

グラフィカル入力と文字入力を併用した待ち行列網モデルの記述表現法

本山 謙太郎[†] 柏木 紘一^{††} 樋上 喜信^{††} 小林 真也^{††}

既存の評価システムでは、評価対象の記述に、用意されたモデルの中から適切なものを選ぶが、用意されているモデルの種類が限られているため、評価対象が限定される。また、利用者は、適切なモデルがどれなのかもわかりにくい。さらに、待ち行列網を評価できるシステムでも、予め与えられた網形状を自由に変更できるわけではなく、分布を指定できるだけなので、記述対象が限られてくる。本研究では、待ち行列網評価システムの評価対象の記述に、グラフィカル入力と文字での入力を併用する記述表現法を提案する。これにより、従来の記述法よりも、表現できる対象が増え、また、容易に表現できる。

Model Description Method which use a Graphical Language and a Character Based Language together for a Queueing Network Model

Kentaro Motoyama[†] Koichi Kashiwagi^{††} Yoshinobu Higami^{††} Shin-ya Kobayashi^{††}

In existing queueing network evaluation system, a user selects the model for among sorts of prepared model and can describe for defining feature of model. Therefore, it is hard for the user to select adequate model, and representing connection between entities is so hard for the user that representing queueing network is difficult. So, we propose the model description method that the user can use in graphical user interface so as to compensate for such weak points. By using it, the user is possible to model easily and must not select which models the user want to use. And, representing connection between entities is easy. Then, we actually model with proposal method and show usefulness with comparing existing queueing network evaluation system.

1 はじめに

年々、ネットワークシステムを初めとする様々なシステムが大規模化、複雑化の道を進んできている。それにより、これらのシステムの設計や改善の際に行うシミュレーションにおいても大規模なモデル、複雑なモデルを扱う必要が増え、その計算時間の短縮というのが大きなテーマの一つとして挙げられるようになった。シミュレーションを高速に行うための方法として、コンピュータの処理速度を向上させることが考えられるが、これは費用および時間に多大なコストを要し、また、その時代における限界がある。

そこで、そのような大規模なものをシミュレ-

ーションする時に、すべてをシミュレーションで行うのではなく、一部を理論解析を用いて計算することで、計算時間の短縮を図り、またシミュレーションの正確さの向上を図れる。本研究では、シミュレーションと理論解析を併用する待ち行列網評価システムの構築を目指す。

本研究は以下の4つの段階を経て行う予定であり、本論文では第2段階までを扱っている。この第1段階と第2段階は評価・解析の高速化とは直接関係ないが、大規模なシステムのモデル記述を容易にするという点で極めて重要である。

1. 評価をするにあたってのモデル記述の表現法の提案
2. 提案した記述表現法が使用できるインターフェースの作成
3. 提案した表現法で記述したモデルを入力とするシミュレータの作成

[†] 愛媛大学大学院理工学研究科情報工学専攻
Computer Science Course, Graduate School of Science and Engineering, Ehime University

^{††} 愛媛大学工学部情報工学科
Department of Computer Science, Faculty of Engineering, Ehime University

4. モデルの一部を理論解析する方法の確立

2 既存の待ち行列網評価システムの問題点

既存の待ち行列理論の評価ツールの一つとして、NTTが開発したTEDAS(Traffic Evaluation and Design Assistant System)[1]がある。TEDASは、インターネットのホームページ上から利用でき、以下の2つのシステムから構成される。

- TEDAS-N
ケンドールの記法で表すことのできるモデルに対する理論解析を行うシステム
- TEDAS-Q
情報システムや通信システムの内部処理などの複雑なものを待ち行列網モデルで表すことで性能評価を行う

TEDAS-Nの場合は、ケンドールの記法で表現されたモデルのリストから、必要なものを選び評価を行う。TEDAS-Qの場合は、最初に必要なノードとクラスの数を入力し、ノードごとに到着時間間隔やサービス時間や行き先を入力する。

このように、TEDAS-Nは、評価対象を表現するために予め用意されたモデルの中から、利用者が適切なものを選ぶことで評価対象を表現する。しかし、用意されている種類が多く、待ち行列に対しての理解が十分でないという選択が困難である。また、待ち行列網には対応していない。一方TEDAS-Qは、待ち行列網には対応しているが、与えられた網形状を自由に変更できるわけではなく、到着時間分布やサービス時間分布や行き先を指定できるだけで、記述対象が限られてくる。

3 記述表現法

3.1 グラフィカル入力による記述表現法

本研究では、記述対象が限定されることなく、利用者が必要に応じてモデルを記述できるような記述表現法を考えた。モデルは予め用意されているものの中から選択するのではなく、モデルを自分で記述することで、待ち行列に対しての理解が十分でなくても利用できる。また、つながりを表現するには、文字で表現するよりも、利用者が必要に応じてサーバや待ち行列を線でつなぐほうが、表現しやすく、利用者も使いやすくなる。このことより、待ち行列のモデル記述には、自分で自由にモデルを作成することができる、グラフィカル入力に適している

考えられる。グラフィカル入力にすることにより、待ち行列網モデルにも対応でき、待ち行列網で重要な、サーバや待ち行列などのつながりが表現できる。しかし、サーバなどを特徴を明確にする必要があるため、すべてをグラフィカル入力で表現するわけではなく、既存のシステムのような文字での入力も組み合わせる。

3.2 構成要素

この節では、モデルを作成するため提案した記述表現法の構成要素をそれぞれ紹介する。

3.2.1 サーバ

基本的なサーバ

基本的なサーバは、あるサービス時間分布に従って到着する客に対しサービスを行うところである。本論文で提案する記述法では、図1で示す図記号でサーバを表す。サーバは下記のような事柄を記述することにより、特徴を明確にすることができる。

- 名前
- 窓口数
- シミュレーション開始時の使用状態
- サービス時間の確率分布過程
- その分布過程を既定する値

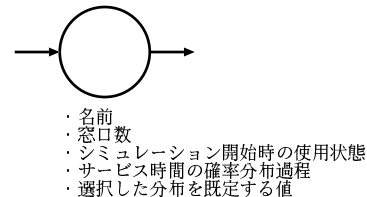


図 1: サーバの記述様式

条件付きサーバ

条件付サーバは、客によって異なるサービスを提供するところである。本論文で提案する記述法では、図2で示す図記号で条件付サーバを表す。条件付サーバは下記のような事柄を記述することにより、特徴を明確にすることができる。

- 名前
- 窓口数
- シミュレーション開始時の使用状態
- 客を分ける条件

- サービス時間の確率分布過程
- その分布過程を既定する値

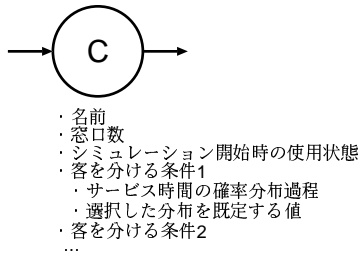


図 2: 条件付きサーバの条件様式

- 選択した分布を既定する値
- シミュレーション開始時に列んでいる客の人数
- 開始時に客がいる場合、列んでいる客の種類
- その客の割合

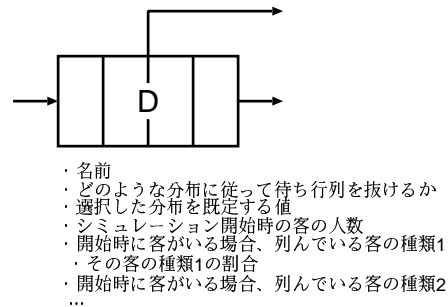


図 4: 待ち時間制約付き待ち行列の記述様式

3.2.2 待ち行列

基本的な待ち行列

基本的な待ち行列は、ある分布に従って到着した客がサーバが空くののを待つ時にできる列である。本論文で提案する記述法では、図 3 で示す図記号で待ち行列を表す。待ち行列は下記のような事柄を記述することにより、特徴を明確にすることができる。

- 名前
- シミュレーション開始時に列んでいる客の人数
- 開始時に客がいる場合、列んでいる客の種類
- その客の割合

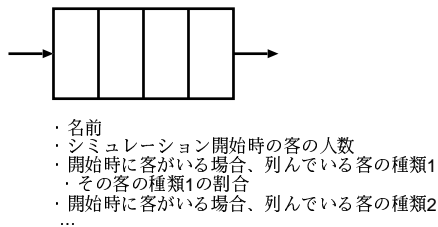


図 3: 待ち行列の記述様式

待ち時間制約付待ち行列

待ち時間制約付待ち行列は基本的な待ち行列に似ているが、客はその待ち行列に列んでからある時間がたつと、待ち行列から抜けていく。本論文で提案する記述法では、図 4 で示す図記号で待ち時間制約付待ち行列を表す。待ち時間制約付待ち行列は下記のような事柄を記述することにより、特徴を明確にすることができる。

- 名前
- どのような分布に従って待ち行列を抜けるか

3.2.3 分岐・マージ

条件分岐

条件分岐は、条件によって客を分ける。本論文で提案する記述法では、図 5 で示す図記号で条件分岐を表す。条件分岐は下記のような事柄を明確にすることにより、特徴を明確にすることができる。

- 名前
- 条件式

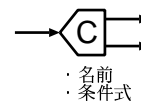


図 5: 条件分岐の記述様式

確率分岐

確率分岐は、確率によって客を分ける。本論文で提案する記述法では、図 6 で示す図記号で確率分岐を表す。確率分岐は下記のような事柄を明確にすることにより、特徴を明確にすることができる。

- 名前
- その行き先を選択する確率
- 行き先

優先順位

優先順位は、条件によって行き先を選択する。本論文で提案する記述法では、図 7 で示す図記号で優先順位を表す。優先順位は下記のような事柄を明確にすることにより、特徴を明確にすることができる。

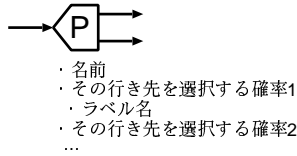


図 6: 確率分岐

- 名前
- 優先順位

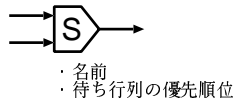


図 7: 優先順位の記述様式

空き待ち

空き待ちは、次にサービスを受けるサーバが複数ある場合、サーバが空いたらそこに次の客が行く場合、客を案内するところである。本論文で提案する記述法では、図 8 で示す図記号で空き待ちを表す。空き待ちは下記のような事柄を明確にすることにより、特徴を明確にすることができる。

- 名前

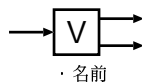


図 8: 空き待ちの記述様式

3.2.4 到着・退去

到着位置

到着位置は、客が網内に到着する場所である。本論文で提案する記述法では、図 9 で示す図記号で到着位置を表す。到着位置は下記のような事柄を明確にすることにより、特徴を明確にすることができる。

- 名前
- 客の到着の確率分布過程
- 選択した分布を既定する値

退去位置

退去位置とは、客が網内からでていくところである。本論文で提案する記述法では、図 10 で示す図記号で退去位置を表す。退去位置は下記のような

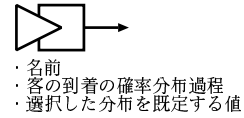


図 9: 到着位置の記述様式

事柄を明確にすることにより、特徴をめいかにすることができる。

- 名前

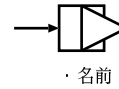


図 10: 退去位置の記述様式

4 入力ツールと記述例

4.1 入力ツール

今回提案した記述表現法を使用してモデルを記述できる入力ツールを図 11 に示す。



図 11: 入力ツール

この入力ツールでは、左側に並んでいる図記号から必要なものを選び、アイコンをクリックすることで画面にその図記号とダイアログボックスが表示される。表示されたダイアログボックスの「名前」は自動的に割り当てられるが、後から自由に変えることができる。例としてサーバを選んだ場合の表示を図 12 に示す。

表示されたダイアログボックスには、その図記号の特性を記述する。図 13 はサーバの特性を記述したものである。ダイアログボックスに記述する内容は、前章で述べたように、図記号ごとに記述する

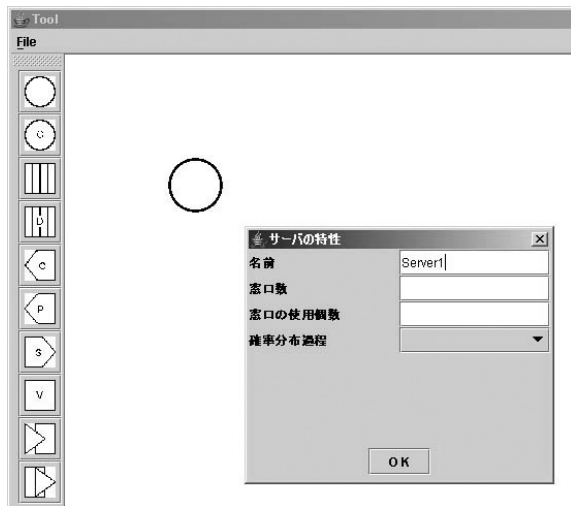


図 12: 記述例 (サーバ)

特性が異なるため、ダイアログボックスに表示・記述される内容も異なる。サーバの場合、「名前」は前述した通り、すでに予め入力されている。「窓口数」には、サーバに必要な窓口の数を数字で入力する。「窓口の使用個数」には、シミュレーション開始時にいくつの窓口が使用されているかを数字で入力する。これにより、定常状態からでもシミュレーションが開始できる。「確率分布過程」には、サービス時間がどのような分布に従うかをリストから選択し、その下に選択した確率分布過程を既定する値(平均、分散等)を入力する。



図 13: ダイアログボックス (サーバ)

このように図記号を任意の位置に配置し、線をつないでいくことで網の接続関係を記述する。具体的に線を引く操作は、まず客が出発する図記号をクリックし、次に行き先の図記号をクリックすること

で、それらの図記号の間に線が引かれる。図記号の値を確認したい場合は、その図記号の上でダブルクリックすることで、図 14 のように図記号の下に表示されるので、確認できる。また、訂正したい場合は右クリックすることで、さきほどと同じダイアログボックスが表示されるので、訂正可能である。

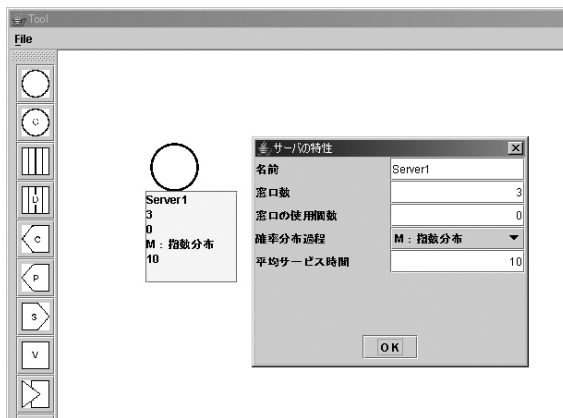


図 14: 表示例

4.2 記述例

例として、A、B、C の 3 つのノードから成り、A から B、B から C、A から B を経由して C、というようにデータ・音声 packets を転送するネットワークシステムを考える。このシステムでは、音声 packets を出力バッファでまっているデータ packets より先に優先して転送する。このようなシステムを、本論文で提案する記述表現法を使用して、モデルを記述したものが図 15 である。

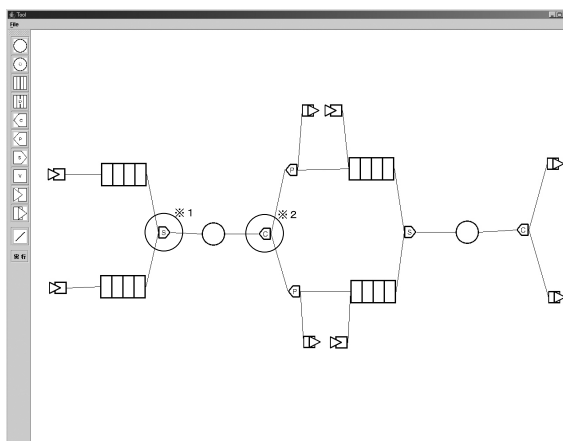


図 15: モデル記述例

このように、それぞれの図記号の関係は利用者

が線でつなぐことができるので、利用者は表現しやすい。

ここで、図 15 の※ 1 の円の中の図は優先順位の図記号であり、これによりデータ・音声の優先順位を表している。※ 2 の円の中の図は条件分岐の図記号であり、この図記号がデータ・音声をそれぞれ別の行き先に分けていることを表している。このように、優先順位の決定や分岐を図記号で表しているの、見ためもわかりやすい。

さらに、それぞれの図記号を既定する値を、図 16 のように同時に複数を表示させることもでき、それらを参照しながら他の図記号に対する記述も行える。

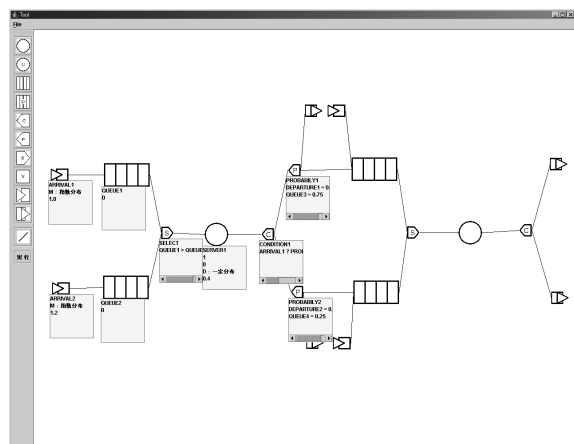


図 16: モデル記述例

5 まとめ

本論文では、既存の待ち行列網評価システムの問題点を挙げ、その問題を解決できるような記述表現法を提案した。

グラフィカル入力を用いることで、モデルを予め用意されているものの中から選択するのではなく、モデルを自分で記述できるので、待ち行列に対する理解が十分でなくても利用できるようになった。また、網の接続関係をサーバや待ち行列などの図記号間を線でつなぐことで表せるので、文字でつながりを表現するよりも表現しやすく、わかりやすくなった。さらにサーバや待ち行列も条件を持たせることにより、より複雑なモデルにも対応できるようになり、現実に近い表現ができるようになった。

参考文献

[1] Traffic Evaluation and Design Assistant System, “<http://www.mmlab.tnl.ntt.co.jp>”,

NTT Communication traffic project

- [2] K.Motoyama, K.Kashiwagi, Y.Higami, S.Kobayashi “Model Description Method for a Queueing Network Evaluation System”, Advanced Computer Systems COMPUTER INFORMATION SYSTEM and APPLICATIONS vol.1(pp.372-379), Jan. 2004
- [3] 本山謙太郎, 柏木紘一, 樋上喜信, 小林真也 “待ち行列網評価システムのための記述表現法”, 電気関係学会四国支部連合大会 講演論文集 (pp.284), Sep. 2004