

知識工学手法による待ち行列ネットワークの  
ボトルネック診断

3G-4

沢村淳\*, 本位田真一\*\*, 伊藤潔\*

\*: 上智大学理工学部

\*\* : 株式会社 日立システム・ソフトウェア技術研究所

1. はじめに

システムの評価は、対象システムの設計や分析とその改善を行なうために必要な評価データを得る目的で行なわれる重要な作業である。この評価作業の重要な目的の1つとして、対象システムに何らかの悪影響を及ぼすものとその要因を解明することが挙げられる。ここでは、待ち行列ネットワークの形態にモデル化できるシステムを対象システムとする。また、モデル化した待ち行列ネットワークの中で、稼働率が過大な窓口や過小な窓口を対象システムに悪影響を与えるものとして取り上げる。稼働率が過大な窓口はボトルネックとなる可能性があり、稼働率が過小な窓口は周囲の窓口をボトルネックにしている可能性があるとする。

ある窓口のボトルネック状態を解消するためには、その窓口の能力を高めたり、その窓口への到着量を軽減するなどの改善の方策が必要となるが、このような方策で稼働率を下げると、周辺に影響が出て、時には他の窓口をボトルネックとしてしまう場合もある。このようにシステムの評価に伴う改善作業は必ずしも容易ではない。

システムの評価の際には、数学的なモデルを用いた方法や、シミュレーションによる方法、実測による方法などが用いられるが、ここではシミュレーションによる方法を用いる。

本稿では、待ち行列ネットワークのシミュレーションモデルとシミュレーション実行後の評価データに対して、ヒューリスティックな知識を用いて、このような窓口の同定、その要因の解明、及び改善点の示唆を行なう”ボトルネック診断エキスパートシステム(Bottleneck Diagnosis Expert System: BDES)”のプロトタイプについて述べる。このプロトタイプはヒューリスティックな知識をProlog言語の事実や規則で記述し、IBM5560上でインプリメントしたものである。

2. BDESのプロトタイプによる実行例

実行例として用いた待ち行列ネットワークのシミュレーションモデルを図1に示す。図1には、このモデルを既存のシミュレーション・パッケージによってシミュレーションし、シミュレーション実行後に得られた性能評価データも与えられている。このモデルの形状と性能評価データを入力として与え、BDESのプロトタイプで対話的に診断を実行した例を以下に示す。

BDESによる待ち行列ネットワークのボトルネック診断を実行します

稼働率が最大となる窓口の窓口名と稼働率:

s3 990

稼働率が最小となる窓口の窓口名と稼働率:

s6 200

稼働率が0.9以上の窓口の窓口名と稼働率:

s1 970

s3 990

s7 980

稼働率が0.7以上の窓口の窓口名と稼働率:

s1 970

s2 710

s3 990

s4 780

s5 730

s7 980

稼働率が0.3以下の窓口の窓口名と稼働率:

s6 200

s8 270

診断する窓口名を入力して下さい | : s7.

[下流との接続]

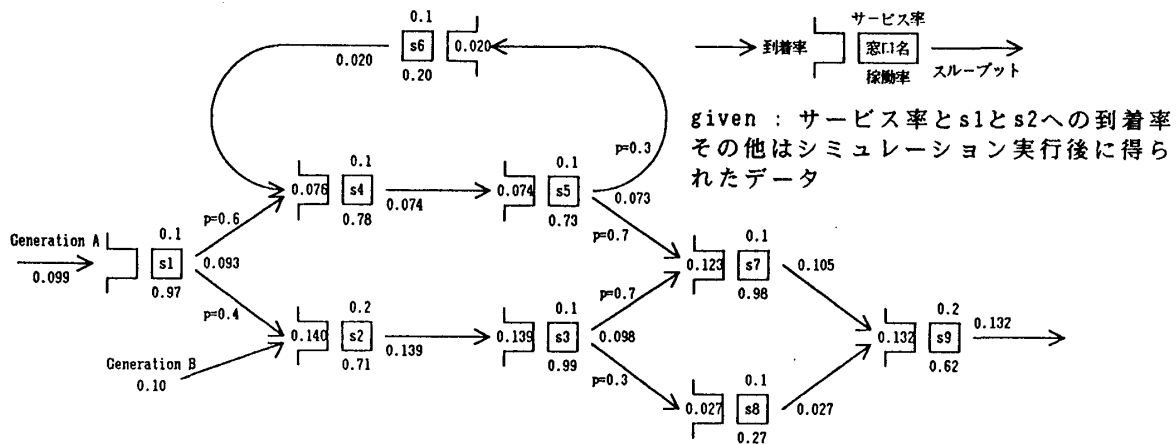


図1. シミュレーションモデルとシミュレーション実行後の評価データ

Bottleneck Diagnosis for Queueing Network by Knowledge Engineering Method

Jun Sawamura\*, Shinichi Honiden\*\*, Kiyoshi Itoh\*

\*: Sophia Univ. \*\* : Toshiba Corp.

s7の下流には1個の窓口があります。  
 [s7のサービス率増加について]  
 直下流窓口の稼働率が0.7未満なので、s7のサービス率を単独で増加できる可能性はありますが、s9のサービス率も増加した方がよいと思われます。  
 <根拠>  
 s7の待ち行列長がかなり大きいため、サービス率を増加するとスループットもかなり大きくなり、下流窓口s9の稼働率に悪影響を与える恐れがあります。

窓口s7の入力が過大として上流を調べますか? |: y.

[上流との接続]

s7の直上流にはs5とs3の窓口があり、s7との接続は、各々分岐型となっています。

[入力量の減少について]

s3のスループットを改善した方がよいと診断できます。

<根拠>

s5の出力は、ルーフ窓口群からの確率分岐出力となっています。よってs5の分岐確率の変更に実際上の意味はなく、s5のスループット減少のためにはルーフ窓口群の入力量を調査しなければなりません。

s3とs5のどちらかを選択して上流を調べますか? |: y.

s3とs5のどちらの窓口を選択しますか? |: s3.

[接続状況]

s7の直上流窓口s3からはs8へ分岐出力しています。

[s8の状況]

s7に比べ、s8の稼働率はかなり小さいと診断でき、又s8の直下流には稼働率0.7未満の窓口が1個あります。

[分岐確率の改善について]

s7,s8の関係より、s7の稼働率を減少するためにs3からs7への分岐確率を減らし、s8への分岐確率を増加することができます。分岐確率を変えられない場合は、s3のスループットを減少する必要があります。

s3を診断窓口として上流の窓口を調べますか? |: y.

-----<省略>-----

s1を診断窓口として上流の窓口を調べますか? |: y.

[s1の入力量減少について]

s1の入力はシステムへの入力gaです。s1の入力を減小するためにはgaの過大さを改善する必要があります。

窓口s5までバックトラックし、s7の診断を続けますか? |: y.

-----<省略>-----

診断窓口s7のボトルネック改善策を出力しますか? |: y.

診断窓口 : s7 (ボトルネック窓口)

- ・ 改善策 : s7のサービス率up\_\_and
- ・ 改善策 : s9のサービス率up\_\_必要
- ・ 改善策 : s7の入力減少\_\_上流を診断
- ・ 改善策 : s3を選択スループット減少\_\_上流を診断
- ・ 改善策 : s7への分岐確率down\_\_and
- ・ 改善策 : s8への分岐確率up\_\_ok
- ・ 改善策 : s3のスループット減少\_\_上流を診断

・ 改善策 : s2のスループット減少\_\_上流を診断

・ 改善策 : 外部入力gb\_\_減少

・ 改善策 : s1のスループット減少\_\_上流を診断

・ 改善策 : 外部入力ga\_\_減少

バックトラック診断 : s5のスループット減少\_\_上流を診断

・ 改善策 : s1のスループット減少\_\_上流を診断

・ 改善策 : 外部入力ga\_\_減少

ボトルネック窓口s7の改善のために変更すべきパラメータ

\* s7のサービス率up\_\_and

\* s9のサービス率up\_\_必要

\* s7への分岐確率down\_\_and

\* s8への分岐確率up\_\_ok

\* 外部入力gb\_\_減少

\* 外部入力ga\_\_減少

他の窓口について調べますか?(Y/N) |: y.

診断する窓口名を入力して下さい |: s4.

-----<省略>-----

診断窓口s4のボトルネック改善策を出力しますか?(Y/N) |: y.

診断窓口 : s4 (ボトルネック窓口)

・ 改善策 : s4の入力減少\_\_上流を診断

・ 改善策 : s1のスループット減少\_\_上流を診断

・ 改善策 : 外部入力ga\_\_減少

ボトルネック窓口s4の改善のために変更すべきパラメータ

\* 外部入力ga\_\_減少

診断終了窓口 : s7 s4

この2つのボトルネック窓口の改善策を照合しますか? |: y.

これらの窓口を改善するためのパラメータ :

\* s7のサービス率up\_\_and

\* s9のサービス率up\_\_必要

\* s7への分岐確率down\_\_and

\* s8への分岐確率up\_\_ok

\* 外部入力gb\_\_減少

\* 外部入力ga\_\_減少

これらの窓口を共通に改善できるパラメータ :

\* 外部入力ga\_\_減少

他の窓口について調べますか?(Y/N) |: n.

BDESによるボトルネック診断を終了します。

### 3. おわりに

本稿は、BDESのプロトタイプを作成することによって、知識工学手法を用いた一般的な待ち行列ネットワークのボトルネック診断方法を考察した。本手法をより実際のエキスパートシステムとするためには、待ち行列ネットワークにモデル化できる対象システム(例えば、計算機システム、計算機ネットワーク、生産ライン)毎のより専門的な詳細化した知識を導入する必要がある。