

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-76845  
(P2015-76845A)

(43) 公開日 平成27年4月20日(2015.4.20)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>HO4W 28/10</b>	(2009.01) HO 4 W 28/10	5 K O 6 7
<b>HO4W 24/08</b>	(2009.01) HO 4 W 24/08	
<b>HO4W 28/24</b>	(2009.01) HO 4 W 28/24	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2013-213818 (P2013-213818)	(71) 出願人 000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22) 出願日	平成25年10月11日 (2013.10.11)	(74) 代理人 110001678 特許業務法人藤央特許事務所
		(72) 発明者 奥野 通貴 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		F ターム (参考) 5K067 AA23 AA28 AA41 BB04 BB21 CC08 DD11 DD17 DD19 DD24 DD57 EE02 EE10 EE16 EE66 FF05 FF16 FF18 HH22 HH23 LL01

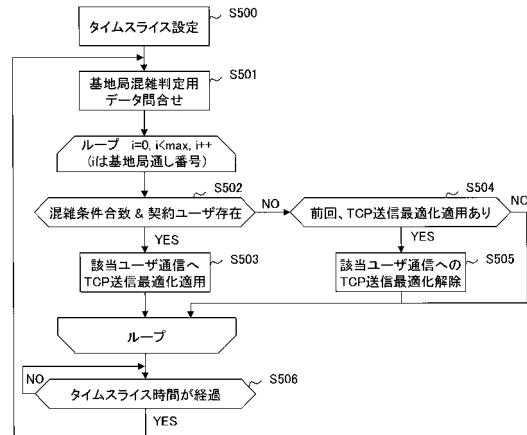
(54) 【発明の名称】通信システム、制御方法、及び、制御装置

## (57) 【要約】

【課題】導入コストを増加させることなく、通信の体感品質（QoE）低下を軽減する。

【解決手段】制御装置は、基地局が収容する通信が混雑しているか否かを判定するための情報を取得し、取得した情報に基づいて、基地局が収容する通信が混雑しているか否かを判定し、混雑していると判定された基地局に収容される端末を、前記プロキシ装置が通信を制御する端末として特定し、プロキシ装置は、データが受信側に到達したか否かを示す応答確認を行うプロトコルを用いて、基地局とサーバとの間の通信を制御し、特定された端末による通信が廃棄される廃棄率を、プロトコルで用いる応答確認パケットを利用して算出し、算出された廃棄率分低減された送信帯域によって、特定された端末による通信を中継する。

【選択図】図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

端末によって送受信されるデータを転送する通信システムであって、  
 前記端末と無線によって通信する基地局と、  
 前記端末にサービスを提供するサーバと、  
 前記基地局と前記サーバとの間の通信を制御するプロキシ装置と、  
 前記基地局が収容する通信が混雑しているか否かを判定するための情報を取得する制御装置と、を備え、  
 前記制御装置は、  
 前記取得した情報に基づいて、前記基地局が収容する通信が混雑しているか否かを判定し、

前記混雑していると判定された基地局に収容される端末を、前記プロキシ装置が通信を制御する端末として特定し、  
 前記プロキシ装置は、  
 前記データが受信側に到達したか否かを示す応答確認を行うプロトコルを用いて、前記基地局とサーバとの間の通信を制御し、  
 前記特定された端末による通信が廃棄される廃棄率を、前記プロトコルで用いる応答確認パケットを利用して算出し、

前記算出された廃棄率分低減された送信帯域によって、前記特定された端末による通信を中継することを特徴とする通信システム。

10

20

30

40

50

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の通信システムであって、  
 前記制御装置は、  
 前記基地局が収容する通信が混雑しているか否かを判定するための情報として、前記経路におけるペアラの情報を取得し、  
 前記取得したペアラの情報に基づいて、前記基地局が収容するペアラ数を算出し、  
 前記算出されたペアラ数が所定の閾値を超える場合、前記基地局が収容する通信が混雑していると判定することを特徴とする通信システム。

**【請求項 3】**

請求項 1 に記載の通信システムであって、  
 前記制御装置は、  
 前記基地局が収容する通信が混雑しているか否かを判定するための情報として、前記経路において前記基地局が用いる帯域を取得し、  
 前記取得した帯域が所定の閾値を超える場合、前記基地局が収容する通信が混雑していると判定することを特徴とする通信システム。

**【請求項 4】**

請求項 1 に記載の通信システムであって、  
 前記プロキシ装置は、  
 送信されたパケットの数  $s_{nd}$  と、前記送信されたパケットが受信側に到達したことを示す応答確認パケットの数  $a_{ck}$  と、前記送信されたパケットの再送が要求されたパケットの数  $r_{ts}$  と、前記応答確認パケットに付随し、かつ、受信側におけるパケットの不連続部分の始端と終端とを示す選択的応答パケットにおいて、前記応答確認パケットが保持する値が直前に受信した選択的応答パケットの保持する値と同じである場合の前記選択的応答パケットの数  $s_{ack} . dup$  と、を前記プロトコルを用いて取得し、  
 $s_{nd} > a_{ck} + r_{ts}$  である場合、 $r_{ts} / s_{nd}$  を、前記廃棄率として算出し、  
 $s_{nd} \leq a_{ck} + r_{ts}$  である場合、 $1 - (a_{ck} - s_{ack} . dup) / s_{nd}$  を、前記廃棄率として算出することを特徴とする通信システム。

**【請求項 5】**

請求項 1 に記載の通信システムであって、  
 前記制御装置は、

前記プロキシ装置によって通信を制御される端末を示す端末情報を保持し、  
前記取得した情報と、前記端末情報に基づいて、前記プロキシ装置が通信を制御する  
前記端末を特定し、

前記端末情報が、前記送信帯域の上限値を含む場合、

前記制御装置は、前記特定された端末を示す識別子と、前記特定された端末の送信帯域  
の上限値と、を前記プロキシ装置に設定し、

前記プロキシ装置は、前記算出された廃棄率分低減された送信帯域が、前記制御装置が  
設定した上限値を超える場合、前記制御装置が設定した上限値によって、前記特定された  
端末による通信を中継することを特徴とする通信システム。

#### 【請求項 6】

請求項 5 に記載の通信システムであって、

前記制御装置は、

前記端末における S / N 比を取得し、

前記特定された端末の前記 S / N 比が所定の閾値よりも低く、かつ、前記端末情報が送  
信帯域の上限値を含む場合、前記端末情報が含む前記特定された端末の上限値を所定の割  
合減じた値を、前記プロキシ装置に設定する上限値に決定することを特徴とする通信シス  
テム。

#### 【請求項 7】

請求項 5 に記載の通信システムであって、

前記通信システムは、前記基地局と前記サーバとの間に設置されるゲートウェイを有し

、  
前記制御装置は、

前記ゲートウェイにおける回線の利用率を取得し、

前記取得したゲートウェイにおける回線の利用率に基づいて、前記プロキシ装置が通信  
を制御する端末を特定し、

前記端末情報が送信帯域の上限値を含む場合、前記ゲートウェイにおける回線の利用率  
に基づいて特定された端末の通信を制御するため、前記端末情報が含む前記特定された端  
末の送信帯域の上限値を所定の割合減じた値を、前記プロキシ装置に設定する上限値に決  
定することを特徴とする通信システム。

#### 【請求項 8】

請求項 1 に記載の通信システムであって、

前記制御装置は、

前記プロキシ装置によって通信が制御されるサービスを示すサービス情報を保持し、

前記特定された端末を示す識別子と、前記サービス情報を前記プロキシ装置に設定し

、  
前記プロキシ装置は、

前記特定された端末による通信のうち、前記サービス情報が示すサービスによる通信を  
抽出し、

前記算出された廃棄率分低減された送信帯域によって、前記抽出された通信を中継する  
ことを特徴とする通信システム。

#### 【請求項 9】

請求項 8 に記載の通信システムであって、

前記サービス情報は、前記送信帯域の上限値を含み、

前記プロキシ装置は、前記算出された廃棄率分低減された送信帯域が、前記サービス情  
報が示す上限値を超える場合、前記サービス情報が示す上限値によって、前記抽出された  
通信を中継することを特徴とする通信システム。

#### 【請求項 10】

請求項 1 に記載の通信システムであって、

前記通信システムは、前記基地局と前記サーバとの間に設置されるゲートウェイを有し

、

10

20

30

40

50

前記プロキシ装置は、前記ゲートウェイとネットワークインターフェースを介して接続され、

前記ゲートウェイは、

前記特定された端末を示す識別子を、前記制御装置から受信し、

前記受信した識別子に基づいて、前記特定された端末による通信を前記プロキシ装置に転送することを特徴とする通信システム。

**【請求項 1 1】**

請求項 1 に記載の通信システムであって、

前記通信システムは、前記基地局と前記サーバとの間に設置されるゲートウェイを有し、

10

前記プロキシ装置は、前記ゲートウェイに備わり、

前記ゲートウェイは、

前記特定された端末を示す識別子を、前記制御装置から受信し、

前記受信した識別子に基づいて、前記特定された端末による通信を前記プロキシ装置に転送することを特徴とする通信システム。

**【請求項 1 2】**

請求項 1 に記載の通信システムであって、

前記通信システムは、前記基地局と前記サーバとを接続する公衆データ網と、前記公衆データ網と前記基地局との間に設置されるゲートウェイを有し、

20

前記プロキシ装置は、前記ゲートウェイと前記公衆データ網との間に設置されることを特徴とする通信システム。

**【請求項 1 3】**

請求項 1 に記載の通信システムであって、

前記通信システムは、前記基地局と前記サーバとを接続する公衆データ網と、前記サーバが設置されるデータセンタとを有し、

前記プロキシ装置は、前記公衆データ網と前記データセンタとの間、又は、前記データセンタに設置されることを特徴とする通信システム。

**【請求項 1 4】**

端末によって送受信されるデータを転送する通信システムによる制御方法であって、

30

前記通信システムは、

前記端末と無線によって通信する基地局と、

前記端末にサービスを提供するサーバと、

前記基地局と前記サーバとの間の通信を制御するプロキシ装置と、

前記基地局が収容する通信が混雑しているか否かを判定するための情報を取得する制御装置と、を備え、

前記制御装置は、第 1 のプロセッサを有し、

前記プロキシ装置は、第 2 のプロセッサを有し、

前記方法は、

前記第 1 のプロセッサが、前記取得された情報に基づいて、前記基地局が収容する通信が混雑しているか否かを判定する手順と、

40

前記第 1 のプロセッサが、前記混雑していると判定された基地局に収容される端末を、前記プロキシ装置が通信を制御する端末として特定する手順と、

前記第 2 のプロセッサが、前記データが受信側に到達したか否かを示す応答確認を行うプロトコルを用いて、前記基地局とサーバとの間の通信を制御する手順と、

前記第 2 のプロセッサが、前記特定された端末による通信が廃棄される廃棄率を、前記プロトコルで用いる応答確認パケットを利用して算出する手順と、

前記第 2 のプロセッサが、前記算出された廃棄率分低減された送信帯域によって、前記特定された端末による通信を中継する手順と、を含むことを特徴とする制御方法。

**【請求項 1 5】**

端末によって送受信されるデータを転送する通信システムに備わる制御装置であって、

50

前記通信システムは、  
前記端末と無線によって通信する基地局と、  
前記端末にサービスを提供するサーバと、  
前記基地局と前記サーバとの間の通信を制御するプロキシ装置と、を備え、  
前記制御装置は、  
前記基地局が収容する通信が混雑しているか否かを判定するための情報を取得し、  
前記取得した情報に基づいて、前記基地局が収容する通信が混雑しているか否かを判定し、

前記混雑していると判定された基地局に収容される端末を、前記プロキシ装置が通信を制御する端末として特定することを特徴とする制御装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、スマートフォン及びタブレット端末等が急速に普及した結果、ネットワークにおいてモバイルトラフィックが急激に増加している。このような状況を受け、モバイルトラフィックを転送する無線網では、3Gに代わってLTE( Long Term Evolution )及びWiMAX等の高速無線通信が普及し始めている。そして、このような高速無線通信を用いた場合、無線リンクエラー(パケットロス)が発生しにくい環境、又は、アクセスが混雑していない環境において、ユーザは、従来の有線並みの快適な通信を享受できる。

20

【0003】

一方で、無線網が、無線リンクエラー(パケットロス)が発生しやすい環境、又は、アクセスが混雑する環境である場合、高速無線通信が用いられていても、一般的に用いられるTCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)通信の特性上、無線網において送信スループットが減少し、体感品質(QoE:Quality of Experience)が低下してしまう。

30

【0004】

体感品質を改善するためには、無線網における通信帯域の確保と、確保された通信帯域を混雑状況においても上限まで利用できる状態にすることが重要である。このような重要性に鑑みて、従来、「データフローの特性に応じてサービス品質を制御することができ、同種のアプリケーションサービスを利用するユーザ間のユーザ体感品質の公平性向上する無線リソース割当方法を提供する」という課題が提起されている(例えば、特許文献1参照)。

【0005】

特許文献1には、解決手段として、「基地局装置を備えるネットワークは、ユーザが要求する所要ユーザ体感品質を推定する所要ユーザ体感品質決定部と、データフローの特性を解析するデータフロー特性解析部と、所要ユーザ体感品質とデータフロー特性とに基づいて目標サービス品質を決定する目標サービス品質決定部と、目標サービス品質に基づいて無線リソース量を決定する無線リソース割当部を備える」が記載されている。

40

【0006】

また、従来、「伝送制御方法において、環境に応じて通信スループットを向上させることを目的とする」という課題が提起されている(例えば、特許文献2参照)。

【0007】

特許文献2には、解決手段として、「送信元と送信先の通信装置それぞれにおいて、複数の輻輳制御方式にそれぞれ対応する複数の輻輳制御機能を含む伝送制御プロトコルを有し、該伝送制御プロトコルを用いて互いに通信を行う伝送制御方法であって、前記送信元

50

と送信先の通信装置で第1の輻輳制御機能から第2の輻輳制御機能に切り替えを行う際に、前記伝送制御プロトコルが保持している第1の輻輳制御機能における動作状態を表す複数のパラメタのうち少なくとも1つを前記第2の輻輳制御機能における動作状態を表すパラメタに引き継ぐ」が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2012-191372号公報

【特許文献2】特開2012-175561号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献1に記載された技術を用い、かつ、無線網においてTCP/IPのようなプロトコルが用いられていた場合、パケットの再送が過剰になった場合の送信スループットの低下を防ぐことができない。

【0010】

また、特許文献2に記載された技術を用いた場合、すべての無線端末及びすべてのサーバに特許文献2による機能を実装する必要があり、導入コストが増大する。

【0011】

無線網を快適に利用するためには、ユーザの体感品質(QoE)を損なわないことが重要である。一方で、無線網を提供するネットワークオペレータの設備投資資金には限りがあるため、ユーザの体感品質改善のためとはいえ、ネットワークオペレータが過剰な導入コストをかけることは現実的ではない。多くの場合、非混雑状況においてはLTEなどの高速無線通信を用いた近年の無線網は有線並みの快適な体感品質が得られやすいため、混雑時に問題を制限しても構わない。

20

【0012】

本発明の目的は、無線網において、過剰な導入コストをかけることなく、混雑時でもユーザの体感品質(QoE)低下を軽減することである。

【課題を解決するための手段】

30

【0013】

本発明の代表的な一形態によると、端末によって送受信されるデータを転送する通信システムであって、前記端末と無線によって通信する基地局と、前記端末にサービスを提供するサーバと、前記基地局と前記サーバとの間の通信を制御するプロキシ装置と、前記基地局が収容する通信が混雑しているか否かを判定するための情報を取得する制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記取得した情報に基づいて、前記基地局が収容する通信が混雑しているか否かを判定し、前記混雑していると判定された基地局に収容される端末を、前記プロキシ装置が通信を制御する端末として特定し、前記プロキシ装置は、前記データが受信側に到達したか否かを示す応答確認を行うプロトコルを用いて、前記基地局とサーバとの間の通信を制御し、前記特定された端末による通信が廃棄される廃棄率を、前記プロトコルで用いる応答確認パケットを利用して算出し、前記算出された廃棄率分低減された送信帯域によって、前記特定された端末による通信を中継する。

40

【発明の効果】

【0014】

本発明の一実施形態によると、導入コストを増加させることなく、通信の体感品質(QoE)低下を軽減することが可能となる。

【0015】

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本実施例1の通信システムを示すブロック図である。

50

【図2】本実施例1の高QoE通信の適用処理及び解除処理を示すフローチャートである。

【図3】本実施例1の通信情報及び混雑情報を示す説明図である。

【図4】本実施例1の制御サーバが有する端末契約情報とプロキシ装置が有する適用情報を示す説明図である。

【図5】本実施例1のP-GW及びプロキシ装置の物理的な構成を示すブロック図である。

【図6】本実施例1のインライン構成のP-GW及びプロキシ装置を示すブロック図である。

【図7】本実施例1のインライン構成におけるプロキシ装置の設置位置を示す説明図である。

【図8】本実施例2のサービス提供者契約情報を示す説明図である。

【図9】本実施例2の高QoE通信の適用処理及び解除処理を示すフローチャートである。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0017】

以下、本発明の実施形態の例を添付図面に基づき説明する。各図において同一の符号を付された対象は、同一の対象又は同じ機能を有する対象を示す。説明の都合上、符号に添え字を追加して区別することがある。

##### 【実施例1】

##### 【0018】

本実施例では、通信の体感品質（QoE）低下を軽減するために通信を最適化するプロキシ装置を導入する。そして、本実施例の通信システムは、このプロキシ装置を導入する台数（導入コスト）を増加させることなく、通信の体感品質（QoE）を改善することによって、通信品質を制御する。

##### 【0019】

図1は、本実施例1の通信システムを示すブロック図である。

##### 【0020】

本実施例1の通信システムは、モバイルバックホール10、パケットコア20、インターネット30及び少なくとも一つのサーバ200を含む。モバイルバックホール10及びパケットコア20は、例えば、LTE等の高速無線通信技術を用いたネットワークシステムを構成する。インターネット30は、例えば、PDN（Public Data Network）である。サーバ200は、サービスを提供する計算機である。

##### 【0021】

モバイルバックホール10は、少なくとも一つの無線端末100を収容する少なくとも一つの基地局11と、基地局11をパケットコア20に接続するための複数のスイッチ（図示なし）とによって構成される。

##### 【0022】

パケットコア20は、少なくとも一つのS-GW22、少なくとも一つのP-GW21、MME23、PCRF24、制御サーバ26、及び、少なくとも一つのプロキシ装置300を含む。

##### 【0023】

S-GW22は、基地局11とP-GW21との間に設置され、ユーザデータを転送する。P-GW21は、S-GW22とインターネット30との間に設置され、ユーザデータを転送する。

##### 【0024】

MME23は、無線端末100の移動管理及び認証（セキュリティ制御）、並びに、ユーザデータ伝送路の設定を行う。PCRF24は、P-GW21及びS-GW22における通信品質制御を行うためのQoS（Quality of Service）及び課金方法などのポリシーを決定する。

10

20

30

40

50

## 【0025】

P-GW21及びS-GW22は、無線網におけるゲートウェイの役割を有し、MME23及びPCRF24は、無線網における管理装置の役割を有する。

## 【0026】

制御サーバ26及びプロキシ装置300は、本実施例において通信の体感品質を制御するための装置である。制御サーバ26は、基地局11が収容する通信が混雑しているか否かを判定するための情報を、問合せ51を出力することによって取得する。

## 【0027】

そして、制御サーバ26は、取得された情報に基づいて、基地局11が収容する通信が混雑しているか否かを判定し（混雑判定52）、混雑判定52に基づいて、後述する高QoE通信を適用する無線端末100を特定する。そして、制御サーバ26は、高QoE通信を適用する無線端末100を示す情報を、P-GW21に送信する（設定53）。

10

## 【0028】

プロキシ装置300は、無線端末100への通信の品質を制御する装置である。図1に示すプロキシ装置300は、P-GW21にアウトオブライン構成によって接続され、P-GW21を介してデータを送受信する。

## 【0029】

P-GW21は、設定53に従って、無線端末100による通信を、サーバ200、プロキシ装置300又はS-GW22に転送する。プロキシ装置300は、後述する方法によって、転送された通信を制御することによって、高QoE通信を適用する無線端末100による通信の実効スループットを向上させる。

20

## 【0030】

なお、制御サーバ26は、プロセッサ261及びメモリ262を有する計算機であり、機能部として混雑判定部260を有する。混雑判定部260は、問合せ51、混雑判定52及び設定53を実行する。

## 【0031】

混雑判定部260は、少なくとも一つのプログラムによって実装されるが、少なくとも一つの物理的な装置によって実装されてもよい。

## 【0032】

また、実施例1の制御サーバ26は、メモリ262に、通信情報400、混雑情報410及び端末契約情報420を有する。また、実施例2の制御サーバ26は、さらにサービス提供者契約情報430を有する。実施例1の制御サーバ26は、サービス提供者契約情報430を有する必要はない。

30

## 【0033】

通信情報400は、問合せ51によって取得される情報である。混雑情報410は、混雑判定52の結果を示す。端末契約情報420は、高QoE通信サービスを契約したユーザの無線端末100を示す情報であり、高QoE通信を適用する無線端末100を示す。

## 【0034】

本実施例の通信システムは、少なくとも一つのサービス提供者からサービスの提供を受けるために、ユーザが利用するシステムである。一つのサービス提供者は、少なくとも一つのサーバ200を有する。図1に示すサーバ200は、説明の簡易化のため、一つのサービス提供者が有する一つのサーバ200である。

40

## 【0035】

また、無線端末100も複数存在してよいが、図1は、説明簡易化のために二台の無線端末100（100-1、100-2）を示す。また、本実施例の通信システムは、基地局11、S-GW22、P-GW21及びプロキシ装置300を複数含んでもよいが、図1に示す通信システムには、説明簡易化のためそれぞれ1台のみを示す。

## 【0036】

ユーザが無線端末100を用いてサービス提供者のサーバ200が提供するウェブサイトなどを閲覧する場合、TCP/IP通信が無線端末100-2とサーバ200との間で

50

発生する。

【0037】

このTCP/IP通信は、LTEシステムが提供するベアラと呼ばれる論理パスを介して行われる。ベアラは、P-GW21とS-GW22との間のGTP(GPRS Tunneling Protocol)トンネル62、S-GW22と基地局11との間のGTPトンネル61、及び、基地局11と無線端末100との間の無線リンク60によって構成される。

【0038】

尚、無線端末100の電源は投入されており、かつ、無線端末100がデータ通信を行っていない状況において、GTPトンネル62は維持され、さらに、無線リンク60及びGTPトンネル61は解放される。このため、無線リンク60の数、又は、GTPトンネル61の数は、本実施例において、データ通信を行っているアクティブなベアラの数を示す通信ベアラ数として用いられる。

10

【0039】

TCP/IP通信は、サーバ200から無線端末100への下りTCP通信70(70-1、70-2)と、無線端末100からサーバ200への上りTCP通信71(71-1、71-2)とによって構成される。下りTCP通信70は、ダウンリンク通信であり、上りTCP通信71は、アップリンク通信である。

【0040】

LTEを用いた場合、通信システムは、前世代の3GPPに比べて通信スループットが大きく改善され、LTEの仕様上、有線網並みの最大スループットが得られることが多い。

20

【0041】

しかしながら、LTEなどを用いた高速無線網を実際に利用する際に、ユーザにとって重要なことは、瞬間的な最大スループットではなく、平常時の実効的なスループットである。LTEなどの高速無線網では、瞬間最大スループットが向上したために、状況によつては、体感品質QoEが大きく低下する問題が顕著になる。具体的には、この問題は、実効スループットが最大スループットに比べて著しく低くなることによって発生し、このような問題は、狭帯域の無線網では発生しない問題である。

30

【0042】

特に、データが確実に転送されることをトランスポートレイヤで保証するTCP/IP通信において、この実効スループットが最大スループットに比べて著しく低くなる問題が生じる可能性が高い。

【0043】

TCP/IP通信は、IPパケットをTCPと呼ぶトランSPORTプロトコルで送受信する通信である。TCPの主要な特徴は、未到達パケットを再送することでデータの到達保証を実現することであり、また、輻輳制御によって過剰なパケット送信を避けることがある。

40

【0044】

TCPのこの輻輳制御は、定率で送信帯域を減少させる制御である。このため、長距離で通信する場合、又は、パケットロスが一つの通信経路において多発する場合、TCPの輻輳制御によって、送信帯域が複数回定率に減少するため、実効的なスループットが著しく低下する問題が生じる。

【0045】

例えば、LTEの無線網において、基地局11に少数の無線端末100が収容される場合、無線リンク60で混雑が発生しにくい。このため混雑に起因するパケットロスが生じにくく、LTE本来のスループットを享受しやすい。一方で、基地局11に多数の無線端末100が収容される場合、無線リンク60が混雑するため、パケットロスが生じやすく、実効スループットが低下しやすい。

【0046】

50

本実施例では、無線網における前述のようなTCP/IP通信の実効スループット低下、すなわち、体感品質QoEの低下を抑制するために、TCPによる送信を最適化する機能を有するプロキシ装置300を用いる。

#### 【0047】

本実施例のプロキシ装置300は、TCPの輻輳制御時に送信帯域を定率的に減少させずに、送信帯域からパケットの廃棄率分のみを減じることで実効スループットの低下を抑止する。

#### 【0048】

無線網においてTCPが用いられる場合、プロキシ装置300は、送信されたパケットが受信側に到達したことを示す確認応答パケットであるACK(Acknowledgment)と、受信側が受信したパケットのうち、不連続部分の始端と終端とを示すSACK(Selective Acknowledgment)とを用いて、パケットの廃棄率を算出する。10

#### 【0049】

ACK及びSACKは、受信側から送信側に送られるパケットであり、SACKは、ACKに付隨する。

#### 【0050】

TCP/IP通信のパケットの送信側、すなわち、本実施例のプロキシ装置300が、パケット廃棄率を算出する方法を以下に説明する。パケット廃棄率を算出するための変数には、送信側が送信したパケットの数 $snd$ 、送信側が受信したACKのパケットの数 $ack$ 、送信側が再送を要求されたパケットの数 $rts$ 、送信側が受信したSACKパケットのSACKの値が直前に受信したSACKの値と同じであるSACKのパケットの数 $sack.dup$ の4種類がある。20

#### 【0051】

パケット廃棄率が低い場合、 $snd > ack + rts$ が成立する。プロキシ装置300は、 $snd > ack + rts$ である場合、 $rts / snd$ (式1)を、パケット廃棄率loss\_ratioとして算出する。

#### 【0052】

一方、パケット廃棄率が高い場合、 $snd \leq ack + rts$ が成立する。プロキシ装置300は、 $snd \leq ack + rts$ である場合、 $1 - (ack - sack.dup) / snd$ (式2)を、パケット廃棄率loss\_ratioとして算出する。30

#### 【0053】

$snd$ 、 $ack$ 、 $rts$ 及び $sack.dup$ は、所定の期間において取得される数であり、プロキシ装置300は、任意の時間間隔においてパケット廃棄率を算出する。算出後、 $snd$ 、 $ack$ 、 $rts$ 及び $sack.dup$ の値をゼロに戻し、次の所定の期間においてパケットの数を測定する。

#### 【0054】

そして、本実施例のプロキシ装置300は、算出されたパケット廃棄率分だけ送信帯域(送信データ量)を低減することによって、過剰に送信帯域を低減することなく、送信帯域を定率削減する方法よりも高い実効スループットを実現することができる。40

#### 【0055】

本実施例のプロキシ装置300が適用された場合、前述のパケット廃棄率を用いた方法によって、プロキシ装置300から所望の宛先までの通信、例えば、サーバ200から無線端末100へ向けたパケットの送信が最適化される。このため、本実施例によれば、通信経路においてパケットロスが生じた場合も、送信帯域を定率削減するTCP/IP通信に比べ、実効スループットが向上する。

#### 【0056】

本実施例における方法によって実効スループットを向上させたTCP/IP通信を、以下において、高QoE通信と呼ぶ。また、高QoE通信を適用するための制御を、本実施例において、TCP送信最適化制御と呼ぶ。また、高QoE通信をユーザに提供するサー

ビスを、高QoE通信サービスと記載する。

【0057】

また、プロキシ装置300は、内蔵するメモリ（後述）上に複数のTCP/IP通信を管理することで、複数のTCP/IP通信セッションに対してTCP送信最適化制御を適用できる。例えば、本実施例のプロキシ装置300を1台設置することによって、600セッション又は12000セッション分の通信に対して、TCP送信最適化制御が可能である。セッション数は、プロキシ装置300が搭載するプロセッサの処理能力とメモリ量とに依存する。

【0058】

ここで、無線網を運用するネットワークオペレータの立場からすると、本実施例のプロキシ装置300は、然るべき対価を払う高QoE通信を契約したユーザの無線端末100のみに適用されるのが合理的である。これは、プロキシ装置300がすべての無線端末100の通信を処理する場合、プロキシ装置300を導入するコストが高くなるためである。また、全通信の実効スループットを向上させた場合、無線網の混雑が助長されてしまうためである。

【0059】

さらに、LTEのような高速無線網において、混雑が生じていない場合、実効スループットは低下しにくい。このため、導入するコストを合理的に低減するため、混雑が生じている場合のみに高QoE通信を適用するようなプロキシ装置300が求められる。

【0060】

例えば、全無線端末100が恒常に混雑を起こすようなケースは稀な事象であり、通常、混雑が生じるのは通勤時又はイベント発生時など、無線端末100を携帯する人々が多数密集する場合である。また、そのような場合、無線網全体が混雑するのではなく、特定の基地局11が混雑するケースが多い。

【0061】

そこで、以下に示すプロキシ装置300は、収容する通信が混雑状況であると判定された基地局11に収容される無線端末100のうち、高QoE通信サービスを契約したユーザの無線端末100を特定し、特定された無線端末100のみに高QoE通信を適用する。そして、本実施例のプロキシ装置300は、特定された無線端末100が混雑していない基地局11の通信圏内に移動した場合、高QoE通信を解除する。これによって、プロキシ装置300は、TCP送信最適化制御のための資源を他の高QoE通信を契約したユーザの無線端末100に適用できるようにする。

【0062】

本実施例のプロキシ装置300は、基地局11とサーバ200との間の経路上に設置されてもよい（インライン方法）。また、本実施例のプロキシ装置300は、前述の経路上からパケットをリダイレクトし、その後、経路上にパケットを戻すことができるよう、One Arm接続によって設置されてもよい。One Arm接続による構成は、アウトオブライൻ構成である。

【0063】

プロキシ装置300がアウトオブライൻ構成である場合、P-GW21又は前述の経路上のスイッチが、自らのルーティング設定によって、高QoE通信を適用する通信がプロキシ装置300を経由するように変更又は解除する。これによってプロキシ装置300による高QoE通信の適用及び解除（非適用）が実現するため、プロキシ装置300は、高QoE通信を適用するか否かを通信ごとに判定する必要がない。この結果、プロキシ装置300における処理の負荷が低減する。

【0064】

以下に示す実施例において、プロキシ装置300及びP-GW21は、主に、One Arm接続によるアウトオブライൻ構成である。それ以外の構成については、後述する。

【0065】

制御サーバ26は、高QoE通信を適用する通信又は解除（非適用）する通信を特定す

る。制御サーバ 26 は、図 1 ではパケットコア 20 内に設置されるが、必ずしも、パケットコア 20 内に設置される必要はない。

【0066】

図 2 は、本実施例 1 の高 QoS 通信の適用処理及び解除処理を示すフローチャートである。

【0067】

制御サーバ 26 は、図 2 に示すフローチャートに従って、本実施例における高 QoS 通信の適用処理及び解除処理を行う。最初に、ネットワークオペレータが、高 QoS 通信の適用及び解除のための時間粒度（タイムスライス）を設定する（S500）。

【0068】

ユーザが一定量以上のパケットを送信した後に、ユーザは体感品質を判断する。このため、図 2 に示す処理を実行するための時間粒度（タイムスライス）は、最低でも数秒程度以上である。また、時間粒度は、混雑状況が変化した際にも、図 2 に示す処理が適切に追従して実行されるように 15 分以内程度であることが望ましい。例えば、時間粒度は、5 分程度であることが望ましい。

【0069】

S500において設定されたタイムスライスの間隔において、問合せ 51、混雑判定 52 及び設定 53 が実行される。

【0070】

タイムスライスが設定された場合、制御サーバ 26 の混雑判定部 260 は、混雑状況を判定するための情報を問い合わせる（S501）。例えば、混雑判定部 260 は、MME 23 に問合せ 51 を送信し、無線端末 100 のペアラ番号と、無線端末 100 が収容される基地局 11 との情報を、MME 23 から少なくとも取得する。なお、一つの無線端末 100 は複数のペアラを収容してもよい。

【0071】

また、混雑判定部 260 は、S501において、基地局 11 の各々に問合せ 51 を送信し、基地局 11 の各々から通信情報 400 の情報を取得してもよい。また、基地局 11 の各々が混雑情報 410 に相当する情報を提供可能であれば、混雑判定部 260 は、問合せ 51 を基地局 11 の各々に送信することによって、その情報を取得してもよい。

【0072】

混雑判定部 260 は、S501において取得された情報を、通信情報 400 に格納する。

【0073】

S501 の後、混雑判定部 260 は、通信情報 400 の基地局番号 403 が示す基地局 11 の各々に、S502～S505 の処理を実行する。S502～S505 を実行される基地局 11 を、以下において、基地局 11a と記載する。

【0074】

混雑判定部 260 は、S502において、通信情報 400 に基づき、各基地局 11 の混雑状況を示す混雑情報 410 を生成又は更新する。また、混雑判定部 260 は、混雑していると判定される基地局 11 の各々が、高 QoS 通信サービスを契約しているユーザの無線端末 100 を収容するか否かを判定する（S502）。

【0075】

図 3 は、本実施例 1 の通信情報 400 及び混雑情報 410 を示す説明図である。

【0076】

通信情報 400 は、端末 401、ペアラ番号 402 及び基地局番号 403 を含む。

【0077】

端末 401 は、無線端末 100 の識別子を示す。ペアラ番号 402 は、端末 401 が示す無線端末 100 が収容するペアラの識別子を示す。基地局番号 403 は、無線端末 100 が収容される基地局 11 の識別子を示す。

【0078】

10

20

30

40

50

また、混雑情報 4 1 0 は、基地局番号 4 1 1、ペアラ数 4 1 2 及び混雑判定 4 1 3 を含む。

#### 【0 0 7 9】

基地局番号 4 1 1 は、基地局 1 1 の識別子を示す。ペアラ数 4 1 2 は、基地局 1 1 が収容するペアラの数を示す。混雑判定 4 1 3 は、通信情報 4 0 0 に基づいて混雑しているか否かを判定した判定結果を示す。

#### 【0 0 8 0】

図 2 に示す混雑判定 4 1 3 は、ペアラ数 4 1 2 が示す数が所定の閾値以上である場合に、「混雑」を示し、ペアラ数 4 1 2 が示す数が所定の閾値より低い場合に、「非混雑」を示す。

10

#### 【0 0 8 1】

ペアラ番号 4 0 2 が示すペアラは、無線端末 1 0 0 がサーバ 2 0 0 からのサービスの提供を目的にデータを通信している際に利用されるアクティブなペアラである。より具体的には、ペアラ番号 4 0 2 が示すペアラは、図 1 の例では、無線リンク 6 0、GTP トンネル 6 1 及び GTP トンネル 6 2 が全て設定されているペアラである。

#### 【0 0 8 2】

S 5 0 2 における処理を具体的に示す。混雑判定部 2 6 0 は、通信情報 4 0 0 の基地局番号 4 0 3 が基地局 1 1 a を示すエントリの数を算出する。そして、混雑判定部 2 6 0 は、基地局 1 1 a を示す基地局番号 4 1 1 の混雑情報 4 1 0 のエントリのペアラ数 4 1 2 を、算出された数によって更新する。

20

#### 【0 0 8 3】

そして、混雑判定部 2 6 0 は、基地局 1 1 a のペアラ数 4 1 2 の値が所定の閾値（例えば、1 0 0 ペアラ）以上である場合、基地局 1 1 a における通信は混雑状況であると判定し、「混雑」を示す識別子によって混雑判定 4 1 3 を更新する。

#### 【0 0 8 4】

混雑判定部 2 6 0 は、基地局 1 1 a に収容されるペアラ数に基づいて混雑状況を判定することによって、アクティブな通信に関する正確な情報に基づいて、より正確に混雑状況を判定できる。

#### 【0 0 8 5】

なお、混雑判定部 2 6 0 が、基地局 1 1 から混雑情報 4 1 0 に相当する情報を取得していた場合、取得した情報を混雑情報 4 1 0 として制御サーバ 2 6 のメモリに格納する。

30

#### 【0 0 8 6】

また、混雑判定部 2 6 0 は、S 5 0 2 において、基地局 1 1 からサーバ 2 0 0 までの通信の経路における帯域を用いて、基地局 1 1 a が収容する通信の混雑状況を判定してもよい。具体的には、基地局 1 1 a が収容するペアラの帯域を取得し、基地局 1 1 a が収容するペアラの総帯域が所定の閾値を超える場合、基地局 1 1 a が収容する通信が混雑状況であると判定してもよい。

#### 【0 0 8 7】

また、混雑判定部 2 6 0 は、S 5 0 2 において、P - GW 2 1 を通過する通信の混雑状況を用いて高 QoE 通信を適用する無線端末 1 0 0 を特定してもよい。例えば、混雑判定部 2 6 0 は、P - GW 2 1 における回線の利用率を、P - GW 2 1 から取得してもよい。

40

#### 【0 0 8 8】

そして、混雑判定部 2 6 0 は、取得した情報に基づいて、P - GW 2 1 のダウンリンク側（S - GW 2 2 側）の回線において、帯域の利用率が全体の帯域の 9 0 % を超える回線を抽出し、抽出された回線に収容される無線端末 1 0 0 のうち、高 QoE 通信を契約したユーザの無線端末 1 0 0 を特定してもよい。そして、混雑判定部 2 6 0 は、特定された無線端末 1 0 0 をプロキシ装置 3 0 0 による高 QoE 通信を適用する無線端末 1 0 0 に決定してもよい。

#### 【0 0 8 9】

混雑判定部 2 6 0 は、ペアラの帯域、又は、P - GW 2 1 における帯域の利用率等を用

50

いて混雑状況を判定することによって、より正確に混雑状況を判定できる。

【0090】

S502において混雑状況を判定した後、混雑判定部260は、基地局11aの混雑判定413が混雑していることを示し、かつ、基地局11aに収容される無線端末100に高QoE通信サービスを契約した無線端末100があるか否かを、通信情報400及び端末契約情報420に基づいて判定する。

【0091】

図4は、本実施例1の制御サーバ26が有する端末契約情報420とプロキシ装置300が有する適用情報365とを示す説明図である。

【0092】

図4(a)は、本実施例1の端末契約情報420を示す説明図である。

【0093】

端末契約情報420は、高QoE通信を適用する無線端末100を示す情報であり、あらかじめネットワークオペレータによって設定される。端末契約情報420は、ユーザ421及び高QoE契約422を少なくとも含む。また、端末契約情報420は、必要に応じて、高QoE上限帯域423、及び、オプション424を含んでもよい。

【0094】

ユーザ421は、無線端末100を示す。ユーザ421は、通信情報400の端末401に相当する識別子を示し、例えば、無線端末100のIPアドレスを示す。

【0095】

高QoE契約422は、ユーザ421が示す無線端末100が、高QoE通信サービスを契約したユーザの無線端末100であるか否かを示す。図4に示す高QoE契約422が「あり」を示す場合、ユーザ421が示す無線端末100には高QoE通信が適用され、高QoE契約422が「なし」を示す場合、ユーザ421が示す無線端末100には高QoE通信が適用されない。

【0096】

本実施例の高QoE通信は、TCP送信最適化制御によって実現されるため、本実施例の端末契約情報420は、高QoE上限帯域423を有する。高QoE上限帯域423は、TCP送信最適化制御で保証する上限帯域を示す。

【0097】

本実施例のTCP送信最適化制御が行われることによって、高QoE通信を契約した無線端末100以外の無線端末100の通信帯域が奪取され、それらの無線端末100の体感品質が更に低下する可能性がある。このようなTCP送信最適化制御による影響の可能性を極力低減するため、プロキシ装置300は、高QoE通信を契約する無線端末100の通信に高QoE通信を適用する場合、高QoE上限帯域423で示す帯域を上限にしてTCP送信最適化制御を行う。

【0098】

このように、端末契約情報420が高QoE上限帯域423を含むことにより、プロキシ装置300は、高QoE通信サービスを契約したユーザの体感品質の劣化を改善しつつ、高QoE通信サービスを契約していないユーザの体感品質の更なる劣化を極力避けることができる。

【0099】

オプション424は、高QoE通信を適用する対象、目的、内容又は条件等を示す。図4のオプション424は、無線端末100による通信の中で、高QoE通信が適用される通信の目的及び内容等を示し、例えば、サーバ200が提供するアプリケーションサービスを示す。

【0100】

さらに、例えば、オプション424は、高QoE通信を適用する対象として、各無線端末100の全通信ではなく、特定のサービス提供者(Over The Top(OTT))へのアクセス(特定URL:Uniform Resource Locator)。

10

20

30

40

50

全て、又は、特定のアプリケーションアクセス（Web ブラウジング、ビデオ視聴、ゲーム、メール、又は、Web アプリケーション等）などを示してもよい。

【0101】

S502において、混雑判定413が基地局11aは混雑していることを示し、かつ、基地局11aに収容される無線端末100が高QoE通信サービスを契約した無線端末100であると判定された場合、混雑判定部260は、基地局11aに収容され、かつ、高QoE通信を適用する無線端末100を、通信情報400、混雑情報410及び端末契約情報420を用いて特定する。

【0102】

なお、混雑判定部260は、特定された無線端末100に関する情報を、次のタイムスライスにおけるS504の処理のために保持する。 10

【0103】

混雑判定部260は、特定された無線端末100に関する情報を、P-GW21に送信する。これによって混雑判定部260は、プロキシ装置300に、混雑状況にある基地局11aに収容され、高QoE通信サービスの適用を契約した無線端末100の通信にTCP送信最適化制御を適用させる（S503）。

【0104】

S503において、混雑判定部260がP-GW21に送信する情報は、基地局11aに収容され、かつ、高QoE通信を適用する無線端末100を示す識別子（通信情報400の端末401、及び、端末契約情報420のユーザ421に対応）を少なくとも含む。また、P-GW21に送信する情報は、必要に応じて、端末契約情報420の高QoE上限帯域423又はオプション424を含む。 20

【0105】

P-GW21は、制御サーバ26から受信した情報に基づいて、受信したパケットをプロキシ装置300に転送する。

【0106】

混雑判定部260がP-GW21に送信する情報に、高QoE上限帯域423及びオプション424の少なくとも一つが含まれる場合、P-GW21は、混雑判定部260から受信した情報をプロキシ装置300に転送する。そして、プロキシ装置300は、混雑判定部260から受信した情報によって、自らが保持する高QoE通信を適用するための設定（後述する適用情報365）を更新する。 30

【0107】

図4(b)は、本実施例1のプロキシ装置300が有する適用情報365を示す説明図である。

【0108】

プロキシ装置300は、自らが有するメモリに適用情報365を有する。適用情報365は、高QoE通信を契約したユーザの無線端末100に適用する、高QoE通信に関する情報を示す。適用情報365は、あらかじめネットワークオペレータ等によって設定されてもよく、また、制御サーバ36から送信される情報に基づいて更新されてもよい。

【0109】

適用情報365は、ユーザ3651、高QoE上限帯域3652及びオプション3653を含む。ユーザ3651は、無線端末100の識別子を示し、端末契約情報420のユーザ421に対応する。高QoE上限帯域3652は、TCP送信最適化制御で保証する上限帯域を示し、端末契約情報420の高QoE上限帯域423に対応する。オプション3653は、高QoE通信を適用する対象、目的、内容又は条件等を示し、端末契約情報420のオプション424に対応する。 40

【0110】

図2に示すS502において、混雑判定413が基地局11aは混雑していないことを示す場合、又は、基地局11aに収容される無線端末100に高QoE通信サービスを契約した無線端末100が一つもないと判定された場合、混雑判定部260は、S504を

10

20

30

40

50

実行する。

【0111】

混雑判定部260は、S504において、基地局11aに収容される無線端末100の中で、基地局11aに実行された前回のタイムスライスにおいて、TCP送信最適化制御を適用された無線端末100があるか否かを判定する。具体的には、基地局11aに実行された前回のS503において、高QoE通信を適用する無線端末100として、P-GW21に送信された無線端末100に関する情報を送信した場合、混雑判定部260は、TCP送信最適化制御を適用された無線端末100があると判定する。

【0112】

前回のS503において、TCP送信最適化制御を適用された無線端末100がある場合、現時点では基地局11aにおける混雑状況が解消されているため、混雑判定部260は、基地局11aに収容され、前回TCP送信最適化制御を適用された無線端末100への高QoE通信適用を解除する(S505)。

【0113】

具体的には、混雑判定部260は、基地局11aに収容され、前回TCP送信最適化制御を適用された無線端末100の識別子をP-GW21に送信する。P-GW21は、当該無線端末100による通信をプロキシ装置300に転送していた状態で、混雑判定部260から無線端末100の識別子を受信した場合、当該無線端末100による通信をプロキシ装置300に転送しないように自らの設定を変更する。

【0114】

これによって、プロキシ装置300のリソースが解放されるため、別の混雑状況の基地局11に収容される、高QoE通信サービスを契約した無線端末100のために、解放されたリソースを利用することができる。

【0115】

S504において、基地局11aに実行された前回のタイムスライスにおいて、TCP送信最適化制御を適用された無線端末100がない場合、基地局11aに収容される無線端末100の通信について、プロキシ装置300の処理を変更する必要がない。このため、混雑判定部260は、他の基地局11にS502～S505の処理を実行する。

【0116】

なお、S502及びS504は、混雑判定52に相当する。また、S503及びS505は、設定53に相当する。

【0117】

S502～S505に該当する処理を、全基地局11に実行した後、混雑判定部260は、次回のタイムスライスまで待つ(S506)。次回のタイムスライスにおいて、混雑判定部260は、再び、S501を実行する。

【0118】

図2に示すS505において、高QoE通信を解除することによって、プロキシ装置300の限られた資源を高QoE通信が必要な無線端末100に使うことができるため、導入コストを増加させることなく、通信の体感品質(QoE)低下を軽減する効果を得ることができる。

【0119】

なお、端末契約情報420の高QoE上限帯域423は、例えば、QCI(Quantity Class ID)において規定される割当帯域(Non-GBR(Guaranteed Bit Rate)のAPN-AMBR(Access Point Name-Aggregate Max Bit Rate))の上限帯域(図4の例では15Mbps)であってもよい。

【0120】

さらに、本実施例の混雑判定部260は、P-GW21に送信する高QoE上限帯域423の値を、無線端末100及びサーバ200間の通信状況に応じて新たに定めてもよい。以下に、その具体例を記載する。

10

20

30

40

50

## 【0121】

基地局11の各々における無線端末100のS/N(Signal/Noise)比は一定ではない。特に、S/N比が所定の閾値より小さい、すなわち、S/N比が悪い場合、無理に実効スループットを上げても多量のパケットロスが発生するため、必然的に実効スループットは低下しやすい。

## 【0122】

そこで、本実施例の混雑判定部260は、無線端末100におけるS/N比に応じて上限帯域を定めてもよい。例えば、混雑判定部260は、無線端末100におけるS/N比を基地局11から取得する。そして、S/N比が所定の閾値よりも小さい無線端末100の識別子を、S503において、高QoE通信を適用する無線端末100に関する情報として送信する場合、混雑判定部260は、当該無線端末100の高QoE上限帯域423の値の50%を、P-GW21に送信する高QoE上限帯域423として定めてもよい。10

## 【0123】

プロキシ装置300は、高QoE上限帯域423の値の50%を上限とする送信帯域によって、S/N比が悪い無線端末100が送受信するパケットを送信する。これによって、プロキシ装置300は、S/N比が悪い無線端末100に高い帯域を割り当てることによって帯域が無駄になることを回避し、より最適な実効スループットを実現できる。

## 【0124】

また、混雑判定部260は、P-GW21を通過する通信状況によって、上限帯域を定めてもよい。具体的には、P-GW21における回線の利用率に基づいて、高QoE通信を適用する無線端末100が特定された場合、混雑判定部260は、特定された無線端末100の端末契約情報420のエントリの、高QoE上限帯域423から所定の割合分減じた値を、設定53によってP-GW21に送信する高QoE上限帯域423の値に定めてもよい。20

## 【0125】

そして、混雑判定部260は、P-GW21における回線の利用率に基づいて特定された無線端末100の通信に、定められた高QoE上限帯域423の値による高QoE通信を適用させてもよい。これによって、P-GW21における通信状況に従って、プロキシ装置300が高QoE通信を適用する通信の送信帯域を上限値によって制限することができ、より最適な実効スループットを実現できる。30

## 【0126】

図5は、本実施例1のP-GW21及びプロキシ装置300の物理的な構成を示すプロック図である。

## 【0127】

図5に示すP-GW21及びプロキシ装置300は、One Arm接続するアウトオブライン構成である。

## 【0128】

P-GW21は、受信したパケットを転送するための計算機であり、例えば、ネットワークインターフェースカード320と、転送ユニット321と、サービスカード322とを有する。ネットワークインターフェースカード320は、外部ネットワークと接続するためのインターフェースである。転送ユニット321は、受信パケットの送信先を決定する。サービスカード322は、所定の情報処理を行う。40

## 【0129】

転送ユニット321は、転送エンジン323、転送テーブル324及びリダイレクトテーブル325を有する。転送テーブル324は、受信したパケットに含まれる宛先IPアドレスから送信先を決定するための情報を有する。

## 【0130】

リダイレクトテーブル325は、受信したパケットをリダイレクトするか否かを決定するための情報を示す。リダイレクトテーブル325は、例えば、リダイレクトするパケットのヘッダに含まれる、少なくとも一つのフィールドの値を示す。本実施例におけるリダ50

イレクト先は、プロキシ装置 300 である。

【0131】

転送エンジン 323 は、受信したパケットに含まれる情報と、転送テーブル 324 及びリダイレクトテーブル 325 の内容とを参照することによって、受信したパケットの送信先又はリダイレクト先を決定する。受信したパケットに含まれる情報が、転送テーブル 324 及びリダイレクトテーブル 325 の両方に合致する場合、本実施例の転送エンジン 323 は、リダイレクトテーブル 325 のリダイレクト先を優先し、受信したパケットをプロキシ装置 300 にリダイレクトする。

【0132】

本実施例のリダイレクトテーブル 325 は、本実施例の高 QoS 通信を適用する無線端末 100 宛の通信を、プロキシ装置 300 にリダイレクトするために用いる。

10

【0133】

受信したパケットヘッダの一部が、リダイレクトテーブル 325 に記載された条件に合致する場合、転送エンジン 323 は、受信したパケットをプロキシ装置 300 にリダイレクトする。

【0134】

サービスカード 322 は、プロセッサ 326 とメモリ 327 を備える。プロセッサ 326 は、メモリ 327 上に P-GW21 で実行すべきモバイル処理部 328 及び適用処理部 329 を展開しておく。また、プロセッサ 326 は、受信したパケットにモバイル処理部 328 を実行する。

20

【0135】

モバイル処理部 328 及び適用処理部 329 は、プログラムによって実装されてもよいし、物理的な装置によって実装されてもよい。

【0136】

P-GW21 が制御サーバ 26 から、設定 53 により無線端末 100 に関する情報を受信した場合、適用処理部 329 は、受信した無線端末 100 のパケットヘッダの一部をリダイレクト条件として、また、送信先をプロキシ装置 300 としてリダイレクトテーブル 325 に書きこむ。また、受信した情報に高 QoS 上限帯域 423 及びオプション 424 に相当する情報が含まれる場合、適用処理部 329 は、受信した情報を、プロキシ装置 300 に転送する。

30

【0137】

プロキシ装置 300 は、ネットワークインターフェース 301 とプロセッサ 302 とメモリ 303 を備える計算機である。メモリ 303 には、TCP 送信最適化制御を実現するためのプロキシ処理部 340 が展開される。

【0138】

プロキシ処理部 340 は、少なくとも一つのプログラムによって実装されてもよく、また、少なくとも一つの物理的な装置によって実装されてもよい。

【0139】

プロキシ処理部 340 は、ダウンリンクインターフェース 342、アップリンクインターフェース 341、高速化側送信バッファ 351、受信処理部 350、標準側送信バッファ 361、受信処理部 360、送信処理部 352、パケットカウント部 363、廃棄率算出部 364、送信処理部 362 及び適用情報 365 を有する。

40

【0140】

アップリンクインターフェース 341 は、プロキシ装置 300 が下り TCP 通信 70 を受信し、また、プロキシ装置 300 が上り TCP 通信 71 を送信するためのインターフェースである。ダウンリンクインターフェース 342 は、プロキシ装置 300 が上り TCP 通信 71 を受信し、また、プロキシ装置 300 が下り TCP 通信 70 を送信するためのインターフェースである。

【0141】

高速化側送信バッファ 351 及び標準側送信バッファ 361 は、パケットを一時的に格

50

納するバッファである。受信処理部350は、アップリンクインターフェース341からパケットを受信し、高速化側送信バッファ351に受信したパケットを積む。受信処理部360は、ダウンリンクインターフェース342からパケットを受信し、標準側送信バッファ361に受信したパケットを積む。

#### 【0142】

送信処理部352は、標準側送信バッファ361に保持されたパケットを標準的なTCPの輻輳制御方法に基づいて送信する。パケットカウント部363は、送信処理部352が受信したパケットをカウントする。

#### 【0143】

具体的には、パケットカウント部363は、プロキシ装置300が送信したパケットの数`snd`、プロキシ装置300が受信したACKのパケットの数`ack`、プロキシ装置300が再送を要求されたパケットの数`rts`、プロキシ装置300が受信したSACKパケットのSACKの値が直前に受信したSACKの値と同じであるSACKのパケットの数`sack.dup`をカウントする。10

#### 【0144】

そして、廃棄率算出部364は、`snd`、`ack`、`rts`、及び、`sack.dup`から、前述の式1及び式2を用いて、ダウンリンク通信におけるパケット廃棄率`loss_ratio`(以下、単にパケット廃棄率と記載)を算出する。これによって、廃棄率算出部364は、TCPを用いてパケット廃棄率を算出できる。20

#### 【0145】

廃棄率算出部364は、算出されたパケット廃棄率を、送信処理部362に通知する。送信処理部362は、算出されたパケット廃棄率に従って、高速化側送信バッファ351に保持されたパケットを送信する。

#### 【0146】

ここで、下りTCP通信70-2が高QoS通信サービスを契約したユーザの無線端末100-2への通信であり、かつ、無線端末100-2が収容される基地局11aの通信が混雑状況にあると判定された場合における、P-GW21及びプロキシ装置300の処理を以下に示す。30

#### 【0147】

この場合、リダイレクトテーブル325には、制御サーバ26の設定53によって、無線端末100-2を示す識別子が格納される。P-GW21が下りTCP通信70-2をサーバ200から受信した場合、ネットワークインターフェースカード320を介して、転送ユニット321の転送エンジン323が下りTCP通信70-2を受信する。30

#### 【0148】

下りTCP通信70-2のパケットの宛先は、リダイレクトテーブル325が示す無線端末100-2の識別子と一致するため、転送エンジン323は、リダイレクトテーブル325による検索結果を優先し、下りTCP通信70-2のパケットをプロキシ装置300にリダイレクトする。

#### 【0149】

なお、基地局11aにおける混雑状況が解消した場合、適用処理部329は、制御サーバ26による設定53によって、リダイレクトテーブル325の無線端末100-2を示すエントリを無効化する。例えば、適用処理部329は、無線端末100-2を示すエントリを削除することによって、エントリを無効化する。このエントリの無効化によって、下りTCP通信70-2のプロキシ装置300へのリダイレクト処理が停止し、結果として、下りTCP通信70-2への高QoS通信の適用が解除される。40

#### 【0150】

下りTCP通信70-2のパケットを受信した場合、プロキシ装置300のネットワークインターフェース301は、メモリ303上にパケットを格納する。メモリ303にパケットが格納された場合、アップリンクインターフェース341は、アップリンクインターフェース341のメモリ空間を経由して受信処理部350に下りTCP通信70-2のパケッ50

トを入力する。

**【0151】**

受信処理部350が、入力されたパケットを高速化側送信バッファ351に積んだ後、送信処理部362は、パケット廃棄率に基づいて算出された送信帯域を上限として、パケットを送信する。具体的には、送信処理部362は、受信したパケットの送信帯域から、廃棄率算出部364から通知されたパケット廃棄率を減じた送信帯域を算出する。

**【0152】**

そして、送信処理部362は、算出された送信帯域までを上限として、高速化側送信バッファ351に積まれたパケットをダウンリンクインターフェース342のメモリ空間に格納する。これによって、送信処理部362は、下りTCP通信70-2に高QoE通信を適用し、さらに、下りTCP通信70-2のパケットを中継する。  
10

**【0153】**

なお、プロキシ処理部340が適用情報365を有し、適用情報365に高QoE上限帯域3652が含まれる場合、送信処理部362は、無線端末100-2の高QoE上限帯域3652が示す帯域を送信帯域の上限として、パケットを送信する。

**【0154】**

ダウンリンクインターフェース342は、格納された下りTCP通信70-2のパケットを、再びネットワークインターフェース301を介してP-GW21に送信する。そして、P-GW21のネットワークインターフェースカード320は、プロキシ装置300から送信された下りTCP通信70-2のパケットを、転送ユニット321の転送エンジン323へ送信する。ここでP-GW21に送信された下りTCP通信70-2には、高QoE通信が適用され、本実施例のTCP送信最適化制御が実行されている。  
20

**【0155】**

なお、適用情報365をプロキシ処理部340が有し、適用情報365にオプション3653が含まれる場合、受信処理部350は、入力されたパケットが、高QoE通信を適用する対象であるか否か判定するため、入力されたパケットの内容を検査する。例えば、オプション3653が高QoE通信を適用するサービス提供者を示す場合、受信処理部350は、入力されたパケットのレイヤ3に記録される送信元IPアドレスが、オプション3653が示すサービス提供者のサーバ200に該当するか否かを検査する。  
30

**【0156】**

また、オプション3653がアプリケーションを示す場合、受信処理部350は、入力されたパケットのレイヤ4に記録されるポート番号、又は、レイヤ7のペイロードに記録されるアプリケーション特有のセッションID等が、オプション3653が示すアプリケーションに該当するか否かを検査する。

**【0157】**

検査の結果、該当すると判定された場合、受信処理部350は、入力されたパケットに高QoE通信を適用することを意味するフラグを付加し（又は、付加されたフラグを有効にし）、フラグを付加されたパケットを、高速化側送信バッファ351に積む。

**【0158】**

送信処理部362は、高速化側送信バッファ351からパケットを取りだした際に、パケットに前述のフラグが付加されている場合（又は、前述のフラグが有効である場合）、本実施例のパケット廃棄率に基づいた送信帯域によってパケットを送信する。前述のフラグがパケットに付加されていない場合（又は、前述のフラグが無効である場合）、送信処理部362は、従来のTCPの輻輳制御に基づいてパケットを送信する。  
40

**【0159】**

プロキシ装置300からパケットを受信した場合、転送エンジン323は、転送テーブル324を参照する。ここで、転送エンジン323は、パケットはプロキシ装置300から転送されたため、転送テーブル324の内容を優先して転送先を決定する。そして、転送エンジン323は、下りTCP通信70-2のパケットをサービスカード322のモバイル処理部328に入力する。  
50

**【0160】**

モバイル処理部328は、プロセッサ326を利用して、下りTCP通信70-2のパケットに所定のモバイル処理を行い、転送エンジン323にパケットを出力する。その後、転送エンジン323は、モバイル処理されたパケットを、ネットワークインターフェースカード320を経由してS-GW22へ転送する。

**【0161】**

これによって、下りTCP通信70-2には、高QoS通信が適用され、ユーザの無線端末100に到達する。以上が、P-GW21に対してプロキシ装置300をOne Arm接続するアウトオブライൻ構成におけるダウンリンク通信の処理例である。

**【0162】**

10

以下に、本実施例1の通信システムにおけるプロキシ装置300の構成例を示す。

**【0163】**

P-GW21は、P-GW21の内部にアウトオブライൻ構成によってプロキシ装置300を備えてもよい。この場合、プロキシ処理部340、アップリンクインターフェース341及びダウンリンクインターフェース342は、サービスカード322のメモリ327上に展開してもよい。そして、転送エンジン323は、高QoS通信を適用する無線端末100が通信するパケットを、サービスカード322のメモリ327上に展開されたプロキシ処理部340等のプログラムにリダイレクトしてもよい。

**【0164】**

20

それ以外の動作に関しては、One Arm接続したアウトオブライൻ構成と同じである。なお、サービスカード322は、図5では説明簡易化のため1枚しか図示していないが、P-GW21は、モバイル処理部328、及び、プロキシ処理部340などの用途別に複数枚のサービスカード322を備えてもよい。

**【0165】**

P-GW21にプロキシ処理部340を実装させることによって、プロキシ装置300を新たに設置する導入コストが低減する。

**【0166】**

30

また、P-GW21に対してプロキシ装置300の接続構成には、前述のアウトオブライൻ構成の他、基地局11とサーバ200との通信経路上にプロキシ装置300を配置するインライン構成がある。

**【0167】**

図6は、本実施例1のインライン構成のP-GW21及びプロキシ装置300を示すブロック図である。

**【0168】**

P-GW21及びプロキシ装置300がインライン構成である場合、P-GW21は、プロキシ装置300へのパケットのリダイレクトをせず、すべてのパケットをプロキシ装置300に送信する。このため、P-GW21がリダイレクトテーブル325にプロキシ装置300にリダイレクトする無線端末100の識別子を有する必要はない。このため、制御サーバ26は、プロキシ装置300のみに設定53を行う。

**【0169】**

40

インライン構成におけるプロキシ装置300は、高QoS通信を適用する無線端末100を示す適用リスト(図示しない)を有する。プロキシ処理部340は、プロキシ装置300が制御サーバ26から無線端末100に関する情報を受信した場合、受信した情報に基づいて適用リストを更新する。

**【0170】**

そして、受信処理部350は、下りTCP通信70のパケットを入力された場合、適用リストを参照する。そして、受信処理部350は、入力されたパケットの送信先が適用リストの示す無線端末100である場合、高QoS通信を適用することを示すフラグを、入力されたパケットに付加する。そして、受信処理部350は、入力されたパケットを高速化側送信バッファ351に格納する。送信処理部362は、パケットに付加されたフラグ

50

に従って、パケットに高 QoE 通信を適用する。

【0171】

図 7 は、本実施例 1 のインライン構成におけるプロキシ装置 300 の設置位置を示す説明図である。

【0172】

図 7 に示すサーバ 200 は、データセンタ 41 に備わる。図 7 に示すサーバ 200 は、基地局 11 から送信されたパケットを、モバイルバックホール 10、パケットコア 20、インターネット 30、キャリア有線網 40 及びデータセンタ 41 を介して受信する。

【0173】

図 7 に示す位置 50A、位置 50B 及び位置 50C は、プロキシ装置 300 が設置される位置の主な例である。ネットワークオペレータが自由にプロキシ装置 300 を増設したり、減設したり、メンテナンスしたりするため、また、接続されるサービス提供者のサーバ 200 を限定しないためには、プロキシ装置 300 は、位置 50A に設置されるべきである。一方で、運用形態又はサービス形態の観点から、位置 50B 位置又は位置 50C に設置される場合がある。10

【0174】

位置 50A は、パケットコア 20 のインターネット 30 に対する出入口を示す。プロキシ装置 300 を位置 50A に設置した場合、プロキシ装置 300 は、下り TCP 通信 70 において、インターネット 30 を通過する距離に依存して生じる体感品質の劣化を、TCP 送信最適化制御によって解消できない。20

【0175】

しかし、位置 50A に設置された場合、プロキシ装置 300 は、無線網において TCP / IP 通信を劣化させる主因であるパケットロスの影響を最小化でき、かつ、サービス提供者を限定することなく、ユーザの体感品質を改善できる。

【0176】

なお、位置 50A に設置された場合、プロキシ装置 300 は、上り TCP 通信 70 において、インターネット 30 を通過する距離に従って生じる体感品質のすべての劣化を、TCP 送信最適化制御によって解消できる。

【0177】

位置 50B は、サービス提供者のサーバ 200 近傍のキャリア有線網 40 を示す。多くの場合は、キャリア有線網 40 の管理者は、データセンタ 41 の管理者と異なる。30

【0178】

位置 50B に設置された場合、プロキシ装置 300 は、無線端末 100 へのダウンリンク方向の通信において、インターネット 30 を通過する距離に依存して生じる体感品質の劣化の解消と、無線網における TCP / IP 通信を劣化させる主因であるパケットロスの影響の低減と、を TCP 送信最適化制御によって実現することができる。そして、これによって、プロキシ装置 300 は、ユーザの体感品質を向上できる。

【0179】

しかし、多くの場合、サーバ 200 を含むデータセンタ 41 は多数存在するため、ネットワークオペレータは、各データセンタ 41 の近くのキャリア有線網 40 にプロキシ装置 300 をそれぞれ設置する必要がある。このため、プロキシ装置 300 を設置する導入コストが増加する。40

【0180】

また、一部のデータセンタ 41 の近くのキャリア有線網 40 のみにプロキシ装置 300 を設置する場合、複数のサーバ 200 のうち、プロキシ装置 300 を介さずに基地局 11 と通信しないサーバ 200 が発生する。プロキシ装置 300 を介さない通信には、本実施例の高 QoE 通信が適用されないため、高 QoE 通信を適用するサービス提供者が限定されてしまう。

【0181】

位置 50C は、サービス提供者のサーバ 200 が備わるデータセンタ 41 の、キャリア50

有線網 4 0 に対する出入口に位置する。プロキシ装置 3 0 0 を位置 5 0 C に設置した場合、プロキシ装置 3 0 0 は、無線端末 1 0 0 へのダウンリンク通信において、インターネット 3 0 を通過する距離に依存して生じる体感品質の劣化の解消と、無線網で T C P / I P 通信を劣化させる主因であるパケットロスの影響の低減と、を T C P 送信最適化制御によって実現することができる。そして、これによって、プロキシ装置 3 0 0 は、ユーザの体感品質を向上できる。

#### 【 0 1 8 2 】

しかし、多くの場合、サーバ 2 0 0 を含むデータセンタ 4 1 は多数存在し、ネットワークオペレータは、複数のデータセンタ 4 1 ごとにプロキシ装置 3 0 0 を設置する必要がある。このため、プロキシ装置 3 0 0 を設置する導入コストが増加する。また、位置 5 0 C に設置されるプロキシ装置 3 0 0 は、設置されたデータセンタ 4 1 に備わるサービス提供者のサーバ 2 0 0 の通信のみに高 Q o E 通信を適用するため、すべてのサーバ 2 0 0 による通信に高 Q o E 通信を適用することができない。10

#### 【 0 1 8 3 】

なお、前述の実施例では、主に、プロキシ装置 3 0 0 が下り T C P 通信 7 0 に、高 Q o E 通信を適用することにより、ダウンリンク方向の実効スループットを向上する例を記載した。しかし、本実施例のプロキシ装置 3 0 0 は、上り T C P 通信 7 1 に高 Q o E 通信を適用することにより、アップリンク方向の実効スループットを向上してもよい。

#### 【 0 1 8 4 】

上り T C P 通信 7 1 に高 Q o E 通信を適用するため、プロキシ装置 3 0 0 は、プロキシ処理部 3 4 0 の機能をアップリンク通信に適用したプロキシ処理部を有してもよい。そして、P - G W 2 1 及びプロキシ装置 3 0 0 がアウトオブライൻ構成である場合、P - G W 2 1 の転送エンジン 3 2 3 は、リダイレクトテーブル 3 2 5 が示す無線端末 1 0 0 を、送信元として含むパケットを、プロキシ装置 3 0 0 に転送してもよい。20

#### 【 0 1 8 5 】

尚、上り T C P 通信 7 1 に高 Q o E 通信を適用する場合、プロキシ装置 3 0 0 は、基地局 1 1 に近く設置されるほど、各ネットワークを通過するために生じる体感品質の劣化の解消等を実現できる。例えば、P - G W 2 1 よりも基地局 1 1 に近い S - G W 2 2 の近くに設置した方が高い効果を得られる。しかしながら、一般的に S - G W 2 2 は P - G W 2 1 より多数設置されるため、プロキシ装置 3 0 0 の設置台数が増加する懸念がある。このため、特に混雑が予想される都市部の送受信を担当する地域の S - G W 2 2 の近くにプロキシ装置 3 0 0 を設置するのが望ましい。30

#### 【 0 1 8 6 】

実施例 1 によれば、プロキシ装置 3 0 0 は、混雑状況にある基地局 1 1 を介して通信するユーザに、T C P 送信最適化制御を適用する。すべての通信に T C P 送信最適化制御を適用するわけではないため、プロキシ装置 3 0 0 の導入台数、すなわち、導入コストを必要以上に増加させることなく、通信の体感品質 ( Q o E ) の低下を軽減することが可能となる。

#### 【 0 1 8 7 】

また、プロキシ装置 3 0 0 は、パケット廃棄率分を減じた送信帯域によってパケットを中継するため、必要以上に送信帯域を低減することなく、実効スループットを向上することができる。40

#### 【 実施例 2 】

#### 【 0 1 8 8 】

実施例 2 の通信システムは、実施例 1 と同じく、契約済のユーザの通信に対して高 Q o E 通信を適用し、さらに、実施例 1 と異なり、所定のサービス提供者の通信に高 Q o E 通信を適用する。

#### 【 0 1 8 9 】

実施例 2 の通信システムは、ネットワークオペレータが高 Q o E 通信サービスを提供することによって、ユーザから課金収入を得るだけではなく、サービス提供者からも課金收50

入を得ることができる。サービス提供者は、自らが無線端末 100 に提供するサービス（例えば、サイト）への通信に対して高 QoE 通信サービスを適用することによって、快適なアクセスを無線端末 100 に提供することができる。結果として、提供するサービスの品質において、他のサービス提供者のサービスと差別化を図ることができ、多数のユーザに自らが提供するサービスを利用してもらうことができる。

#### 【0190】

実施例 2 の通信システムのシステム構成図は、図 1 と同じである。ただし、実施例 2 の制御サーバ 26 は、サービス提供者契約情報 430 を有する点において、実施例 1 の制御サーバ 26 と異なる。また、実施例 2 の制御サーバ 26 が、図 2 に示す処理の代わりに、図 9 に示す処理によって、問合せ 51、混雑判定 52 及び設定 53 を実行する点において、実施例 2 は実施例 1 と異なる。10

#### 【0191】

なお、以下に示すプロキシ装置 300 及び P-GW 21 は、図 1 に示す One Arm 接続かつアウトオブライン構成であるが、実施例 2 のプロキシ装置 300 及び P-GW 21 は、図 6 に示すインライン構成であってもよい。また、実施例 2 のプロキシ装置 300 は、図 7 に示す位置 50A、位置 50B 又は位置 50C のいずれに設置されてもよい。

#### 【0192】

図 8 は、本実施例 2 のサービス提供者契約情報 430 を示す説明図である。

#### 【0193】

サービス提供者契約情報 430 は、通信に高 QoE 通信を適用するサービスを示し、高 QoE 通信をあらかじめ契約したユーザを示す。サービス提供者契約情報 430 は、ネットワークオペレータによってあらかじめ設定される。20

#### 【0194】

サービス提供者契約情報 430 は、少なくとも、サービス提供者 431 及びネットワーク識別子 432 を含み、必要に応じて、高 QoE 上限帯域 433 及びオプション 434 を含む。

#### 【0195】

サービス提供者 431 は、サーバ 200 を用いるサービス提供者の識別子を示し、高 QoE 通信を適用するサービスを示す。

#### 【0196】

ネットワーク識別子 432 は、ネットワークにおいて識別可能なサービスの識別子を示す。具体的には、サーバ 200、又は、サーバ 200 が提供するサービスの URL 又は IP アドレスを示す。30

#### 【0197】

実施例 2 においても、高 QoE 通信サービスは TCP 送信最適化制御によって実現されるため、サービス提供者契約情報 430 は、高 QoE 上限帯域 433 を含んでもよい。高 QoE 上限帯域 433 は、TCP 送信最適化制御において一つの無線端末 100 に対する通信（例えば、一つのベアラ）あたりに保証する上限帯域である。

#### 【0198】

また、オプション 434 は、高 QoE 通信を適用する対象又は条件等を示す。例えば、オプション 434 は、例えば、アプリケーションアクセス（Web ブラウジング、ビデオ視聴、ゲーム、メール、Web アプリケーション等）を示す識別子を含んでもよい。これによって、実施例 2 のプロキシ装置 300 は、オプション 434 に示すアプリケーションアクセスに関する通信のみに、高 QoE 通信を適用してもよい。40

#### 【0199】

図 9 は、本実施例 2 の高 QoE 通信の適用処理及び解除処理を示すフローチャートである。

#### 【0200】

図 9 に示す S500 ~ S503 は、図 2 に示す S500 ~ S503 と同じである。

#### 【0201】

10

20

30

40

50

図2に示すフローチャートとの違いを以下に示す。混雑判定部260は、S502において、混雑判定413が基地局11aは混雑していないことを示す場合、又は、基地局11aに収容される無線端末100に高QoE通信の適用を契約した無線端末100が一つもないと判定された場合、S512を実行する。

#### 【0202】

S512において、混雑判定部260は、基地局11aの混雑判定413が混雑していることを示し、かつ、サービス提供者契約情報430にエントリが格納されているか否かを判定する。S512において、基地局11aの混雑判定413が混雑していることを示し、かつ、サービス提供者契約情報430にエントリが格納されている場合、混雑判定部260は、サービス提供者契約情報430と、基地局11aに収容されるすべての無線端末100の識別子とを含む無線端末100に関する情報を、P-GW21に送信する(S513)。10

#### 【0203】

S513によって、混雑判定部260は、混雑状況にある基地局11aが収容する無線端末100による通信であって、サービス提供者契約情報430が示すサービス提供者のサービスを提供するための通信に、実施例2における高QoE通信を適用することができる。

#### 【0204】

なお、P-GW21の適用処理部329は、制御サーバ26から受信した無線端末100に関する情報に基づいて、リダイレクトテーブル325を更新する。リダイレクトテーブル325は、実施例1と同じく、高QoE通信を適用する無線端末100の識別子を示す。転送エンジン323は、リダイレクトテーブル325が示す無線端末100に関する情報を、プロキシ装置300のプロキシ処理部340にリダイレクトする。20

#### 【0205】

また、P-GW21の適用処理部329は、受信した無線端末100に関する情報のうち、サービス提供者契約情報430に相当する情報(以下において、単にサービス提供者契約情報)を、プロキシ装置300に転送し、プロキシ処理部340は、サービス提供者契約情報を保持する。

#### 【0206】

そして、プロキシ装置300の受信処理部350は、パケットを受信した場合、受信したパケットがサービス提供者契約情報のネットワーク識別子432を示す場合、高QoE通信を適用することを示すフラグを受信したパケットに付加し、高速化側送信バッファ351にパケットを格納する。送信処理部362は、パケットに付加されたフラグに従って、パケットに高QoE通信を適用する。30

#### 【0207】

S512において、基地局11aの混雑判定413が混雑していないことを示すか、又は、サービス提供者契約情報430にエントリが格納されていない場合、混雑判定部260は、S504を実行する。実施例2のS504～S506は、実施例1のS504～S506と同じである。

#### 【0208】

なお、ネットワークオペレータは、端末契約情報420の高QoE上限帯域423と、サービス提供者契約情報430の高QoE上限帯域433とを同程度の値としてもよい。また、ネットワークオペレータは、ユーザからの課金収入の増加を期待して、ユーザ用の端末契約情報420の高QoE上限帯域423をサービス提供者契約情報430の高QoE上限帯域433よりも大きくしてもよい。図4に示す端末契約情報420及び図8に示すサービス提供者契約情報430は、高QoE上限帯域423を高QoE上限帯域433よりも大きくした例である。40

#### 【0209】

図4に示す端末契約情報420は、高QoE通信サービスを契約しているユーザとして、ユーザA及びユーザCを示す。また、ユーザAは、全通信に対して、上限帯域が15M

10

20

30

40

50

b p s の高 Q o E 通信サービスを契約している。また、ユーザ C は、サービス提供者 2 へのアクセスにのみ、上限帯域が 15 M b p s の高 Q o E 通信サービスを契約している。

#### 【 0 2 1 0 】

一方、図 8 に示す 430 は、サービス提供者 1 が、自サイトへのアクセス全般に対して、1 ユーザあたり上限帯域が 10 M b p s である高 Q o E 通信サービスを契約しており、サービス提供者 2 が、自サイトへのアクセス全般に対して、1 ユーザあたり上限帯域が 5 M b p s である高 Q o E 通信サービスを契約していることを示す。

#### 【 0 2 1 1 】

このとき、混雑状況である基地局 11 にユーザ A、ユーザ B 及びユーザ C の各々の無線端末 100 が収容され、いずれの無線端末 100 もサービス提供者 1 のサイトへアクセスした場合、ユーザ A は全アクセスに対する高 Q o E 通信サービスを契約しているため、端末契約情報 420 に従って、ユーザ A による通信には、上限帯域 15 M b p s で高 Q o E 通信が適用される。10

#### 【 0 2 1 2 】

一方、ユーザ B は、高 Q o E 通信サービスを契約しておらず、また、ユーザ C は高 Q o E 通信サービスを契約しているものの、サービス提供者 1 のサイトへのアクセス契約はしていない。このため、ユーザ C 及びユーザ B がサービス提供者 1 のサイトへのアクセスには、実施例 1 だけであれば高 Q o E 通信サービスは適用されない。しかし、実施例 2 を用いる場合、サービス提供者 1 が高 Q o E 通信サービスを契約しているため、ユーザ B 及びユーザ C の無線端末 100 のサービス提供者 1 のサイトへの通信にも、上限帯域 10 M b p s である高 Q o E 通信が適用される。20

#### 【 0 2 1 3 】

実施例 2 によれば、プロキシ装置 300 が、混雑状況の基地局 11 に収容され、高 Q o E 通信サービスを契約した無線端末 100 による通信、又は、混雑状況の基地局 11 に収容され、高 Q o E 通信サービスを契約したサーバ 200 による通信に、TCP 送信最適化制御を適用する。このため、通信最適化プロキシ装置の導入台数、すなわち、導入コストを増加させることなく、サービス提供者の要求に従って、特定のサービスの通信の体感品質 (QoE) 低下を軽減することができる。

#### 【 0 2 1 4 】

また、サービス提供者契約情報 430 の高 Q o E 上限帯域 423 を用いることによって、プロキシ装置 300 は、高 Q o E 通信を適用する通信が過剰になった場合に、かえって実効スループットが低減するような事態を回避することができる。30

#### 【 0 2 1 5 】

なお、前述の端末契約情報 420 及びサービス提供者契約情報 430 は、ユーザ及びネットワークオペレータ間、並びに、サービス提供者及びネットワークオペレータ間の契約に基づいて生成されたが、具体的な契約に限らず、本実施例の TCP 送信最適化制御の対象となる無線端末 100 又はサービスを限定するものであれば、いかなる方法によって生成されてもよい。

#### 【 0 2 1 6 】

また、本実施例におけるプロキシ装置 300 の制御では TCP を用いたが、データが受信側に到達したか否かを示す応答確認を行うプロトコルであれば、いかなるプロトコルを用いてもよい。40

#### 【 0 2 1 7 】

また、本発明は前述した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、前述した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。

#### 【 0 2 1 8 】

また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加、削除又は置換をすることが可能である。50

**【 0 2 1 9 】**

また、前述の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、前述の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル又はファイル等の情報は、メモリ、ハードディスク若しくはS S D ( S o l i d S t a t e D r i v e ) 等の記録装置、又は、I C カード、S D カード又はD V D 等の記録媒体に置くことができる。

**【 0 2 2 0 】**

また、制御線及び情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線及び情報線を示しているとは限らない。実際にはほとんどすべての構成が相互に接続されていると考えてよい。

10

**【 0 2 2 1 】**

また、特許請求の範囲に記載した以外の本発明の観点の代表的なものとして、次のものがあげられる。

**【 0 2 2 2 】**

( 1 ) 端末情報が、通信を制御する対象を含む場合、制御装置は、特定された端末の通信を制御する対象をプロキシ装置に設定し、プロキシ装置は、前記特定された端末による通信から、前記設定された制御する対象を示す通信を抽出し、算出された廃棄率分低減された送信帯域によって、前記抽出された通信を中継することを特徴とする通信システム。

20

**【 0 2 2 3 】**

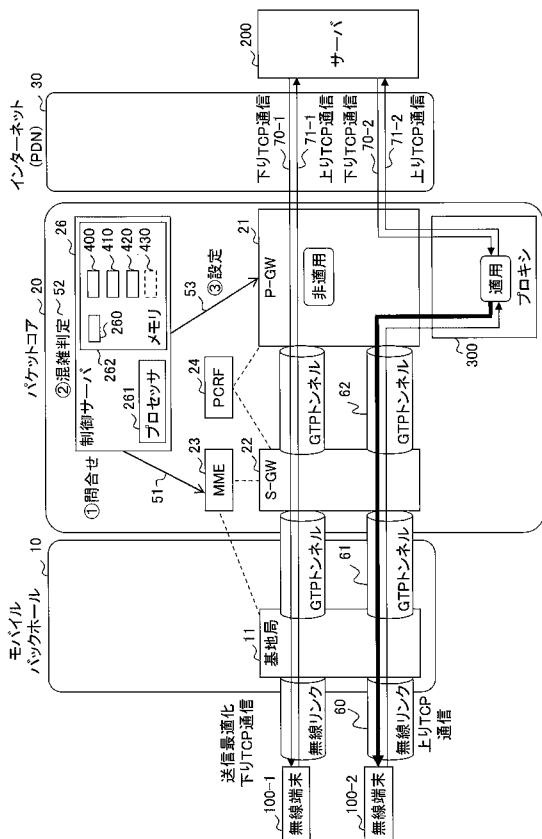
( 2 ) ( 1 ) に記載の通信システムであって、前記通信を制御する対象は、アクセス先のサイトを示すU R L 、又は、I P アドレス、若しくは、アプリケーションの種類であることを特徴とする通信システム。

30

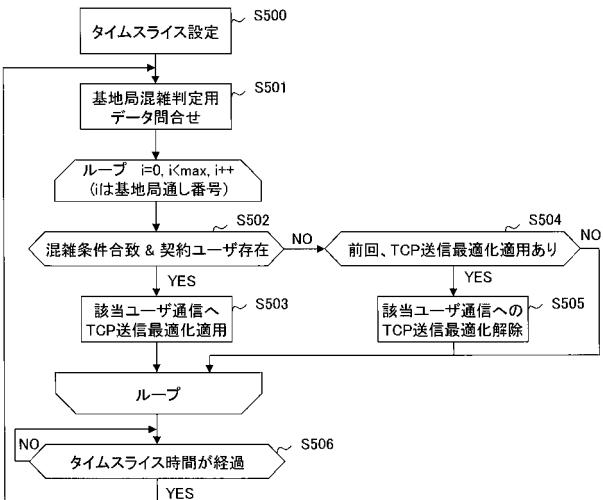
**【 符号の説明 】****【 0 2 2 4 】**

- 1 0 モバイルバックホール
- 1 1 基地局
- 2 0 パケットコア
- 2 1 P - G W
- 2 2 S - G W
- 2 3 M M E
- 2 4 P C R F
- 2 6 制御サーバ
- 3 0 インターネット
- 1 0 0 無線端末
- 2 0 0 サーバ
- 3 0 0 プロキシ装置

【図1】



【図2】



【図3】

端末(UE)	ペアラ番号	基地局番号
A	A1	BS#30
A	A2	BS#30
A	A3	BS#30
B	B1	BS#35
B	B2	BS#35
...	...	...

通信情報

例：基地局毎にペアラ数を集計し、混雑判定（例：ペアラ数100以上を混雑と判定）

基地局番号	ペアラ数	混雑判定
BS#1	30	非混雑
BS#2	300	混雑
BS#3	16	非混雑
BS#4	102	混雑
BS#5	50	非混雑
...	...	...

混雑情報

【図4】

(a)

ユーザ	高QoE契約	高QoE上限帯域	オプション(例:高QoE対象)
A	あり	15Mbps	全通信
B	なし	—	—
C	あり	15Mbps	サービス提供者2アクセス
D	あり	15Mbps	サービス提供者1アクセス
E	なし	—	—

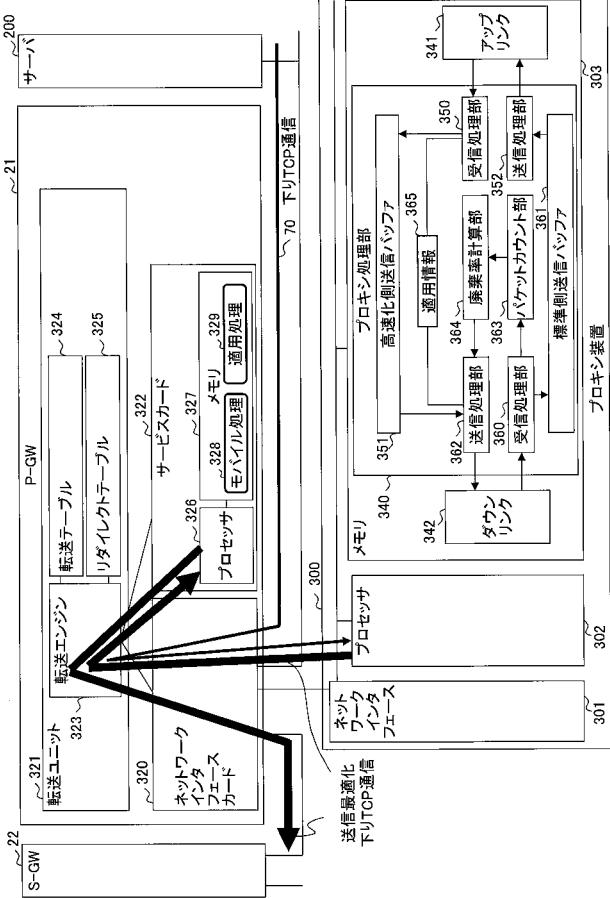
端末契約情報

(b)

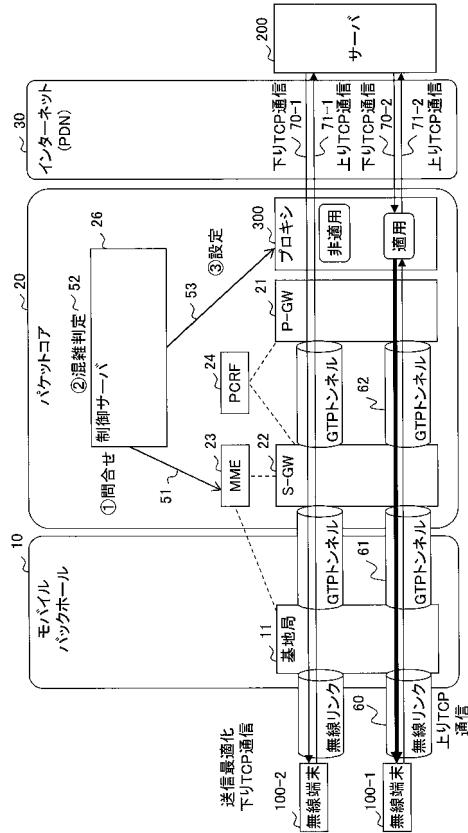
ユーザ	高QoE上限帯域	オプション(例:高QoE対象)
A	15Mbps	全通信
C	15Mbps	サービス提供者2アクセス
D	15Mbps	サービス提供者1アクセス

適用情報

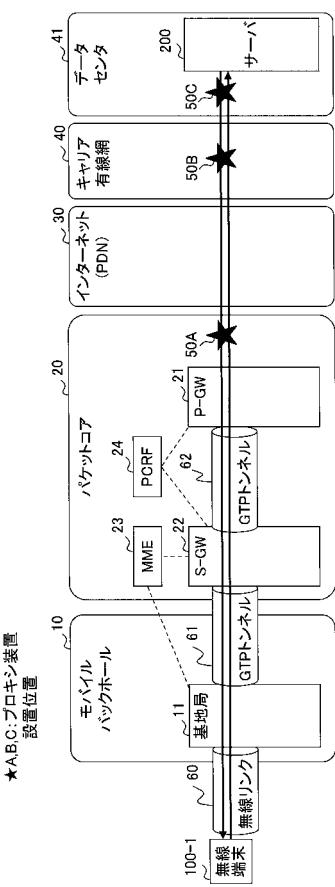
【図5】



〔 四 6 〕



【 図 7 】



【 8 】

430	431	432	433	434
サービス提供者	ネットワーク識別子	高QoE上限帯域	オプション (例: 高QoE対象)	
1	http://ott1.com	10Mbps	アクセス全般	
2	http://ott2.com	5Mbps	アクセス全般	
3	http://ott3.com	5Mbps	アクセス全般	
4	http://ott4.com	10Mbps	アプリ1	
5	http://ott5.com	5Mbps	アプリ1	

【図9】

