



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

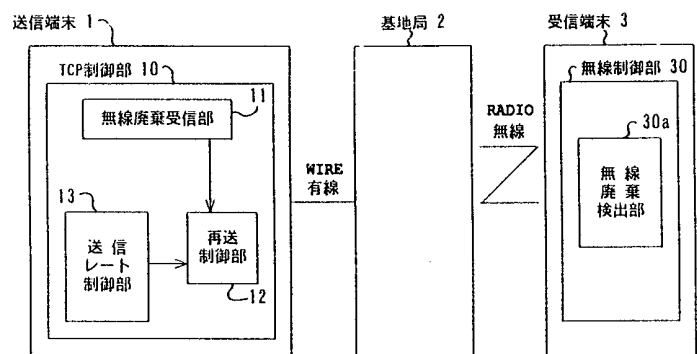
(51) 国際特許分類6 H04L 12/56	A1	(11) 国際公開番号 WO99/44340 (43) 国際公開日 1999年9月2日(02.09.99)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/00949 (22) 国際出願日 1999年2月26日(26.02.99) (30) 優先権データ 特願平10/44725 1998年2月26日(26.02.98) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 富士通株式会社(FUJITSU LIMITED)[JP/JP] 〒211-8588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa, (JP) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてののみ) 西村和人(NISHIMURA, Kazuto)[JP/JP] 石原智宏(ISHIHARA, Tomohiro)[JP/JP] 田中 淳(TANAKA, Jun)[JP/JP] 〒211-8588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa, (JP) (74) 代理人 弁理士 大菅義之(OSUGA, Yoshiyuki) 〒102-0084 東京都千代田区二番町8番地20 二番町ビル3F Tokyo, (JP)		(81) 指定国 US, 欧州特許 (DE, FR, GB) 添付公開書類 国際調査報告書

(54)Title: RATE CONTROL SYSTEM OF TCP LAYER

(54)発明の名称 TCPレイヤのレート制御方式

(57) Abstract

A rate control system of a TCP layer for radio communication between a first terminal (1) and a second terminal (3) through a base station (2), which prevents a substantial decrease in throughput in radio communication. In a radio transmission of packets from the first terminal (1) to the second terminal (3), if a loss of packets sent from the base station to the second terminal (3) is detected, then means provided either at the second terminal (3) or at the base station (2) informs the first terminal (1) of the loss of packets through the TCP layer. When informed of the loss, a TCP layer control section (10) in the first terminal (1) retransmits packets at the same transmission rate as previous, rather than performing slow start control.



- 1 ... TRANSMITTING TERMINAL
- 2 ... BASE STATION
- 3 ... RECEIVING TERMINAL
- 10 ... TCP CONTROL
- 11 ... RECEIVER FOR PACKET LOSS
- 12 ... RETRANSMISSION CONTROL
- 13 ... TRANSMISSION RATE CONTROL
- 30 ... RADIO CONTROL
- 30a ... PACKET LOSS DETECTOR

(57)要約

一方の端末1が基地局2を介して他方の端末3と無線を経由して接続する通信におけるTCPレイヤのレート制御方式に関し、無線を介する通信においても無駄なスループットの低下を回避することを目的とし、一方の端末1から他方の端末3へのパケットの送信時に、基地局2から他方の端末3への無線により送信されたパケットの廃棄を検出すると、一方の端末1に対し無線によるパケット廃棄をTCPレイヤで通知する手段を基地局2または他方の端末3に設ける。一方の端末1は、無線によるパケット廃棄通知を受信すると、TCPレイヤ制御部10は再送時にスロースタート制御を行わず、通知を受信する前まで採用していた送信レートにより再送を行うように構成する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LC	セントルシア	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LR	リベリア	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LS	レソト	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LT	リトアニア	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TZ	タンザニア
BR	ブラジル	GW	ギニア・ビサオ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM	トルクメニスタン
BY	ベラルーシ	GR	ギリシャ		共和国	TR	トルコ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NL	オランダ	YU	ユーゴスラビア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NO	ノルウェー	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NZ	ニュージーランド	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	PL	ポーランド		
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PT	ポルトガル		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	RO	ルーマニア		
DK	デンマーク	KR	韓国	RU	ロシア		

明 細 書

TCPレイヤのレート制御方式

5 技術分野

本発明は、一方の端末が他方の端末と無線を経由して接続する通信におけるTCPレイヤのレート制御方式に関する。

背景技術

10 TCP (Transmission Control Protocol) は、OSI (Open System Interconnection) の第4層であるトランスポート層に該当し、エンドーエンド間での伝送の高信頼性を保証し、データ通信に適しているため、現在多くのパーソナルコンピュータやワークステーションに実装されているトランスポートレイヤプロトコルで
15 ある。

TCPは、再送制御やウィンドウ制御に対し、スロースタート機能（最初に低い伝送速度（レート）で伝送を開始して、次第に伝送レートを上げる機能）を用いたレート制御によりネットワークの輻輳の発生を防止し、高い信頼性を実現している。中でも、スロースタート機能は、パケット廃棄が発生した時、
20 一旦送信レートを大きく下げ、それ以降徐々に送信レートを上げることにより、輻輳状態からの回復を図るアルゴリズムであり、TCPにおけるレート制御の大きな特徴となっている。しかし、この技術を無線環境にそのまま適用した場合においては、このスロースタート機能により、無駄が生じてスループットの低下を招くため、その改善が望まれている。

25 従来の技術

T C Pのレート制御の特徴であるスロースタート機能は、パケット廃棄時に伝送速度を下げて、相手からの良好（A C K）の応答により、速度を順次早くする方法であり、第1図を用いて説明する。

第1図は、従来のT C Pのレート制御の例を示し、第1図の横軸は時間、縦
5 軸は送信可能データサイズ（W S：ウィンドウサイズ）を表す。図中の上部の
aで表す縦の点線は、ウィンドウ（相手側で受信可能なデータサイズ）による
制限の変化を表し、複数の縦の実線b 1～b nは送信者が送信したデータサイ
ズであり、縦棒を区切っている丸印は、T C Pの最大セグメントサイズであり、
T C Pから送出されるデータは、最大でもこの大きさに分割されてから送出さ
10 れる。送信開始時、受信ウィンドウには全くデータが無いので、本来ウィンド
ウサイズと同等のデータを一度に送ることができるが、急激なレート増加によ
るネットワークの輻輳を回避するために、スロースタートによる制限を受ける。

すなわち、最初に、b 1で示すデータサイズを送信し、これに対し相手側か
らのA C Kの応答を受け取ると、b 2、b 3…で示すように伝送レートを上げ
15 て送信する（第1図のA部分参照）。以下同様に送信速度を上げるが、スロ
ースタートによる制限はA C Kを受けるごとに緩くなり、次第にウィンドウによ
る制御に移行する（第1図のB部分参照）。こうして、b nの送信速度により
送信が継続されている時、パケットの廃棄が発生すると、相手からのA C Kの
応答が返らないので、やがて再送タイムアウト（R T Oで表す：R e t r a n
20 s m i s s i o n T i m e - O u t）が発生する。再送タイムアウトの発生
後に、データの再送を開始する場合、スロースタート制御により、b 1のデー
タサイズの送信レートから開始して送信レートが制御される（第1図のC部分
参照）。

一方、携帯電話やP H S等の音声用の通信として爆発的に普及してきた携帯
25 端末にモデムを介してノートパソコン等を接続し、無線リンク越しのデータ通

信（TCP通信）を行う通信形態も広まりつつある。

ところが、TCPは、本来物理層に無線リンクが適用されることを考慮しておらず、物理回線は有線という前提の下に設計されたプロトコルである。すなわち、上記のスロースタート機能は、輻輳回避（Congestion avoidance）というコンセプトに基づいており、送信レートを下げることで、5 により輻輳の回復を図るものである。すなわち、パケット廃棄の原因は輻輳であるという仮定に基づいて導入されたアルゴリズムである。

しかし、無線リンクを介したTCP通信の場合は、輻輳によるものだけでなく、フェージング等による無線上の特性によるパケット廃棄も起こりうる。このような場合でも、TCPレイヤではスロースタート機能が働くが、送信レートの増減と無線リンクにおける誤り特性は独立現象であるため、効果は全く得られない。このように、従来のTCPレイヤのレート制御方式では、パケット廃棄が起こった場合には、効果が全く期待できない場合でも、送信レートを下げるため、無駄にスループットを低下させるという問題があった。

15 そこで、本発明は、無線を介する通信においても無駄なスループットの低下を回避することができる無線環境に適したTCPレイヤのレート制御方式を提供することを目的とする。

発明の開示

20 上述した課題を解決するために、本発明によれば、無線により送信されたパケットの廃棄を所定レイヤで検出した場合、そのパケットの廃棄をスロースタート機能を有するレイヤに通知するようにしている。

このことにより、スロースタート機能を有するレイヤが有線を前提とし、無線を前提としたプロトコルでない場合においても、スロースタート機能を無線25 の特有の特性に対応させて動作させることが可能となり、無線を用いた通信で

の無駄なスループットの低下を防止することが可能となる。

また、本発明の一態様によれば、無線により送信されたパケットの廃棄が検出された場合、スロースタートを行うことなくパケットの再送を行うようにしている。

- 5 このことにより、輻輳以外の原因でパケットの廃棄が起こる場合には、送信レートを下げることなくパケットの再送を行うことが可能となり、無駄なスループットの低下の発生を防止することが可能となる。

図面の簡単な説明

- 10 第1図は、従来のTCPのレート制御の例を示す図、第2図は、本発明の第1実施例に係わる送信装置及び受信装置の構成を示すブロック図、第3図は、本発明の第2実施例に係わる送信端末及び受信端末の構成を示すブロック図、第4図は、第3図の発明が実施されるシステム構成の一例を示す図、第5図は、無線廃棄通知を行う接続構成の第1の例を示す図、第6図は、無線機能を備える
- 15 端末のハード構成例を示す図、第7図は、無線機能を備える基地局のハード構成例を示す図、第8図は、受信側の無線レイヤにおける処理を示すフローチャート、第9図は、受信側のTCPレイヤにおける処理を示すフローチャート、第10図は、無線廃棄通知を行う接続構成の第2の例を示す図、第11図は、第10図の基地局における処理を示すフローチャート、第12図は、第10図
- 20 の接続構成における別の通知方法を示す図、第13図は、第12図の基地局における処理を示すフローチャート、第14図は、無線レイヤからTCPへの廃棄通知の方法の一例を示す図、第15図は、端末間での無線によるパケット廃棄の通知方法の第1の例を示す図、第16図は、端末間での無線によるパケット廃棄の通知方法の第2の例を示す図、第17図は、送信側のTCPレイヤの
- 25 処理の第1の例を示すフローチャート、第18図は、第17図に対応する再送

動作を示すタイムチャート、第 19 図は、送信側の TCP レイヤの処理の第 2 の例を示すフローチャート、第 20 図は、第 19 図の処理を示すタイムチャート、第 21 図は、無線廃棄通知を行うシステム構成の第 2 の例を示す図、第 22 図は、第 21 図の接続構成の例を示す図、第 23 図は、無線廃棄通知を行う
5 システム構成の第 3 の例を示す図、第 24 図は、第 23 図の接続構成例を示す図、第 25 図は、本発明の一実施例に係わる送信装置及び受信装置をソフトウェアを用いて実現する構成を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

10 以下、本発明の一実施例に係わるレート制御方式について、図面を参照しながら説明する。

第 2 図は、本発明の第 1 実施例に係わる送信装置及び受信装置の構成を示すブロック図である。第 2 図において、送信装置 101 は、送信手段 102、受信手段 103 及び再送手段 104 を備え、受信装置 105 は、パケット廃棄検
15 出手段 106 及びパケット廃棄通知手段 107 を備えている。ここで、送信装置 101 は、スロースタート機能を有するプロトコルに従って通信を行う。

送信手段 102 は、スロースタートによりパケットの送信を無線を介して行うと、受信装置 105 は、送信手段 102 から送信されたパケットを受信する。パケット廃棄検出手段 106 は、受信装置 105 がパケットを受信すると、そ
20 のパケットが廃棄されたかどうかを検出する。そして、パケット廃棄検出手段 106 が送信手段 102 から送信されたパケットの廃棄を検出した場合、パケット廃棄通知手段 107 は、そのパケットの廃棄を送信装置 101 に通知する。受信手段 103 は、パケットの廃棄通知を受信すると、再送手段 104 は、スロースタートを行うことなく、そのパケットの再送を行う。

25 なお、送信装置 101 は、送信端末または基地局などであり、受信装置 10

5 は、受信端末または基地局などである。

このように、有線による通信でパケットの廃棄が起った場合、パケットの廃棄の原因は輻輳によるものと考えられるため、廃棄されたパケットの再送を行う場合、スロースタート機能を働かせることにより、再送されたパケットが再び廃棄されることを防止して、良好な通信状態を確保することが可能となる。

一方、無線による通信でパケットの廃棄が起った場合、パケットの廃棄の原因は輻輳以外によるものも考えられるため、廃棄されたパケットの再送を行う場合、スロースタートを行うことなくパケットの再送を行うようにする。

このことにより、輻輳が原因でパケットの廃棄が起こった場合には、スロースタートを有効に働かせて、パケットが廃棄されることを防止することが可能となるとともに、輻輳以外の原因でパケットの廃棄が起こった場合には、スロースタートが無駄に働くことを防止して、スループットの低下を防止することが可能となる。

第3図は、本発明の第2実施例に係わる送信端末及び受信端末の構成を示すブロック図である。第3図において、1は送信端末、2は送信端末と有線で接続され、受信端末と無線により通信を行う基地局、3は基地局と無線により通信を行う受信端末である。送信端末1の10はTCP制御部、11は無線廃棄受信部、12は再送制御部、13は送信レート制御部である。また、受信端末3内の30は無線制御部であり、30aは無線制御部30に設けられた無線廃棄検出部である。

第3図の実施例では、送信端末1から基地局2を経由して無線により受信端末3へ情報を送信する場合にTCPレイヤのプロトコルにより制御が行われる。この送信中に、送信端末1から送信レート制御部13に保持された送信レートにより基地局2を経由して受信端末3へ送信を行っている時、基地局2から送られてきたパケットに誤りがあり、受信端末3において誤りを回復できない場

合、無線制御部 30 の無線廃棄検出部 30 a で無線廃棄が検出される。検出された廃棄情報は、受信端末 3 から基地局 2 を経由して送信端末 1 へ通知される。

送信端末 1 は TCP 制御部 10 の無線廃棄受信部 11 で上記無線廃棄通知を受信すると、再送制御部 12 を駆動する。再送制御部 12 は無線廃棄受信部 11 により起動した場合は、送信レート保持部 13 に直前まで保持されていた送信レート（及びウィンドウ制御を含む）及びウィンドウサイズを用いて、廃棄されたパケットについて再送を行う。このようにして、無線により廃棄が発生した場合には、従来のようにスロースタート機能を動作させないため、スループットを向上させることができる。

10 なお、第 3 図では、送信端末 1 は有線により基地局 2 と接続されて、基地局 2 と受信端末 3 の間が無線であったが、送信端末 1 と基地局 2 との間が無線により接続される場合にも、同様の原理によりスロースタート機能を使用することなく通信を行うことができる。

15 また、パケット廃棄がネットワークの輻輳により発生した場合には、従来と同様にスロースタートによる再送制御が行われる。

第 4 図は第 3 図の実施例が実施されるシステム構成を示す。この構成では、1 a はパーソナルコンピュータ（パソコンという）、1 b はワークステーション、2 は無線の基地局、3 a は無線端末、3 b は基地局 2 と無線で通信を行う PHS 端末 3 c に接続されたパーソナルコンピュータ（パソコン）、4 は有線
20 ネットワークである。

第 4 図の実施例では、パソコン 1 a やワークステーション 1 b から有線ネットワーク 4 を経由して基地局 2 と接続され、基地局 2 から無線により無線端末 3 a またはパーソナルコンピュータ 3 b との通信を行う場合に実施され、パーソナルコンピュータ 1 a やワークステーション 1 b が送信側になる場合と受信
25 側になる場合があり、それぞれの場合について以下の各実施例により説明する。

第5図は、無線廃棄通知を行う接続構成の第1の例を示す。

第5図において、1は送信側の端末であり、第4図のパソコン1 aまたはワークステーション1 bに対応し、2は送信端末1と有線（第4図の有線ネットワーク4を含む）を介して接続する基地局、3は基地局2と無線により通信を行う受信端末であり、第4図の無線端末3 aまたはPHSを含むパソコン3 bに対応する。

第5図は主として、各端末1、3または基地局2が備えるプロトコル制御機能を示し、端末1と端末3は、それぞれ主に4階層のプロトコルの制御機能を備え、第2層（データリンク層）が端末1はATM（Asynchronous Transfer Mode）のプロトコルで、セル単位の伝送による転送プロトコルを表し、端末3は無線レイヤ（WLで表示：Wireless Layer）である。端末1と端末3の第3層はIP（Internet Protocol）によるプロトコルであり、IPの上位層（トランスポート層）はTCPによるプロトコルを表し、この例における最上位層はアプリケーション層（Appで表示）である。また、基地局2は、中継機能を実現するのに必要なプロトコル制御機能としてデータリンク層とネットワーク層とを備え、データリンク層の有線側はATM、無線側は無線レイヤ（WLで表示：Wireless Layer）を備え、ネットワーク層は端末1及び端末3と同様のIPを備える。

第6図は、無線機能を備える端末3のハード構成例を示す。端末3は第4図の無線端末3 aに対応し、内部にCPU3 4、各階層に対応するプロトコルの制御を行うプロトコル制御部3 1、プログラム及びデータを保持するメモリ3 2、及び無線インタフェースを介してパケットの送受信を実行するパケット送受信部3 3を備える。

第7図は、無線機能を備える基地局2のハード構成例を示す。基地局2は、

CPU 20、プロトコル制御部 21、メモリ 22、無線インタフェースに対応して設けられたパケット送受信部 23 及び有線インタフェースに対応して設けられたパケット送受信部 24 を備える。

第 5 図に示す接続構成例において、基地局 2 と受信端末 3 間の無線による通信はフェージング等の影響によりビット誤りが発生する場合がある。このため、無線区間を通過するパケットは、CRC (Cyclic Redundancy Check) 等の誤り訂正機能を持つ符号が付加される場合が多い。誤りが大きい場合は、受信端末 3 の無線レイヤ (WL) において誤りを訂正することができず、無線レイヤにおいてパケットが廃棄される場合がある。すなわち、無線誤りによるパケット廃棄が発生したかどうかは、受信端末 3 は無線レイヤで認識できる。そこで、無線レイヤから TCP レイヤに対し無線誤りによるパケット廃棄を通知する。無線によるパケット廃棄を通知する方法は後述する。これにより、受信端末 3 の TCP レイヤの制御により送信端末 1 の TCP レイヤに対して、無線誤りによるパケット廃棄の通知を行う。

送信端末 1 の TCP レイヤが、無線誤りによるパケット廃棄の通知を受け取ると、この場合のパケット廃棄は輻輳によるものでないと判断し、スロースタートを行うことなく、そのパケットの再送を行う。このことにより、輻輳が起っていないにもかかわらずスロースタートが働くことを防止することが可能となり、無駄なスループットの低下の発生を防止することが可能となる。

第 8 図は、受信側の無線レイヤにおける処理を示すフローチャートである。

第 5 図の受信側の端末 3 の無線レイヤ (WL) は、第 8 図に示すように、基地局 2 から無線によりパケットを受信すると (ステップ S1)、CRC 等によるチェックと誤りが検出された場合の誤り訂正を行い、誤りが訂正可能か判別し (ステップ S2)、可能な場合は訂正して上位レイヤに送出するが (ステップ S3)、訂正が可能でないことが分かると、受信パケットを廃棄し (ステッ

プS 4)、無線廃棄を検出する(ステップS 5)。この場合、上位レイヤ(端末3のTCPレイヤ)への無線廃棄の通知パケットを生成し(ステップS 6)、通知パケットを上位レイヤへ送出する(ステップS 7)。

第9図は、受信側のTCPレイヤにおける処理を示すフローチャートである。

5

第5図の受信側の端末3のTCPレイヤは、第9図に示すように、端末3の無線レイヤからの無線廃棄の通知パケットを受信すると(ステップS 11)、フラグをオンにセットし(ステップS 12)、ACK(送信元への応答メッセージ)がスケジューリングされているか判別し(ステップS 13)、ACKが
10 スケジューリングされていない場合はACKをスケジューリングする(ステップS 14)。この後、この受信側の端末3において、ACK送出イベントが発生すると(ステップS 5)、ステップS 12のフラグがオンであるか判別し(ステップS 16)、フラグがオンの場合はACK内の通知ビット(ACK内の予め無線廃棄を表すビットとして決められているビット)をオンにセットして(ス
15 テップS 17)、ACKを送信元の端末へ送出する(ステップS 18)。なお、この例ではACKのヘッダ内のビットを用いて無線誤りによるパケット廃棄を通知しており、この他にパケットのデータにより通知することができる。具体的な通知方法は後述する。

第10図は、無線廃棄通知を行う接続構成の第2の例を示す。第10図において、5は送信側の端末であり、第4図の無線端末3a(またはPHS3cを含むパソコン3b)に対応し、6は送信端末5と無線により通信を行う基地局であり、第4図の基地局2に対応し、7は基地局6と有線により通信を行う受信端末であり、第4図のパソコン1aまたはワークステーション1bに対応する。また、第10図の送信端末5は第6図の端末3と同じハード構成を備え、
25 基地局6は第7図の基地局2と同じハード構成を備える。また、第10図の受

信側の端末 7 は第 5 図の送信端末 1 と同様の構成を備える。

第 10 図の構成の場合、無線上のパケット廃棄は基地局 6 の無線レイヤ (WL) において認識される。この場合、基地局 6 の無線レイヤ (WL) からフォワード方向 (信号の進行方向) の受信端末 7 の TCP レイヤにパケット廃棄の通知を行う。パケット廃棄の通知方法は後述する。

第 11 図は第 10 図に対応する基地局 6 における処理フローである。基地局 6 において、送信端末 5 から無線によりパケットを受信すると (ステップ S 21)、受信したパケットのチェックを行い、パケットの誤りが検出されると、CRC 等による誤り訂正が可能か判別し (ステップ S 22)、誤り訂正が可能である場合は、受信パケットをフォワード方向 (第 10 図の受信側の端末 7) へ送出し (ステップ S 23)、誤り訂正が可能でない場合は受信パケットを廃棄する (ステップ S 24)。これにより無線廃棄を検出し (ステップ S 25)、無線廃棄を通知するための通知パケットを生成し (ステップ S 26)、通知パケットをフォワード方向へ送出する (ステップ S 27)。

なお、通知パケットを受信した受信端末 7 は、通知パケットを TCP レイヤに送り、第 9 図に示したのと同様の処理を行うことにより、送信端末 5 の TCP レイヤに対して、無線誤りによるパケット廃棄の通知を行うことができる。

第 12 図は、接続構成の第 2 の例における別の通知方法を示す。この第 12 図の接続構成例は第 10 図と同様に、送信側の端末 5 が、無線で基地局 6 と接続され、基地局 6 と有線で受信側の端末 7 と接続されている。この構成では、基地局 6 の無線レイヤがパケット廃棄を検出すると、基地局 6 の無線レイヤからバックワード方向 (送信元の方) である送信側の端末 5 の TCP レイヤに無線によるパケット廃棄を通知する。パケット廃棄の通知方法は後述する。

第 13 図は、第 12 図に対応する基地局 6 における処理を示すフローチャートである。この第 13 図の処理内容は、第 11 図に示すフローのステップ S 2

7の処理が相違するだけで、他の処理は同じである。すなわち、第11図の場合では、通知パケットをフォワード方向（受信側の端末7）へ送出するのに対し（ステップS28）、第13図の場合では、通知パケットをバックワード方向（送信側の端末5）へ送出する（ステップS28）。

5 第14図は、端末または基地局の無線レイヤから送信端末または受信端末のTCPレイヤへの廃棄通知の方法を示し、上記第5図、第10図、第12図の構成に示すWLレイヤからTCPレイヤへの廃棄通知及び第8図、第11図、第13図の処理フローにおける廃棄通知において利用することができる。すなわち、この通知用のパケットは無線レイヤにおいて新たに生成される。この通知
10 知パケットは、第14図に示す構成を備えており、一般のパケットと同様に目的の端末を目指す、目的の端末に到着すると、WLレイヤ、IPレイヤを通り、TCPレイヤへ運ばれるが、TCPパケットのペイロード部に予め無線によるパケット廃棄と定義しておいた廃棄通知用のビット列を記述する。この通知パケットをTCPレイヤで受け取って、ペイロード部の廃棄通知用のビット
15 の定義を解読することにより、無線によるパケット廃棄を認識することができる。

第15図は、送受信端末のTCP間での無線によるパケット廃棄の通知方法の第1の例を示す。無線におけるパケット廃棄通知の端末間の伝送は、第5図、または第10図の各構成において、パケット廃棄を認識した受信端末から送信
20 端末へ通知する場合に使用する。

第15図の通知方法では、TCPパケットのヘッダを使用して、無線廃棄を通知する。TCPパケットのヘッダには、リザーブド（Reserved）フィールド（第15図の中の斜線部）のような未使用の領域が存在する。この領域のビットの一つを用いて、“0”と“1”のバイナリー（1ビットのみで
25 パケット廃棄が起きたか否かを表す）により、無線廃棄を通知するものである。

無線廃棄が発生した場合、その前までに受け取ったパケットのACKを送り返すついでに、リザーブドビットを立てるだけで無線廃棄を通知できるため、帯域の有効利用を実現できる。

第16図は、端末間での無線によるパケット廃棄の通知方法の第2の例を示す。第15図に示す方法は、無線廃棄の通知にTCPヘッダのリザーブドフィールドを用いたが、ヘッダ内部を変更する必要がある。そこで、第16図の通知方法では、TCPヘッダと関係なく、予め送受信TCP間で定義しておいたビット列をデータ部分に挿入し、TCPパケットのデータを用いて、無線廃棄を通知するものである。この場合、TCPパケットのデータ部を用いて予め端末間で定義しておいたビット列を使用する。この方法は、第14図に示す同じ端末内の無線レイヤからTCPレイヤへの廃棄通知の場合と同じ方法であるが、TCPパケットのデータ部において、ビット列を異ならせることにより、同じ装置内の無線レイヤから上位レイヤへの通知と、端末間におけるTCPレイヤの通知を同時に伝送することが可能となる。

第5図に示す送信側の端末1または第10図及び第12図に示す送信側の端末5は、受信側の端末3、7または基地局6からの無線によるパケット廃棄の通知を受け取ると、送信の再送制御を行う。その場合に、送信側の端末1、5ではタイマー制御を実行するかしないか等の異なる制御を実行することができ、第17図～第20図を用いて説明する。

第17図は、送信側のTCPレイヤの処理を示すフローチャートであり、第18図は、第17図に対応する再送動作のタイムチャートである。第17図の処理は2つの動作により構成され、まず、送信側の端末1、5が、受信側の端末3、7または基地局6から無線廃棄通知パケットを受信すると（ステップS41）、無線廃棄用フラグを立てる（ステップS42）。この後、タイマからのRTO（Retransmission Time-Out）のタイムアウト

イベントが発生すると（ステップS 4 3）、無線廃棄用フラグがオンかどうかを判別し（ステップS 4 4）、無線廃棄用フラグがオンの場合はスロースタートを起動しないで（ステップS 4 5）、廃棄パケットの再送を行うが（ステップS 4 6）、無線廃棄用フラグがオンでない（輻輳による廃棄を含む）場合は
5 （ステップS 4 6）、スロースタートを起動させて（ステップS 4 7）、廃棄パケットの再送を行う。

第18図は、第17図の処理の場合のタイムチャートであり、通常は、スロースタートありでパケットの送信が開始されるが（第18図A部分参照）、無線廃棄通知を受信後にRTOタイマによるタイムアウトが発生した後は、スロ
10 ースタートなしでパケットの再送が開始され、ウィンドウによる制限はそれ以前と同様に受ける（第18図B部分参照）。

第19図は、送信側のTCPレイヤの他の処理を示すフローチャートである。第19図の処理の場合、送信側の端末1、5が、受信側の端末3、7または基地局6から無線廃棄通知パケットを受信すると（ステップS 5 1）、そのスロ
15 ースタートを起動せずに（ステップS 5 2）、廃棄パケットの再送を行う（ステップS 5 3）。この時、RTOタイマがセットされたままだと、二重に再送を行ってしまう可能性があるので、RTOをリセットする（ステップS 5 4）。

第20図は、第19図の処理の場合のタイムチャートであり、通常はスロースタートありでパケットの送信が開始される点は第18図の場合と同様である
20 が（第20図A部分参照）、第20図の場合では、無線廃棄通知を受信すると、直ぐに再送を開始し、その時、スロースタートの制御を行わない（第20図B部分参照）。この場合は、第18図のタイムチャートによる場合に比べて、無駄な待ち時間が無くなる。

第21図は、無線廃棄通知を行うシステム構成の第2の例を示す図である。
25 第4図の例では、一方の端末が基地局2と有線で通信を行い、他方の端末が基

地局 2 と無線で通信を行う場合について示したが、第 2 1 図の例では、一方の端末と他方の端末のいずれもが基地局と無線で通信を行う。

第 2 1 図において、4 1 は携帯情報端末、4 2 は PHS、4 3 は PHS 4 2 に接続されたノートパソコン、4 4 は基地局であり、携帯情報端末 4 1 及びノートパソコン 4 3 は基地局 4 4 を介して無線により通信を行う。

第 2 2 図は、第 2 1 図の接続構成例を示す図である。

第 2 2 図において、4 1 a は基地局 4 4 a と無線で通信を行う送信側の端末であり、第 2 1 図の携帯情報端末 4 1 に対応し、データリンク層に WL レイヤが設けられるとともに、トランスポート層に TCP レイヤが設けられている。

4 3 a は基地局 4 4 a と無線で通信を行う受信側の端末であり、第 2 1 図の PHS 4 2 を含むノートパソコン 4 3 に対応し、データリンク層に WL レイヤが設けられるとともに、トランスポート層に TCP レイヤが設けられている。4 4 a は基地局であり、第 2 1 図の基地局 4 4 に対応し、データリンク層の送受信側双方に WL レイヤが設けられている。

受信端末 4 3 a は、送信端末 4 1 a から無線で送られたパケットを基地局 4 4 a を介して受信すると、そのパケットを廃棄するかどうかを調べる。そして、そのパケットを廃棄する場合、そのパケットの廃棄を受信端末 4 3 a の TCP レイヤに伝える。受信端末 4 3 a の TCP レイヤは、パケットの廃棄通知を受け取ると、そのパケットの廃棄を送信端末 4 1 a の TCP レイヤに伝える。送信端末 4 1 a は、TCP レイヤがパケットの廃棄通知を受け取ることにより、TCP レイヤのプロトコルにより実現されるスロースタート機能を停止してパケットの再送を行うことができる。

第 2 3 図は、無線廃棄通知を行うシステム構成の第 3 の例を示す図である。

第 2 1 図の例では、一方の端末と他方の端末との間に基地局を介して無線で通信を行う場合について示したが、第 2 3 図の例では、一方の端末と他方の端末

との間に基地局を介することなく無線で通信を行う。

第23図において、51はPHS52に接続されたノートパソコン、52、53はPHS、54はPHS53に接続されたノートパソコンであり、ノートパソコン51とノートパソコン54は無線により直接通信を行う。

5 第24図は、第23図の接続構成例を示す図である。

第24図において、51aは無線で通信を行う送信側の端末であり、第23図のPHS52を含むノートパソコン51に対応し、データリンク層にWLレイヤが設けられるとともに、トランスポート層にTCPレイヤが設けられている。54aは無線で通信を行う受信側の端末であり、第23図のPHS53を含むノートパソコン54に対応し、データリンク層にWLレイヤが設けられる
10 とともに、トランスポート層にTCPレイヤが設けられている。

受信端末54aは、送信端末51aから無線で送られたパケットを受信すると、そのパケットを廃棄するかどうかを調べる。そして、そのパケットを廃棄する場合、そのパケットの廃棄を受信端末54aのTCPレイヤに伝える。受信
15 端末54aのTCPレイヤは、パケットの廃棄通知を受け取ると、そのパケットの廃棄を送信端末51aのTCPレイヤに伝える。送信端末51aは、TCPレイヤがパケットの廃棄通知を受け取ることにより、TCPレイヤのプロトコルにより実現されるスロースタート機能を停止してパケットの再送を行うことができる。

20

第25図は、本発明の一実施例に係わる送信装置及び受信装置をソフトウェアを用いて実現する構成を示すブロック図である。

第25図において、61は全体的な処理を行う中央演算処理ユニット（CPU）、62はリードオンリメモリ（ROM）、63はランダムアクセスメモリ（RAM）、64は通信インターフェイス、65は通信ネットワーク、66は入出
25

カインターフェイス、67は送信データや受信データなどを表示するディスプレイ、68は送信データや受信データなどを印刷するプリンタ、69はスキャナ70により読み取られたデータを一時的に格納するメモリ、70は入力画像などを読み取るスキャナ、71はキーボード、72はマウスなどのポインティングデバイス、73は記憶媒体を駆動するドライバ、74はハードディスク、75はICメモリカード、76は磁気テープ、77はフロッピーディスク、78はCD-ROMやDVD-ROMなどの光ディスク、79はバスである。

TCP制御による通信プログラム、送信データ及び受信データなどは、ハードディスク74、ICメモリカード75、磁気テープ76、フロッピーディスク77、光ディスク78などの記憶媒体に格納される。そして、TCP制御による通信プログラムなどを、これらの記憶媒体からRAM63に読み出すことにより、通信処理を行うことができる。また、TCP制御による通信プログラムなどをROM62に格納しておくこともできる。

さらに、TCP制御による通信プログラム、送信データ及び受信データなどを、通信インターフェイス64を介して通信ネットワーク65から取り出すこともできる。通信インターフェイス64に接続される通信ネットワーク65として、例えば、LAN (Local Area Network)、WAN (Wide Area Network)、インターネット、アナログ電話網、デジタル電話網 (ISDN: Integral Service Digital Network)、PHS (パーソナルハンディシステム) や衛星通信などの無線通信網を用いることができる。

CPU61は、TCP制御による送信プログラムが起動されると、スロースタート制御を行ないながら、パケットの送信を行う。そして、無線で送られたパケットの廃棄の通知をTCPレイヤが受け取ると、そのパケットについてはスロースタート制御を停止させて再送を行う。

また、CPU 61は、TCP制御による受信プログラムが起動されると、無線レイヤによるパケットの受信時にパケットが廃棄されたかどうかを検出する。そして、パケットが廃棄された場合、そのことを受信側のTCPレイヤに通知し、受信側のTCPレイヤから送信側のTCPレイヤにパケットの廃棄の通知
5 を行う。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明によれば、無線を介するパケット通信において、無線環境に適したTCPレイヤのレート制御を実現することによりスループット
10 トの低下を回避することができる。すなわち、無線のフェージング等によるパケット廃棄の発生時に、TCPレイヤの制御によりレートを下げることなく効率的に再送を行うことができ、通信装置に用いて好適なものである。

請 求 の 範 囲

1. 一方の端末が基地局を介して他方の端末と無線を経由して接続する通信におけるTCPレイヤのレート制御方式であって、

- 5 前記一方の端末からの前記他方の端末へのパケットの送信時に、前記基地局から他方の端末への無線により送信されたパケットの廃棄を検出すると、前記一方の端末に対し無線によるパケット廃棄をTCPレイヤで通知する手段を前記他方の端末に設け、

- 前記一方の端末は、前記通知を受信すると、TCP制御部において再送時に
10 スロースタート制御を行わず、前記通知を受信する前まで採用していた送信レートにより行うことを特徴とするTCPレイヤのレート制御方式。

2. 前記基地局から無線により他方の端末へ送信するパケットは、誤り訂正機能を備えた符号により符号化され、受信側の他方の端末は前記パケット受信する無線レイヤにおいて誤り訂正不可能であることを検出すると、無線誤りによる
15 パケット廃棄として識別して、TCPレイヤに通知する手段を備え、TCPレイヤ制御部は、前記送信側の一方の端末に対して無線によるパケット廃棄を通知することを特徴とする請求の範囲第1項記載のTCPレイヤのレート制御方式。

3. 前記受信側の他方の端末の無線レイヤが廃棄を検出すると、当該他方の端
20 末のTCPレイヤに対して通知する手段を備え、

前記TCPレイヤの制御部は、これにより前記送信側の一方の端末に対してパケット廃棄通知をTCPレイヤにより通知することを特徴とする請求の範囲第2項記載のTCPレイヤのレート制御方式。

4. 一方の端末が無線により基地局と接続され、基地局から他方の端末へ有線
25 を経由して接続する通信におけるTCPレイヤのレート制御方式であって、

前記一方の端末から基地局へ送信する無線上のパケット廃棄を前記基地局の無線レイヤにおいて検出する手段を備え、

基地局の無線レイヤから後方の他方の端末のTCPレイヤに対して無線によるパケット廃棄を通知することを特徴とするTCPレイヤのレート制御方式。

- 5 5. 前記基地局の無線上のパケット廃棄を基地局の無線レイヤにおいて検出する手段を備え、

前記基地局の無線レイヤから前記一方の送信側の端末へ向かう無線レイヤを介して前記一方の送信側の端末のTCPレイヤに無線による無線廃棄を通知することを特徴とする請求の範囲第4項記載のTCPレイヤのレート制御方式。

- 10 6. 前記無線レイヤからTCPレイヤに対して無線によるパケット廃棄を通知するために、TCPパケットのペイロード部に予め送受信端末間でパケット廃棄が定義されたビット列を設定することを特徴とする請求の範囲第3項～第5項のいずれか1項に記載のTCPレイヤのレート制御方式。

- 15 7. 前記受信側TCPレイヤから、送信側TCPレイヤに対して無線によるパケット廃棄を通知するために、TCPパケットのヘッダ部内に無線廃棄を表すビットを設定することを特徴とする請求の範囲第3項～第5項のいずれか1項に記載のTCPレイヤのレート制御方式。

- 20 8. 前記送信側の一方の端末は、前記受信側の他方の端末からの無線によるパケット廃棄の通知を受信すると設定される無線廃棄用のフラグと、再起動のためのタイマ動作を開始するタイマとを備え、

前記タイマがタイムアウトした時、前記無線廃棄用のフラグが設定されていると、スロースタート制御を行わずに、前記通知を受信する前まで採用していた送信レートにより再送を行うことを特徴とする請求の範囲第6項または第7項に記載のTCPレイヤのレート制御方式。

- 25 9. 前記無線によるパケット廃棄の通知を受信すると、前記通知を受信する前

まで採用していた送信レートにより再送を行うと共に前記タイマをリセットすることを特徴とする請求の範囲第 8 項に記載の T C P レイヤのレート制御方式。

10. 無線により送信されたパケットの廃棄を所定のレイヤで検出するパケット廃棄検出手段と、

5 前記パケットの廃棄をスロースタート機能を有するレイヤに通知するパケット廃棄通知手段とを備えることを特徴とする受信装置。

11. スロースタートによりパケットの送信を行う送信手段と、

前記パケットの廃棄通知を受信する受信手段と、

10 前記パケットの廃棄通知を受信した場合、前記スロースタートを行うことなく、前記パケットの再送を行う再送手段とを備えることを特徴とする送信装置。

12. 輻輳によるパケットの廃棄を検出するステップと、

輻輳によるパケットの廃棄が検出された場合、スロースタートにより前記パケットの再送を行うステップと、

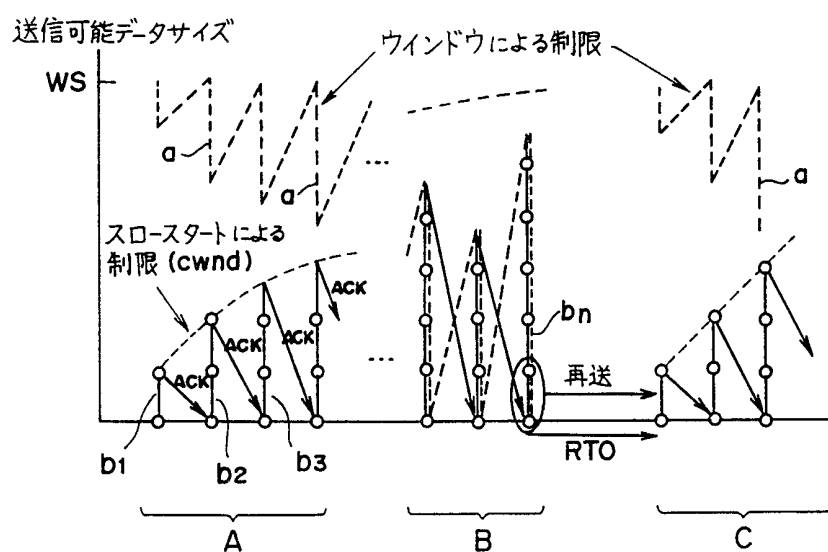
輻輳以外によるパケットの廃棄を検出するステップと、

15 輻輳以外によるパケットの廃棄が検出された場合、スロースタートなしで前記パケットの再送を行うステップとを備えることを特徴とするデータ通信方法。

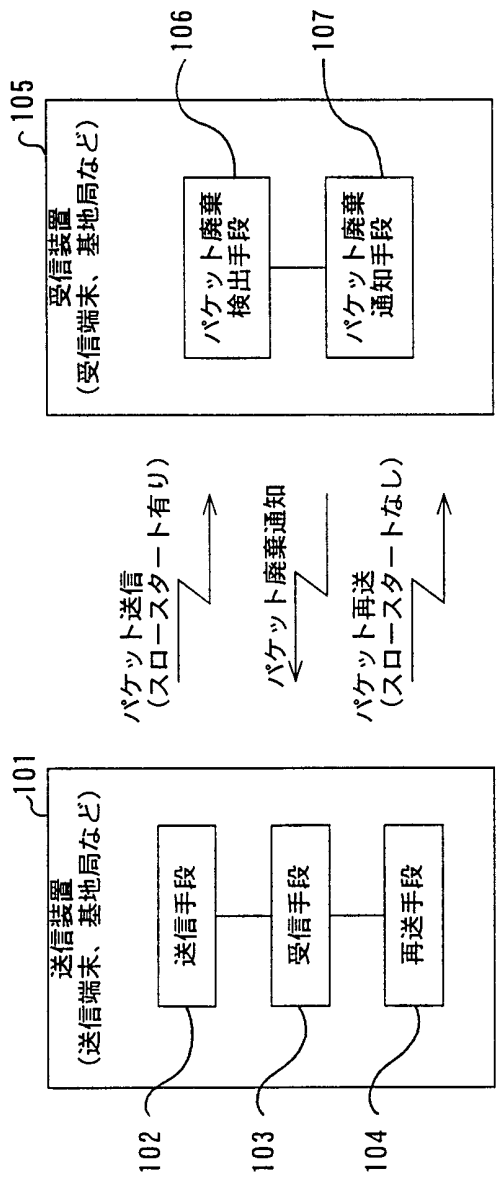
13. T C P によりデータ通信を行う機能と、

無線により送信されたパケットの廃棄を検出する機能と、

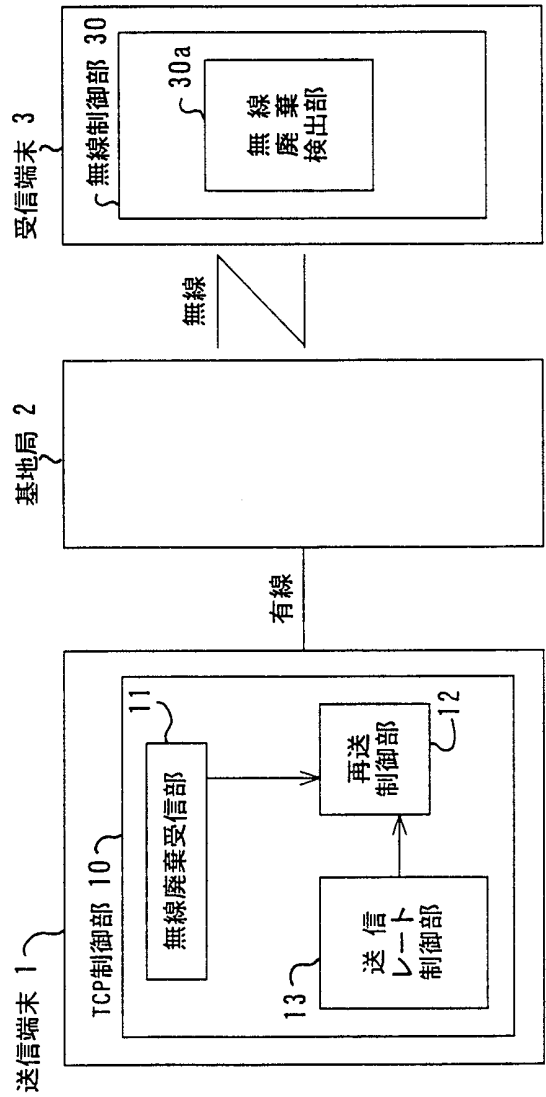
20 前記パケットの廃棄が検出された場合、前記 T C P によるスロースタート機能を停止させて前記パケットの再送を行わせる機能とを実行するためのプログラムを格納したコンピュータ読み出し可能な記憶媒体。



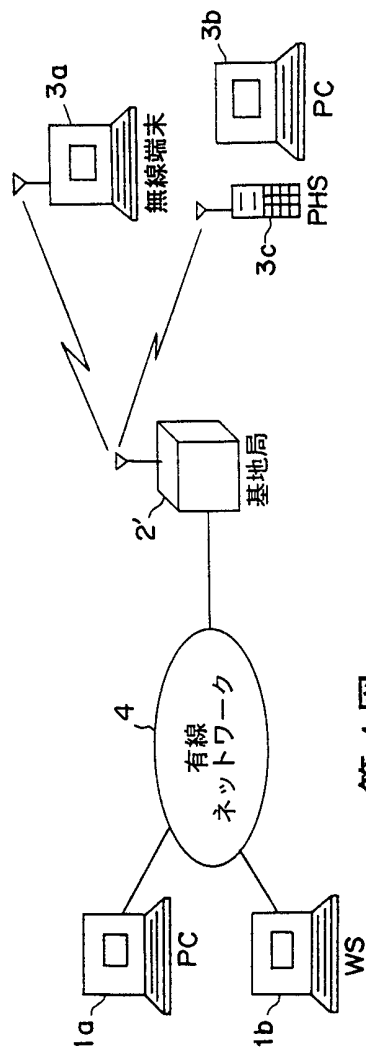
第1図



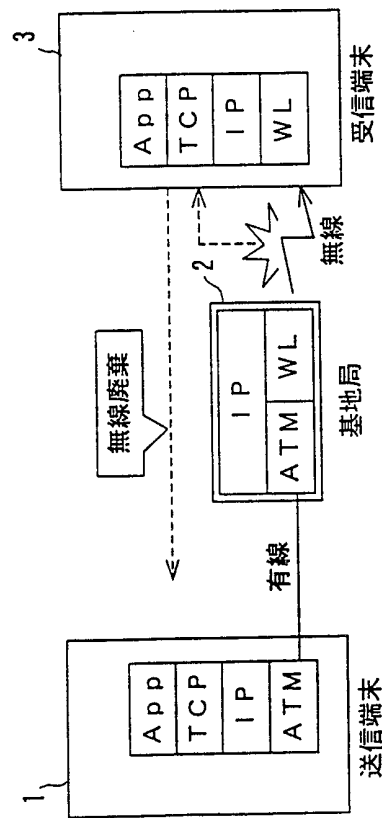
第2図



第 3 図

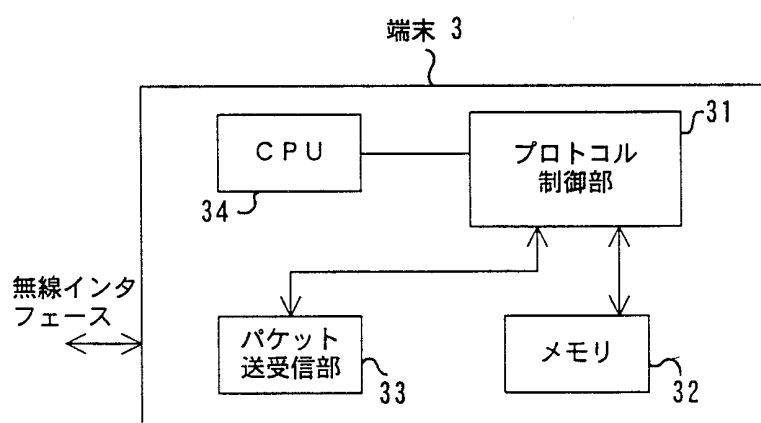


第 4 図

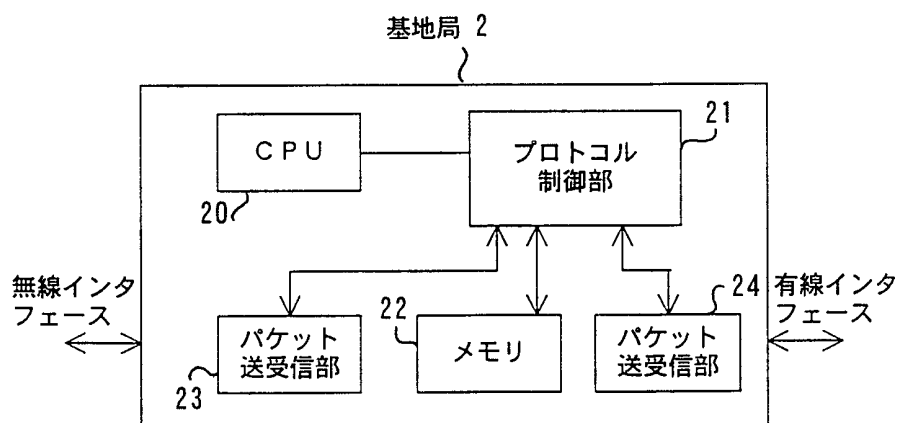


第 5 図

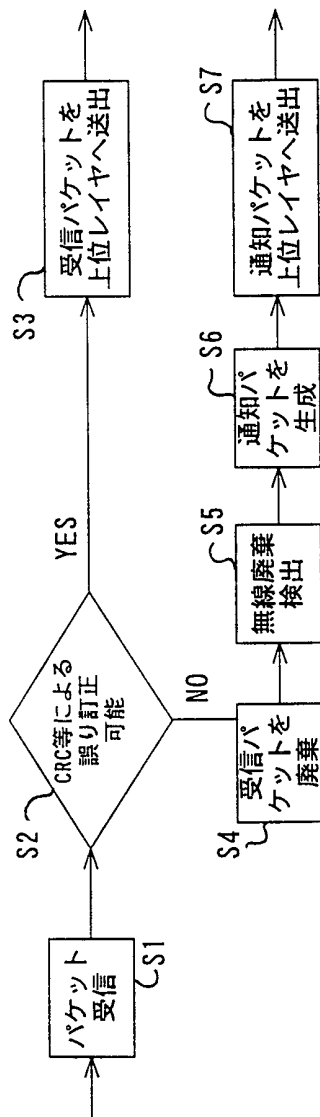
5 / 15



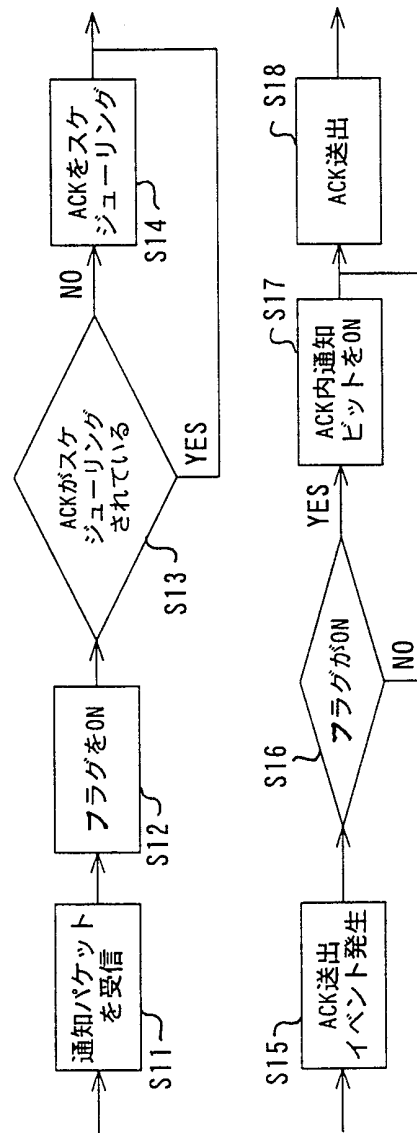
第 6 図



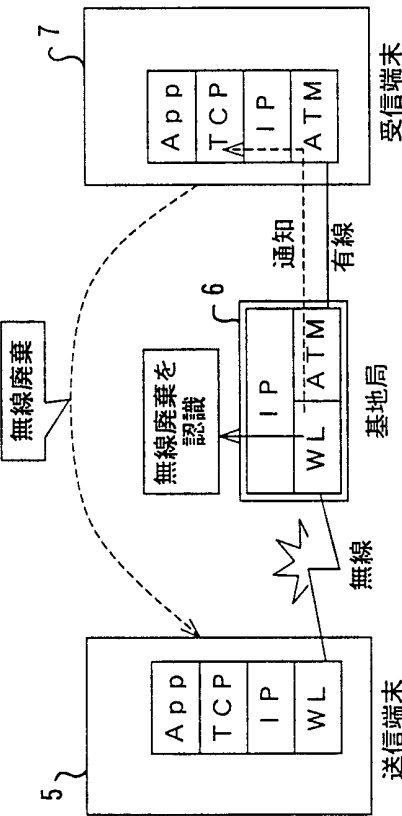
第 7 図



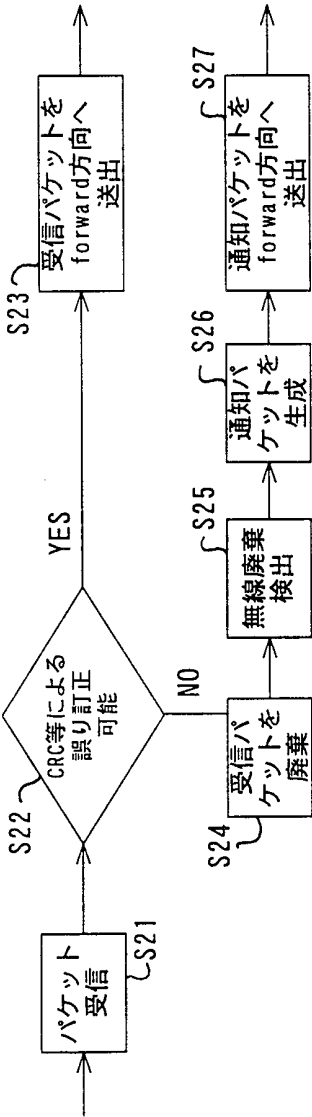
第8図



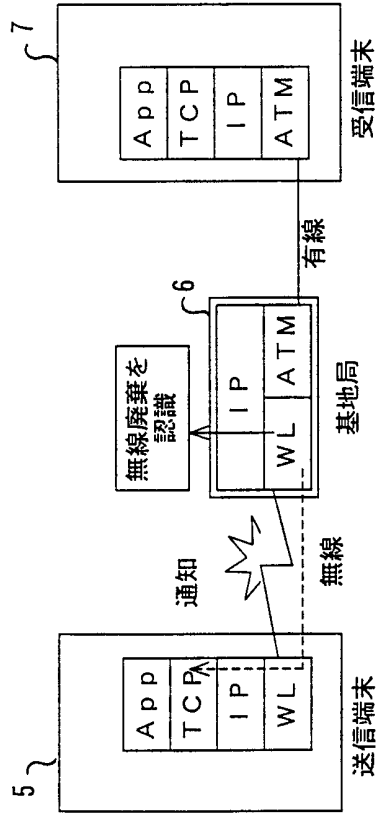
第9図



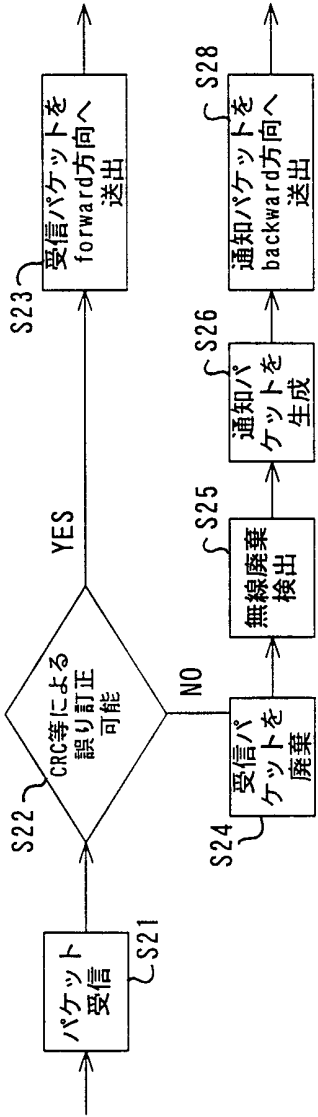
第10図



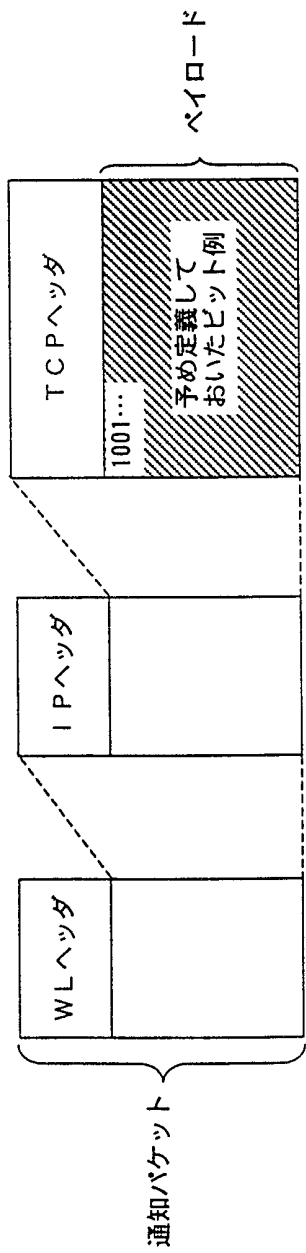
第11図



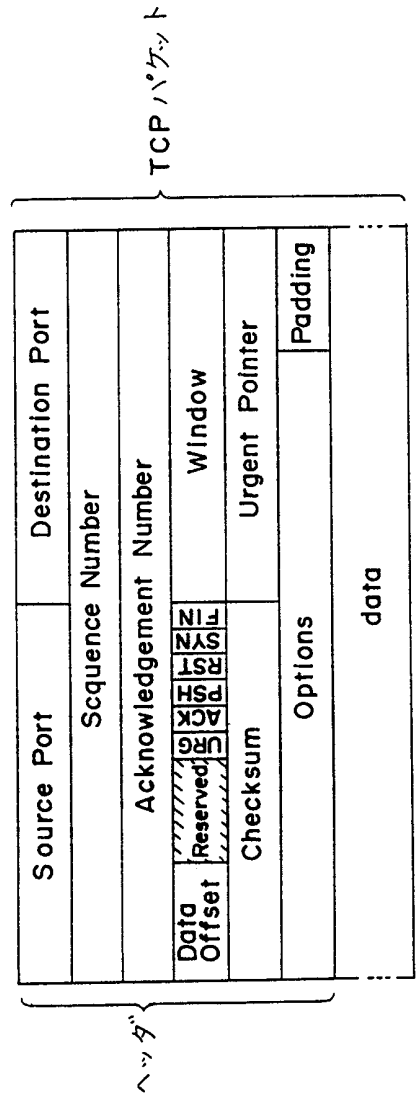
第12図



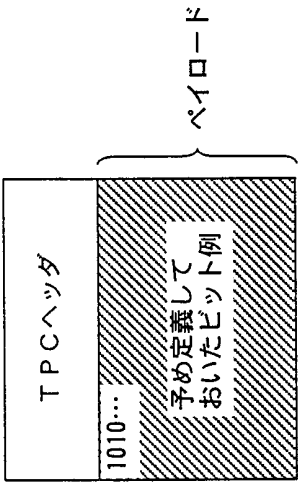
第13図



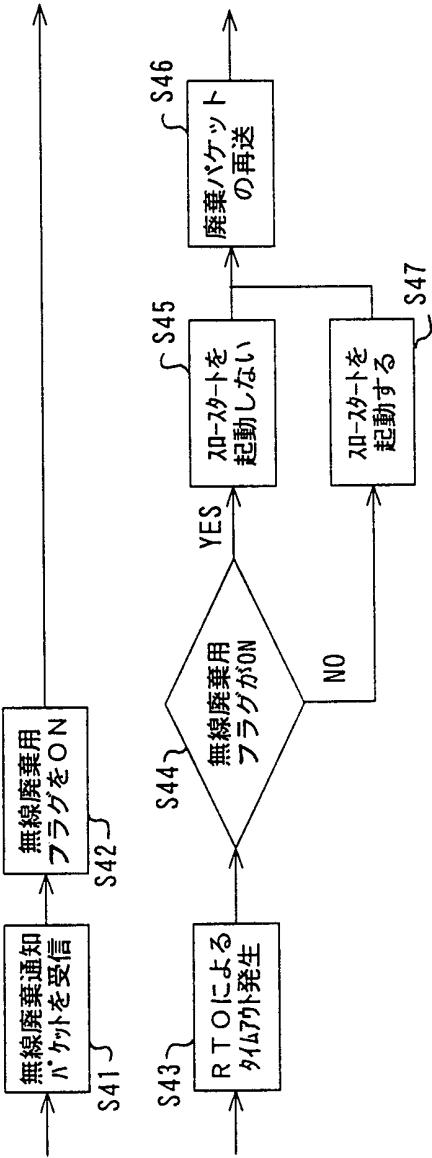
第 1 4 図



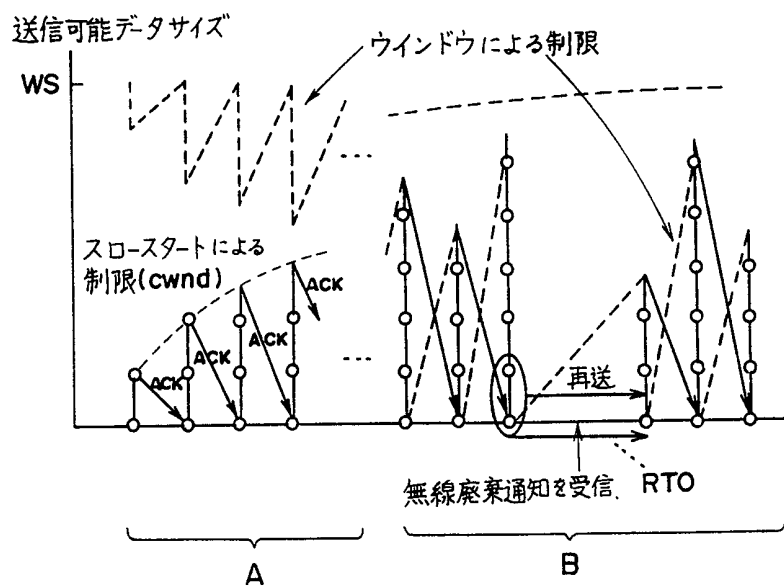
第 1 5 図



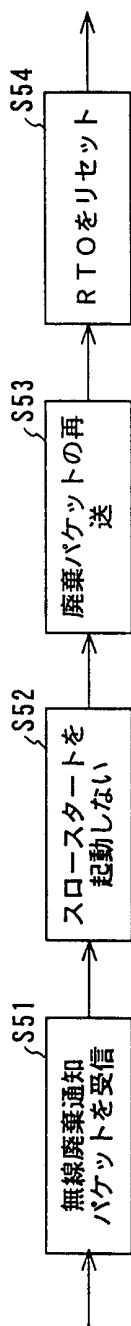
第 1 6 図



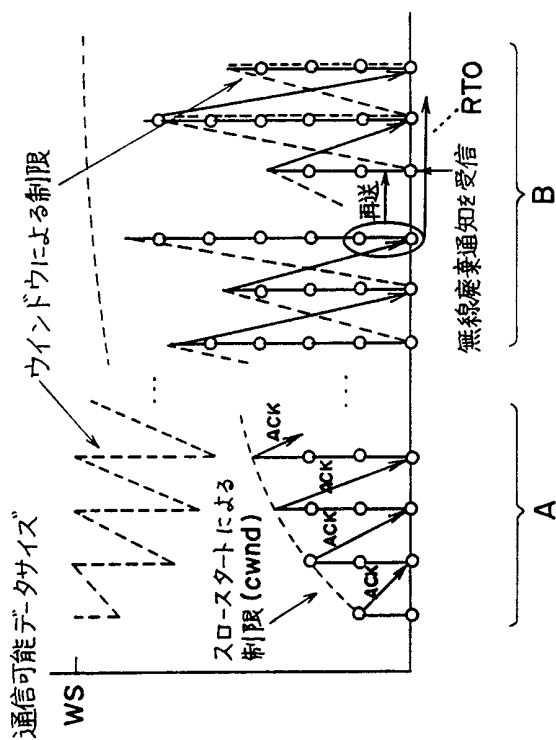
第 1 7 図



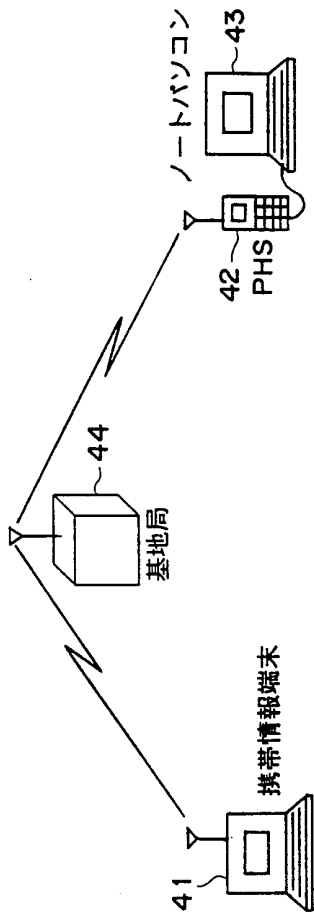
第18図



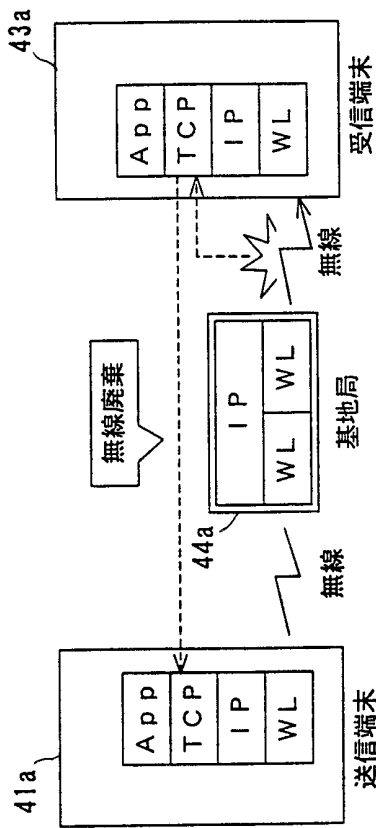
第19図



第20図



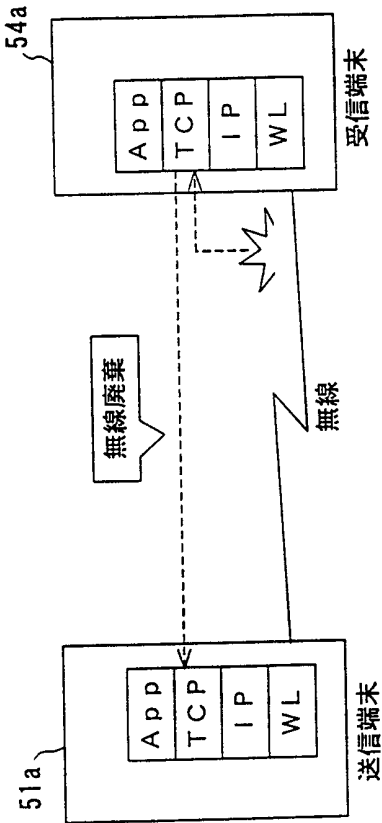
第 2 1 図



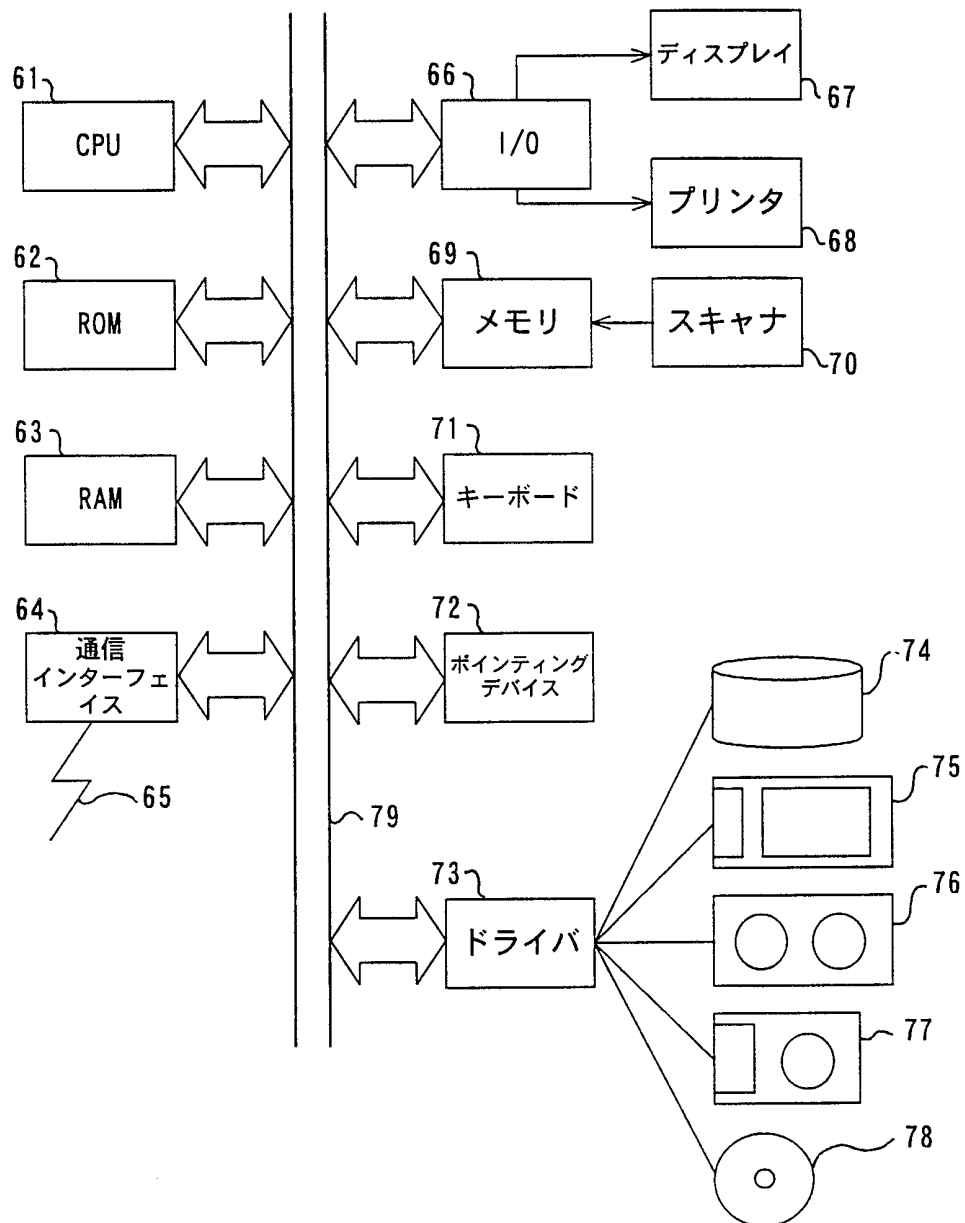
第 2 2 図



第 2 3 図



第 2 4 図

15
/ 15

第 2 5 図

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/00949

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁶ H04L12/56

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁶ H04L12/56, H04L29/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho (Y1, Y2) 1926-1999 Toroku Jitsuyo Shinan Koho (U) 1994-1999

Kokai Jitsuyo Shinan Koho (U) 1971-1999 Jitsuyo Shinan Koho (Y2) 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Hiroshi Yoshida, et al., "PHS musen packet tsuushin no kousei to seigyo houshiki", NTT R&D, Vol. 45, No. 11 (10. 11. 96), pp.1099-1107	1-13
A	Hari Balakrishnan et al., "Improving TCP/IP Performance over Wireless Networks", In Proceedings of ACM Mobicom" 95, Nov. 1995	1-13
A	JP, 61-212139, A (Hitachi,Ltd.), 20 September, 1986 (20. 09. 86), Page 3, upper right column, line 7 to lower left column, line 18 (Family: none)	4-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 May, 1999 (25. 05. 99)

Date of mailing of the international search report

8 June, 1999 (08. 06. 99)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁶ H04L12/56		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁶ H04L12/56、H04L29/08		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 (Y1, Y2) 1926-1999 日本国公開実用新案公報 (U) 1971-1999 日本国登録実用新案公報 (U) 1994-1999 日本国実用新案公報 (Y2) 1996-1999		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	吉田博 他「PHS無線パケット通信の構成と制御方式」, NTT R&D, Vol. 45, No. 11(10. 11. 96), pp. 1099-1107	1-13
A	Hari Balakrishnan, et al, 'Improving TCP/IP Performance over Wireless Networks', In Proceedings of ACM Mobicom '95, Nov. 1995	1-13
A	J P, 61-212139, A (株式会社日立製作所), 20. 9月. 1986(20. 09. 86), 第3頁右上欄第7行-第3頁左下欄第18行 (ファミリーなし)	4-9
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 25. 05. 99		国際調査報告の発送日 08.06.99
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 江嶋 清仁 印 電話番号 03-3581-1101 内線 3556