

TR-AC-0003

013

適応ルーチングシミュレーションシステム
SARA-1

山田 順一 新上 和正 種田 和正
下川 信祐 北川 美宏 (ATR-I)

1997. 3.31

ATR環境適応通信研究所

目次

1. はじめに	1
2. SARA の使用について	2
2.1. システムの所在	2
2.2. 環境変数の設定	2
2.3. 起動のしかた	2
2.4. 各ウィンドウの概要	4
2.5. 終了のしかた	7
3. ルーチングシミュレーションについて	8
3.1. 初期設定ファイル	8
3.2. ルーチングアルゴリズム	8
3.3. GUIによるオペレーション	8
4. プログラム構成について	16
4.1. 表示 (AVS)	16
4.2. シミュレーション (SIM++) および表示側とのインタフェース	21
付録A 画面例	
付録B 初期設定ファイルのサンプル	

1. はじめに

環境適応情報通信システムのための通信制御技術の研究において、新しく提案する制御アルゴリズムの評価、比較などを効率よく遂行するために、SARA-I(Simulator for Adaptive Routing Algorithm version 1)を開発した。

SARA-Iは、複数のルーターで構成される任意のネットワークおよび任意のルーチングアルゴリズムに対して、シミュレーションならびにその結果をビジュアルに比較表示するソフトウェアである。

SARA-Iを使用すると、ルーチングアルゴリズムの動作を、ルーターの稼働分布、パケットの流れ、パケットロスの発生、エンドツーエンドの遅延時間などの表示を利用して逐次確認できる。

現在、新しい適応ルーチングアルゴリズムの研究に使用し、その特性の解明に効果を発揮している。

本レポートでは、使用方法を中心にSARA-Iの概要および構成について報告する。

2. SARA の使用について

以下に記述する使用法等は、株式会社 エイ・ティ・アール環境適応通信研究所における一例です。これ以外のハード環境/ソフト環境において使用する場合は、関係する箇所を適当に読み替えて本ドキュメントをご利用ください。

2.1. システムの所在

SARA は、1997年3月31日現在、次の場所に実行モジュールやシミュレーション用の初期設定ファイルが存在します。

```
rsgi01:/usr1/SARA/sara
```

実行モジュールは、AVS/Express により開発したアプリケーション（実行ファイル）の形式となっています。

```
rsgi01:/usr1/SARA/sara/bin/sgi/express
```

なお rsgi01 は、シリコングラフィックス社製のワークステーション Onyx InfiniteReality R.10000 です。また AVS/Express は、米国 AVS 社が開発・ライセンスする 3次元ビジュアライゼーションツールです。

2.2. 環境変数の設定

SARA (AVS/Express 実行ファイル) の起動の前に、rsgi01 上で環境変数の設定/解除が必要です。ターミナルウィンドウのコマンドラインから、以下のコマンドを実行します。

- % setenv LANG ja_JP.EUC
- % setenv LD_LIBRARY_PATH /usr/express/lib/sgi
- % setenv MACHINE sgi
- % unsetenv LC_CTYPE

2.3. 起動のしかた

必要な環境変数の設定の後、初期設定ファイルのあるディレクトリへ移動し、AVS/Express の実行ファイルをターミナルウィンドウのコマンドラインから起動します。

```
% cd /usr1/SARA/sara  
% bin/sgi/express
```

SARA が起動すると、5つのウィンドウが開き、次のような初期画面となります。SARA は現在、2つのルーチングアルゴリズムを比較するという仕様になっていますので、ネットワークおよび負荷状況を表示するウィンドウは、同じものが2つ（上の左右）開きます。

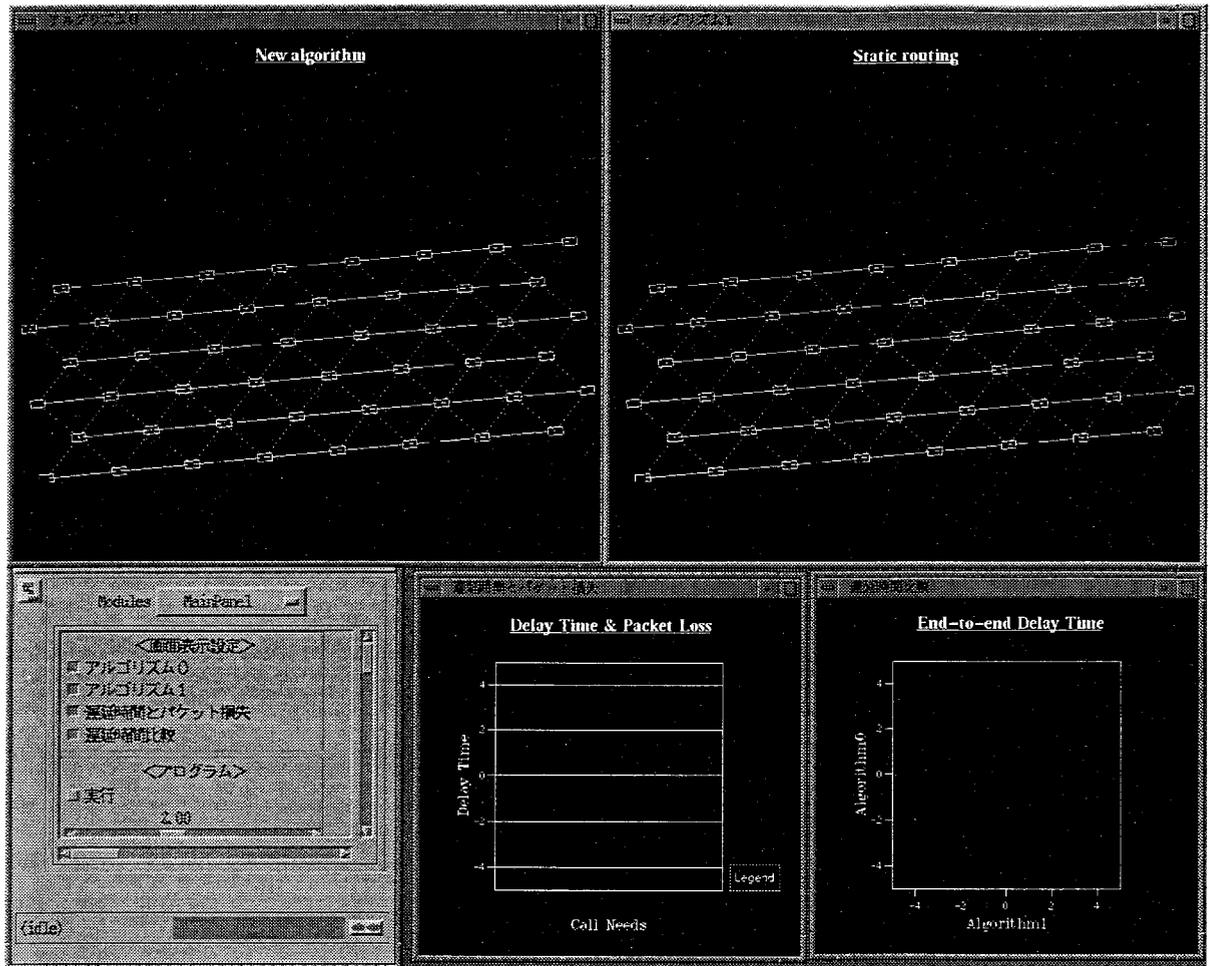


図 1 SARA の初期画面

この状態で、画面左下のウィンドウの左肩にあるアイコンボタンをクリックします。すると、そのウィンドウ内にシミュレーションの操作パネルが現われますので、実行とラベルのついたボタンをクリックし、シミュレーションを開始します。シミュレーションは、初期設定ファイル（「3.1 初期設定ファイル」）から読み込んだパラメータをもとに実行されます。

2.4. 各ウィンドウの概要

初期画面に現われる5つのウィンドウは、以下の内容を表示または操作します。

- シミュレーションの実行、パラメータの変更等



図 2 操作パネルウィンドウ

シミュレーションの実行/停止やシミュレーション中にも変更可能なパラメータの操作、パケットトレースについての設定などが行えます。詳細は、「3.3 GUIによるオペレーション」を参照してください。

■ ネットワーク図およびルータの負荷状況

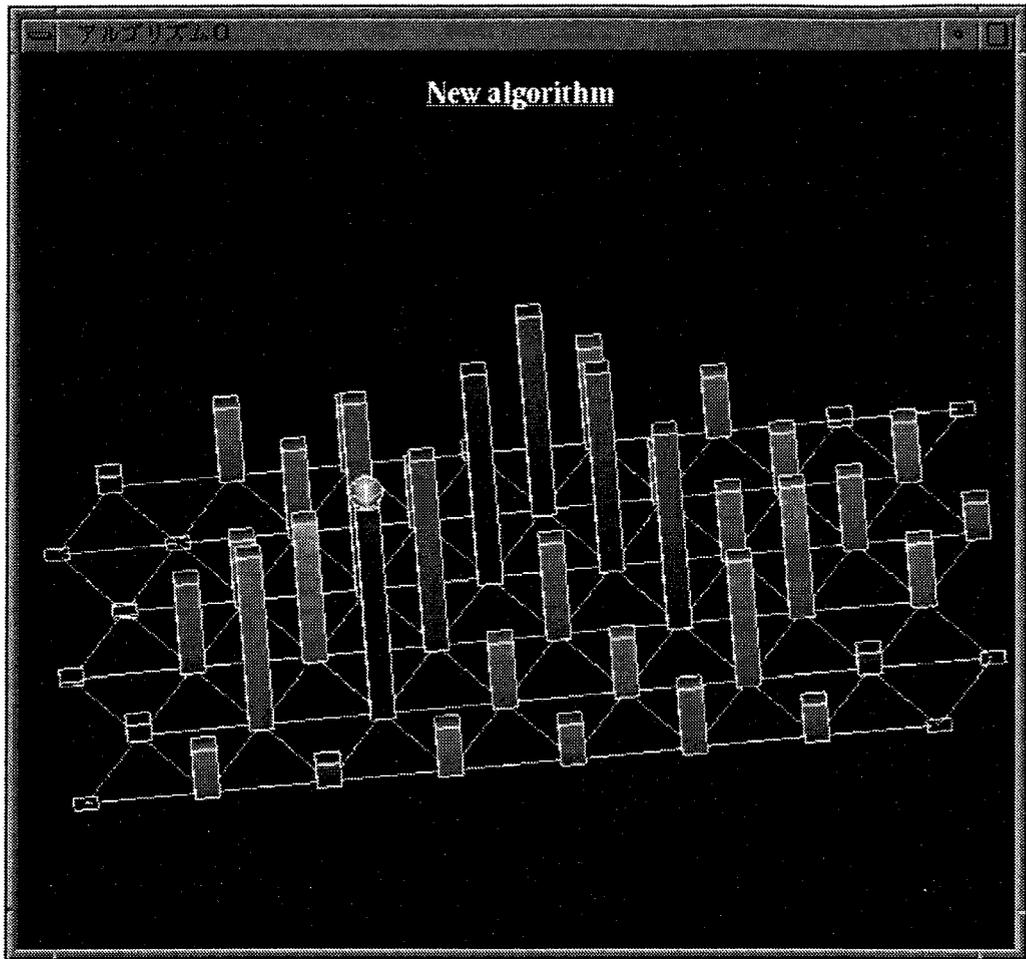


図 3 ネットワーク図ウィンドウ

ネットワークの構成および各ルータにおける負荷状況（ルータのキュー長）やパケットの損失を3次元表示します。ルータは四角、ルータ間のリンクは直線により表現されます。また、負荷状況はルータ上におかれる直方体の高さおよび色（負荷小：青→負荷大：赤）で表現されます。パケット損失が発生した場合は、直方体の上に球形の物体が現われます。

■ エンドツーエンドのサービス品質 (遅延時間およびパケット損失)

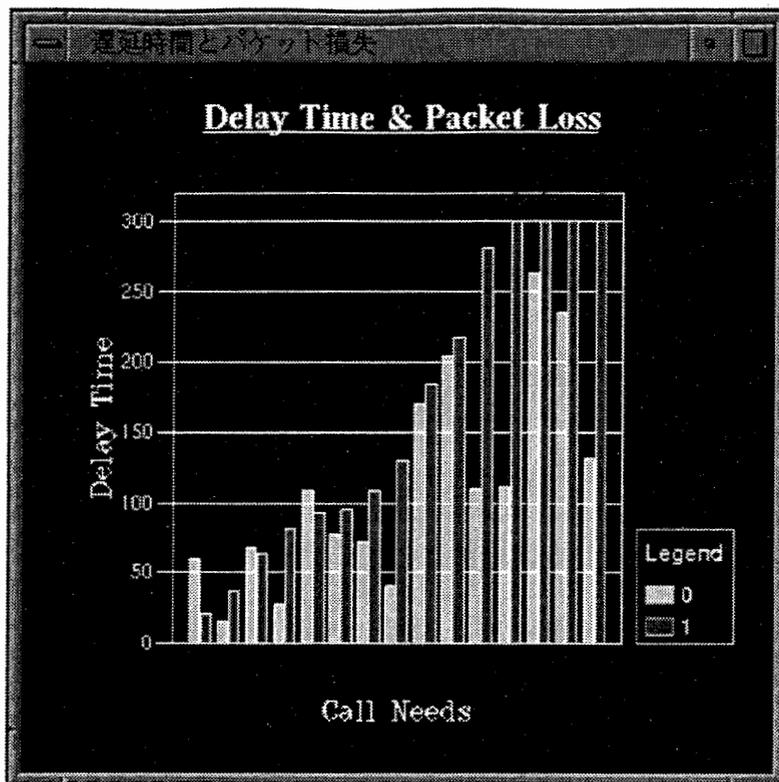


図 4 遅延時間・パケット損失ウィンドウ

2つのルーチングアルゴリズムのサービス品質を遅延時間およびパケット損失の有無により表示します。2つのネットワークへ同時に発生させた呼(複数パケットで構成)が、双方ともに宛先ルータへ到着した時点で各々の遅延時間をアルゴリズム別に色を変えて棒グラフで表示します。パケット損失が発生した呼については、遅延時間を既定の最大値とした上で、棒の上方に星印を表示します。

なお、ある時点に表示されているのは、直近に到着した既定個分の呼について右側の棒の長さ(遅延時間)をもとに整列したものです。既定個を超えた分については古いものから順に消されていきます。

■ エンドツーエンドの遅延時間比較

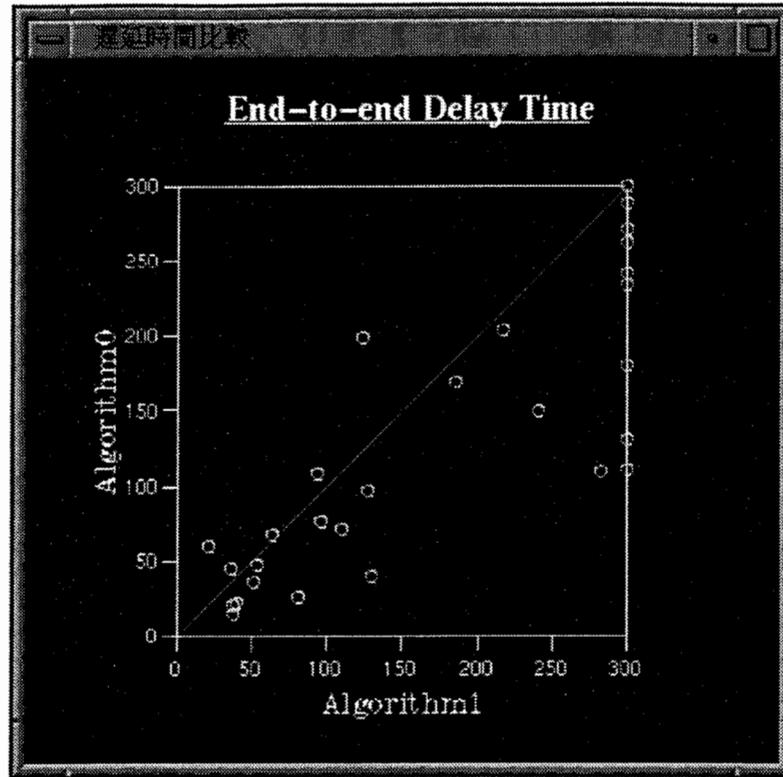


図 5 エンドツーエンド遅延時間ウィンドウ

2つのルーチングアルゴリズムによる呼（上のサービス品質と同様）の遅延時間を2次元データとしてプロットします。縦軸および横軸に各々のアルゴリズムの遅延時間を取り、丸印をプロットします。同遅延時間のところへ引いた対角線により作られる三角形の領域の中に丸印が多いほど、比較対象のアルゴリズムに比べ遅延時間が大きいということになります。

なお、（前のサービス品質と同様）ある時点でプロットされているのは、直近に到着した既定個分の呼についてのみです。既定個を超えた分については古いものから順に消されていきます。

2.5. 終了のしかた

画面左下にあるウィンドウ（操作パネルウィンドウ）上部のプルダウンメニューから、File→Exit を選ぶと、AVS/Express の終了確認のダイアログウィンドウが現われます。終了する場合は、そこで<了解>ボタンをクリックします。

3. ルーチングシミュレーションについて

3.1. 初期設定ファイル

現在のSARAは、表示用に1つ、シミュレーション用に4つの初期設定ファイルを使用します。その他にも、必要に応じ各ルーティングアルゴリズム毎に初期設定ファイルを使用します。詳細は「付録B 初期設定ファイルのサンプル」を参照してください。

ファイル名	内容	備考
avs.router.dat	AVS用パラメータ	ルータ位置座標
simulation.dat	シミュレーション基本パラメータ	使用アルゴリズムの指定など
router.dat	ルータ関連パラメータ	ルータ処理時間、リンク情報など
call.dat	呼生成関連パラメータ	呼あたりパケット数など
traffic.dat	トラヒック制御パラメータ	特定ルータ間でのトラヒック生成用係数
algorithm*.dat等	各アルゴリズム専用パラメータ	"simulation.dat"でファイル名を指定

3.2. ルーチングアルゴリズム

現在のSARAには以下の8つのルーティングアルゴリズムがインプリメントされています。便宜上、各アルゴリズムには0番から始まる番号をつけていますが、番号に特別な意味はありません。

- 0：新アルゴリズム1 (N値使用)
- 1：従来アルゴリズム (分散型Bellman-Ford)
- 2：新アルゴリズム2 (N値使用しない)
- 3：新アルゴリズム3 (2の変形)
- 4：RIPアルゴリズム1 (threshold関数でmetric計算のキュー長を段階化)
- 5：RIPアルゴリズム2 (decay関数でmetricをホップ数に比例して減衰+バッファ長/5)
- 6：新アルゴリズム4 (1の変形、キュー長をステップ化)
- 7：従来アルゴリズム (static型)

どのアルゴリズムを用いてシミュレーションを行うかは、"simulation.dat"ファイルで指定します。

3.3. GUIによるオペレーション

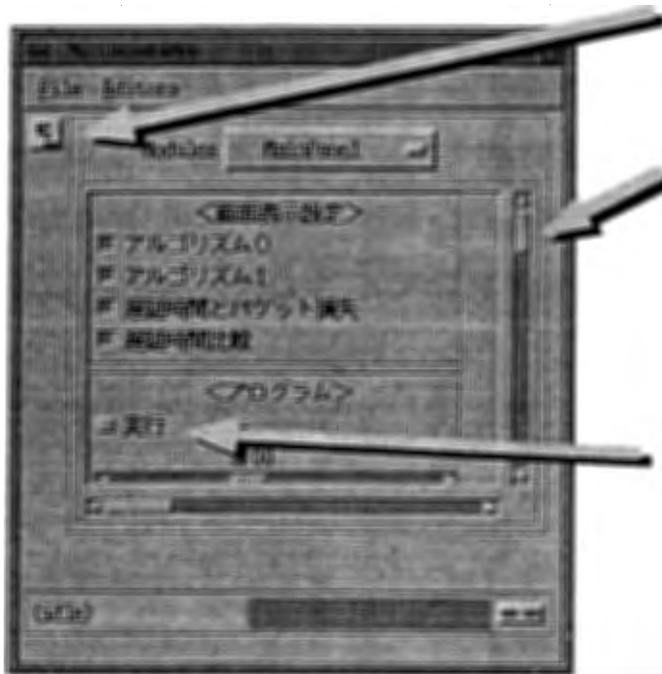
シミュレーションに対するユーザオペレーションはGUIにより実現されています。ほとんどのオペレーションは、操作パネルウィンドウ内のボタンやスライダーを使用して行います。

- ① シミュレーションの実行および停止
- ② シミュレーション単位時間の変更
- ③ 呼生成時間間隔の変更
- ④ 呼あたりパケット数の変更
- ⑤ パケットトレースの設定
- ⑥ 連続パケットトレースの設定および解除
- ⑦ パケットトレースに関するその他のオペレーション
- ⑧ シミュレーションパラメータの表示

- ⑨ ネットワーク図ウィンドウにおける視点の変更
- ⑩ その他

操作パネルウィンドウには、これら以外のオペレーション用にもいくつかのボタンが用意されていますが、現時点では使用できないものもあります。

① シミュレーションの実行および停止

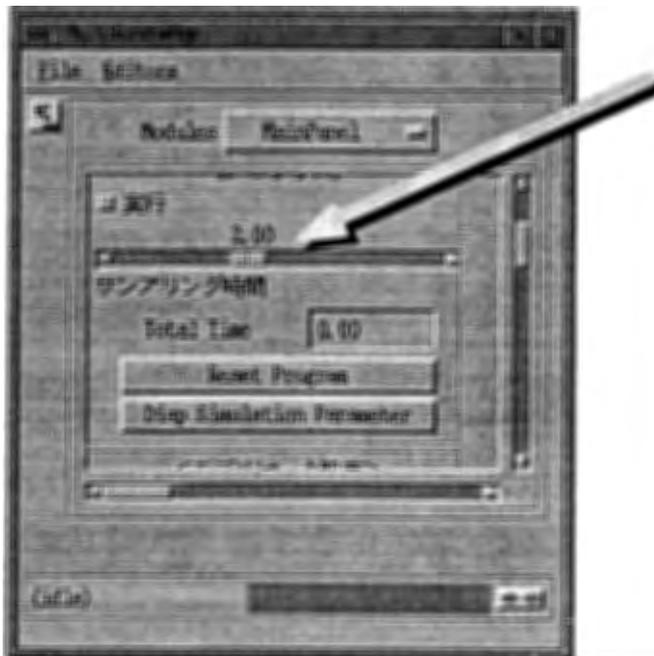


SARA 起動後このボタンを押して、操作パネルを出します。

操作パネルは、このスライダーによりスクロールできます。微調整は、スライダー両端の三角ボタンで行います。

<実行>ボタンを ON にするとシミュレーションを実行します。OFF にすると停止します。再度、ON にすると停止時点からシミュレーションを再開します。

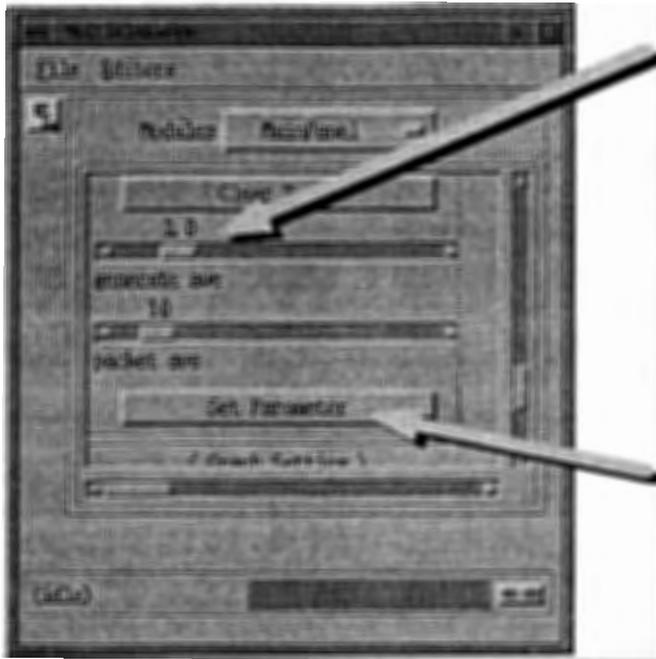
② シミュレーション単位時間の変更



シミュレーション単位時間 (サンプリング時間) をスライダーにより調整できます。微調整は、スライダー両端の三角ボタンで行います。

シミュレーションは、この単位時間分ずつ繰り返され、その結果が、各ウィンドウに表示されます。

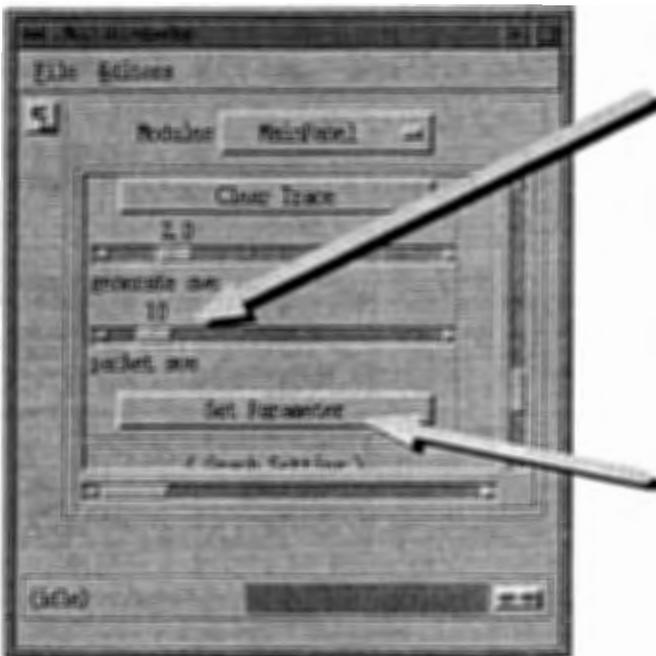
③ 呼生成時間間隔の変更



呼生成時間間隔 (generate ave) をスライダーにより調整できます。微調整は、スライダー両端の三角ボタンで行います。生成時間間隔を小さくするとネットワーク上に発生する呼が増加し、生成時間間隔を大きくすると呼が減少します。

<Set Parameter>ボタンを押すと、調整した呼生成時間間隔 (generate ave) の値がシミュレーションに反映されます。

④ 呼あたりパケット数の変更



呼あたりパケット数 (packetave) をスライダーにより調整できます。微調整は、スライダー両端の三角ボタンで行います。

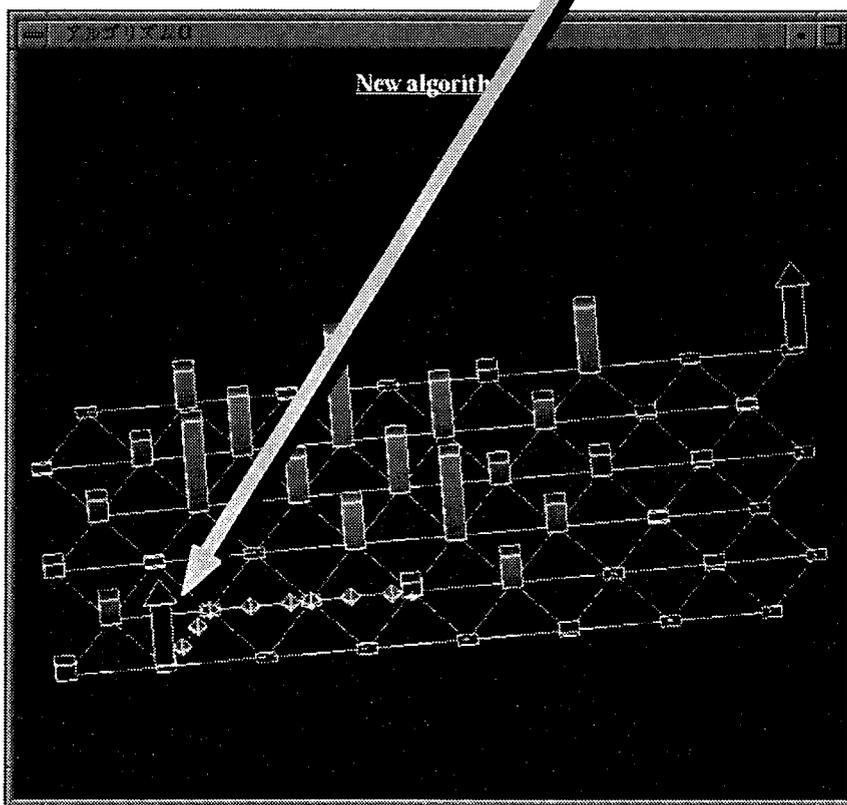
<Set Parameter>ボタンを押すと、調整した呼あたりパケット数 (packetave) の値がシミュレーションに反映されます。

⑤ パケットトレースの設定



パケットトレースでは、パケットの転送ルートを追跡できます。パケット送信元-宛先設定ボタンをONにした後、アルゴリズム0（左側）のネットワーク図ウィンドウ上でパケットの送信元および宛先のルータを設定します。

パケットの送信元および宛先ルータの設定は、control キーを押しながら、マウス左ボタンでルータを選択して行います。選択されたルータ位置には、上向き大きな矢印が置かれます。2つのルータ選択で設定は完了し、何度でも選択し直すことができます。

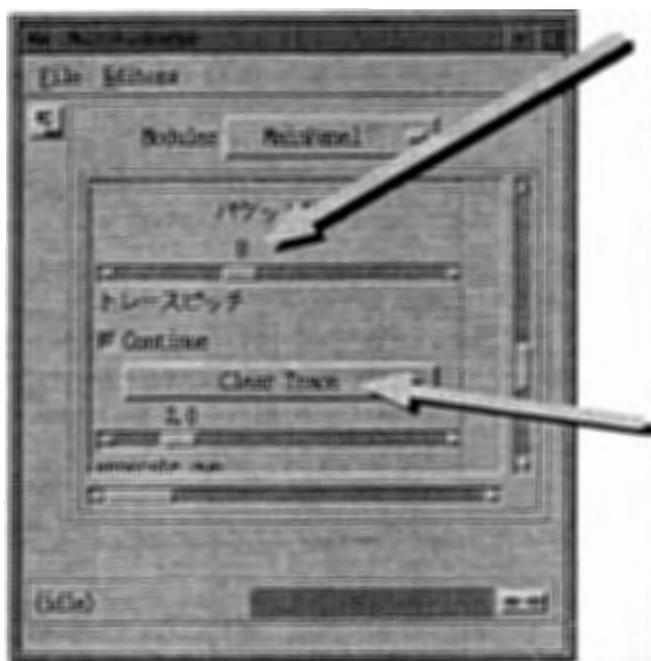


⑥ 連続パケットトレースの設定および解除



<Continue>ボタンを ON にすると連続パケットトレースが設定されます。連続パケットトレースでは、2つのネットワーク上のトレース用パケットが双方とも宛先ルータへ到着もしくは途中で損失した時点で、新たなトレース用パケットが送信元ルータに生成されます。<Continue>ボタンを OFF にすると連続パケットトレースが解除され、新たなトレース用パケットは生成されなくなります。

⑦ パケットトレースに関するその他のオペレーション



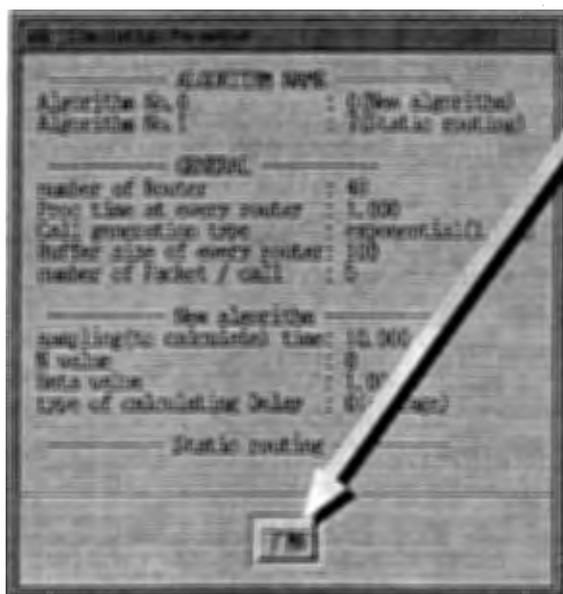
トレースピッチをスライダーにより調整できます。微調整は、スライダー両端の三角ボタンで行います。トレースピッチは、転送ルートを表示する菱形の物体の描画間隔です。

<Clear Trace>ボタンを押すと、表示されていた転送ルートが消去されます。なお、トレース途中に<Clear Trace>ボタンを押すと、それまでの転送ルートが消去されるとともに、新しいトレース用パケットが送信元ルータに生成されます。

⑧ シミュレーションパラメータの表示

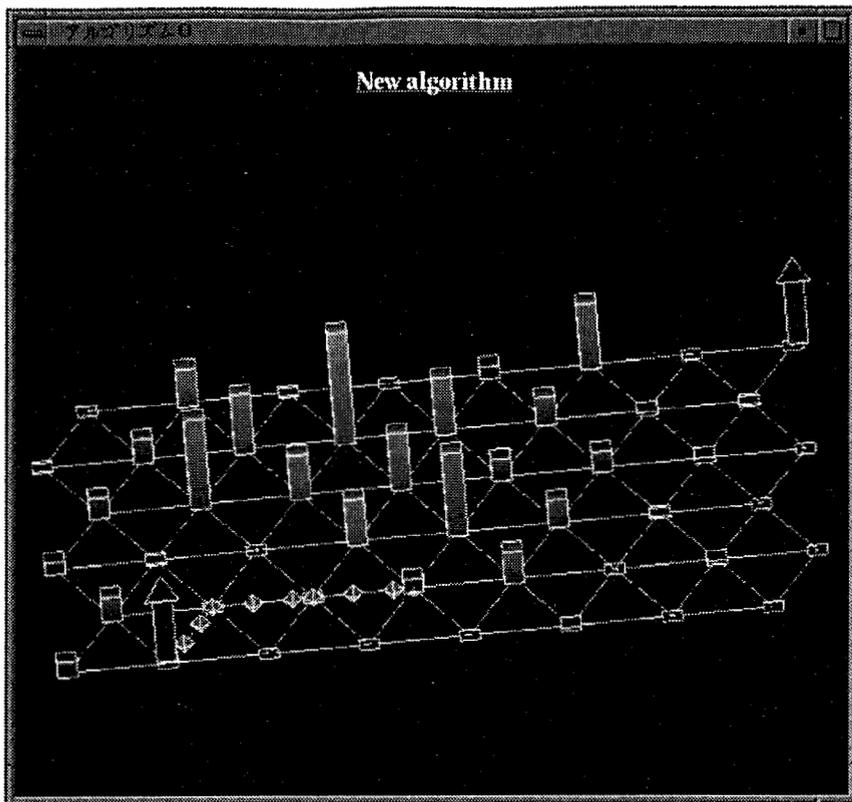


<Disp Simulation Parameter>ボタンを押すと、その時点でのシミュレーション用各種パラメータの値が Simulation Parameter ウィンドウに表示されます。

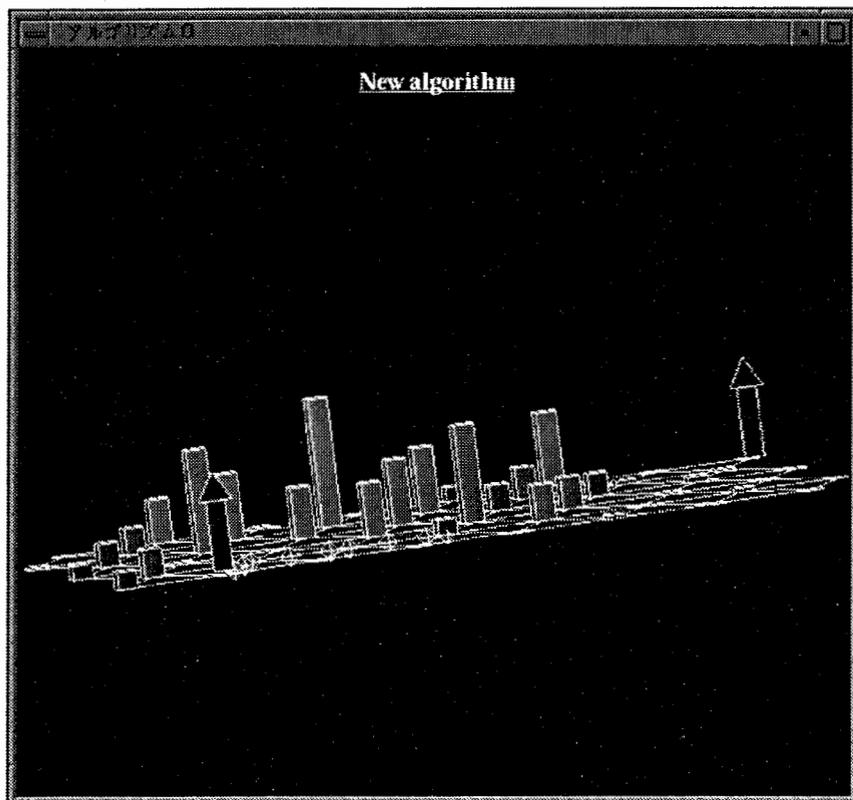


<了解>ボタンを押すと、ウィンドウは閉じます。

⑨ ネットワーク図ウィンドウにおける視点の変更



ネットワーク図ウィンドウ上で、マウスの中ボタンを押しながら適当にドラッグすると、視点を変えることができます。



⑩ その他



遅延時間・パケット損失ウィンドウでのグラフ縦軸の最大遅延時間 (Max Delay Time) をスライダーにより調整できます。微調整は、スライダー両端の三角ボタンで行います。

エンドツーエンドの遅延時間ウィンドウでのプロット回数 (Plot Times) をスライダーにより調整できます。微調整は、スライダー両端の三角ボタンで行います。プロット回数が3の場合、直近3単位時間分のシミュレーションの結果がプロットされます。

4. プログラム構成について

以下に記述するプログラム構成等は、株式会社 エイ・ティ・アール環境
適応通信研究所における一例です。これ以外のハード環境/ソフト環境
において使用する場合は、関係する箇所を適当に読み替えて本ドキュメ
ントをご利用ください。

SARAは、1997年3月31日現在、次の場所にAVS/Expressにより開発したアプリケーション(実行ファイル)の形式で存在します。

```
rsgj01:/usr1/SARA/sara/bin/sji/express
```

この実行ファイルは、AVSによる表示側のプログラムとSim++を利用したシミュレーション側のプログラムおよびその間のインタフェースとなるプログラムから構成されています。実行ファイルの生成には、AVS/Expressのアプリケーション開発環境において、構成プログラムおよびオブジェクトを“コンパイルしたプロジェクト”として保存した上で、次のmakeファイルを用います。

```
rsgj01:/usr1/SARA/sara/express.mk
```

ルーチングアルゴリズムの変更等、シミュレーション側プログラムを更新した場合は、上のmakeファイルにより再makeするだけで新しい実行ファイルを生成できます。

表示側の更新方法も含む、実行ファイル生成の詳細については、AVS関連のドキュメントをご覧ください。

以下では、AVS/Expressのアプリケーション開発環境において直接利用される各構成要素について概説します。

なおrsgj01は、シリコングラフィックス社製のワークステーションOnyx InfiniteReality R10000です。またAVS/Expressは、米国AVS社が開発・ライセンスする3次元ビジュアライゼーションツールです。Sim++は、米フロリダ大のCISE研究室で開発されたイベントスケジューリング等のシミュレーション用ツールキットです。

4.1. 表示 (AVS)

表示側の構成プログラムは、次のディレクトリに存在します。

```
rsgj01:/usr1/SARA/develop
```

以下は、このディレクトリ中の主要ファイルの一覧です。

avsenv	AVS/Express 起動環境設定ファイル
runtime/nls/ja_JP/ATR.dct	GUI パネル文字設定
src/algor ism c	アルゴリズム設定関連
src/atr.h	ヘッダーファイル
src/get_data.c	変化データ処理関連
src/graph.c	グラフ処理関連
src/init.c	固定データ処理関連
src/pick.c	ピック処理関連

src/trace.c	パケットトレース関連
v/atr_app.v	メインVファイル
v/graph1.v	通信呼・遅延時間グラフ
v/graph2.v	遅延時間比較グラフ
v/main_ui.v	GUI
v/new_disp.v	アルゴリズム0画面
v/old_disp.v	アルゴリズム1画面
v/run_prg.v	変化データ処理関連

各ファイルの中には、以下の関数およびオブジェクトが定義されています。

algorism.c:	
atr_set_algorism	ルーチングアルゴリズム設定関数
get_data.c:	
atr_chg_data	変化データ設定関数
graph.c:	
atr_set_graph1_inf	通信呼遅延時間グラフ情報の設定
atr_set_graph2_inf	新旧遅延時間グラフ情報の設定
init.c:	
atr_get_init_data	固定データ設定関数
pick.c:	
del_router_info	ルータ障害/復旧モデル情報設定関数
del_connect_info	接続線障害/復旧モデル情報設定関数
set_trace_info	トレース始終点モデル情報設定関数
atr_pick_info	ピックモデルの障害/復旧処理関数
trace.c:	
get_distance	p1 と p2 の距離を求める
set_norm_vector	単位ベクトルを変換する
get_vector	p1 から p2 への単位ベクトルを求める
atr_set_trace_new_inf	アルゴリズム0のパケットトレース設定関数
trace_new_data	アルゴリズム0パケット表示設定関数
atr_set_trace_old_inf	アルゴリズム1のパケットトレース設定関数
trace_old_data	アルゴリズム1パケット表示設定関数
atr_app.v:	
atr_init_data	固定データ読み込みモジュール (*1)
DataObject	固定データモデルオブジェクト生成モジュール
Box	ルータモデル形状定義データ
(*1) このオブジェクトが関数 atr_get_init_data とリンクされてます。	
graph1.v:	

```

graph1 {
    GraphNewLoss      アルゴリズム0パケット損失グラフ設定
    GraphOldLoss      アルゴリズム1パケット損失グラフ設定
    GraphNew          アルゴリズム0遅延時間グラフ設定
    GraphOld          アルゴリズム1遅延時間グラフ設定
    AGGraphViewportObj  グラフデータをオブジェクトに変換する
    AGGraphWorld      グラフデータを生成する
    AGXAxis           X軸ラベル設定
    AGYAxis           Y軸ラベル設定
    AGYTicklines      Y軸目盛設定
    AGGraphLegendObj  グラフレジエンド設定
    graph1_title      グラフタイトル文字設定
    Viewer2D          グラフビュー設定
};

graph2.v:
    graph2 {
        GraphStand      遅延時間対称線グラフ設定
        GraphPlot        遅延時間比較プロットグラフ設定
        AGGraphViewportObj  グラフデータをオブジェクトに変換する
        AGGraphWorld      グラフデータを生成する
        AGXAxis           X軸ラベル設定
        AGYAxis           Y軸ラベル設定
        graph1_title      グラフタイトル文字設定
        Viewer2D          グラフビュー設定
    };

main_ui.v:
    main_ui {
        Uishell          メインパネル
        disp_frame       画面表示フレーム
        title            画面表示ラベル
        disp_new         アルゴリズム0ネットワーク表示/非表示ボタン
        disp_old         アルゴリズム1ネットワーク表示/非表示ボタン
        disp_graph1      通信呼一遅延時間表示/非表示ボタン
        disp_graph2      通信呼一遅延時間表示/非表示ボタン
        prg_frame        プログラム関連フレーム
        Uilabel          プログラム関連ラベル
        run              プログラム実行/停止ボタン
        time             サンプル時間変更スライダー
        loop             プログラムを無限に呼び続けるためのループ
        pick_frame       ピック関連フレーム
        pick_str         ピック対象文字列配列
        UiradioBoxLabel  ピック対象選択モジュール
        algo_frame       アルゴリズム設定関連フレーム
        algo_title       アルゴリズム設定ラベル
    };

```

algo_net_frame	ネットワーク設定フレーム
algo_net_radio	ネットワーク選択モジュール
algo_net_str	ネットワーク選択文字列配列
algo_algo_frame	アルゴリズム設定フレーム
algo_algo_radio	アルゴリズム選択モジュール
algo_algo_str	アルゴリズム選択文字列配列
algo_set	アルゴリズム設定更新処理
algo_set_module	アルゴリズム設定モジュール (* 2)
trace_frame	パケットトレースピッチ設定関連フレーム
trace_title	パケットトレースピッチラベル
trace_pitch	パケットトレースピッチ設定スライダー
pick_type	対象ピックモデルのタイプを出力
out_time	サンプリング時間を出力する
out_tri	プログラム実行カウントを出力する
out_pitch	パケットトレースピッチを出力する

};

(* 2) このオブジェクトが関数 atr_set_algorithm とリンクされています。

new_disp.v:

new_disp {	
in	キュー長, パケット損失設定データの入力
in_trace	アルゴリズム0パケットトレースデータの入力
in_dbj	コネクタデータオブジェクトの入力
in_geom	ルータモデル形状データの入力
in_pick_type	ピック対象モデルタイプの入力
new_trace_geom	アルゴリズム0のパケット形状データ
new_trace_glyph	アルゴリズム0のパケットの表示設定
new_glyph	アルゴリズム0のルータモデルの表示設定
Viewer3D	アルゴリズム0ネットワーク画面設定
pick_inf {	アルゴリズム0の画面ピック設定
pk_data	ピックデータの入力
npicked	ピックデータの入力
pk_name	ピック名の入力
in_pick_type	ピック対象タイプの入力
pick_inf	ピック処理モジュール設定 (* 3)
r_mesh	ルータ障害モデル表示位置設定
r_geo_glyph	ルータ障害モデル表示設定
r_del_geom	ルータ障害モデル形状
l_mesh	リンク障害モデル表示位置設定
l_geo_glyph	リンク障害モデル表示設定
l_del_geom	リンク障害モデル形状
trace_mesh	パケットトレース始終点モデル表示位置設定
trace_geo_glyph	パケットトレース始終点モデル表示設定
trace_geom	パケットトレース始終点モデル形状設定
out_r_dbj	ルータ障害モデルオブジェクトの出力
out_l_dbj	リンク障害モデルオブジェクトの出力

```

        out_trace_obj          パケットトレース始終点モデルオブジェクトの出力
    };
    loss_glyph                アルゴリズム 0 のパケット損失の表示設定
    loss_geom                 アルゴリズム 0 のパケット損失の形状設定
};

```

(* 3) このオブジェクトが関数 atr_pick_info とリンクされています。

```

old_disp.v:
old_disp {
    in                        キュー長、パケット損失設定データの入力
    in_trace                 アルゴリズム 1 パケットトレースデータの入力
    in_cbj                   コネクトデータオブジェクトの入力
    in_geom                  ルータモデル形状データの入力
    old_trace_geom          アルゴリズム 1 のパケット形状データ
    old_trace_glyph         アルゴリズム 1 のパケットの表示設定
    old_glyph               アルゴリズム 1 のルータモデルの表示設定
    Viewer3D                アルゴリズム 1 ネットワーク画面設定
    loss_glyph              アルゴリズム 1 のパケット損失の表示設定
    loss_geom               アルゴリズム 1 のパケット損失の形状設定
};

```

```

run_prg.v:
chg_data {
    in                        固定データ処理データの入力
    tri                      プログラム実行カウントの入力
    time                     サンプルング時間の入力
    trace_pitch              パケットトレースピッチの入力
    trace_new_data           アルゴリズム 0 パケットトレース処理モジュール (* 4)
    trace_old_data          アルゴリズム 1 パケットトレース処理モジュール (* 5)
    atr_chg_data            変化データ処理モジュール (* 6)
    new_loop                アルゴリズム 0 パケットトレースのループ
    old_loop                アルゴリズム 1 パケットトレースのループ
    DVextr_cell_comp       変化データのリフレッシュモジュール
    trace_new_data_set      アルゴリズム 0 のパケットトレースデータのリフレッシュ処理
    trace_old_data_set     アルゴリズム 1 のパケットトレースデータのリフレッシュ処理
    out_new_trace           アルゴリズム 0 のパケットトレースデータの出力
    out_old_trace           アルゴリズム 1 のパケットトレースデータの出力
    out                     変化データ処理後データの出力
};

```

(* 4) このオブジェクトが関数 trace_new_data とリンクされています。

(* 5) このオブジェクトが関数 trace_old_data とリンクされています。

(* 6) このオブジェクトが関数 atr_chg_data とリンクされています。

42. シミュレーション (Sim++) およびAVSとのインタフェース

シミュレーション側の構成プログラムは、次のディレクトリに存在します。

```
rsg101:/usr1/SARA/atr
```

以下は、このディレクトリ中の主要ファイルの一覧です。

route.cxx	シミュレーションおよびインタフェースプログラムすべて
atr.H	ヘッダーファイル
calendar.o	ツールキットSim++のオブジェクトファイル
capifac.o	〃
capifut.o	〃
capiran.o	〃
estatus.o	〃
event.o	〃
facility.o	〃
flist.o	〃
future.o	〃
heap.o	〃
leftist.o	〃
linked.o	〃
service.o	〃
token.o	〃
util.o	〃
vlist.o	〃
queuing.h	ツールキットSim++を利用するためのヘッダーファイル
License	ツールキットSim++のライセンスに関するドキュメント
simpp.ps	ツールキットSim++に関するドキュメント(PostScript)

Sim++に関する内容については、上記ドキュメントsimpp.psをご覧ください。ファイルroute.cxxの中には、以下の関数が定義されています。

route.cxx:

シミュレーションプログラム

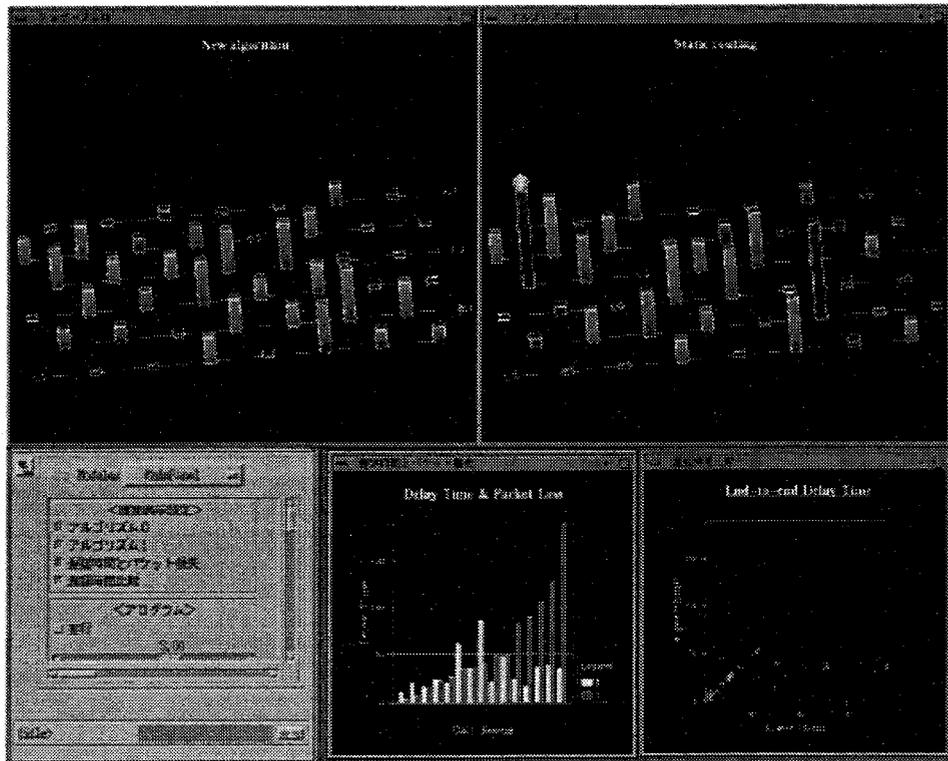
Initialize	シミュレーションの初期化
InitializeForAlgorithm	ルーチングアルゴリズム毎の初期化
ProcEvent	ルーチングシミュレーションの実行部
MsgResult	パケットの送信終了処理
CallResult	呼の送信終了処理
SetTraceMsg	パケットトレース関連
BelImanMetric	各ルーチングアルゴリズム
ThresholdFunction	〃
DecayFunction	〃
BelImanHop	〃
ShinjoAlgorithm	〃
ShinjoAlgorithm2	〃

ShinjoAlgorithm3	〃
ShinjoAlgorithm4	〃
FilterEvent	ルーティングシミュレーションの部品レベルの関数
GetQueueLength	〃
GetBufSize	〃
CheckOverflowAtRouter	〃
ShortestPath	〃
GetRoutingTime	〃
GetGenerateMsgNum	〃
MinFloat	〃
OtherRandom	〃
CheckLoopRoute	〃
PrintShortestPath	〃
PrintParameter	〃
ReadParameter	パラメータファイルの読み込み関連
GetToken	〃
GetSimParamStr	〃

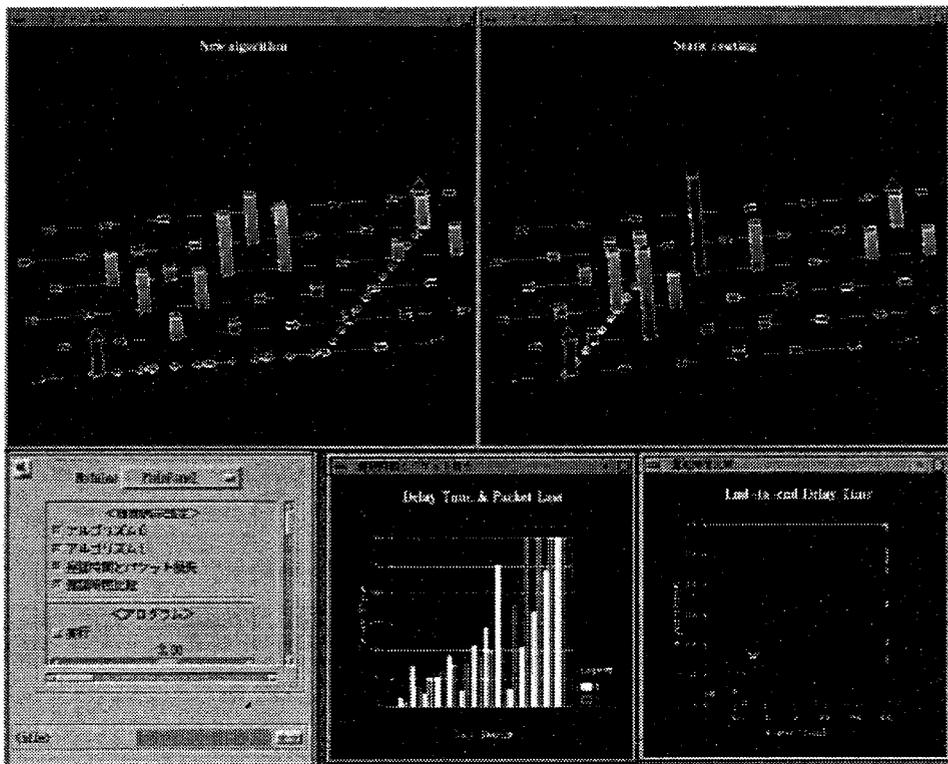
シミュレーション側と表示側とのインタフェースプログラム

ATR_get_init_data	初期データを表示側へ
ATR_get_change_data	単位時間あたりのシミュレーション結果を表示側へ
ATR_set_trace	パケットトレース対象ルータをシミュレーション側へ
ATR_set_network	障害発生ルータをシミュレーション側へ (未定義)
ATR_set_algorithm	アルゴリズムの変更をシミュレーション側へ (未定義)
ATR_set_call_parameter	呼生成パラメータをシミュレーション側へ
ATR_get_sim_parameter	現在のシミュレーションパラメータを表示側へ

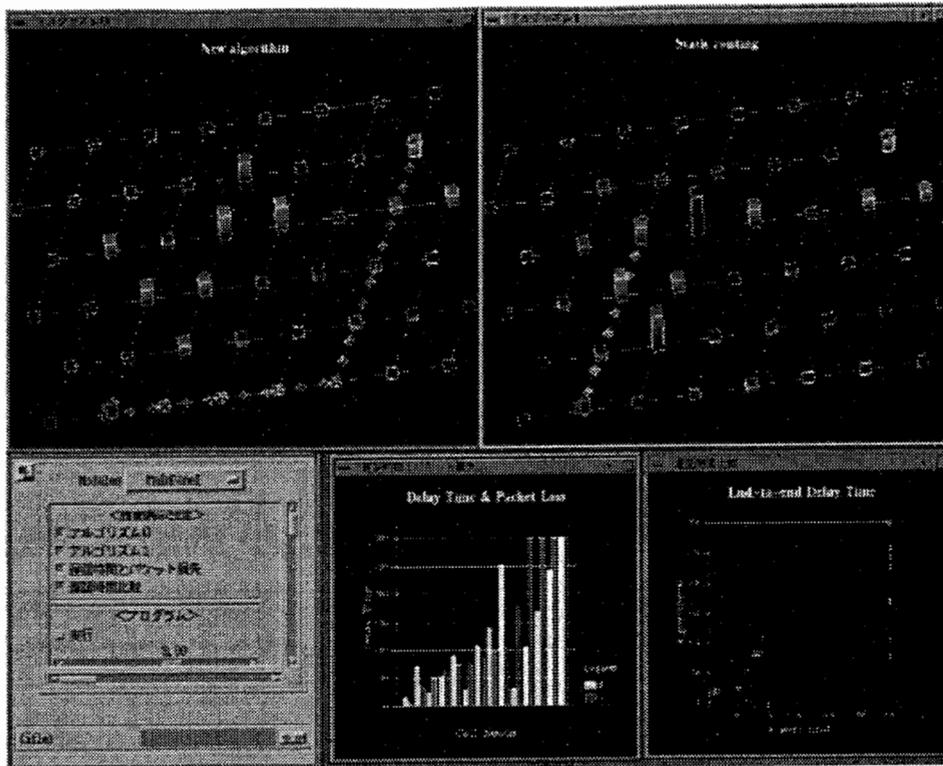
付録A 画面例



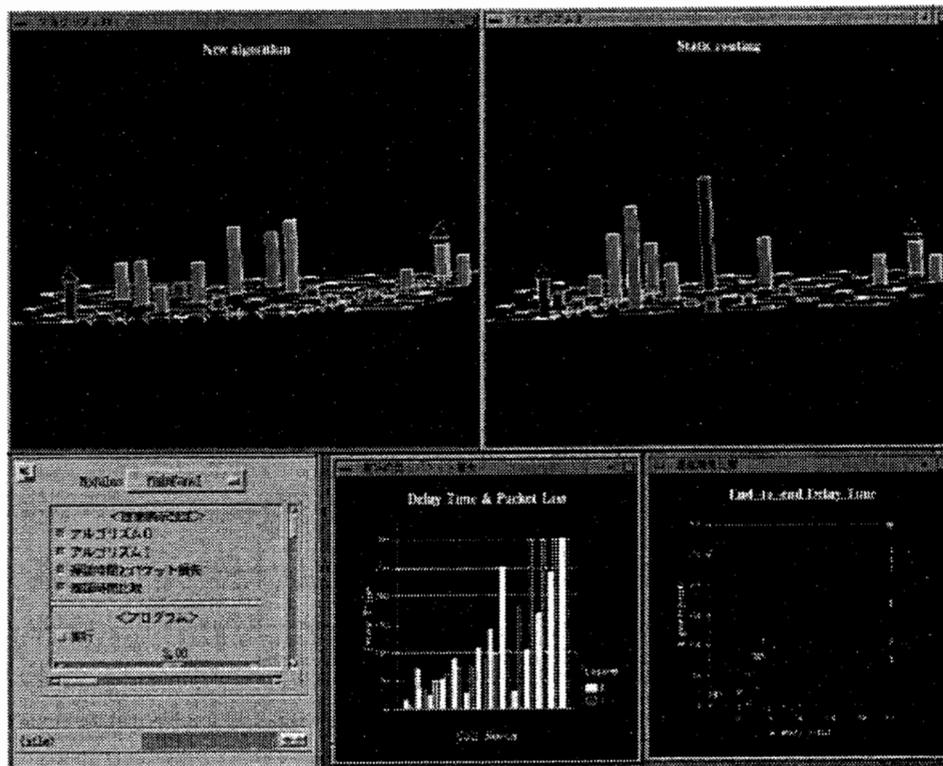
画面1 新アルゴリズムと従来アルゴリズムの比較



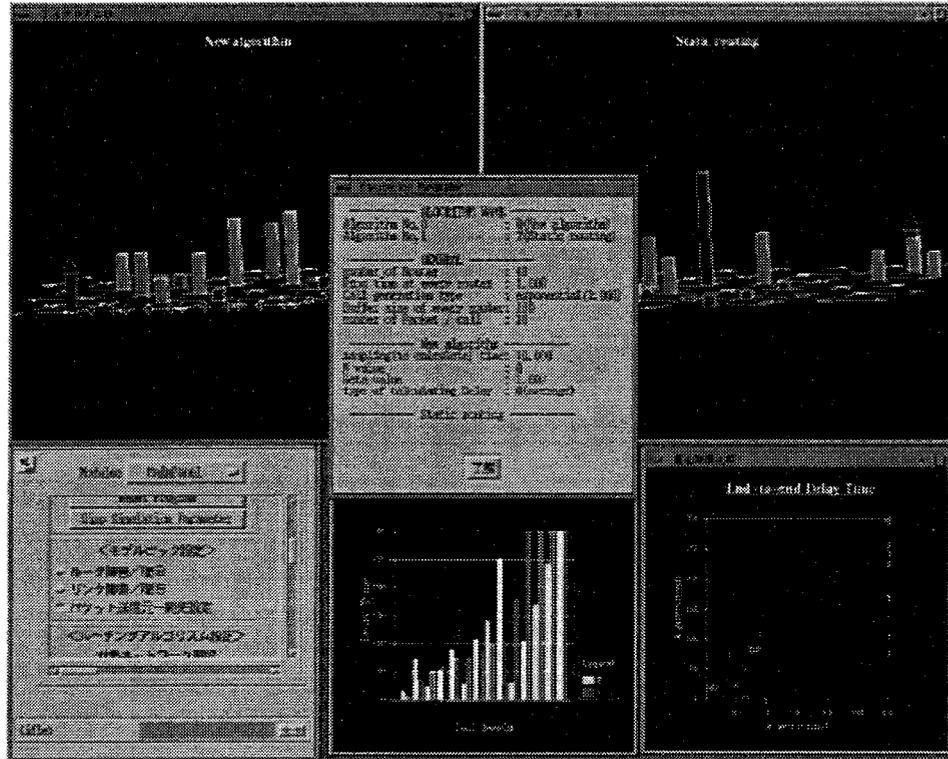
画面2 パケットトレース



画面3 視点を移動1



画面4 視点を移動2



画面5 シミュレーションパラメータの表示

付録B 初期設定ファイルのサンプル

"avs.router.dat"

##

"avs.router.dat" : declare parameter of router for AVS

##

coordinates of router

x y z

0 0 0

0 40 0

0 80 0

10 20 0

10 60 0

10 100 0

20 0 0

20 40 0

20 80 0

30 20 0

30 60 0

30 100 0

40 0 0

40 40 0

40 80 0

50 20 0

50 60 0

50 100 0

60 0 0

60 40 0

60 80 0

70 20 0

70 60 0

70 100 0

80 0 0

80 40 0

80 80 0

90 20 0

90 60 0

90 100 0

100 0 0

100 40 0

100 80 0

110 20 0

110 60 0

110	100	0
120	0	0
120	40	0
120	80	0
130	20	0
130	60	0
130	100	0
140	0	0
140	40	0
140	80	0
150	20	0
150	60	0
150	100	0

"simulation.dat"

##

"simulation.dat" : declare fundamental parameter of simulation

##

simulation time

100.0

repeat times

10

algorithm No.0

0

algorithm No.0 / parameter file

algorithm.0.dat

algorithm No.1

7

algorithm No.1 / parameter file

algorithm.7.dat


```
"call.dat"
##
## "call.dat" : declare parameter of generate call
##

# call generation type

    sin

# generate call function(param1)

    1.0

# generate call function(param2)

    1.0 #dummy for exponential

# number of Packet for every call

    7
```



```
"algorithm.0.dat"
##
## "algorithm.0.dat" : declare parameter of algorithm No.0
##

# sampling time to calculate metric etc.

100

# N value

1

# Beta value

1000.0

# type of calculating delay
# 0: use average queue length
# 1: use current queue length

0
```

```
"algorithm.1.dat"
##
## "algorithm.1.dat" : declare parameter of algorithm No.1
##

# sampling time to calculate metric etc.

100
```

```
"algorithm.2.dat"
##
## "algorithm.2.dat" : declare parameter of algorithm No.2
##

# sampling time to calculate metric etc.

100
```

```
"algorithm.3.dat"
##
```

```
## "algorithm.3.dat" : declare parameter of algorithm No.3
##

# sampling time to calculate metric etc.

100

"algorithm.4.dat"
##
## "algorithm.4.dat" : declare parameter of algorithm No.4
##

# sampling time to calculate metric etc.

100

"algorithm.5.dat"
##
## "algorithm.5.dat" : declare parameter of algorithm No.5
##

# sampling time to calculate metric etc.

100

"algorithm.6.dat"
##
## "algorithm.0.dat" : declare parameter of algorithm No.0
##

# sampling time to calculate metric etc.

100

# N value

0

# type of calculating delay
# 0: use current queue length
# 1: use average queue length

0
```