

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7206509号
(P7206509)

(45)発行日 令和5年1月18日(2023.1.18)

(24)登録日 令和5年1月10日(2023.1.10)

(51)国際特許分類	F I
H 0 4 L 1/16 (2023.01)	H 0 4 L 1/16
H 0 4 L 47/193 (2022.01)	H 0 4 L 47/193
H 0 4 W 28/04 (2009.01)	H 0 4 W 28/04
H 0 4 W 48/08 (2009.01)	H 0 4 W 48/08
H 0 4 W 72/20 (2023.01)	H 0 4 W 72/04 1 3 6
請求項の数 5 (全18頁) 最終頁に続く	

(21)出願番号	特願2020-518839(P2020-518839)	(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
(86)(22)出願日	平成30年5月14日(2018.5.14)	(74)代理人	100094525 弁理士 土井 健二
(86)国際出願番号	PCT/JP2018/018615	(74)代理人	100094514 弁理士 林 恒徳
(87)国際公開番号	WO2019/220517	(72)発明者	太田 好明 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
(87)国際公開日	令和1年11月21日(2019.11.21)	(72)発明者	河 崎 義博 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
審査請求日	令和2年10月26日(2020.10.26)	(72)発明者	大出 高義
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 基地局装置、端末装置、及び通信方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

端末装置と無線通信を行う基地局装置であって、
前記基地局装置から受信したパケットに対応する受信確認パケットを、前記端末装置において蓄積することができる蓄積数を、前記端末装置が送信するデータ量に応じて決定する制御部と、
前記決定した蓄積数を含む制御信号を、前記端末装置に送信できる送信部と、
を有し、
前記制御部は、所定時間における前記端末装置の受信確認パケットの送信数の平均を、前記蓄積数と決定する
基地局装置。

【請求項2】

前記制御部は、前記端末装置が複数存在する場合、前記複数の端末装置ごとに前記蓄積数を決定し、
前記送信部は、前記複数の端末装置ごとに前記制御信号を送信できる
請求項1記載の基地局装置。

【請求項3】

さらに、前記端末装置に無線リソースを割り当てる割当部を有し、
前記端末装置は、前記蓄積数の前記受信確認パケットのうち、前記基地局装置に割り当てられた無線リソースの量に応じた数の受信確認パケットを、前記基地局装置に送信する

請求項 1 記載の基地局装置。

【請求項 4】

基地局装置と無線通信を行う端末装置であって、

前記基地局装置が前記端末装置の送信するデータ量に応じて決定する、前記基地局装置から受信したパケットに対応する受信確認パケットを蓄積することができる蓄積数を含む制御信号を受信する受信部と、

前記受信した制御信号に含まれる前記蓄積数の受信確認パケットを蓄積し、前記蓄積数を超える受信確認パケットを破棄する送信制御部と

を有し、

前記蓄積数は、所定時間における前記端末装置の受信確認パケットの送信数の平均である端末装置。

10

【請求項 5】

端末装置と無線通信を行う基地局装置における通信方法であって、

前記基地局装置から受信したパケットに対応する受信確認パケットを、前記端末装置において蓄積することができる蓄積数を、前記端末装置が送信するデータ量に応じて決定し、前記決定した蓄積数を含む制御信号を、前記端末装置に送信し、

前記蓄積数の決定において、所定時間における前記端末装置の受信確認パケットの送信数の平均を、前記蓄積数と決定する

通信方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、基地局装置、端末装置、及び通信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現在のネットワークは、モバイル端末（スマートフォンやフューチャーホン）のトラフィックがネットワークのリソースの大半を占めている。また、モバイル端末が使うトラフィックは、今後も拡大していく傾向にある。

【0003】

第 5 世代移動体通信（5G または、NR（New Radio））の通信規格では、4G（第 4 世代移動体通信）の標準技術に加えて、さらなる高データレート化、大容量化、低遅延化を実現する技術が求められている。なお、第 5 世代通信規格については、3GPP の作業部会（例えば、TSG-RAN WG1、TSG-RAN WG2 等）で技術検討が進められている。

30

【0004】

データ通信においては、TCP/IP（Transmission Control Protocol/Internet Protocol）と呼ばれる通信プロトコルが用いられる場合がある。TCP/IP は、TCP と IP とを組み合わせたプロトコルであり、インターネットなどで標準的に用いられている。

【0005】

40

TCP における通信は、送信側の通信装置がデータパケットを送信し、受信側の通信装置はデータパケットを正常に受信できたとき、受信したデータパケットに対する確認応答である ACK（Acknowledgement）を返信する。送信側の通信装置は ACK を受信し、次のデータパケットを送信する。このように、TCP における通信では、ACK を受信することで、データパケットが到達したことを確認することができ、信頼性のある通信を実現している。

【0006】

TCP の通信においては、ACK の送信が多くなると、ACK の送信で通信リソースが使用され、通信速度が低下する場合がある。そこで、ACK の送信数を減少させる方式として、例えば、割当られたリソースを超える ACK を破棄する方式がある。また、ACK

50

の送信数を減少させる方式として、送信バッファに所定数までACKが滞留することを許容し、所定数を越えたACKを破棄する方式がある。

【0007】

LTE及びTCP/IPに関する技術については、以下の先行技術文献に記載されている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0008】

【文献】3GPP TS 36.133 V15.2.0 (2018-03)

3GPP TS 36.211	V15.1.0 (2018-03)	10
3GPP TS 36.212	V15.1.0 (2018-03)	
3GPP TS 36.213	V15.1.0 (2018-03)	
3GPP TS 36.214	V15.1.0 (2018-03)	
3GPP TS 36.300	V15.1.0 (2018-03)	
3GPP TS 36.321	V15.1.0 (2018-03)	
3GPP TS 36.322	V15.0.1 (2018-04)	
3GPP TS 36.323	V14.5.0 (2017-12)	
3GPP TS 36.331	V15.1.0 (2018-03)	
3GPP TS 36.413	V15.1.0 (2018-03)	
3GPP TS 36.423	V15.1.0 (2018-03)	20
3GPP TS 36.425	V14.1.0 (2018-03)	
3GPP TR 36.912	V14.0.0 (2017-03)	
3GPP TS 37.340	V15.1.0 (2018-03)	
3GPP TS 37.324	V1.5.0 (2018-04)	
3GPP TS 38.201	V15.0.0 (2017-12)	
3GPP TS 38.202	V15.1.0 (2018-03)	
3GPP TS 38.211	V15.1.0 (2018-03)	
3GPP TS 38.212	V15.1.1 (2018-04)	
3GPP TS 38.213	V15.1.0 (2018-03)	
3GPP TS 38.214	V15.1.0 (2018-03)	30
3GPP TS 38.215	V15.1.0 (2018-03)	
3GPP TS 38.300	V15.1.0 (2018-03)	
3GPP TS 38.321	V15.1.0 (2018-03)	
3GPP TS 38.322	V15.1.0 (2018-03)	
3GPP TS 38.323	V15.1.0 (2018-03)	
3GPP TS 38.331	V15.1.0 (2018-03)	
3GPP TS 38.401	V15.1.0 (2018-03)	
3GPP TS 38.410	V 0.9.0 (2018-03)	
3GPP TS 38.413	V0.8.0 (2018-03)	
3GPP TS 38.420	V0.8.0 (2018-03)	40
3GPP TS 38.423	V0.8.0 (2018-03)	
3GPP TS 38.470	V15.1.0 (2018-03)	
3GPP TS 38.473	V15.1.1 (2018-04)	
3GPP TR 38.801	V14.0.0 (2017-04)	
3GPP TR 38.802	V14.2.0 (2017-09)	
3GPP TR 38.803	V14.2.0 (2017-09)	
3GPP TR 38.804	V14.0.0 (2017-03)	
3GPP TR 38.900	V14.3.1 (2017-07)	
3GPP TR 38.912	V14.1.0 (2017-06)	
3GPP TR 38.913	V14.3.0 (2017-06)	50

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0009】**

しかし、一部のACKを破棄する方式を用いた通信装置は、複数のパケットを受信するまでACKを返信しない。例えば、パケットの送信側の通信装置が、ACKを受信するか、送信するデータの合計が所定のサイズ以上になるか、もしくはパケットの送信待ちタイマがタイムアウトするまで、次のパケットを送信しないような制御を行っている場合がある。送信側の通信装置は、このような制御を行っている場合、送信するデータが小さいため送信データの合計が所定のサイズ以上にならない場合、パケットの送信待ちタイマがタイムアウトするまで次のパケットを送信することができない。この場合、次のデータパケットを待っている受信側の通信装置において、データの受信が遅延してしまう。

10

【0010】

そこで、一開示は、一部のACKを破棄する方式を適用しても、データ送受信の遅延を抑制する基地局装置、端末装置、及び通信方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】**【0011】**

端末装置と無線通信を行う基地局装置であって、前記基地局装置から受信したパケットに対応する受信確認パケットを、前記端末装置において蓄積することができる蓄積数を、前記端末装置が送信するデータ量に応じて決定する制御部と、前記決定した蓄積数を含む制御信号を、前記端末装置に送信できる送信部と、を有する。

20

【発明の効果】**【0012】**

一開示は、一部のACKを破棄する方式を適用しても、データ送受信の遅延を抑制することにある。

【図面の簡単な説明】**【0013】**

【図1】図1は、第1の実施の形態における、通信システム10の構成例を示す図である。

【図2】図2は、第2の実施の形態における、通信システム10の構成例を示す図である。

【図3】図3は、端末装置100の構成例を示す図である。

【図4】図4は、基地局装置200の構成例を示す図である。

30

【図5】図5は、HD方式によるACK送信処理のシーケンスの例を示す図である。

【図6】図6は、各タイミングにおける送信バッファの例を示す図である。

【図7】図7は、端末装置100におけるTCPパケット受信とACK送信のシーケンスの例を示す図である。

【図8】図8は、蓄積閾値算出処理S500のフローチャートの例を示す図である。

【図9】図9は、各端末装置100の蓄積閾値の例を示す図である。

【図10】図10は、UE1~UE10のACK送信数及びスループットの例を示す図である。

【図11】図11は、端末装置100の台数ごとの総スループットの例を示す図である。

【図12】図12は、端末装置100の台数ごとのACK送信数の例を示す図である。

40

【図13】図13は、第1方式及び提案方式の端末装置100ごとのスループットの例を示す図である。

【図14】図14は、第2方式及び提案方式の端末装置100ごとのスループットの例を示す図である。

【図15】図15は、第1方式及び提案方式の端末装置100ごとのACK送信数の例を示す図である。

【図16】図16は、第2方式及び提案方式の端末装置100ごとのACK送信数の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】**【0014】**

50

以下、本実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。本明細書における課題及び実施例は一例であり、本願の権利範囲を限定するものではない。特に、記載の表現が異なっていたとしても技術的に同等であれば、異なる表現であっても本願の技術を適用可能であり、権利範囲を限定するものではない。

【0015】

[第1の実施の形態]

最初に第1の実施の形態について説明する。

【0016】

通信システム10は、端末装置と、端末装置と無線通信する基地局装置とを有する。基地局装置は、基地局装置から受信したパケットに対応する受信確認パケットの、端末装置において蓄積することができる蓄積数(蓄積閾値)を、端末装置が送信するデータ量に応じて決定する制御部を有する。また、基地局装置は、決定した蓄積数を含む制御信号を、端末装置に送信できる送信部を有する。

10

【0017】

図1は、第1の実施の形態における、通信システム10の構成例を示す図である。通信システム10は、端末装置100と基地局装置200とを有する。端末装置100と基地局装置200は、無線通信をしており(S1)、例えば、パケットを使用してデータの送受信を行う。端末装置100は、例えば、携帯電話などのモバイル通信端末である。また、基地局装置200は、例えば、5GにおけるgNodeBである。

【0018】

端末装置100と基地局装置200は、例えば、互いにTCP/IPに基づき通信を行う。基地局装置200は、例えば、図示しないネットワークから端末装置100が送信先であるデータを受信すると、端末装置100にデータを含むTCPパケットを送信する。端末装置100は、TCPパケットを受信すると、受信したTCPパケットに対応する(受信したことを送信元装置に通知するための)受信確認パケット(例えば、ACK)を送信する。以降、単にパケットと称する場合、TCPパケット、又は受信確認パケット、又はその両方を示す。

20

【0019】

基地局装置200は、図示しないプロセッサ、ストレージ、メモリを有し、ストレージに記憶されたプログラムをメモリにロードし、プロセッサがロードしたプログラムを実行することで、制御部201及び送信部202を構築し、各処理を実行する。

30

【0020】

基地局装置200は、制御部201、送信部202、及びデータ203を有する。データ203は、例えば、端末装置100が所定時間において送信するACK送信数(又はACK送信数の平均値)が記憶される。

【0021】

制御部201は、データ203に含まれる端末装置100が送信するデータ量に基づいて(応じて)(S2)、蓄積数を決定する(S3)。蓄積数は、端末装置100が蓄積することができるACKの最大数であり、蓄積数を超えるACKについては、端末装置100にて破棄される。

40

【0022】

送信部202は、制御部201が決定した蓄積数を制御信号に含め(S4)、端末装置100に送信する(S5)。

【0023】

端末装置100は、蓄積数を含む制御信号を受信し、蓄積数を取得する。端末装置100は、取得した蓄積数に従い、受信確認を蓄積し、蓄積数を超える受信確認については破棄する。

【0024】

第1の実施の形態では、基地局装置200は、端末装置100が送信するデータ量に応じて、蓄積数を決定する。これにより、端末装置100は、過剰なACKの送信を抑制す

50

ることができる。

【 0 0 2 5 】

なお、端末装置 1 0 0 において蓄積することができる蓄積数（蓄積閾値）は、下りのデータ送信量に応じて決定してもよい。端末装置 1 0 0 は、TCP パケットの受信数に応じた数の ACK を送信する場合がある。そこで、基地局装置 2 0 0 は、端末装置 1 0 0 が下りのデータ送信量に応じた数の ACK を送信するとみなし、下りのデータ送信量に応じて蓄積数を決定してもよい。

【 0 0 2 6 】

[第 2 の実施の形態]

次に、第 2 の実施の形態について説明する。

10

【 0 0 2 7 】

< 通信システムの構成例 >

図 2 は、通信システム 1 0 の構成例を示す図である。通信システム 1 0 は、端末装置 1 0 0 - 1 , 2、基地局装置 2 0 0、及びネットワーク 3 0 0 を有する。通信システム 1 0 は、例えば、LTE (Long Term Evolution) の通信規格や、5 G に対応した通信システムである。

【 0 0 2 8 】

端末装置 1 0 0 - 1 , 2 (以下、端末装置 1 0 0 と呼ぶ場合がある) は、例えば、スマートフォンやタブレット端末などのモバイル通信端末（通信装置）である。端末装置 1 0 0 は、例えば、基地局装置 2 0 0 と無線接続し、基地局装置 2 0 0 を介してネットワーク 3 0 0 と通信を行う。端末装置 1 0 0 は、基地局装置 2 0 0 やネットワーク 3 0 0 からデータをダウンロードしたり、サービスの提供を受けたりする。また、端末装置 1 0 0 は、例えば、TCP / IP に基づいて、基地局装置 2 0 0 やネットワーク 3 0 0 と通信を行う。

20

【 0 0 2 9 】

基地局装置 2 0 0 は、端末装置 1 0 0 が送受信するパケットを中継する通信装置である。基地局装置 2 0 0 は、例えば、LTE における e N o d e B (evolved Node B) や、5 G における g N o d e B である。また、基地局装置 2 0 0 は、スイッチやルータなどのネットワーク機器であってもよい。

【 0 0 3 0 】

ネットワーク 3 0 0 は、例えば、インターネットであってもよいし、専用線で構成されているイントラネットであってもよい。

30

【 0 0 3 1 】

< 端末装置の構成例 >

図 3 は、端末装置 1 0 0 の構成例を示す図である。端末装置 1 0 0 は、CPU (Central Processing Unit) 1 1 0、ストレージ 1 2 0、メモリ 1 3 0、及び RF (Radio Frequency) 回路 1 5 0 を有する。

【 0 0 3 2 】

ストレージ 1 2 0 は、プログラムやデータを記憶する、フラッシュメモリ、HDD (Hard Disk Drive)、又は SSD (Solid State Drive) などの補助記憶装置である。ストレージ 1 2 0 は、通信プログラム 1 2 1 及び ACK 送信プログラム 1 2 2 を記憶する。

40

【 0 0 3 3 】

メモリ 1 3 0 は、ストレージ 1 2 0 に記憶されているプログラムをロードする領域である。また、メモリ 1 3 0、プログラムがデータを記憶する領域としても使用される。

【 0 0 3 4 】

RF 回路 1 5 0 は、基地局装置 2 0 0 と無線接続する装置である。RF 回路 1 5 0 は、例えば、アンテナを有し、アンテナを介して基地局装置 2 0 0 と電波（パケット）の送受信を行う。

【 0 0 3 5 】

CPU 1 1 0 は、ストレージ 1 2 0 に記憶されているプログラムを、メモリ 1 3 0 にロードし、ロードしたプログラムを実行し、各処理を実現するプロセッサである。

50

【 0 0 3 6 】

C P U 1 1 0 は、通信プログラム 1 2 1 を実行することで、通信処理を行う。通信処理は、基地局装置 2 0 0 やネットワーク 3 0 0 などと、通信を行う処理である。端末装置 1 0 0 は、例えば、端末装置 1 0 0 のユーザや、端末装置 1 0 0 において実行するプログラムの要求に応じて通信を行うとき、通信処理を行う。

【 0 0 3 7 】

また、C P U 1 1 0 は、A C K 送信プログラム 1 2 2 を実行することで、送信制御部を構築し、A C K 送信処理を行う。A C K 送信処理は、基地局装置 2 0 0 から受信した T C P パケットに対応する A C K (応答確認) を生成し、送信バッファに格納し、A C K の送信方式に応じて A C K を基地局装置 2 0 0 に送信する処理である。

10

【 0 0 3 8 】

C P U 1 1 0 は、A C K 送信プログラム 1 2 2 の有する H D (Hybrid Discard) 方式モジュール 1 2 2 1 を実行することで、送信制御部を構築し、H D 方式による A C K 送信処理を行う。H D 方式は、A D (Active Discard) 方式及び P D (Passive Discard) 方式の両方式を同時に実行する A C K 送信方式である。

【 0 0 3 9 】

P D 方式は、割りリソース量に応じた数の A C K を送信し、送信しなかった A C K のうち、破棄率に応じた数の A C K を破棄し、それ以外の A C K は送信する A C K 送信方式である。すなわち、P D 方式では、端末装置 1 0 0 は、割りリソース量に応じた A C K 数と、破棄率に応じて破棄しない A C K 数の合計が、送信する A C K 数となる。なお、P D 方式は、割りリソース量に応じた数の A C K を送信し、送信しなかった A C K を破棄する A C K 送信方式であってもよい。

20

【 0 0 4 0 】

A D 方式は、蓄積閾値 (A C K を蓄積できる最大数) まで A C K を送信バッファに蓄積し、蓄積閾値を超える A C K は破棄率に応じて破棄する A C K 送信方式である。すなわち、A D 破棄率方式では、端末装置 1 0 0 は、蓄積閾値の A C K 数と、破棄率に応じて破棄しない A C K 数の合計が、送信する A C K 数となる。なお、A D 方式は、蓄積閾値まで A C K を送信バッファに蓄積し、蓄積閾値を超える A C K は破棄する A C K 送信方式であってもよい。

【 0 0 4 1 】

H D 方式は、A D 方式及び P D 方式の 2 段階で A C K を破棄する A C K 送信方式である。H D 方式は、蓄積閾値内の A C K でも割りリソース量を超える A C K は、破棄率に応じて破棄する A C K 送信方式である。なお、H D 方式は、蓄積閾値内の A C K でも割りリソース量を超える A C K は破棄する A C K 送信方式であってもよい。

30

【 0 0 4 2 】

C P U 1 1 0 は、A C K 送信プログラム 1 2 2 の有する蓄積閾値取得モジュール 1 2 2 2 を実行することで、受信部を構築し、蓄積閾値取得処理を行う。蓄積閾値取得処理は、H D 方式で使用する蓄積閾値を、基地局装置 2 0 0 から取得する処理である。蓄積閾値取得処理は、制御信号を受信し、受信した制御信号に含まれる蓄積閾値を取得する。制御信号は、例えば、R R C (Radio Resource Control) シグナリングである。

40

【 0 0 4 3 】

< 基地局装置の構成例 >

図 4 は、基地局装置 2 0 0 の構成例を示す図である。基地局装置 2 0 0 は、C P U 2 1 0、ストレージ 2 2 0、メモリ 2 3 0、N I C (Network Interface Card) 2 4 0 及び R F 回路 2 5 0 を有する。

【 0 0 4 4 】

ストレージ 2 2 0 は、プログラムやデータを記憶する、フラッシュメモリ、H D D、又は S S D などの補助記憶装置である。ストレージ 2 2 0 は、通信制御プログラム 2 2 1 及び A C K 受信プログラム 2 2 2 を記憶する。

【 0 0 4 5 】

50

メモリ 230 は、ストレージ 220 に記憶されているプログラムをロードする領域である。また、メモリ 230 は、プログラムがデータを記憶する領域としても使用される。

【0046】

NIC 240 は、ネットワーク 300 と接続するインターフェースである。基地局装置 200 は、NIC 240 を介して、ネットワーク 300 内の通信装置と通信を行う。

【0047】

RF 回路 250 は、端末装置 100 と無線接続する装置である。RF 回路 250 は、例えば、アンテナを有し、アンテナを介して端末装置 100 と電波（パケット）の送受信を行う。

【0048】

CPU 210 は、ストレージ 220 に記憶されているプログラムを、メモリ 230 にロードし、ロードしたプログラムを実行し、各処理を実現するプロセッサである。

【0049】

CPU 210 は、通信制御プログラム 221 を実行することで、割当部を構築し、通信制御処理を行う。通信制御処理は、端末装置 100 の通信を制御する処理である。通信制御処理は、例えば、端末装置 100 に対して無線リソースを割り当てる処理である。

【0050】

また、CPU 210 は、ACK 受信プログラム 222 を実行することで、制御部を構築し、ACK 受信処理を行う。ACK 受信処理は、端末装置 100 から ACK（応答確認）を受信する処理である。また、ACK 受信処理は、端末装置 100 における蓄積閾値を決定（算出）する処理である。

【0051】

CPU 210 は、ACK 受信プログラム 222 の有する HD 方式制御モジュール 2221 を実行することで、制御部及び送信部を構築し、HD 方式制御処理を行う。HD 方式制御処理は、端末装置 100 による HD 方式の通信を制御する処理である。

【0052】

また、CPU 210 は、ACK 受信プログラム 222 の有する蓄積閾値算出モジュール 2222 を実行することで、制御部を構築し、蓄積閾値算出処理を行う。蓄積閾値算出処理は、無線通信する端末装置 100 の蓄積閾値を算出する処理である。なお、基地局装置 200 は、無線通信する端末装置 100 が複数存在する場合、複数の端末装置 100 それぞれについて、蓄積閾値を算出する。

【0053】

さらに、CPU 210 は、ACK 受信プログラム 222 の有する ACK 送信関連情報通知モジュール 2223 を実行することで、送信部を構築し、ACK 送信関連情報通知処理を行う。ACK 送信関連情報通知処理は、算出した蓄積閾値を含む ACK 送信関連情報を、制御信号（例えば、RRC シグナリング）に含め、端末装置 100 に通知（送信）する処理である。

【0054】

< HD 方式による ACK 送信処理 >

図 5 は、HD 方式による ACK 送信処理のシーケンスの例を示す図である。TCP (x) (x は整数) における x は、TCP パケットの識別子であり、例えば、シーケンス番号を示すものとする。また、ACK (y) (y は整数) における y は、対応する TCP パケットの識別子（上述した x に対応）を示すものとする。

【0055】

端末装置 100 は、基地局装置 200 から TCP パケット (1) ~ (5) を受信する (S301 ~ S305)。

【0056】

端末装置 100 は、ACK の送信契機が発生すると、BSR (Buffer Status Report) を送信する (S105)。

【0057】

10

20

30

40

50

図6は、各タイミングにおける送信バッファの例を示す図である。図6(A)は、図5のシーケンスのタイミングT31における送信バッファの例を示す図である。タイミングT31においては、送信バッファには、受信したTCPパケット(1)~(5)に対するACK(1)~(5)が蓄積されている。

【0058】

ここで、端末装置100は、AD方式により、蓄積閾値(例えば4)を超えるACKを、破棄率に応じて破棄する。端末装置100は、図5(A)において、例えば、破棄率に応じてACK(1)を破棄する。

【0059】

図5のシーケンスに戻り、端末装置100は、ACKの送信契機が発生すると、BSR (Buffer Status Report)を送信し(S306)、UL_Grant (Uplink Grant)を基地局装置200から受信する(S307)。

10

【0060】

BSRは、例えば、端末装置100が基地局装置200に対して、パケット(ACK及びTCPパケットを含む)を送信するための無線リソースの割り当てを要求するメッセージである。また、UL_Grantは、例えば、端末装置100に対して割り当てる無線リソース量を含むメッセージである。

【0061】

図6(B)は、図5のシーケンスのタイミングT32における送信バッファの例を示す図である。タイミングT32においては、送信バッファには、ACK(2)~(5)が蓄積されている。

20

【0062】

端末装置100は、PD方式により、割り当てるリソース量に応じた数のACK(図5におけるACK(4)及び(5))を送信対象とする。そして、端末装置100は、送信対象以外のACK(図5におけるACK(3)及び(2))のうち、破棄率に応じた数のACK(図5におけるACK(2))を破棄し、破棄しないACK(図5におけるACK(3))を送信対象とする。

【0063】

上述したように、HD方式では、端末装置100は、蓄積閾値や割り当てるリソース量によって送信対象とされるACK以外の破棄候補となるACKを、破棄率に応じて破棄する。また、HD方式では、蓄積閾値や割り当てるリソース量によって送信対象とされるACK以外のACKを破棄してもよい。この場合、蓄積閾値や割り当てるリソース量によって送信対象とされるACKの数の、全体のACKの数(蓄積閾値や割り当てるリソース量によって送信対象とされるACK+破棄されるACK)に対する割合を破棄率とみなしてもよい。

30

【0064】

なお、HD方式では、端末装置100は、例えば、蓄積閾値に応じた数のACKを送信バッファに蓄積し、ACKの送信タイミングで蓄積されたACKを送信する。例えば、HD方式の蓄積閾値を用いた以下の式(1)で、破棄率の近似値を算出することができる。

【0065】

$$DR = 1 - T / 100 \quad \dots \text{式(1)}$$

40

【0066】

DRは、破棄率であり、Tは蓄積閾値である。以降の説明におけるHD方式の破棄率と蓄積閾値との関係は、式(1)に基づくものとする。

【0067】

<蓄積閾値決定処理>

図7は、端末装置100におけるTCPパケット受信とACK送信のシーケンスの例を示す図である。なお、図7の右方には、通信における電波状態の例を示す。電波状態は、例えば、下り方向の電波における干渉度合いを示し、電波状態が良好であるほど、干渉度合いが少ないことを示す。また、図7において、TCPはTCPパケット(データを含む)を示し、ACKはTCPパケットを受信したことに対するACKを示す。さらに、図7

50

における端末装置 100 は、例えば、 N (N は整数) 個の TCP パケット受信に対して、 $N/2$ 個の ACK を送信する制御を行うものとする。

【0068】

基地局装置 200 は、電波状態が平均値 (例えば、処理 S11 ~ S16 の実行時間における平均値) であるとき、TCP パケットを所定時間内に 4 パケット送信する (S11)。そして、端末装置 100 は、TCP パケットを 4 パケット受信すると、2 パケットの ACK を送信する (S12)。

【0069】

また、基地局装置 200 は、電波状態が良好であるとき、TCP パケットを所定時間内に 6 パケット送信する (S13)。そして、端末装置 100 は、TCP パケットを 6 パケット受信すると、3 パケットの ACK を送信する (S14)。

10

【0070】

また、基地局装置 200 は、電波状態が劣悪であるとき、TCP パケットを所定時間内に 2 パケット送信する (S15)。そして、端末装置 100 は、TCP パケットを 2 パケット受信すると、1 パケットの ACK を送信する (S16)。上述したように、基地局装置 200 は、電波状態が良好であるほど、多数の TCP パケットを送信する。

【0071】

端末装置 100 は、処理 S11 ~ S16 において、TCP パケットを合計 12 パケット受信し、合計 6 パケットの ACK を送信している。処理 S11 及び処理 S12、処理 S13 及び処理 S14、及び処理 S15 及び処理 S16 のそれぞれが所定時間で行われている場合、所定時間における TCP パケットの送信数の平均は 4 パケットとなり (S17)、ACK の送信数の平均は 2 パケットとなる (S18)。

20

【0072】

以下、第 2 の実施の形態において、基地局装置 200 は、各端末装置 100 における所定時間における ACK の送信数の平均値に基づいて、蓄積閾値を決定する。

【0073】

式 (1) で示すように、破棄率は、蓄積閾値に基づいて決定される場合がある。そこで、端末装置 100 は、蓄積閾値を算出し、算出した蓄積閾値に基づいて破棄率を決定する。なお、第 2 の実施の形態において、端末装置 100 は、端末装置 100 に無線接続する端末装置ごとに、蓄積閾値を算出する。以下に、蓄積閾値の算出方法について説明する。

30

【0074】

例えば、基地局装置 200 は、以下の式 (2) 及び式 (3) を用いて蓄積閾値 (T) を算出する。

【0075】

$$N_{ack} = S_{TBS} / (S_{TCP_Segment} \times 2) \cdots \text{式 (2)}$$

$$T = \max(N_{ack}, 1) \cdots \text{式 (3)}$$

【0076】

S_{TBS} は、ダウンリンクのデータ量の平均値である。 $S_{TCP_Segment}$ は、TCP セグメントのデータサイズである。すなわち、 N_{ack} は、例えば端末装置 100 が 2 回の TCP データ (パケット) 受信に対して 1 回の ACK を送信する場合における、端末装置 100 の ACK の送信数の平均値を示す。式 (2) は、 S_{TBS} を、 $S_{TCP_Segment} \times 2$ で除した商が、 N_{ack} となることを示す式である。

40

【0077】

また、 T は、式 (3) より、少なくとも 1 以上とする。これにより、端末装置 100 が ACK を返信しないことを防止する。また、第 2 の実施の形態において、 N_{ack} は、小数点以下は破棄されるものとする。なお、 N_{ack} は、小数点以下を繰り上げされてもよいし、小数点第 1 位で四捨五入されてもよい。式 (3) は、 N_{ack} または 1 の、どちらか大きいほうの整数部分が、 T となることを示す式である。

【0078】

上述したように、基地局装置 200 は、蓄積閾値を、端末装置 100 における ACK 送

50

信数の平均値とする。例えば、通信システムにおいて、ACK送信数以上のACKを返信することは、スループットの維持において、過剰なACK送信となる場合がある。そこで、基地局装置200は、ACK送信数の平均のACKを送信できれば、所定以上のスループットを維持するのに十分であると仮定し、ACK送信数の平均値を蓄積閾値とすることで、平均値を超えるACKの送信を抑制する。

【0079】

図8は、蓄積閾値算出処理S500のフローチャートの例を示す図である。基地局装置200は、蓄積閾値を算出する契機が発生すると、蓄積閾値算出処理S500を行う。

【0080】

基地局装置200は、無線接続する各端末装置100の蓄積閾値を算出する(S500-1)。基地局装置200は、例えば、上述した式(2)及び式(3)を用いて、端末装置100ごとに、蓄積閾値を算出する。

10

【0081】

そして、基地局装置200は、各端末装置100に、蓄積閾値を含むACK送信関連情報を通知し(S500-2)、処理を終了する。基地局装置200は、制御信号(例えばRRCシグナリング)を用いて、端末装置100にACK送信関連情報を通知する。

【0082】

<シミュレーション1>

以下に、上述した式(2)及び式(3)を用いて蓄積閾値を算出した場合の、シミュレーション結果を示す。

20

【0083】

図9は、各端末装置100の蓄積閾値の例を示す図である。図9は、10台の端末装置100(図9におけるUE1~UE10)のNackの計算値、及び蓄積閾値(T)を示す。例えば、UE8における蓄積閾値は2となる。

【0084】

図10は、UE1~UE10のACK送信数及びスループットの例を示す図である。図10(A)は、スループットの平均値の例を示す図である。図10(B)は、ACK送信数の例を示す図である。なお、他の方式と比較するため、図10は、UEごとに、左からBasic方式、Granted ACK方式、Hybrid Discard方式、及びHybrid Discard(Opt)方式におけるシミュレーション結果を示す。

30

【0085】

Basic方式(以下、第1方式と呼ぶ場合がある)は、全てのTCPパケットに対してACKを返信する方式であって、ACKの破棄を行わない。Granted ACK方式(以下、第2方式と呼ぶ場合がある)は、下りに割り当てられた無線リソースに応じてACKを返信し、それ以上のACKは破棄する方式である。Hybrid Discard方式(以下、第3方式と呼ぶ場合がある)は、蓄積閾値のACKを返信し、それ以上のACKを下りの割り当て無線リソースに応じて返信する方式であり、破棄率は端末装置によらず、0.96に固定されている。Hybrid Discard(Opt)方式(以下、提案方式と呼ぶ場合がある)は、第2の実施の形態における方式であり、UE1~UE10の蓄積閾値は、図9の値を用いる。

40

【0086】

例えば、UE4は、図10(A)より、提案方式のほうが、第2及び第3方式よりスループットが向上している。また、UE4は、図10(A)より、提案方式において第1方式と同等のスループットである。また、UE4は、図10(B)より、提案方式のほうが、第1~第3方式よりACK送信数を抑制している。

【0087】

また、他のUEについても、提案方式は、第1~第3方式より少ないあるいは同等のACK送信数で、比較対象方式と同等又は良好なスループットを維持していることがわかる。

【0088】

<シミュレーション2>

50

シミュレーション 1 より端末装置 100 の数を増やしてシミュレーションを行う。

【0089】

図 11 は、端末装置 100 の台数ごとの総スループットの例を示す図である。総スループットは、例えば、各端末装置 100 の平均スループットの合計値である。図 11 によると、提案方式は、第 1 及び第 2 方式と比較し、総スループットが良好である。例えば、提案方式は、端末装置 100 が 40 台の場合に、最も総スループットが良好となる。

【0090】

図 12 は、端末装置 100 の台数ごとの ACK 送信数の例を示す図である。例えば、総スループットが最も良好となる端末装置 100 の台数が 40 台の場合、提案方式は、第 1 及び第 2 方式よりも ACK 送信数が少ない。以下、端末装置 100 の台数が 40 台の場合の、各端末装置 100 のスループット及び ACK 送信数について、シミュレーション結果を示す。

10

【0091】

図 13 は、第 1 方式及び提案方式の端末装置 100 ごと のスループットの例を示す図である。また、図 14 は、第 2 方式及び提案方式の端末装置 100 ごと のスループットの例を示す図である。

【0092】

例えば、図 13 より、第 1 方式では、UE 14、UE 8、UE 19、及び UE 1 が、突出してスループットが良好である。一方、第 1 方式では、UE 38、UE 11、UE 35、UE 39、UE 3、UE 22、UE 7、UE 21、UE 23、UE 26、及び UE 13 が、スループットが 0 に近い、劣悪な数値となっている。

20

【0093】

対して、提案方式では、UE 14、UE 8、UE 19、及び UE 1 のスループットが、他の UE と比較すると良好ではあるものの、第 1 方式ほど突出してはいない。また、提案方式では、UE 38、UE 11、UE 35、UE 39、UE 3、UE 22、UE 7、UE 21、UE 23、UE 26、及び UE 13 のスループットが、第 1 方式ほど低い値ではない。図 11 で示したように、端末装置 100 の台数が 40 台の総スループットは、提案方式より第 1 方式の方が高い。すなわち、提案方式は、第 1 方式と比較して、端末装置間のスループットの差異が小さく、より公平な方式であることがわかる。

【0094】

また、図 14 に示すように、提案方式は、第 2 方式と比較して、端末装置間のスループットの差異が同等あるいは小さく、より公平な方式であることがわかる。

30

【0095】

図 15 は、第 1 方式及び提案方式の端末装置 100 ごと の ACK 送信数の例を示す図である。また、図 16 は、第 2 方式及び提案方式の端末装置 100 ごと の ACK 送信数の例を示す図である。

【0096】

例えば、図 15 より、第 1 方式では、UE 14、UE 8、UE 19、及び UE 1 が、突出して ACK 送信数が多い。一方、第 1 方式では、UE 38、UE 11、UE 35、UE 39、UE 3、UE 22、UE 7、UE 21、UE 23、UE 26、及び UE 13 が、ACK 送信が 0 に近い小さい数値となっている。

40

【0097】

対して、提案方式では、UE 14、UE 8、UE 19、及び UE 1 の ACK 送信数が、他の UE と比較すると多いが、第 1 方式ほど突出してはいない。また、提案方式では、UE 38、UE 11、UE 35、UE 39、UE 3、UE 22、UE 7、UE 21、UE 23、UE 26、及び UE 13 の ACK 送信数が、第 1 方式ほど低い値ではない。図 12 で示したように、端末装置 100 の台数が 40 台の ACK 送信数は、提案方式より第 1 方式の方が少ない。すなわち、提案方式は、第 1 方式と比較して、ACK 送信数の合計が少ないことに加え、端末装置間の ACK 送信数の差異が小さく、ACK 送信においても公平な方式であることがわかる。

50

【 0 0 9 8 】

また、図 1 6 に示すように、提案方式は、第 2 方式と比較して、ACK 送信数の合計が少ないことに加え、端末装置間の ACK 送信数の差異が同等あるいは小さく、ACK 送信においても公平な方式であることがわかる。

【 0 0 9 9 】

第 2 の実施の形態において、端末装置 1 0 0 は 2 段階で ACK を破棄する。第 1 段階は、平均伝送レートに基づき決定される蓄積閾値による ACK の破棄である。第 1 段階によって、端末装置 1 0 0 に対する無線リソースの過剰な割り当てを抑制することができる。

【 0 1 0 0 】

第 2 段階は、無線リソースの割り当て量に応じた ACK を送信し、残りの ACK の破棄
10
である。第 2 段階によって、無線リソースの割り当て量に応じた ACK を送信することで、過剰な ACK の送信を抑制することができる。

【 0 1 0 1 】

[その他の実施の形態]

各実施の形態における処理は、それぞれ組み合わせてもよい。例えば、第 2 の実施の形態における式 (1) ~ (3) は、第 1 の実施の形態における蓄積数 (蓄積閾値) の算出に使用されてもよい。

【 符号の説明 】

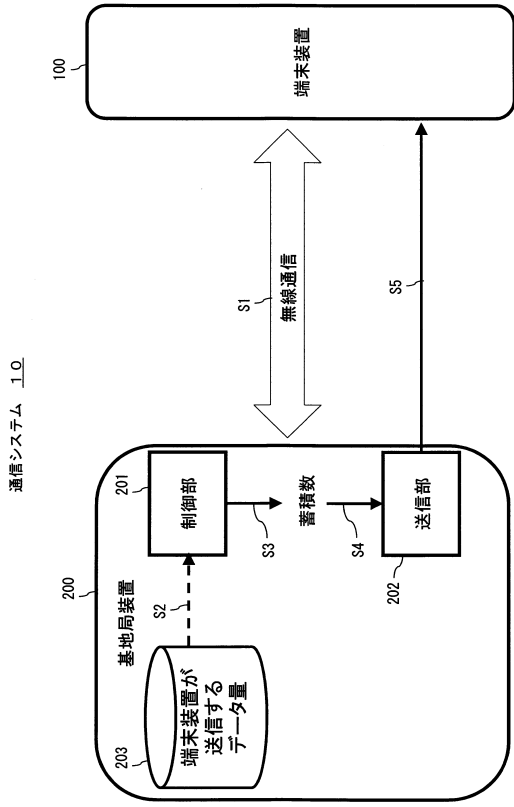
【 0 1 0 2 】

1 0	: 通信システム	20
1 0 0	: 端末装置	
1 1 0	: CPU	
1 2 0	: ストレージ	
1 2 1	: 通信プログラム	
1 2 2	: ACK 送信プログラム	
1 3 0	: メモリ	
1 5 0	: RF 回路	
2 0 0	: 基地局装置	
2 0 1	: 制御部	
2 0 2	: 送信部	30
2 0 3	: データ	
2 1 0	: CPU	
2 2 0	: ストレージ	
2 2 1	: 通信制御プログラム	
2 2 2	: ACK 受信プログラム	
2 3 0	: メモリ	
2 5 0	: RF 回路	
3 0 0	: ネットワーク	

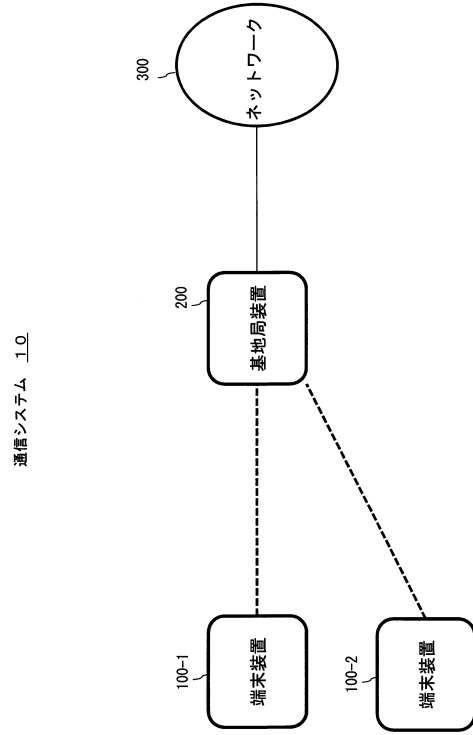
40

50

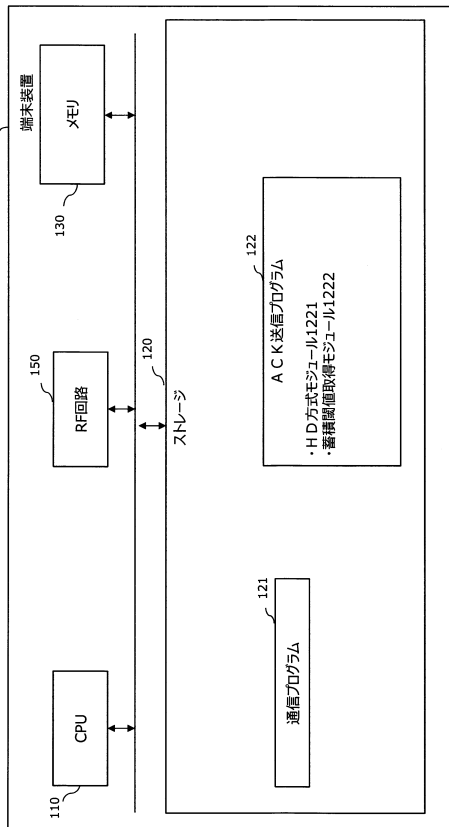
【図面】
【図 1】



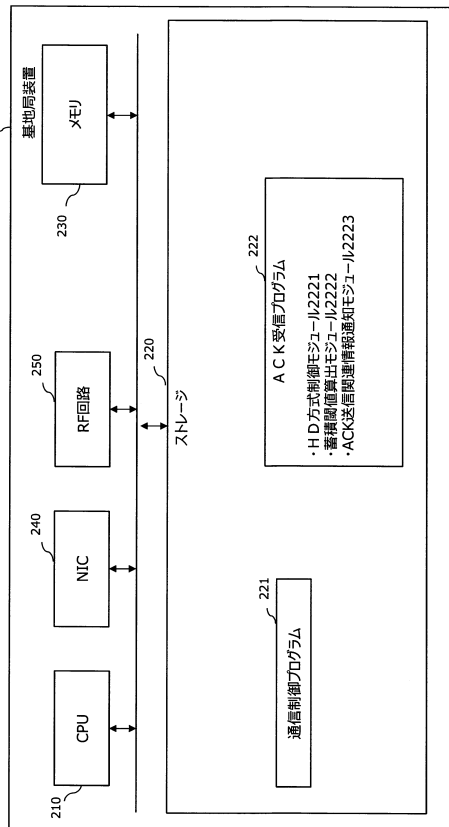
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

20

30

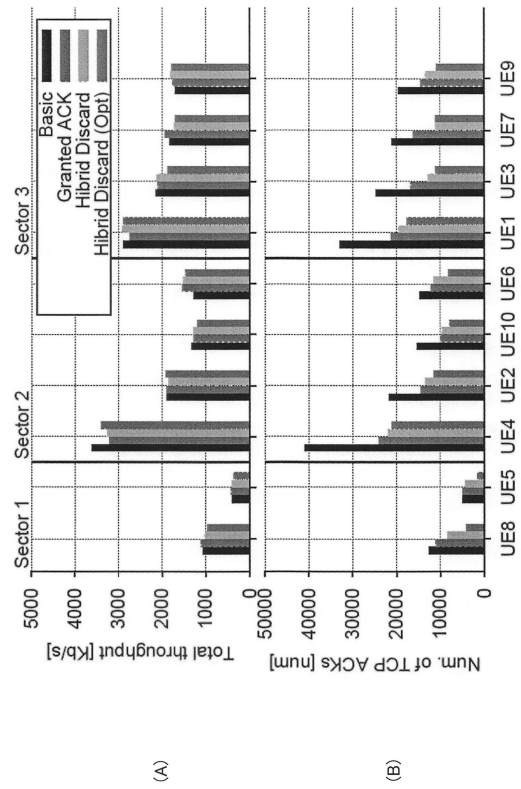
40

50

【 図 9 】

UE	Nack	T
UE8	2.288745	2
UE5	1.826568	1
UE4	5.406827	5
UE2	4.523985	4
UE10	4.231550	4
UE6	3.788745	3
UE1	5.052583	5
UE3	5.883764	5
UE7	6.348708	6
UE9	4.231550	4

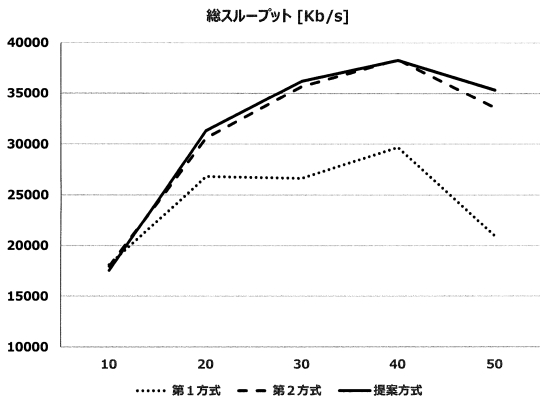
【 図 10 】



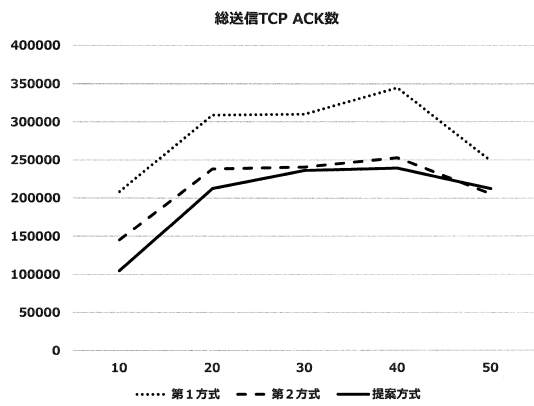
10

20

【 図 11 】



【 図 12 】

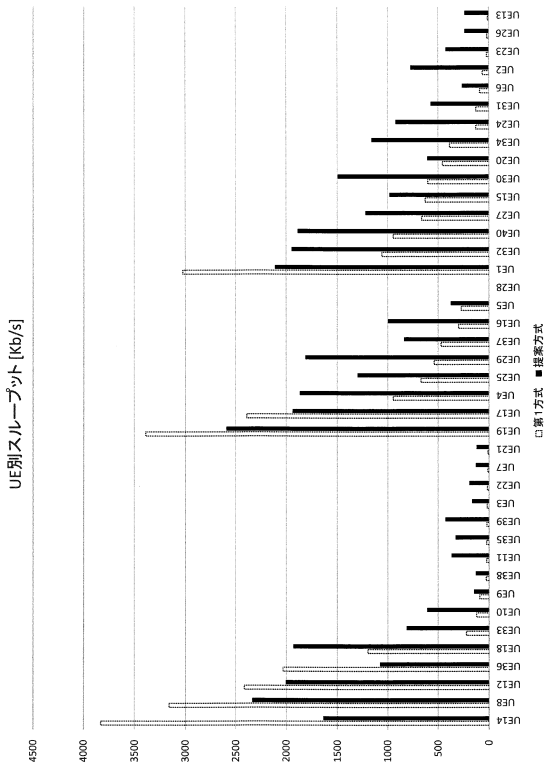


30

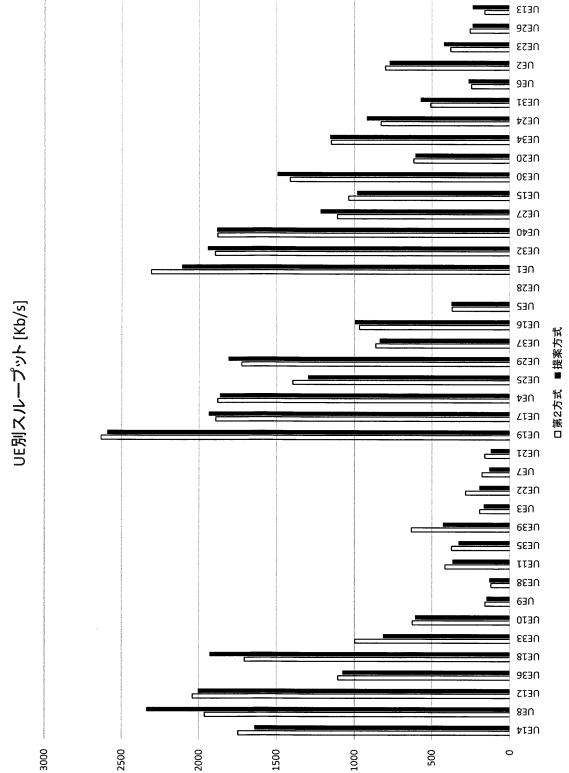
40

50

【図 13】



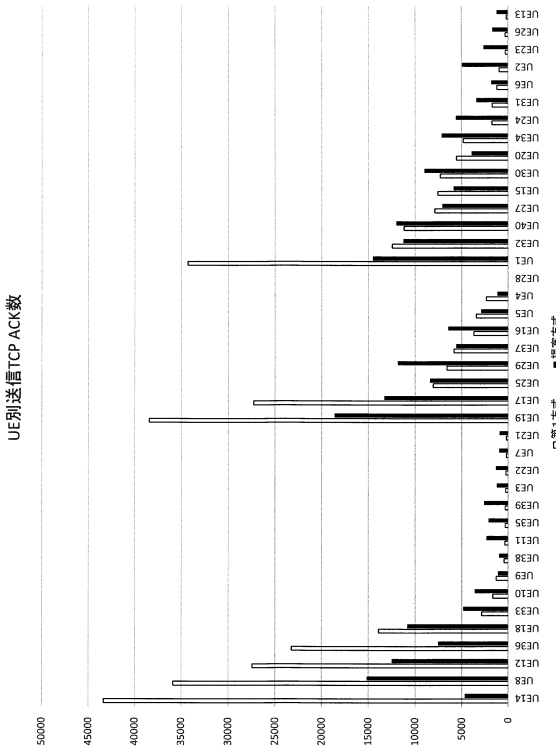
【図 14】



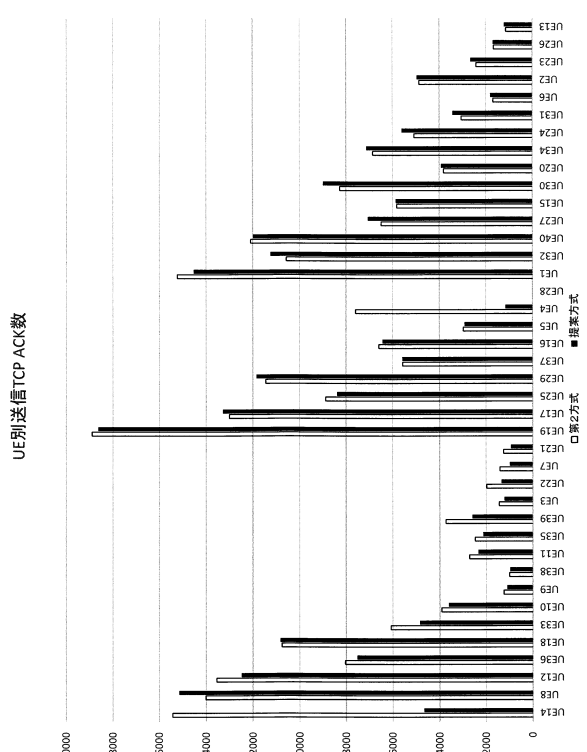
10

20

【図 15】



【図 16】



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

H 0 4 W 72/52 (2023.01)

F I

H 0 4 W 72/04 1 5 0

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

(72)発明者 中村 道春

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

審査官 谷岡 佳彦

(56)参考文献

米国特許出願公開第2016/0302197 (US, A1)

米国特許出願公開第2009/0190604 (US, A1)

米国特許出願公開第2013/0250765 (US, A1)

特表2007-524262 (JP, A)

太田 好明 他, LTE-Advanced上り無線アクセス方式を考慮したTCPスルー
ブットの特性改善: TCP ACK送信制御手法の評価と検討, 電子情報通信学会技術研究
報告, 2016年07月13日, 第116巻, 第147号, p.65~70OHTA, Yoshiaki, et al., Controlling TCP ACK Transmission: Impact of Discard Ratio on Perfor
mance in LTE-Advanced Pro, 2017 IEEE Conference on Standards for Communications a
nd Networking(CSCN), 2017年09月, p.227-232

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H 0 4 L 1 / 1 6

H 0 4 L 4 7 / 1 9 3

H 0 4 W 7 2 / 0 4

H 0 4 W 2 8 / 0 4

H 0 4 W 4 8 / 0 8