

衛星を利用した通信システムのモデル化について

小松俊雄* 野瀬純郎* 城下輝治**

tkomatsu@po.ntts.co.jp

* NTTソフトウェア・E&Solution Center ** NTT 情報通信研究所
〒231-8551 横浜市中区山下町209 〒238-0847 横須賀市光の丘1-1

衛星を利用して映像や電子新聞等のマルチメディア情報を多数のユーザに提供する、情報分配サービスが期待されている。このような状況に対応するため、事前に登録された数千規模の正しいユーザに確実に送信できる高信頼性マルチキャスト通信プロトコルRMTP (Reliable Multicast Transport Protocol)⁽¹⁾が、NTT情報研から提案されている。本稿は、既存のプロトコルUDP (User Datagram Protocol) やTCP (Transmission Control Protocol) を使用してサービスを行っているシステムに、新たにRMTPを使用したサービスを追加した場合、その影響度をシミュレーションによって評価するためのモデル化手法について述べている。モデル化に当たっては、市販のシミュレーションツールOPNET⁽²⁾を使用している。

Modeling of the Communication System Utilized a Satellite

Toshio Komatsu* Junro Nose* Teruji Shiroshita**

tkomatsu@po.ntts.co.jp

*NTT Software Corporation, E&Solution Center *NTT Information and Communication Systems Laboratories
209 Yamashita, Naka, Yokohama, Kanagawa, 231-8551 Japan 1-1 Hikarinooka, Yokosuka, 238-0847 Japan

The information distribution service by utilized a satellite is prospective. Corresponding to such situation, reliable multicast transport protocol RMTP which can transmit a multimedia information surely to right users of several thousand scale registered before was suggested from NTT Information and Communication Systems Laboratories. This paper describes a modeling technique to evaluate the influence degree by simulation, when the service used RMTP is given afresh into the services used existing protocol UDP and TCP. A marketing simulator OPNET is used this time.

1. はじめに

衛星を利用した通信システム(以下、衛星通信システムと称する)で、衛星の特徴である同報性、高速性、高品質性、大容量性、広域性を活かした種々のサービスが提供されつつある。例えば、テレビ会議システム、映像配信、音楽配信、イベント中継などがそうであり、今後ますます普及する方向にある。また、このような中で、マルチメディア情報(コンテンツ)を高信頼に、すなわち事前に登録されたユーザに誤りなく一斉に届ける、情報分配サービスの必要性も高まりつつある。例えば、電子新聞やソフトウェア等のパッケージ化されたデジタル情報の分配サービスがそれである。

この状況に対応するため、事前に登録された数千規模の正しいユーザに確実に送信できる高信頼性マルチキャスト通信プロトコル RMTMP が、NTT情報研から提案されている。RMTMP は、下位のプロトコル IP(Internet Protocol)のマルチキャスト機能を利用して、トランスポートレイヤに相手確認、再送機能を補完したプロトコルである。数千端末までを対象とした大規模配送、大容量ブロックによる通信、応答の紛失や端末の異常状態に対する例外処理など、従来のマルチキャストプロトコルにはない特徴を持っている。

本稿では、衛星通信システムでテレビ会議システム、映像配信、イベント中継、WWW(World Wide Web)のサービスが実行されている中に、RMTMP を使用したサービス(以下、RMTMP サービスと称する)を追加した場合、システムがどのような影響を受けるかをシミュレーションによって明らかにするための、モデル化手法を示している。WWW は、現在まだ衛星でサービスされていないが、衛星の持つ大容量性、高速性を活かしてホームページへのアクセス時間を短縮するため、今後サービスされる可能性が高いので対象としている。RMTMP では、高信頼性を実現するために、衛星からの送信に対するユーザの応答を地上網を介して行うため、衛星以外に地上網もモデル化の対象にしている。

シミュレーションに当たっては、モデル化をどの

精度まで行うかが常に問題となる。今回、プロトコル自体の性能も評価の対象としているので、かなり精度の高いモデル作成を行っている。現在、ネットワークに関する種々のシミュレーションツールとして、OPNET、COMNETⅢ⁽³⁾、SES/Strategizer⁽⁴⁾、Performable/Net⁽⁵⁾、SeeNET/OP⁽⁶⁾等が市販されており、それぞれそれなりの特徴を備えている。今回は、詳細なレベルでプロトコルがモデル化でき、新たなプロトコルも組み込める OPNET を使用している。

2. 衛星通信システムの概要

2.1 衛星通信システムの構成

衛星通信システムの構成を図1に示す。衛星通信システムは、1台のWarehouseと1,000台のKiosk群、衛星および地上網からなる。Warehouseはアンテナ、送受信機、サーバ、ルータで構成され、LANによって接続されている。KioskもWarehouseと同じような装置構成であるが、サーバではなく数台のクライアントがLANに接続されている。

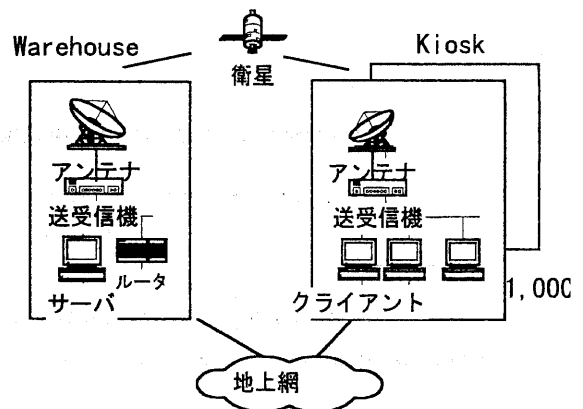


図1. システム構成

2.2 サービスの種類

モデル化を行うサービスの概要と使用するプロトコルを表1に示す。RMTMP プロトコルの詳細については参考文献(1)を参照して欲しい。

3. モデル化

表1. サービスの概要

サービス	プロトコル	概要
RMTP サービス	RMTP / IP	IP マルチキャストを使用し、大容量のデータをクライアント群に送信する
イベント中継	UDP / IP	IP マルチキャストを使用し、データをクライアント群に送信する
テレビ会議	UDP / IP	クライアントとサーバ間で画像データを送受信する
映像配信	FTP / TCP / IP	サーバからクライアントに映像データをダウンロードする
WWW	TCP / IP	キャッシュヒット率を考慮したデータの受信を Web サーバと行なう

3.1 モデル化の対象

(1) Warehouse: サーバ1台, ルータ2台(衛星通信用と地上網用), イーサネット1本, 送受信機1台, 送受信アンテナ1台をモデル化する。

(2) Kiosk: 1,000 群の Kiosk を対象とし, Kiosk 当たりクライアント3台, ルータ2台, イーサネット1本, 送受信機1台, 送受信アンテナ1台をモデル化する。

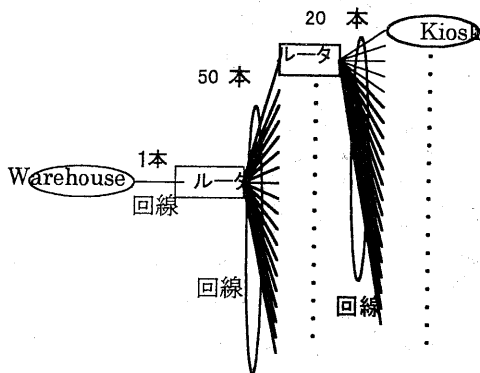


図2. 地上網のモデル

(3) 衛星: 静止衛星1個とし, 双方向通信を可能としたモデルとする。

(4) 地上網: 広範囲で不特定の地上網をどのようにモデル化すれば良いかは一概に言えないが, RMTPを使用したサービスのため, 全クライアント

からの応答が地上網を介して Warehouse に集中する事に着目してモデル化を行う。一般にルータがボトルネックとなる確率が高いので, ルータの構成に着目し, 図2に示すような2段のルータ群と回線の構成で地上網をモデル化する。

3.2 各装置のモデル化

各装置のモデル化に当たっては, OPNET で提供されている標準モデルを流用している。流用できる標準モデルが無い場合は, OPNET が提供するライブラリやC言語によって新規に作り込んでいる。表2に主な装置のパラメータを示す。

表2. 主な装置のパラメータ

装置	主なパラメータ
サーバ	<ul style="list-style-type: none"> ・転送速度 ・キュー容量 ・TCP関連(受信バッファ容量, タイムアウト等) ・サーバ用 RMTP 関連(メッセージ長, タイムアウト等) ・UDP 関連(パケット長等)
クライアント	<ul style="list-style-type: none"> ・転送速度 ・キュー容量 ・TCP関連(受信バッファ容量, タイムアウト等) ・クライアント用 RMTP 関連(タイムアウト等) ・各サービスの発生条件(発生件数, データ長等)
ルータ	<ul style="list-style-type: none"> ・転送速度 ・キュー容量
衛星	<ul style="list-style-type: none"> ・ビットエラー率 ・転送速度 ・伝播遅延時間
回線	<ul style="list-style-type: none"> ・ビットエラー率 ・転送速度 ・伝播遅延時間

以下, 主な装置のモデル化について述べる。ハブ, 送受信機, 送受信アンテナ, シリアル回線, イーサネットは省略する。

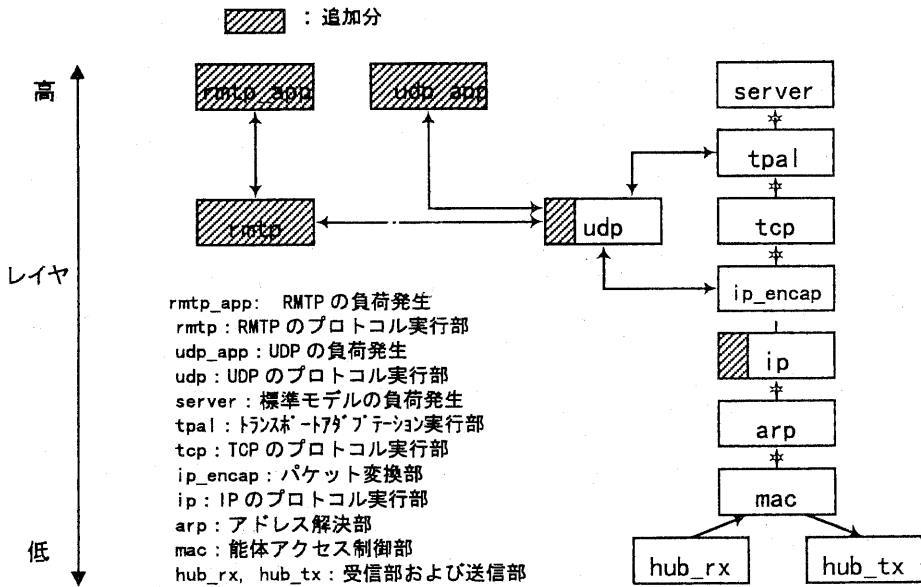


図3 サーバのノードモデル

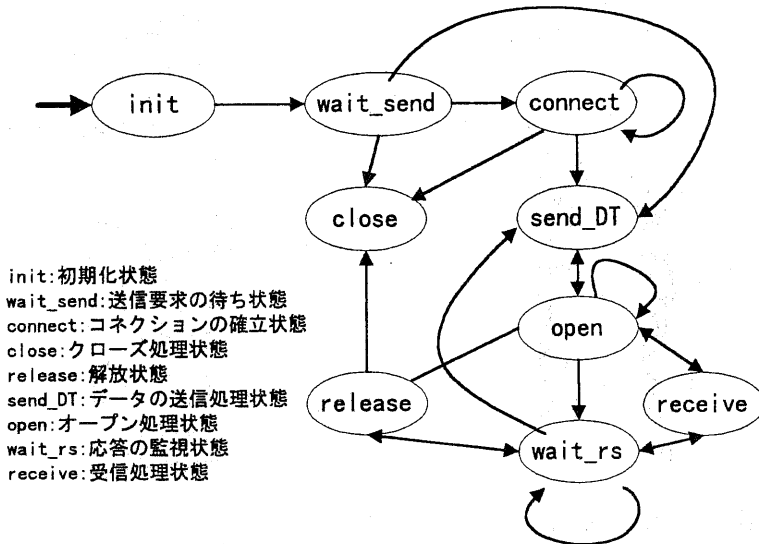


図4 状態遷移図例

(1) サーバ: OPNET標準のサーバモデルを一部変更したものを使用する。この標準モデルに新規

開発のRMTPプロトコル, RMTPサービス, UDPサービスおよびIPマルチキャスト機能を搭載する。図3にサーバのノードモデルを示す。ノードモデル

の各ブロックは状態遷移図で記述される。例として、rmtp_appの状態遷移を図4に示す。RMTPプロトコルのモデル化については、3.3で示している。

(2) クライアント: OPNET標準のクライアントモデルを一部変更したものを使用する。この標準モデルに新規開発のRMTPプロトコルおよびWWWサービスを搭載する。クライアントのノードモデルは省略する。WWWサービスのモデル化については、3.4で示している。

(3) ルータ: OPNET標準のルータモデルを一部変更したものを使用する。この標準モデルにIPマルチキャスト機能を搭載する。

(4) 衛星: 新規開発モデルである。衛星は静止衛星とし、双方向通信を可能としたモデルとする。動的な帯域の割り付けは今回行っていない。受信データを地上アンテナに順次送信している。

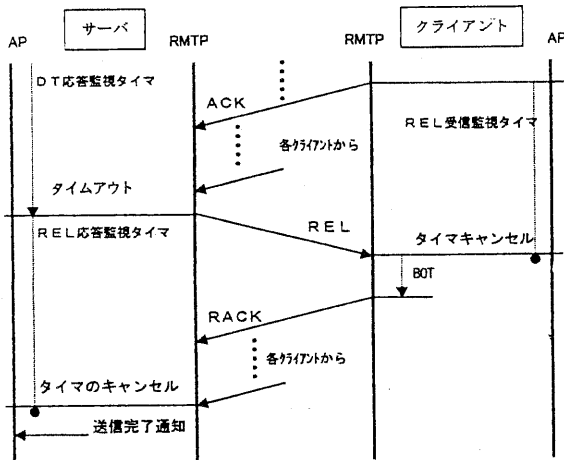


図5 コネクション解放シーケンス

3.3 RMTPプロトコルのモデル化

図3の各プロトコルのうち、UDP、FTP、TCP、IP等はOPNETが提供しているものを流用しているので記述は省略するが、参考としてTCPで設定するパラメータは、セグメントサイズ、受信バッファ容量、再送タイムアウト等である。RMTPのモデル化として、プロトコルの仕様を全て対象とする

のではなく、性能に関連する動作およびパラメータに着目している。今回、コネクション確立、データ送信、コネクション解放、伝送エラー発生、大容量配信の動作をモデルの対象としている。一例として、コネクション解放時のシーケンスを図5に示す。このようなシーケンスを図4で示すような状態遷移図で記述している。

3.4 WWWのモデル化

WWWのモデルとして図6に示すように、クライアントにキャッシュのヒットを確率で判定する仕組みを追加している。ヒットした場合には、サーバから更新不要であることを知らせる応答を、ミスヒットした場合にはコンテンツをサーバから送信している。

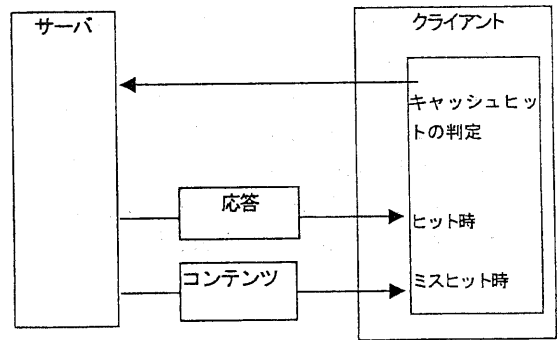


図6 WWWのモデル

4. シミュレーションの取得項目

RMTPサービスによる影響およびプロトコル自体の性能を評価するために、次のような項目を取得している。サーバ、クライアント、ルータで取得するプロトコル関連については、イーサネットではコリジョン数、送受信量、IPではパケット待ち時間、待ちパケット数、TCPではパケットの到着時間等である。サーバおよびクライアントにおけるアプリケーションレベルの取得項目は再送回数、転送時間、待ち時間、送信成功率等である。

5. おわりに

衛星を利用した通信システムに、新たなプロトコ

ルを使用したサービスを追加した場合、その影響度をシミュレーションによって評価するためのモデル化手法を示した。今回、モデルの規模が大きいため、シミュレーション実行時間に対して実マシン（170MHZのSPARCおよび448MBの実メモリ）の実行時間が約 10^4 倍であった。OPNETは新たなプロトコルの組み込みが可能であるが、モデルが大きくなると極端に実行が遅くなり実用的でない。そこで、装置数をいかに減らして精度の高いモデルを構築するかが今後の課題となる。モデル化という観点から見たら、サービスの種類による優先度、衛星の帯域割り付け、輻輳時の動的制御が面白い課題である。

参考文献

- (1) 城下, 高橋, 山下, 山内, 串田: 高信頼性マルチキャスト通信プロトコル(RMTP)の各種ネットワークへの適用性, 信学技報 SSE95-196, IN95-140(1996-03)
- (2) OPNET MODELER, Mil3, Inc., 1993
- (3) COMNET III: セキテクトロン(株)
- (4) SES/strategizer: ベスト・テクノロジー(株)
- (5) Performable/Net: NTT ソフトウェア(株)
- (6) SeeNET/OP: 構造計画研究所(株)