

ネットワークサービスシステム のレスポンスタイム評価

小松俊雄 野瀬純郎

NTT情報通信処理研究所

複数のネットワーク処理ノードのデータベースや運用情報等を一元的に管理するネットワークサービスシステムの処理能力限界を、シミュレーションによって評価したので報告する。

評価に当たっては、最繁時でのレスポンスタイムに重点を置き、性能・リソース・負荷間のバランス、システムのボトルネック、各種性能改善策の効果等を分析した。モデル化においては、最繁時に走行する数10種の業務からシステム性能への影響が大きい業務を抽出し、装置以外にタスク、ファイル等のソフトリソースも対象として詳細なモデルを作成した。

評価結果は、今後のシステム運用、再構築に反映する予定である。

Evaluation Response Time For Network Service Systems

Toshio Komatsu Junro Nose

NTT Communication and Information Processing Laboratories

1-2356 Take Yokosuka-Shi Kanagawa 238-03 Japan

The processing capacity of network service systems performing a centralized control over databases and operational information of multiple network processing nodes has been evaluated by simulation.

In conducting evaluation, emphasis was placed on response time for peak operation periods with analysis being conducted on the balance between performance, resources and loads, as well as the system bottleneck and the results of various measures designed for performance upgrading. Besides the device tasks, files and other software resources were taken into consideration in completing the model.

1. はじめに

複数のネットワーク処理ノード(NWN)のデータベース(DB)や運用情報等を一元的に管理するネットワークサービスシステムを対象として、シミュレーションにより性能評価を行ったので報告する。

本システムの特徴は、①性能としてスループットよりもレスポンスタイムを重視する、②最繁時に同時走行する業務が約30種と多い、③業務の種類によってDS(ダイナミックステップス)、I/O回数が大きく異なる、等である。

主な評価項目は、年度毎の予測トラヒック値(最繁時のピークトラヒック(1時間))における、①レスポンスタイムの目標達成度、②システムのボトルネック、③スループットの限界値、④各種性能改善策の効果である。

モデル化に当たっては、システム性能への影響が大きい8業務を抽出し、装置以外にタスク、ファイル等のソフトリソースも考慮した。

2. 評価モデル

2.1 評価対象業務

最繁時に走行する全業務を評価対象にすることは、工数対効果比の面から得策ではないので次の方法で業務を抽出した。①まず、処理の内容が似かよっているものを分類し12のパターンに分けた。②次に、システムへの負荷(CPU負荷で判定)が全体の約9割となるように、システムへの影響が多い順に8種の処理パターンを抽出した。③そして、処理パターン毎に最もトラヒックが多い業務を代表として1つずつ選択した。その結果、DB登録、DB照会1、DB照会2、運用情報登録1、運用情報登録2、運用情報照会1、運用情報照会2、監査の8業務を評価対象とした。各業務の処理量(相対値)と目標レスポンスタイムを表1.に示す。

表1. 各業務1件当たりの処理量(相対値)と目標レスポンスタイム

業務	DS量	DKアクセス回数	目標レスポンスタイム
DB登録	1.00	13.67	20秒
DB照会1	0.23	2.00	9秒
DB照会2	6.00	1.00	4秒
運用情報登録1	0.92	1.00	9秒
運用情報登録2	0.31	0.83	9秒
運用情報照会1	0.31	0.67	5秒
運用情報照会2	1.31	5.67	6秒
監査*	MIN=10.77 MAX=73.85	MIN= 19.33 MAX= 133.83	—

*1. 年度毎に増加する

2.2 装置構成

評価対象システムを図1.に示す。複数のNWNがパケット網を介してセンタに接続されている。センタは信頼性確保のために本体系装置、ファイルを2重化している。主な構成装置は大型中央処理装置(CPU)=2台、チャンネル装置(CH)=数10台、磁気ディスク装置(DK)=数100台、集合形大容量記憶装置(CMSS)=数台、半導体ファイル記憶装置(SFM)=数台等である。

このうち、CPU=1台、DK=20台、SFM=2台、回線=4本、パケット網=1組、NWN=MAX 9台(年度毎に増加)を評価対象とした。回線、パケット網、NWNの遅延時間は固定値を設定した。

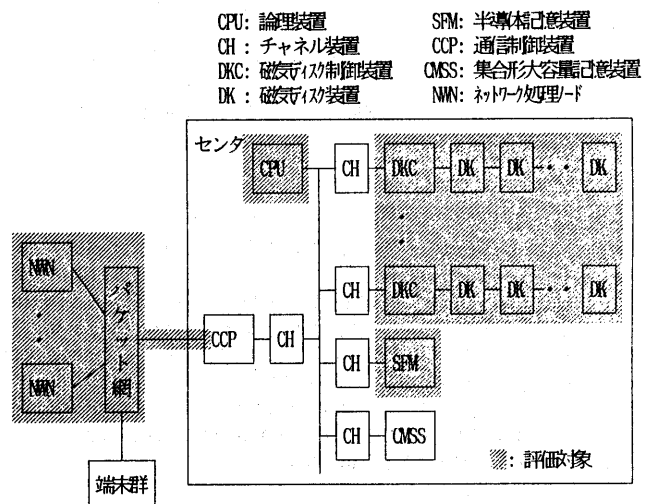


図1. システム構成

2.3 タスク構成

対象業務に関連するタスクのうち、管理タスク=1種1枚、通信処理系タスク=2種2枚、業務処理系タスク=6種10枚を評価対象とした。(図2. 参照)

タスク毎に枚数、優先順位(対CPU捕捉)を付与している。また、管理タスク以外は全てタスク処理終了時、同タスクの待ち室に次の電文がキューイングされていればCPUを解放せずに、連続して同タスクの処理を行う。非タスクは実行中のタスクを中断して、電文の送受信処理を行う。

2.4 業務処理フロー

(1) DB登録処理フロー(処理フローを図3. に示す)

- ①端末からパケット網を介して電文がセンタに到着すると、非タスクは受信処理を行い管理タスクに処理を依頼する。
- ②管理タスクは電文を振り分け、端末通信タスクに処理を依頼する。
- ③端末通信タスクからの依頼により、DB登録タスクはNWNが管理するDBを更新するため、次の処理を行う。(a) 該当するNWNのDB削除を行うために、NWN通信タスクに処理を依頼する。NWNではセンタからの要求に対して直ぐ応答(図3. のA)するとともに、処理実行後、その旨(図3. のB)をセンタに報告する。(b)次に、該当するNWNのDB生成を行う。以下の処理は(a)と同じ。(c)さらに、全NWNのディレクトリ更新を逐次NWN毎に行う。以下の処理も(a)と同じ。

この間、DB登録タスクは切り離さないで占有する。

- ④DB登録タスクの処理終了時、端末に応答を返すために、端末通信タスクに処理依頼する。端末通信タスクは管理タスクに処理依頼し、非タスクは端末に報告を行う。

(2) DB照会1, DB照会2 処理フロー(処理フローは省略)

- ①端末からパケット網を介して電文がセンタに到着すると、非タスクは受信処理を行い管理タスクに処理を依頼する。

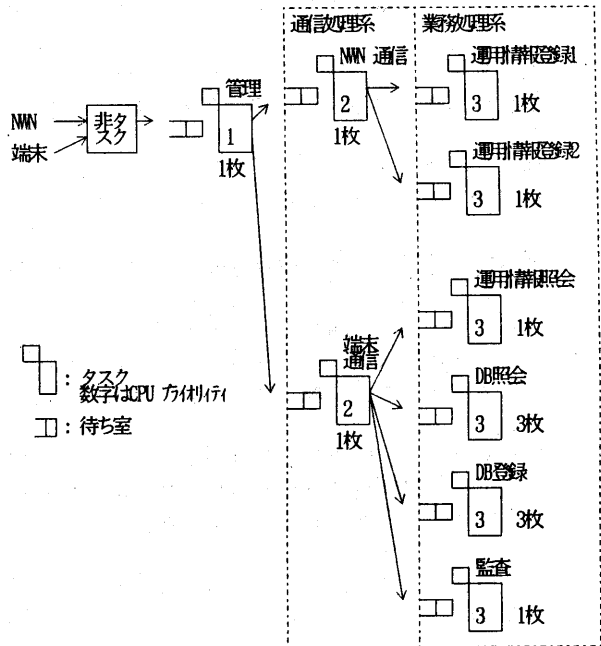


図2. タスク構成

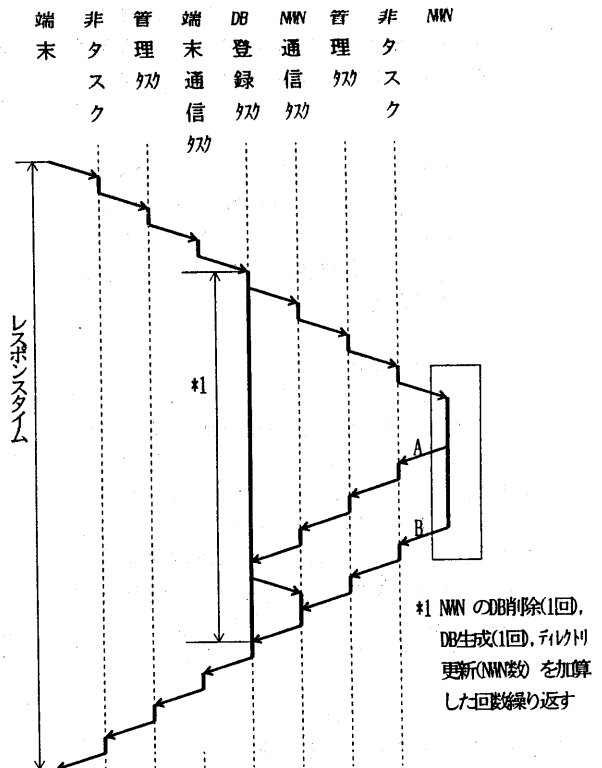


図3. DB登録処理の処理フロー

- ②管理タスクは電文を振り分け、端末通信タスクに処理を依頼する。
- ③端末通信タスクはDB照会タスク（両業務とも同一タスクを使用）に処理を依頼する。DB照会后、端末通信タスクに処理依頼する。
- ④端末通信タスクは管理タスクに処理依頼し、非タスクは端末に照会データを報告する。

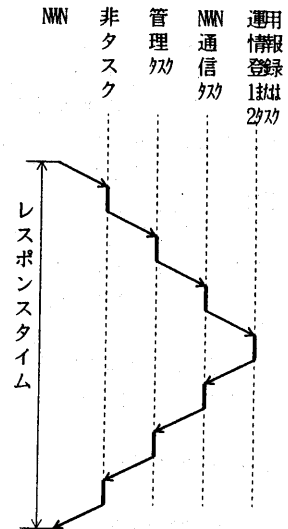


図4. 運用情報登録1, 運用情報登録2 処理フロー

- (3) 運用情報登録1, 運用情報登録2 処理フロー（処理フローを図4.に示す）

- ①NWN からパケット網を介して電文がセンタに到着すると、非タスクは受信処理を行い管理タスクに処理を依頼する。
- ②管理タスクは電文を振り分け、NWN 通信タスクに処理を依頼する。
- ③NWN 通信タスクは運用情報登録1であれば運用情報登録タスク1に、運用情報登録2であれば運用情報登録タスク2に処理を依頼する。運用情報をファイルに書き込み後、NWN 通信タスクに処理依頼する。
- ④NWN 通信タスクは管理タスクに処理依頼し、非タスクは NWN に登録の終了を報告する。

- (4) 運用情報照会1, 運用情報照会2 処理フロー（処理フローは省略）

- (2)と同じだが、③の処理が異なる。
 (③端末通信タスクは両業務とも運用情報照会タスクに処理を依頼する。運用情報照会后、端末通信タスクに処理依頼する)

- (5) 監査処理フロー（処理フローは省略）

- (2)と同じだが、③の処理が異なる。
 (③端末通信タスクは監査タスクに処理を依頼する。監査後、端末通信タスクに処理依頼する)

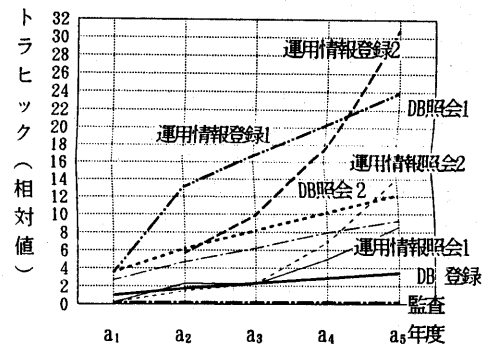


図5. トラヒック予測値 (相対値)

2.5 トラヒック条件

各業務の年度毎の予測値 (相対値) を図5.に示す。各トラヒックはその業務が属する処理パターンの全トラヒック数である。
 a_5 年度では運用情報登録2のトラヒックが最も高い。監査は少ないが、処理量が多いので (表1.参照), システムへの負荷は1割 (図6.参照) となる。各業務のトラヒック発生方法は指数分布である。

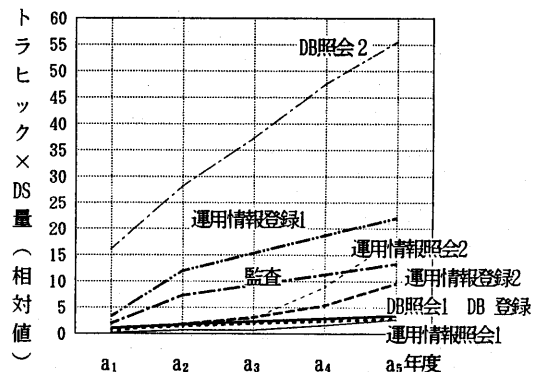


図6. トラヒック×DS量 (相対値)

3. シミュレーション結果

3.1 現状システム (図7. 参照)

- ① a_2 年度でDB登録, 運用情報登録1, 運用情報照会2 のレスポンスタイムの目標が達成できない。

a₃年度以降、全業務において目標が達成できない。

②DB照会1のレスポンスタイムがa₃年度比較的小さいのは、DB照会タスクの使用率が0.45と低いことと1件当たりの処理量が少ない(表1.参照)からである。

③一方、DB登録の値が大きいの、(2+ Σ NWN数)回NWNと通信処理を行うからである。(図3.参照)

④運用情報登録1タスクの使用率が高いために、図には表示されていないがa₃年度から滞留(主に運用情報登録1)が生じる。

⑤DB登録のレスポンスタイム(R)は次式で表すことができる。 $R = \Sigma(\text{タスク}i \text{ 占有時間} + \text{タスク}i \text{ 待ち時間}) \approx \text{DB登録タスク占有時間} + \text{DB登録タスク待ち時間}$ (タスクiは非タスク、管理タスク、端末通信タスク、DB登録タスク) Rの内訳を図8.に示す。(NWN通信タスク、非タスクの時間遅延は小さいので省略) Σ CPU待ち時間が大きいのは、一回当たりのCPU待ち時間は小さいがCPU待ち回数(1+I/O回数+NWN通信回数 $\times$ 2)が多いからである。また、 Σ 管理タスク待ち時間が大きいのは、電文の受信処理を非タスクが行ってすぐ管理タスクに処理を依頼するので電文が集中すると、管理タスクはタスク終了時連続処理を行わないから、その結果待ち個数が多くなるからだと予想される。Rを短縮するためには、CPUのグレードアップ、DB登録タスク枚数の増加等が考えられる。

3.2 性能改善策とその効果

改善策として、①CPUのグレードアップ(現状の2倍)、②DB参照2のDS削減、③タスク枚数増加の効果を次に示す。

(1) CPUのグレードアップ(図9.参照)

①a₃年度でDB登録のレスポンスタイムの目標が達成できない。a₄年度以降、運用情報登録1、運用情報参照2も目標が達成できなくなる。

②CPU性能向上により、CPU使用率は半分となる。運用情報登録1タ

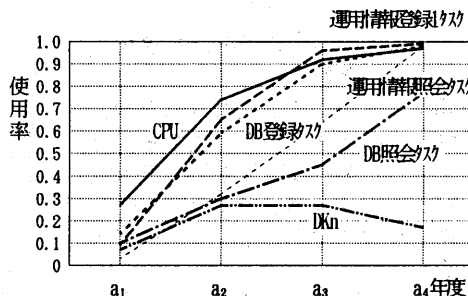
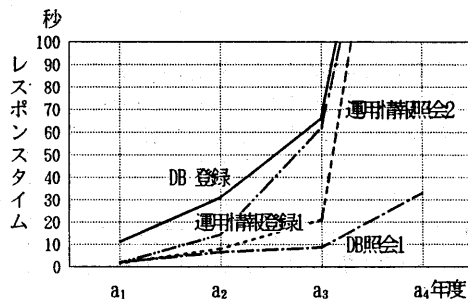


図7. 現状

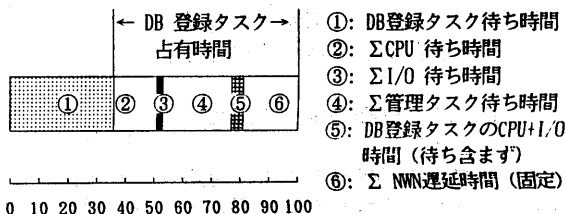


図8. DB登録のレスポンスタイム内訳

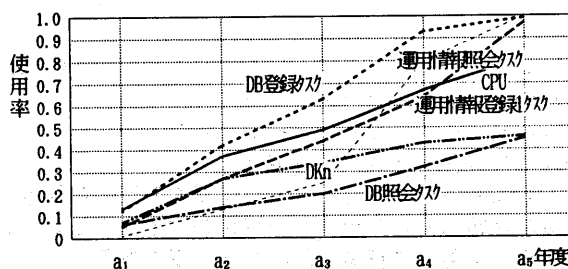
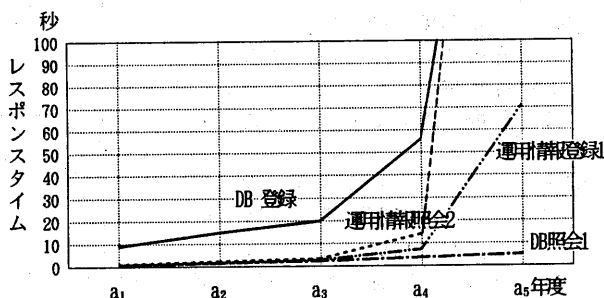


図9. CPU グレードアップ時

スクの使用率は約4割強減少するが、DB登録タスクはNWNとの通信を含むので約3割の減少に留まり、 a_4 年度から0.9以上となりネックとなる。

- ③図には示されていないが滞留（主に運用情報照会2）が a_5 年度から生じる。

- (2) (1)にDB照会2のDS削減を追加
(図10. 参照)

DB照会2のうち全検索（5%の割合で発生）の処理方法を変更することにより、同業務のDS量を約6割削減する。これは a_4 年度で見れば、CPUの負荷を約3割削減したことに相当する。

- ① a_5 年度でDB登録と運用情報照会2の目標が達成できなくなる。
②DB登録タスクと運用情報照会タスクがネックとなり、滞留（主に運用情報照会2）が a_5 年度から生じる。

- (3) (2)にタスク枚数の増加を追加
(図11. 参照)

ネックであるDB登録タスクと運用情報照会タスク枚数を2倍に増加する。

- ① a_5 年度までの全業務の目標が達成できる。
②DKnの使用率が約0.5なので、これが要因で a_5 年度以降、タスク占有時間が増加し、レスポンスタイムの目標が達成できない恐れがある。
③全体としては、バランスが取れており、 a_5 年度でCPU使用率は0.7とさほど高くないので、この時点ではさらにCPUをグレードアップする必要はない。

4. あとがき

現状のネットワークサービスシステムの処理能力、ボトルネックをシミュレーション（言語はSLAMⅡを使用）によって評価・分析するとともに、各種改善策の効果も明確にした。

今後の課題は実システムでの測定結果とシミュレーション結果の比較等である。評価結果は、今後のシステム運用、再構築に反映する予定である。

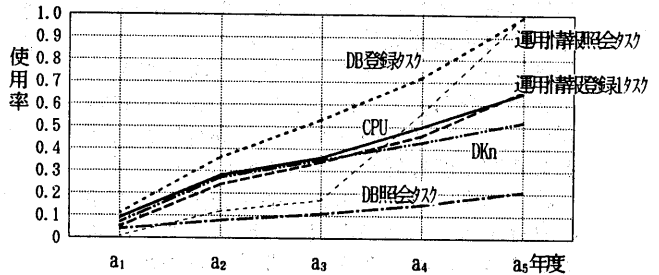
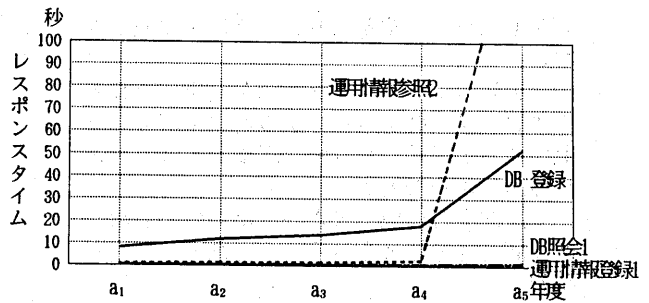


図10. CPU グレードアップおよびDS削減時

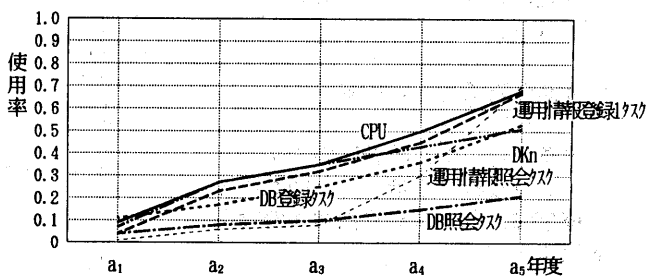
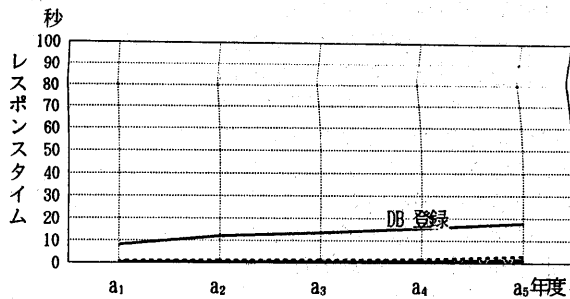


図11. CPUグレードアップ、DS削減およびタスク枚数増加時

[参考文献]

- (1) 小松, 野瀬: メッセージ交換型システムのスループット評価 : オペレーション・システム研究会 46-2
- (2) 森戸, 相沢共著: SLAM II によるシステム・シミュレーション入門(1986), 構造計画研究所