

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3902606号

(P3902606)

(45) 発行日 平成19年4月11日(2007.4.11)

(24) 登録日 平成19年1月12日(2007.1.12)

(51) Int. Cl. F I
H04L 12/56 (2006.01) H04L 12/56 400Z

請求項の数 28 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2004-107997 (P2004-107997)	(73) 特許権者	504090400 イクシア
(22) 出願日	平成16年3月31日(2004.3.31)		
(65) 公開番号	特開2004-304811 (P2004-304811A)	(74) 代理人	110000176 一色国際特許業務法人
(43) 公開日	平成16年10月28日(2004.10.28)	(72) 発明者	ディエゴ デュガトキン アメリカ合衆国・カリフォルニア州 91 302・カラバサス・ダブリュー アグー ラ ロード 26601
審査請求日	平成16年7月2日(2004.7.2)		
(31) 優先権主張番号	10/404864		
(32) 優先日	平成15年3月31日(2003.3.31)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
		審査官	玉木 宏治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自己相似トラフィック生成

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する方法であって、
 前記自己相似トラフィックに関する分布シーケンスのテーブルを準備する工程と、
 複数のストリームについて少なくとも一つの、ハーストパラメータを含む自己相似性パラメータの値を与える工程と、

少なくとも一つの前記ストリームを選択する工程と、

前記選択されたストリームについて前記自己相似性パラメータの値に基づき前記選択されたストリームのために自己相似トラフィック分布を生成する工程と、
 を備え、

前記自己相似トラフィック分布は、前記選択されたストリームについて前記ハーストパラメータの値に基づいてテーブルから取り出される分布シーケンスに基づいている。

【請求項 2】

前記分布シーケンスがパレート分布シーケンスである、請求項 1 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する方法。

【請求項 3】

前記分布シーケンスが切断値パレート分布である、請求項 1 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する方法。

【請求項 4】

前記分布シーケンスが競合するフローを備える、請求項 1 に記載の電気通信ネットワー

クにおいて自己相似トラフィックを模倣する方法。

【請求項 5】

前記分布シーケンスがそれぞれ単一の ON/OFF プロセスを備える、請求項 4 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する方法。

【請求項 6】

前記自己相似トラフィック分布が一連の ON 及び OFF 期間を備える、請求項 1 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する方法。

【請求項 7】

前記 ON 及び OFF 期間の一方のみがヘビーテイル分布を有する、請求項 6 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する方法。

10

【請求項 8】

前記ヘビーテイル分布がパレート分布である、請求項 7 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する方法。

【請求項 9】

前記分布シーケンスが、形状パラメータと、前記それぞれの分布シーケンスの最小値と、均一に分布する確率変数と、を有する式によって表現される、請求項 1 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する方法。

【請求項 10】

前記形状パラメータの値が固定され、前記分布シーケンスの最小値が固定される、請求項 9 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する方法。

20

【請求項 11】

前記分布シーケンスが複数の独立した及び確率的に同一なフラクタル再生過程の重ね合わせを備える、請求項 1 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する方法。

【請求項 12】

電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する方法であって、複数のストリームについて少なくとも一つの、ハーストパラメータを含む自己相似性パラメータの値を与える工程と、

少なくとも一つの前記ストリームを選択する工程と、

前記選択されたストリームについて前記自己相似性パラメータの値に基づき前記選択されたストリームのために自己相似トラフィック分布を生成する工程と、

30

を備え、前記自己相似トラフィック分布が、前記選択されたストリームについて前記ハーストパラメータの値に基づいてメモリから取り出される分布シーケンスに基づいており、

前記メモリが前記ハーストパラメータの値の範囲と相関する自己相似トラフィックについて分布シーケンスを格納している。

【請求項 13】

前記分布シーケンスが競合するフローを備える、請求項 12 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する方法。

【請求項 14】

前記分布シーケンスが、形状パラメータと、前記それぞれの分布シーケンスの最小値と、均一に分布する確率変数と、を有する式によって表現される、請求項 12 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する方法。

40

【請求項 15】

前記分布シーケンスが複数の独立した及び確率的に同一なフラクタル再生過程の重ね合わせを備える、請求項 12 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する方法。

【請求項 16】

前記自己相似性パラメータが平均到達時間及びフラクタルオンセット時間を備える、請求項 12 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する方法。

50

【請求項 17】

電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する方法であって、
複数のストリームについて少なくとも一つの、ハーストパラメータを含む自己相似性パラメータの値を準備する工程と、

少なくとも一つの前記ストリームを選択する工程と、

前記選択されたストリームについて前記自己相似性パラメータの値に基づき前記選択されたストリームについて自己相似トラフィック分布を生成する工程と、

を備え、さらに、

前記自己相似トラフィック分布が、形状パラメータと、それぞれの分布シーケンスの最小値と、均一に分布する確率変数と、を有する式によって表現される分布シーケンスに基づき、

前記形状パラメータが固定値を有し、

前記分布シーケンスについて最小値が固定されており、

前記分布シーケンスが前記均一に分布する確率変数の値の対数から得られる。

【請求項 18】

前記分布シーケンスが複数の独立した及び確率的に同一なフラクタル再生過程の重ね合わせを備える、請求項 17 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する方法。

【請求項 19】

前記自己相似トラフィック分布から前記選択されたストリームを生成する工程をさらに備える、請求項 17 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する方法。

【請求項 20】

電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する装置であって、

複数のストリームについて少なくとも一つの、ハーストパラメータを含む自己相似性パラメータの値を受信するバッファと、

少なくとも一つの前記ストリームを選択するために前記バッファと結合するアービトレータと、

自己相似トラフィックについて分布シーケンスのテーブルを格納するメモリと、

前記選択されたストリームについて前記自己相似性パラメータの値に基づき選択されたストリームについて、前記選択されたストリームについて前記ハーストパラメータの値に基づいてテーブルから取り出された分布シーケンスに基づく自己相似トラフィック分布を生成するための、前記メモリに結合する分布カリキュレータと、

前記選択されたストリームについてデータユニットの伝送をスケジュールするために前記分布カリキュレータに結合するスケジューラと

を備える。

【請求項 21】

前記分布シーケンスがパレート分布シーケンスである、請求項 20 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する装置。

【請求項 22】

前記分布シーケンスが切断値パレート分布である、請求項 20 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する装置。

【請求項 23】

前記分布シーケンスが競合するフローを備える、請求項 20 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する装置。

【請求項 24】

電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する装置であって、

複数のストリームについて少なくとも一つの、ハーストパラメータを含む自己相似性パラメータの値を受信するバッファと、

少なくとも一つの前記ストリームを選択するためにバッファと結合するアービトレータ

10

20

30

40

50

と、

ハーストパラメータの値の範囲と相関する自己相似トラフィックについて分布シーケンスを格納するメモリと、

前記選択されたストリームについて自己相似性パラメータの値に基づき前記選択されたストリームについて、前記選択されたストリームについて前記ハーストパラメータの値に基づいてメモリから取り出された分布シーケンスに基づく自己相似トラフィック分布を生成するための、前記メモリに結合する分布カリキュレータと、

前記選択されたストリームについてデータユニットの伝送をスケジュールするために分布カリキュレータに結合するスケジューラと、
を備える。

10

【請求項 25】

前記分布シーケンスがそれぞれ単一の ON / OFF プロセスを備える、請求項 24 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する装置。

【請求項 26】

前記自己相似トラフィック分布が一連の ON 及び OFF 期間を備える、請求項 24 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する装置。

【請求項 27】

電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する装置であって、
複数のストリームについて少なくとも一つの、ハーストパラメータを含む自己相似性パラメータの値を受信するバッファと、

20

少なくとも一つの前記ストリームを選択するためにバッファと結合するアービトレータと、

ハーストパラメータの値の範囲と相関する自己相似トラフィックについて分布シーケンスを格納するメモリと、

前記選択されたストリームについて前記自己相似性パラメータの値に基づき前記選択されたストリームについて自己相似トラフィック分布を生成するための、前記メモリに結合する分布カリキュレータと、

前記選択されたストリームについてデータユニットの伝送をスケジュールするために前記分布カリキュレータに結合するスケジューラと、
を備え、

30

前記自己相似トラフィック分布が、形状パラメータと、前記それぞれの分布シーケンスの最小値と、均一に分布する確率変数と、を有する式によって表現される前記分布シーケンスに基づき、

前記形状パラメータが固定値を有し、

前記分布シーケンスについて最小値が固定されており、

前記分布シーケンスが前記均一に分布する確率変数の値の対数から得られる。

【請求項 28】

前記自己相似トラフィック分布から前記選択されたストリームを生成するプラスタユニットをさらに備える、請求項 27 に記載の電気通信ネットワークにおいて自己相似トラフィックを模倣する装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ネットワーク分析及びネットワークテストのためのトラフィック生成に関する。

【背景技術】

【0002】

高速イーサネットと、ATMと、ローカルエリアネットワーク(LAN)と、ワイドエリアネットワーク(WAN)と、ストレージエリアネットワーク(SAN)のI/Oトラフィックと、信号送信と、WWWと、マルチメディアと、ビデオトラフィックとに関する

50

最近の多数の研究では、通常のネットワークトラフィックにおける可変性には、いくつかの時間スケールに渡って無視できない相関関係が関与することが実証されている。こうした評価は、ポアソンプロセスやその他の短期依存性 (SRD) プロセスに基づく、従来型のデータトラフィックモデリングの課題となる。

【0003】

パケット交換ネットワークのトラフィックにおいて最も目を引く特徴の一つは、事実上あらゆる時間スケールで持続する、非常に大きなバースト性である。こうした長期依存性 (LRD) は、自己相似又はフラクタル的挙動を通じて現れる。「自己相似性」とは、一つの時間スケールで測定されたトラフィックのセグメントが、異なる時間スケールにおけるトラフィックにて適切にスケールされたバージョンと似ていることを意味する。

10

【0004】

多くのネットワークの研究では、ネットワークトラフィックのフラクタル特性の分析と合成との両方に関して、自己相似性を考慮してきた。通信業界 (例えば、AT&T、Nortel、Ericsson) では、この分野の研究グループを支援しており、さらに最近では、一部の企業は、ネットワーク機器を測定及びテストするため、同様にシステム設計中に適切にスケールするために、自己相似トラフィック生成装置の開発を開始させている。

【0005】

フラクタル現象は、自然界及び人工のシナリオの両方において一般的であり、これには、自然の地形、海の波、地震の分布、株式市場の変動、及びパケットネットワークのトラフィックが含まれる。本明細書での使用において、フラクタルと自己相似性の振舞いとは、同意語とみなされる。

20

【0006】

フローサイズ (又は長さ) におけるヘビーテイル (heavy tail) は、自己相似性を生成できることが証明されている。ヘビーテイル分布は、そのテイルがべき乗法則 (power law) により減衰するものであり (指数関数よりも遙かに遅い減衰)、極めて大きな観測に関しても、無視できない可能性を示す。これらは、非常にゆっくりと消滅する強固な時間依存性構造による、長期記憶プロセスを表している。確率変数の「ヘビーテイル性」は、いくつかの大きな観測と混合した無数の小さな観測の組み合わせの証拠を提供するものであり、これにおいて、データセットの標本平均及び標本分散に寄与するものの殆どは、いくつかの大きな観測に由来する。

30

【0007】

この分野における重要な研究は、Leland、Taqq、Willinger、及びWilsonによって行われた。例えば、W. E. Leland, M. S. Taqq, W. Willinger, and D. V. Wilson, "A Bibliographical Guide to Self-Similar Traffic and Performance Modeling for Modern High-Speed Networks (現代の高速ネットワークの自己相似トラフィック及び性能モデリングに関する書誌案内)," in Stochastic Networks, F. P. Kelly, S. Zachary, and I. Zieldins (eds.), Oxford University Press, pp. 339-366, 1996、W. E. Leland, M. S. Taqq, W. Willinger, and D. V. Wilson, "On the self-similar nature of Ethernet traffic(イーサネットトラフィックの自己相似的性質について)," IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 2, pp. 1-14, Feb. 1994を参照されたい。他にこの分野でなされた重要な研究として、Ryuによるものがある。例えば、B. K. Ryu, "Fractal Network Traffic: From Understanding to Implications (フラクタルネットワークトラフィック: 理解からその意味するものへ)," Ph.D. Thesis, Columbia University, NY, 1996を参照。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

本明細書において図示される実施形態及び例は、本発明の装置及び方法に対する制限ではなく、見本として考えるべきである。

【0009】

50

多数のON/OFFソース(「パケットトレイン」としても知られる)と高い可変性及び無限の分散との重ね合わせは、集合的な自己相似性シーケンス(ネットワークトラフィック)を発生させる。そのため、ヘビーテイル分布を伴うON/OFFソースを製造及び集約することは、自己相似トラフィックの生成に関して実現可能なアプローチである。本発明は、一つの観点において、自己相似シーケンスを生成するために集合的ヘビーテイル分布の能力を使用する。本発明の一態様によれば、トラフィック分布は、ON期間、OFF期間、又は両方において、ヘビーテイルとなるように設定される。

【0010】

独立して同一の分布に従う(i.i.d)ヘビーテイルON/OFFソースのいくつかを多重化することで、自己相似トラフィックを生成できる。各ON状態は、パケットトレインが伝送されている期間に対応し、各OFF状態は、パケットトレイン間の静止期間に対応する。ここで図5を参照すると、この基本構造を表す単純な状態マシンが図示されている。状態510では、パケットトレインが送信される。状態520では、トレイン間に静止期間が存在する。図6は、概略的なトラフィックのプロットを図示しており、これにはデータが送信されているON期間のシーケンスが伴い、その間のOFF期間の静止が、これに続いている。

10

【0011】

トラフィック生成のためのON/OFFヘビーテイル分布は、様々な形で応用してもよい。本発明の一態様によれば、自己相似である自然数の連続が生成されるが、これにおいて、こうした整数の意味は、生成の観点からすると無関係である。この整数は、パケットの数、単位時間(又は指定された時間的区切り)当たりのバイト数、或いは他のあらゆるものに対応することがある。自己相似シーケンスの使用は、帰納的に決定されるべきものである。

20

【0012】

自己相似シーケンスを生成するための、いくつかの可能なアプローチについては、数多くの文献が存在する。ここでは、その一部に関連する態様について説明する。第1のアプローチでは、同じチャネルで競合するTCPフローの集合を利用する。第2のアプローチでは、いくつかのパレート分布している疑似乱数ジェネレータを一つの多重化出力に集合させて使用する。第3のアプローチでは、切断パレート分布を使用する。それぞれ又は組み合わせを利用して、自己相似シーケンスを生成してもよい。

30

【0013】

[競合TCPフロー：カオスの制御]

TCPフローは、ヘビーテイル分布を伴うON/OFFソースとしてモデル化できるため、競合TCPフローは、トラフィックの望ましいスケール構造を生成するのに使用することができる。同じチャネルでの競合TCPフローを収集したものを集合させることで、TCPのカオス的メカニズムは、大きな時間スケールでのスケール動作を生成することができる。

【0014】

TCPの輻輳ウィンドウサイズは、同じリンクに関して競合する「貪欲な」TCPフローの動力学を特徴付ける多数の態様の一つである。リンクレート、バッファサイズ、及び遅延等のいくつかのパラメータに依存して、フローの個別の動作は、集合的性能と同様に、変更される。

40

【0015】

人工的にリンクにおける輻輳を増加させること又はドロップレートを増大させることによって、タイムアウトメカニズムが作動し、パケットトレイン間の静止期間が増加するため、OFF期間は、より一層ヘビーテイル化する。最も密度の高いテイルは、結果として生じるシーケンスがどのくらい自己相似となるかを支配するものであり、そのため、OFF期間を十分に増加させることで、自己相似性Hの度合いを制御することができる。但し、リンクレート、バッファサイズ、及び遅延の全ての構成が、自己相似時系列を生成するとは限らず、一部のケースでは、初期状態に対する高い感度が存在する。バッファサイズ

50

遅延の比率が、システムの性能を最も直接的に制御するものになることが報告されている。より大きな損失率は、生成されたトラフィックにおいて、より長い時間スケールの依存性を形成する傾向にある。さらに、実際に「本物」のTCPマイクロフローは、インターネット上のTCP接続として、本物のパケットネットワークにおいて測定するとき、長期依存性を示すことが実証されている。

【0016】

リンク内で輻輳を人工的に増加させることで、自己相似TCPトラフィック自体を生成することがある。しかしながら、TCPのエンドツーエンドフロー制御及び輻輳回避メカニズムの特性を活用することで、自己相似シーケンスを作成することもできることがある。こうした値のシーケンスは、単純に、リンクを「通過した」パケット（又はバイト等）のカウンタである。

10

【0017】

特定のタイプのTCP又はその他の種類のトラフィックを生成するために、トラフィック分布を使用して、ストリームを変調することがある。フラクタル動作を生成するのに必要な競合TCPフローの最小数は、特定の損失率及びその他の条件下において、互いに対話する二つの完全なTCPスタックを使用して実施できることがある。TCPスタックのペアは、一つの自己相似シーケンスを形成するのに使用することがある。

【0018】

この説明が依存する参考文献には以下が含まれる。

【0019】

L. Guo, M. Crovella, I. Matta “How does TCP generate Pseudo-self-similarity? (TCPはどのように疑似自己相似性を生成するか?)”, in Proceedings of the International Workshop on Modeling, Analysis and Simulation of Computer and Telecommunications Systems - MASCOTS '01, Cincinnati, Ohio, August 2001、Veres and Boda, “The Chaotic Behavior of TCP Congestion Control(TCP輻輳制御のカオスの挙動)”, Proceedings of IEEE INFOCOM, Tel-Aviv, March 2000、B. Sikdar and K. S. Vastola, “On the Contribution of TCP to the Self-Similarity of Network Traffic(ネットワークトラフィックの自己相似性に対するTCPの寄与について)”, lecture notes in computer science, Proceedings of IWDC, vol. 2170, pp. 596-613, 2001、及びB. Sikdar and K. S. Vastola, “The Effect of TCP on the Self-Similarity of Network Traffic(ネットワークトラフィックの自己相似性に対するTCPの影響)”, Proceeding of 35th Conference on Information Sciences and Systems, Baltimore, MD, March 2001.

20

30

【0020】

[パレート集合]

パレート集合のアプローチでは、独立して同一の分布に従う(i.i.d)ヘビーテイルON/OFFソースのいくつかを多重化することで、自己相似トラフィックを生成できる。

【0021】

最も単純なヘビーテイル分布は、パレート分布であり、これに関して確率変数Xは、確率塊関数(pmf)

40

$$p(x) = ab^{\alpha} x^{-\alpha-1} = \frac{ab^{\alpha}}{x^{\alpha+1}},$$

を有し、 $b > 0$ 及び $x > b$ であり、ここで α は形状パラメータ又はテイル指数であり、 b はXの最小可能値である。対応する累積分布関数(cdf)は、以下となる。

【0022】

$$F(x) = P[X \leq x] = 1 - \left(\frac{b}{x}\right)^\alpha$$

ON/OFFパレートエンジンの収集を、それぞれ独立した疑似乱数ジェネレータ (P R N G) に基づいて、使用することがある。全てのパレート分布シーケンスは、

$$X_{Pareto} = \frac{b}{U^{1/\alpha}} \quad ; \quad 0 < U \leq 1$$

10

$$\log_2 X_{Pareto} = \log_2 b - \frac{1}{\alpha} \log_2 U$$

$$X_{Pareto} = 2^{\log_2 b - \frac{1}{\alpha} \log_2 U}$$

として実施することが可能であり、ここでUは、均等に分布する確率変数である。

20

【 0 0 2 3 】

自己相似トラフィック 1 2 に関して、 の値が低ければ、Xが非常に大きな値になる確率は高くなる。なお、 >2 では、Xは無有限大分散を有し、 1 では、Xは無有限大平均を有する。

【 0 0 2 4 】

形状パラメータ と自己相似性の度合いとの間の関係は、ハーストパラメータHにより与えられ、以下のようなになる。

【 0 0 2 5 】

$$H = \frac{3 - \alpha}{2}$$

30

【 0 0 2 6 】

この説明が依存する参考文献には以下が含まれる。W. Willinger, M. S. Taqqu, R. Sherman, and D. Wilson, "Self-Similarity Through High-Variability: Statistical Analysis of Ethernet LAN Traffic at the Source Level (高可変性を通じた自己相似性: ソースレベルでのイーサネットLANの統計分析)," proceedings of the ACM SIGCOMM '95, pp 100-113, Cambridge MA, August 1995、W. Willinger, M. S. Taqqu, R. Sherman, and D. Wilson, "Self-Similarity Through High-Variability: Statistical Analysis of Ethernet LAN Traffic at the Source Level (高可変性を通じた自己相似性: ソースレベルでのイーサネットLANの統計分析)," IEEE/ACM Trans on Networking 5:71-86, 1997、L. G. Samuel, J. M. Pitts, R. J. Mondragon, "Fast Self-Similar Traffic Generation(高速自己相似トラフィック生成)," Proceedings of the Fourteenth UK Teletraffic Symposium on Performance Engineering in Information Systems, Manchester UK, March 1997, pp 8/1-8/4、G. Kramer, B. Mukherjee, and G. Pesavento, "Interleaved Polling with Adaptive Cycle Time (IPACT): A Dynamic Bandwidth Distribution Scheme in an Optical Access Network (適応サイクル時間によるインタリーブポーリング (I P A C T) : 光アクセスネットワーク

40

50

における動的帯域幅分布方式), " Photonic Network Communications, Volume 4 (1), Jan. 2002. Pages 89-107、M. E. Crovella and L. Lipsky, " Long-Lasting Transient Conditions in Simulations with Heavy-Tailed Workloads (ヘビーテイル作業負荷によるシミュレーションでの長期継続遷移条件), " Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference (WSC-97), December 1997、及びJ. Wallerich, " Self-Similarity and Heavy Tailed Distributions, Design and Implementation of a WWW Workload Generator for the NS-2 Network Simulator (NS-2ネットワークシミュレータのWWWワークロードジェネレータの自己相似性及びヘビーテイル分布、設計、及び実施)" (Chapter 2.2), NSWEB.

【0027】

[切断値パレート分布]

本発明の一態様によれば、全てのパレートON/OFFソース*i*に関するOFF期間の最小長を選択することで、切断値パレート分布を生成することができる。これは、一定の packetsize k と、各ソースに関する一定の負荷 L_i と、ON期間及びOFF期間それぞれに関する形状パラメータ(テイル指数としても知られる) α_{ON} 及び α_{OFF} とを仮定することで達成されることがある。なお、ON期間の最小長は、1パケット、 $M_{ON} = 1$ である。ソース*i*に関するOFFピリオドの最小長の持続期間は、

$$M_{OFF} = k \times \frac{T_{OFF}}{T_{ON}} \times \frac{1 - S^{\alpha_{ON}}}{1 - S^{\alpha_{OFF}}} \times \left(\frac{1}{L_i} - 1 \right),$$

;

であり、これは $T_{ON} = (M_{ON} - 1) / \alpha_{ON}$ 及び $T_{OFF} = (M_{OFF} - 1) / \alpha_{OFF}$ を意味し、ここで S は、均一のPRNGが生成可能な最小の非ゼロ値である。

【0028】

コンピュータ等の有限精度のシステムを使用して、 M_{OFF} を上回る最小OFF時間により疑似パレート分布を生成するときには、ポイント密度が、スケールの下端に向かってより高くなるであろう。ウィンドウサイズに関係なく、分布の末端に向かって、非ゼロ確率の二ポイント間の距離が任意に選ばれたウィンドウサイズを上回る領域が、常に存在することになる。望ましくない結果としては、サンプルの総数が漸近的に無限となる傾向があるときであっても、一部のウィンドウがサンプルを含まないことである。これによりON及びOFF期間の平均サイズには誤差が持ち込まれるが、これは実施の個別的な性質と、理論上のパレート分布の連続的な性質とによるものである。

【0029】

発見的な解決方法では、補正係数 C を用いて、以下を導く。

【0030】

$$M_{OFF} = k \times \frac{C_{ON}}{C_{OFF}} \times \frac{T_{OFF}}{T_{ON}} \times \frac{1 - S^{\alpha_{ON}}}{1 - S^{\alpha_{OFF}}} \times \left(\frac{1}{L_i} - 1 \right)$$

ON及びOFF期間の長さは、 α_{ON} 及び α_{OFF} パラメータを調整することで調節されることがある。通常は、非常に大きなOFF期間は、同等の大きさのON期間の確率よりも高いため、おそらく、実際のトラフィックでは、 $\alpha_{ON} > \alpha_{OFF}$ となる。

【0031】

発見的な補正係数を $C = (1.19 \cdot \alpha - 1.166)^{-0.027}$ とすると、 $\alpha_{ON} = \alpha_{OFF}$ が選ばれた場合、 M_{OFF} に関する式は大幅に簡略化され、次のようになる。

【0032】

10

20

30

40

50

$$M_{OFF} = k \times \left(\frac{1}{L_i} - 1 \right)$$

($1 /$) 及び ($\log_2 b$) は定数であるため、必要なテーブル探索操作の計算は、($\log_2 U$) に関するもののみである。

【0033】

この説明が依存する参考文献には、G. Kramer, "On Generating Self-Similar Traffic Using Pseudo-Pareto Distribution (疑似パレート分布を使用した自己相似トラフィックの生成について)," Tutorial, U.C. Davisが含まれる。 10

【0034】

X_{pareto} の計算の一部として $2^{-(1/) \log_2 U}$ を実行するための指数関数 (基数 2) の実施は、整数の指数に関しては非常に単純である。同じ単純な方法は、僅かな修正により、浮動小数点指数に関して使用できる。基数 2 を選択することで、 2^j の計算は、 j 番目の位置に置かれた (バイナリ) ビットを単純に「1 に設定」する動作となる (重みが増す順序で、右手側の $j = 0$ で開始する)。

【0035】

このアプローチは、例えば、指数のバイナリ表現におけるポイントを含め、ビットがそれに応じて 1 に設定されるように調整することで、浮動小数点指数に応用できる。 20

【0036】

疑似乱数は、均一に分布する PRNG により最初に生成されることがあり、次に、テーブルにおいて実施される上記式を用いて、パレートとしての形にすることがある。潜在的に異なる数のテーブルへの入力 (均一値) の数を下回るテーブルでの分解能を有することは、一部が同じ出力値にマップされてしまう結果を意味することになる。そのため、自己相似の最大長によって与えられる分解能と、望ましい粒度とを有する必要がある。

【0037】

厳密には、ON 及び OFF 期間の両方に関するヘビーテイル分布を生成する必要はない。一つのヘビーテイル分布を生成することで十分となる場合があり、他は、別の分布を有することができる。例えば、一つのタイプの期間 (ON 又は OFF) に関しては (いくつかの境界間の) ランダム時間を使用してよいし、他はパレート分布にしてもよい。 30

【0038】

[システムの説明]

図 1 を参照すると、本発明による環境のブロック図が図示されている。この環境は、トラフィックジェネレータ 100 と、ネットワーク 140 と、複数のネットワークデバイス 150 とを含む。

【0039】

トラフィックジェネレータ 100 は、ネットワークテストデバイス、パフォーマンスアナライザ、適合性検証システム、ネットワークアナライザ、ネットワーク管理システム、又はプログラムされた多目的コンピュータ (PC 等) であってもよい。トラフィックジェネレータ 100 は、一枚以上のネットワークカード 120 とバックプレーン 110 とを含むことがあってもよい。トラフィックジェネレータ 100 は、図 1 に示すように、カードラックの形態にしてもよいし、或いは、統合ユニットにしてもよい。代わりに、トラフィックジェネレータは、トラフィック生成を行うために協調する多数の個別ユニットを備えていてもよい。トラフィックジェネレータ 100 とネットワークカード 120 とは、10 ギガビットイーサネット及びファイバチャネル規格といった一以上の広く知られた規格又はプロトコルをサポートすることがあってもよいし、同様に、独自のプロトコルをサポートすることがあってもよい。 40

【0040】

ネットワークカード120は、一以上のフィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、特定用途向け集積回路(ASIC)、プログラマブルロジックデバイス(PLD)、プログラマブルロジックアレイ(PLA)、プロセッサ、及びその他の種類のデバイスを含むことができる。加えて、ネットワークカード120は、ソフトウェアとファームウェアとを含むことがあってもよい。ネットワークカードという用語は、ラインカードと、試験カードと、分析カードと、ネットワークラインカードと、ロードモジュールと、インタフェースカードと、ネットワークインタフェースカードと、データインタフェースカードと、パケットエンジンカードと、サービスカードと、スマートカードと、スイッチカードと、リレーアクセスカードと、その他を含む。各ネットワークカード120は、一以上のネットワークポートを提供することがある。ネットワークカード120のポートは、ワイヤ、光ファイバ、ワイヤレス、又はその他の形で、ネットワークに接続することがある。各ネットワークカード120は、単一の通信プロトコルをサポートしてもよいし、多数の関連プロトコルをサポートしてもよいし、又は多数の無関係のプロトコルをサポートしてもよい。ネットワークカード120は、トラフィックジェネレータ100に恒久的に設置されてもよいし、又は現場で交換可能であってもよい。各ネットワークカード120は、一以上のポートを提供することがある。

10

【0041】

バックプレーン110は、ネットワークカード120のバス又は通信媒体としての役割を果たすことがある。バックプレーン110は、ネットワークカード120に電力を供給することもある。

20

【0042】

ネットワークデバイス150は、ネットワーク140を通じた通信が可能なデバイスであればどのようなものであってもよい。ネットワークデバイス150は、ワークステーション、パーソナルコンピュータ、サーバ、ポータブルコンピュータ、携帯情報端末(PDA)、コンピューティングタブレット、及びその他のような計算デバイス、プリンタ、スキャナ、ファクシミリ機、及びその他のような周辺デバイス、ネットワーク接続ストレージ(NAS)及びストレージエリアネットワーク(SAN)デバイスのようなディスクドライブを含むネットワーク対応ストレージデバイス、ルータ、リレー、ハブ、スイッチ、ブリッジ、及びマルチプレクサのようなネットワークングデバイスであってもよい。加えて、ネットワークデバイス150は、冷蔵庫、洗濯機、及びその他のような電気機器に加え、家庭用又は商業用のHVACシステム、警報システム、及びネットワーク上での通信が可能な他の任意のデバイス又はシステムを含むことがある。

30

【0043】

ネットワーク140は、LAN、WAN、SAN、有線、無線、又はこれらの組み合わせを含んでもよいし、インターネットを含み又はインターネットであってもよい。ネットワーク140上の通信は様々な形態を取ることがあり、フレーム、セル、データグラム、パケット、又はその他の情報単位を含み、ここではその全てがデータユニットと呼ばれる。トラフィックジェネレータ100及びネットワークデバイス150は、同時に、互いに通信することがあり、トラフィックジェネレータ100と一定のネットワークデバイス150との間には、複数の論理通信が存在することがある。ネットワーク自体は、移動するデータに多数の物理及び論理バスを提供する多数のノードを備えることがある。

40

【0044】

特定のデータユニットタイプと特定の速度とを有し、ネットワーク上の単一のソースから発生するデータユニットの流れは、ここでは「ストリーム」と呼ばれる。ソースは、多数の発信及び着信ストリームを同時に並行的にサポートすることがあり、例えば、多数のデータユニットタイプ又は速度に対応する。ソースは、例えば、ネットワークインタフェース上のポートであってもよい。「同時に」とは、「正確に同じ時間に」を意味する。「並行的に」は、「同じ時間内に」を意味する。単一のストリームは、一以上の並行「セッション」を表すことがある。「セッション」とは、一以上のデータユニットのシーケンスを備える、固定された単一のソースと固定された単一の送信先との間での継続的な接続で

50

ある。ストリーム内のセッションは、インタリーブを通して、そのストリームのデータ速度を共有する。インタリーブは、表現するセッション間で平衡にすること、不平衡にすること、及び分散させることがある。同じストリームによって表現される二以上のセッションでは、ソースからのデータユニットを、同時にではなく、並行的に伝送することがある。

【 0 0 4 5 】

セッションは二つの固定された終点間でデータユニットを伝達するが、このセッションは、ネットワーク 1 4 0 内の多数のパスを含むことがある。ネットワーク 1 4 0 内においては、高いデータ転送速度、優れたエラー制御、優れたネットワーク稼働率、低いコスト、又はその他を可能にするために、セッションは、分解し、再構築してもよい。このセッションは、一以上の中継デバイス間に、一以上の中継パス、チャンネル、又はルートを含むことがあってもよい。この多数の中継パス、チャンネル、又はルートは、ネットワーク 1 4 0 内で、互いに対して並列又は直列、あるいはその両方によって構成することがあってもよい。

10

【 0 0 4 6 】

次に図 2 を参照すると、本発明の一態様による装置のブロック図が図示されている。この装置は、トラフィックジェネレータ 1 0 0 (図 1)、ネットワークカード 1 2 0 (図 1)、或いはポートのようなトラフィックジェネレータ 1 0 0 (図 1) 又はネットワークカード 1 2 0 (図 1) の一以上の構成要素であってもよい。この装置は、制御ユニット 2 1 0 と、プラスタユニット 2 4 0 と、受信エンジン 2 2 0 と、フロントエンド / 発信エンジン 2 5 0 と、バス 2 3 0 と、通信バス 2 6 0、2 6 5 とを含む。

20

【 0 0 4 7 】

バス 2 3 0 は、制御ユニット 2 1 0 と、受信エンジン 2 2 0 と、プラスタユニット 2 4 0 と、フロントエンド / 発信エンジン 2 5 0 と、バックプレーン 1 1 0 との間に通信バスを提供する。バス 2 3 0 は、制御及びステータス情報の他、データを通信するために使用することがある。通信バス 2 6 0、2 6 5 は、データの他、制御及びステータス情報を通信するために使用することがある。

【 0 0 4 8 】

制御ユニット 2 1 0 は、ポートプロセッサ 2 1 2 と、DMA エンジン 2 1 4 と、ポートメモリ 2 1 6 とを含む。制御ユニット 2 1 0 は、PRNG を提供することがある。

30

【 0 0 4 9 】

ポートプロセッサ 2 1 2 は、マイクロプロセッサ又はその他のプログラマブルプロセッサであってもよい。装置の外部から、ポートプロセッサ 2 1 2 は、その装置が生成することになるトラフィックのパターン等の制御命令を受信する。この制御命令は、ネットワークデバイスから、着信ストリーム 2 2 2 上で受信することがある。代わりに、制御命令は、例えばバックプレーン 1 1 0 を経由し、バス 2 3 0 を介して装置に直接提供することがあってもよい。ポートプロセッサ 2 1 2 は、装置の外部制御用にアプリケーションプログラムインタフェース (API) を有していてもよい。ユーザは、ホスト上のソフトウェアプログラムを使用して、ポートプロセッサ 2 1 2 へ送信される制御命令を作成するコマンドを入力することがある。制御ユニット 2 1 0 は、制御命令のポートメモリ 2 1 6 への格納を、その実行前、実行後、及び実行中に行ってもよい。

40

【 0 0 5 0 】

DMA エンジン 2 1 4 は、要求メモリアクセスを提供するインタフェースと制御ロジックとを備える。DMA エンジン 2 1 4 は、ポートプロセッサ 2 1 2 と、ポートメモリ 2 1 6 と、受信エンジン 2 2 0 と、バス 2 3 0 とに結合する。ポートプロセッサ 2 1 2 からの要求を受けて、DMA エンジン 2 1 4 は、データユニットとポートメモリ 2 1 6 からのデータとを取り出す。DMA エンジン 2 1 4 は、さらに、ポートプロセッサ 2 1 2 からプラスタユニット 2 4 0 及びフロントエンド / 発信エンジン 2 5 0 へのバスを提供する。

【 0 0 5 1 】

受信エンジン 2 2 0 は、着信ストリーム 2 2 2 等の着信データストリームを受信する。

50

受信エンジン 220 は、ポートプロセッサ 212 によって提供又は制御されるフィルタに従って着信データユニットを処理してもよい。着信データユニットを受信した後、受信エンジン 220 は、データユニットを DMA エンジン 214 に渡し、DMA エンジン 214 は、このデータユニットをポートメモリ 216 に格納してもよいし、又はポートプロセッサ 212 に直接渡してもよい。受信エンジンは、バス 230 及び / 又は通信ライン 265 を介して、DMA エンジン 214 と通信してもよい。着信データユニットは、例えば、受信エンジン 220 (例えば、フィルタ除去) 又は DMA エンジン 214 によって、廃棄されてもよい。着信データユニットは、例えば、セッションをネゴシエート、設定、分解、又は制御するための、ネットワークデバイスからの制御データを含むことがあってもよい。着信データユニットは、ネットワークデバイスからのデータを含むこともある。

10

【0052】

フロントエンド / 発信エンジン 250 は、発信データユニットを一以上のストリーム 252 a、252 b、... 252 n として発信する。フロントエンド / 発信エンジン 250 が発信するデータユニットは、制御ユニット 210 又はプラスタユニット 240 を起源とする場合がある。制御ユニット 210 は、ストリーム及びセッションをネゴシエート、設定、分解、及び制御するための制御データを作り出す。フロントエンド / 発信エンジン 250 は、制御情報及びデータユニットを受信するために、バス 230 と通信ライン 265 とに結合される。

【0053】

プラスタユニット 240 は、スケジューラ 242 と、バックグラウンドオーバレイエンジン 244 と、バックグラウンドメモリ 246 と、オーバレイメモリ 248 と、フロントエンド / 発信エンジン 250 とを含む。スケジューラ 242 と、バックグラウンドオーバレイエンジン 244 と、バックグラウンドメモリ 246 とは相まって、データユニットを形成し、こうしたデータユニットをフロントエンド / 発信エンジン 250 に渡す。

20

【0054】

プラスタユニット 240 は、セッション設定情報を用いて、発信データユニットを形成及び発信タイミングに関する命令を備える。プラスタユニット 240 は、ポートプロセッサ 212 からセッション設定情報を受信してもよい。セッション設定情報の構成要素は、ユニット又は個別で、通信することがある。

【0055】

セッション設定情報の少なくとも一部 テンプレート及びオーバレイ は、プラスタユニット 240 の二つのメモリ 246、248 に格納してもよい。バックグラウンドメモリ 246 は、各発信ストリーム 252 のデータユニットに関するテンプレートを格納する。オーバレイメモリ 248 は、各発信セッションに関するオーバレイを格納する。テンプレートが発信データユニットになるものの基本的なレイアウトを提供するのに対し、オーバレイメモリ 248 は、セッションのデータユニットを生成するために、テンプレートをどのように修正又は完成させるかを決定づける。オーバレイメモリ 248 及びバックグラウンドメモリ 246 は別個のユニットとして図示されているが、これらは、一体化させて単一のメモリにしてもよい。同様に、ポートメモリ 216 は、バックグラウンドメモリ 246 及びオーバレイメモリ 248 の一方又は両方と一体化させてもよい。

30

40

【0056】

スケジューラ 242 は、ストリーム 252 a、252 b、252 n といった、それぞれの発信ストリームに関する発信時間のスケジュールを管理する。スケジューラ 242 は、メトロノーム又は時計のように機能し、発信ストリームがそれぞれのデータ転送速度と確実に合致するようにする。一定のストリームに関して設定及び有効化されると、スケジューラ 242 は、対応するストリームについてのデータユニットが発信されるときに、次の発信信号をバックグラウンドオーバレイエンジン 244 に送信する。代わりに、スケジューラ 242 は、バックグラウンドオーバレイエンジン 244 が発信データユニットを形成すべきときに、バックグラウンドオーバレイエンジン 244 に信号を送ることがあり、バックグラウンドオーバレイエンジン 244 は、形成されたデータユニットを発信のために

50

、フロントエンド/発信エンジン250に黙示的に渡す。スケジューラ242は、バス230に接続され、制御情報を受信するためにバス230に結合される。

【0057】

バックグラウンドオーバーレイエンジン244は、発信データユニットを形成する。バックグラウンドオーバーレイエンジン244は、スケジューラ242と、バックグラウンドメモリ246と、オーバーレイメモリ248と、フロントエンド/発信エンジン250とに結合される。バックグラウンドオーバーレイエンジン244は、バックグラウンドメモリ246内のテンプレートと、オーバーレイメモリ248内のオーバーレイを用いて、これらを組み合わせ、発信データユニットを形成する。スケジューラ242により信号が送られるとき、バックグラウンドオーバーレイエンジン244は、信号を送られたストリームのセッションに関する形成済み発信データユニットをフロントエンド/発信ユニット250に渡す。

10

【0058】

次に図3を参照すると、本発明による機能ブロック図が図示されている。この図は、バッファ310と、アービトラータ320と、テーブル340と、分布カリキュレータ330と、スケジューラ350とを含んでいる。

【0059】

バッファ310は、複数のシフトレジスタ、メモリ、又はその他のデバイスを備えていてもよい。バッファ310は、生成するストリームに関する自己相似性パラメータを受信する。こうしたパラメータは、ハーストパラメータを含む場合があり、対応するストリームに関するON又はOFF期間に対応させることがある。

20

【0060】

アービトラータ320は、次にサービスを提供する少なくとも一つのストリームを選択するためのロジックを備える。選択される可能性のあるストリームの数は、アービトラータ320及びその他の構成要素の処理又はロジックあるいはその両方の能力に応じて変化する可能性がある。

【0061】

テーブル340は、自己相似トラフィックの分布シーケンスを格納する。テーブル340は、メモリに格納される場合がある。こうした分布シーケンスは、ハーストパラメータの値の範囲と相関する場合がある。

【0062】

分布カリキュレータ330は、選択されたストリームの自己相似性パラメータに基づいて、選択されたストリームに関する自己相似トラフィック分布を生成するためのロジックを備える。分布カリキュレータ330は、選択されたストリームの自己相似性パラメータに基づいて、テーブル340から分布シーケンス(又は本明細書で説明するその他の値)を取り出す。分布カリキュレータ330は、取り出した分布シーケンスを用いた式による、ストリームのトラフィック分布を生成する。

30

【0063】

本発明の一態様によれば、自己相似トラフィック分布は、形状パラメータと、それぞれの分布シーケンスの最小値と、均一に分布する確率変数とを有する式によって表される分布シーケンスに基づいたものである。形状パラメータは、固定値を有する。分布シーケンスの最小値は、固定である。テーブル340は、均一に分布する確率変数の値の対数を格納する。

40

【0064】

スケジューラ350は、スケジューラ242(図2)であってもよい。スケジューラ350は、後続のいずれのON(又はOFF)期間に対するパケットをオーバーフローさせることなく、トレイン内の各パケットに関する速度を割り当ててもよい。スケジューラ350には、パケットの持続期間に関する何らかの概念を組み込むことがある。

【0065】

[方法の説明]

図4を参照すると、本発明の別の態様による方法のフローチャートが図示されている。

50

予備的な事柄として、自己相似トラフィック分布を生成する特定の式を選択することが望ましい場合、又は必要となる場合がある。さらに、テーブル又はメモリに格納するための分布シーケンス又はその他の値を事前に計算することが望ましい場合又は必要となる場合がある。最後に、テーブル又はメモリに格納するための事前に計算された分布シーケンス又はその他の値を格納することが望ましい場合又は必要となる場合がある。テーブル又はメモリは、ハーストパラメータ又はその他のパラメータあるいはその両方の値の範囲と相関する、自己相似トラフィックに関する分布シーケンスを格納してもよい。格納された値は、均一に分布するランダム整数の値の対数であってもよい。

【 0 0 6 6 】

こうしたステップは、方法の開始時点（ステップ 4 0 5）で実行してもよいが、開始（ステップ 4 0 5）の後で実行してもよい。したがって、式及び事前計算は、トラフィック生成の過程において動的に変化させることがある。これにより、様々なパターン又は度合いの自己相似性を得ることがある。

10

【 0 0 6 7 】

この方法の実行において、一ステップは、ストリームの少なくとも一つの自己相似性パラメータに関する値を提供することである（ステップ 4 1 0）。自己相似性パラメータは、ハーストパラメータと、平均到着時間と、フラクタルオンセット時間とを含むことがある。

【 0 0 6 8 】

全てのストリームが生成された場合には（ステップ 4 2 5）、さらなる処理は必要としない（ステップ 4 9 5）。

20

【 0 0 6 9 】

別のステップでは、次のストリームが選択される（ステップ 4 3 0）。二以上のストリームが、例えば、パイプライン又は並列の形で処理するために、選択されてもよい。

【 0 0 7 0 】

次に、選択されたストリームに関して、分布が生成される（ステップ 4 3 5）。自己相似トラフィック分布は、メモリ又はテーブル 3 4 0（図 3）から取り出した分布シーケンスに基づくものでよい。それぞれのストリームに関するハーストパラメータの値は、分布を取り出すために単独で使用することがある。平均到達時間、フラクタルオンセット時間、又はその他のパラメータ、あるいはその双方の値は、テーブル 3 4 0（図 3）から分布シーケンスを取り出すために使用してもよい。取り出した値は、事前に計算された対数であってもよい。

30

【 0 0 7 1 】

上記のように、分布シーケンスは、多くの異なるアプローチによって説明することができる。例えば、分布シーケンスは、複数の独立した、確率的に同一な、フラクタル再生過程の重ね合わせを備えていてもよい。分布シーケンスは、形状パラメータと、それぞれの分布シーケンスの最小値と、均一に分布する確率変数とを有する式によって説明することがあってもよい。形状パラメータの値は、固定されていてもよく、分布シーケンスの最小値も、固定されていてもよい。この場合、テーブル 3 4 0（図 3）は、均一に分布する確率変数の値の対数を備えていてもよい。

40

【 0 0 7 2 】

特定のストリームに関する分布が生成された後、選択されたストリームを生成してもよい（ステップ 4 4 0）。ステップ 4 3 0、4 3 5、及び 4 4 0 は、全てのストリームが生成されるまで（ステップ 4 2 5）、当然ながら処理が中断されない限り、繰り返される。生成された自己相似トラフィックのストリームは、その後、電気通信ネットワークの一部に適用してもよい。生成されたストリームは、電気通信ネットワークの一部の動きをシミュレートするために用いてもよい。

【 0 0 7 3 】

以上、本発明の例示的な実施形態について図示及び説明してきたが、本発明の趣旨から全く逸脱することなく、本明細書で説明した本発明に対して、多数の変更、修正、又は改

50

変を行い得ることは当業者には明らかである。したがって、こうした変更、修正、及び改変は、本発明の範囲内にあるものと理解されるべきである。

【 0 0 7 4 】

なお、本特許文献の開示の一部には、著作権保護の対象となるものが含まれる。本特許文献では、その所有者のトレードドレスである事柄、或いは、これになる可能性のある事柄を図示及び／又は説明する場合がある。この著作権及びトレードドレス所有者は、特許商標庁の特許ファイル又は記録として掲載される限り、本特許開示のいずれかによる複製に異議を唱えるものではないが、それ以外の場合には、いかなるものであっても、あらゆる著作権及びトレードドレス権を保有する。

【 図面の簡単な説明 】

10

【 0 0 7 5 】

【 図 1 】 本発明による環境のブロック図である。

【 図 2 】 本発明の一態様による装置のブロック図である。

【 図 3 】 本発明による機能ブロック図である。

【 図 4 】 本発明の別の態様による方法のフローチャートである。

【 図 5 】 本発明による T C P フローをモデル化する状態マシンの図である。

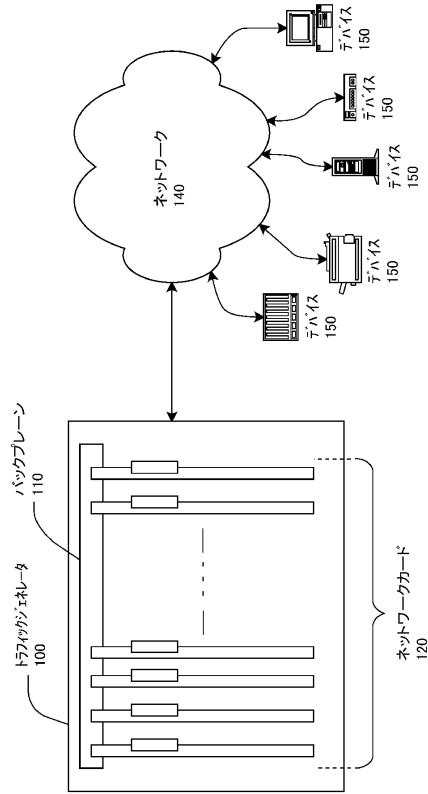
【 図 6 】 T C P トラフィックのサンプルの O N / O F F 特性のグラフである。

【 符号の説明 】

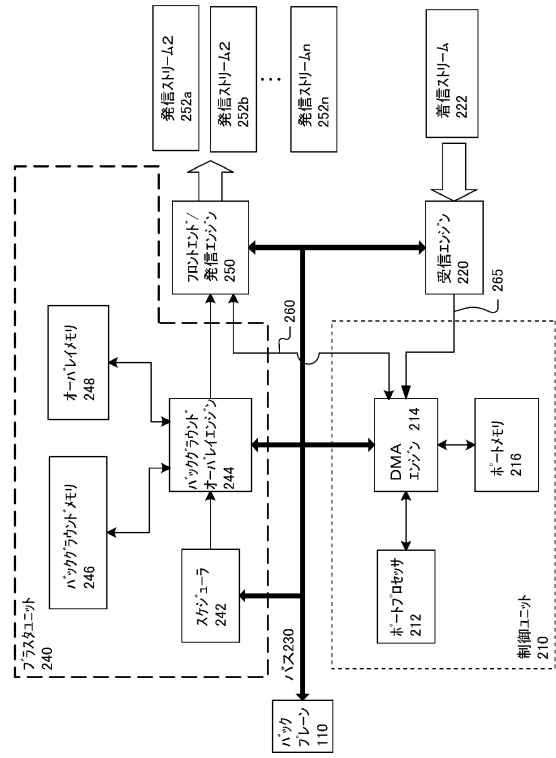
【 0 0 7 6 】

1 0 0	トラフィックジェネレータ	20
1 1 0	バックプレーン	
1 2 0	ネットワークカード	
1 4 0	ネットワーク	
1 5 0	デバイス	
2 1 0	制御ユニット	
2 1 2	ポートプロセッサ	
2 1 4	D M A エンジン	
2 1 6	ポートメモリ	
2 2 0	受信エンジン	
2 2 2	着信ストリーム	30
2 3 0	バス	
2 4 0	プラスタユニット	
2 4 2	スケジューラ	
2 4 4	バックグラウンドオーバレイエンジン	
2 4 6	バックグラウンドメモリ	
2 4 8	オーバレイメモリ	
2 5 0	フロントエンド / 発信エンジン	
2 5 2 a	発信ストリーム 2	
2 5 2 b	発信ストリーム 2	
2 5 2 n	発信ストリーム n	40
2 6 0 , 2 6 5	通信バス	
3 0 3	ストリームパラメータ	
3 1 0	バッファ	
3 2 0	アービトレータ	
3 3 0	分布カリキュレータ	
3 3 3	分布シーケンス	
3 4 0	テーブル	
3 5 0	スケジューラ	

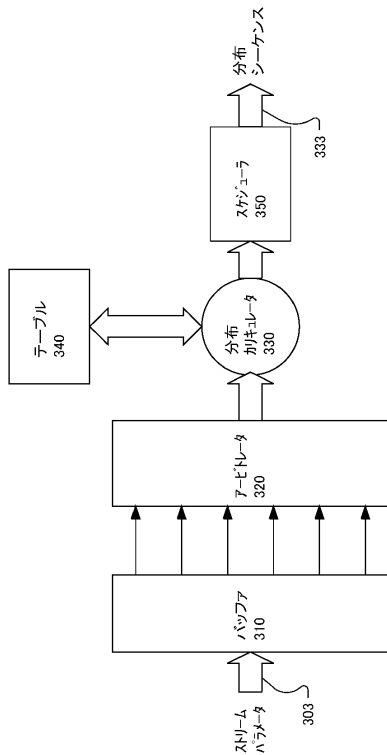
【図 1】



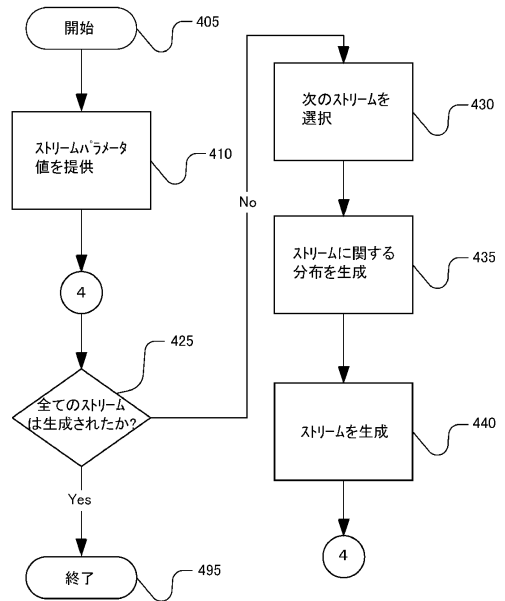
【図 2】



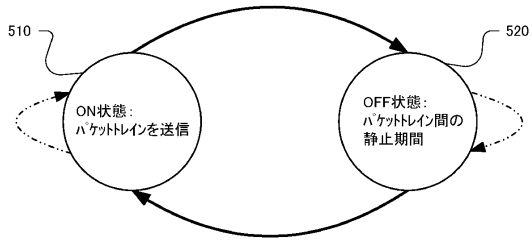
【図 3】



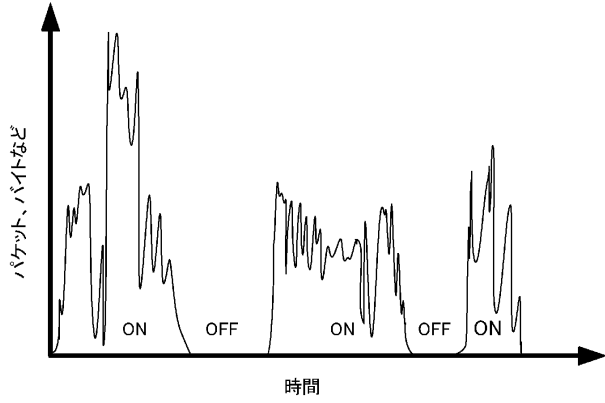
【図 4】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-101128(JP,A)

特開平11-136288(JP,A)

G. Kramer, Self-similar network traffic: The notions and effects of self-similarity and long-range dependence, 2001年 5月21日, URL, http://www.csif.cs.ucdavis.edu/kramer/papers/ss_trf_present2.pdf

Linawati and H. Mehrpour, Self-similar traffic generator: comparison between RMD and SRA methods, High Speed Networks and Multimedia Communications, 5th IEEE International Conference on, 2002年 7月, pp.37-41

W. Willinger et al., Self-Similarity Through High-Variability: Statistical Analysis of Ethernet LAN Traffic at the Source Level, IEEE/ACM Transactions on Networking, 1997年 4月15日

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/56