

# ネットワーク接続可能な組み込みシステムにおける性能評価の効率化

河村 透 植木 克彦 平山 雅之<sup>†</sup>

(株)東芝 研究開発センター システム技術ラボラトリ

## 1. 背景

近年、ネットワークに接続されて利用される組み込みシステム(以下、ネットワーク組み込みシステム)が増加している。しかし一方で、これらのシステムの増加に伴い、品質面でのトラブルも急増している。特に性能関連のトラブルはネットワーク組み込みシステムの今後の普及に深刻な影響を及ぼすと考えられ、その解決が望まれている。

システムの性能に関するトラブルを防ぐため、一般的には、システムテスト工程において性能評価を実施し、十分性を確認する。従来、ビジネスアプリケーション分野などのクライアント-サーバ型システム、あるいは、デジタルカメラなど単独で動作する組み込みシステムに関しては、それぞれの分野で培ってきたノウハウをもとに様々な視点からの性能評価方法が確立されてきた。しかし、本研究が対象とするネットワーク組み込みシステムは、開発が急速に拡大したために、適切な性能評価手法が準備されていない。これに対し弊社では、ネットワーク組み込みシステムに関する特性を考慮し、これらのシステムの性能を評価するための最適な手法の開発を進めている。

## 2. ネットワーク組み込みシステムの性能問題

ネットワーク組み込みシステムの性能を考える場合、ネットワーク機器としての特性と組み込みシステムとしての特性の両面を考慮する必要がある。

### ネットワーク機器としての特性

ネットワーク機器として、不特定多数のユーザによりアクセスが競合または集中することで、システムの性能面に大きな影響を受ける可能性が高い。したがって、開発を進めているシステムに関して、質的・量的の両側面からアクセスのバリエーションを分析する必要がある。さらに、ネットワークを様々な形で共用しているため、他のシステムによるネットワークトラフィックの負荷までを考慮し、系としてのバリエーションを考慮しなければならない。

### 組み込みシステムとしての特性

また一方で、組み込みシステムであるが故に、システムで利用できるメモリやCPUなどリソース面での制約が特に厳しく、これらがシステムの性能を決定

付けるといった側面も持ち合わせている。システムにおけるリソースの競合は、処理速度の低下など性能劣化を引き起こす主たる要因となる。

特に携帯電話やネットワークプリンタなどに見られるように、近年のネットワーク組み込みシステムでは、様々なファンクションやオプションを選択することで、同一の機能であってもリソースの利用状況が一変し、性能に大きな影響を与える。

## 3. ネットワーク組み込みシステム向け性能評価手法

### 3.1 基本コンセプト

ネットワーク組み込みシステムは前述したようにネットワーク機器としての特徴と組み込みシステムとしての特徴の両面を持ち合わせている。このためネットワーク組み込みシステムの性能評価を行う場合、これら2つの側面を考慮した手法であることが必須となる。即ち、

- (1) ネットワーク上の様々なアクセスバリエーションやバックグラウンドトラフィックを加味したシステム性能評価が実現できること
- (2) 評価対象システムの内部状態やリソース負荷に着目し、それらの過負荷状況による性能劣化の発生を評価できること

の2つがポイントとなる。

更にこれらを踏まえると、ネットワーク上の様々なアクセスバリエーションにより、リソースで過負荷状況になって性能劣化するかどうかの確認がネットワーク組み込みシステムの性能評価で必要となる。その為には評価対象システムで提供する各機能が利用するリソース使用状況を把握し、それらを意識しつつユーザの利用環境を即したタイミングで機能を実行して、リソースが過負荷状況になるかを確認できる性能評価シナリオが必要となる。

### 3.2 手法の詳細

以上の基本コンセプトを踏まえ、次の4つのステップから構成される評価手法を提案する。以下、ネットワーク上でWebサービスと共有ディスクを提供するネットワーク組み込みシステムを例にとって説明する。

#### Step-1: 評価対象ジョブの選定

対象システムが提供する様々な機能の中で、特に性能面でユーザの注目が集まる機能を抽出し、それに対するシステム処理(ジョブ)を評価対象ジョブと

A System Performance Evaluation method for network-connectable embedded systems.

<sup>†</sup>Toru Kawamura, Katsuhiko Ueki, Masayuki Hirayama  
System Engineering Laboratory, R&D Center, Toshiba Corporation

する。

## Step-2: 競合機能の選定

Step-1で選定したジョブに対し、実際のユーザ利用環境でネットワークを介して、複数ユーザのオペレーションとして競合する機能をリストアップし、競合対象の機能(バイアスジョブ)とする。例に挙げた組込みシステムの場合、ファイルコピーを評価対象として選んだ場合、他のユーザが同時に Web アクセス機能を利用するといった競合が考えられる。

## Step-3: 評価対象/競合機能の分析

### Step-3.1 評価対象機能のリソース分析

ネットワーク組込みシステムでは提供する様々な機能に関してオプションやファンクションキーごとに様々な実行形態となり、これらがリソースの利用に大きな影響を及ぼす。そこでまず評価対象ジョブについて、使用するリソースの種類、使用状況を分析する。ここでは評価対象ジョブを単独で動作させ、その際のリソース負荷状況をモニタし、評価対象ジョブが利用するリソースをリストアップする。

この分析の結果からリストアップしたリソースそれぞれで以下のステップを実施する。以下、評価対象ジョブが使用するリソースとしてCPUに着目し、評価シナリオの作成を行う。

### Step-3.2 競合機能のリソース分析

次に各バイアスジョブにおいて最も多くのリソースを使うオプションの組み合わせを選択する。

Step-2で既に抽出したバイアスジョブに対し、図1に示すように考えられるオプションの組み合わせを設定し、それぞれ単独で実行させる。この実行結果より、例えばCPU利用率に着目すると機能Aのパターン3で実行させた時にCPU負荷が最大になることがわかる。

**最もNETWORKに負荷がかかっている**

Time	Option A:		B: x C: x	
	CPU	MEMORY	NET	
1	1	1	99	
2	60	4096	48523	
3	90	4096	45234	
4	16	4096	85342	
5	1	128	34	

**最もCPUに負荷がかかっている**

Time	Option A: x B:		C: x	
	CPU	MEMORY	NET	
1	0	1	12	
2	23	2067	4111	
3	0	252	139	

**最もCPU、メモリに負荷がかかっている**

Time	Option A: x B:		C:	
	CPU	MEMORY	NET	
1	1	1	12	
2	98	8655	3096	
3	77	8655	5022	
4	2	16	27	

図1 ジョブのオプション組み合わせ

## Step-4: 評価シナリオの作成

ここでは、実際のユーザ運用環境に即した形で着目したリソースが過負荷になる状況を作り出す為に、評価対象ジョブおよびバイアスジョブをどのように実行させるかを検討する。

具体的にはこれらのジョブを幾つのクライアントマシンから、どのようなタイミングで動作させるかを検討し、評価シナリオを作成する。

ここでは、ユーザがどのような実行頻度で対象ジョ

ブ及びバイアスジョブを利用するかを分析し、ジョブ実行のタイミングを決定する。

## タイミングの決定

例えばジョブAの通常の利用状況30(件/分)であるとする。実際の運用では一つのクライアントから2秒ごとにジョブAが実行される場合もあるが、最初の1秒に30のクライアントからジョブエントリされる場合も考えられる。対象システムのリソースの負荷を考えた場合、後者のほうがより厳しい状況である。本手法ではこれらの発生確率を考慮し、最短で0.33(秒/件)をジョブ実行タイミングとして設定する。

## 評価シナリオの作成

図1よりジョブAの完了には、4秒かかることがわかる。この為、0.33(秒/件)のタイミングでジョブAを実行させる為には、1台のクライアントでは不可能であり、12台必要なことがわかる。

評価シナリオとしては、この12台のクライアントに0.33(秒/件)間隔で順次ジョブを実行することでバイアスの負荷を発生させ、この状況下で評価対象のジョブを実行させる。

また評価対象ジョブと競合する機能が複数ある場合には、図2のようにそれらのジョブを複合してバイアス負荷を与える。

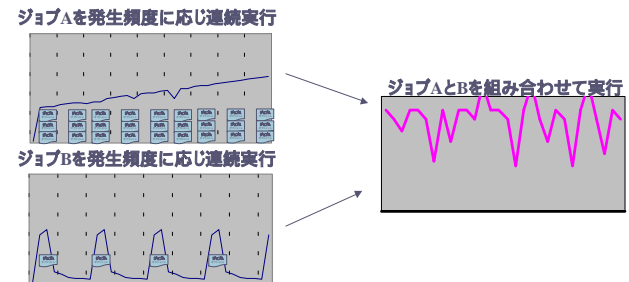


図2 ジョブの組み合わせ

## 5. まとめ

ネットワーク組込みシステムの性能を確実なものとするために、内部リソースとジョブアクセスのパリエーションを考慮した性能評価方法を開発した。現在、この手法は実際のネットワーク組込みシステムの性能評価に利用しており、この手法によって得られた評価パターンの妥当性の検証を進めている。

またシステムによってはジョブの優先度を考慮したスケジューリングにより、対象のリソースに意図した負荷がかからない場合がある。今後はこれらを考慮した性能評価手法について検討を進める。

## 参考文献

[1]システム性能評価標準化調査研究委員会報告書,1995.(財)日本規格協会,平成7年3月