

オブジェクト指向によるソフトウェア開発においては、データ構造とふるまいの両者を外部に隠べいたオブジェクトとしてプログラムモジュールを実現する。したがって、モジュール内部構造の外部に対する独立性が高く、その修正や交換が他のモジュールに与える影響を最小限に抑えることができ、ソフトウェアの再利用性を飛躍的に高める。

ここでは、オブジェクト指向のこれらの性質をシミュレーションに適用した事例として、通信ネットワークの標準プロトコルの実装、新たなプロトコルの開発における機能・性能の効率的な事前評価に利用されているネットワークシミュレータと、エレベーター群管理システムの最適な群管理アルゴリズムの開発と台数設定などのシステム計画で利用されているエレベーター群管理シミュレータを紹介する。

In object-oriented software development, a program module is realized in the form of an object that hides its data structure and behavior. The inside structure of each module is, therefore, highly independent of other modules, and the modification or replacement of a module will not affect other modules. This feature could dramatically raise the reusability of software.

This paper introduces two examples of application of object-oriented simulation technologies. These are a network simulator employed to evaluate the implementation of standard protocols or the development of new protocols, and an elevator group control system simulator used for developing optimal control algorithms or designing system specifications.

LAN 開発・設計のためのシミュレーション技術

Network Simulation for LAN Development and Design

小林 光子 塩原 康壽
M. Kobayashi Y. Shiobara

1 まえがき

近年、通信ネットワークは高性能化、広域化するとともに、マルチメディアデータの取込みなどによりそのアプリケーションが多様化してきた。このため、ネットワークの開発・設計においては、事前に機能検証および性能評価を行い、その結果を開発・設計にフィードバックすることが必須(す)となりつつある。

筆者らは、これらの検証・評価を行う場合に、プロトコル要素の追加、拡張、組合せが柔軟に行えるイベント駆動型シミュレータ FNSim (Flexible Network Simulator) を開発したので、その概要と適用事例を紹介する。

2 ネットワークシミュレータ FNSim

ネットワークシステムの機能検証、性能評価にはシミュレーションが有効であるが、ネットワークアーキテクチャの異なるシステムをシミュレーションするには、シミュレーションモデルの変更が必要となる。

ネットワークアーキテクチャが、通信プロトコルを積み重ねる層構造であること、また、通信プロトコルのサービスがその上下層と独立していることから、オブジェクト指向設計技術を取り入れた FNSim を開発した(図1)。FNSim では通信プロトコルをオブジェクトとして扱っている。

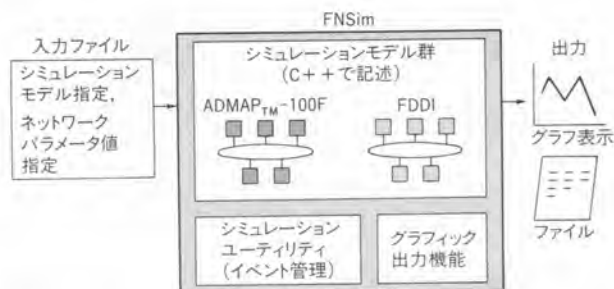


図1. FNSim の構成 入力ファイルを指定してシミュレーションを実行すると、CRT 上あるいはファイルにその結果が出力される。

Configuration of FNSim

FNSimでオブジェクト指向技術を採用するにあたってのねらいは次のとおりである。①シミュレーションモデルを通信プロトコルオブジェクトの組合せとすることで、ネットワークアーキテクチャの違いに柔軟に対応できる。②新たに開発する通信プロトコル機能の検証では、その機能をクラスあるいはメソッドと定義することにより、ほかのクラスの変更を最小限に抑えながら、シミュレーションモデルを構築することができる。これらによりFNSimは、種々の国際標準あるいは業界標準通信プロトコルや、新しい通信プロトコルのモデル化に柔軟に対応できる。

さらに、FNSimの設計にあたっては、各通信プロトコル間でのPDU(Process Data Unit)の受渡しと、オブジェクト指向プログラミングにおけるオブジェクト間のメッセージパッシングとの類似性に着目し、通信プロトコルオブジェクト間のメッセージパッシングをイベントとして処理した⁽¹⁾。すなわち、通信プロトコルオブジェクトからのメッセージパッシングがその通信プロトコル処理の完了を意味し、次の通信プロトコル処理を待つことを表しており、ネットワーク開発者にとって理解しやすいモデルとなったものと自負している。

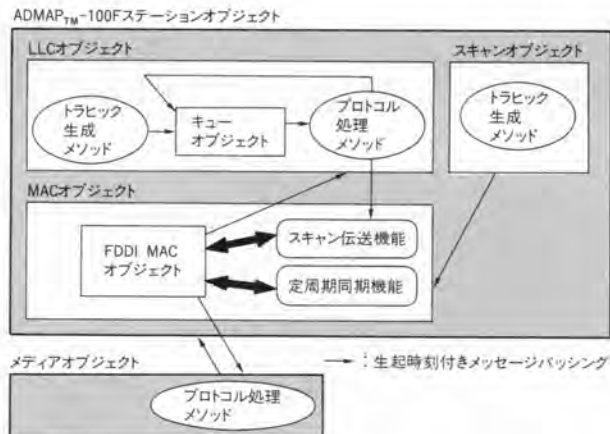


図2. ADMAPTM-100Fのシミュレーションモデル ADMAPTM-100Fシミュレーションモデルのオブジェクト構成、およびメッセージパッシングを示す。

Simulation model of ADMAPTM-100F

よりADMAPTM-100Fを表現している。当社独自機能であるスキャン伝送機能、定周期同期機能がMACオブジェクトのメソッドとして、FDDI MACオブジェクトとは独立している。このように、標準部分と独自部分の機能を切り分けてシミュレーションモデルを構成でき、シミュレーションを効率よく行うことができる。

図3はシミュレーション結果の一例である。ノード数が30、スキャン伝送周期が1ms、各周期でつねに0.5msのスキャンデータが流れている状態で、メッセージデータおよびファイルデータの送信要求がランダムに発生するときのファイル転送時間を、シミュレーションにより求めた。

メッセージデータは、指数分布に従って送信要求を発生させたデータ長512ワードのLLCタイプ1データにより、1ms中の平均トラヒック負荷が10、20、30、40%となるように増加させた。またファイル転送は、データ長が10K、20K、40Kワードの3種類について、各場合とも1ms中の平均トラヒック負荷が1%であるように指数分布に従って転送要求を発生

3 ADMAPTM-100Fへの適用

FNSimの適用例として、ADMAPTM-100F(表1)の開発における機能検証、性能評価を紹介する。

表1. ADMAPTM-100Fのシステム仕様
System specifications of ADMAPTM-100F

データ伝送速度	100 Mbps
媒体アクセス方式	トークンパッシングリング(FDDI準拠)
伝送距離	リング全長 最大100 km
ステーション数	最大255台
伝送モード	スキャン伝送 <ul style="list-style-type: none"> — 高速(1ms~160ms) — 中速(10ms~1,000ms) — 低速(100ms~10s) メッセージ伝送 <ul style="list-style-type: none"> — アソシエーション型 — アソシエーションレス型
スキャン伝送容量	全128Kワード(1ワード=16ビット)

ADMAPTM-100Fは当社の統合制御システムCIEMACTMの基幹LANであり、国際標準規格FDDI(Fiber Distributed Data Interface)に準拠した伝送速度100Mbpsの高速光LANである。業界標準プロトコルによる情報処理系でのオープン性と、当社独自のスキャン伝送機能による制御系特有の高速リアルタイム性とを両立させ、情報処理系と制御系の統合化を可能とした⁽²⁾。

図2はADMAPTM-100Fシミュレーションモデルである。LLC(論理リンク制御)、MAC(メディアアクセス制御)オブジェクトなどの通信プロトコルオブジェクトを含むステーションオブジェクトと、伝送路を表すメディアオブジェクトに

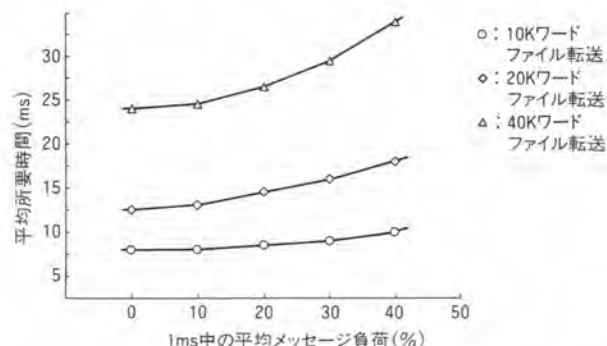


図3. ファイル転送時間シミュレーション結果 スキャンデータトラヒックが一定でメッセージトラヒックを増加させた場合のファイル転送平均所要時間である。

Results of ADMAPTM-100F file transfer simulation

させた。ファイルデータは1Kワードごとに分割し、LLCタイプ1データとして転送した。

この場合、平均メッセージ負荷が40%のときには、40Kワードのファイル転送に平均約32msかかることがわかる。

4 あとがき

FNSimによるADMAP_{TM}-100Fの機能確認、性能確認結果の一例を紹介した。今後は開発、設計段階だけでなく、増設、変更などの運用段階でのネットワークシステムの性能評価が重要になる。今回紹介したオブジェクト指向シミュレーション技術が有用である。

エレベーター群管理システムの計画・設計のためのシミュレーション技術

Simulation Technologies for Elevator Group Control System Planning and Design

今崎 直樹 久保 進
N. Imasaki S. Kubo

1 まえがき

乗客に不快感を与えず、かつ効率的にエレベーターを運行させるには、ビル計画時の設備設計や群管理アルゴリズムの事前検証⁽³⁾が重要である。しかし、アルゴリズムの効果を数式などで推測することは困難であるため、検証の手段としては一般にシミュレーションが利用される。

ここでは、オブジェクト指向の考えかたに基づき構築されたエレベーター群管理シミュレータを紹介する。このシミュレータは、オブジェクト指向によりモジュール化が徹底され、各モジュールの独立性が高いため、エレベーター設備の仕様や群管理アルゴリズムの記述・変更が容易かつ迅速にできる。シミュレーションは、乗客の発生(乗場呼び)、行き先指示(かご呼び)、乗客の乗降などのイベントにより進行する離散事象駆動型である。

開発にはオブジェクト指向言語 Smalltalk^(注1)を採用した。シミュレーションや設備仕様などの設定変更はすべてソースコードの変更で行う。一見危険に見えるが、変更を逐次的に行うことができるうえ、その結果は直ちにシミュレーションに反映され効果を確認できる。また、高度にモジュール化さ

(注1) Smalltalk は、米国 ParcPlace 社の商標。

れたソースコードであるので、ユーザに公開してもシステム全体に悪影響を与えるような問題はない。逆に、ユーザにはバイナリコードだけを提供し、あらかじめ設定したパラメータだけの変更しか認めない場合には、どうしても細かい仕様に対して対処ができず、結局そのシミュレータは利用価値を失ってしまうと思われる。

2 オブジェクト指向によるシミュレーションモデル記述

シミュレーションモデルを図4に示す。エレベーター群管理シミュレーションに必要な要素であるビル、エレベーター(かご)、群管理部、乗客などはすべてオブジェクトとして定義される。乗客オブジェクトは、実在のビルからの測定値を利用するか、または内蔵する乱数発生機能を用いて乗客発生部で順次生成される。シミュレーションは、主に乗客オブジェクト、かごオブジェクトと、群管理部オブジェクト間の、サービス要求などのメッセージのやりとりにより進行する。

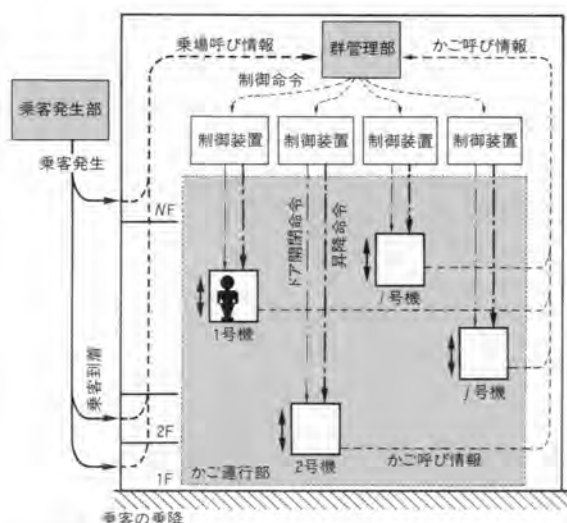


図4. シミュレーションモデル 乗場呼びやかご呼びなどのイベントによりシミュレーションが進行する。

Simulation model

群管理部とかご運行部がメッセージ交換で結合するため両者の独立性が高く、かご運行部や群管理アルゴリズムの開発、修正が互いにまったく独立に実施できる。また、オブジェクトクラスの継承機能によって、ある群管理アルゴリズムに特殊機能を付加したような群管理アルゴリズムの派生クラスを容易かつ安全に作成できる。元の群管理アルゴリズムはそのまま保存されるため、必要に応じて群管理アルゴリズムの切換えができる。また、元の群管理アルゴリズムを改良した場合、その結果は派生した群管理アルゴリズムにも自動的に適用される。

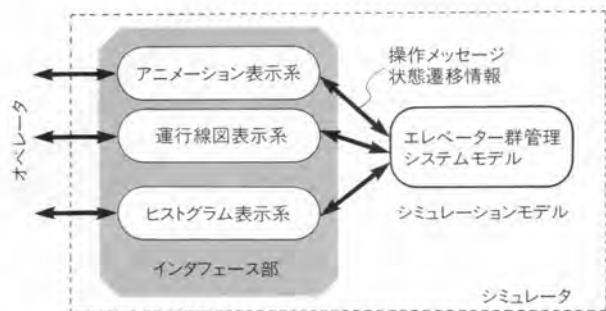


図5. MVCモデル 一つのモデルに複数のインタフェースを設けることで、情報をわかりやすく提供する。

MVC model

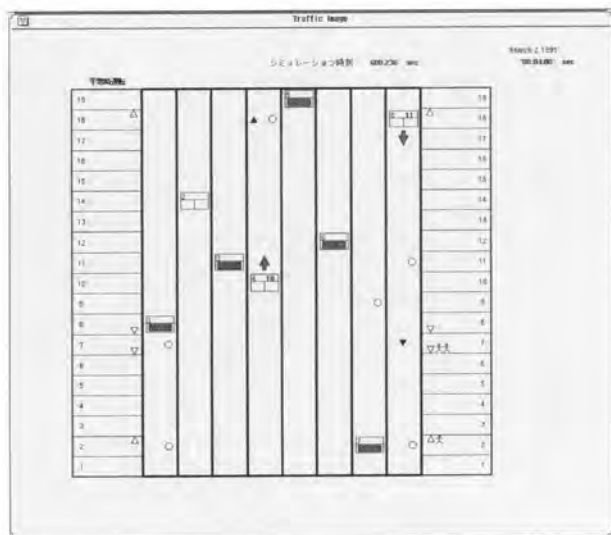


図6. ビルアニメーションウィンドウ ある時点におけるすべてのがこの動きが視覚的に読み取れる。

Building animation window

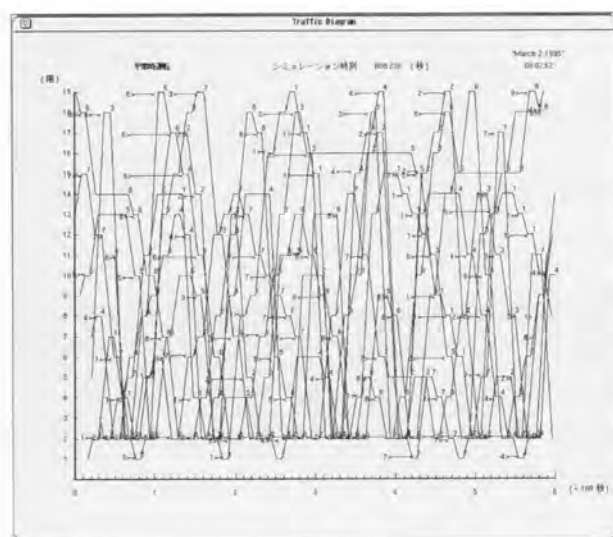


図7. 運行線図ウィンドウ 時間を追ってかごがどのようにサービスを行ったかを知ることができる。

Traffic diagram window

3 ユーザインタフェース

シミュレーションの経過・結果は、GUI (Graphical User Interface) によってわかりやすい形で提供される。実装には、シミュレーションモデルとインタフェース部を明確に切り分ける MVC (Model, View, and Controller) モデル⁽⁴⁾を採用している。図5に示すように、一つのシミュレーションモデルに対して複数の表示系を切り換えて、あるいは同時に用いることを可能にした。

シミュレーション実行時の出力系としては、エレベーター1台1台の動きがわかりやすいアニメーション(図6)、全体の運行状態が把握できる運行線図表示(図7)の2種を備えている。また、シミュレーション終了時の出力系として、待ち時間分布などの統計値のヒストグラム表示も備えている。

4 あとがき

オブジェクト指向の採用により、エレベーター設備の仕様や群管理アルゴリズムの頻繁な変更に対応が容易かつ迅速に対応できるエレベーター群管理シミュレータが実現できた。このシミュレータは、ビル計画時のエレベーター設備設計やシステム開発初期段階での群管理方式の検証の大きな戦力である。

文献

- (1) M. Kobayashi, et al: A LAN SIMULATOR BASED ON OBJECT-ORIENTED DISCRETE EVENT-DRIVEN MODEL, SIM94 ORSJ, pp.110-114 (1994)
- (2) 指田吉雄, 他: 情報・制御統合 LAN ADMAP™-100F, 東芝レビュー, 48, 10, pp.733-737 (1993)
- (3) 久保 進, 他: ファジィニューラルネット応用エレベーター群管理システム, 東芝レビュー, 49, 9, pp.627-630 (1994)
- (4) L.J.ピンソン, 他: Smalltalk: オブジェクト指向プログラミング, トッパン, (1990)



小林 光子 Mitsuko Kobayashi

1989年入社。制御用LANの研究・開発に従事。現在、重電技術研究所エレクトロニクス開発部。
Heavy Apparatus Engineering Lab.



塩原 康壽 Yasuhisa Shiobara

1972年入社。制御用LANの研究・開発に従事。現在、重電技術研究所エレクトロニクス開発部主幹。
Heavy Apparatus Engineering Lab.



今崎 直樹 Naoki Imasaki

1988年入社。知的制御技術の研究・開発に従事。現在、研究開発センター システム・ソフトウェア生産技術研究所主務。
Systems & Software Engineering Lab.



久保 進 Susumu Kubo

1980年入社。エレベーター群管理制御装置の開発・設計に従事。現在、府中工場昇降機開発設計部主査。
Fuchu Works