

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4865908号
(P4865908)

(45) 発行日 平成24年2月1日(2012.2.1)

(24) 登録日 平成23年11月18日(2011.11.18)

(51) Int.Cl. F I
H04L 12/44 (2006.01)
H04L 12/44 B
H04L 12/44 200

請求項の数 17 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2010-500655 (P2010-500655)	(73) 特許権者	000004226
(86) (22) 出願日	平成21年2月17日 (2009.2.17)		日本電信電話株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2009/052698		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(87) 国際公開番号	W02009/107519	(74) 代理人	100119677
(87) 国際公開日	平成21年9月3日 (2009.9.3)		弁理士 岡田 賢治
審査請求日	平成22年4月19日 (2010.4.19)	(74) 代理人	100115794
(31) 優先権主張番号	特願2008-44948 (P2008-44948)		弁理士 今下 勝博
(32) 優先日	平成20年2月26日 (2008.2.26)	(72) 発明者	村山 大輔
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	太田 憲行
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 帯域割当方法および受動光通信網システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光端局装置と複数の光加入者装置とが光伝送路を介して接続された受動光通信網において、前記各光加入者装置から前記光端局装置への通信帯域を動的に割り当てる帯域割当方法であって、

前記光端局装置が、前記各光加入者装置ごとに過去の所定サイクル数分の割当帯域から時間平均割当帯域を求め、前記光加入者装置ごとの前記時間平均割当帯域と前記光加入者装置ごとに定めた目標帯域との差分に基づいて前記光加入者装置ごとの要求量閾値を算出し、該算出された要求量閾値を該当する光加入者装置に通知するステップと、

前記該当する光加入者装置が、通知された前記要求量閾値以下で最大の送信量とできるデータ区切りまでのデータ量相当を送信要求量として前記光端局装置に通知するステップと、

前記光端局装置が、通知された前記送信要求量に対応したデータ量の送信を許可するための送信許可量を前記該当する光加入者装置に通知するステップと、

前記該当する光加入者装置が、前記送信許可量に対応したデータ量を送信するステップと、

を含むことを特徴とする帯域割当方法。

【請求項2】

請求項1に記載の帯域割当方法において、

前記差分の比例演算結果と前記差分の時間積分演算結果と前記差分の時間微分演算結果

10

20

との和をP I D算出量とし、該P I D算出量に基づいて閾値制御量を算出し、該閾値制御量に基づいて、前記該当する光加入者装置の前記要求量閾値を算出することを特徴とする帯域割当方法。

【請求項3】

請求項2に記載の帯域割当方法において、

前記P I D算出量が負のとき、前記閾値制御量を零とすることを特徴とする帯域割当方法。

【請求項4】

請求項2に記載の帯域割当方法において、

前記P I D算出量に予め定めた値を加算して、前記閾値制御量を算出することを特徴とする帯域割当方法。

10

【請求項5】

請求項2に記載の帯域割当方法において、

前記複数の光加入者装置の中で、最小の前記P I D算出量を最小P I D算出量とし、前記該当する光加入者装置の前記P I D算出量と前記最小P I D算出量との差分をP I D差分として算出し、前記複数の光加入者装置の前記P I D差分の合計をP I D差分合計として算出し、前記該当する光加入者装置の前記P I D差分を前記P I D差分合計で割った値をP I D差分割合として算出し、前記P I D差分割合に基づいて前記閾値制御量を算出することを特徴とする帯域割当方法。

20

【請求項6】

請求項2乃至5のいずれか1つに記載の帯域割当方法において、

前記要求量閾値を、前記閾値制御量と同値として算出することを特徴とする帯域割当方法。

【請求項7】

請求項2乃至5のいずれか1つに記載の帯域割当方法において、

前記要求量閾値を、前記閾値制御量に所定の最低割当量を加えて算出することを特徴とする帯域割当方法。

【請求項8】

光端局装置と複数の光加入者装置とが光伝送路を介して接続され、前記各光加入者装置から前記光端局装置への通信帯域が動的に割り当てられる受動光通信網システムであって、

30

前記光端局装置が、前記各光加入者装置ごとに過去の所定サイクル数分の割当帯域から時間平均割当帯域を求め、前記光加入者装置ごとの前記時間平均割当帯域と前記光加入者装置ごとに定めた目標帯域との差分に基づいて前記光加入者装置ごとの要求量閾値を算出し、該算出された要求量閾値を該当する光加入者装置に通知し、

前記該当する光加入者装置が、通知された前記要求量閾値以下で最大の送信量とできるデータ区切りまでのデータ量相当を送信要求量として前記光端局装置に通知し、

前記光端局装置が、通知された前記送信要求量に対応したデータ量の送信を許可するための送信許可量を前記該当する光加入者装置に通知し、

前記該当する光加入者装置が、前記送信許可量に応じたデータ量を送信する、

ことを特徴とする受動光通信網システム。

40

【請求項9】

光端局装置と複数の光加入者装置とが光伝送路を介して接続された受動光通信網において、前記各光加入者装置から前記光端局装置への通信帯域を動的に割り当てる帯域割当方法であって、

前記各光加入者装置が、過去の所定サイクル数分の当該光加入者装置への割当帯域から時間平均割当帯域を求め、前記時間平均割当帯域と当該光加入者装置に定められた目標帯域との差分に基づいて当該光加入者装置の要求量閾値を算出し、算出された前記要求量閾値以下で最大の送信量とできるデータ区切りまでのデータ量相当を送信要求量として前記光端局装置に通知するステップと、

前記光端局装置が、通知された前記送信要求量に対応したデータ量の送信を許可するた

50

めの送信許可量を該当する前記光加入者装置に通知するステップと、

前記該当する光加入者装置が、前記送信許可量に対応したデータ量を前記光端局装置に送信するステップと、

を含むことを特徴とする帯域割当方法。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の帯域割当方法において、

前記光端局装置は、前記光加入者装置ごとの目標帯域を、前記光端局装置に接続された全光加入者装置の通信状況に応じて算出し、前記各光加入者装置に通知することを特徴とする帯域割当方法。

【請求項 11】

10

請求項 9 に記載の帯域割当方法において、

前記差分の比例演算結果と前記差分の時間積分演算結果と前記差分の時間微分演算結果との和を P I D 算出量とし、該 P I D 算出量に基づいて閾値制御量を算出し、該閾値制御量に基づいて、前記該当する光加入者装置の前記要求量閾値を算出することを特徴とする帯域割当方法。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の帯域割当方法において、

前記 P I D 算出量が負のとき、前記閾値制御量を零とすることを特徴とする帯域割当方法。

【請求項 13】

20

請求項 11 に記載の帯域割当方法において、

前記 P I D 算出量に予め定めた値を加算して、前記閾値制御量を算出することを特徴とする帯域割当方法。

【請求項 14】

請求項 11 乃至 13 のいずれか 1 つに記載の帯域割当方法において、

前記要求量閾値を、前記閾値制御量と同値として算出することを特徴とする帯域割当方法。

【請求項 15】

請求項 11 乃至 13 のいずれか 1 つに記載の帯域割当方法において、

前記要求量閾値を、前記閾値制御量に所定の最低割当量を加えて算出することを特徴とする帯域割当方法。

30

【請求項 16】

光端局装置と複数の光加入者装置とが光伝送路を介して接続され、前記各光加入者装置から前記光端局装置への通信帯域が動的に割り当られる受動光通信網システムであって、

前記各光加入者装置が、過去の所定サイクル数分の割当帯域から時間平均割当帯域を求め前記光加入者装置ごとに定めた目標帯域との差分に基づいて前記光加入者装置ごとの要求量閾値を算出し、

前記該当する光加入者装置が、算出した前記要求量閾値以下で最大の送信量とできるデータ区切りまでのデータ量相当を送信要求量として前記光端局装置に通知し、

前記光端局装置が、通知された前記送信要求量に対応したデータ量の送信を許可するための送信許可量を前記該当する光加入者装置に通知し、

40

前記該当する光加入者装置が、前記送信許可量に応じたデータ量を送信する、ことを特徴とする受動光通信網システム。

【請求項 17】

請求項 1 または 9 に記載の帯域割当方法において、

設定された周期に基づき、要求量閾値を更新することを特徴とする帯域割当方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、受動光通信網における上り通信の通信時間（帯域）を動的に割り当てる帯域

50

割当方法およびこれを実施した受動光通信網システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、インターネットの発展により、FTTH (Fiber To The Home) サービスの利用者が増加している。PON (Passive Optical Network: 受動光通信網) は、通信事業者局に設置されるOLT (Optical Line Terminal: 光端局装置) と、ユーザ宅に設置されるONU (Optical Network Unit: 効果入射装置) とからなるFTTHの一形態である。PONは、OLTと複数のONUとを、光ファイバや受動光スプリッタ等の光伝送路を介して接続した光ネットワークであり、その経済的優位性により、広く利用されている。

10

【0003】

OLTとONUとがイーサネット (登録商標) フレームにより通信を行うEPON (Ethernet (登録商標) PON) の中で、伝送速度が1GbpsであるGE-PON (Gigabit Ethernet (登録商標) PON) は、高速かつ安価なFTTHサービスを提供することができるため、特に国内では広く用いられている。また、最近では、伝送速度を10Gbpsに高速化した10G-EPONの標準仕様が検討されている。

【0004】

一般に、PONにおいては、OLTからONUへの通信の方向を下り方向と呼び、これと反対方向を上り方向と呼ぶ。GE-PONを始めとする多くのPONでは、上り方向の通信は時分割多元接続によって行われる。OLTにより、それぞれのONUの送信タイミングを制御することで、複数のONUがOLTと時分割通信できるようにしている。

20

【0005】

10G-EPONの上り通信も同様に時分割多元接続により行われる。10G-EPONでは、1台のOLTに、上り伝送速度が異なる複数のONUが接続できる方式が検討されている。このとき、異なる速度のONUとの間であっても、時分割多元接続により上り通信を実現する。

【0006】

上り方向の通信が時分割多元接続によって行われる多くのPONにおいて、効率的に上り帯域を使用するには、それぞれのONUに対して上り通信を許可する時間の長さを、通信の状況に応じて動的に変更することによる、動的帯域割当が重要である。ここで、帯域は、各ONUに対して送信許可量を算出し、その送信時間帯を排他的に確保することにより、割り当てられる。

30

【0007】

GE-PONには、MPCP (Multi Point-Control Protocol) と呼ばれる、複数のONUの送信タイミングを制御するプロトコルが定められている。OLTはMPCPを用いて動的帯域割当を実行する。

【0008】

ONUは、送信待ちの上りデータ量を送信待機量として送信要求信号に記載してOLTに送信する。OLTは、送信要求信号を受信し、送信要求量を参照し、ONUごとに送信を許可する量と送信開始時刻とを算出し、これらを送信許可信号に記載して各ONUに送信する。その際、それぞれのONUの送信信号が時間的に重複しないように制御する。ONUは受信した送信許可信号に従い、指定された送信開始時刻から送信を開始し、上りバッファに蓄積していた信号を、指定された送信許可量の時間だけ送信する。

40

【0009】

動的帯域割当の方法は、PONシステムの性能を決定する上で重要である。PONシステムの性能は、帯域利用効率や、実際の割当帯域の目標帯域への収束の速さなどを指標に評価することができる。動的帯域割当においては、高い帯域利用効率を保ちつつ、各ONUの通信状態から目標帯域を算出し、その目標帯域に実際の割当帯域を近づけることが重要である。ここで、実際の上り割当帯域の目標帯域への収束の速さは、動的帯域割当の方

50

法によって大きく影響を受ける。

【0010】

PONシステムにおいては、実際の時間平均割当帯域がより速く目標帯域に収束するほうが、高性能であるといえる。

【0011】

そこで、動的帯域割当の方法として、OLTがONUに送信要求量の閾値である要求量閾値を与えて、ONUからOLTに閾値以下のバッファ蓄積量を送信要求量としてレポートさせ、OLTはONUからレポートされた閾値以下の送信要求量と一致させた送信許可量を通知する方法がある。

【0012】

特許文献1には、各ONUの上り送信要求量に上限値を設けることで、上り割当帯域を制御する方法が開示されている。この特許文献1によると、各ONUは送信要求量をOLTに通知し、OLTは通知された送信要求量と一致した量の送信を許可することで、余剰帯域を無くし帯域利用効率を向上させる。このとき、他のONUに比べてトラフィック量の大きいONUに対して独占的に帯域を割り当てる状態を防ぎ、さらに、SLA (Service Level Agreement) の実現のために、各ONUの送信要求量に上限値を設定するとしている。この上限値設定により、割当帯域を制御できるとしている。

【特許文献1】特表2004-528740号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかし、前述した従来の方法では、送信要求量の上限値が、割当帯域の目標帯域への速やかな収束に対し適当ではないこと、および、割当帯域の目標帯域への収束を制御することができないことが問題になる。

【0014】

すなわち、特許文献1では、特定のONUによる帯域独占を回避することと、SLAを実現することを目的として、送信要求量の上限値を設定することで、割当帯域の制御を行っているので、送信要求量の上限値が割当帯域の制御に対して適切でない値に固定されるため、割当帯域の目標帯域への速やかな収束を実現することも、収束の仕方を制御することもできない。また、特許文献1には、上記の方法に加えて、送信要求量の上限値を、接続された端末等からONUへの入力トラフィックに基づいて、動的に調整する方法が提案されているが、送信要求量の上限値を調整する具体的な手順は何ら開示されていない。

【0015】

本発明の目的は、PONの上り帯域を動的に割り当てるとき、時間平均割当帯域の目標帯域への収束を速やかにし、また収束の仕方を制御できるようにした帯域割当方法およびこれを実施した受動光通信網システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記目的を達成するために、本発明に係る帯域割当方法は、光端局装置と複数の光加入者装置とが光伝送路を介して接続された受動光通信網において、前記各光加入者装置から前記光端局装置への通信帯域を動的に割り当てる帯域割当方法であって、前記光端局装置が、前記各光加入者装置ごとに過去の所定サイクル数分の割当帯域から時間平均割当帯域を求め、前記光加入者装置ごとの前記時間平均割当帯域と前記光加入者装置ごとに定めた目標帯域との差分に基づいて前記光加入者装置ごとの要求量閾値を算出し、該算出された要求量閾値を該当する光加入者装置に通知するステップと、前記該当する光加入者装置が、通知された前記要求量閾値以下で最大の送信量とできるデータ区切りまでのデータ量相当を送信要求量として前記光端局装置に通知するステップと、前記光端局装置が、通知された前記送信要求量に対応した送信許可量を前記該当する光加入者装置に通知するステップと、前記該当する光加入者装置が、前記送信許可量に対応したデータ量を送信するステ

10

20

30

40

50

ップと、を含むことを特徴とする。

【0017】

本発明に係る帯域割当方法では、前記差分の比例演算結果と前記差分の時間積分演算結果と前記差分の時間微分演算結果との和をPID算出量とし、該PID算出量に基づいて閾値制御量を算出し、該閾値制御量に基づいて、前記該当する光加入者装置の前記要求量閾値を算出することが好ましい。

【0018】

本発明に係る帯域割当方法では、前記PID算出量が負のとき、前記閾値制御量を零とすることが好ましい。

【0019】

本発明に係る帯域割当方法では、前記PID算出量に予め定めた値を加算して、前記閾値制御量を算出することが好ましい。

【0020】

本発明に係る帯域割当方法では、前記複数の光加入者装置の中で、最小の前記PID算出量を最小PID算出量とし、前記該当する光加入者装置の前記PID算出量と前記最小PID算出量との差分をPID差分として算出し、前記複数の光加入者装置の前記PID差分の合計をPID差分合計として算出し、前記該当する光加入者装置の前記PID差分を前記PID差分合計で割った値をPID差分割合として算出し、前記PID差分割合に基づいて前記閾値制御量を算出することが好ましい。

【0021】

本発明に係る帯域割当方法では、前記要求量閾値を、前記閾値制御量と同値として算出することが好ましい。

【0022】

本発明に係る帯域割当方法では、前記要求量閾値を、前記閾値制御量に所定の最低割当量を加えて算出することが好ましい。

【0023】

上記目的を達成するために、本発明に係る受動光通信網システムは、光端局装置と複数の光加入者装置とが光伝送路を介して接続され、前記各光加入者装置から前記光端局装置への通信帯域が動的に割り当てられる受動光通信網システムであって、前記光端局装置が、前記各光加入者装置ごとに過去の所定サイクル数分の割当帯域から時間平均割当帯域を求め、前記光加入者装置ごとの前記時間平均割当帯域と前記光加入者装置ごとに定めた目標帯域との差分に基づいて前記光加入者装置ごとの要求量閾値を算出し、該算出された要求量閾値を該当する光加入者装置に通知し、前記該当する光加入者装置が、通知された前記要求量閾値以下で最大の送信量とできるデータ区切りまでのデータ量相当を送信要求量として前記光端局装置に通知し、前記光端局装置が、通知された前記送信要求量に対応した送信許可量を前記該当する光加入者装置に通知し、前記該当する光加入者装置が、前記送信許可量に応じたデータ量を送信する、ことを特徴とする。

【0024】

上記目的を達成するために、本発明に係る帯域割当方法は、光端局装置と複数の光加入者装置とが光伝送路を介して接続された受動光通信網において、前記各光加入者装置から前記光端局装置への通信帯域を動的に割り当てる帯域割当方法であって、前記各光加入者装置が、過去の所定サイクル数分の当該光加入者装置への割当帯域から時間平均割当帯域を求め、前記時間平均割当帯域と当該光加入者装置に定められた目標帯域との差分に基づいて当該光加入者装置の要求量閾値を算出し、算出された前記要求量閾値以下で最大の送信量とできるデータ区切りまでのデータ量相当を送信要求量として前記光端局装置に通知するステップと、前記光端局装置が、通知された前記送信要求量に対応したデータ量の送信を許可するための送信許可量を該当する前記光加入者装置に通知するステップと、前記該当する光加入者装置が、前記送信許可量に対応したデータ量を前記光端局装置に送信するステップと、を含むことを特徴とする。

【0025】

本発明に係る帯域割当方法では、前記光端局装置は、前記光加入者装置ごとの目標帯域を、前記光端局装置に接続された全光加入者装置の通信状況に応じて算出し、前記各光加入者装置に通知することが好ましい。

【0026】

本発明に係る帯域割当方法では、前記差分の比例演算結果と前記差分の時間積分演算結果と前記差分の時間微分演算結果との和をPID算出量とし、該PID算出量に基づいて閾値制御量を算出し、該閾値制御量に基づいて、前記該当する光加入者装置の前記要求量閾値を算出することが好ましい。

【0027】

本発明に係る帯域割当方法では、前記PID算出量が負のとき、前記閾値制御量を零とすることが好ましい。

10

【0028】

本発明に係る帯域割当方法では、前記PID算出量に予め定めた値を加算して、前記閾値制御量を算出することが好ましい。

【0029】

本発明に係る帯域割当方法では、前記要求量閾値を、前記閾値制御量と同値として算出することが好ましい。

【0030】

本発明に係る帯域割当方法では、前記要求量閾値を、前記閾値制御量に所定の最低割当量を加えて算出することが好ましい。

20

【0031】

上記目的を達成するために、本発明に係る受動光通信網システムは、光端局装置と複数の光加入者装置とが光伝送路を介して接続され、前記各光加入者装置から前記光端局装置への通信帯域が動的に割り当てられる受動光通信網システムであって、前記各光加入者装置が、過去の所定サイクル数分の割当帯域から時間平均割当帯域を求め前記光加入者装置ごとに定めた目標帯域との差分に基づいて前記光加入者装置ごとの要求量閾値を算出し、前記該当する光加入者装置が、算出した前記要求量閾値以下で最大の送信量とできるデータ区切りまでのデータ量相当を送信要求量として前記光端局装置に通知し、前記光端局装置が、通知された前記送信要求量に対応したデータ量の送信を許可するための送信許可量を前記該当する光加入者装置に通知し、前記該当する光加入者装置が、前記送信許可量に応じたデータ量を送信する、ことを特徴とする。

30

【0032】

本発明に係る帯域割当方法では、設定された周期に基づき、要求量閾値を更新することが好ましい。

【発明の効果】

【0033】

本発明によれば、本発明によれば、PONの上り帯域を動的に割り当てるとき、送信要求量と送信許可量との不一致を最小限にしつつ、各ONUへの送信許可量の経時変化をOLTが監視しながら、目標帯域への収束に適した要求量閾値に逐次更新することができ、時間平均割当帯域を速やかに目標帯域に収束させることができる。また、要求量閾値を算出するパラメータを調整することで、収束の仕方を制御することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】OLTと各ONUとの間で行われる通信の説明図である。

【図2】ONUの送信バッファの内容を示す説明図である。

【図3】ONUの送信バッファの第2の内容を示す説明図である。

【図4】第1の実施形態に係る帯域割当方法の一例を示すシーケンス図である。

【図5】第2の実施形態に係る帯域割当方法の一例を示すシーケンス図である。

【符号の説明】

【0035】

50

$R_i \sim R_n$: レポートフレーム

$G_i \sim G_n$: ゲートフレーム

z_i : 要求量閾値

a_i : 送信要求量

b_i : 送信許可済データ量

c_i : 送信待機量

d_i : 送信許可量

F_i : データ

【発明を実施するための最良の形態】

【0036】

10

(第1の実施形態)

OLTが、ONUの過去の所定サイクル数分の割当帯域から求めた時間平均割当帯域に基づいて、要求量閾値を算出する方法の例を示す。なお、データ転送のビットレートが一定の場合は、以下で説明する量あるいは帯域等はデータ量で処理しても、また時間で処理してもよい。 i 番目のONUを ONU_i として、以降 ONU_i のパラメータには添字 i を付与する。 ONU_i の時間平均割当帯域と各ONUの通信状態から求めた目標帯域との差分を算出して e_i とする。PID(比例・時間積分・時間微分)算出量 x_i は、

【数1】

$$x_i = P_i(e_i + I_i \int e_i dt + D_i \frac{de_i}{dt}) \quad (1)$$

20

により算出する。ここで、 P_i 、 I_i 、 D_i は予め定めるパラメータである。OLTは、 P_i 、 I_i 、 D_i の値を調節する(例えば、実測等により最適値を求める)ことにより、割当帯域の目標帯域への収束の仕方を制御することができる。

【0037】

PIDの算出量 x_i に基づいて閾値制御量 y_i を算出する3通りの方法を示す。第1の方法は、PID算出量 x_i の正の値を閾値制御量 y_i として算出する方法であり、

【数2】

$$y_i = \begin{cases} x_i \cdots (x_i > 0) \\ 0 \cdots (x_i \leq 0) \end{cases} \quad (2)$$

30

により算出する。これにより、PID算出量 x_i が負のときは閾値制御量 y_i を零とし、正のときはそれを閾値制御量 y_i とすることができる。

【0038】

第1の方法を用いて閾値制御量 y_i の算出を行うことで、演算処理速度を高めることができる。

【0039】

閾値制御量 y_i を算出する第2の方法は、PID算出量 x_i に予め定めた値 B_i を加える方法であり、

【数3】

40

$$y_i = \begin{cases} x_i + B_i \cdots (x_i > -B_i) \\ 0 \cdots (x_i \leq -B_i) \end{cases} \quad (3)$$

により算出する。これにより、閾値制御量 y_i のとり得る値の範囲が広がり、第1の方法よりも高い制御性能を得ることができる。

【0040】

予め定めた値 B_i は、例えば、時間平均割当帯域が目標帯域へ収束するように決定する。これにより、目標帯域への収束速度を高めることができる。

【0041】

閾値制御量 y_i を算出する第3の方法は、全ONUの中でPID算出量 x が最小のON

50

UのPID算出量を最小PID算出量 x_{min} とし、ONU $_i$ のPID算出量 x_i と最小PID算出量 x_{min} との差分「 $x_i - x_{min}$ 」をPID差分として算出して、ONU $_i$ のPID差分「 $x_i - x_{min}$ 」を全ONUのPID差分の合計で割った値をPID差分割合として算出し、PID差分割合と割当1サイクル分のデータバイト数Tとの積を閾値制御量 y_i とする方法であり、

【数4】

$$y_i = \frac{x_i - x_{min}}{\sum (x_i - x_{min})} \times T \quad (4)$$

により算出する。これにより、閾値制御量 y_i が零となるONUの台数を最大で1台に抑えることができ、最大遅延時間を短縮できる効果がある。

10

【0042】

次に、上記で求めた閾値制御量 y_i より、要求量閾値 z を算出する2通りの方法を示す。要求量閾値 z を求める第1の方法は、要求量閾値 z_i を閾値制御量 y_i と同値とする方法である。要求量閾値 z を求める第2の方法は、閾値制御量 y_i に予め定めた最低保証割当量 A_i を加えて、要求量閾値 z_i を算出する方法であり、

【数5】

$$z_i = y_i + A_i \quad (5)$$

により算出する。これにより、閾値制御量 y_i が零となるONUの台数を0台とすることが可能となり、最大遅延時間を短縮できる効果がある。

20

【0043】

最低保証割当量 A_i は、例えば、通信サービスを維持するために各サイクルで保証されるデータ量によって決定する。

【0044】

OLTは上記で求めた要求量閾値 z_i をONU $_i$ に通知する。図1に、ゲートフレーム G_i とレポートフレーム R_i により、OLTと複数のONUとの間で行う通信の内容を示す。 $i = 1 \sim n$ である。

【0045】

OLTは、過去の所定サイクル数で割り当てた各ONU $_1 \sim \text{ONU}_n$ についてのそれぞれの帯域の時間平均を時間平均割当帯域として算出し、記憶する。

30

【0046】

各ONU $_1 \sim \text{ONU}_n$ は、上りバッファに蓄積した送信データ量の内、送信許可のされていないデータ量を蓄積データ量（送信待機量）としてレポートフレーム $R_1 \sim R_n$ に記載し、OLTからのゲートフレーム $G_1 \sim G_n$ により通知されたタイミングで、OLTに通知する。OLTは、各ONU $_1 \sim \text{ONU}_n$ の送信待機量に基づき、目標帯域を算出する。また、OLTは、各ONU $_1 \sim \text{ONU}_n$ の前記記憶した時間平均割当帯域と前記算出した目標帯域に基づいてPID算出量 $x_1 \sim x_n$ を求め、続いて閾値制御量 $y_1 \sim y_n$ を求めることで、要求量閾値 $z_1 \sim z_n$ を算出して、ゲートフレーム $G_1 \sim G_n$ により、その要求量閾値 $z_1 \sim z_n$ を各ONU $_1 \sim \text{ONU}_n$ に通知する。

40

【0047】

各ONU $_1 \sim \text{ONU}_n$ は、通知された要求量閾値 $z_1 \sim z_n$ 以下で且つ最大の送信量とできるフレーム端までのバッファ蓄積量を送信要求量として算出し、レポートフレーム $R_1 \sim R_n$ によりOLTに通知する。OLTは、通知された送信要求量と同量の送信許可量を各ONU $_1 \sim \text{ONU}_n$ に通知する。各ONU $_1 \sim \text{ONU}_n$ は、通知された送信許可量に対応したデータをOLTに送信する。

【0048】

図2に、 i 番目のONU $_i$ について、データ $F_{i1} \sim F_{i7}$ が蓄積された送信バッファにおける要求量閾値 z_i と送信要求量 a_i および送信許可済みデータ量 b_i を示す。 i 番目のONU $_i$ は、要求量閾値 z_i 内の送信要求量 a_i と送信待機量（ $F_{i3} \sim F_{i7}$ ）

50

とを、同一のレポートフレーム R_i により OLT に通知する。OLT は、ONU_i からの送信要求量 a_i に一致した送信許可量 ($= a_i$) と送信タイミングを決め、ゲートフレーム G_i により ONU_i に通知する。このとき、OLT は送信許可量 ($= a_i$) と次回用の要求量閾値 z_i とを同一のゲートフレーム G_i により、ONU_i に通知する。ONU_i は OLT から通知された送信許可量 ($= a_i$) と送信タイミングに従って、上りデータ F_{i3} を送信する。

【0049】

OLT が決める送信許可量は、送信要求量 a_i と同量又は一致するデータ量に限られない。例えば、OLT は、ONU_i からの送信要求量 a_i に対応した送信許可量を決めることが好ましい。ここで、送信要求量 a_i に対応した送信許可量は、バーストオーバーヘッド分や FEC (Forward Error Correction) パリティ分などの、送信要求量と同量の送信を許可するために必要な情報を含む。

【0050】

なお、OLT が要求量閾値 z_i を ONU_i に通知するためには、ゲートフレーム G_i を用いずに、OAM フレームを利用してもよい。このとき、ゲートフレーム G_i は従来通り、送信許可量 ($= a_i$) と送信タイミングを通知するために使用する。

【0051】

OLT が要求量閾値 z_i を ONU_i に通知するために、専用フレームを新たに定義して、当該専用フレームを利用して通知してもよい。さらに 10G-EPON (Ethernet (登録商標) Passive Optical Network) では、拡張 MAC コントロールメッセージを利用して通知してもよい。

【0052】

以上、送信要求量 a_i に送信許可済みデータ量 b_i を含まない場合の一例について説明した。この場合、送信要求量 a_i は、データを分割して送受信することが可能なデータ区切りのうち、要求量閾値 z_i 以下でありかつ最大のデータ量であることが好ましい。ここで、データ区切りは、例えば、Ethernet (登録商標) フレームのフレーム端または、FEC のコードワード端、B-PON (Broadband PON) の ATM (Asynchronous Transfer Mode) セル端や、G-PON (Gigabit PON) の GEM (G-PON Encapsulation Method) フレーム端などを指す。

【0053】

図 3 は、ONU の送信バッファの第 2 の内容を示す説明図である。図 2 では送信要求量 a_i に送信許可済みデータ量 b_i を含まない場合を示したが、図 3 に示すように、送信要求量 a_i に送信許可済みデータ量 b_i を含んでもよい。この場合、送信要求量 a_i は、データを分割して送受信することが可能なデータ区切りのうち、要求量閾値 z_i と送信許可済みデータ量 b_i の和 ($z_i + b_i$) 以下のデータ区切りまでのデータ量となる。そして、OLT は、ONU から通知された送信要求量 a_i から送信許可済みデータ量 b_i を減算して、実質の送信要求量 ($a_i - b_i$) を認識する。

【0054】

図 4 は、本実施形態に係る受動光通信網システムが実行する帯域割当方法の一例を示すシーケンス図である。本実施形態に係る帯域割当方法は、第 1 のステップと、第 2 のステップと、第 3 のステップと、第 4 のステップと、を順に有し、光端局装置 (以下、OLT という。) と複数の光加入者装置 (以下、ONU という。) とが光伝送路を介して接続された受動光通信網において、各 ONU から OLT への通信帯域を動的に割り当てることを特徴とする。

【0055】

まず、各 ONU₁ ~ ONU_n は、送信待機量 c_i を、OLT からのゲートフレーム G_1 ~ G_n により通知されたタイミングで、OLT に通知する。

【0056】

第 1 のステップでは、OLT が、各 ONU_i に過去の所定サイクル数分の割当帯域から

10

20

30

40

50

時間平均割当帯域を求め、 ONU_i ごとの時間平均割当帯域と ONU_i ごとに定めた目標帯域との差分に基づいて ONU_i ごとの要求量閾値 z_i を算出し、該算出された要求量閾値 z_i を該当する ONU_i に通知する。 ONU は要求量閾値 z_i を通知された値に更新する。

【0057】

ここで、 ONU は、設定された周期に基づき、要求量閾値 z_i を通知された値に更新することが好ましい。例えば、 OLT が要求量閾値 z_i を通知し、 ONU が更新する周期は、要求量閾値 z_i の更新周期と帯域の収束速度との関係を基に予め設定する。その際、要求量閾値 z_i の更新周期を、 ONU への送信許可量 d_i の割り当て周期と同値としても良いし、割り当て周期の数百倍としても良い。割り当て周期に対して要求量閾値 z_i の更新周期を大きくする程、単位時間当たりの算出処理の負担を軽減することができる。

10

【0058】

第2のステップでは、該当する ONU_i が、通知された要求量閾値 z_i 以下で最大の送信量とできるデータ区切りまでのデータ量相当を送信要求量 a_i として算出し、当該送信要求量 a_i を OLT に通知する。

【0059】

第3のステップでは、 OLT が、通知された送信要求量 a_i に対応した送信許可量 d_i を算出し、当該送信許可量 d_i を該当する ONU_i に通知する。

【0060】

第4のステップでは、該当する ONU_i が、送信許可量 d_i に対応したデータ量のデータ F_i を OLT に送信する。

20

【0061】

以上のように、本発明では、 PON の上り帯域を動的に割り当てるとき、送信要求量と送信許可量との不一致を最小限にしつつ、各 ONU への送信許可量の経時変化を OLT が監視しながら、目標帯域への収束に適した要求量閾値に逐次更新することができ、時間平均割当帯域を速やかに目標帯域に収束させることができる。また、要求量閾値を算出するパラメータを調整することで、収束の仕方を制御することができる。

【0062】

よって、本実施形態に係る帯域割当方法及び当該帯域割当方法を実行可能な受動光通信網システムを採用することで、時間平均割当帯域を速やかに目標帯域に収束させることができる。また、要求量閾値を算出するパラメータを調整することで、収束の仕方を制御することができる。

30

【0063】

(第2の実施形態)

図5は、本実施形態に係る受動光通信網システムが実行する帯域割当方法の一例を示すシーケンス図である。本実施形態においては、第1のステップと、第2のステップと、第3のステップと、を順に有し、 ONU が過去の所定サイクル数分の割当帯域から求めた時間平均割当帯域に基づいて、要求量閾値 z_i を算出することを特徴とする。以下、第1の実施形態と相違する点について具体的に説明する。

【0064】

まず、各 ONU_i はそれぞれの時間平均割当帯域を算出し、記憶する。各 $ONU_1 \sim ONU_n$ は、送信待機量 c_i をレポートフレームに記載し、 OLT から通知されたタイミングで OLT に通知する。 OLT は各 $ONU_1 \sim ONU_n$ の送信待機量 c_i に基づき、目標帯域 f_i を算出する。 OLT は算出した目標帯域 f_i を、ゲートフレーム $G_1 \sim G_n$ に記載して各 ONU_i に通知する。

40

【0065】

第1のステップでは、各 ONU_i が、過去の所定サイクル数分の当該 ONU_i への割当帯域から時間平均割当帯域を求め、時間平均割当帯域と当該 ONU_i に定められた目標帯域 f_i との差分に基づいて、第1の実施形態における要求量閾値 z_i を算出する方法と同様に、当該 ONU_i の要求量閾値 z_i を算出する。各 ONU_i は、算出した要求量閾値 z

50

i 以下で最大のデータ量の送信が可能なデータ区切りまでのデータ量を送信要求量 a_i として算出し、当該送信要求量 a_i をレポートフレームに記載し、OLTに通知する。

【0066】

ここで、各ONU i は、設定された周期に基づき、要求量閾値 z_i を算出した値に更新することが好ましい。例えば、実施形態1と同様に、要求量閾値 z_i の更新周期と帯域の収束速度との関係を基に設定することが好ましい。

【0067】

第2のステップでは、OLTが、通知された送信要求量 a_i に対応したデータ量の送信を許可するための送信許可量 d_i を算出し、該当するONU i に通知する。

【0068】

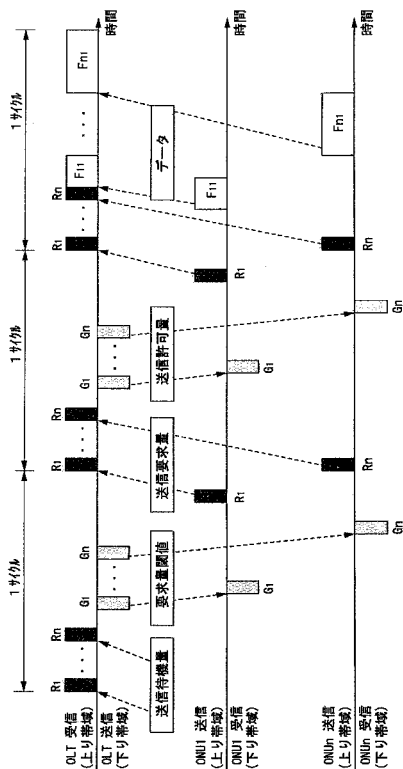
第3のステップでは、該当するONU i が、通知された送信許可量 d_i に対応したデータ量のデータ F_i をOLTに送信する。

【0069】

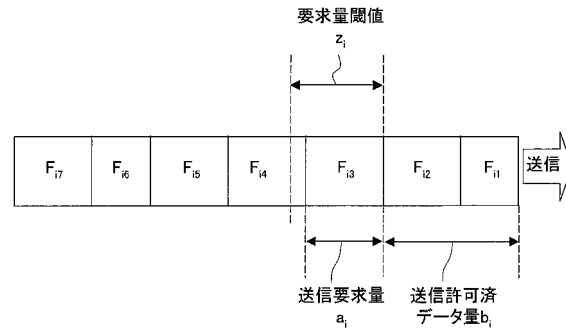
本実施形態に係る帯域割当方法及び当該帯域割当方法を実行可能な受動光通信システムを採用することで、時間平均割当帯域を速やかに目標帯域 f_i に収束させることができる。また、要求量閾値 z_i を算出するパラメータを調整することで、収束の仕方を制御することができる。さらに、ONU i が自律的に要求量閾値 z_i を算出し更新するので、全体の処理負荷を低減することができる。

10

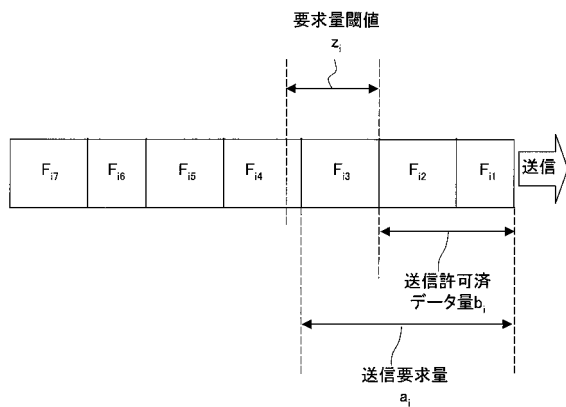
【図1】



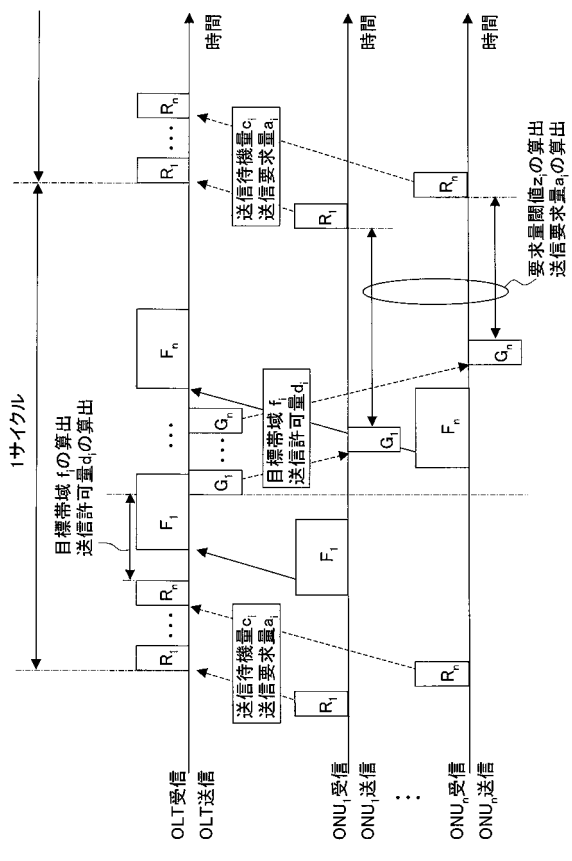
【図2】



【図3】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 三鬼 準基

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 岩田 玲彦

(56)参考文献 特開2004-129172 (JP, A)

特開2006-5764 (JP, A)

特表2004-528740 (JP, A)

国際公開第2005/62543 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/44