）の検討が進められている[4]。

リモメンサーバには、ブロードバンドの普及とともに増加する HGW の状態参照、情報設定（SO 設定）に対する Scale 性が要求される。

本稿では、リモメンサーバの性能評価環境を構築し、リモメンサーバの性能を評価できるように基礎データを取得した。また、基礎データ評価結果から 3000 万台の HGW へのリモートメンテナンスサービスを想定したシステム構成の検討を行った。

## 2 性能評価対象のサービスとそのシーケンス

### 2.1. 性能評価対象とするサービス

リモメンサーバが HGW に対して遠隔で状態参照や SO 設定等のリモートメンテナンスサービスを行う事で、お客様は HGW に何も設定しなくても（ゼロコンフィグ）HGW を利用できる。本稿では、リモートメンテナンスサービスとしての状態参照、SO 設定を性能評価対象とした。

### 2.2. シーケンス

図 1 にリモメンサーバ-HGW 間における SO 設定時のシーケンスを示す。通信プロトコルとして HTTP、流通するサービスオーダーのデータの記述方法として XML を用いた。リモメンサーバ-HGW 間のデータ流通は IP 網上でやりとりとなるため、高度なセキュリティが要求される。一般的に SSL アクセラレータを用いて HTTPS の処理を行い、SSL アクセラレータサーバ間では HTTP を使用する例が多い。

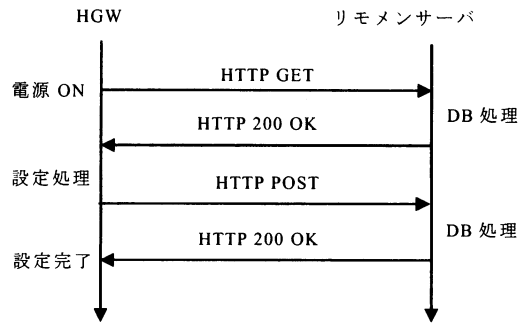


図 1 SO 設定時の HTTP シーケンス例

## 3 性能評価環境

### 3.1. 性能評価環境

図 2 に性能評価環境を示す。ボトルネック箇所の特定のため、リモメンサーバ本体のハードウェア筐体を Web サーバ、AP サーバ、DB サーバ各々の機能単位に分け、負荷生成用プログラムを搭載した端末（擬似 HGW）を複数台設置し、各サーバとの間を Gigabit Switch で接続した。リモメンサーバ-擬似 HGW 間において、ネットワーク機器の影響が極力最小限となる様、シンプルな性能評価環境を構成した。

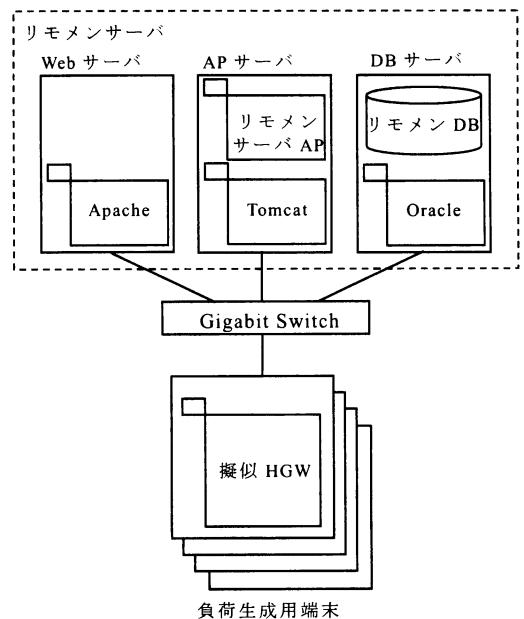


図 2 性能評価環境

## 4 性能評価結果

### 4.1. スループットと CPU 使用率

状態参照, SO 設定 (設定項目数 10 件, 400 件) について, スループットと CPU 使用率の相関を図 3, 4, 5 に示す. HGW の初期設定時の設定項目数として 400 件, 通常の設定変更時の設定項目数として 10 件を想定した. 擬似 HGW の台数を増やしながら継続的にリモメンサーバに負荷をかけ, スループット (単位時間あたりの処理件数) と CPU 使用率を計測した.

図 3 の状態参照を例にとると, 同時接続数 16 でスループットがピークとなることが確認され, その後は, 同時接続数 1024 まで約 140 件で推移し, 急激なスループットの低下は確認されなかった.

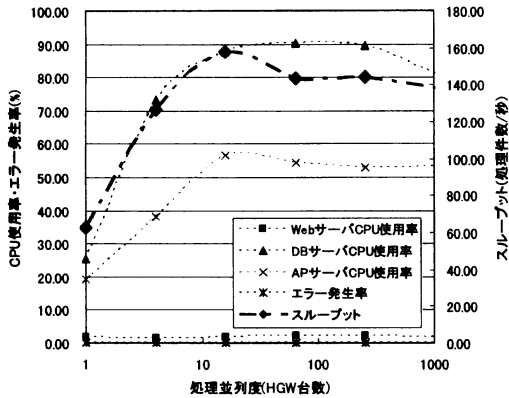


図 3 スループットと CPU 使用率 (状態参照)

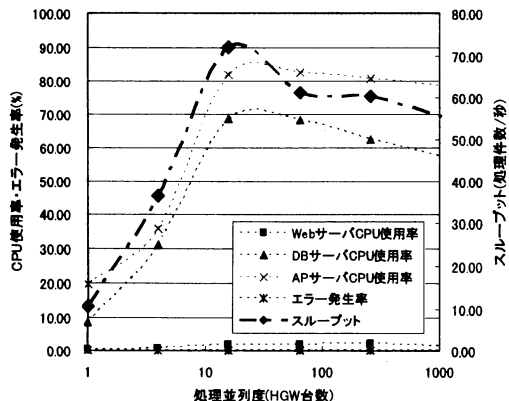


図 4 スループットと CPU 使用率 (SO 設定 10 件)

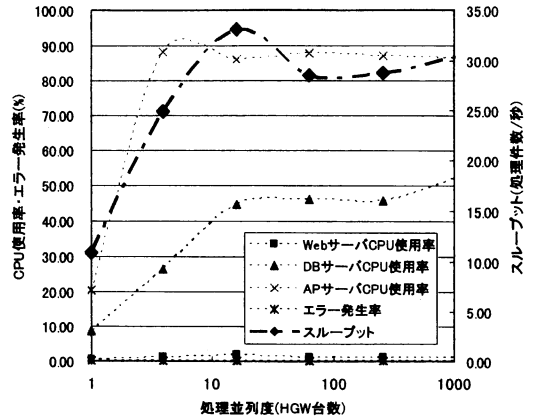


図 5 スループットと CPU 使用率 (SO 設定 400 件)

しかし, 各サービスに共通して, 同時接続数 1024 を上回る (1536, 2048, ...) 場合には接続エラーが多発した. Web サーバ 1 台のみの構成で, 通常の HTML のページに対して 1536 接続を試みた結果, 同様に接続エラーが多発し, Web サーバへの TELNET/SSH 接続も失敗した. その結果, 接続エラーは Web サーバ単体が原因と推定できる. このことにより, 同時接続数 1024 を超える負荷を処理するには, Web サーバの前面に負荷分散装置を配置し, Web サーバへの負荷 (同時接続数) を分散する対策が効果的と考えられる.

CPU 使用率について Web サーバ, AP サーバ, DB サーバの相関を見ると AP サーバおよび DB サーバがボトルネックとなっており, Web サーバの CPU 使用率については常に 3% 未満となっている. これにより AP サーバと DB サーバの処理能力のバランスをとりつつ増強を行う必要があることがわかる.

また, 状態参照と SO 設定において, DB サーバと AP サーバの CPU 使用率の推移が異なる原因について考察する. SO 設定では, レスポンスデータを XML として作成する処理を行っていることにより AP サーバの負荷が高くなり, 処理量が減って DB サーバへの要求数が減少し DB サーバの負荷が低くなるが, 一方, 状態参照では, レスポンス応答のみであるため, AP サーバへの負荷が低くなり, かわりに DB サーバへの要求数が増え, DB サーバの負荷が高くなることが考えられる.

## 4.2. レスポンスタイム

リモメンサーバー-HGW 間のレスポンスタイムの計測結果を図 6,7,8 に示す。同時接続数にほぼ比例して平均/最大レスポンスタイムが増大する。また、レスポンスタイムの最大値は、平均値と比較し極端な乖離がある。

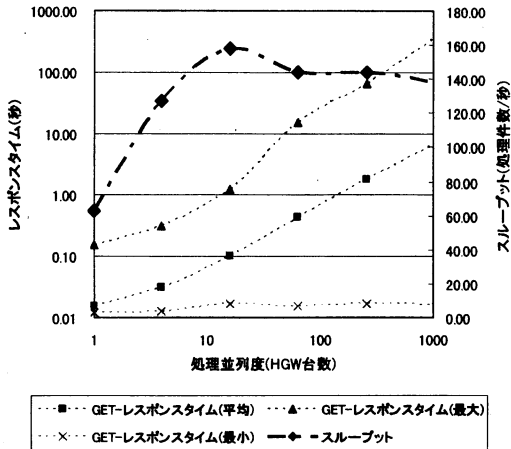


図 6 レスポンスタイム (状態参照)

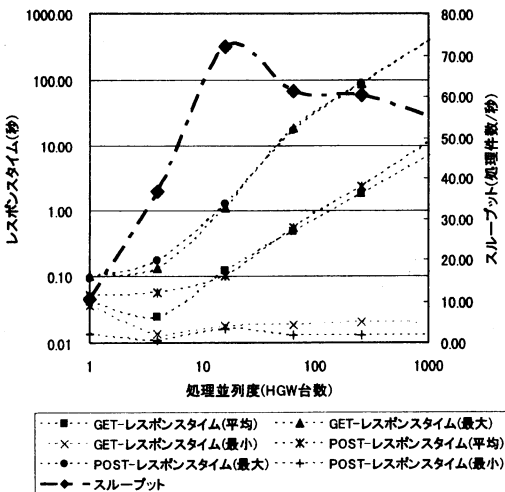


図 7 レスポンスタイム (SO 設定 10 件)

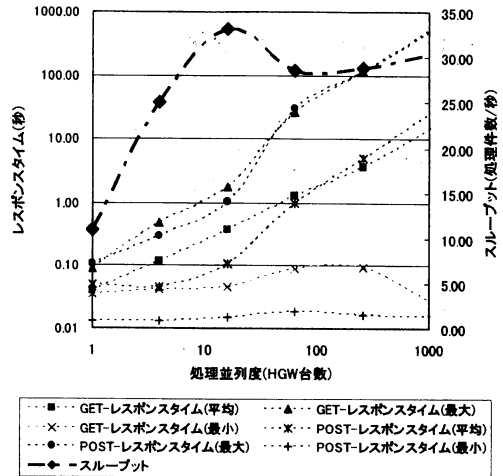


図 8 レスポンスタイム (SO 設定 400 件)

このため、平均値と比較し最も乖離が大きい SO 設定 400 件、同時接続数 1024 でのレスポンスタイムの分布傾向を分析した (図 9)。10 秒以内に 90~97%、最大値の約半分の値の領域に数%、最大値近辺の領域に 1%未満、それ以外の領域には分布していないことが確認された。HTTP-POST および他サービスについても同様な分布傾向が見られた。

このことにより、平均の増加は、わずかな最大値に連動しており、大半のレスポンスは安定しているが、稀に大きく遅延すると考えられる。

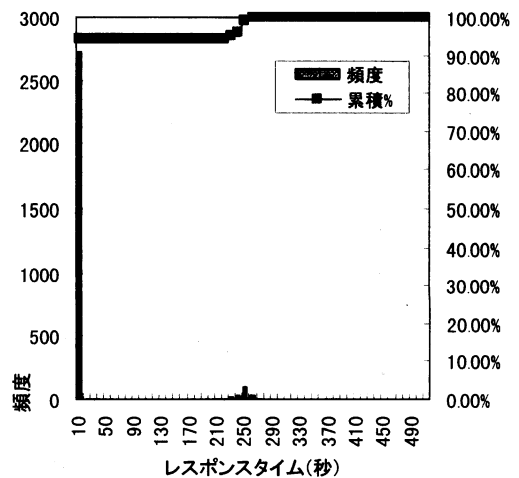


図 9 HTTP-GET レスポンスタイムヒストグラム (SO 設定 400 件、同時接続数 1024)

## 5 HGW3000万台接続を想定したScale性の考察

### 5.1. 通常負荷を想定した必要サーバ数

HGW3000万台接続を実現した際のリモメンサーバに要求される負荷を想定し、必要とされるリモメンサーバ数を算出する。本検討にあたり、次のような仮定を立てた。

- ・常時、HGW3000万台が正常動作状態で接続される。
- ・4.1項にて最大同時接続数1024まで大きくスループットが下がらないことが確認できたので、1サーバあたり1024同時接続すると仮定した。
- ・次に、業務の比率を想定し、各業務毎のスループット値とこの業務比率より、平均スループットを134件/秒と計算した(表1)。

表1 業務内容の想定比率と業務毎のスループット

業務種別	想定比率	スループット
状態参照	95%	138.30件/秒
SO設定10件	4%	55.22件/秒
SO設定400件	1%	30.39件/秒
平均値	-	134件/秒

平均値 134件/秒

$$\approx 138.30 \times 95\% + 55.22 \times 4\% + 30.39 \times 1\%$$

また、HGWが定期的にリモメンサーバに対して行うポーリング(処理要求)の頻度の設定により、リモメンサーバに必要な処理能力(スループット)が異なる。ポーリング頻度から求められる定期ポーリングを処理するために必要なスループットに対して、必要となるリモメンサーバ(Webサーバ、APサーバ、DBサーバ)の数を表2に示す。

表2 HGW3000万台の通常負荷での必要サーバ数

ポーリング頻度	スループット	サーバ数
24時間毎	347件/秒	約3セット
3時間毎	2,778件/秒	約21セット
1時間毎	8,333件/秒	約63セット

ポーリング頻度(24時間毎)におけるスループット

$$347 \text{ 件/秒} \approx 30,000,000 \text{ 台} \div 24 \text{ 時間} \div 3600 \text{ 秒}$$

サーバ数

約3セット

$$\approx 347 \text{ 件/秒} \div \text{スループット平均値 } 134 \text{ 件/秒}$$

ここでの必要サーバ数は、今回計測に使用したPC(DELL GX280)でWebサーバ、APサーバ、DBサーバをそれぞれ1台ずつで構成した場合のサーバ数を指す。通常システム構築の際には、今回の計測で使用したDELL GX280のような1CPU・1HDDのPCをサーバとして使用することはなく、マルチプロセッサやRAIDを持つサーバを使用することが予想される。よって、表2に記載されているサーバ数より、実際に必要となるサーバ数は少なくなることが予想される。

必要サーバ数の算出にあたっては、1024並列の際の値を参考にしてスループットを算出したが、4.1項の計測結果からは1サーバあたり16並列程度で最高のスループットとなること。および、同時に要求する処理の並列度に応じてレスポンスタイムが悪化することから、大量の要求を一度に処理するより、少量ずつ処理した方が、スループット、レスポンスタイムともによいと言える。

リモメンサーバのスループット・レスポンスタイムの向上のためにはサーバ側の増強だけでなく、HGWのリモメンサーバに対するポーリング要求の並列度が上がらないようにポーリングのタイミングを極力分散するようにスケジューリングを行う必要がある。

### 5.2. 突発的な負荷を想定した必要サーバ数

停電復旧時には通常時の負荷に加えて突発的な負荷が加わることも予想される。そのような負荷に対応するためのリモメンサーバ数について算出する。本検討にあたり、次のような仮定を立てた。

- ・一斉停電復旧時のHGWからリモメンサーバへの要求処理は、その発生タイミングをスケジューリングすることができず完全な同時要求となる。
- ・5.1項と同様に、最大同時接続数を1024とする。

その際に必要となるサーバ数を表3に示す。

表3 突発的な高負荷での必要サーバ数

同時要求数(HGW台数)	サーバ数
10,000	約10セット
30,000	約30セット

サーバ数

約30セット

$$\approx 30,000 \text{ 台} \div \text{最大同時接続数 } 1024$$

サーバ数の項での1セットは、5.1項と同様なシステム構成としている。

5.1項で1日1回のポーリング間隔であれば、リモメンサーバ3セット分のシステムで処理をまかなえることを導いたが、局所的な一斉停電の影響範囲を3万台と仮定すると、3万台が同時要求を行うような負荷に耐えるようにするためには、3セットでは不十分であり30セット以上(10倍以上)の設備が必要となることがわかる。3000万台の停電復旧時の要求に備え、サーバ数を増やす事は現実的でないことから、Scale性を考慮したリモメンサーバ構成の検討が今後の課題となる。

## 6 まとめ

リモメンサーバの性能評価により、ボトルネックとなる構成要素の特定とその改善案の考察、およびHGW3000万台接続時の必要サーバ数についてScale性の考察を行った。今後、HGWへのリモートメンテナンスサービスに対する需要がますます本格的なものになっていくにつれて、そのリモメンサーバ構成の検討が活発に議論されると考える。

## 文 献

- [1] 依田,川村, “小特集 快適コミュニケーションを支えるー進化するネットワーク管理技術ー”, 信学誌, Vol.87 No.12, pp. 1029-1035, 2004.
- [2] 依田,他, “特集 次世代ホームネットワークサービス”, 電気通信協会, NTT 技術ジャーナル Vol.16 No.11, pp. 6-32, 2004.
- [3] 小池恵一, “「てれびさろん」知らないわけではないけれど ホームゲートウェイってなに?”, 映像情報メディア学会誌 Vol.56 No.1, pp. 103-104, 2002.
- [4] 坂口,古川,竹腰, “HGW へのリモートメンテナンスに関するー検討”, 信学技報, Vol.104 No.565 IN2004-166, pp25-30, 2005.