

# 法政大学学術機関リポジトリ

HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

PDF issue: 2025-05-20

## 通信プロトコル性能評価用シミュレーション システムの機能拡張

吉田, 裕 / YOSHIDA, Yutaka / 小菅, 美帆 / KOSUGE, Miho

---

(出版者 / Publisher)

法政大学計算センター

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

Bulletin of Computer Center, Hosei University / 法政大学計算センター研究  
報告

(巻 / Volume)

10

(開始ページ / Start Page)

35

(終了ページ / End Page)

38

(発行年 / Year)

1997-03-31

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00024729>

# 通信プロトコル性能評価用シミュレーションシステムの機能拡張

小菅 美帆

法政大学大学院工学研究科

吉田 裕

法政大学工学部電子情報学科

通信プロトコルの性能評価にはシミュレーション解析が適している。シミュレーションプログラム作成支援ツールとして、通信プロトコル性能評価専用シミュレーションシステムをC++言語を用いて作成した。通信プロトコルの性能に影響を与える具体的なプロトコル仕様は数多くあり、それら全てに対応することが望ましいが非常に困難である。今回は伝送割り込みの実現と過渡現象の解析を容易にすることを試みた。

## 1. はじめに

新しいプロトコルを設計する場合、その性能評価を行なう必要がある。そのプロトコルを使用したことによる遅延時間や回線の利用率などを解析するためである。通信プロトコルの性能評価は、数値解析が困難であったり複雑であることからシミュレーションで行なうことが有効とされている。

シミュレーションを行なうには、一般に汎用のプログラミング言語を使用するか市販のシミュレーションシステムを用いる。これらの方法にはそれぞれ長所、短所があり、どちらの方法をとるかによりプログラムの作成時間や動作の表現の自由度などが変わってくる。そこで、それぞれの短所をできるだけカバーするものとして、通信プロトコル用の機能を備えた通信専用のシミュレーションシステムの作成を行なった。

今回は、シミュレーションシステムの基本的な部分や通信プロトコル用の機能として順序並べ替えなどの機能をC++言語を用いて作成したことを報告した[8]。今回は、プログラミング言語にC++を使用しシステムを再構成し、通信プロトコル用の機能として割り込み伝送と輻輳制御等により生じる過渡状態に関する解析を行なうための機能を作成した。

ここでは、今回作成したシミュレーションシステムの概要および通信プロトコル用の機能について説明する。

## 2. シミュレーションシステム SLCP

本シミュレーションシステムは、SLCP (Simulation Language for Communications Protocols) という離散型シミュレーションシステムである。

## 2.1 目的

SLCPは、特定のモデルに関するシミュレーションを行なうためのシミュレーションプログラムではなく、シミュレーションプログラムを作成する際に使用することができるシミュレーションツールのことである。

通信プロトコルに影響を与える要因として、階層構造、伝送遅延、フレーム形式、多重化、割り込み伝送、輻輳制御等による影響などがあげられる。今回の作成では、割り込み伝送と輻輳制御等によって生じる過渡現象に着目した。

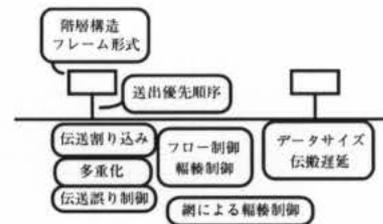


Fig. 1. 通信プロトコルに影響を与える要因

このような機能を追加することによって、通信プロトコルの性能評価をよりスムーズに行なうことができるシミュレーションシステムを作成するのが目的である。

## 2.2 使用言語

本シミュレーションシステムは、C++を用いて作成した[2][3][4]。

各機能の動作は関数として存在している。また、個々の機能はさまざまなデータを持っている。これらのデータはその機能動作の関数のみでなく他の機能動作関数中で使用されることも多い。このため、機能ごとのデータの管理が行ないづらくなってしまっていた。

そこで、データに関する混乱を避けるために、C++の特徴であるクラスを使用した。それぞれの機能においてその機能の内部状態を表す変数をデータメンバとしてとり入れた。また、このデータメンバの更新等の操作を行なう関数をメンバ関数とした。このメンバ関数の呼び出しや他の機能の内部状態の参照などを行なう関数が、機能を表す関数となる。この関数が、SLCPの持つ機能となりこれを並べることによりシミュレーションプログラムを作成する。

用意されたクラスは主にサーバや待ち行列といった機能のクラスであるが、ほかにシミュレーションを進めていく上で重要となってくるデータが存在する。これらのデータについてもクラスを作成した。

- シミュレーション内の時間管理を行なうクラス
- 発生した個々の要素の持つデータの管理を行なうクラス
- イベントの登録、管理を行なうクラス

## 2.3 構成

SLCPはプログラムを構成するための機能とシミュレーションを行なう際に内部で使用される関数から構成されている。シミュレーション実行の際に必要な関数として、シミュレーション内の時間管理を行なう関数、出力関数、乱数発生関数などがあげられる。

シミュレーションプログラムを構成する機能は、その性質から以下の3つの系に分けることができる。

- シミュレーション系  
実際にシミュレーションを行なうプログラムを構成するための機能を持つ。
- 観測系  
シミュレーション側に指定された間隔で情報を取りに行くための機能を持つ。
- 設定、更新を行なう系  
シミュレーションの初期設定および時変パラメータの初期設定、時間経過に伴う更新を行なう機能を持つ。

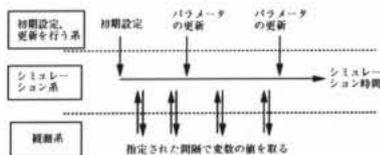


Fig. 2. 3つの系の関係

## 3. 作成した機能

### 3.1 観測系 [5]

3.1.1 観測系の目的. 従来、通信トラフィックに関するシミュレーションをおこなうとき、定常状態の解析が行なわれることが多い。このため、従来のシミュレーションシステムは、定常状態における統計をとるような機能が備えられている。しかし、輻輳制御を行なったりすることによりプロトコルにどのような影響が出てくるかとい

うような評価を行なう場合には、過渡的な状態の解析が必要となってくる。

過渡状態における解析や時変パラメータを持つモデルの解析を行なう場合は、次のようなことに注目しなければならない。

- 発生可能な乱数の長さが有限である。
- ある時点での状態の統計をとるため、シミュレーションを多数回繰り返さなくてはならない。

これらの条件を満たすために、シミュレーション時間は短くしなければならない。

このようにして統計をとるには従来の機能では不都合が多いため、このような動作を行なうような機能を観測系として作成した。

3.1.2 観測系の機能. 観測系は、観測するタイミングをはかる機能と観測する変数の値を取りに行く機能から成る。

このふたつの機能をタイミングごとに変数の値を取りに行く機能というひとつの機能として作成することも考えられたが、別にすることにより定期的に何かを行なうような場合にタイミングをはかる機能を利用することができるなどの使用方法もあるためふたつに分けて作成を行なった。

今回作成した機能は、以下のような動作をする。

- 観測するタイミングをはかる機能 timer  
引数として観測開始時刻と観測間隔を持つ。観測開始時刻から与えられた観測時間毎にシミュレーション側の状態を観測しに行くようにきっかけをつくり出す動作を行なう
- 観測する変数の値を取りに行く機能 sample  
系内呼数、残余サービス時間のいずれかを引数で選択する。指定された変数の値をシミュレーション側に取りに行く動作を行なう

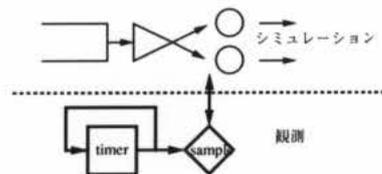


Fig. 3. 観測系の機能

この他に、観測系では観測する変数の値を取りに行く機能により収集された値の統計をとることも行なう。

観測を行なう間隔は、観測対象により適切な間隔が存在するためいろいろなパターンを用意することが要求される。今回は一定間隔と公比間隔の2パターンを作成した。また、観測する変数についてもさまざまなものが考えられるが、今回統計をとることのできる変数は、系内呼数と残余サービス時間である。

### 3.2 割り込み関係の機能 [6]

3.2.1 割り込みの仕様. マルチメディア通信の発展に伴い、音声、画像などのさまざまな種類の情報を扱う必要

が生じてきた。これら複数のメディアデータが同一回線で伝送されるような場合を考えた時、要求される伝送遅延の短いデータ（優先度の高いデータ）を優先的に伝送するために、使用中の回線を割り込み使用させることが考えられる。このようなモデルに対応できるような機能の作成を行なった。

割り込みには、次の2つの型がある。

- 割り込み継続形  
割り込まれたデータが再び伝送を開始する場合、割り込みの起こった時点の続きから再開する。
- 非割り込み形  
伝送が終了した時、次に伝送すべきデータとして待ちデータ中の最高優先権のデータを選択する。データ伝送中に割り込みは起こらない。

作成した機能はどちらの場合にも対応できる。

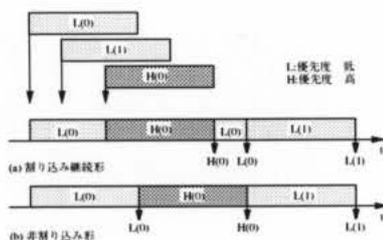


Fig. 4. 割り込み伝送の例

3.2.2 割り込みの機能の作成。割り込みの動作を行なう機能を作成する場合には以下のようなものが考えられる。

- 割り込みに関する動作の大部分をひとつの機能で行なう
- 割り込み用の待ち行列とサーバに分ける
- 割り込み選択機能を作成し、待ち行列、サーバは既存のものを使用
- 待ち行列、サーバ、選択機能ともに既存のものに手を加え作成

ここで、既存の待ち行列、サーバとは、すでに作成の終了している一般の待ち行列やサーバのことである。

今回は既存の待ち行列、サーバに割り込みに対応できるように手を加え、割り込みに関する動作を行なう選択機能を作成することにより割り込みの動作を実現する方法をとった。これは、従来の機能を利用することにより作成にかかる手間を削減することができ、また、やたらと機能の数が増えるのをおさえることができるためである。

優先順位の数に制限はなく、複数のサーバに対して割り込みを行なうことができる。また、割り込み継続形と非割り込み形とは引数で指定することにより、使い分けることができる。

従来のシミュレーションシステムにも割り込みの動作を行なう機能が備えられているが、単一サーバに対してしか割り込みを行なうことができない。しかし、この機能では複数サーバに対して割り込みを行なうことができるようになってきている。

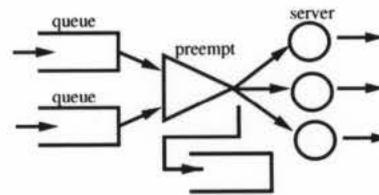


Fig. 5. 割り込み伝送のモデル例

#### 4. おわりに

通信プロトコルの性能評価を効率良く行なうようにするために、通信プロトコル用のシミュレーションシステムの作成を行なった。

作成言語にC++を使用したことにより、機能ごとのデータ管理を行ないやすくなることができた。また、プログラムにまとまりができ、新しい機能の追加などが比較的楽にできるようになった。

通信プロトコル用の機能として観測系と割り込みの機能の作成を行なった。これらの機能を使用することにより過渡状態の解析やデータに優先順位があるような場合の評価をスムーズに行なうことができるようになった。

通信プロトコルに影響を与える要因にはさまざまなものがあり、今回作成するにあたり対象としたものはごく一部である。したがって、今回作成した機能以外にも多くの機能が考えられる。よって、より通信プロトコルの性能評価を行ないやすくするために、機能の追加を行なっていくことが今後の課題である。

#### REFERENCES

- [1] 森戸晋, 相原えり子: "SLAMII によるシミュレーション入門", 構造計画研究所, 昭和 61 年 10 月。
- [2] Bjarne Stroustrup: "プログラミング言語 C++", 株式会社トッパン, 1993 年 11 月。
- [3] 山下浩, 黒羽裕章, 黒岩健太郎: "C++ プログラミングスタイル", オーム社。
- [4] Richard S. Wiener, Lewis J. Pinson: "C++: オブジェクト指向プログラミング", 株式会社トッパン, 1989 年 9 月。
- [5] 小菅美帆, 吉田裕: "観測系つき通信トラヒックシミュレーションシステム", 電子情報通信学会春季大会 (1996) B-747。
- [6] 小菅美帆, 北村平, 吉田裕: "割り込み伝送通信トラヒックシミュレーションシステム", 電子情報通信学会秋季大会 (1996) B-667。
- [7] Louis Baker: "C 言語 数学関数ハンドブック", 技術評論社, 平成 5 年 2 月。
- [8] 小菅美帆, 吉田裕: "通信プロトコル性能評価用シミュレーションシステム", 法政大学計算センター研究報告 9, 61-66 (1996)。

キーワード.

通信プロトコル, 割り込み伝送, 過渡状態解析, C++  
.....

Summary.

**Extention of Simulation System for Communications Protocol Performance Evaluation**

Miho Kosuge

Department of Electrical Engineering, Hosei University

Yutaka Yoshida

Department of Electronic Informatics, Hosei University

Computer simulation analysis is suitable for communications protocol performance evaluations. Usually, general purpose simulation systems are used for such evaluations, but they are inconvenient to make up detail mechanisms of communications protocols and require much time for execution of simulation. We design simulation supporting tool for communications protocols, special purpose simulation system SLCP. Generally, communications protocols may involve many specification items, and it is difficult to support all of them. This system is designed using C++ language and includes new functions for interruptive transmission and transient state performance analysis.

Keywords.

Communications Protocol, Interruptive Transmission, Transient State Analysis, C++