

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7188206号
(P7188206)

(45)発行日 令和4年12月13日(2022.12.13)

(24)登録日 令和4年12月5日(2022.12.5)

(51)国際特許分類 F I
H 0 4 L 47/6275(2022.01) H 0 4 L 47/6275
H 0 4 L 47/56 (2022.01) H 0 4 L 47/56
H 0 4 L 47/6295(2022.01) H 0 4 L 47/6295

請求項の数 7 (全22頁)

(21)出願番号	特願2019-52444(P2019-52444)	(73)特許権者	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
(22)出願日	平成31年3月20日(2019.3.20)	(74)代理人	100087480 弁理士 片山 修平
(65)公開番号	特開2020-155922(P2020-155922 A)	(72)発明者	佐別當 祥和 福岡県福岡市早良区百道浜2丁目2番1号 富士通九州ネットワークテクノロジーズ株式会社内
(43)公開日	令和2年9月24日(2020.9.24)	審査官	鈴木 香苗
審査請求日	令和3年12月8日(2021.12.8)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 通信装置、通信システム、及び通信方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

パケットを格納する複数のキューと、
前記複数のキューのうち、パケットの優先度に応じたキューにパケットを入力する入力部と、

パケットが前記優先度に応じたキューに入力される時、第1の時刻を取得してパケットに付与する付与部と、

前記複数のキューの各々から、前記優先度が高いパケットほど優先的に読み出す読出部と、

パケットが前記複数のキューから読み出されたとき、第2の時刻を取得して、前記第1の時刻と前記第2の時刻の差分からパケットの遅延時間を算出する算出部と、

前記遅延時間に応じてパケットの前記優先度を上げる優先度制御部とを有することを特徴とする通信装置。

【請求項2】

前記優先度制御部は、前記遅延時間が閾値より大きい場合、前記優先度を上げることを特徴とする請求項1に記載の通信装置。

【請求項3】

前記通信装置内の時刻を計時する計時部を有し、

前記付与部は、前記計時部から前記第1の時刻を取得し、

前記算出部は、前記計時部から前記第2の時刻を取得することを特徴とする請求項1

10

20

たは 2 に記載の通信装置。

【請求項 4】

前記優先度制御部は、前記優先度が所定値以上である場合、前記遅延時間に応じて前記優先度を上げることの特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の通信装置。

【請求項 5】

パケットを受信する複数の受信ポートを有し、

前記入力部は、前記複数の受信ポートが受信したパケットを前記優先度に応じたキューに入力することの特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れかに記載の通信装置。

【請求項 6】

パケットを送信する第 1 通信装置と、

前記第 1 通信装置から送信されたパケットを受信する第 2 通信装置とを有し、

前記第 1 通信装置は、

パケットを格納する複数の第 1 キューと、

前記複数の第 1 キューのうち、パケットの優先度に応じた第 1 キューにパケットを入力する第 1 入力部と、

パケットが前記優先度に応じた第 1 キューに入力される時、第 1 の時刻を取得してパケットに付与する付与部と、

前記複数の第 1 キューの各々から、前記優先度が高いパケットほど優先的に読み出す第 1 読出部と、

パケットが前記複数の第 1 キューから読み出された時、第 2 の時刻を取得して、前記第 1 の時刻と前記第 2 の時刻の差分からパケットの遅延時間を算出する算出部と、

前記遅延時間に応じてパケットの前記優先度を上げる優先度制御部と、

前記複数の第 1 キューから読み出されたパケットを送信する送信ポートとを有し、

前記第 2 通信装置は、

前記第 1 通信装置から送信されたパケットを格納する複数の第 2 キューと、

前記複数の第 2 キューの 1 つにパケットを入力する第 2 入力部と、

パケットから、パケットが転送されるパスの識別情報を取得する取得部と、

前記複数の第 2 キューの各々に格納済みのパケットの前記識別情報を記憶する記憶部と、

前記複数の第 2 キューの各々から、前記優先度が高いパケットほど優先的に読み出す第 2 読出部とを有し、

前記第 2 入力部は、

前記複数の第 2 キューに入力するパケットの前記識別情報を、前記記憶部に記憶された前記識別情報と比較することにより、前記複数の第 2 キューに入力するパケットに前記識別情報が一致する前記格納済みのパケットの有無を判定し、

判定の結果、前記格納済みのパケットが有る場合、前記格納済みのパケットが格納された第 2 キューにパケットを入力し、前記格納済みのパケットがない場合、パケットの前記優先度に応じた第 2 キューにパケットを入力することの特徴とする通信システム。

【請求項 7】

パケットを格納する複数のキューのうち、パケットの優先度に応じたキューにパケットを入力し、

パケットが前記優先度に応じたキューに入力される時、第 1 の時刻を取得してパケットに付与し、

前記複数のキューの各々から、前記優先度が高いパケットほど優先的に読み出し、

パケットが前記複数のキューから読み出された時、第 2 の時刻を取得して、前記第 1 の時刻と前記第 2 の時刻の差分からパケットの遅延時間を算出し、

前記遅延時間に応じてパケットの前記優先度を上げることの特徴とする通信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本件は、通信装置、通信システム、及び通信方法に関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

次世代のネットワークとして、例えば5G (Generation) の移動通信システムが研究開発されている。5G の移動通信システムには、例えば4G の移動通信システムのおよそ10分の1の遅延時間が要求される。

【0003】

一例として、RRH (Remote Radio Head) とBBU (Base Band Unit) 間を接続するモバイルフロントホール (MFH: Mobile Front Haul) 領域では、各ノードのレイヤ2スイッチに対し、例えば5 (μ s) 程度の遅延時間が要求されると予測される。レイヤ2スイッチが伝送するパケットの遅延としては、例えば装置内のパケット処理による内部遅延、伝送路上の伝送遅延、及び送信時のパケット同士の衝突による衝突遅延が挙げられる。MFH領域では1台のレイヤ2スイッチに多数の複数のRRHからパケットが入力されるため、衝突遅延は全体の遅延時間の中で大きな割合を占める。

10

【0004】

これに対し、レイヤ2スイッチは、所定の遅延時間が要求されるパケットを高優先パケットとし、遅延時間が要求されないパケットを低優先として、高優先パケットと低優先パケットを別々のキューに格納し、QoS (Quality of Service) 機能を用いて高優先パケットを低優先パケットより優先的に送信する (例えば特許文献1参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0005】

【文献】特開2013-197643号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、高優先パケット同士が送信時に衝突すると、一方の高優先パケットが他方の高優先パケットの送信が完了するまで待機させられるため、衝突遅延の抑制は難しい。

【0007】

そこで本件は、パケット同士の衝突による遅延を抑制することができる通信装置、通信システム、及び通信方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

1つの態様では、通信装置は、パケットを格納する複数のキューと、前記複数のキューのうち、パケットの優先度に応じたキューにパケットを入力する入力部と、パケットが前記優先度に応じたキューに入力されるとき、第1の時刻を取得してパケットに付与する付与部と、前記複数のキューの各々から、前記優先度が高いパケットほど優先的に読み出す読出部と、パケットが前記複数のキューから読み出されたとき、第2の時刻を取得して、前記第1の時刻と前記第2の時刻の差分からパケットの遅延時間を算出する算出部と、前記遅延時間に応じてパケットの前記優先度を上げる優先度制御部とを有する。

【0009】

40

1つの態様では、通信システムは、パケットを送信する第1通信装置と、前記第1通信装置から送信されたパケットを受信する第2通信装置とを有し、前記第1通信装置は、パケットを格納する複数の第1キューと、前記複数の第1キューのうち、パケットの優先度に応じた第1キューにパケットを入力する第1入力部と、パケットが前記優先度に応じた第1キューに入力されるとき、第1の時刻を取得してパケットに付与する付与部と、前記複数の第1キューの各々から、前記優先度が高いパケットほど優先的に読み出す第1読出部と、パケットが前記複数の第1キューから読み出されたとき、第2の時刻を取得して、前記第1の時刻と前記第2の時刻の差分からパケットの遅延時間を算出する算出部と、前記遅延時間に応じてパケットの前記優先度を上げる優先度制御部と、前記複数の第1キューから読み出されたパケットを送信する送信ポートとを有し、前記第2通信装置は、前記

50

第1通信装置から送信されたパケットを格納する複数の第2キューと、前記複数の第2キューの1つにパケットを入力する第2入力部と、パケットから、パケットが転送されるパスの識別情報を取得する取得部と、前記複数の第2キューの各々に格納済みのパケットの前記識別情報を記憶する記憶部と、前記複数の第2キューの各々から、前記優先度が高いパケットほど優先的に読み出す第2読出部とを有し、前記第2入力部は、前記複数の第2キューに入力するパケットの前記識別情報を、前記記憶部に記憶された前記識別情報と比較することにより、前記複数の第2キューに入力するパケットに前記識別情報が一致する前記格納済みのパケットの有無を判定し、判定の結果、前記格納済みのパケットが有る場合、前記格納済みのパケットが格納された第2キューにパケットを入力し、前記格納済みのパケットがない場合、パケットの前記優先度に応じた第2キューにパケットを入力する。

10

【0010】

1つの態様では、通信方法は、パケットを格納する複数のキューのうち、パケットの優先度に応じたキューにパケットを入力し、パケットが前記優先度に応じたキューに入力されるとき、第1の時刻を取得してパケットに付与し、前記複数のキューの各々から、前記優先度が高いパケットほど優先的に読み出し、パケットが前記複数のキューから読み出されたとき、第2の時刻を取得して、前記第1の時刻と前記第2の時刻の差分からパケットの遅延時間を算出し、前記遅延時間に応じてパケットの前記優先度を上げる方法である。

【発明の効果】

【0011】

1つの側面として、パケット同士の衝突による遅延を抑制することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】移動通信システムのMFH領域のネットワークの一例を示す構成図である。

【図2】比較例のレイヤ2スイッチにおける衝突遅延の例を示す図である。

【図3】レイヤ2スイッチの一例を示す構成図である。

【図4】パケットのフォーマットの一例を示す図である。

【図5】パケットの受信時の処理の一例を示すフローチャートである。

【図6】パケットの送信時の処理の一例を示すフローチャートである。

【図7】パケットの優先度を上げた場合のレイヤ2スイッチの動作例を示す図である。

【図8】装置内タグを付与する場合のパケットのフォーマットの一例を示す図である。

30

【図9】装置内タグを付与する場合のパケットのフォーマットの他の例を示す図である。

【図10】パケットの追い越しの一例を示す図である。

【図11】パケットの追い越しの防止の動作例を示す。

【図12】VIDテーブルの一例を示す図である。

【図13】パケットの入力先の高優先キューの選択処理の一例を示すフローチャートである。

【図14】通信システムの一例を示す構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

図1は、移動通信システムのMFH領域のネットワークの一例を示す構成図である。移動通信システムは、通信システムの一例であり、例えば互いにリング状に接続された複数のレイヤ2スイッチ1を有し、RRH2とBBU3の通信を中継する。一例として、ノード#1～#6には、複数台のRRH2とスター状に接続された1台のレイヤ2スイッチ1が設けられている。各RRH2は、スマートフォンなどの通信端末4と無線通信を行う。

40

【0014】

ノード4のレイヤ2スイッチはBBU3に接続されている。BBU3は、コアネットワーク5に接続されている。

【0015】

ネットワークには、例えばRRH2とBBU3の通信経路としてパスPa, Pbが設定されている。パスPaは、ノード#6, ノード#1～#4のレイヤ2スイッチ1をこの順

50

に經由し、パス P b は、# 1 ~ # 4 のレイヤ 2 スイッチ 1 をこの順に經由する。パス P a , P b に伝送されるパケットは、例えば互いに異なる V I D (Virtual local area network Identifier) により識別される。なお、V I D は、例えばパケットに付与された V L A N (Virtual Local Area Network) に含まれている。

【 0 0 1 6 】

各パス P a , P b の経路上のレイヤ 2 スイッチ 1 には複数の R R H 2 からパケットが送信されるため、各レイヤ 2 スイッチ 1 内ではパケット同士が衝突する。このため、以下に述べるように、比較例のレイヤ 2 スイッチ 1 ではパケット同士の衝突遅延が発生する。

【 0 0 1 7 】

図 2 は、比較例のレイヤ 2 スイッチ 1 における衝突遅延の例を示す図である。レイヤ 2 スイッチ 1 は、パケットが入力される入力ポート 1 0 a , 1 0 b と、パケットが出力される出力ポート 1 6 と、パケットのうち、高優先パケットを格納する高優先キュー Q a と、低優先パケットを格納する低優先キュー Q b とを有する。なお、高優先パケットには所定の遅延時間が要求され、低優先パケットには遅延時間の要求はない。

10

【 0 0 1 8 】

符号 G 1 は、パケットが入力ポート 1 0 a , 1 0 b から入力されるタイミングを示し、符号 G 2 は、パケットが出力ポート 1 6 に出力されるタイミングを示す。本例では、入力ポート 1 0 a から高優先パケットの P K T # 1 と、低優先パケットの P K T # 3 が入力され、入力ポート 1 0 b から高優先パケットの P K T # 2 が入力される。入力タイミングは、P K T # 1 が最も速く、次に P K T # 3 が早く、P K T # 2 が最も遅い。

20

【 0 0 1 9 】

P K T # 3 は低優先キュー Q b に格納され、P K T # 1 , P K T # 2 は高優先キュー Q a に格納される。高優先キュー Q a 及び低優先キュー Q b は、それぞれ、F I F O (First-In First-Out) であり、パケットを入力順に出力する。高優先キュー Q a には、P K T # 1 , P K T # 2 が格納されており、P K T # 1 の入力順は P K T # 2 より早いため、先に高優先キュー Q a から読み出される。

【 0 0 2 0 】

また、高優先キュー Q a の P K T # 1 , P K T # 2 は、低優先キュー Q b の P K T # 3 より優先的に読み出される。このため、出力ポート 1 6 への出力タイミングは、P K T # 1 , P K T # 2 , P K T # 3 の順となる。なお、レイヤ 2 スイッチ 1 は、カットスルー方式で高優先キュー Q a 及び低優先キュー Q b からパケットを出力すると仮定する。

30

【 0 0 2 1 】

P K T # 2 は、P K T # 3 より入力タイミングが遅いが、優先度が P K T # 3 より高いため、早く出力される。このため、P K T # 2 は、P K T # 3 との衝突遅延はない。

【 0 0 2 2 】

しかし、P K T # 2 は、同じ優先度の P K T # 1 より入力タイミングが遅いため、高優先キュー Q a からの P K T # 1 の読み出しが完了するまで待機させられる。したがって、P K T # 2 には、P K T # 1 との衝突遅延 T a が生ずる。なお、衝突遅延 T a は P K T # 1 のデータ長により変化する。

【 0 0 2 3 】

そこで、実施例のレイヤ 2 スイッチ 1 は、パケットがキューに入力されてキューから出力されるまでの遅延時間を測定し、遅延時間に応じてパケットの優先度を変化させる。これにより優先度が上がったパケットは、後段のレイヤ 2 スイッチ 1 において優先的にキューから出力されるため、遅延時間が短縮される。

40

【 0 0 2 4 】

図 3 は、レイヤ 2 スイッチ 1 の一例を示す構成図である。レイヤ 2 スイッチ 1 は、複数の入力ポート 1 0、タグ処理部 1 1、タイムスタンプ付与部 1 2、スイッチング部 1 3、複数の送信処理部 1 4、時刻管理部 1 5、及び複数の出力ポート 1 6 を有する。なお、レイヤ 2 スイッチ 1 は通信装置の一例である。

【 0 0 2 5 】

50

タグ処理部 1 1、タイムスタンプ付与部 1 2、スイッチング部 1 3、複数の送信処理部 1 4、及び時刻管理部 1 5 は、例えば、FPGA (Field Programmable Gate Array) やASIC (Application Specified Integrated Circuit) などの回路、及びCPU (Central Processing Unit) などのプロセッサを駆動するソフトウェア機能の一方または両方により構成される。

【0026】

入力ポート 1 0 は、パケットを受信してタグ処理部 1 1 に出力する。入力ポート 1 0 は、例えばフォトダイオードやアンプなどの回路を含み、受信したパケットを光信号から電気信号に変換する。なお、入力ポート 1 0 は、パケットを受信する受信ポートの一例である。

10

【0027】

タグ処理部 1 1 は、パケットにタグを付与したり、パケットに付与されたタグから各種の情報を取得する。タグ処理部 1 1 は、パケットをタイムスタンプ付与部 1 2 に出力する。

【0028】

タイムスタンプ付与部 1 2 は、時刻管理部 1 5 から装置内の時刻を取得してパケットに付与する。タイムスタンプ付与部 1 2 は付与部の一例であり、タイムスタンプ付与部 1 2 が取得する時刻は第 1 の時刻の一例である。

【0029】

時刻管理部 1 5 は、例えばリアルタイムクロックの回路を含み、レイヤ 2 スイッチ 1 内の時刻を計時する。時刻管理部 1 5 は、タイムスタンプ付与部 1 2 からの要求に従って、時刻を示すカウンタ値をタイムスタンプ付与部 1 2 に出力する。なお、時刻管理部 1 5 は、レイヤ 2 スイッチ内の時刻を計時する計時部の一例である。

20

【0030】

タイムスタンプ付与部 1 2 は、タイムスタンプが付与されたパケットをスイッチング部 1 3 に出力する。

【0031】

スイッチング部 1 3 は、パケットを宛先に応じた送信処理部 1 4 に出力する。スイッチング部 1 3 は、例えばパケットのヘッダやVLANタグ内のVIDに基づいて出力先の送信処理部 1 4 を選択する。

【0032】

送信処理部 1 4 は、入力部 1 4 0、複数の高優先キュー 1 4 1、複数の低優先キュー 1 4 2、読出部 1 4 3、タイムスタンプ抽出部 1 4 4、優先度変更部 1 4 5、衝突判定部 1 4 6、キュー管理部 1 4 7、及び記憶部 1 4 8 を有する。記憶部 1 4 8 には、VIDテーブルが記憶されている。なお、複数の高優先キュー 1 4 1、複数の低優先キュー 1 4 2、及び記憶部 1 4 8 は、例えばメモリなどにより構成される。

30

【0033】

入力部 1 4 0 は、パケットの優先度を判別して、パケットの優先度に応じた高優先キュー 1 4 1 または低優先キュー 1 4 2 にパケットを入力する。

【0034】

図 4 は、パケットのフォーマットの一例を示す図である。本例では、パケットとして、イーサネット (登録商標、以下同様) フレームを挙げる。

40

【0035】

符号 8 0 は、入力ポート 1 0 が受信するパケットの例を示す。パケットは、DA (Destination Address)、SA (Source Address)、VLANタグ、タイプ、ペイロード、及びFCS (Frame Check Sequence) を含む。

【0036】

VLANタグには、TPID (Tag Protocol Identifier)、プライオリティ値、CFI (Canonical Format Identifier)、及びVIDが含まれている。プライオリティ値は 0, 1, 2, ..., 7 の何れかの値でパケットの優先度を示し、7 が最も優先度が高く、0 が最も優先度が低い。

50

【 0 0 3 7 】

また、符号 8 1 は、タイムスタンプが付与されたパケットの例を示す。タイムスタンプは、一例としてタイプとペイロードの間に挿入される。タイムスタンプには、パケットが高優先キュー 1 4 1 または低優先キュー 1 4 2 に入力される際の時刻の情報が含まれている。

【 0 0 3 8 】

再び図 3 を参照すると、複数の高優先キュー 1 4 1 は、プライオリティ値の 4 , 5 , 6 , 7 にそれぞれ対応し、複数の低優先キュー 1 4 2 は、プライオリティ値の 0 , 1 , 2 , 3 にそれぞれ対応する。入力部 1 4 0 は、パケットをプライオリティ値に応じた高優先キュー 1 4 1 または低優先キュー 1 4 2 に入力する。

10

【 0 0 3 9 】

読出部 1 4 3 は、複数の高優先キュー 1 4 1 及び複数の低優先キュー 1 4 2 から、優先度が高いパケットほど優先的に読み出す。つまり、読出部 1 4 3 は、プライオリティ値が最も高い高優先キュー 1 4 1 から最も優先的にパケットを読み出す。また、読出部 1 4 3 は、各高優先キュー 1 4 1 または各低優先キュー 1 4 2 から入力順でパケットを読み出す。なお、読出部 1 4 3 の読み出し方式としては、重み付けラウンドロビンが挙げられるが、これに限定されない。

【 0 0 4 0 】

キュー管理部 1 4 7 は、高優先キュー 1 4 1 及び低優先キュー 1 4 2 に格納されているパケットを管理する。キュー管理部 1 4 7 は、高優先キュー 1 4 1 及び低優先キュー 1 4 2 に入力されたパケットの V I D を入力部 1 4 0 から取得し、高優先キュー 1 4 1 及び低優先キュー 1 4 2 から出力されたパケットの V I D を読出部 1 4 3 から取得する。キュー管理部 1 4 7 は、入力部 1 4 0 から取得した V I D を V I D テーブル 1 4 9 に登録し、読出部 1 4 3 から取得した V I D を V I D テーブル 1 4 9 から削除する。なお、キュー管理部 1 4 7 は、V I D を取得する取得部の一例である。

20

【 0 0 4 1 】

V I D テーブル 1 4 9 には、プライオリティ値に基づき高優先キュー 1 4 1 及び低優先キュー 1 4 2 を識別するキュー I D (「 # 0 」 ~ 「 # 7 」) ごとに、格納中のパケットの V I D がパケットの入力順に従って登録されている。これにより、キュー管理部 1 4 7 は、高優先キュー 1 4 1 及び低優先キュー 1 4 2 に格納中のパケットの V I D を管理する。

30

【 0 0 4 2 】

キュー管理部 1 4 7 は、後述するパケットの追い越し防止機能を実現するため、入力部 1 4 0 の要求に従って V I D テーブル 1 4 9 を検索し、検索結果を入力部 1 4 0 に出力する。

【 0 0 4 3 】

タイムスタンプ抽出部 1 4 4 は、読出部 1 4 3 から入力されたパケットからタイプスタンプを抽出して衝突判定部 1 4 6 に出力する。タイムスタンプ抽出部 1 4 4 は、パケットからタイムスタンプを削除して優先度変更部 1 4 5 に出力する。

【 0 0 4 4 】

衝突判定部 1 4 6 は、パケットが高優先キュー 1 4 1 または低優先キュー 1 4 2 から読み出されたとき、時刻管理部 1 5 からレイヤ 2 スイッチ 1 内の時刻を取得して、その時刻と、タイムスタンプ抽出部 1 4 4 から取得した時刻との差分からパケットの遅延時間を算出する。なお、衝突判定部 1 4 6 は算出部の一例であり、時刻管理部 1 5 から取得した時刻は第 2 の時刻の一例である。

40

【 0 0 4 5 】

また、時刻管理部 1 5 は、例えばレイヤ 2 スイッチ 1 の外部に設けられてもよいが、レイヤ 2 スイッチ 1 内に設けられた場合、タイムスタンプ付与部 1 2 及び衝突判定部 1 4 6 と時刻管理部 1 5 の間の伝搬遅延を抑えることができるため、より高精度な時刻の取得が可能となる。衝突判定部 1 4 6 は、遅延時間を優先度変更部 1 4 5 に出力する。

【 0 0 4 6 】

50

優先度変更部 145 は、タイムスタンプ抽出部 144 から入力されたパケットのうち、高優先パケットの優先度を遅延時間に応じて上げる。このため、遅延時間が大きいパケットは、優先度が上がることにより、後段以降のレイヤ 2 スイッチ 1 において高優先キュー 141 から優先的に読み出され、さらなる遅延時間の増加が抑制される。なお、優先度変更部 145 は優先度制御部の一例である。

【0047】

また、低優先パケットには所定の遅延時間が要求されないため、優先度変更部 145 は低優先パケットの優先度を変更しない。このため、低優先パケットの優先度は、最初に送信されたときのままとすることができるが、これに限定されず、優先度変更部 145 は低優先パケットの優先度も遅延時間に応じて上げてよい。優先度変更部 145 はパケット

10

【0048】

出力ポート 16 は、例えば LD (Laser Diode) などの回路を含み、パケットを電気信号から光信号に変換して、光ファイバなどの伝送路に出力する。パケットは、伝送路を介して後段のレイヤ 2 スイッチ 1 または BBUS3 に送信される。なお、出力ポート 16 は、後段のレイヤ 2 スイッチ 1 または BBUS3 にパケットを送信する送信ポートの一例である。

【0049】

図 5 は、パケットの受信時の処理の一例を示すフローチャートである。なお、本処理は、実施例の通信方法の一例である。

【0050】

20

タイムスタンプ付与部 12 は、パケットが入力されると時刻管理部 15 からレイヤ 2 スイッチ 1 内の時刻を取得する (ステップ S t 1)。次にタイムスタンプ付与部 12 は、取得した時刻のタイムスタンプをパケットに付与する (ステップ S t 2)。

【0051】

次に入力部 140 は、パケットの優先度に応じてパケットの入力先の高優先キュー 141 または低優先キュー 142 を選択する (ステップ S t 3)。次に入力部 140 は、入力先として選択した高優先キュー 141 または低優先キュー 142 にパケットを入力する (ステップ S t 4)。これにより、パケットは、高優先キュー 141 または低優先キュー 142 に格納される。

【0052】

30

次にキュー管理部 147 は、入力部 140 からパケットの VID 及び入力先の高優先キュー 141 または低優先キュー 142 のキュー ID を取得し、VID 及びキュー ID に基づき VID テーブル 149 を更新する (ステップ S t 5)。これにより、VID テーブル 149 のキュー ID の欄に、新たに格納されたパケットの VID が追加される。このようにして、パケットの受信時の処理は行われる。

【0053】

図 6 は、パケットの送信時の処理の一例を示すフローチャートである。なお、本処理は、実施例の通信方法の一例である。

【0054】

読出部 143 は、パケットの送信タイミングに応じて、高優先キュー 141 及び低優先キュー 142 からパケットの読み出し対象のキューを選択する (ステップ S t 11)。このとき、読出部 143 は、高優先キュー 141 を低優先キュー 142 より優先的に選択し、高優先キュー 141 または低優先キュー 142 のうち、優先度が高いキューほど、優先的に選択する。

40

【0055】

次に読出部 143 は、読み出し対象として選択した高優先キュー 141 または低優先キュー 142 からパケットを読み出す (ステップ S t 12)。

【0056】

次にキュー管理部 147 は、読出部 143 から読み出したパケットの VID 及び読み出し元の高優先キュー 141 または低優先キュー 142 のキュー ID を取得し、VID 及び

50

キューIDに基づきVIDテーブル149を更新する(ステップSt13)。これにより、VIDテーブル149のキューIDの欄から、読み出されたパケットのVIDが削除される。

【0057】

次にタイムスタンプ抽出部144は、パケットからタイムスタンプを抽出して削除する(ステップSt14)。タイムスタンプ抽出部144は、抽出したタイムスタンプを衝突判定部146に出力する。

【0058】

次に衝突判定部146は、時刻管理部15からレイヤ2スイッチ1内の時刻を取得する(ステップSt15)。次に衝突判定部146は、取得した時刻とタイムスタンプの時刻の差分から読み出されたパケットの遅延時間を算出する(ステップSt16)。例えば遅延時間は、パケットが高優先キュー141または低優先キュー142に入力された時刻と、パケットが高優先キュー141または低優先キュー142から読み出された時刻との差分として算出される。なお、遅延時間の算出には、レイヤ2スイッチ1の構成に応じて適切な補正が用いられてもよい。衝突判定部146は、遅延時間を優先度変更部145に出力する。

10

【0059】

次に優先度変更部145は、遅延時間を所定の閾値THと比較する(ステップSt17)。閾値THは、例えば通信システムの設計上で要求される遅延時間に基づく値である。

【0060】

優先度変更部145は、遅延時間が閾値THより大きい場合(ステップSt17のYes)、パケットの優先度が4, 5, 6のどれかであるか否かを判定する(ステップSt18)。これにより、優先度変更部145は、パケットが高優先パケットであり、かつ、優先度が最大値の7未満であるか否かを判定する。

20

【0061】

優先度変更部145は、パケットの優先度が4, 5, 6のどれかである場合(ステップSt18のYes)、優先度を1つ上げる(ステップSt19)。これにより、パケットは、後段のレイヤ2スイッチ1において高優先キュー141から優先的に読み出されるため、さらなる遅延時間の増加が抑制される。次に出力ポート16はパケットを送信する(ステップSt20)。

30

【0062】

また、優先度変更部145は、遅延時間が閾値TH以下である場合(ステップSt17のNo)、例えば通信システムにおいて要求される遅延時間が満たされるため、優先度の変更(ステップSt19)を行わない。その後、出力ポート16はパケットを送信する(ステップSt20)。

【0063】

このように、優先度変更部145は、遅延時間が閾値THより大きい場合、優先度を上げる。このため、レイヤ2スイッチ1は、通信システムの要求に応じた閾値THを設定することにより、通信システムの要求を満たす遅延時間でパケットを伝送することが可能となる。

40

【0064】

また、優先度変更部145は、優先度が0, 1, 2, 3, 7のどれかである場合(ステップSt18のNo)、パケットが低優先パケットであるか、優先度が最大値の7であるため、優先度の変更(ステップSt19)を行わない。その後、出力ポート16はパケットを送信する(ステップSt20)。このようにして、パケットの送信時の処理は行われる。

【0065】

図7は、パケットの優先度を上げた場合のレイヤ2スイッチ1の動作例を示す図である。本例では、前段のノード#1のレイヤ2スイッチ1から後段のノード#2のレイヤ2スイッチ1にパケットを伝送する場合を挙げる。

50

【 0 0 6 6 】

なお、図7には、ノード#1の入力ポート10として、入力ポート10a~10cが記載され、ノード#2の入力ポート10として、入力ポート10d, 10eが記載されている。また、図7には、高優先キュー141として、優先度が4であるパケットを格納する高優先キューQ#4と、優先度が5であるパケットを格納する高優先キューQ#5とが記載されている。

【 0 0 6 7 】

符号G11は、ノード#1のレイヤ2スイッチ1においてパケットが入力ポート10a~10cから入力されるタイミングを示し、符号G12は、ノード#1のレイヤ2スイッチ1においてパケットが出力ポート16に出力されるタイミングを示す。

10

【 0 0 6 8 】

ノード#1のレイヤ2スイッチ1は、入力ポート10a~10cで高優先パケットのPKT#1~#3をそれぞれ受信する。PKT#1~#3の優先度は、一例として4とする([4]参照)。PKT#1~#3は、優先度が4であるパケットに対応する高優先キューQ#4に入力される。PKT#1~#3のうち、PKT#1は最も早く入力され、PKT#3は最も遅く入力される。

【 0 0 6 9 】

PKT#1~#3は、高優先キューQ#4から入力順に読み出される。PKT#3は、先行するPKT#1及びPKT#2の読み出しが完了するまで待機させられるため、PKT#1, #2との衝突による遅延時間Tbが生ずる。遅延時間Tbが閾値THより大きいいため、PKT#3の優先度は5に上げられる([5]参照)。なお、PKT#2の遅延時間は閾値TH以下であるため、PKT#2の優先度は変更されない。

20

【 0 0 7 0 】

符号G13は、ノード#2のレイヤ2スイッチ1においてパケットが入力ポート10d, 10eから入力されるタイミングを示し、符号G14は、ノード#2のレイヤ2スイッチ1においてパケットが出力ポート16に出力されるタイミングを示す。

【 0 0 7 1 】

ノード#2のレイヤ2スイッチ1は、入力ポート10dからPKT#1~#3を受信し、入力ポート10eから高優先パケットのPKT#4を受信する。PKT#4の優先度は、一例として4とする([4]参照)。PKT#4は、PKT#3より早く、PKT#1, #2より遅いタイミングで入力される。

30

【 0 0 7 2 】

PKT#1, #2, #4は、優先度が4であるパケットに対応する高優先キューQ#4に入力され、PKT#3は、優先度が5であるパケットに対応する高優先キューQ#5に入力される。優先度が4であるPKT#1, #2, #4のうち、PKT#1は最も早く入力され、PKT#2は2番目に早く入力され、PKT#4は最も遅く入力される。なお、PKT#1~#4が入力される直前において、高優先キューQ#4, Q#5にはパケットが格納されていないと仮定する。

【 0 0 7 3 】

PKT#1, #2, #4は高優先キューQ#4から入力順に読み出される。また、PKT#3は高優先キューQ#5から読み出される。

40

【 0 0 7 4 】

PKT#1~#3は、入力ポート10dからシリアルに入力されるため、PKT#1, #2が高優先キューQ#4に格納されたとき、PKT#3は高優先キューQ#5に格納されていない。このため、PKT#1, #2は、PKT#3より早く高優先キューQ#4から出力される。

【 0 0 7 5 】

また、PKT#4は、同じ優先度のPKT#3の格納後に高優先キューQ#4に入力されるため、入力タイミングがPKT#3とほぼ同じとなる。しかし、PKT#3の優先度は、PKT#4の優先度より高いため、PKT#4より先に高優先キューQ#5から出力

50

される。

【 0 0 7 6 】

したがって、出力ポート 1 6 への出力の順序は P K T # 1 ~ # 4 の順となる。このため、P K T # 3 の遅延時間が、P K T # 4 との衝突により増加することが抑制される。なお、仮にノード # 1 のレイヤ 2 スイッチ 1 が P K T # 3 の優先度を 5 に上げない場合、P K T # 3 の先に高優先キュー Q # 4 に入力された P K T # 4 が割り込むことにより、P K T # 3 の遅延時間が増加する。

【 0 0 7 7 】

このように、ノード # 1 のレイヤ 2 スイッチ 1 において、入力部 1 4 0 は、複数の入力ポート 1 0 a ~ 1 0 c が受信した P K T # 1 ~ # 3 を高優先キュー Q # 4 に入力するため、入力タイミングが最も遅い P K T # 3 に衝突遅延が生ずる。しかし、優先度変更部 1 4 5 が P K T # 3 の優先度を上げるため、後段のノード # 2 のレイヤ 2 スイッチ 1 において P K T # 3 の衝突遅延がさらに増加することが抑制される。

10

【 0 0 7 8 】

また、タグ処理部 1 1 は、パケットに装置内タグを付与してもよい。

【 0 0 7 9 】

図 8 は、装置内タグを付与する場合のパケットのフォーマットの一例を示す図である。図 8 において、図 4 と共通する内容の説明は省略する。

【 0 0 8 0 】

符号 8 2 は、入力ポート 1 0 が受信するパケットの例を示す。パケットは、図 4 の符号 8 0 で示されたものと同様である。

20

【 0 0 8 1 】

符号 8 3 は、タグ処理部 1 1 で装置内タグが付与されたパケットの例を示す。タグ処理部 1 1 は、例えば S A と V L A N タグの間に装置内タグを挿入する。装置内タグは、V L A N タグと同様の構成を有する。優先度変更部 1 4 5 は、装置内タグのプライオリティ値を変更する。

【 0 0 8 2 】

符号 8 4 は、タイムスタンプが付与されたパケットの例を示す。タイムスタンプは、一例としてタイプとペイロードの間に挿入される。

【 0 0 8 3 】

図 9 は、装置内タグを付与する場合のパケットのフォーマットの他の例を示す図である。図 9 において、図 4 と共通する内容の説明は省略する。

30

【 0 0 8 4 】

符号 8 5 は、入力ポート 1 0 が受信するパケットの例を示す。パケットは、図 4 の符号 8 0 で示されたものと同様である。

【 0 0 8 5 】

符号 8 6 は、タグ処理部 1 1 で装置内タグが付与されたパケットの例を示す。タグ処理部 1 1 は、装置内タグとして M P L S (Multi-Protocol Label Switching) ヘッダを付与する。タグ処理部 1 1 は、例えばタイプとペイロードの間に装置内タグを挿入する。

【 0 0 8 6 】

M P L S ヘッダは、ラベル、E X P 領域、S 領域、及び T T L (Time To Live) 領域を有する。E X P 領域には、0 , 1 , . . . , 7 のプライオリティ値が格納される。優先度変更部 1 4 5 は、E X P 領域のプライオリティ値を変更する。

40

【 0 0 8 7 】

符号 8 7 は、タイムスタンプが付与されたパケットの例を示す。タイムスタンプは、M P L S ヘッダとペイロードの間に挿入される。

【 0 0 8 8 】

(パケットの追い越し防止機能)

パケットの優先度は、遅延時間が閾値 T H を越えると上がるため、後段のレイヤ 2 スイッチ 1 において先行する同一のパス P a , P b のパケットを追い越すおそれがある。パケ

50

ットの追い越しが発生すると、受信順序が誤るため、パケットから元のデータを正常に復元することができない。

【0089】

図10は、パケットの追い越しの一例を示す図である。図10において、高優先パケットのPKT#1～#8に添付された数字はパケットのVIDを示す。本例では、VID「100」の先行のPKT#6が、同じVID「100」の後発のPKT#4に追い越される場合を挙げる。

【0090】

なお、図10には、ノード#1の入力ポート10として、入力ポート10a～10dが記載されている。また、図10には、高優先キュー141として、優先度が4であるパケットを格納する高優先キューQ#4と、優先度が5であるパケットを格納する高優先キューQ#5とが記載されている。

10

【0091】

符号G21は、パケットが入力ポート10a～10dから入力されるタイミングを示し、符号G22は、パケットが出力ポート16に出力されるタイミングを示す。

【0092】

レイヤ2スイッチ1は、入力ポート10aでPKT#1～#3を受信し、入力ポート10bでPKT#4～#6を受信する。また、レイヤ2スイッチ1は、入力ポート10cでPKT#7を受信し、入力ポート10dでPKT#8を受信する。

【0093】

PKT#1, #3, #6の優先度は、一例として5とする([5]参照)。また、PKT#2, #4, #5, #7, #8の優先度は、一例として4とする([4]参照)。ここで、PKT#6は、前段のレイヤ2スイッチ1において優先度変更部145により優先度が4から5に上がっていると仮定する。

20

【0094】

PKT#2, #4, #5, #7, #8は、優先度が4であるパケットに対応する高優先キューQ#4に入力される。また、PKT#1, #3, #6は、優先度が5であるパケットに対応する高優先キューQ#5に入力される。VID「100」のPKT#6は、先行するPKT#4の高優先キューQ#4への入力タイミングより遅れて高優先キューQ#5に入力される。

30

【0095】

PKT#6とPKT#4は、優先度が相違する高優先キューQ#5, Q#4に格納される。高優先キューQ#5に格納されたパケットは、高優先キューQ#4に格納されたパケットより優先的に読み出されて出力ポート16に出力される。このため、PKT#4より遅れて高優先キューQ#5に格納されたPKT#6が、先行のPKT#4より早く高優先キューQ#5から読み出される。これにより、PKT#6がPKT#4を追い越す。

【0096】

そこで、レイヤ2スイッチ1は、優先度が5であるPKT#6を、高優先キューQ#5ではなく、PKT#4と同じ高優先キューQ#4に入力することにより、同じVID「100」のPKT#4, #6の出力順が逆転して追い越しが発生することを防止する。

40

【0097】

図11は、パケットの追い越しの防止の動作例を示す。図11において、図10と共通する内容の説明は省略する。

【0098】

符号G31は、パケットが入力ポート10a～10dから入力されるタイミングを示し、符号G32は、パケットが出力ポート16に出力されるタイミングを示す。なお、符号G31が示すタイミングは、符号G21が示すタイミングと同一である。

【0099】

本例において、PKT#6は、先行のPKT#4と同じ高優先キューQ#4に入力される。PKT#4, #6は、高優先キューQ#4に入力された順に従って読み出されるため

50

、先行の P K T # 4 は P K T # 6 より先に出力される。これにより、追い越しが防止される。

【 0 1 0 0 】

このとき、入力部 1 4 0 は、V I D テーブル 1 4 9 に基づき P K T # 6 の入力先のキューとして高優先キュー Q # 4 を選択する。入力部 1 4 0 は、キュー管理部 1 4 7 に V I D テーブル 1 4 9 から V I D 「 1 0 0 」 の検索を依頼し、V I D テーブル 1 4 9 に V I D 「 1 0 0 」 が登録済みである場合、V I D 「 1 0 0 」 の格納済みの P K T # 4 と同一の高優先キュー Q # 4 を選択する。

【 0 1 0 1 】

図 1 2 は、V I D テーブル 1 4 9 の一例を示す図である。なお、図 1 2 には、P K T # 6 の入力タイミングにおいて、高優先キュー Q # 4 , # 5 のキュー I D # 4 , # 5 に格納済みのパケットの V I D のみが示されている。

10

【 0 1 0 2 】

入力部 1 4 0 は、P K T # 6 の V I D 「 1 0 0 」 を、V I D テーブル 1 4 9 に登録済みの V I D と比較することにより、V I D が一致する格納済みのパケットの有無を判定する。このため、入力部 1 4 0 は、キュー管理部 1 4 7 に V I D 「 1 0 0 」 の検索を依頼する。

【 0 1 0 3 】

入力部 1 4 0 は、検索の結果、キュー I D # 4 に対応する V I D 「 1 0 0 」 を検出する（点線枠参照）。このため、入力部 1 4 0 は、P K T # 6 の入力先のキューとして高優先キュー Q # 4 を選択する。なお、入力部 1 4 0 は、仮に V I D 「 1 0 0 」 を検出できなかった場合、P K T # 6 の入力先のキューとして、優先度の 6 に対応する高優先キュー Q # 5 を選択する。

20

【 0 1 0 4 】

このように、入力部 1 4 0 は、V I D テーブル 1 4 9 内の V I D が一致する格納済みのパケットの有無の判定の結果、該当パケットが有る場合、そのパケットが格納されたキューにパケットを入力し、該当パケットがない場合、優先度に応じた高優先キュー 1 4 1 にパケットを入力する。このため、パケットは、優先度変更部 1 4 5 により優先度が上がっても、後段のレイヤ 2 スイッチ 1 において同一 V I D の先行のパケットと同じ高優先キュー 1 4 1 に入力されるため、先行のパケットを追い越すことがない。

【 0 1 0 5 】

図 1 3 は、パケットの入力先の高優先キュー 1 4 1 の選択処理の一例を示すフローチャートである。本処理は、例えば図 5 のステップ S t 3 において実行される。

30

【 0 1 0 6 】

入力部 1 4 0 は、例えばパケットの V L A N タグから優先度を検出する（ステップ S t 3 1 ）。次に入力部 1 4 0 は、優先度が 4 以上であるか否かを判定する（ステップ S t 3 2 ）。これにより、入力部 1 4 0 は、パケットが高優先パケットであるか否かを判定する。

【 0 1 0 7 】

入力部 1 4 0 は、優先度が 3 以下である場合（ステップ S t 3 2 の N o ）、つまりパケットが低優先パケットである場合、パケットの優先度に応じた低優先キュー 1 4 2 を入力先のキューとして選択する（ステップ S t 3 6 ）。

40

【 0 1 0 8 】

また、入力部 1 4 0 は、優先度が 4 以上である場合（ステップ S t 3 2 の Y e s ）、つまりパケットが高優先パケットである場合、パケットの優先度未満の優先度の高優先キュー 1 4 1 のキュー I D について V I D の検索をキュー管理部 1 4 7 に依頼する（ステップ S t 3 3 ）。キュー管理部 1 4 7 は、依頼に応じて V I D テーブル 1 4 9 から V I D を検索する。図 1 2 の例の場合、入力対象の P K T # 6 の優先度が 5 であるため、優先度が 4 である高優先キュー 1 4 1 のキュー I D # 4 について V I D が検索される。

【 0 1 0 9 】

なお、本例のように、V I D テーブル 1 4 9 内の検索範囲をパケットの優先度未満の優先度の高優先キュー 1 4 1 のキュー I D の V I D に限定することにより、検索の所要時間

50

が全キューIDのVIDを検索する場合より短縮されるが、これに限定されず、全キューIDのVIDを検索してもよい。

【0110】

次に入力部140は、検索結果に基づき、入力対象のパケットのVIDと同じVIDがVIDテーブル149に有るか否かを判定する(ステップSt34)。入力部140は、同一VIDがない場合(ステップSt34のNo)、パケットの優先度に応じた低優先キュー142を入力先のキューとして選択する(ステップSt36)。

【0111】

また、入力部140は、同一VIDが有る場合(ステップSt34のYes)、VIDテーブル149から検索したVIDに対応するキューIDの高優先キュー141をパケットの入力先のキューとして選択する(ステップSt35)。これにより、同一VIDの先行のパケットと後発のパケットが同一の高優先キュー141に入力されるため、パケットの追い越しが防止される。このようにして、パケットの入力先のキューの選択処理は行われる。

10

【0112】

なお、本例では、パケットが転送されるパスPa, Pbの識別情報としてVIDを挙げたが、これに限定されない。パスPa, Pbの識別情報としては、例えばSA及びDAの組み合わせやMPLS-TP(Transport Profile)のラベル値が用いられてもよい。

【0113】

(通信システム)

20

図14は、通信システムの一例を示す構成図である。通信システムのMFH領域には、ノード#1~#3の各レイヤ2スイッチ1が設けられている。各レイヤ2スイッチ1は互いに直列に接続されており、各レイヤ2スイッチ1の配下には複数のRRH2が設けられている。各RRH2はパケットをレイヤ2スイッチ1に送信する。

【0114】

ノード#1のレイヤ2スイッチ1は、RRH2からのパケットを時分割多重して後段のノード#2のレイヤ2スイッチ1に送信する。ノード#2のレイヤ2スイッチ1は、ノード#1及びRRH2からのパケットを時分割多重して後段のノード#3のレイヤ2スイッチ1に送信する。ノード#3のレイヤ2スイッチ1は、ノード#2及びRRH2からのパケットを時分割多重して後段のBBU3に送信する。

30

【0115】

ノード#1のレイヤ2スイッチ1では、各RRH2からのパケット同士が衝突するため、優先度変更部145による優先度変更機能100が実行される。後段のノード#2のレイヤ2スイッチ1では、ノード#1における優先度変更によるパケットの追い越し(点線の矢印参照)を防止するために、入力部140による追い越し防止機能101が実行される。

【0116】

また、ノード#2のレイヤ2スイッチ1では、各RRH2からのパケットとノード#1からのパケットが衝突するため、優先度変更部145による優先度変更機能100が実行される。後段のノード#3のレイヤ2スイッチ1では、ノード#2における優先度変更によるパケットの追い越し(点線の矢印参照)を防止するために、入力部140による追い越し防止機能101が実行される。

40

【0117】

また、ノード#3のレイヤ2スイッチ1では、各RRH2からのパケットとノード#2からのパケットが衝突するが、後段のレイヤ2スイッチ1が存在しないため、優先度変更機能100を実行しない。

【0118】

このように、パケット同士の衝突が発生するレイヤ2スイッチ1の前段のレイヤ2スイッチ1が優先度変更機能100を実行することにより衝突遅延を抑制することができる。そして、ノード#1, #2の各レイヤ2スイッチ1が優先度変更機能100を実行するこ

50

とにより、衝突遅延が一部のパケットに偏ることなく、平均的に衝突遅延を抑制することが可能となる。

【0119】

また、優先度変更機能100を実行したレイヤ2スイッチ1の後段のレイヤ2スイッチ1が、追い越し防止機能101を実行することにより、パケットの追い越しが発生することを防止する。なお、ノード#1, #2のレイヤ2スイッチ1は、それぞれ、第1通信装置及び第2通信装置の一例であり、ノード#2, #3のレイヤ2スイッチ1は、それぞれ、第1通信装置及び第2通信装置の一例である。

【0120】

上述した実施形態は本発明の好適な実施の例である。但し、これに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変形して実施可能である。

10

【0121】

なお、以上の説明に関して更に以下の付記を開示する。

(付記1) パケットを格納する複数のキューと、

前記複数のキューのうち、パケットの優先度に応じたキューにパケットを入力する入力部と、

パケットが前記優先度に応じたキューに入力されるとき、第1の時刻を取得してパケットに付与する付与部と、

前記複数のキューの各々から、前記優先度が高いパケットほど優先的に読み出す読出部と、

20

パケットが前記複数のキューから読み出されたとき、第2の時刻を取得して、前記第1の時刻と前記第2の時刻の差分からパケットの遅延時間を算出する算出部と、

前記遅延時間に応じてパケットの前記優先度を上げる優先度制御部とを有することを特徴とする通信装置。

(付記2) 前記優先度制御部は、前記遅延時間が閾値より大きい場合、前記優先度を上げることを特徴とする付記1に記載の通信装置。

(付記3) 前記通信装置内の時刻を計時する計時部を有し、

前記付与部は、前記計時部から前記第1の時刻を取得し、

前記算出部は、前記計時部から前記第2の時刻を取得することを特徴とする付記1または2に記載の通信装置。

30

(付記4) 前記優先度制御部は、前記優先度が所定値以上である場合、前記優先度を上げることを特徴とする付記1乃至3の何れかに記載の通信装置。

(付記5) パケットを受信する複数の受信ポートを有し、

前記入力部は、前記複数の受信ポートが受信したパケットを前記優先度に応じたキューに入力することを特徴とする付記1乃至4の何れかに記載の通信装置。

(付記6) パケットを格納する複数のキューと、

前記複数のキューの1つにパケットを入力する入力部と、

パケットから、パケットが転送されるパスの識別情報を取得する取得部と、

前記複数のキューの各々に格納済みのパケットの前記識別情報を記憶する記憶部と、

前記複数のキューの各々から、前記優先度が高いパケットほど優先的に読み出す読出部とを有し、

40

前記入力部は、

前記複数のキューに入力するパケットの前記識別情報を、前記記憶部に記憶された前記識別情報と比較することにより、前記複数のキューに入力するパケットに前記識別情報が一致する前記格納済みのパケットの有無を判定し、

判定の結果、前記格納済みのパケットが有る場合、前記格納済みのパケットが格納されたキューにパケットを入力し、前記格納済みのパケットがない場合、パケットの前記優先度に応じたキューにパケットを入力することを特徴とする通信装置。

(付記7) パケットを送信する第1通信装置と、

前記第1通信装置から送信されたパケットを受信する第2通信装置とを有し、

50

前記第 1 通信装置は、

パケットを格納する複数の第 1 キューと、

前記複数の第 1 キューのうち、パケットの優先度に応じた第 1 キューにパケットを入力する第 1 入力部と、

パケットが前記優先度に応じた第 1 キューに入力されるとき、第 1 の時刻を取得してパケットに付与する付与部と、

前記複数の第 1 キューの各々から、前記優先度が高いパケットほど優先的に読み出す第 1 読出部と、

パケットが前記複数の第 1 キューから読み出されたとき、第 2 の時刻を取得して、前記第 1 の時刻と前記第 2 の時刻の差分からパケットの遅延時間を算出する算出部と、

10

前記遅延時間に応じてパケットの前記優先度を上げる優先度制御部と、

前記複数の第 1 キューから読み出されたパケットを送信する送信ポートとを有し、

前記第 2 通信装置は、

前記第 1 通信装置から送信されたパケットを格納する複数の第 2 キューと、

前記複数の第 2 キューの 1 つにパケットを入力する第 2 入力部と、

パケットから、パケットが転送されるパスの識別情報を取得する取得部と、

前記複数の第 2 キューの各々に格納済みのパケットの前記識別情報を記憶する記憶部と、

前記複数の第 2 キューの各々から、前記優先度が高いパケットほど優先的に読み出す第 2 読出部とを有し、

前記第 2 入力部は、

20

前記複数の第 2 キューに入力するパケットの前記識別情報を、前記記憶部に記憶された前記識別情報と比較することにより、前記複数の第 2 キューに入力するパケットに前記識別情報が一致する前記格納済みのパケットの有無を判定し、

判定の結果、前記格納済みのパケットが有る場合、前記格納済みのパケットが格納された第 2 キューにパケットを入力し、前記格納済みのパケットがない場合、パケットの前記優先度に応じた第 2 キューにパケットを入力することを特徴とする通信システム。

(付記 8) 前記優先度制御部は、前記遅延時間が閾値より大きい場合、前記優先度を上げること特徴とする付記 7 に記載の通信システム。

(付記 9) 前記通信装置内の時刻を計時する計時部を有し、

前記付与部は、前記計時部から前記第 1 の時刻を取得し、

30

前記算出部は、前記計時部から前記第 2 の時刻を取得することを特徴とする付記 7 または 8 に記載の通信システム。

(付記 10) 前記優先度制御部は、前記優先度が所定値以上である場合、前記遅延時間に応じて前記優先度を上げること特徴とする付記 7 乃至 9 の何れかに記載の通信システム。

(付記 11) パケットを受信する複数の受信ポートを有し、

前記入力部は、前記複数の受信ポートが受信したパケットを前記優先度に応じたキューに入力することを特徴とする付記 7 乃至 10 の何れかに記載の通信システム。

(付記 12) パケットを格納する複数のキューのうち、パケットの優先度に応じたキューにパケットを入力し、

40

パケットが前記優先度に応じたキューに入力されるとき、第 1 の時刻を取得してパケットに付与し、

前記複数のキューの各々から、前記優先度が高いパケットほど優先的に読み出し、

パケットが前記複数のキューから読み出されたとき、第 2 の時刻を取得して、前記第 1 の時刻と前記第 2 の時刻の差分からパケットの遅延時間を算出し、

前記遅延時間に応じてパケットの前記優先度を上げること特徴とする通信方法。

(付記 13) 前記遅延時間が閾値より大きい場合、前記優先度を上げること特徴とする付記 12 に記載の通信方法。

(付記 14) 前記優先度が所定値以上である場合、前記遅延時間に応じて前記優先度を上げること特徴とする付記 12 または 13 に記載の通信方法。

50

(付記 1 5) 複数の受信ポートが受信したパケットを前記優先度に応じたキューに入力することを特徴とする付記 1 2 乃至 1 4 の何れかに記載の通信方法。

【符号の説明】

【 0 1 2 2 】

1 レイヤ 2 スイッチ

1 2 タイムスタンプ付与部

1 5 時刻管理部

1 4 0 入力部

1 4 1 高優先キュー

1 4 3 読出部

1 4 5 優先度変更部

1 4 6 衝突判定部

1 4 7 キュー管理部

1 4 8 記憶部

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

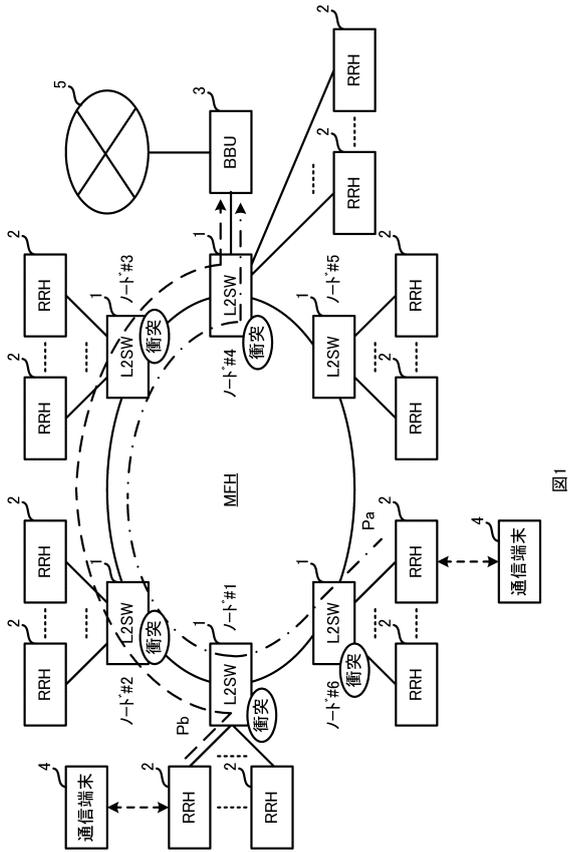


図 1

【図 2】

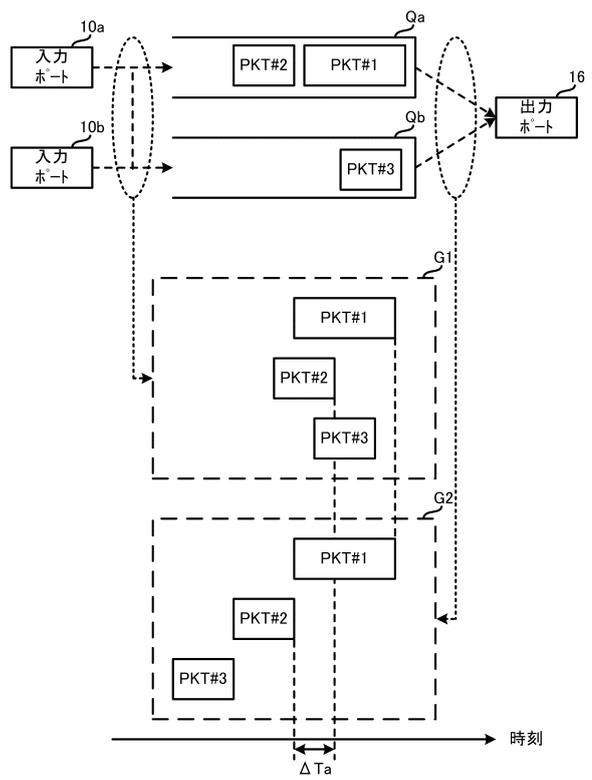


図 2

【図 3】

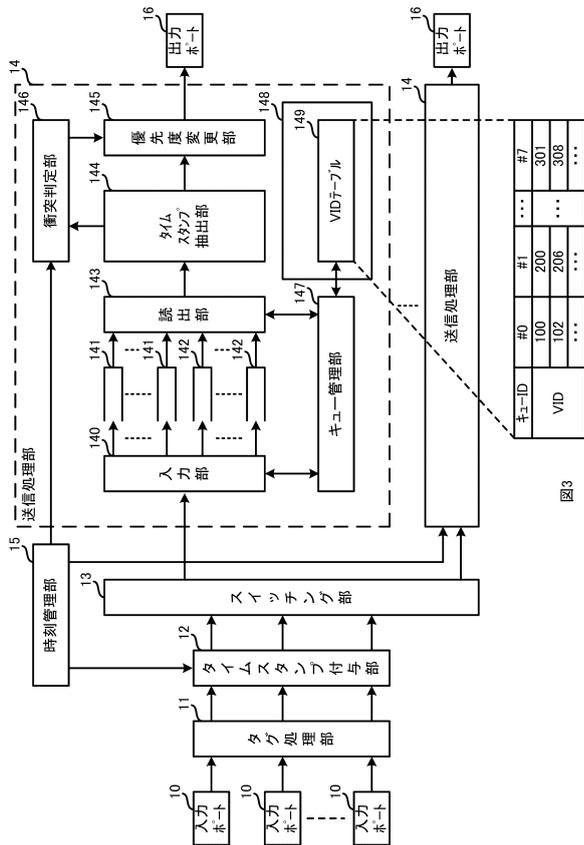


図 3

【図 4】

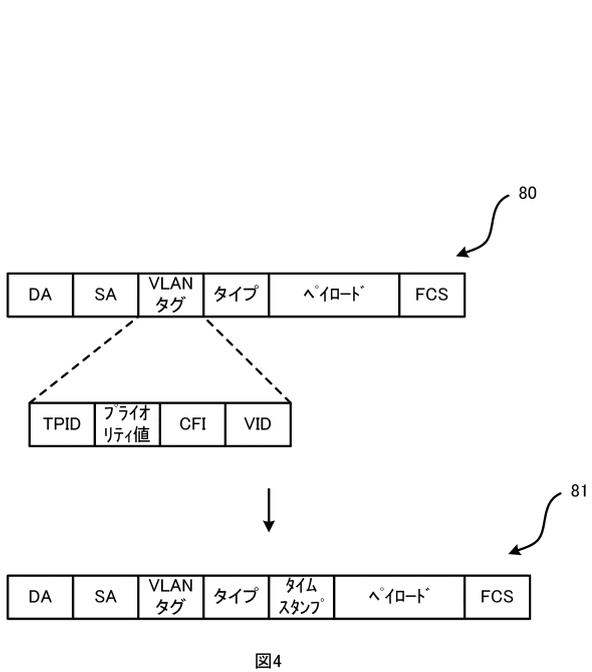


図 4

10

20

30

40

50

【 図 5 】

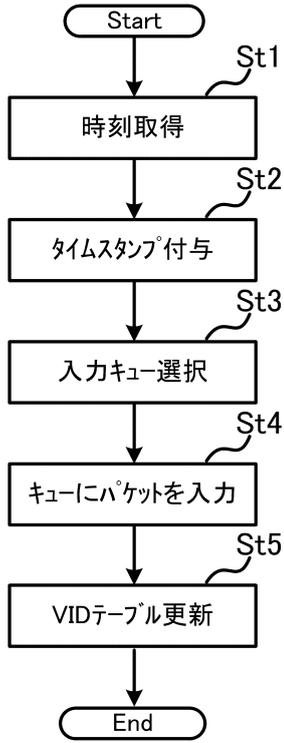


図5

【 図 6 】

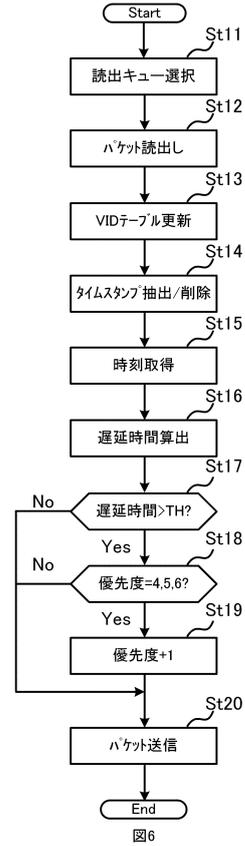


図6

【 図 7 】

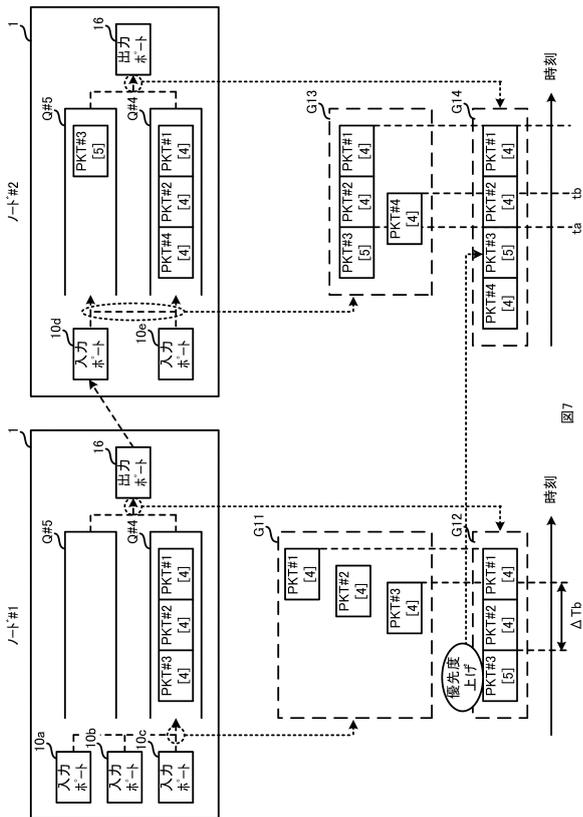


図7

【 図 8 】

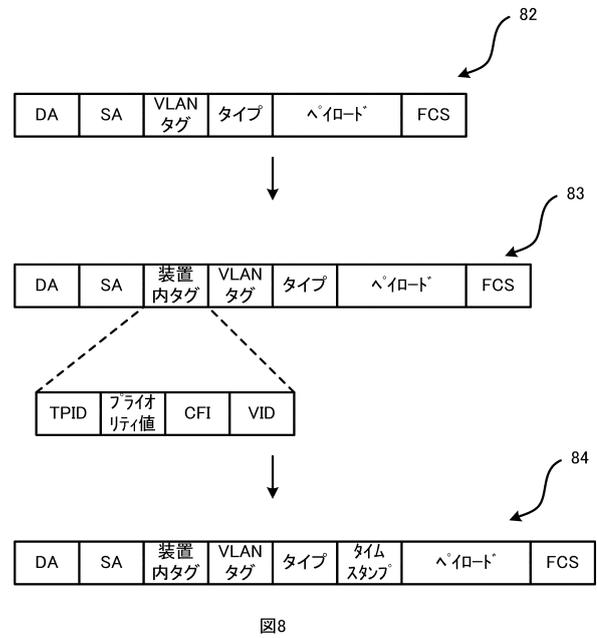


図8

10

20

30

40

50

【 図 9 】

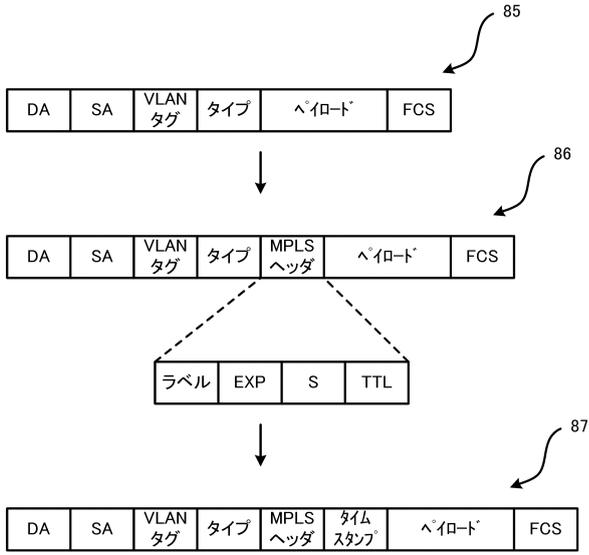


図9

【 図 1 0 】

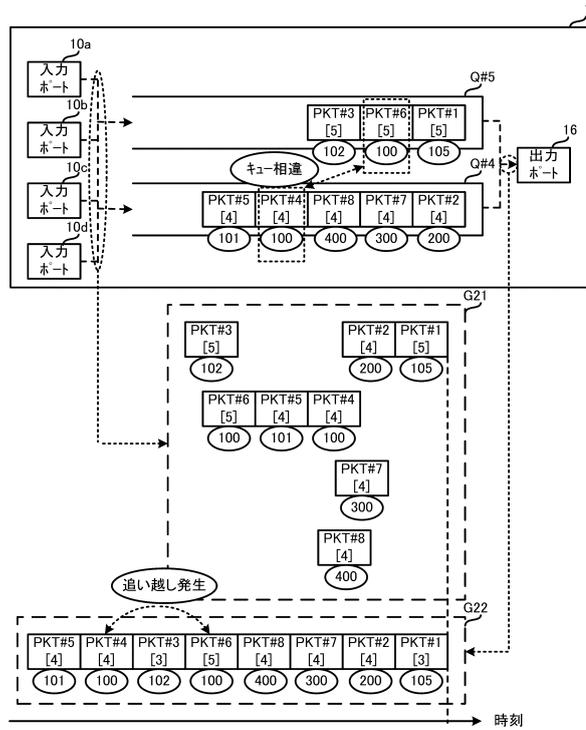


図10

【 図 1 1 】

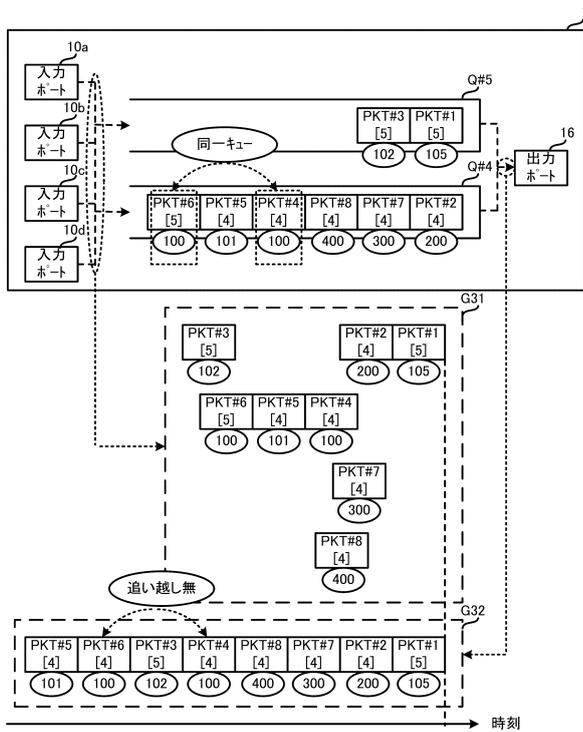


図11

【 図 1 2 】

キュー-ID	...	#5	#4	...
VID	...	105	200	
		-	300	
		-	400	...
		-	100	
		-	101	

図12

10

20

30

40

50

【 図 1 3 】

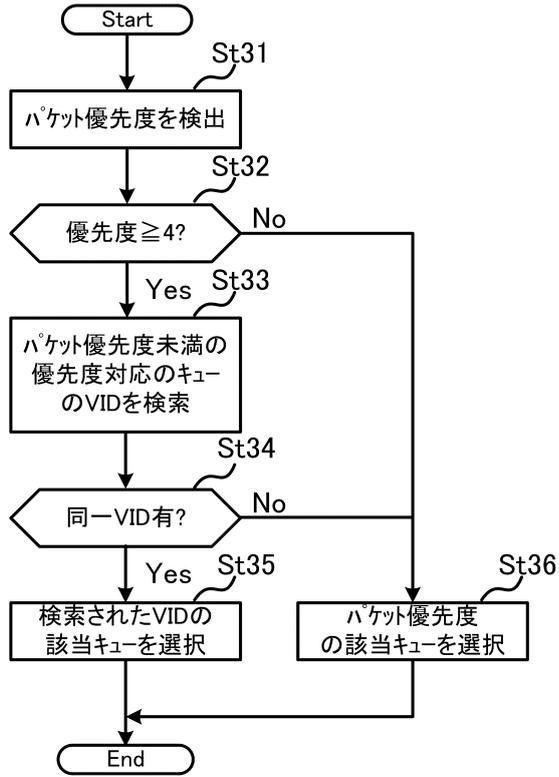


図13

【 図 1 4 】

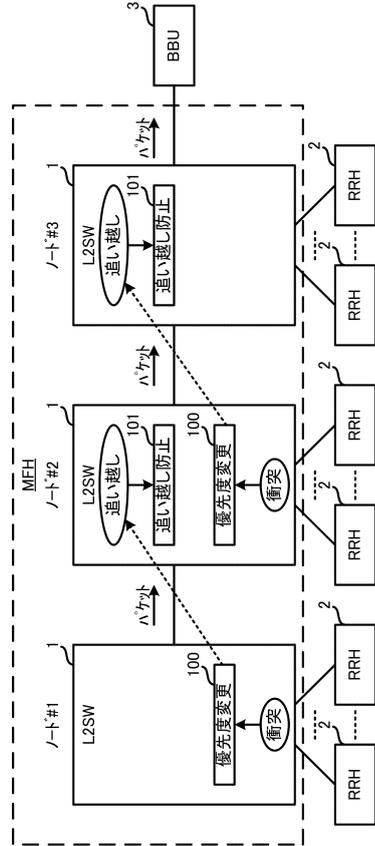


図14

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2016-208241(JP,A)
特開2007-102406(JP,A)
特開2003-229894(JP,A)
特開平8-032623(JP,A)
国際公開第2019/235136(WO,A1)
特開2012-019445(JP,A)
特開2018-088577(JP,A)
特開2007-013654(JP,A)
特表2008-520149(JP,A)
特開2002-344531(JP,A)
国際公開第03/103234(WO,A1)
米国特許出願公開第2013/0188482(US,A1)
米国特許出願公開第2012/0236713(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H04L 47/6275
H04L 47/56
H04L 47/6295