

(11) 特許出願公開番号

特開2009-246453

(P2009-246453A)

(43) 公開日 平成21年10月22日(2009.10.22)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

H04L 29/14 (2006.01)

H04 L 13/00

3 1 5 Z

5 K 0 3 0

HO 4 L 12/56 (2006.01)

H04 L 12/56

400Z

5 K 0 3 3

HO 4 L 12/28 (2006.01)

H04 L 12/28

200M

5 K 0 3 4

HO 4 L 29/06 (2006.01)

HO 4 L 13/00

305B

5 K 0 3 5

審査請求 未請求 請求項の数 5 O.L. (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2008-87566 (P2008-87566)

(22) 出願日 平成20年3月28日 (2008. 3. 28)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(74) 代理人 100074099

弁理士 大菅 義之

(74) 代理人 100133570

弁理士 ▲徳▼永 民雄

(72) 発明者 中山 晶太郎

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 株式会社富士通コンピュータテクノ
ロジーズ内

[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 エミュレータ装置

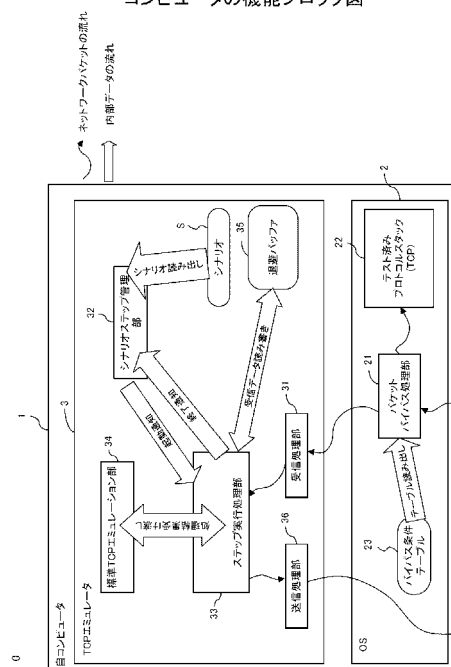
(57) 【要約】

【課題】プロトコルスタックのテストにおいて、各種の動作シーケンスを発生させてプロトコルの動作の正常性を検証することを可能とする技術を提供する。

【解決手段】テスト対象の通信プロトコルスタックを搭載したテスト対象装置とネットワークを介して接続されたエミュレータ3において、テストすべきシーケンスにおいてエミュレータ3で実行する一連の動作を記述したシナリオSが入力されると、シナリオステップ管理部32は、シナリオSを参照して、実行すべき動作を判断して起動通知を行う。ステップ実行処理部33は、シナリオステップ管理部32から起動通知を受けた動作について、シナリオSから読み出して実行し、テスト対象装置に送信するパケットを生成する。

【選択図】 図1

実施形態に係るTCPエミュレータを含む
コンピュータの機能ブロック図



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

テスト対象の通信プロトコルスタックを搭載したテスト対象装置とネットワークを介して接続されたエミュレータ装置であって、

テストすべきシーケンスにおいて前記エミュレータ装置側で実行する一連の動作を記述したシナリオが入力されると、該シナリオを参照して、実行すべき動作を判断して起動通知を行う管理手段と、

前記管理手段から起動通知を受けた動作について、前記シナリオから読み出して実行し、前記テスト対象装置に送信するパケットを生成する実行手段と、

を備えたことを特徴とするエミュレータ装置。

10

【請求項 2】

前記シナリオにおいては、動作ごとに、該動作を識別するための識別情報、及び該動作の次に実行すべき識別情報からなる移動先動作識別情報が対応付けられて記述され、

前記管理手段は、前記シナリオが入力されたタイミングあるいは前記実行手段から動作の終了通知を受信したタイミングで、該動作に対応付けられた移動先動作識別情報を読み出して、該移動先動作識別情報が示す動作の起動通知を前記実行手段に送信する

ことを特徴とする請求項 1 記載のエミュレータ装置。

【請求項 3】

前記シナリオにおいては、各動作は、前記テスト対象装置から受信したパケットに対する応答動作を記述した受動的動作、あるいは前記エミュレータ装置から自発的にパケット送信を行う動作を記述した能動的動作のいずれかからなり、

20

前記受動的動作及び能動的動作は、前記エミュレータ装置における該動作実行後の遷移先プロトコル状態を含み、

前記実行手段は、前記管理手段から起動通知を受けた動作について実行した後、該動作の遷移先プロトコル状態へとプロトコル状態を遷移させる

ことを特徴とする請求項 2 記載のエミュレータ装置。

【請求項 4】

前記受動的動作は、1 以上の動作を含み、動作ごとに前記テスト対象装置から受信したパケットの内容に基づいて決定される条件が定義されており、

前記実行手段は、前記管理手段から起動通知を受けた動作が前記受動的動作である場合には、前記テスト対象装置から受信したパケットの内容に対応する前記条件の設定されている動作を実行する

30

ことを特徴とする請求項 3 記載のエミュレータ装置。

【請求項 5】

前記能動的動作は、送信するパケットの内容に関わる情報を更に含み、

前記実行手段は、前記管理手段から起動通知を受けた動作が前記能動的動作である場合には、該動作に記述されている送信パケットの内容に関わる情報を参照して、送信パケットを生成する

ことを特徴とする請求項 3 記載のエミュレータ装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】**【0001】**

本発明は、ネットワークを介して相互に接続されたコンピュータ間で通信プロトコルスタックのテストを行う技術に関する。

【背景技術】**【0002】**

開発した通信プロトコルスタック、例えば TCP プロトコルスタックについてテストをする際には、図 14 に示すようなシステム構成でテストを行うのが一般的である。例えば、図 14 (a) に示すように、テスト対象の TCP プロトコルスタックを搭載したコンピュータと、テスト済の TCP プロトコルスタックを搭載した他のコンピュータとを互いに

50

ネットワークを介して接続されている構成で、各種のシーケンスについてテストを行う。

【0003】

あるいは、WAN（広域通信網、Wide Area Network）高速化装置等は、コンピュータA及びBの間で通信するときに、TCPについてプロトコル変換を行う。このような装置についてテストをするときは、図14（b）に示すように、エンドーエンドにテスト済のTCPプロトコルスタックを搭載したコンピュータA、Bを配置し、コンピュータA、Bの間にテスト対象のWAN高速化装置を配置する構成が一般的である。このような構成で、エンドーエンド間でTCP通信を行うことにより、図に示すネットワークシステムについてテストを行う。

【0004】

TCPにおいては、RFC（Request for Comment）により、同時コネクション確立等の多種多様な動作シーケンスが規定されている。一例を図15に示す。

図15は、同時コネクション確立についての動作シーケンス図である。同時コネクション確立のシーケンスでは、図15に示すように、ネットワークを介して相互に接続された2つのコンピュータのそれぞれが、コネクション要求を相手側に送信するとともに、相手側からのコネクション要求を待機する。そして、各コンピュータにおいて、相手側からのコネクション要求を受信すると、送信したコネクション要求に対する確認応答による承認を待機する。確認応答を各コンピュータにおいて受信すると、コネクションが確立され、シーケンスが完了する。

【0005】

同時コネクション確立のシーケンスにおいては、コネクション要求を相手側に送信するタイミングは、相手側からのパケットの受信を契機としているわけではないので、タイミングをとることが難しい。

【0006】

ここで、公知の技術として、TCP/IP（Internet Protocol）にしたがった通信において、通信システム間のPCU（Protocol Data Unit）を取得して解析し、その内容に基づいてイベントシーケンスを推定してエミュレーションを行うことにより、通信の詳細を解析する技術について提供されている（例えば、特許文献1）。

【0007】

また、TCP/IPのテストを行う技術に関し、トラフィックデータを通信網エミュレータ装置に構築した擬似通信環境で処理することにより、TCP/IPの不具合を再現する技術についても提供されている（例えば、特許文献2）。

【特許文献1】特開平11-27308号公報

【特許文献2】特開2004-201121号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上記のとおり、TCPにおいては多くの動作シーケンスが規定されており、これらの動作シーケンスを上記のテスト構成において任意に動作させてテストを行い、動作を検証する必要がある。しかし、これら動作シーケンスの中には、従来のシステム構成で動作させることが難しいものも含まれている。

【0009】

本発明は、プロトコルスタックのテストにおいて、各種の動作シーケンスを発生させてプロトコルの動作の正常性を検証することを可能とする技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するために、開示のエミュレータ装置は、テスト対象の通信プロトコルスタックを搭載したテスト対象装置とネットワークを介して接続されたエミュレータ装置であって、テストすべきシーケンスにおいて前記エミュレータ装置側で実行する一連の動

10

20

30

40

50

作を記述したシナリオが入力されると、該シナリオを参照して、実行すべき動作を判断して起動通知を行う管理手段と、前記管理手段から起動通知を受けた動作について、前記シナリオから読み出して実行し、前記テスト対象装置に送信するパケットを生成する実行手段と、を備えた構成とする。

【0011】

入力されたシナリオに記述されている内容にしたがって、実行すべき動作を判断して実行するため、例えば同時コネクション確立シーケンス等についてのテストのように、テスト対象装置から受信したパケットに対する応答を定義するのみでは実施が困難であったシーケンスについても実現できる。これにより、各種の状況下におけるプロトコルスタックの動作の検証が可能となる。

10

【0012】

前記シナリオにおいては、動作ごとに、該動作を識別するための識別情報、及び該動作の次に実行すべき識別情報からなる移動先動作識別情報が対応付けられて記述され、前記管理手段は、前記シナリオが入力されたタイミングあるいは前記実行手段から動作の終了通知を受信したタイミングで、該動作に対応付けられた移動先動作識別情報を読み出して、該移動先動作識別情報が示す動作の起動通知を前記実行手段に送信する構成としてもよい。

【発明の効果】

【0013】

開示のエミュレータによれば、入力されたシナリオにしたがって動作を実行し、テスト対象装置である対向コンピュータに対して送信するパケットを生成して送信する。これにより、各種動作シーケンスの実現が可能となり、各種状況下におけるプロトコルスタックの動作を検証することが可能となる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

図1は、本実施形態に係るTCPエミュレータを含むコンピュータの機能ブロック図である。図1に示すコンピュータ1は、テスト対象のプロトコルスタックを搭載した他のコンピュータとネットワークを介して接続され、オペレーションシステム部（以下OSとする）2とTCP（Transmission Control Protocol）エミュレータ部（以下エミュレータとする）3とを含む。

30

【0015】

OS2は、パケットバイパス処理部21、プロトコルスタック部22及びバイパス条件テーブル23を含む。エミュレータ3は、TCP動作をエミュレートするプログラムであり、RFC（Request for Comment）で規定された一連の動作をシナリオとして与え、各動作シーケンスを擬似的に実現する。図1に示すエミュレータ3は、受信処理部31、シナリオステップ管理部32、ステップ実行処理部33、標準TCPエミュレーション部34、送信処理部36及び回避バッファ35を含む。

【0016】

OS2のパケットバイパス処理部21は、ネットワークを介して他のコンピュータから送信されたパケットについて、エミュレータ3に渡すべきか、OS2内で処理すべきかを判断し、振り分けを行う。

40

【0017】

プロトコルスタック部22は、テスト済のTCPプロトコルスタックを有し、パケットバイパス処理部21においてOS2内で処理すべきと判断したパケットの処理を行う。

バイパス条件テーブル23は、パケットバイパス処理部21においてパケット振り分けのための判断を行う際の条件を格納している。

【0018】

エミュレータ3の受信処理部31は、OS2のパケットバイパス処理部21においてエミュレータ3において処理すべきと判定されたパケットを、OS2から受信する。

50

シナリオステップ管理部 32 は、ユーザによりコンピュータ 1 に入力されたテストのシナリオ S を読み出して、次に実行すべき動作を判断して実行させることにより、シナリオ実行を管理する。

【0019】

ここで、「シナリオ」とは、ある動作シーケンスを対向コンピュータ（他のコンピュータ）との間で実行する場合に、自装置すなわちエミュレータ 2 を備えるコンピュータ 1 において実行する動作を記述したものと定義する。コンピュータ 1 においてシナリオにしたがって順次実行していく動作には、対向コンピュータ側から受信したパケットへの応答として実行される動作と、自装置から対向コンピュータ側に対して能動的に実行される動作とがある。以下、本実施形態においては、あるタイミングで実行される動作のそれぞれを、「ステップ」と表現する。

10

【0020】

ステップ実行処理部 33 は、シナリオステップ管理部 32 により指示されたステップを実行する。標準 TCP エミュレーション部 34 は、ステップ実行処理部 33 との間で必要な情報を受け渡しして、標準 TCP の動作をエミュレーションする。

【0021】

退避バッファ 35 は、ステップ実行処理部 33 においてステップを実行するときに、必要なデータを退避させるためのバッファである。具体的には、1 つのエントリは、識別子と受信データとを含む。このうち、識別子は、シナリオに記述されている各ステップを識別するための識別情報からなり、受信データを退避バッファ 35 に退避させるときに、受信データに付加される。退避してあったデータを復元する場合は、シナリオに記述されている識別情報を検索キーとして退避バッファ 35 を検索し、合致するデータを取り出す。

20

【0022】

送信処理部 36 は、ステップ実行処理部 33（及び標準 TCP エミュレーション部 34）におけるステップ実行の結果得られたパケットを、対向コンピュータ側に送信する。

なお、上記の図 13 に示す構成で WAN（広域通信網、Wide Area Network）高速化装置等についてテストを行う場合においては、ネットワークを介して相互に接続されたコンピュータの一方あるいは両方に、図 1 に示すエミュレータ 3 を備えたコンピュータを適用する。

【0023】

また、OS 2 のパケットバイパス処理部 21 における判断については必須でなく、相手側のコンピュータから受信したパケットについては全てエミュレータ 3 に渡す構成としてもよい。

30

【0024】

図 2 は、コンピュータ 1 における全体処理を示したフローチャートである。図 2 に示すステップ S1 からステップ S5 までの一連の処理のうち、本実施形態に係るエミュレータ 3 による処理は、ステップ S3 からステップ S5 の処理である。

【0025】

まず、図 2 の処理は相手側のコンピュータからパケットを受信したことを契機として開始され、ステップ S1 で、パケットバイパス処理を行い、OS 2 あるいはエミュレータ 3 のいずれでパケットを処理すべきかを判断する。OS 2 でパケットを処理すべきと判断した場合は、ステップ S2 に進み、OS 2 内の TCP プロトコルスタック部 22 でパケットの処理を実行する。ステップ S1 において、受信したパケットをエミュレータ 3 で処理すべきと判断した場合は、ステップ S3 に進む。

40

【0026】

ステップ S3 で、エミュレータ 3 の受信処理部 31 は、OS 2 からパケットを受信し、ステップ S4 で、シナリオにしたがって、所定のステップを実行する。

ここで、シナリオのうち実行すべきステップは、シナリオステップ管理部 32 がステップ実行処理部 33 に対して予め通知をしている。ステップ実行処理部 33 は、予めシナリオステップ管理部 32 から指示されたステップを認識しており、エミュレータ 3 において

50

相手側から送信されたパケットを受信したことを契機に、指示されたステップの実行を開始する。ステップの実行が完了すると、ステップ実行処理部 33 はシナリオステップ管理部 32 に対してステップの実行が終了したことを通知する。シナリオステップ管理部 32 は、ステップ実行処理部 33 からの終了通知により、次に実行すべきステップを判断し、ステップ実行処理部 33 にその情報を与える。

【0027】

図 1 の各機能ブロックの説明においても述べたように、ステップを実行するときに、必要に応じて標準 TCP エミュレーション部 34 に標準 TCP の処理を実行させる。

ステップ実行処理が完了すると、ステップ S5 に進む。ステップ S5 で、ステップの実行により生成されたパケットを相手側のコンピュータに送信し、処理を終了する。

10

【0028】

図 2 に示すステップ S1 からステップ S5 の処理を実行することにより、コンピュータ 1 から相手側のコンピュータに対してパケットが送信される。上記のとおり、コンピュータ 1 からのパケット送信処理については、相手側のコンピュータから受信したパケットに対する応答としての送信処理と、自装置から能動的に相手側に送信する処理とがある。図 2 の処理により送信されるパケットがいずれによるものであるかは、シナリオの記述による。次に、シナリオについて説明する。

【0029】

図 3 は、シナリオの一例を示す図である。図に示すシナリオのうち、「#」の記号で始まる文（2 行目、3 行目、…）についてはコメント文である。エミュレータ 3 は、シナリオの冒頭から順に記号「#」が付されていない行の文（1 行目、4 行目、6 行目、…）を読み込んでゆく。

20

【0030】

シナリオには、ステップごとに動作を記述する。1 つのステップは、識別子、動作定義及びステップ遷移語を含む。

識別子は、あるステップを一意に判別可能とするための識別情報である。図 3 のシナリオ例では、1 行目及び 8 行目にそれぞれ記述されている「識別子 1」及び「識別子 2」がこれに該当する。

【0031】

動作定義は、同一ステップ内に記述された単一あるいは複数の動作についての記述と定義する。

30

ここで、動作定義については、（1）能動的動作定義と（2）受動的動作定義とに分類される。このうち、（1）の能動的動作定義には、エミュレータ 3 を備えるコンピュータ 1 側が自発的にデータを相手側に送信するための動作を記述する。（2）の受動的動作定義には、相手側からの受信データに応答するための動作を記述する。

【0032】

ステップ遷移語は、あるステップについての動作定義を実行した後、次にどのステップの動作定義を実行するかを示すために用意した専用の記述と定義する。図 3 のシナリオ例では、それぞれ 4 行目及び 6 行目の「識別子 2 へ移動」及び「識別子 1 へ移動」がステップ遷移語に該当する。

40

【0033】

動作定義の内容についてより具体的に説明する。ある 1 つのステップ内では、能動的動作定義あるいは受動的動作定義のいずれかを記述する。

このうち、能動的動作定義には、送信データの内容及び遷移先 TCP 状態を記述する。なお、遷移先 TCP 状態は、動作定義の記述にしたがって処理を実行してパケットを送信した後に遷移するプロトコルスタックの TCP 状態を示し、省略することが可能である。遷移先 TCP 状態を省略した場合には、標準 TCP と同様の振る舞いとする。能動的動作定義は、図 3 においては 11 行目がこれに該当する。

【0034】

受動的動作定義には、受信データ条件、受信データの退避・復元指示、応答データの内

50

容及び遷移先 T C P 状態を記述する。受動的動作定義は、図 3 においては 4 行目及び 6 行目がこれに該当する。

【 0 0 3 5 】

受信データ条件は、実施例では、相手側から受信したパケットのうち、T C P セグメントに設定されている情報からなる。受動的動作定義においては、1 つのステップ内に複数の動作定義を記述することが可能である。1 つのステップに複数の受動的動作定義を記述する場合は、互いに異なる受信データ条件をそれぞれ設定する必要がある。

【 0 0 3 6 】

また、受信データ条件については省略することも可能である。受信データ条件の記述を省略する場合は、全ての受信データに対して所定の動作が選択されることとなる。

受信データの退避・復元指示は、受信パケットのデータを退避バッファ 3 5 の所定の領域に退避あるいは退避バッファ 3 5 所定の領域から復元する旨の指示からなる。

【 0 0 3 7 】

応答データの内容は、実施例では応答として相手側に返すパケットに含めるデータの内容からなる。

遷移先 T C P 状態については、能動的動作定義に含まれる遷移先 T C P 状態と同様、動作定義の記述にしたがって処理を実行してパケットを送信した後に遷移するプロトコルスタックの T C P 状態を示す。

【 0 0 3 8 】

なお、応答データの内容及び遷移先 T C P 状態については、省略が可能である。

上記のルールにしたがって作成されたシナリオを用いて、本実施形態に係るエミュレータ 3 により R F C 7 9 3 において言及されているシーケンスのテストを実現する具体的な方法について説明する。

【 0 0 3 9 】

図 4 は、同時コネクション確立シーケンスのテスト方法を説明する図である。

同時コネクション確立シーケンスのテストを行うために、対向コンピュータ（テスト対象のプロトコルスタックを搭載した相手側のコンピュータ）から接続要求を受信すると、エミュレータ 3 は、対向コンピュータに対して接続要求を返している（シナリオの 1 ～ 4 行目）。

【 0 0 4 0 】

送信した接続要求に対して、対向コンピュータが応答を返してくると、エミュレータ 3 は、対向コンピュータからの接続要求に対して応答（A C K）を返す（シナリオの 7 ～ 9 行目）。

【 0 0 4 1 】

このように、同時コネクション確立のシーケンスについてテストするためには、対向コンピュータから接続要求を受信すると、エミュレータ 3 は、受信した接続要求に対して応答を返す前に対向コンピュータに対して接続要求を送信する。対向コンピュータとの間で相互に相手側に接続要求を送信し、互いに相手側からの接続要求に対して応答を返す処理を実行させることが可能となる。

【 0 0 4 2 】

図 5 は、古い重複シーケンスからの復旧処理についてのシーケンスのテスト方法を説明する図である。

古い重複シーケンス番号（S Y N）に対する応答を擬似的に再現するために、エミュレータ 3 は、テスト対象のコンピュータすなわち対向コンピュータ側の T C P から受けたシーケンス番号 S E Q = 1 0 0 を退避バッファ 3 5 に退避させるとともに、それよりも若いシーケンス番号に対応する S Y N + A C K を返す。すなわち、実際に受信したシーケンス番号よりも古いシーケンス番号 $1 0 0 - 1 0 = 9 0$ に対する応答を返す（シナリオの 1 ～ 5 行目）。

【 0 0 4 3 】

対向コンピュータからコネクションリセットの要求を受信すると、退避させておいたシ

10

20

30

40

50

ーケンス番号 S E Q = 1 0 0 を復元して応答を返す（シナリオの 7 ～ 9 行目）。

このように、対向コンピュータでは、実際に送信したシーケンス番号よりも古いシーケンス番号に対する応答を受信することになるため、対向コンピュータすなわちテスト対象のプロトコルスタックを搭載したコンピュータにおいて、古いシーケンスからの復旧処理を正常に実行できるかについてテストすることが可能となる。

【 0 0 4 4 】

図 6 は、同時クローズのシーケンスについてのテスト方法を説明する図である。

同時クローズに見せるため、エミュレータ 3 は、テスト対象のプロトコルスタックを搭載したコンピュータ側から後続データなしを示す「F I N」を受信すると、受信した「F I N」を退避バッファ 3 5 の所定の領域に退避させるとともに、相手のコンピュータ側にも「F I N」を送信する（シナリオの 1 ～ 5 行目）。 10

【 0 0 4 5 】

送信した F I N に対する応答を受信すると、エミュレータ 3 は、退避バッファ 3 5 の所定の領域から、退避させておいた「F I N」を復元するとともに、相手のコンピュータ側に、自装置が受信した F I N に対する応答を返す（シナリオの 7 ～ 1 0 行目）。

【 0 0 4 6 】

このように、受信した F I N に対してすぐに応答を返さず、まず F I N を送信し、相手から応答を受信してから、自装置が受信した F I N に対する応答を返すことにより、同時クローズのシーケンスについてテストすることが可能となる。

【 0 0 4 7 】

図 7 は、ハーフオープンコネクションからの復旧のシーケンスについてのテスト方法を説明する図である。

ハーフオープンコネクションからの復旧シーケンスのテストでは、対向コンピュータ側の T C P がクラッシュしたと想定する。エミュレータ 3 は接続を保ったままのふりをするために、対向コンピュータ側からの接続要求（シーケンス番号 S E Q = 4 0 0 ）に対し、古い（若い）番号の応答（A C K）を返す（シナリオの 1 ～ 5 行目）。 20

【 0 0 4 8 】

古い番号の応答を受け取った対向コンピュータ側では、まず接続の初期化（C T L = R S T）を行ってから、接続要求（シーケンス番号 S E Q = 4 0 0 ）を再送する。

このように、エミュレータ 3 が実際に受信した接続要求のシーケンス番号よりも若い番号の応答を返すことで、ハーフオープンコネクションからの復旧動作を実現することが可能となる。 30

【 0 0 4 9 】

上記のとおり、本実施形態に係るエミュレータ 3 は、シナリオに記述されたステップのうち、いずれを実行すべきかを判断し、シナリオのステップに記述された内容にしたがって所定の動作を実行する。このため、上記の同時コネクション確立シーケンス等のように、実際に対向コンピュータから受信したパケットにしたがって応答する構成では発生させることが難しいシーケンスについてもテストすることが可能となる。

【 0 0 5 0 】

以下、本実施形態に係るエミュレータ 3 を搭載したコンピュータ 1 の各部について、具体的な処理方法を説明する。 40

図 8 は、O S 2 のパケットバイパス処理部 2 1 におけるパケットバイパス処理を示したフローチャートである。図 8 に示す処理は、相手側から送信されたパケットを O S 2 において認識したことを契機として開始される。

【 0 0 5 1 】

まず、ステップ S 1 1 で、バイパス条件テーブル 2 3 を参照し、受信したパケットの所定のフィールドに設定されている値が、バイパス条件テーブル 2 3 に格納されている条件と互いに一致するか否かを判定する。バイパス条件テーブルについては、後述する。

【 0 0 5 2 】

ステップ S 1 1 の判定において、受信パケットの所定のフィールドの値がバイパス条件 50

テーブル 2 3 に格納されている値と互いに一致する場合は、ステップ S 1 2 に進み、エミュレータ 3 にパケットを転送し、処理を終了する。

【0053】

ステップ S 1 1 の判定において、受信パケットの所定のフィールドの値がバイパス条件テーブル 2 3 に格納されている値と一致しない場合は、ステップ S 1 3 に進み、OS 2 のプロトコルスタック部 2 2 にパケットを転送し、処理を終了する。

【0054】

上記のステップ S 1 1 において参照されるバイパス条件テーブル 2 3 は、パケットバイパス処理部 2 1 により参照されるテーブルであり、実施例では、1 つのエントリは、宛先 I P (Internet Protocol) アドレス、送信元 I P アドレス、宛先ポート番号及び送信元ポート番号の 4 つの情報からなる。

【0055】

図 9 は、エミュレータ 3 のシナリオステップ管理部 3 2 によるシナリオステップ管理処理を示したフローチャートである。実施例においては、これから開始すべきテストについてのシナリオを、ユーザがコンピュータ 1 に登録したことを契機として開始される。

【0056】

まず、ステップ S 2 1 で、登録されたシナリオの中から、最初に実行すべきステップを検索する。ステップ S 2 2 で、検索の結果、実行すべきステップがあるか否かを判定する。ここで、実行すべきステップとは、登録されたシナリオにより記述されているステップのうち、未だ実行されていない動作（すなわちステップ）で、検索を行ったタイミングで次にコンピュータ 1 において実行すべき動作を記述したステップをいう。

【0057】

ステップ S 2 2 で、検索の結果実行すべきステップが得られなかったと判定された場合は、特に処理を行わず、ステップ S 2 7 に進む。

一方、ステップ S 2 2 で、実行すべきステップがあると判定されると、ステップ S 2 3 に進み、ステップ実行処理部 3 3 に対して起動通知を行う。そして、ステップ S 2 4 で、ステップ実行処理部 3 3 からの終了通知を待機する。終了通知を受信すると、ステップ S 2 5 に進み、ステップの実行の結果正常終了したか否かを判定する。

【0058】

ステップ S 2 5 において、正常終了と判定された場合は、ステップ S 2 7 に進むが、異常終了と判定された場合は、ステップ S 2 6 に進み、ユーザに対して異常の内容を通知してから、ステップ S 2 7 に進む。

【0059】

ステップ S 2 7 で、シナリオステップ管理部 3 2 は、シナリオを参照して次に実行すべきステップを検索し、ステップ S 2 2 に戻る。以降は、あるシナリオに記述されている全てのステップについて処理を終えるまで、同様の処理を繰り返す。

【0060】

図 10 は、ステップ実行処理部 3 3 によるステップ実行処理を示したフローチャート（その 1）である。図 10 に示す処理は、シナリオステップ管理部 3 2 から起動通知を受けたことを契機として開始される。

【0061】

まず、ステップ S 3 1 で、シナリオのうち、シナリオステップ管理部 3 2 から起動通知を受けたステップの動作定義を照合し、ステップ S 3 2 で、動作定義は受動的動作定義であるか否かを判定する。受動的動作定義である場合は、図 11 に示す処理へと進むが、詳しくは後述する。受動的動作定義でない場合は、ステップ S 3 3 に進む。

【0062】

ステップ S 3 3 で、シナリオのうち、起動通知を受けたステップについて記述された動作の有無を判定する。該当する動作が記述されていないときは、ステップ S 3 4 に進み、シナリオステップ管理部 3 2 に終了通知を送信し、処理を終了する。該当する動作が記述されているときは、ステップ S 3 5 に進み、シナリオの記述にしたがって、対向コンピュ

10

20

30

40

50

ータに送信するデータを作成する。

【0063】

ステップS36で、標準TCPエミュレーション部34との間で互いの処理結果を受け渡しして、標準TCPエミュレーション部34において、送信データに対応する遷移先TCP状態を仮設定させる。そして、ステップS37で、シナリオの記述を参照し、TCP状態の遷移先が指定されているか否かを判定する。

【0064】

ステップS37において、シナリオにより遷移先TCP状態が指定されていると判定されると、ステップS38に進み、遷移先TCP状態を指定された内容に書き換え、ステップS39に進む。シナリオに遷移先TCP状態が指定されていないと判定されると、特に処理を行わず、ステップS39に進む。

10

【0065】

ステップS39で、送信データの内容と遷移先TCP状態とを確定する。ステップS40で、TCP状態を、ステップS39で確定した状態に遷移させる。最後に、ステップS41で、シナリオステップ管理部32に終了通知を送信すると、パケットを対向コンピュータに送信して処理を終了する。

【0066】

図11は、ステップ実行処理部33によるステップ実行処理を示したフローチャート（その2）である。シナリオの動作定義が受動的動作定義である場合の処理を示す。

まず、ステップS51で、対向コンピュータから受信データが送信されるのを待機する。データを受信すると、ステップS52に進み、受信データと、シナリオステップ管理部32から起動通知を受けたステップの動作定義とを照合する。

20

【0067】

ステップS53で、受信データに、動作定義に記述されている受信データ条件に対応する情報が設定されているか否かを判定する。受信データ条件に対応する情報が受信データに設定されていないと判定された場合は、ステップS54に進み、シナリオステップ管理部32に終了通知を送信するとともに、異常動作である旨通知する。

【0068】

ステップS53で、受信データ条件に対応する情報が受信データに設定されていると判定された場合は、ステップS55に進み、更に、動作定義に、受信データを退避させる旨の記述があるか否かを判定する。

30

【0069】

ステップS55において、受信データの退避要求ありと判定された場合は、ステップS56に進み、受信データを退避バッファ35に退避させ、ステップS57に進む。ステップS55において、受信データの退避要求なしと判定された場合は、特に処理を行わず、ステップS57に進む。ステップS57においては、動作定義に、受信データを復元させる旨の記述があるか否かを判定する。

【0070】

ステップS57において、受信データの復元要求ありと判定された場合は、ステップS58に進み、退避バッファ35から対応するデータを読み出し、受信データに上書きし、ステップS59に進む。ステップS57において、受信データの復元要求なしと判定された場合は、特に処理を行わず、ステップS59に進む。

40

【0071】

ステップS59で、標準TCPエミュレーション部34との間で互いの処理結果を受け渡しして、標準TCPエミュレーション部34において、受信データに対する応答データ及び遷移先TCP状態を仮設定させる。

【0072】

ステップS60で、対向コンピュータに送信する応答データの内容がシナリオの動作定義に記述されているか否かを判定する。応答データの内容がシナリオにより指定されている場合は、ステップS61に進み、応答パケットをシナリオに指定されている内容に書き

50

換え、ステップ S 6 2 に進む。応答データの内容についてはシナリオに指定されていない場合は、特に処理を行わず、ステップ S 6 2 に進む。

【0073】

ステップ S 6 2 で、シナリオにより遷移先 T C P 状態が指定されているか否かを判定し、指定されている場合は、ステップ S 6 3 で、シナリオに指定されている内容に遷移先 T C P 状態を書き換えてステップ S 6 4 に進む。シナリオには遷移先 T C P 状態が記述されていない場合は、特に処理を行わず、ステップ S 6 4 に進む。

【0074】

ステップ S 6 4 で、応答データの内容と遷移先 T C P 状態とを確定する。ステップ S 6 5 で、T C P 状態を、ステップ S 6 4 で確定した T C P 状態に遷移させる。最後に、ステップ S 6 6 で、シナリオステップ管理部 3 2 に終了通知を送信すると、パケットを対向コンピュータに送信して処理を終了する。

【0075】

ところで、図 1 に示すエミュレータ 3 は、例えば、図 1 2 に示すような情報処理装置（コンピュータ）を用いて構成することができる。図 1 2 の情報処理装置は、C P U（中央処理装置）1001、メモリ1002、入力装置1003、出力装置1004、外部記憶装置1005、媒体駆動装置1006、ネットワーク接続装置1007を備え、それらはバス1008により互いに接続されている。

【0076】

メモリ1002は、例えば、R O M（read only memory）、R A M（random access memory）等を含み、処理に用いられるプログラムおよびデータを格納する。C P U 1001は、メモリ1002を利用してプログラムを実行することにより、必要な処理を行う。

【0077】

図1の退避バッファ35は、メモリ1002に対応する。また、図1の受信処理部31、シナリオステップ管理部32、ステップ実行処理部33、標準T C Pエミュレーション部34及び送信処理部36は、メモリ1002に格納されたプログラムを実行することにより実現される機能に対応する。

【0078】

入力装置1003は、例えば、キーボード、ポインティングデバイス、タッチパネル等であり、ユーザからの指示や情報の入力に用いられる。出力装置1004は、例えば、ディスプレイ、プリンタ、スピーカ等であり、ユーザへの問い合わせ、アラーム、処理結果等の出力に用いられる。

【0079】

外部記憶装置1005は、例えば、磁気ディスク装置、光ディスク装置、光磁気ディスク装置、テープ装置等である。情報処理装置は、この外部記憶装置1005に、上記プログラムおよびデータを格納しておき、必要に応じて、それらをメモリ1002にロードして使用する。

【0080】

媒体駆動装置1006は、可搬記録媒体1009を駆動し、その記録内容にアクセスする。可搬記録媒体1009は、メモ리카ード、フレキシブルディスク、C D - R O M（compact disk read only memory）、光ディスク、光磁気ディスク等の任意のコンピュータ読み取り可能な記録媒体である。ユーザは、この可搬記録媒体1009に上記プログラムおよびデータを格納しておき、必要に応じて、それらをメモリ1002にロードして使用する。

【0081】

ネットワーク接続装置1007は、L A N（local area network）、インターネット等の任意の通信ネットワークに接続され、通信に伴うデータ変換を行う。情報処理装置は、必要に応じて、上記プログラムおよびデータを外部の装置からネットワーク接続装置1007を介して受け取り、それらをメモリ1002にロードして使用する。

【0082】

10

20

30

40

50

図 1 3 は、図 1 2 の情報処理装置にプログラムおよびデータを供給することのできるコンピュータ読み取り可能な記録媒体を示している。可搬記録媒体 1 0 0 9 やサーバ 1 1 0 1 のデータベース 1 1 0 3 に格納されたプログラムおよびデータは、情報処理装置 1 1 0 2 のメモリ 1 0 0 2 にロードされる。サーバ 1 1 0 1 は、そのプログラムおよびデータを搬送する搬送信号を生成し、ネットワーク上の任意の伝送媒体を介して情報処理装置 1 1 0 2 に送信する。CPU 1 0 0 1 は、そのデータを用いてそのプログラムを実行し、必要な処理を行う。

【0083】

以上説明したように、本実施形態に係るエミュレータ 3 によれば、入力されたシナリオの記述にしたがって対向コンピュータへの送信パケットを生成して送信処理を行うことにより、TCP 通信における多種多様な動作シーケンスを実現することが可能となる。コンピュータの TCP スタックや、WAN 高速化装置等の TCP をプロトコル変換するようなネットワークシステムにおいて、様々な状況下での TCP 動作の正常性を検証するテストの実施に有効である。

【0084】

以上の実施形態に関し、更に以下の付記を開示する。

(付記 1)

テスト対象の通信プロトコルスタックを搭載したテスト対象装置とネットワークを介して接続されたエミュレータ装置であって、

テストすべきシーケンスにおいて前記エミュレータ装置側で実行する一連の動作を記述したシナリオが入力されると、該シナリオを参照して、実行すべき動作を判断して起動通知を行う管理手段と、

前記管理手段から起動通知を受けた動作について、前記シナリオから読み出して実行し、前記テスト対象装置に送信するパケットを生成する実行手段と、

を備えたことを特徴とするエミュレータ装置。

(付記 2)

前記シナリオにおいては、動作ごとに、該動作を識別するための識別情報、及び該動作の次に実行すべき識別情報からなる移動先動作識別情報が対応付けられて記述され、

前記管理手段は、前記シナリオが入力されたタイミングあるいは前記実行手段から動作の終了通知を受信したタイミングで、該動作に対応付けられた移動先動作識別情報を読み出して、該移動先動作識別情報が示す動作の起動通知を前記実行手段に送信する

ことを特徴とする付記 1 記載のエミュレータ装置。

(付記 3)

前記シナリオにおいては、各動作は、前記テスト対象装置から受信したパケットに対する応答動作を記述した受動的動作、あるいは前記エミュレータ装置から自発的にパケット送信を行う動作を記述した能動的動作のいずれかからなり、

前記受動的動作及び能動的動作は、前記エミュレータ装置における該動作実行後の遷移先プロトコル状態を含み、

前記実行手段は、前記管理手段から起動通知を受けた動作について実行した後、該動作の遷移先プロトコル状態へとプロトコル状態を遷移させる

ことを特徴とする付記 2 記載のエミュレータ装置。

(付記 4)

前記受動的動作は、1 以上の動作を含み、動作ごとに前記テスト対象装置から受信したパケットの内容に基づいて決定される条件が定義されており、

前記実行手段は、前記管理手段から起動通知を受けた動作が前記受動的動作である場合には、前記テスト対象装置から受信したパケットの内容に対応する前記条件の設定されている動作を実行する

ことを特徴とする付記 3 記載のエミュレータ装置。

(付記 5)

前記能動的動作は、送信するパケットの内容に関わる情報を更に含み、

10

20

30

40

50

前記実行手段は、前記管理手段から起動通知を受けた動作が前記能動的動作である場合には、該動作に記述されている送信パケットの内容に関わる情報を参照して、送信パケットを生成する

ことを特徴とする付記 3 記載のエミュレータ装置。

(付記 6)

前記実行手段からの指示があったときは、前記通信プロトコルの標準動作をエミュレーションし、結果を該実行手段に返すエミュレーション手段と、

を更に備え、

前記実行手段は、前記管理手段から実行すべき動作について指示を受けると、前記シナリオの該動作の記述を参照し、該シナリオに前記通信プロトコルの標準動作をエミュレーションさせる旨記述されているときは、前記エミュレーション手段にエミュレーションを行う旨の指示を出す

ことを特徴とする付記 2 記載のエミュレータ装置。

(付記 7)

前記テスト対象装置から受信したパケットの内容に基づいて、該パケットを前記実行手段において実行させるべきか否かを判定する判定手段と、

を更に備えたことを特徴とする付記 1 記載のエミュレータ装置。

【図面の簡単な説明】

【0085】

【図 1】実施形態に係る T C P エミュレータを含むコンピュータの機能ブロック図である。

【図 2】全体処理を示したフローチャートである。

【図 3】シナリオの一例を示す図である。

【図 4】同時コネクション確立シーケンスのテストを説明する図である。

【図 5】古い重複シーケンスからの復旧処理についてのシーケンスのテスト方法を説明する図である。

【図 6】同時クローズのシーケンスについてのテスト方法を説明する図である。

【図 7】ハーフオープンコネクションからの復旧のシーケンスについてのテスト方法を説明する図である。

【図 8】パケットバイパス処理を示したフローチャートである。

【図 9】シナリオステップ管理処理を示したフローチャートである。

【図 10】ステップ実行処理を示したフローチャート（その 1）である。

【図 11】ステップ実行処理を示したフローチャート（その 2）である。

【図 12】情報処理装置の構成図である。

【図 13】記録媒体を示す図である。

【図 14】プロトコルスタックのテストを実施するためのシステム構成を示す図である。

【図 15】同時コネクション確立についての動作シーケンス図である。

【符号の説明】

【0086】

- | | |
|-----|--------------------|
| 1 | コンピュータ |
| 2 | オペレーションシステム |
| 3 | T C P エミュレータ |
| 2 1 | パケットバイパス処理部 |
| 2 2 | プロトコルスタック |
| 2 3 | バイパス条件テーブル |
| 3 1 | 受信処理部 |
| 3 2 | シナリオステップ管理部 |
| 3 3 | ステップ実行処理部 |
| 3 4 | 標準 T C P エミュレーション部 |
| 3 5 | 退避バッファ |

10

20

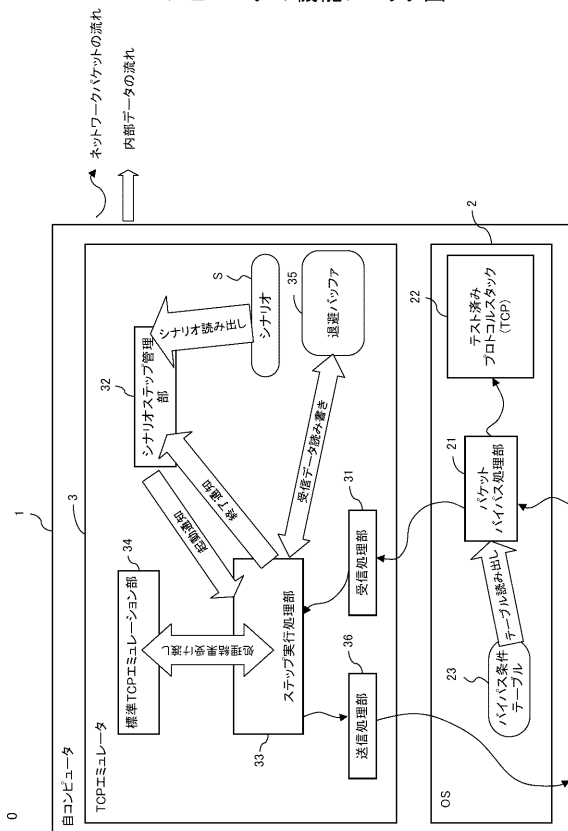
30

40

50

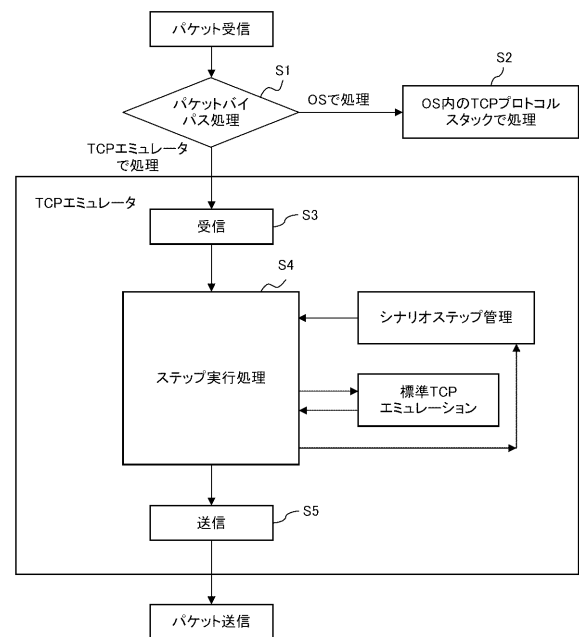
【 図 1 】

実施形態に係るTCPエミュレータを含む
コンピュータの機能ブロック図



【図 2】

全体処理を示したフローチャート



【図 3】

```

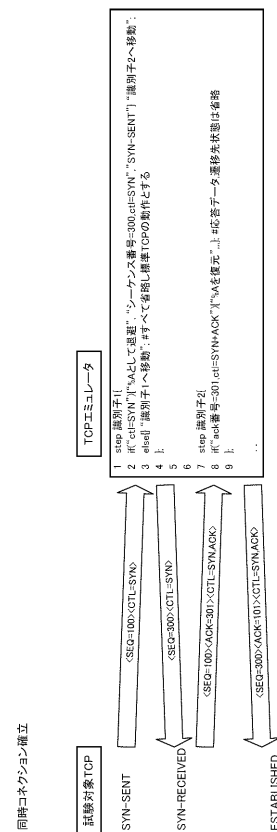
1 Step "識別子1"
2 #受動的動作定義
3 #動作定義1 + step遷移語
4 if("受信データ条件")["受信データの退避・復元指示", 応答データの内容, "遷移先状態"] "識別子2へ移動";
5 #動作定義2 + step遷移語, その他の場合。
6 else ["受信データの退避・復元指示", 応答データの内容, "遷移先状態"] "識別子1へ移動";
7 上
8 step "識別子2"
9 #能動的動作定義
10 #動作定義3
11 ["送信データの内容", "遷移先状態"];
12 上
13 #step遷移語
14 "シナリオ終了";
15
16 #受信データ条件には、TCPヘッダ:シーケンス番号,ack番号,ctl情報値を指定
17 #応答データ 送信データの内容には、TCPヘッダ:シーケンス番号,ack番号,ctl情報値を指定

```

シナリオの一例を示す図

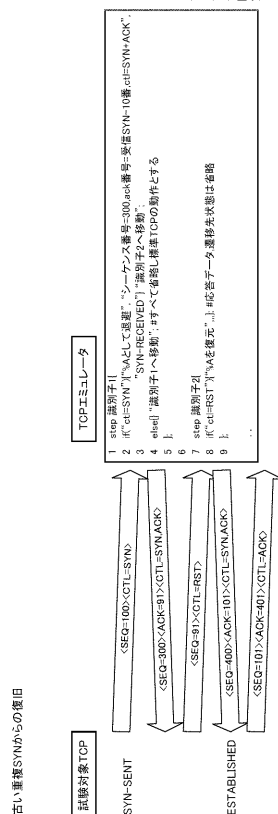
【図 4】

同時コネクション確立シーケンスのテストを説明する図



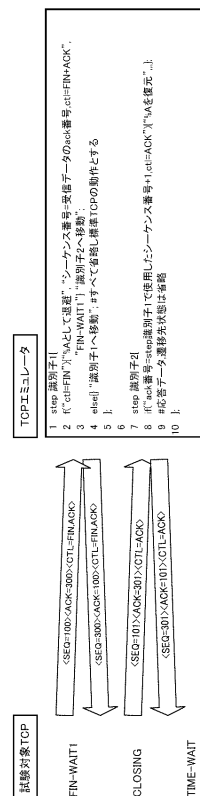
【図 5】

古い重複シーケンスからの復旧処理についてのシーケンスのテスト方法を説明する図



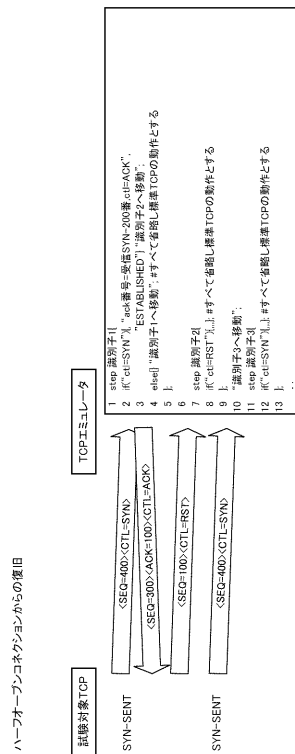
【図 6】

同時クローズのシーケンスについてのテスト方法を説明する図



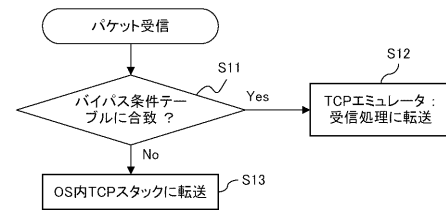
【图 7】

ハーフオープンコネクションからの復旧のシーケンスについてのテスト方法を説明する図



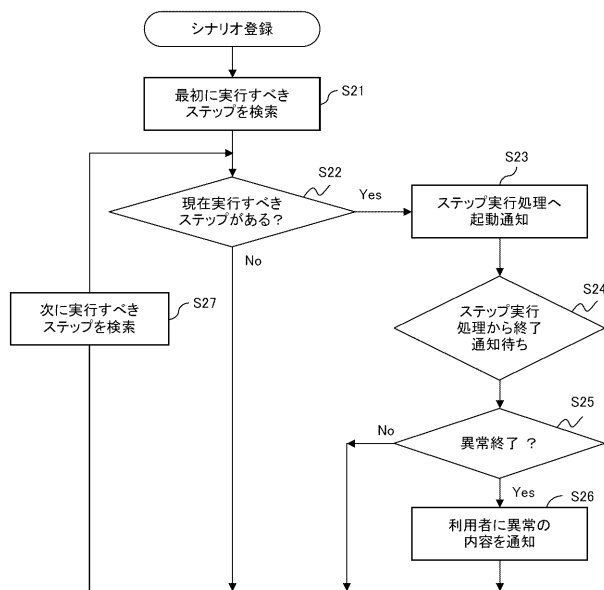
【図 8】

パケットバイパス処理を示したフローチャート



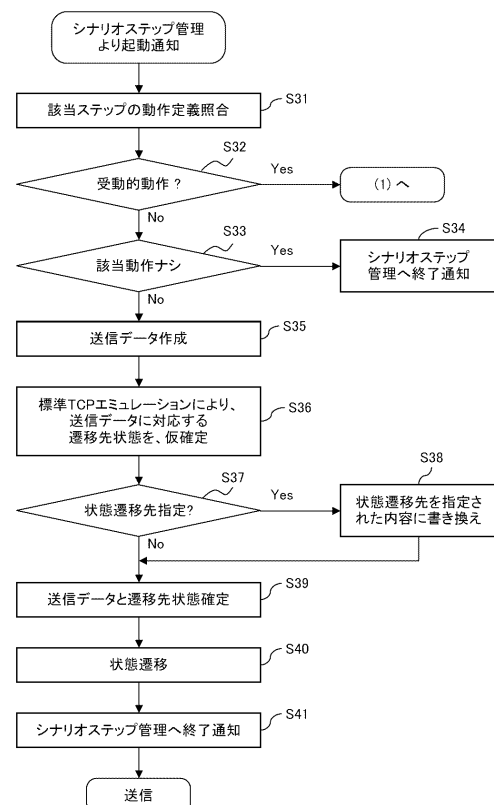
【图 9】

シナリオステップ管理処理を示したフローチャート



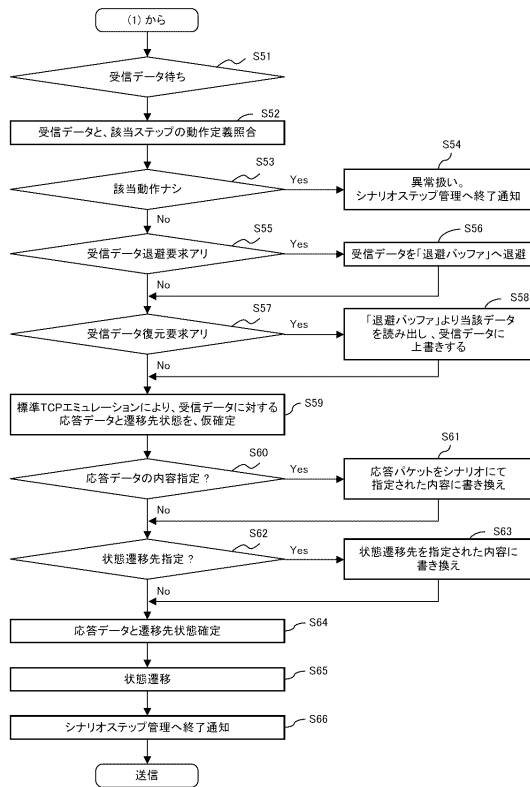
【 図 1 0 】

ステップ実行処理を示したフローチャート(その1)



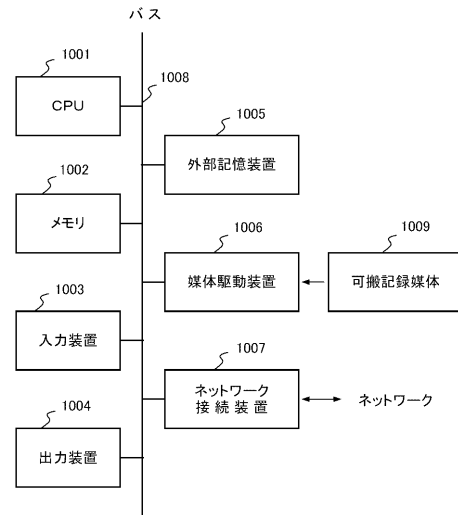
【図 1 1】

ステップ実行処理を示したフローチャート(その2)



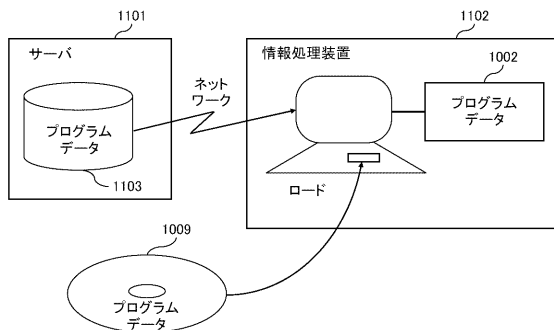
【図 1 2】

情報処理装置の構成図



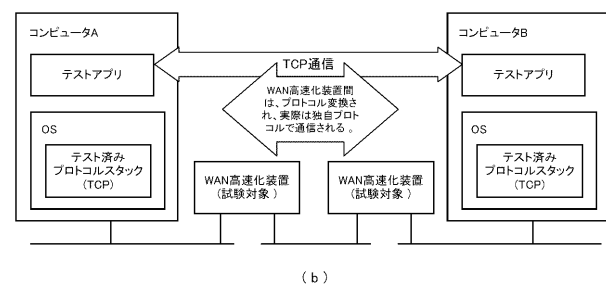
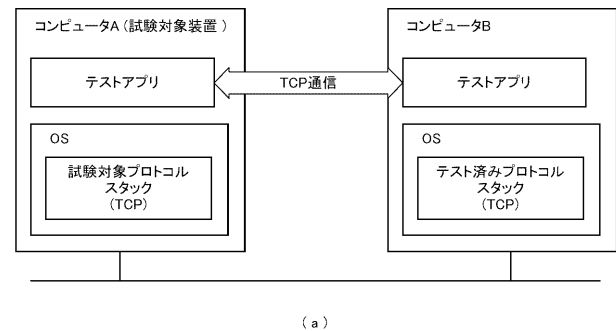
【図 1 3】

記録媒体を示す図



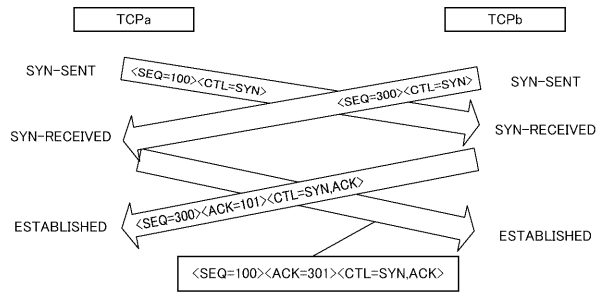
【図 1 4】

プロトコルスタックのテストを実施するためのシステム構成を示す図



【図 15】

同時コネクション確立についての動作シーケンス図



フロントページの続き

(72)発明者 長沼 征典

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ内

(72)発明者 澤栗 孝司

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ内

(72)発明者 関根 茂樹

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ内

Fターム(参考) 5K030 HA08 JA10 LB19 LC01 LE07

5K033 CB01 CC02 DA02 DB20

5K034 AA05 KK01 KK21 KK27 KK28 KK29 RR03 SS00

5K035 AA03 EE03 EE13