

FIG. 4

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ビデオストリームに関連付けられたビデオパケットを、アプリケーションレイヤから受信するステップと、

重要度をビデオパケットに割り当てるステップであって、該重要度は前記ビデオパケットの送信優先度に関連付けられ、該重要度は前記ビデオパケットの再送信限界に関連付けられた、該割り当てるステップと、および

前記再送信限界に従って前記ビデオパケットを送信するステップとを備えたことを特徴とする方法。

【請求項 2】

ネットワークイベントの少なくとも一部に基づいて、前記再送信限界を割り当てるステップをさらに備えたことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

パケット損失イベントの少なくとも一部に基づいて、前記再送信限界を割り当てるステップをさらに備えたことを特徴とする請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

密集度の少なくとも一部に基づいて、前記再送信限界を割り当てるステップをさらに備えたことを特徴とする請求項 2 記載の方法。

【請求項 5】

前記ビデオパケットが瞬時デコーダリフレッシュ (I D R) フレームである場合、高重要度を前記ビデオパケットに割り当てるステップをさらに備えたことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 6】

前記ビデオパケットが、瞬時デコーダリフレッシュ (I D R) フレームに続いておよび該 I D R フレーム後のパケット損失前である場合、高優先度を前記ビデオパケットに割り当てるステップをさらに備えたことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 7】

互換性制約が満たされている間中、 I D R フレームに続くある時間間隔内で前記ビデオパケットが発生する場合、高優先度を前記ビデオパケットに割り当てるステップをさらに備えたことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 8】

前記互換性制約は、全優先度が閾値未満であるビデオトラフィックから負荷結果を要求することを特徴とする請求項 7 記載の方法。

【請求項 9】

前記ビデオパケットが、パケット損失に続いておよび該パケット損失に続く第 1 の I D R フレーム前である場合、低優先度を前記ビデオパケットに割り当てるステップをさらに備えたことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 10】

前記ビデオストリームは複数のビデオパケットからなり、前記複数のビデオパケットの第 1 のサブセットは第 1 の重要度に関連付けられ、前記複数のビデオパケットの第 2 のサブセットは第 2 の重要度に関連付けられ、および前記複数のビデオパケットの第 3 のサブセットは第 3 の重要度に関連付けられたことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 11】

ビデオパケットを送信するための装置であって、
プロセッサと、

プロセッサ実行可能命令を含むメモリと

を備え、該プロセッサ実行可能命令は、前記プロセッサによって実行されるとき、

ビデオストリームに関連付けられたビデオパケットを、アプリケーションレイヤから受信することであって、前記ビデオパケットはアクセスカテゴリーによって特徴付けられた、該受信することと、

10

20

30

40

50

重要度をビデオパケットに割当てることであって、該重要度は前記ビデオパケットの送信優先度に関連付けられ、該重要度は前記ビデオパケットの再送信限界に関連付けられた、該割当てることと、および

前記再送信限界に従って前記ビデオパケットを送信することと、
を前記プロセッサに実行させることを特徴とする装置。

【請求項 1 2】

ネットワークイベントの少なくとも一部に基づいて、前記再送信限界を割当てするためのプロセッサ実行可能命令をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 1 記載の装置。

【請求項 1 3】

パケット損失イベントの少なくとも一部に基づいて、前記再送信限界を割当てするためのプロセッサ実行可能命令をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 2 記載の装置。

10

【請求項 1 4】

密集度の少なくとも一部に基づいて、前記再送信限界を割当てするためのプロセッサ実行可能命令をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 2 記載の装置。

【請求項 1 5】

前記ビデオパケットが瞬時デコーダリフレッシュ (I D R) フレームである場合、高重要度を前記ビデオパケットに割当てするためのプロセッサ実行可能命令をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 1 記載の装置。

【請求項 1 6】

前記ビデオパケットが、瞬時デコーダリフレッシュ (I D R) フレームに続いておよび該 I D R フレーム後のパケット損失前である場合、高優先度を前記ビデオパケットに割当てするためのプロセッサ実行可能命令をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 1 記載の装置。

20

【請求項 1 7】

互換性制約が満たされている間中、 I D R フレームに続くある時間間隔内で前記ビデオパケットが発生する場合、高優先度を前記ビデオパケットに割当てするためのプロセッサ実行可能命令をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 1 記載の装置。

【請求項 1 8】

前記互換性制約は、全優先度が閾値未満であるビデオトラフィックから負荷結果を要求することを特徴とする請求項 1 7 記載の装置。

30

【請求項 1 9】

前記ビデオパケットが、パケット損失に続いておよび該パケット損失に続く第 1 の I D R フレーム前である場合、低優先度を前記ビデオパケットに割当てするためのプロセッサ実行可能命令をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 1 記載の装置。

【請求項 2 0】

前記ビデオストリームは複数のビデオパケットからなり、前記複数のビデオパケットの第 1 のサブセットは第 1 の重要度に関連付けられ、前記複数のビデオパケットの第 2 のサブセットは第 2 の重要度に関連付けられ、および前記複数のビデオパケットの第 3 のサブセットは第 3 の重要度に関連付けられたことを特徴とする請求項 1 1 記載の装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、ビデオアプリケーションのための Q o E - A W A R E W i F i エンハンスメントの方法および装置に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

関連出願の相互参照

本願は、2013年5月7日に出願された米国特許仮出願第 6 1 / 8 2 0 , 6 1 2 号、および2014年4月22日に出願された米国特許仮出願第 6 1 / 9 8 2 , 8 4 0 号の利益を主張し、それらの内容は参照により本明細書に組み込まれる。

50

【 0 0 0 3 】

メディアアクセス制御 (M A C) サブレイヤは、強化分散チャネルアクセス (E D C A) 機能、ハイブリッド調整機能 (H C F) 制御チャネルアクセス (H C C A) 機能、および / またはメッシュ調整機能 (M C F) 制御チャネルアクセス (M C C A) 機能を含む。M C C A は、メッシュネットワークのために利用される。M A C サブレイヤは、リアルタイム (r e a l - t i m e) ビデオアプリケーションのために最適化することができない。

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

本発明では、ビデオアプリケーションのための改善された Q o E - A W A R E W i F i エンハンスメントの方法および装置を提供する。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

システム、方法、および手段は、リアルタイムビデオアプリケーションを強化するために開示されている。W i F i の 1 つ以上のモードまたは機能、例えば、強化分散チャネルアクセス (E D C A) 、ハイブリッド調整機能 (H C F) 制御チャネルアクセス (H C C A) 、および / または分散コンテンツ機能 (D C F) (例えば、D C F 、M A C のみ) などが、強化される。重要度は、ビデオソース (例えば、ビデオ送信装置) でビデオパケットに関連付けられている、および / または、例えば、ビデオフローに生じたパケット損失の履歴に基づいて決定される (例えば、動的に決定される) 。ビデオパケットは、例えば、アクセスカテゴリビデオ (A C _ _ V I) のようなクラスに関連付けられ、およびさらに、例えば、重要度に基づいてサブクラス内に関連付けられる。

【 0 0 0 6 】

ビデオパケットを重要度に関連付けるための方法は、例えばアプリケーションレイヤから、ビデオストリームに関連付けられたビデオパケットを受信することを含む。この方法は、重要度をビデオパケットに関連付けることを含む。この重要度は、ビデオの送信優先度および / またはビデオパケットの再送信限界に関連付けられている。ビデオパケットは、再送信限界に従って送信される。例えば、例えば、ビデオパケットを送信することは、ビデオパケットを送信することと、ビデオパケットをルーティングすることと、ビデオパケットを送信用バッファに送信することなどを含む。

【 0 0 0 7 】

アクセスカテゴリは、ビデオアクセスカテゴリである。例えば、アクセスカテゴリは、A C _ _ V I である。重要度は、コンテンツン (c o n t e n t i o n) ウィンドウによって特徴付けられる。重要度は、アービトレーション インターフレームスペース数 (A r b i t r a t i o n I n t e r - F r a m e S p a c e N u m b e r : A I F S N) によって特徴付けられる。重要度は、送信機会 (T r a n s m i s s i o n O p p o r t u n i t y : T X O P) 限界によって特徴付けられる。例えば、重要度は、コンテンツンウィンドウ、A I F S N 、T X O P 、および / または重要度に特有な再送信限界のうちの 1 つ以上によって特徴付けられる。再送信限界は、重要度レベル上および / または損失イベント上の少なくとも一部に基づいて割当てられる。

【 0 0 0 8 】

ビデオストリームは、複数のビデオパケットを含む。複数のビデオパケットの第 1 のサブセットは、第 1 の重要度レベルと関連付けられ、および複数のビデオパケットの第 2 のサブセットは、第 2 の重要度レベルと関連付けられる。ビデオパケットの第 1 のサブセットは I フレームを含むが、ビデオパケットの第 2 のサブセットは P フレームおよび / または B フレームを含む。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 M A C アーキテクチャ例を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 2】システムの例を示す図である。

【図 3】E D C A 用静的ビデオトラフィック優先順位付けアプローチ例のためのシステムアーキテクチャ例を示す図である。

【図 4】E D C A 用動的ビデオトラフィック優先順位付けアプローチ例のためのシステムアーキテクチャ例を示す図である。

【図 5】バイナリ優先順位付けの例を示す図である。

【図 6】区別化無しの例を示す図である。

【図 7】フレーム数の関数として P S N R の例を示す図である。

【図 8】3 レベル動的優先順位付けの例を示す図である。

【図 9】ビデオパケットクラスをモデリングするためのマルコフチェーンモデル例を示す図である。

【図 10】フローズンフレーム比較例を示す図である。

【図 11】ネットワークのネットワークトポロジー例を示す図である。

【図 12】ビデオシーケンス例を示す図である。

【図 13】シミュレートした衝突確率の例を示す図である。

【図 14】シミュレートしたフローズンフレーム率の例を示す図である。シミュレートした衝突確率例を示す図である。

【図 15】ビデオ送信者と受信者との間での異なる R T T 用の、シミュレートした平均フローズンフレーム率の例を示す図である。

【図 16】パケット到着時にパケットが A C s に再割り当てされる場合の再割当て方法の例を示す図である。

【図 17】パケット到着時にパケットが A C s に再割り当てされることを最適化した場合の再割当て方法の例を示す図である。

【図 18】D C F 用静的ビデオトラフィック区別化アプローチ例のためのシステムアーキテクチャ例を示す図である。

【図 19】D C F 用動的ビデオトラフィック区別化アプローチ例のためのシステムアーキテクチャ例を示す図である。

【図 20 A】1 つ以上の実施形態が実施される場合の通信システム例のシステム図である。

【図 20 B】図 20 A で示された通信システム内で使用される無線送信 / 受信装置 (W T R U) 例のシステム図である。

【図 20 C】図 20 A で示された通信システム内で使用される無線アクセスネットワーク例およびコアネットワーク例のシステム図である。

【図 20 D】図 20 A で示された通信システム内で使用される他の無線アクセスネットワーク例およびコアネットワーク例のシステム図である。

【図 20 E】図 20 A で示された通信システム内で使用される他の無線アクセスネットワーク例およびコアネットワーク例のシステム図である。

【図 21】ビデオパケットクラスのためのマルコフチェーンモデル例を示す図である

【発明を実施するための形態】

【0010】

次に、例示的な実施形態についての詳細な説明について、様々な図を参照して説明される。この説明は、可能な実施についての詳細な例を提供するが、細部は例示的なものであることが意図されており、決して本出願の範囲を限定するものではないことに留意されたい。

【0011】

例えば、リアルタイムビデオアプリケーション（例えば、ビデオ電話、ビデオゲーミングなど）などのビデオアプリケーションについてのエクスペリエンスの質（Q o E）は、最適化され、および / または帯域幅（B W）消費は、例えば、I E E E 8 0 2 . 1 1 規格（例えば、W i F i 関連アプリケーション）の場合、低減される。例えば、拡張型分散チャネルアクセス（E D C A）、ハイブリッド調整機能（H C F）制御されるチャネルアク

10

20

30

40

50

セス (H C C A)、および / または分散コンテンツ機能 (D C F) (例えば、D C F のみ M A C) などの、W i F i の 1 または複数のモードは、機能強化される。重要度レベルは、例えば、モード毎に、ビデオソースで、ビデオパケットと関連付けられる (例えば、アタッチされる)。重要度レベルは、例えば、ビデオストリームのフローに対して発生したパケット損失の履歴に基づいて、決定される (例えば、動的に決定される)。ビデオアプリケーションのビデオパケットは、重要度レベルに基づいて、サブクラスに分類される。重要度レベルは、例えば、モード毎に、局 (S T A) またはアクセスポイント (A P) によって、ビデオパケットについて決定、例えば、動的に決定される。A P は、例えば、W i F i A P を指す。S T A は、パーソナルコンピュータ (P C)、サーバ、または A P ではない他のデバイスなどの、無線送信 / 受信ユニット (W T R U) または有線通信デバイスを指す。

10

【0012】

Q o E 予測のピーク信号対雑音比 (P S N R) 時系列予測への換算が、本明細書で提供される。ビデオ送信機 (例えば、マイクロコントローラ、スマートフォンなど) と通信ネットワークによって共同で実施されるフレーム毎 P S N R 予測モデルが説明される。

【0013】

媒体アクセス制御 (M A C) レイヤに対する 1 または複数の機能強化が、本明細書で提供される。図 1 は、例示的な M A C アーキテクチャ 100 を示す図である。M A C アーキテクチャ 100 は、拡張型分散チャネルアクセス (E D C A) 102、H C F 制御されるチャネルアクセス (H C C A) 104、M C F 制御されるチャネルアクセス (M C C A) 106、ハイブリッド調整機能 (H C F) 108、メッシュ調整機能 (M C F) 110、ポイント調整機能 (P C F) 112、分散調整機能 (D C F) 114 などの、1 または複数の機能を備える。

20

【0014】

図 2 は、システム 200 の例を示す図である。システム 200 は、1 または複数の A P 210 と、1 または複数の S T A 220 とを備え、例えば、リアルタイムビデオトラフィック (例えば、ビデオ電話トラフィック、ビデオゲーミングトラフィックなど) を搬送する。いくつかのアプリケーションは、クロストラフィックとして機能する。

【0015】

ビデオアプリケーション (例えば、リアルタイムビデオアプリケーション) において、パケットの送信に優先順位を付けるために、静的な手法が、利用される。静的な手法では、ビデオパケットの重要度は、ビデオソース (例えば、ビデオ送信機) によって決定される。ビデオパケットの重要度は、このパケットがネットワークを横断して送信されている間は、同じであり続ける。

30

【0016】

ビデオアプリケーション (例えば、リアルタイムビデオアプリケーション) において、パケットの送信に優先順位を付けるために、動的な手法が、利用される。動的な手法では、ビデオパケットの重要度は、例えば、ビデオパケットがソースを出た後、ビデオパケットがその送信先に到着する前に、ネットワークによって動的に決定される。ビデオパケットの重要度は、ネットワークにおいて過去のビデオパケットに何が起きたか、および / またはネットワークにおいて将来のビデオパケットに何が起きると予測されるかに基づく。

40

【0017】

本明細書で説明される技法は、ビデオ電話を参照して説明されているが、例えば、ビデオゲーミングなど、任意のリアルタイムビデオアプリケーションとともに利用される。

【0018】

E D C A に対する機能強化が、提供される。E D C A では、4 つのアクセスカテゴリ (A C)、すなわち、(例えば、バックグラウンドトラフィック用の) A C __ B K、(例えば、ベストエフォートトラフィック用の) A C __ B E、(例えば、ビデオトラフィック用の) A C __ V I、および (例えば、音声トラフィック用の) A C __ V O が、定義される。競合ウィンドウ (C W)、(例えば、A I F S 数 (A I F S N) を設定することによって

50

決定されるような)調停フレーム間隔(AIFS)、および/または送信機会(TXOP)制限などの、1または複数のパラメータが、定義される。サービス品質(QoS)区別化は、CW、AIFS、および/またはTXOP制限についての異なる値を各ACに割り当てることによって達成される。

【0019】

AC(例えば、AC_{BK}、AC_{BE}、AC_{VI}、AC_{VO})は、クラスと呼ばれる。AC_{VI}のビデオパケットは、重要度レベルに基づいて、サブクラスに分類される。1または複数のパラメータ(例えば、競合ウィンドウ、AIFS、TXOP制限、再送制限など)は、ビデオパケットの重要度レベル(例えばサブクラス)毎に定義される。サービス品質(QoS)区別化は、例えば、重要度レベルを利用することによって、ビデオアプリケーションのAC_{VI}内で達成される。

10

【0020】

表1は、dot11OCBActivatedパラメータが偽の値を有する場合の、上で説明された4つのAC毎の、CW、AIFS、およびTXOP制限についての例示的な設定を示している。dot11OCBActivatedパラメータが偽の値を有する場合、ネットワーク(例えば、WiFiネットワーク)動作は、例えば、通常モードにあり、STAは、基本サービスセット(BSS)に参加して、データを送信する。ネットワーク(例えば、WiFiネットワーク)は、例えば、ネットワークのトラフィック状態および/またはQoS要求に基づいて、表1に表されるものとは値が異なるパラメータを用いるように構成される。

20

【0021】

【表1】

表1:EDCAパラメータセット要素パラメータ値の例

AC	CWmin	CWmax	AIFSN	TXOP制限		
				16条項、17条項 において 定義される PHYの場合	18条項、 19条項、 20条項において 定義される PHYの場合	他の PHY
AC _{BK}	aCWmin	aCWmax	7	0	0	0
AC _{BE}	aCWmin	aCWmax	3	0	0	0
AC _{VI}	(aCWmin+1)/2-1	aCWmin	2	6.016 ms	3.008 ms	0
AC _{VO}	(aCWmin+1)/4-1	(aCWmin+1)/2-1	2	3.264 ms	1.504 ms	0

30

【0022】

ビデオトラフィックは、例えば、802.11規格では、他の種類のトラフィック(例えば、音声トラフィック、ベストエフォートトラフィック、バックグラウンドトラフィックなど)とは異なるように処理される。例えば、パケットのアクセスカテゴリは、そのパケットが、他のアクセスカテゴリのパケットに関して、どのように送信されるかを決定する。例えば、パケットのACは、パケットの送信優先度を表す。例えば、音声トラフィック(AC_{VO})は、ACの最も高い優先度を用いて送信される。しかしながら、例えば、802.11規格では、AC_{VI}内のビデオトラフィックの種類の間には、いかなる区別化も存在しない。回復されたビデオの品質に対するビデオパケット喪失の影響は、例えば、すべてのビデオパケットが等しく重要であるとは限らないので、パケット毎に異なる。ビデオトラフィックは、さらに区別化される。ビデオトラフィックの、他のトラフィッククラス(例えば、AC_{BK}、AC_{BE}、AC_{VO})およびビデオストリーミングトラフィックとの両立性が、考慮される。ビデオトラフィックがさらにサブクラスに区別化される場合、他のACの性能は、無変化であり続ける。

40

【0023】

50

1 または複数の拡張型分散チャネルアクセス機能 (EDCAF) が、ビデオトラフィック、例えば、ビデオ電話トラフィックのために作成される。1 または複数の EDCAF は、ビデオ AC を用いた QoS メトリック空間の量子化を指す。1 または複数の EDCAF は、ビデオトラフィック内で十分なレベルの差別化を提供することを可能にしながら、制御オーバーヘッドを低減または最低化する。

【0024】

ビデオアプリケーション (例えば、リアルタイムビデオアプリケーション) において、パケットの送信に優先順位を付けるために、静的な手法が、利用される。静的な手法では、ビデオパケットの重要度は、ビデオソースによって決定される。ビデオパケットの重要度は、このパケットがネットワークを横断して送信されている間に、変化する。ビデオパケットの静的な優先順位付けは、ソースで実行される。優先度レベルは、例えば、このフローに対して発生したパケット損失の履歴に基づいて、ビデオパケットが送信されている間に、変化する。例えば、ビデオソースによって重要度が最も高いと見なされたパケットは、そのフローに対して発生したパケット損失のせいで、重要度がより低いレベルに格下げされる。

【0025】

図3は、EDCA についての例示的な静的優先順位付け手法のための例示的なシステムアーキテクチャ 300 を示す図である。ネットワークレイヤ 302 は、パケット重要度情報をビデオ重要度情報データベース 304 に渡す。パケット重要度情報は、異なる種類のビデオパケットについての重要度のレベルを提供する。例えば、階層 P の場合、時間レイヤ 0 のパケットは、時間レイヤ 1 のパケットよりも重要であり、時間レイヤ 1 のパケットは、時間レイヤ 2 のパケットよりも重要であり、以下同様である。

【0026】

ビデオトラフィックは、例えば、AC マッピング機能によって、2つのクラス、例えば、リアルタイムビデオトラフィックと他のビデオトラフィックに分類される。他のビデオトラフィックは、AC __VI __O と呼ばれる。AC __VI __O は、ビデオについての AC に従ってビデオトラフィックが提供される方法で送信されるように、物理レイヤ (PHY) に提供される。パケット (例えば、IP パケット) および集約 MPDU (A - MPDU) のマッピングがテーブル検索を利用して実行される。

【0027】

リアルタイムビデオトラフィックは、パケットの重要度情報、例えば、本明細書で説明される階層 P カテゴリ化を利用して、差別化される。例えば、時間レイヤ 0 に属するパケットは、重要度レベル 0 によって特徴付けられ、時間レベル 1 に属するパケットは、重要度レベル 1 によって特徴付けられ、時間レイヤ 2 に属するパケットは、重要度レベル 2 によって特徴付けられる。

【0028】

競合ウィンドウが、重要度レベルに基づいて、定義される。[CWmin (AC __VI), CWmax (AC __VI)] と表される、ビデオについての競合ウィンドウ (CW [AC __VI]) の範囲は、例えば、両立性のために、例えば、より小さい区間に分割化される。CW (AC __VI) は、MPDU を送信しようとして失敗した回数につれて、例えば、CWmin (AC __VI) から開始して最高で CWmax (AC __VI) まで、指数関数的に増加する。バックオフタイマが、ランダムに、例えば、区間 [0, CW (AV __VI)] から一様に、引き出される。バックオフタイマは、媒体が AIFS の時間量にわたってアイドルであり続けた後、トリガされ、それは、その後、STA または AP が、媒体にアクセスする前に、どのくらいの時間にわたってサイレントでいるかを指定する。

【0029】

AC __VI __1、AC __VI __2、...、AC __VI __n が、定義される。i < j であるとする、AC __VI __i によって搬送されるビデオトラフィックは、AC __VI __j によって搬送されるビデオトラフィックよりも重要である。区間 [CWmin (AC __VI), CWmax (AC __VI)] は、例えば、長さが等しい、または等しくない、n

個の区間に分割化される。例えば、区間が等しい長さを有する場合、 AC_VI_i について、その $CW(AC_VI_i)$ は、 $MPDU$ を送信しようと試みて失敗した回数につれて指数関数的に増加するように、規則に従って、区間

$[\text{ceiling}(CW_{min}(AC_VI) + (i - 1) \times d), \text{floor}(CW_{min}(AC_VI) + i \times d)]$

から値を取得し、ここで、 $\text{ceiling}()$ は、シーリング関数であり、 $\text{floor}()$ は、フロア関数であり、 $d = (CW_{max}(AC_VI) - CW_{min}(AC_VI)) / n$ である。

【0030】

そのような方法でビデオについての競合ウィンドウの範囲を分割化することは、異なるビデオ電話トラフィック種類についてのトラフィックの量が等しい場合、両立性要件を満たす。ビデオトラフィック全体についてのバックオフタイマの分布は、分割化なしの場合のそのの近くに保たれる。

【0031】

区間 $[CW_{min}(AC_VI), CW_{max}(AC_VI)]$ は、不等分に分割化される。例えば、ビデオトラフィックの異なる種類のトラフィックの量は、等しくない。区間 $[CW_{min}(AC_VI), CW_{max}(AC_VI)]$ は、分割化からもたらされる小さい区間が、トラフィッククラスのトラフィックの量（例えば、各トラフィッククラスのトラフィックのそれぞれの量）に（例えば、線形スケーリング関数毎に）比例するように、不等分に分割化される。トラフィック量は、 STA および/または AP によって、モニタリングされ、および/または推定される。

【0032】

調停フレーム間隔($AIFS$)が、重要度レベルに基づいて、定義される。例えば、 AC_VI よりも高い優先度を有する AC 、および AC_VI よりも低い優先度を有する AC についての $AIFS$ 数($AIFSN$)は、それぞれ、 $AIFSN1$ および $AIFSN2$ である。例えば、表1では、 $AIFSN2 = AIFSN(AC_BE)$ 、および $AIFSN1 = AIFSN(AC_VO)$ である。

【0033】

$AIFSN(AC_VI_i)$ 、 $i = 1, 2, \dots, n$ のための、 n 個の数が、区間 $[AIFSN1, AIFSN2]$ から、ビデオ電話トラフィックの種類毎に、 $AIFSN(AC_VI_1), AIFSN(AC_VI_2), \dots, AIFSN(AC_VI_n)$ となるように、選択される。ビデオトラフィック全体と他のトラフィッククラスの間での区別化は、維持される。例えば、ビデオトラフィックが全体としてサービスされる場合に、ビデオストリームが媒体にアクセスし続けるならば、異なる種類のビデオパケットが重要度レベルに基づいて区別化されるとき、ビデオフローは、同様の確率で媒体にアクセスし続ける。

【0034】

1または複数の制約が課される。例えば、これら n 個の選択された数の平均は、重要度に基づいたビデオトラフィック内での区別化が実行されない場合に使用される $AIFSN(AC_VI)$ に等しい。

【0035】

送信機会($TXOP$)制限は、重要度レベルに基づいて、定義される。 $TXOP$ 制限についての設定は、 PHY 固有である。アクセスカテゴリおよび(PHY_Type と呼ばれる)与えられた種類の PHY のための $TXOP$ 制限は、 $TXOP_Limit(PHY_Type, AC)$ と表される。表1は、3つの種類の PHY 、例えば、16条項、および17条項において定義される PHY （例えば、 $DSSS$ 、および $HR/DSSS$ ）と、18条項、19条項、および20条項において定義される PHY （例えば、 $OFDM$ PHY 、 ERP 、 HT PHY ）と、他の PHY との例を示している。例えば、 PHY_Type は、それぞれ、1、2、および3である。例えば、 $TXOP_Limit(1, AC_VI) = 6.016ms$ であり、これは、16条項および17条項において定義され

10

20

30

40

50

るPHYのためのものである。

【0036】

可能な限りで最大のTXOP制限は、TXOP_{max}である。例えば、 $i = 1, 2, \dots, n$ として、TXOP_Limit(PHY_Type, AC_VI_i)のためのn個の数は、ビデオパケットの種類毎に、約TXOP_Limit(PHY_Type, AC_VI)の区間から定義される。基準が、これらの数に課される。例えば、これらの数の平均は、例えば、両立性のために、TXOP_Limit(PHY_Type, AC_VI)に等しい。

【0037】

再送制限は、重要度レベルと関連付けられる。802.11規格は、再送の試みの回数に制限を設定するために、2つのアトリビュート、例えば、dot11LongRetryLimitおよびdot11ShortRetryLimitを定義し、それらは、EDCAFに対して同じである。アトリビュートdot11LongRetryLimitおよびdot11ShortRetryLimitは、ビデオトラフィックの重要度情報（例えば、優先度）に依存する。

【0038】

例えば、dot11LongRetryLimit = 7、およびdot11ShortRetryLimit = 4の値が、利用される。値は、ビデオトラフィックの重要度レベル（例えば、優先度）毎に、例えば、 $i = 1, 2, \dots, n$ として、dot11LongRetryLimit(AC_VI_i)およびdot11ShortRetryLimit(AC_VI_i)に対して、定義される。（例えば、重要度情報に基づいて）優先度がより高いパケットは、より多くの潜在的な再送を与えられ、優先度がより低いパケットは、より少ない再送を与えられる。再送制限は、潜在的な再送の平均回数が、例えば、異なる優先度を有するビデオパケットのトラフィックの量の与えられた分布のために、AC_VI₀についてのそれと同じであり続けるように、設計される。分布は、APおよび/またはSTAによってモニタリングされ、および/または更新される。例えば、状態変数amountTraffic(AC_VI_i)は、ビデオトラフィックサブクラス（例えば、重要度レベル）毎に、例えば、そのサブクラスについてのトラフィックの量を記録にとどめるために、維持される。変数amountTraffic(AC_VI_i)は、以下のように更新され、amountTraffic(AC_VI_i) \times amountTraffic(AC_VI_i) + (1 - a) \times (持続時間Tの最後の時間区間において到着したAC_VI_iのフレームの数)、ここで、時間は、持続時間Tの時間区間に分割化され、 $0 < a < 1$ は、一定の重みである。

【0039】

AC_VI_iに属するトラフィックの割合は、

【0040】

【数1】

$$p_i = \frac{\text{amountTraffic}(AC_VI_i)}{\sum_{j=1}^n \text{amountTraffic}(AC_VI_j)} \quad (1)$$

【0041】

であり、ここで、 $i = 1, 2, \dots, n$ である。

【0042】

例えば、dot11LongRetryLimit(AC_VI_i) = floor((n - i + 1)L)、 $i = 1, 2, \dots, n$ である。Lは、例えば、平均をdot11LongRetryLimit(AC_VI₀)に等しくするように、解かれる。

【0043】

【数2】

$$\sum_{i=1}^n p_i \text{floor}((n - i + 1)L) = \text{dot11LongRetryLimit}(AC_VI_0) \quad (2)$$

【0044】

であり、これが、近似解

【 0 0 4 5 】

【 数 3 】

$$L = \frac{\text{dot11LongRetryLimit}(AC_VI_O)}{\sum_{i=1}^n p_i(n-i+1)} \quad (3)$$

【 0 0 4 6 】

を提供し、これが、 $\text{dot11LongRetryLimit}(AC_VI_i) = \text{floor}((n-i+1)L)$ 、 $i = 1, 2, \dots, n$ に従って、 $\text{dot11LongRetryLimit}(AC_VI_i)$ についての値を提供する。

【 0 0 4 7 】

同様に、 $\text{dot11ShortRetryLimit}(AC_VI_i)$ の値は、

【 0 0 4 8 】

【 数 4 】

$$\text{dot11ShortRetryLimit}(AC_VI_i) = \text{floor}\left((n-i+1) \frac{\text{dot11ShortRetryLimit}(AC_VI_O)}{\sum_{i=1}^n p_i(n-i+1)}\right) \quad (4)$$

【 0 0 4 9 】

として決定され、ここで、 $i = 1, 2, \dots, n$ である。手順は、APおよび/またはSTAによって、例えば、独立して、実施される。これらの制限の値を変更（例えば、動的に変更）することは、例えば、制限は送信機ドリブンであるので、通信オーバーヘッドを招かない。

【 0 0 5 0 】

再送制限の選択は、例えば、802.11リンクによって経験される、競合のレベルに基づく。競合は、様々な方法で検出される。例えば、平均競合ウィンドウサイズは、競合のインジケータである。キャリアセンス多重アグリゲーション（CSMA）結果（例えば、チャンネルが空いているかどうか）は、競合のインジケータである。レート適応が使用される場合、再試行制限に達した後、APおよび/またはSTAが送信を断念した平均回数は、競合のインジケータとして使用される。

【 0 0 5 1 】

ビデオアプリケーション（例えば、リアルタイムビデオアプリケーション）において、パケットの送信に優先順位を付けるために、動的な手法が、利用される。動的な手法では、ビデオパケットの重要度は、例えば、ビデオパケットがソースを出た後、ビデオパケットがその送信先に到着する前に、ネットワークによって動的に決定される。ビデオパケットの重要度は、ネットワークにおいて過去のビデオパケットに何が起きたか、および/またはネットワークにおいて将来のビデオパケットに何が起きると予測されるかに基づく。

【 0 0 5 2 】

パケットの優先順位付けは、動的である。パケットの優先順位付けは、以前のパケットに何が起きたか（例えば、以前のパケットが低下（drop）された）、およびこのパケットの配信失敗が将来のパケットについて示唆することに依存する。例えば、ビデオ電話トラフィックの場合、パケットの紛失は、エラー伝搬という結果となる。

【 0 0 5 3 】

例えば、媒体アクセス制御（MAC）レイヤで、2つのトラフィック方向が、存在する。一方のトラフィック方向は、APからSTA（例えば、ダウンリンク）であり、他方のトラフィック方向は、STAからAP（例えば、アップリンク）である。ダウンリンクでは、APが、中央ポイントであり、そこで、異なるSTAを送信先とする異なるビデオ電話トラフィックフローについての優先順位付けが、実行される。APは、例えば、Wi-FiチャンネルのTDD性およびCSMA型の媒体アクセスのせいで、アップリンクトラフィックを送信するSTAと媒体アクセスを競い合う。STAは、複数のビデオトラフィックフローを発信し、トラフィックフローの1または複数は、アップリンク内を進む。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

図 4 は、E D C A についての例示的な動的ビデオトラフィック優先順位付け手法のための例示的なシステムアーキテクチャ 4 0 0 を示す図である。ビデオ品質情報は、パケットが失われた場合にビデオ品質悪化を示すパラメータであり、またはそれを含む。A C マッピングにおいて、ビデオ電話トラフィックは、考察中のパケットについての（例えば、ビデオ品質情報データベース 4 0 2 からの）ビデオ品質情報、および / または（例えば、E D C A F _ V I _ i モジュール、 $i = 1, 2, \dots, n$ によって報告されるような）M A C レイヤで発生したイベントに基づいて、複数のクラスに（例えば、動的に）分類される。イベント報告は、A - M P D U シーケンス制御番号、および / またはこの A - M P D U の送信の結果（例えば、成功または失敗）を含む。

10

【 0 0 5 5 】

2 値優先順位付け、3 レベル動的優先順位付け、および / または予想ビデオ品質優先順位付けが、利用される。図 5 は、2 値優先順位付けの例を示す図である。図 6 は、区別化なしの例を示す図である。2 値優先順位付けでは、複数のビデオ電話トラフィックフローが、A P を横断する場合、A P は、パケット損失を被ったフローを識別し、そのフローにより低い優先度を割り当てる。図 5 および図 6 の破線ボックス 5 0 2、6 0 2 は、エラー伝搬の広がりを示す。

【 0 0 5 6 】

2 値優先順位付けは、ビデオアウェア待ち行列管理におけるルータが、パケットを低下するのに対し、2 値優先順位付けを利用する A P（または S T A）は、（例えば、必ずしもパケット損失を起こすとは限らない）あるパケットの優先度を引き下げる点で、ビデオアウェア待ち行列管理とは異なる。ビデオアウェア待ち行列管理は、ネットワークレイヤソリューションであり、例えば、本明細書で説明されるように、レイヤ 2 における 2 値優先順位付けと併せて使用される。

20

【 0 0 5 7 】

3 レベル動的優先順位付けは、クロストラフィックに悪影響を与えずに、リアルタイムビデオの Q o E を改善する。

【 0 0 5 8 】

テレビ会議などの、いくつかのリアルタイムビデオアプリケーションでは、I P P P ビデオ符号化構造が、遅延制約を満たすために使用される。I P P P ビデオ符号化構造では、ビデオシーケンスの最初のフレームは、イントラコード化され、他のフレームは、先行（例えば、直前）フレームを動き補償予測のための基準として使用して符号化される。損失のあるチャンネルにおいて送信される場合、パケット損失は、対応するフレームおよび / または後続のフレームに影響し、例えば、エラーが、伝搬される。パケット損失に対処するために、マクロブロック（M B）イントラリフレッシュが、使用され、例えば、フレームのいくつかの M B は、イントラコード化される。これは、例えば、コード化効率がより低くなるという代償を払って、エラー伝搬を緩和する。

30

【 0 0 5 9 】

ビデオの送信先は、後続のフレームがエラー伝搬から解放されるように、イントラコード化される瞬時復号器リフレッシュ（I D R）フレームの挿入をトリガするために、パケット損失情報をビデオ符号化器にフィードバックする。パケット損失情報は、R T P 制御プロトコル（R T C P）パケットを介して送信される。受信機は、パケット損失を検出した場合、失われたパケットが属するフレームのインデックスを含む、パケット損失情報を返送する。この情報を受信した後、ビデオ符号化器は、パケット損失が新しいエラー伝搬区間を生成するかどうかを決定する。失われたパケットが属するフレームのインデックスが、最後の I D R フレームのインデックスよりも小さい場合、ビデオ符号化器は、何もしない。パケット損失は、既存のエラー伝搬区間中に発生し、新しい I D R フレームは、すでに生成されており、それが、エラー伝搬を停止させる。そうではない場合、パケット損失は、新しいエラー伝搬区間を生成し、ビデオ符号化器は、エラー伝搬を停止させるために、現在のフレームをイントラモードで符号化する。エラー伝搬の持続時間は、少なくとも

40

50

もビデオ符号化器と復号器の間のラウンドトリップ時間 (R T T) である、フィードバック遅延に依存する。エラー伝搬は、(例えば、一定の) 数の P 個のフレームおきにフレームがイントラコード化される反復的な I D R フレーム挿入を使用して緩和される。

【 0 0 6 0 】

I E E E 8 0 2 . 1 1 の M A C では、送信が成功しなかった場合、例えば、再試行制限または再送制限が超過されるまで再送が実行される。再試行制限または再送制限は、パケットのために送信を試みる最大回数である。最大回数の送信を試みた後、送信されることができなかったパケットは、M A C によって廃棄される。送信要求 / 送信可 (R T S / C T S) 閾値以下のパケット長を有するパケットに対しては、ショート再試行制限または再送制限が適用される。R T S / C T S 閾値よりも大きいパケット長を有するパケットに対しては、ロング再試行制限または再送制限が適用される。R T S / C T S の使用は無効化され、ショート再試行制限または再送制限が使用され、R によって表される。

10

【 0 0 6 1 】

M A C レイヤ最適化は、区別化されたサービスをビデオパケットに提供することによって、例えば、送信再試行制限を調整することによって、ビデオ品質を改善し、同じネットワーク内の他の局と両立性がある。再試行制限は、ビデオパケットの重要度に従って、割り当てられる。例えば、低い再試行制限は、重要度がより小さいビデオパケットに割り当てられる。重要度がより大きいビデオパケットは、より多くの送信の試みを獲得する。

【 0 0 6 2 】

再試行制限は、パケットが搬送するビデオフレームの種類、および / またはネットワーク内で発生した紛失イベントに基づいて、ビデオパケットに動的に割り当てられる。いくつかのビデオパケット優先順位付けは、静的なパケット区別化を含む。例えば、ビデオパケット優先順位付けは、ビデオ符号化構造、例えば、反復的な I D R フレーム挿入および / またはスケーラブルビデオコード化 (S V C) に依存する。S V C は、ビデオパケットが属するレイヤに基づいて、ビデオパケットをサブストリームに分類し、サブストリームのそれぞれの優先度をネットワークに通知する。ネットワークは、例えば、ネットワーク輻輳の場合、またはチャネル状態が貧弱な場合、より高い優先度を有するサブストリームに、より多くのリソースを割り当てる。S V C に基づいた優先順位付けは、静的であり、例えば、瞬間的なネットワーク状態を考慮しない。

20

【 0 0 6 3 】

分析モデルは、M A C レイヤ最適化の性能、例えば、ビデオ品質に対する影響を評価する。クロストラフィックの送信を考慮する場合、両立性条件は、M A C レイヤ最適化が、クロストラフィックに悪影響を与えることを防止する。シミュレーションは、クロストラフィックのスループットが、M A C レイヤ最適化が利用されないシナリオと実質的に同様であり続けることを示す。

30

【 0 0 6 4 】

再試行制限は、パケット、例えば、すべてのパケットについて同じである。図 7 は、フレーム番号の関数としての P S N R の例を示している。図 7 に示されるように、フレーム 5 の紛失のせいで、後続の P 個のフレームは、次の I D R フレームまで、エラーのあるものとなり、後続のフレームの受信が成功したかどうかに関わらず、ビデオ品質は、低いままである。これらのフレームの送信は、ビデオ品質にあまり重要ではなく、それらについての再試行制限は、引き下げられる。

40

【 0 0 6 5 】

ビデオフレームは、複数の優先度カテゴリ、例えば、3 つの優先度カテゴリに分類され、再試行制限 R_i が、優先度 i ($i = 1, 2, 3$) を有するビデオフレームに割り当てられ、ここで、優先度 1 が、最も高い優先度であり、 $R_1 > R_2 = R > R_3$ である。I D R フレームおよび I D R フレームの後のフレームは、フレームが失われるまで、または両立性基準が満たされなくなるまで、再試行制限 R_1 を割り当てられる。I D R フレームを生成した後、受信機で復号されるビデオシーケンスは、可能な限り長くエラーがない。ネットワークが、I D R フレーム後すぐにフレームを低下 (d r o p) させた場合、ビデオ品質

50

は、劇的に低下し、少なくとも 1 R T T を要する、新しい I D R フレームが生成されるまでの間、貧弱なままである。パケット損失がすぐ後に続く I D R フレームの利益は、少数のビデオフレームに限定される。I D R フレームおよび I D R フレームに後続するフレームは、優先的に順位付けされる。再試行制限に達したために、M A C レイヤが、パケットを廃棄した場合、より高い再試行制限がビデオ品質を改善しないので、後続のフレームは、新しい I D R フレームが生成されるまで、最も小さい再試行制限 R_3 を割り当てられる。他のフレームは、再試行制限 R_2 を割り当てられる。

【 0 0 6 6 】

両立性基準は、ビデオパケットについての再試行制限を構成（例えば、最適化）することによって、他のアクセスカテゴリ（A C）の性能が悪影響を受けないように、適用される。ビデオシーケンスの送信の試みの合計回数は、再試行制限を構成（例えば、最適化）しても、またはしなくても、同じに維持される。

10

【 0 0 6 7 】

ビデオパケットについての送信の試みの平均回数は、送信の試みの実際の回数をモニタリングすることによって決定される。ビデオパケットについての送信の試みの平均回数は、推定される。例えば、 p は、ビデオ送信機の M A C レイヤにおける単一の送信の試みの衝突確率を表す。再送の回数に関わらず、 p は、一定であり、パケットに対して独立である。局の送信待ち行列は、空ではない。確率 p は、M A C レイヤでモニタリングされ、例えば、I E E E 8 0 2 . 1 1 規格が使用される場合、衝突確率の近似として使用される。 r 回の試みの後、送信がまだ失敗する確率は、 p^r である。再試行制限 R を有するパケットの場合、送信の試みの平均回数は、

20

【 0 0 6 8 】

【数 5】

$$\sum_{i=1}^R i \cdot p^{i-1} (1-p) + R \cdot p^R = \frac{1-p^R}{1-p}, \quad (5)$$

【 0 0 6 9 】

によって与えられ、ここで、 $p^{i-1} (1-p)$ は、 i 回の試みの後、パケットの送信に成功する確率であり、式 (5) の左辺の第 2 項における p^R は、 R 回の試みの後、送信がまだ失敗する確率である。便宜的に、 $p_0 = p^R$ 、

30

【 0 0 7 0 】

【数 6】

$$p_i = p^{R_i}$$

【 0 0 7 1 】

、 $i = 1, 2, 3$ とし、ここで、 p_i は、再試行制限が R_i である場合のパケット損失率である。 $R_1 > R_2 = R > R_3$ であるので、 $p_1 < p_2 = p_0 < p_3$ である。 M は、ビデオシーケンス内のデータの（例えば、バイト単位の）合計サイズであり、 M_i ($i = 1, 2, 3$) は、再試行制限 R_i を有するビデオフレームのデータの合計サイズであり、ここで、 $M = M_1 + M_2 + M_3$ である。両立性基準を満たすために、送信の試みの合計回数は、パケット再試行制限が増加された後、増加せず、例えば、

40

【 0 0 7 2 】

【数 7】

$$\frac{1-p_0}{1-p} M \geq \sum_{i=1}^3 \frac{1-p_i}{1-p} M_i. \quad (6)$$

【 0 0 7 3 】

である。

【 0 0 7 4 】

3 レベル動的優先順位付けが、実行される。フレームは、例えば、その種類に基づいて

50

、優先度レベルを割り当てられる。優先度レベルは、1または複数のパケット、例えば、1または複数の隣接パケットを送信するための送信が成功したか、それとも失敗したかに基づいて、割り当てられる。優先度レベルは、一部には、両立性基準が満たされるかどうかに基づく。図8は、3レベル動的優先順位付けの例を示している。IDRフレーム802、804は、優先度1を割り当てられる。後続フレームについては、その先行フレームの送信が成功した場合、両立性基準が満たされるならば、優先度1を割り当てられる。フレームについて両立性基準が満たされない場合、MACは、再試行制限を超過したせいでパケットが低下されるまで、そのフレームおよび後続フレームに優先度2を割り当てる。優先度1または2を有するパケットが低下された場合、1または複数の後続フレームは、例えば、次のIDRフレームまで、優先度3を割り当てられる。優先度3を有する連続フレームの数は、少なくとも1RTTである、エラー伝搬の持続時間によって決定される。累積サイズMおよび M_i は、ビデオシーケンスの開始から計算される。ビデオ持続時間が大きい場合、累積サイズは、例えば、ある時間期間の間、またはある数のフレームにわたって、更新される。

【0075】

累積パケットサイズMおよび M_0 は、値0になるように初期化される。それぞれqおよび q_0 である、現在のフレームおよび最後のフレームの優先度は、値0になるように初期化される。サイズmを有するビデオフレームが、より高位のレイヤから到着した場合、それがIDRフレームであるならば、その優先度qは、1になるように設定される。それ以外の場合、最後のフレームの優先度 q_0 が3であるならば、現在のフレームの優先度qは、3になるように設定される。現在のフレームがIDRフレームではないときに、最後のフレームが低下され、最後のフレームの優先度 q_0 が3でない場合、現在のフレームの優先度qは、3になるように設定される。現在のフレームがIDRフレームではないときに、最後のフレームの優先度 q_0 が2であり、最後のフレームが低下されていない場合、現在のフレームの優先度qは、2になるように設定される。現在のフレームがIDRフレームではないときに、不等式(6)が満たされ、最後のフレームが低下されておらず、最後のフレームの優先度 q_0 が1である場合、現在のフレームの優先度qは、1になるように設定される。これらの条件のいずれもが適用されない場合、現在のフレームの優先度qは、2になるように設定される。最後のフレームの優先度 q_0 は、それゆえ、現在のフレームの優先度qになるように設定される。累積パケットサイズMおよび M_q はともに、ビデオフレームのサイズmだけ増加される。このプロセスは、例えば、ビデオセッションが終了するまで、繰り返される。

【0076】

最後のフレームが優先度2を割り当てられる、または不等式(6)が満たされない場合、フレームは、優先度2を割り当てられる。不等式(6)が満たされる場合、どのフレームも、優先度2を割り当てられず、例えば、フレームは、優先度1または3を割り当てられる。

【0077】

いくつかのビデオ会議アプリケーションは、エラーのあるフレームを提示する代わりに、最も新しいエラーのないフレームを提示する。ビデオ送信先は、エラー伝搬中、ビデオをフリーズさせる。フリーズ時間は、性能評価のためのメトリックである。フレームレートが一定である場合、フリーズ時間は、パケット損失のせいでフリーズされたフレームの数の等価なメトリックである。

【0078】

IDRビデオフレームおよび非IDRビデオフレームは、それぞれ、d個およびd'個の同じサイズを有するパケットに符号化され、ここで、 $d > d'$ である。Nは、これまでに符号化されたフレームの合計数であり、nは、IEEE 802.11規格が使用される場合の、パケットの数である。本明細書で開示されるように、優先度が、フレームに割り当てられる。優先度iを有するパケットの数は、 n_i によって表される。これらのシナリオでは、異なる数のIDRフレームが存在するので、 n と $n_1 + n_2 + n_3$ は、異なる。N

10

20

30

40

50

は、十分に大きく、 n 、 n_1 、 n_2 、 $n_3 > 0$ であると仮定される。パケットが同じサイズを有すると仮定することによって、不等式(6)は、

【0079】

【数8】

$$\frac{1-p_0}{1-p}n \geq \sum_{i=1}^3 \frac{1-p_i}{1-p}n_i. \quad (7)$$

【0080】

と書き直される。

【0081】

10

フレームレートが一定であると見なすと、 D は、フィードバック遅延中に送信されるフレームの数である。送信においてパケットが失われた場合、パケット損失情報は、パケットが送信されてからフィードバック遅延後に、ビデオソースにおいて受信される。新しいIDRフレームが、例えば、直ちに、生成されるが、それは、失われたパケットが属するフレームから D 番目のフレームである。 $D-1$ 個のフリーズされたフレームが、エラー伝搬によって影響を受ける。例えば、フィードバック遅延が短い場合、少なくとも失われたパケットが属するフレームに、エラーがある。 $D-1$ であると仮定され、 D 個のフリーズされたフレームを含む区間が、フリーズされた区間である。

【0082】

IEEE802.11規格が使用される場合、パケット損失確率 p_0 は、非常に小さいので、フリーズされた区間内に、1つのパケット損失(例えば、最初のパケット)が存在する。独立なエラー伝搬の数は、失われたパケットの数に等しく、それは、パケットが n 個のビデオシーケンスでは、 $p_0 n$ である。エラーのあるフレームの、例えば、フリーズされたフレームの、予想される合計数は、

20

$$N_f = p_0 n D \quad (8)$$

によって与えられる。

【0083】

本明細書で開示されるように、フリーズされた区間は、優先度1または2を有するエラーのあるフレームで開始し、その後に、優先度3を有する $D-1$ 個のフレームが、続く。優先度1および2を有する失われたパケットの数は、それぞれ、 $p_1 n_1$ および $p_2 n_2$ である。フリーズされたフレームの合計数は、

30

$$N'_f = (p_1 n_1 + p_2 n_2) D \quad (9)$$

である。

【0084】

優先度3を有するフレームは、フリーズされた区間内に出現し、1または複数のフレーム(例えば、各フレーム)が、 d' 個のパケットに符号化される。優先度3を有するパケットの予想される合計数は、

【0085】

【数9】

$$n_3 = \frac{D-1}{D} N'_f d'. \quad (10)$$

40

【0086】

によって与えられる。 $D=1$ である場合、1つのフレーム(例えば、失われたパケットが属するフレーム)が、フリーズされた区間内で送信され、次のフレームは、フリーズされた区間を停止させるIDRフレームである。いずれのフレームも、優先度3を割り当てられず、 $n_3=0$ である。

【0087】

n'_1 は、IDRフレームに属するパケットの数である。最初のIDRフレームを除いて、他のIDRフレームは、フリーズされた区間の終了後に出現し、IDRフレームは、

50

d 個のパケットに符号化される。I D R フレームに属するパケットの合計数は、

【 0 0 8 8 】

【 数 1 0 】

$$n'_1 = \left(\frac{N'_f}{d} + 1 \right) d \quad (11)$$

【 0 0 8 9 】

によって与えられる。

【 0 0 9 0 】

I E E E 8 0 2 . 1 1 規格を使用する場合、失われたパケットは、新しい I D R フレームをトリガする。ビデオシーケンスの最初のフレームは、I D R フレームであり、そのため、I D R フレームの予想される合計数は、 $p_0 n + 1$ である。パケットの予想される合計数は、

$$n = (p_0 n + 1) d + [N - (p_0 n + 1)] d'$$

として与えられる。上の式から、

【 0 0 9 1 】

【 数 1 1 】

$$N = \frac{n - (p_0 n + 1)(d - d')}{d'} \quad (12)$$

【 0 0 9 2 】

のように、N を解くことができる。

【 0 0 9 3 】

本明細書で開示されるように、優先度 1 または 2 を有する失われたパケットは、新しい I D R フレームの生成を引き起こす。パケットの予想される合計数は、

$$n_1 + n_2 + n_3 = (p_1 n_1 + p_2 n_2 + 1) d + [N - (p_1 n_1 + p_2 n_2 + 1)] d'$$

として与えられる。フレームの合計数は、上の式から、

【 0 0 9 4 】

【 数 1 2 】

$$N = \frac{(n_1 + n_2 + n_3) - (p_1 n_1 + p_2 n_2 + 1)(d - d')}{d'} \quad (13)$$

【 0 0 9 5 】

のように解かれることができる。量 d は、 $d = d - d'$ として定義される。(1 2) および (1 3) から、

$$n - (p_0 n + 1) d = (n_1 + n_2 + n_3) - (p_1 n_1 + p_2 n_2 + 1) d \quad (14)$$

である。 $p_2 = p_0$ であるので、

$$\begin{aligned} (1 - p_0 d) (n - n_2) &= (1 - p_1 d) n_1 + n_3 \\ &> (1 - p_1 d) (n_1 + n_3) \end{aligned} \quad (15)$$

である。

【 0 0 9 6 】

上の不等式は、 $1 - p_1 d < 1$ であるという事実から得られ、等式は、 $n_3 = 0$ であるときに、例えば、 $D = 1$ である場合に成り立つ。 $p_1 < p_0$ であるので、 $1 - p_0 d < 1 - p_1 d$ である。

【 0 0 9 7 】

【数 1 3】

$$\begin{aligned}
 n - n_2 &> \frac{1 - p_1 \Delta d}{1 - p_0 \Delta d} (n_1 + n_3) \\
 &> n_1 + n_3.
 \end{aligned}
 \tag{16}$$

【0 0 9 8】

は、(15) から得られる。上の不等式から、 $n > n_1 + n_2 + n_3$ であり、例えば、同じビデオシーケンスについて、I E E E 8 0 2 . 1 1 規格が使用される場合のバケットの数は、Q o E ベースの最適化が使用される場合のそれよりも大きい。

【0 0 9 9】

N_1 および N'_1 は、それぞれ、I E E E 8 0 2 . 1 1 規格が使用される場合および Q o E ベースの最適化が使用される場合の I D R フレームの数を表す。I D R フレームおよび非 I D R フレームは、それぞれ、 d 個および d' 個のバケットに符号化され、I E E E 8 0 2 . 1 1 規格が使用される場合のバケットの合計数は、

$$\begin{aligned}
 n &= d N_1 + d' (N - N_1) \\
 &= d' N + d N_1
 \end{aligned}$$

によって与えられる。Q o E ベースの最適化が使用される場合、バケットの合計数は、

$$n_1 + n_2 + n_3 = d' N + d N'_1$$

である。 $n > n_1 + n_2 + n_3$ であるので、上の 2 つの式から、 $N_1 > N'_1$ である。フリーズされた区間は、I D R フレームの生成をトリガし、ビデオシーケンスの最初のフレームである、最初の I D R フレームを除いて、I D R フレームは、フリーズされた区間の直後に、出現する。その場合、

$$\begin{aligned}
 N_f &= (N_1 - 1) D \\
 N'_f &= (N'_1 - 1) D
 \end{aligned}$$

である。Q o E ベースの最適化が使用される場合のフリーズされたフレームの数は、I E E E 8 0 2 . 1 1 規格が使用される場合のそれよりも小さく、例えば、

$$N'_f < N_f \tag{17}$$

である。(14) から、

$$n - (n_1 + n_2 + n_3) = [p_0 n - (p_1 n_1 + p_2 n_2)] d \tag{18}$$

である。(18) の左辺は、0 よりも大きいので、 $p_0 n - (p_1 n_1 + p_2 n_2) > 0$ である。両立性基準 (7) を考慮すると、

【0 1 0 0】

【数 1 4】

$$\begin{aligned}
 &\frac{1 - p_0}{1 - p} n - \sum_{i=1}^3 \frac{1 - p_i}{1 - p} n_i \\
 &= \frac{n - (n_1 + n_2 + n_3) - p_0 n + (p_1 n_1 + p_2 n_2 + p_3 n_3)}{1 - p} \\
 &= \frac{[p_0 n - (p_1 n_1 + p_2 n_2)](\Delta d - 1) + p_3 n_3}{1 - p}
 \end{aligned}$$

$$\geq 0$$

【0 1 0 1】

である。第 2 の式は、(18) を代入することによって、獲得される。不等式は、 $p_0 n - (p_1 n_1 + p_2 n_2) > 0$ 、 $d = 1$ 、および $n_3 = 0$ という事実から得られ、等式は、 $d = 1$ 、および $n_3 = 0$ であるときに、成り立つ。

【0 1 0 2】

ビデオシーケンスが十分に大きい場合、両立性基準 (7) が、満たされる。実施形態では、優先度 2 を有するいずれのフレームも、ビデオシーケンスの開始後には生成されない。さらに、(3) の左辺は、右辺よりも厳密に大きいので、送信の試みの予想される回数

10

20

30

40

50

は、本明細書で開示される手法を使用して、減少される。したがって、クロストラフィックのための送信機会が、確保される。

【0103】

実施形態では、ビデオシーケンスの開始を除いて、いずれのフレームも、優先度2を割り当てられない。優先度1を有するフレームの後には、このパケットの送信が成功した場合、優先度1を有する別のフレームが続く。本明細書で開示されるアルゴリズムによれば、優先度は、フレーム内では変化しない。優先度1を有するフレームのパケットが、低下された場合、同じフレームの残りのパケットは、同じ優先度を有し、後続フレームのパケットは、優先度3を割り当てられる。フリーズされた区間は、優先度3を有する $D-1$ 個の後続フレームを含み、それらの1または複数（例えば、各々）は、 d' 個のパケットに符号化される。最初の $(D-1)d'-1$ 個のパケットの後には、確率1で、優先度3を有する別のパケットが続き、最後の1つの後には、確率1で、次のIDRフレームに属する優先度1を有するパケットが続く。このプロセスは、図9に示される、離散時間マルコフ連鎖900によってモデル化される。

【0104】

図9において、状態902、904、906、908は、フリーズされた区間内における、優先度3を有する $(D-1)d'$ 個のパケットを表す。最初の2つの行910、912における状態は、それぞれ、優先度1を有するIDRフレームの d 個のパケットおよび非IDRフレームの d' 個のパケットを表し、ここで、状態 (I, i) は、優先度1を有するIDRフレームの第 i のパケットについてのものであり、状態 (N, j) は、優先度1を有する非IDRフレームの第 j のパケットについてのものである。フリーズされた区間の後、それには、優先度1を有するIDRフレームの d 個のパケットが続く。 d 個のパケットの送信が成功した場合、それらには、非IDRフレームの d' 個のパケットが続く。そうではない場合、それらは、新しいフリーズされた区間を初期化する。非IDRフレームの送信の後、送信が失敗しない限り、それには、別の非IDRフレームが続く。 P_a および P_b は、それぞれ、優先度1を有するIDRフレームおよび非IDRフレームの送信が成功する確率である。IDRフレームの送信は、例えば、IDRフレームの d 個のパケットの送信が成功した場合に、成功する。パケットについて、それは優先度1を有するので、パケット損失率は、 p_1 である。したがって、

$$P_a = (1 - p_1)^d \quad (19)$$

である。非IDRフレームは、優先度1を有する。確率 P_b は

$$P_b = (1 - p_1)^{d'} \quad (20)$$

によって与えられる。 $D=1$ である場合、いずれのフレームも、優先度3を割り当てられず、図9の最終行における状態Iは存在しない。フレームが送信中に低下された場合、それには、（例えば、直ちに）別のIDRフレームが続く。離散時間マルコフ連鎖は、図21に示されるモデルになる。以下の導出は、図9に示されたモデルに基づく。導出は、 $D=1$ である場合にも当てはまる。 $q_{I,i}$ 、 $1 \leq i \leq d$ 、 $q_{N,j}$ 、 $1 \leq j \leq d'$ 、および $q_{3,k}$ 、 $1 \leq k \leq (D-1)d'$ は、マルコフ連鎖の定常分布である。 $q_{I,1} = q_{I,2} = \dots = q_{I,d}$ 、 $q_{N,1} = q_{N,2} = \dots = q_{N,d'}$ 、および $q_{3,1} = q_{3,2} = \dots = q_{3,(D-1)d'}$ である。さらに、

$$q_{I,1} = q_{3,(D-1)d'} \quad (21)$$

$$q_{N,1} = P_a q_{I,d} + P_b q_{N,d'} \quad (22)$$

$$q_{3,1} = (1 - P_a) q_{I,d} + (1 - P_b) q_{N,d'} \quad (23)$$

である。上の式から、

$$q_{I,i} = q_{3,1} \quad (24)$$

【0105】

【数15】

$$q_{N,j} = \frac{P_a}{1 - P_b} q_{3,1} \quad (25)$$

10

20

30

40

50

【 0 1 0 6 】

である。正規化条件から、

$$d q_{1,1} + d' q_{N,1} + (D-1) d' q_{3,1} = 1$$

である。

【 0 1 0 7 】

【 数 1 6 】

$$q_{3,1} = \frac{1 - P_b}{[d + (D-1)d'](1 - P_b) + P_a d'} \quad (26)$$

【 0 1 0 8 】

10

が、獲得される。 q_3 は、パケットが IDR フレームに属する確率であり、それは、

【 0 1 0 9 】

【 数 1 7 】

$$q_3 = \sum_{i=1}^{(D-1)d'} q_{3,i} = \frac{(D-1)d'(1 - P_b)}{[d + (D-1)d'](1 - P_b) + P_a d'}$$

【 0 1 1 0 】

によって与えられる。 $n_1 + n_2 + n_3$ 個のパケットを含むビデオシーケンスにおいて、IDR フレームに属するパケットの予想される数は、 $n'_1 = q_1 (n_1 + n_2 + n_3)$ によって獲得される。(11) から、

20

【 0 1 1 1 】

【 数 1 8 】

$$\begin{aligned} N'_f &= \left(\frac{n'_f}{d} - 1\right)D \\ &< \frac{n'_f D}{d} \\ &= \frac{q_1 (n_1 + n_2 + n_3) D}{d} \\ &= \frac{D(1 - P_b)(n_1 + n_2 + n_3)}{[d + (D-1)d'](1 - P_b) + P_a d'} \\ &< \frac{D(1 - P_b)n}{[d + (D-1)d'](1 - P_b) + P_a d'} \end{aligned} \quad (27)$$

30

【 0 1 1 2 】

であり、ここで、最後の不等式は、 $n_1 + n_2 + n_3 < n$ であるという事実から得られる。テイラの定理によって、確率 P_a は、

$$P_a = (1 - p_1)^d$$

【 0 1 1 3 】

【 数 1 9 】

40

$$= 1 - dp_1 + \frac{d(d-1)}{2} (1 - \xi)^{d-2} p_1^2$$

【 0 1 1 4 】

と表され、ここで、 $0 < p_1 < 1$ である。したがって、

【 0 1 1 5 】

【 数 2 0 】

$$1 - dp_1 \leq P_a \leq 1 - dp_1 + \frac{d(d-1)}{2} p_1^2$$

50

【 0 1 1 6 】

である。同様に、

【 0 1 1 7 】

【 数 2 1 】

$$d'p_1 - \frac{d'(d'-1)}{2} p_1^2 \leq 1 - P_b \leq d'p_1$$

【 0 1 1 8 】

である。上の限界を適用すると、不等式 (2 7) は、

【 0 1 1 9 】

【 数 2 2 】

$$\begin{aligned} N'_f &< \frac{Dd'p_1n}{[d+(D-1)d'](d'p_1 - \frac{d'(d'-1)}{2} p_1^2) + (1-dp_1)d'} \\ &= \frac{Dp_1n}{[d+(D-1)d'](p_1 - \frac{d'-1}{2} p_1^2) - dp_1 + 1} \\ &= \frac{Dp_0n}{[d+(D-1)d'](p_0 - \frac{d'-1}{2} p_0p_1) - dp_0 + \frac{p_0}{p_1}} \\ &< \frac{N_f}{[(d+(D-1)d')(1 - \frac{d'-1}{2} p_1) - d]p_0 + 1}, \end{aligned} \quad (28)$$

【 0 1 2 0 】

と表され、ここで、最後の不等式は、 $p_0 > p_1$ 、および $N_f = D p_0 n$ であるという事実から得られる。不等式 (1 7) および (2 8) から、 N'_f の上限は、

【 0 1 2 1 】

【 数 2 3 】

$$N'_f < \min\{N_f, \frac{N_f}{[(d+(D-1)d')(1 - \frac{d'-1}{2} p_1) - d]p_0 + 1}\} \quad (29)$$

【 0 1 2 2 】

である。

【 0 1 2 3 】

予想されるフリーズ時間は、短縮され、フリーズされた区間の長さ D が、大きくなるほど、IEEE 802.11規格と比較して、ゲインは、大きくなる。図 10 は、例示的なフリーズされたフレームの比較を示している。本明細書で開示される手法は、ビデオ品質を改善するために、パケット損失をビデオシーケンスの小さい区画に集中させる。

【 0 1 2 4 】

図 11 は、デバイス 1102 とデバイス 1104 の間の QoE ベースの最適化を用いるビデオ会議セッション、および他のクロストラフィックを含む、ネットワーク 1100 の例示的なネットワークトポロジを示している。このクロストラフィックは、音声セッション、FTPセッション、およびデバイス 1106 とデバイス 1108 の間の QoE ベースの最適化を用いないビデオ会議セッションを含む。デバイス 1102 からデバイス 1104 へのビデオ送信は、一方向であるが、デバイス 1106 とデバイス 1108 の間のビデオ会議は、双方向である。デバイス 1102、1106 は、FTPクライアント 1112 および音声ユーザデバイス 1114 とともに、同じ WLAN 1110 内にある。アクセス

10

20

30

40

50

ポイント 1 1 1 6 は、インターネット 1 1 2 2 を通じて、いずれの方向でも 1 0 0 m s の一方向遅延で、デバイス 1 1 0 4、1 1 0 8、FTP サーバ 1 1 1 8、および音声ユーザデバイス 1 1 2 0 と通信する。H. 2 6 4 ビデオコーデックが、デバイス 1 1 0 2、1 1 0 4 のために実施される。

【 0 1 2 5 】

パケットについての再試行制限 R は、IEEE 8 0 2 . 1 1 規格におけるデフォルト値である、7 になるように設定される。3 レベルのビデオ優先度が、Q o E ベースの最適化を用いるビデオ会議セッションにおいて割り当てられる。例えば、対応する再試行制限は、 $(R_1, R_2, R_3) = (8, 7, 1)$ である。ビデオ送信機において、パケットは、その再試行制限が超過されたときに、廃棄される。ビデオ受信機は、後続パケットを受信したときに、または時間期間にわたっていかなるパケットも受信しないときに、パケット損失を検出する。ビデオ受信機は、例えば、R T C P を通じて、パケット損失情報をビデオ送信機に送信し、R T C P フィードバックが、ビデオ送信機によって受信された後、I D R フレームが、生成される。フレームが失われた時から、次の I D R フレームが受信されるまで、ビデオ受信機は、フリーズされたビデオを提示する。

10

【 0 1 2 6 】

フォアマンビデオシーケンスが、デバイス 1 1 0 2 からデバイス 1 1 0 4 に送信される。フレームレートは、3 0 フレーム / 秒であり、ビデオ持続時間は、1 0 秒であり、2 9 5 個のフレームを含む。クロストラフィックは、O P N E T 1 7 . 1 によって生成される。デバイス 1 1 0 6 からデバイス 1 1 0 8 へのクロスビデオセッションの場合、フレームレートは、3 0 フレーム / 秒であり、発信および着信ストリームフレームサイズは、8 5 0 0 バイトである。FTP クライアントとサーバの間の T C P セッションの場合、受信バッファは、8 7 6 0 バイトに設定される。数値結果は、1 0 0 個のシードにわたって平均され、シード毎に、データが、フォアマンシーケンスの 1 0 秒の持続時間から収集される。

20

【 0 1 2 7 】

W L A N 1 1 2 4 は、エラー確率 p を増加させる。W L A N 1 1 2 4 は、A P 1 1 2 6 と、2 つの局 1 1 2 8、1 1 3 0 とを含む。IEEE 8 0 2 . 1 1 n W L A N 1 1 1 0、1 1 2 4 は、同じチャネル上で動作する。データレートは、1 3 M b p s であり、送信電力は、5 m W である。A P におけるバッファサイズは、1 M b i t である。空間ストリームの数は、1 に設定される。A P と局の距離は、隠れノード問題を可能にするように設定される。シミュレーションにおいて、2 つの A P 1 1 1 6、1 1 2 6 の間の距離は、3 0 0 メートルであり、デバイス 1 1 0 2 と A P 1 1 1 6 の間の距離、および A P 1 1 2 6 とデバイス 1 1 2 8 の間の距離は、3 5 0 メートルである。ビデオ会議セッションは、A P 1 1 2 6 を通じて、デバイス 1 1 2 8 とデバイス 1 1 3 0 の間で開始される。フレームレートは、3 0 フレーム / 秒であり、デバイス 1 1 0 2 において動作する Q o E ベースの最適化を用いるビデオ会議セッションのパケット損失率を調整するために、着信および発信ストリームフレームサイズの両方が、使用される。

30

【 0 1 2 8 】

O P N E T において R T C P パケットによって運ばれるパケット損失フィードバックの受信によってトリガされる、動的 I D R フレーム挿入をシミュレートするために、 F_n 、 $n = 0, 1, 2, \dots$ が、フレーム n から開始するビデオシーケンスであり、フレーム n は、I D R フレームであり、後続フレームは、ビデオシーケンスの終了まで、P フレームである、技法が、適用される。ビデオシーケンス F_0 の送信から開始すると、R T C P フィードバックは、フレーム $i - 1$ が送信されるときに、受信される。現在のフレームの送信の後、フレーム i において I D R フレーム挿入を引き起こす、ビデオシーケンス F_i が、使用され、O P N E T においてシミュレートされるビデオ送信機に供給するために、フレーム i および F_i の後続フレームが、使用される。図 1 2 は、フレーム 9 および 2 4 が送信されたときに、R T C P フィードバックが受信される、例示的なビデオシーケンス 1 2 0 0 を示している。O P N E T シミュレーションでは、パケットのサイズは、関心事

40

50

項である。可能なビデオシーケンス F_n 、 $n = 0, 1, 2, \dots$ が、符号化され、それは、一度だけの労力である。ビデオシーケンスのパケットのサイズは、記憶される。RTCP フィードバックが受信されたとき、適切なビデオシーケンスが、使用される。

【0129】

図13は、参照番号1302および1304でそれぞれ示される、IEEE 802.11規格およびQoEベースの最適化が使用される場合の、100個のシードについての例示的なシミュレートされた衝突確率 p を示している。平均の衝突確率は、IEEE 802.11規格およびQoEベースの最適化について、それぞれ、0.35および0.34である。平均絶対誤差は、0.017であり、相対絶対誤差は、4.9%である。シミュレーション結果は、QoEベースの最適化が適用される場合の衝突確率を、IEEE 802.11規格が適用される場合の衝突確率の近似として使用することが、合理的であることを立証する。

10

【0130】

図14は、IEEE 802.11規格およびQoEベースの最適化を使用した場合のフリーズされたフレームの例示的なシミュレートされたパーセンテージを示している。異なるアプリケーションレイヤ負荷構成について、IEEE 802.11規格が使用される場合に、異なるパケット損失率を獲得するように、デバイス1128とデバイス1130の間のクロストラフィックが調整される。例示的なパケット損失率は、構成1ないし5について、それぞれ、0.0023、0.0037、0.0044、0.0052、および0.0058である。同じクロストラフィック構成を用いて、QoEベースの最適化を使用した場合のシミュレーションも、ランされる。図14は、パラメータ D 、 d 、 d' 、および p_0 が、シミュレーション結果から平均された、式(29)におけるQoEベースの最適化についての上限も示している。QoEベースの最適化のフリーズされたフレームの平均パーセンテージは、上限よりも小さい。パケット損失率が増加するにつれて、フリーズされたフレームの平均パーセンテージは、QoEベースの最適化が使用されるかどうかに関わりなく、増加するが、QoEベースの最適化の性能は、基準の方法(例えば、変更なしのIEEE 802.11規格)の対応する値のそれよりも良好であり続ける。

20

【0131】

図15は、アプリケーションレイヤ負荷構成3が適用される場合において、ビデオ送信機と受信機との異なるRTT毎に、フリーズされたフレームの例示的なシミュレートされた平均パーセンテージを示している。フィードバック遅延は、少なくともビデオ送信機と受信機との間のRTT1つ分である。フィードバック遅延が増加した場合、フリーズされた区間の持続時間は、増加する。より多くのフレームが、パケット損失によって影響を受ける。フリーズされたフレームのパーセンテージは、RTTが増加するにつれて、増加する。式(29)における上限から、IEEE 802.11規格と比較したQoEベースの最適化のゲインは、より大きなRTTが適用される場合に、増加する。これは、図15における数値結果によって確認される。RTTが100msである場合、QoEベースの最適化を使用するフリーズされたフレームの平均パーセンテージは、IEEE 802.11規格を使用するそれと比較して、24.5%小さい。RTTが400msである場合、ゲインは、32.6%に増加する。QoEベースの最適化を使用するフリーズされたフレームの平均パーセンテージは、式(29)における上限よりも小さい。

30

40

【0132】

表2および表4は、アプリケーションレイヤ負荷構成2および5がそれぞれ適用される場合における、IEEE 802.11規格およびQoEベースの最適化を使用したときの、WLAN1におけるクロストラフィックについての例示的な平均スループットを示している。加えて、これら2つのシナリオについての標準偏差が、それぞれ、表3および表5に列挙されている。QoEベースの最適化についてのスループット結果は、IEEE 802.11規格と実質的に同様である。

【0133】

【表 2】

表2:アプリケーションレイヤ負荷構成2を用いるクロストラフィックについての平均スループット

	平均スループット(バイト/秒)				
	VI-3	VI-4	VO-1	VO-2	FTP
IEEE 802.11	254962	255686	3570	3617	40732
QoEベースの最適化	254766	255680	3492	3672	42985

【0134】

【表 3】

表3:アプリケーションレイヤ負荷構成2を用いるクロストラフィックについてのスループットの標準偏差

	スループットの標準偏差(バイト/秒)				
	VI-3	VI-4	VO-1	VO-2	FTP
IEEE 802.11	9580	3749	2867	2808	29679
QoEベースの最適化	10786	3840	2853	2887	29544

【0135】

【表 4】

表4:アプリケーションレイヤ負荷構成5を用いるクロストラフィックについての平均スループット

	平均スループット(バイト/秒)				
	VI-3	VI-4	VO-1	VO-2	FTP
IEEE 802.11	253806	255598	3659	3939	4726
QoEベースの最適化	254275	255687	3551	3682	4805

【0136】

【表 5】

表5:アプリケーションレイヤ負荷構成5を用いるクロストラフィックについてのスループットの標準偏差

	スループットの標準偏差(バイト/秒)				
	VI-3	VI-4	VO-1	VO-2	FTP
IEEE 802.11	20420	4457	2866	2889	7502
QoEベースの最適化	20396	4546	2767	2873	7416

【0137】

予想されるビデオ品質を構成（例えば、最適化）することが、利用される。予想されるビデオ品質を構成（例えば、最適化）する際、AP（またはSTA）は、予想されるビデオ品質に基づいて、パケット毎にQoS処理について決定を行う。APは、例えば、ビデオ品質情報データベースから、ビデオパケットについてのビデオ品質情報を獲得する。APは、ビデオパケットが属するビデオセッションに起こったイベントを調べる。APは、予想されるビデオ品質を構成（例えば、最適化）するために、送信をまだ待っているパケットをどのように処理すべきかを決定する。

【0138】

WiFiネットワークでは、パケット損失は、ランダムであり、ネットワークによって完全には制御されない。パケット損失パターンについての確率測度が、提供される。確率測度は、STAによってローカルに測定および更新される、ビデオトラフィックAC（AC_VI_i）、 $i = 1, 2, \dots, n$ に属するパケットを配信することに失敗する確率から、構成される。

10

20

30

40

50

【0139】

A Pおよび/またはS T Aは、以下のうちのいずれかを実行する。A Pおよび/またはS T Aは、トラフィッククラスA C __ V I __ iからパケットを配信することに失敗する確率を更新する。A Pおよび/またはS T Aは、例えば、パケット送信の試みの結末が分かっている場合、確率を P_i 、 $i = 1, \dots, n$ と表す。A Pおよび/またはS T Aは、例えば、パケットが到着したとき、送信を待っているパケットを、アクセスカテゴリA C __ V I __ i、 $i = 1, \dots, n$ に割り当てる。A Pおよび/またはS T Aは、予想されるビデオ品質を評価する。A Pおよび/またはS T Aは、最適な予想されるビデオ品質に対応するパケット割り当てを選択する。

【0140】

1または複数の基準が、ビデオ電話トラフィックのいくつかのグローバルな特性を達成するために、適用される。例えば、基準は、アクセスカテゴリA C __ V I __ i、 $i = 1, \dots, n$ に対応する待ち行列のサイズについての閾値である。基準は、アクセスカテゴリA C __ V I __ i、 $i = 1, \dots, n$ のうちの1または複数の待ち行列サイズを均衡させるように選択される。

【0141】

パケットを異なるアクセスカテゴリA C __ V I __ i、 $i = 1, \dots, n$ に割り当てるために、1または複数の方法が、使用される。図16は、パケット到着時に、パケットがそれによってA Cに再割り当てされる、例示的な再割り当て方法を示す図である。図16におけるパケット1602、1604上の「x」は、チャンネル上で対応するパケットの配信がチャンネル上で成功しなかったことを示す。図16に示される例示的な方法では、送信を待っているパケットは、パケット再割り当ての対象とされる。パケット割り当ては、パケットの配信が失敗する確率を決定する。パケット損失イベントが独立であると仮定される場合、可能な各パケット損失パターンに対応する確率および/またはビデオ品質が、計算される。パケット損失パターンを平均することが、予想されるビデオ品質を提供する。

【0142】

図17は、パケット到着時に、最新のパケットがA Cに割り当てられる、例示的な再割り当て方法を示す図である。図17の例示的な方法では、新しいパケット1702が到着したとき、例えば、送信を待っている他のパケットの割り当てを変更せずに、パケットの割り当てが、検討される。図17の方法は、例えば、図16の方法と比較して、計算オーバーヘッドを低減させる。

【0143】

S T Aおよび/またはA Pが、複数のビデオ電話トラフィックフローをサポートする場合、これらのフローの全体的ビデオ品質が、構成（例えば、最適化）される。S T Aおよび/またはA Pは、パケットがどのビデオ電話フローに属するかを追跡する。S T Aおよび/またはA Pは、最適な全体的ビデオ品質を提供する、ビデオパケット割り当てを見つける。

【0144】

D C Fに対する機能強化が、提供される。D C Fは、D C Fのみの使用、または他の構成要素および/もしくは機能と併せたD C Fの使用を指す。D C Fの場合、データトラフィックの区別化は、存在しない。しかしながら、E D C Aに関連して本明細書で開示されるものと類似のアイデアが、D C F（例えば、D C FのみM A C）に適合される。

【0145】

ビデオトラフィック（例えば、リアルタイムビデオトラフィック）は、例えば、静的な手法および/または動的な手法に従って、優先順位付けされる。

【0146】

図18は、D C Fについての例示的な静的ビデオトラフィック区別化手法のための例示的なシステムアーキテクチャ1800を示す図である。トラフィックは、例えば、リアルタイムビデオトラフィック1802および（例えば、O T H E Rで表される）他の種類のトラフィック1804など、2以上のカテゴリに分類される。リアルタイムビデオトラフ

10

20

30

40

50

ックカテゴリ 1802 内において、トラフィックは、ビデオパケットの相対的な重要度に従って、サブクラス（例えば、重要度レベル）にさらに区別化される。例えば、図 18 を参照すると、 n 個のサブクラス VI_1 、 VI_2 、 \dots 、 VI_n が、提供される。

【0147】

競合ウィンドウは、重要度レベルに基づいて、定義される。 $[CW_{min}, CW_{max}]$ である、 CW の範囲は、例えば、両立性のために、より小さい区間に分割化される。 CW は、区間 $[CW_{min}, CW_{max}]$ 内で変化する。バックオフタイムは、区間 $[0, CW]$ からランダムに引き出される。

【0148】

リアルタイムビデオトラフィックサブクラス VI_1 、 VI_2 、 \dots 、 VI_n について、 $i < j$ とすると、 VI_i によって搬送されるビデオトラフィックは、 VI_j によって搬送されるビデオトラフィックよりも重要であると見なされる。区間 $[CW_{min}, CW_{max}]$ は、 n 個の区間に分割化され、それらは、等しい長さを有し、または有さない。区間が等しい長さを有する場合、 VI_i について、 $CW(VI_i)$ は、区間 $[ceiling(CW_{min} + (i - 1) \times d), floor(CW_{min} + i \times d)]$

内で変化する、ここで、 $ceiling()$ は、シーリング関数であり、 $floor()$ は、フロア関数であり、 $d = (CW_{max} - CW_{min}) / n$ である。

【0149】

ビデオトラフィック全体についての競合ウィンドウの分布は、同じに保たれる。

【0150】

リアルタイムビデオトラフィック種類のうちの異なる種類のトラフィックの量が、等しくない場合、区間 $[CW_{min}, CW_{max}]$ は、例えば、分割化から生じる小さい区間が、各トラフィッククラスのトラフィックのそれぞれの量に比例（例えば、反比例）するように、不等分に分割化される。トラフィック量は、STA および / または AP によって、モニタリングおよび / または推定される。例えば、特定のクラスについてのトラフィックが、より高い場合、競合ウィンドウ区間は、より小さくされる。例えば、サブクラス（例えば、重要度レベル）が、より多くのトラフィックを有する場合、そのサブクラスのための CW 区間は、例えば、競合がより効率的に処理されるように、増加される。

【0151】

再送制限は、重要度レベル（例えば、サブクラス）に基づいて、定義される。トラフィッククラスに従った、アトリビュート $dot11LongRetryLimit$ および $dot11ShortRetryLimit$ の区別化は、存在しない。EDCA に関して本明細書で開示される概念は、DCF のために採用される。

【0152】

図 19 は、DCF についての例示的な動的ビデオトラフィック区別化手法のための例示的なシステムアーキテクチャ 1900 を示す図である。EDCA のための動的ビデオトラフィック区別化に関連して本明細書で開示される概念は、DCF に適用される。概念は、ラベル AC_VI_i 、 $i = 1, 2, \dots, n$ を VI_i で置き換えることによって、修正される。

【0153】

HCCA 機能強化は、重要度レベル（例えば、サブクラス）に基づいて、定義される。HCCA は、媒体アクセス（例えば、リソース割り当て）に集中化された手法である。HCCA は、セルラシステムにおけるリソース割り当てに類似している。EDCA の場合におけるように、HCCA の場合のリアルタイムビデオトラフィックのための優先順位付けは、2 以上の手法、例えば、静的手法および / または動的手法を利用する。

【0154】

静的手法では、EDCA のための設計パラメータは、利用されない。ビデオパケットの重要度がどのように示されるかは、EDCA に関連して本明細書で開示されるものと同じ

10

20

30

40

50

である。重要度情報は、ビデオパケットの送信をスケジュールする、A Pに渡される。

【0155】

H C C Aでは、スケジューリングは、例えば、Q o S予想が、管理フレームのトラフィック仕様(T S P E C)フィールド内で搬送される場合、フロー毎に実行される。T S P E C内の重要度情報は、A PとS T Aの間のネゴシエーションの結果である。トラフィックフロー内で区別化するために、個々のパケットの重要度についての情報が、利用される。A Pは、パケットマッピングスキームを適用し、および/またはビデオ品質/重要度情報をネットワークレイヤからM A Cレイヤに渡す。

【0156】

静的手法では、A Pは、個々のパケットの重要度を考慮する。動的手法では、A Pは、検討中のパケットが属するフローの先行パケットに何が起こったかを考慮する。

【0157】

P H Y機能強化が、提供される。マルチ入力/マルチ出力(M I M O)のための変調およびコード化セット(M C S)選択が、例えば、リアルタイムビデオのQ o Eを構成(例えば、最適化)することを目的として、選択(例えば、採用)される。適合は、P H Yレイヤで生じる。どのM C Sが使用されるかについての決定は、M A Cレイヤにおいて行われる。本明細書で説明されるM A C機能強化は、P H Y機能強化を含むように、拡張される。例えば、E D C Aの場合、A Cマッピング機能は、ビデオ電話トラフィックのためのM C Sを構成(例えば、最適化)するように、拡大される。静的手法および動的手法が、

【0158】

H C C Aの場合、A Pにおけるスケジューラは、例えば、ビデオ品質が構成(例えば、最適化)されるように、どのパケットがチャンネルにアクセスするか、またそのパケットを送信するためにどのM C Sが使用されるかを決定する。

【0159】

M C S選択は、変調種類、コード化レート、M I M O構成(例えば、空間多重化またはダイバーシティ)などの選択を含む。例えば、S T Aが、非常に弱いリンクを有する場合、低次数の変調スキーム、低いコード化レート、および/またはダイバーシティM I M Oモードを選択する。

【0160】

ビデオ重要度/品質情報が、提供される。ビデオ重要度/品質情報は、ビデオ送信機によって、提供される。ビデオ重要度/品質情報は、ルータ(例えば、S T Aに向かうトラフィックのためのA Pサーバ類似機能)が、それにアクセスするように、I Pパケットヘッダ内に置かれる。例えば、I P v 4の場合、D S C Pフィールドおよび/またはI Pパケット拡張フィールドが、利用される。

【0161】

例えば、I P v 6の場合、トラフィッククラスフィールドの最初の6ビットが、D S C Pインジケータとしての役割を果たす。例えば、I P v 6の場合、拡張ヘッダは、ビデオ重要度/品質情報を搬送するように、定義される。

【0162】

パケットマッピングおよび暗号化処理が、提供される。パケットマッピングは、テーブル検索を利用して、実行される。S T Aおよび/またはA Pは、I PパケットをA - M P D Uにマッピングするテーブルを構築する。

【0163】

図20Aは、1または複数の開示される実施形態がそこで実施される例示的な通信システム2000の図である。通信システム2000は、音声、データ、ビデオ、メッセージング、放送などのコンテンツを複数の無線ユーザに提供する、多元接続システムである。通信システム2000は、複数の無線ユーザが、無線帯域幅を含むシステムリソースの共用を通じて、そのようなコンテンツにアクセスすることを可能にする。例えば、通信システム2000は、符号分割多元接続(C D M A)、時分割多元接続(T D M A)、周波数

10

20

30

40

50

分割多元接続 (F D M A)、直交 F D M A (O F D M A)、およびシングルキャリア F D M A (S C - F D M A) など、1 または複数のチャネルアクセス方法を利用する。

【 0 1 6 4 】

図 2 0 A に示されるように、通信システム 2 0 0 0 は、(一般にまたは一括して W T R U 2 0 0 2 と呼ばれる) 無線送信 / 受信ユニット (W T R U) 2 0 0 2 a、2 0 0 2 b、2 0 0 2 c、および / または 2 0 0 2 d、無線アクセスネットワーク (R A N) 2 0 0 3 / 2 0 0 4 / 2 0 0 5、コアネットワーク 2 0 0 6 / 2 0 0 7 / 2 0 0 9、公衆交換電話網 (P S T N) 2 0 0 8、インターネット 2 0 1 0、ならびに他のネットワーク 2 0 1 2 を含むが、開示される実施形態は、任意の数の W T R U、基地局、ネットワーク、および / またはネットワーク要素を企図していることが理解される。W T R U 2 0 0 2 a、2 0 0 2 b、2 0 0 2 c、2 0 0 2 d の各々は、無線環境において動作および / または通信するように構成された任意の種類のデバイスである。例を挙げると、W T R U 2 0 0 2 a、2 0 0 2 b、2 0 0 2 c、2 0 0 2 d は、無線信号を送信および / または受信するように構成され、ユーザ機器 (U E)、移動局、固定もしくは移動加入者ユニット、ページャ、セルラ電話、携帯情報端末 (P D A)、スマートフォン、ラップトップ、ネットブック、パーソナルコンピュータ、無線センサ、および家電製品などを含む。

10

【 0 1 6 5 】

通信システム 2 0 0 0 は、基地局 2 0 1 4 a および基地局 2 0 1 4 b も含む。基地局 2 0 1 4 a、2 0 1 4 b の各々は、コアネットワーク 2 0 0 6 / 2 0 0 7 / 2 0 0 9、インターネット 2 0 1 0、および / またはネットワーク 2 0 1 2 などの 1 または複数の通信ネットワークへのアクセスを容易にするために、W T R U 2 0 0 2 a、2 0 0 2 b、2 0 0 2 c、2 0 0 2 d の少なくとも 1 つと無線でインターフェースを取るように構成された、任意の種類のデバイスである。例を挙げると、基地局 2 0 1 4 a、2 0 1 4 b は、基地局受信機 (B T S)、ノード B、e ノード B、ホームノード B、ホーム e ノード B、サイトコントローラ、アクセスポイント (A P)、および無線ルータなどである。基地局 2 0 1 4 a、2 0 1 4 b は各々、単一の要素として示されているが、基地局 2 0 1 4 a、2 0 1 4 b は、任意の数の相互接続された基地局および / またはネットワーク要素を含むことが理解される。

20

【 0 1 6 6 】

基地局 2 0 1 4 a は、R A N 2 0 0 3 / 2 0 0 4 / 2 0 0 5 の部分であり、R A N 2 0 0 3 / 2 0 0 4 / 2 0 0 5 は、他の基地局、および / または基地局コントローラ (B S C)、無線ネットワークコントローラ (R N C)、中継ノードなどのネットワーク要素 (図示せず) も含む。基地局 2 0 1 4 a および / または基地局 2 0 1 4 b は、セル (図示せず) と呼ばれる特定の地理的領域内で、無線信号を送信および / または受信するように構成される。セルは、さらにセルセクタに分割される。例えば、基地局 2 0 1 4 a に関連付けられたセルは、3 つのセクタに分割される。したがって、一実施形態では、基地局 2 0 1 4 a は、送受信機を 3 つ、例えば、セルのセクタ毎に 1 つずつ含む。別の実施形態では、基地局 2 0 1 4 a は、マルチ入力マルチ出力 (M I M O) 技術を利用し、したがって、セルのセクタ毎に複数の送受信機を利用する。

30

【 0 1 6 7 】

基地局 2 0 1 4 a、2 0 1 4 b は、エアインターフェース 2 0 1 5 / 2 0 1 6 / 2 0 1 7 上で、W T R U 2 0 0 2 a、2 0 0 2 b、2 0 0 2 c、2 0 0 2 d の 1 または複数と通信し、エアインターフェース 2 0 1 5 / 2 0 1 6 / 2 0 1 7 は、任意の適切な無線通信リンク (例えば、無線周波 (R F)、マイクロ波、赤外線 (I R)、紫外線 (U V)、可視光など) である。エアインターフェース 2 0 1 5 / 2 0 1 6 / 2 0 1 7 は、任意の適切な無線アクセス技術 (R A T) を使用して確立される。

40

【 0 1 6 8 】

より具体的には、上で言及されたように、通信システム 2 0 0 0 は、多元接続システムであり、C D M A、T D M A、F D M A、O F D M A、および S C - F D M A などの、1 または複数のチャネルアクセス方式を利用する。例えば、R A N 2 0 0 3 / 2 0 0 4 / 2

50

005内の基地局2014a、およびWTRU2002a、2002b、2002c、2002dは、広帯域CDMA(WCDMA(登録商標))を使用してエインターフェース2015/2016/2017を確立する、ユニバーサル移動体通信システム(UMTS)地上無線アクセス(UTRA)などの無線技術を実施する。WCDMAは、高速パケットアクセス(HSPA)および/または進化型HSPA(HSPA+)などの通信プロトコルを含む。HSPAは、高速ダウンリンクパケットアクセス(HSDPA)および/または高速アップリンクパケットアクセス(HSUPA)を含む。

【0169】

別の実施形態では、基地局2014a、およびWTRU2002a、2002b、2002c、2002dは、ロングタームエボリューション(LTE)および/またはLTEアドバンスド(LTE-A)を使用してエインターフェース2015/2016/2017を確立する、進化型UMTS地上無線アクセス(E-UTRA)などの無線技術を実施する。

【0170】

他の実施形態では、基地局2014a、およびWTRU2002a、2002b、2002c、2002dは、IEEE802.16(すなわち、マイクロ波アクセス用の世界的相互運用性(WiMAX))、CDMA2000、CDMA2000 1X、CDMA2000 EV-DO、暫定標準2000(IS-2000)、暫定標準95(IS-95)、暫定標準856(IS-856)、移動体通信用グローバルシステム(GSM(登録商標))、GSMエボリューション用的高速データレート(EDGE)、およびGSM EDGE(GERAN)などの無線技術を実施する。

【0171】

図20Aの基地局2014bは、例えば、無線ルータ、ホームノードB、ホームeノードB、またはアクセスポイントであり、職場、家庭、乗物、およびキャンパスなどの局所的エリアにおける無線接続性を容易にするために、任意の適切なRATを利用する。一実施形態では、基地局2014b、およびWTRU2002c、2002dは、IEEE802.11などの無線技術を実施して、無線ローカルエリアネットワーク(WLAN)を確立する。別の実施形態では、基地局2014b、およびWTRU2002c、2002dは、IEEE802.15などの無線技術を実施して、無線パーソナルエリアネットワーク(WPAN)を確立する。また別の実施形態では、基地局2014b、およびWTRU2002c、2002dは、セルラベースのRAT(例えば、WCDMA、CDMA2000、GSM、LTE、LTE-Aなど)を利用して、ピコセルまたはフェムトセルを確立する。図20Aに示されるように、基地局2014bは、インターネット2010への直接的な接続を有する。したがって、基地局2014bは、コアネットワーク2006/2007/2009を介して、インターネット2010にアクセスする必要がない。

【0172】

RAN2003/2004/2005は、コアネットワーク2006/2007/2009と通信し、コアネットワーク2006/2007/2009は、音声、データ、アプリケーション、および/またはボイスオーバーインターネットプロトコル(VoIP)サービスをWTRU2002a、2002b、2002c、2002dの1または複数に提供するように構成された、任意の種類ネットワークである。例えば、コアネットワーク2006/2007/2009は、呼制御、請求サービス、モバイルロケーションベースのサービス、プリペイド通話、インターネット接続性、ビデオ配信などを提供し、および/またはユーザ認証など、高レベルのセキュリティ機能を実行する。図20Aには示されていないが、RAN2003/2004/2005および/またはコアネットワーク2006/2007/2009は、RAN2003/2004/2005と同じRATまたは異なるRATを利用する他のRANと直接的または間接的に通信することが理解される。例えば、E-UTRA無線技術を利用するRAN2003/2004/2005に接続されるのに加えて、コアネットワーク2006/2007/2009は、GSM無線技術を利用する別のRAN(図示せず)とも通信する。

10

20

30

40

50

【0173】

コアネットワーク2006/2007/2009は、PSTN2008、インターネット2010、および/または他のネットワーク2012にアクセスするための、WTRU2002a、2002b、2002c、2002dのためのゲートウェイとしての役割も果たす。PSTN2008は、基本電話サービス(POTS)を提供する回線交換電話網を含む。インターネット2010は、TCP/IPインターネットプロトコルスイート内の伝送制御プロトコル(TCP)、ユーザデータグラムプロトコル(UDP)、およびインターネットプロトコル(IP)など、共通の通信プロトコルを使用する、相互接続されたコンピュータネットワークおよびデバイスからなるグローバルシステムを含む。ネットワーク2012は、他のサービスプロバイダによって所有および/または運営される有線または無線通信ネットワークを含む。例えば、ネットワーク2012は、RAN2003/2004/2005と同じRATまたは異なるRATを利用する1または複数のRANに接続された、別のコアネットワークを含む。

10

【0174】

通信システム2000内のWTRU2002a、2002b、2002c、2002dのいくつかまたはすべては、マルチモード機能を含み、例えば、WTRU2002a、2002b、2002c、2002dは、異なる無線リンク上で異なる無線ネットワークと通信するための複数の送受信機を含む。例えば、図20Aに示されたWTRU2002cは、セルラベースの無線技術を利用する基地局2014aと通信するように、またIEEE802無線技術を利用する基地局2014bと通信するように構成される。

20

【0175】

図20Bは、例示的なWTRU2002のシステム図である。図20Bに示されるように、WTRU2002は、プロセッサ2018と、送受信機2020と、送信/受信要素2022と、スピーカ/マイクロフォン2024と、キーパッド2026と、ディスプレイ/タッチパッド2028と、着脱不能メモリ2030と、着脱可能メモリ2032と、電源2034と、全地球測位システム(GPS)チップセット2036と、他の周辺機器2038とを含む。WTRU2002は、実施形態との整合性を保ちながら、上記の要素の任意のサブコンビネーションを含むことが理解される。また、実施形態は、基地局2014a、2014b、ならびに/またはとりわけ、送受信機局(BTS)、ノードB、サイトコントローラ、アクセスポイント(AP)、ホームノードB、進化型ホームノードB(eノードB)、ホーム進化型ノードB(HeNB)、ホーム進化型ノードBゲートウェイ、およびプロキシノードなどの、しかし、それらに限定されない、基地局2014a、2014bが表すノードが、図20Bに示され、本明細書で説明される要素のいくつかまたはすべてを含むことを企図している。

30

【0176】

プロセッサ2018は、汎用プロセッサ、専用プロセッサ、従来型プロセッサ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと連携する1または複数のマイクロプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)回路、他の任意の種類の集積回路(IC)、および状態機械などである。プロセッサ2018は、信号符号化、データ処理、電力制御、入力/出力処理、および/またはWTRU2002が無線環境で動作することを可能にする他の任意の機能を実行する。プロセッサ2018は、送受信機2020に結合され、送受信機2020は、送信/受信要素2022に結合される。図20Bは、プロセッサ2018と送受信機2020を別々の構成要素として示しているが、プロセッサ2018と送受信機2020は、電子パッケージまたはチップ内に一緒に統合されることが理解される。プロセッサ2018などのプロセッサは、統合されたメモリを含む(例えば、WTRU2002は、プロセッサおよび関連するメモリを含む、チップセットを含む)。メモリは、プロセッサ(例えば、プロセッサ2018)と統合されたメモリ、またはデバイス(例えば、WTRU2002)と他の方法で関連付けられたメモリを指す。メモリは、非一時的である。メモリは、プロセッサによって実行される命令

40

50

(例えば、ソフトウェアおよび/またはファームウェア命令)を含む(例えば、記憶する)。例えば、メモリは、実行されたときにプロセッサに本明細書で説明される実施の1または複数を実施させる命令を含む。

【0177】

送信/受信要素2022は、エアインターフェース2015/1116/2017上で、基地局(例えば、基地局2014a)に信号を送信し、または基地局から信号を受信するように構成される。例えば、一実施形態では、送信/受信要素2022は、RF信号を送信および/または受信するように構成されたアンテナである。別の実施形態では、送信/受信要素2022は、例えば、IR、UV、または可視光信号を送信および/または受信するように構成された放射器/検出器である。また別の実施形態では、送信/受信要素2022は、RF信号と光信号の両方を送信および受信するように構成される。送信/受信要素2022は、無線信号の任意の組み合わせを送信および/または受信するように構成されることが理解される。

10

【0178】

加えて、図20Bでは、送信/受信要素2022は単一の要素として示されているが、WTRU2002は、任意の数の送信/受信要素1122を含む。より具体的には、WTRU2002は、MIMO技術を利用する。したがって、一実施形態では、WTRU2002は、エアインターフェース2015/2016/2017上で無線信号を送信および受信するための2以上の送信/受信要素1122(例えば、複数のアンテナ)を含む。

【0179】

20

送受信機2020は、送信/受信要素2022によって送信される信号を変調し、送信/受信要素2022によって受信された信号を復調するように構成される。上で言及されたように、WTRU2002は、マルチモード機能を有する。したがって、送受信機2020は、WTRU2002が、例えば、UTRAおよびIEEE802.11などの複数のRATを介して通信することを可能にするための、複数の送受信機を含む。

【0180】

WTRU2002のプロセッサ2018は、スピーカ/マイクロフォン2024、キーパッド2026、および/またはディスプレイ/タッチパッド2028(例えば、液晶表示(LCD)ディスプレイユニットもしくは有機発光ダイオード(OLED)ディスプレイユニット)に結合され、それらからユーザ入力データを受信する。プロセッサ2018は、また、スピーカ/マイクロフォン2024、キーパッド2026、および/またはディスプレイ/タッチパッド2028にユーザデータを出力する。加えて、プロセッサ2018は、着脱不能メモリ2030および/または着脱可能メモリ2032など、任意の種類の適切なメモリから情報を入手し、それらにデータを記憶する。着脱不能メモリ2030は、ランダムアクセスメモリ(RAM)、リードオンリメモリ(ROM)、ハードディスク、または他の任意の種類のメモリ記憶デバイスを含む。着脱可能メモリ2032は、加入者識別モジュール(SIM)カード、メモリスティック、およびセキュアデジタル(SD)メモリカードなどを含む。他の実施形態では、プロセッサ2018は、WTRU2002上に物理的に配置されたメモリではなく、サーバまたはホームコンピュータ(図示せず)上などに配置されたメモリから情報を入手し、それらにデータを記憶する。

30

40

【0181】

プロセッサ2018は、電源2034から電力を受け取り、WTRU2002内の他の構成要素への電力の分配および/または制御を行うように構成される。電源2034は、WTRU2002に給電するための任意の適切なデバイスである。例えば、電源2034は、1または複数の乾電池(例えば、ニッケル-カドミウム(NiCd)、ニッケル-亜鉛(NiZn)、ニッケル水素(NiMH)、リチウムイオン(Li-ion)など)、太陽電池、および燃料電池などを含む。

【0182】

プロセッサ2018は、GPSチップセット2036にも結合され、GPSチップセット2036は、WTRU2002の現在位置に関する位置情報(例えば、経度および緯度

50

）を提供するように構成される。GPSチップセット2036からの情報に加えて、またはその代わりに、WTRU2002は、基地局（例えば、基地局2014a、2014b）からエアインターフェース2015/2016/2017上で位置情報を受信し、および/または2以上の近くの基地局から受信した信号のタイミングに基づいて、自らの位置を決定する。WTRU2002は、実施形態との整合性を保ちながら、任意の適切な位置決定方法を用いて、位置情報を獲得することが理解される。

【0183】

プロセッサ2018は、他の周辺機器2038にさらに結合され、他の周辺機器2038は、追加的な特徴、機能、および/または有線もしくは無線接続性を提供する、1または複数のソフトウェアモジュールおよび/またはハードウェアモジュールを含む。例えば、周辺機器2038は、加速度計、eコンパス、衛星送受信機、（写真またはビデオ用の）デジタルカメラ、ユニバーサルシリアルバス（USB）ポート、パイプレーションデバイス、テレビ送受信機、ハンズフリーヘッドセット、Bluetooth（登録商標）モジュール、周波数変調（FM）ラジオユニット、デジタル音楽プレーヤ、メディアプレーヤ、ビデオゲームプレーヤモジュール、およびインターネットブラウザなどを含む。

10

【0184】

図20Cは、実施形態による、RAN2003およびコアネットワーク2006のシステム図である。上で言及されたように、RAN2003は、UTRA無線技術を利用して、エアインターフェース2015上でWTRU2002a、2002b、2002cと通信する。RAN2003は、コアネットワーク2006とも通信する。図20Cに示されるように、RAN2003は、ノードB2040a、2040b、2040cを含み、ノードB2040a、2040b、2040cは各々、エアインターフェース2015上でWTRU2002a、2002b、2002cと通信するための1または複数の送受信機を含む。ノードB2040a、2040b、2040cは各々、RAN2003内の特定のセル（図示せず）に関連付けられる。RAN2003は、RNC2042a、2042bも含む。RAN2003は、実施形態との整合性を保ちながら、任意の数のノードBおよびRNCを含むことが理解される。

20

【0185】

図20Cに示されるように、ノードB2040a、2040bは、RNC2042aと通信する。加えて、ノードB2040cは、RNC2042bと通信する。ノードB2040a、2040b、2040cは、Iubインターフェースを介して、それぞれのRNC2042a、2042bと通信する。RNC2042a、2042bは、Iurインターフェースを介して、互いに通信する。RNC2042a、2042bの各々は、それが接続されたそれぞれのノードB2040a、2040b、2040cを制御するように構成される。加えて、RNC2042a、2042bの各々は、アウトループ電力制御、負荷制御、アドミッションコントロール、パケットスケジューリング、ハンドオーバー制御、マクロダイバーシティ、セキュリティ機能、およびデータ暗号化など、他の機能を実施またはサポートするように構成される。

30

【0186】

図20Cに示されるコアネットワーク2006は、メディアゲートウェイ（MGW）2044、モバイル交換センタ（MSC）2046、サービングGPRSサポートノード（SGSN）2048、および/またはゲートウェイGPRSサポートノード（GGSN）2050を含む。上記の要素の各々は、コアネットワーク2006の部分として示されているが、これらの要素は、どの1つをとっても、コアネットワークオペレータとは異なるエンティティによって所有および/または運営されることが理解される。

40

【0187】

RAN2003内のRNC2042aは、IUCSインターフェースを介して、コアネットワーク2006内のMSC2046に接続される。MSC2046は、MGW2044に接続される。MSC2046とMGW2044は、PSTN2008などの回線交換ネットワークへのアクセスをWTRU2002a、2002b、2002cに提供して、

50

WTRU 2002 a、2002 b、2002 c と従来の陸線通信デバイスの間の通信を容易にする。

【0188】

RAN 2003 内の RNC 2042 a は、IuPS インターフェースを介して、コアネットワーク 2006 内の SGSN 2048 にも接続される。SGSN 2048 は、GGSN 2050 に接続される。SGSN 2048 と GGSN 2050 は、インターネット 2010 などのパケット交換ネットワークへのアクセスを WTRU 2002 a、2002 b、2002 c に提供して、WTRU 2002 a、2002 b、2002 c と IP 対応デバイスの間の通信を容易にする。

【0189】

上で言及されたように、コアネットワーク 2006 は、ネットワーク 2012 にも接続され、ネットワーク 2012 は、他のサービスプロバイダによって所有および / または運営される他の有線または無線ネットワークを含む。

【0190】

図 20D は、実施形態による、RAN 2004 およびコアネットワーク 2007 のシステム図である。上で言及されたように、RAN 2004 は、エアインターフェース 2016 上で WTRU 2002 a、2002 b、2002 c と通信するために、E-UTRA 無線技術を利用する。RAN 2004 は、コアネットワーク 2007 と通信する。

【0191】

RAN 2004 は、e ノード B 2060 a、2060 b、2060 c を含むが、RAN 2004 は、実施形態との整合性を保ちながら、任意の数の e ノード B を含むことが理解される。e ノード B 2060 a、2060 b、2060 c は、各々が、エアインターフェース 2016 上で WTRU 2002 a、2002 b、2002 c と通信するための 1 または複数の送受信機を含む。一実施形態では、e ノード B 2060 a、2060 b、2060 c は、MIMO 技術を実施する。したがって、e ノード B 2060 a は、例えば、複数のアンテナを使用して、WTRU 2002 a に無線信号を送信し、WTRU 2002 a から無線信号を受信する。

【0192】

e ノード B 2060 a、2060 b、2060 c の各々は、特定のセル（図示せず）に関連付けられ、無線リソース管理決定、ハンドオーバー決定、ならびにアップリンクおよび / またはダウンリンクにおけるユーザのスケジューリングなどを処理するように構成される。図 20D に示されるように、e ノード B 2060 a、2060 b、2060 c は、X2 インターフェース上で互いに通信する。

【0193】

図 20D に示されるコアネットワーク 2007 は、モビリティ管理ゲートウェイ（MME）2062、サービングゲートウェイ 2064、およびパケットデータネットワーク（PDN）ゲートウェイ 2066 を含む。上記の要素の各々は、コアネットワーク 2007 の部分として示されているが、これらの要素は、どの 1 つをとっても、コアネットワークオペレータとは異なるエンティティによって所有および / または運営されることが理解される。

【0194】

MME 2062 は、S1 インターフェースを介して、RAN 2004 内の e ノード B 2060 a、2060 b、2060 c の各々に接続され、制御ノードとしての役割を果たす。例えば、MME 2062 は、WTRU 2002 a、2002 b、2002 c のユーザの認証、ベアラアクティブ化 / 非アクティブ化、WTRU 2002 a、2002 b、2002 c の初期接続中における特定のサービングゲートウェイの選択などを担う。MME 2062 は、RAN 2004 と GSM または WCDMA などの他の無線技術を利用する他の RAN（図示せず）との間の交換のためのコントロールプレーン機能も提供する。

【0195】

サービングゲートウェイ 2064 は、S1 インターフェースを介して、RAN 2004

10

20

30

40

50

内のeノードB 2060a、2060b、2060cの各々に接続される。サービングゲートウェイ2064は、一般に、ユーザデータパケットのWTRU 2002a、2002b、2002cへのノードBからの経路選択および転送を行う。サービングゲートウェイ2064は、eノードB間ハンドオーバー中におけるユーザプレーンのアンカリング、ダウンリンクデータがWTRU 2002a、2002b、2002cに利用可能な場合に行うページングのトリガ、ならびにWTRU 2002a、2002b、2002cのコンテキストの管理および記憶など、他の機能も実行する。

【0196】

サービングゲートウェイ2064は、PDNゲートウェイ2066にも接続され、PDNゲートウェイ2066は、インターネット2010などのパケット交換ネットワークへのアクセスをWTRU 2002a、2002b、2002cに提供して、WTRU 2002a、2002b、2002cとIP対応デバイスの間の通信を容易にする。

10

【0197】

コアネットワーク2007は、他のネットワークとの通信を容易にする。例えば、コアネットワーク2007は、PSTN 2008などの回線交換ネットワークへのアクセスをWTRU 2002a、2002b、2002cに提供して、WTRU 2002a、2002b、2002cと従来の陸線通信デバイスの間の通信を容易にする。例えば、コアネットワーク2007は、コアネットワーク2007とPSTN 2008の間のインターフェースとしての役割を果たすIPゲートウェイ（例えば、IPマルチメディアサブシステム（IMS）サーバ）を含み、またはIPゲートウェイと通信する。加えて、コアネットワーク2007は、ネットワーク2012へのアクセスをWTRU 2002a、2002b、2002cに提供し、ネットワーク2012は、他のサービスプロバイダによって所有および/または運営される他の有線または無線ネットワークを含む。

20

【0198】

図20Eは、実施形態による、RAN 2005およびコアネットワーク2009のシステム図である。RAN 2005は、IEEE 802.16無線技術を利用して、エアインターフェース2017上でWTRU 2002a、2002b、2002cと通信する、アクセスサービスネットワーク（ASN）である。以下でさらに説明されるように、WTRU 2002a、2002b、2002c、RAN 2005、およびコアネットワーク2009の異なる機能エンティティ間の通信リンクは、参照点として定義される。

30

【0199】

図20Eに示されるように、RAN 2005は、基地局2080a、2080b、2080cと、ASNゲートウェイ2082とを含むが、RAN 2005は、実施形態との整合性を保ちながら、任意の数の基地局とASNゲートウェイとを含むことが理解される。基地局2080a、2080b、2080cは、各々が、RAN 2005内の特定のセル（図示せず）に関連付けられ、各々が、エアインターフェース2017上でWTRU 2002a、2002b、2002cと通信するための1または複数の送受信機を含む。一実施形態では、基地局2080a、2080b、2080cは、MIMO技術を実施する。したがって、基地局2080aは、例えば、複数のアンテナを使用して、WTRU 2002aに無線信号を送信し、WTRU 2002aから無線信号を受信する。基地局2080a、2080b、2080cは、ハンドオフトリガリング、トンネル確立、無線リソース管理、トラフィック分類、およびサービス品質（QoS）方針実施などの、モビリティ管理機能も提供する。ASNゲートウェイ2082は、トラフィック集約ポイントとしての役割を果たし、ページング、加入者プロファイルのキャッシング、およびコアネットワーク2009への経路選択などを担う。

40

【0200】

WTRU 2002a、2002b、2002cとRAN 2005の間のエアインターフェース2017は、IEEE 802.16仕様を実施する、R1参照点として定義される。加えて、WTRU 2002a、2002b、2002cの各々は、コアネットワーク2009との論理インターフェース（図示せず）を確立する。WTRU 2002a、200

50

2 b、2 0 0 2 c とコアネットワーク 2 0 0 9 の間の論理インターフェースは、R 2 参照点として定義され、R 2 参照点は、認証、認可、IP ホスト構成管理、および / またはモビリティ管理のために使用される。

【0 2 0 1】

基地局 2 0 8 0 a、2 0 8 0 b、2 0 8 0 c の各々の間の通信リンクは、W T R U ハンドオーバーおよび基地局間でのデータの転送を容易にするためのプロトコルを含む、R 8 参照点として定義される。基地局 2 0 8 0 a、2 0 8 0 b、2 0 8 0 c と A S N ゲートウェイ 2 0 8 2 の間の通信リンクは、R 6 参照点として定義される。R 6 参照点は、W T R U 2 0 0 2 a、2 0 0 2 b、2 0 0 2 c の各々に関連付けられたモビリティイベントに基づいたモビリティ管理を容易にするためのプロトコルを含む。

10

【0 2 0 2】

図 2 0 E に示されるように、R A N 2 0 0 5 は、コアネットワーク 2 0 0 9 に接続される。R A N 2 0 0 5 とコアネットワーク 2 0 0 9 の間の通信リンクは、例えば、データ転送およびモビリティ管理機能を容易にするためのプロトコルを含む、R 3 参照点として定義される。コアネットワーク 2 0 0 9 は、モバイル IP ホームエージェント (M I P - H A) 2 0 8 4 と、認証認可課金 (A A A) サーバ 2 0 8 6 と、ゲートウェイ 2 0 8 8 とを含む。上記の要素の各々は、コアネットワーク 2 0 0 9 の部分として示されているが、これらの要素は、どの 1 つをとっても、コアネットワークオペレータとは異なるエンティティによって所有および / または運営されることが理解される。

【0 2 0 3】

M I P - H A は、IP アドレス管理を担い、W T R U 2 0 0 2 a、2 0 0 2 b、2 0 0 2 c が、異なる A S N の間で、および / または異なるコアネットワークの間でローミングを行うことを可能にする。M I P - H A 2 0 8 4 は、インターネット 2 0 1 0 などのパケット交換ネットワークへのアクセスを W T R U 2 0 0 2 a、2 0 0 2 b、2 0 0 2 c に提供して、W T R U 2 0 0 2 a、2 0 0 2 b、2 0 0 2 c と IP 対応デバイスの間の通信を容易にする。A A A サーバ 2 0 8 6 は、ユーザ認証、およびユーザサービスのサポートを担う。ゲートウェイ 2 0 8 8 は、他のネットワークとの網間接続を容易にする。例えば、ゲートウェイ 2 0 8 8 は、P S T N 2 0 0 8 などの回線交換ネットワークへのアクセスを W T R U 2 0 0 2 a、2 0 0 2 b、2 0 0 2 c に提供して、W T R U 2 0 0 2 a、2 0 0 2 b、2 0 0 2 c と従来の陸線通信デバイスの間の通信を容易にする。加えて、ゲートウェイ 2 0 8 8 は、ネットワーク 2 0 1 2 へのアクセスを W T R U 2 0 0 2 a、2 0 0 2 b、2 0 0 2 c に提供し、ネットワーク 2 0 1 2 は、他のサービスプロバイダによって所有および / または運営される他の有線または無線ネットワークを含む。

20

30

【0 2 0 4】

図 2 0 E には示されていないが、R A N 2 0 0 5 は、他の A S N に接続され、コアネットワーク 2 0 0 9 は、他のコアネットワークに接続されることが理解される。R A N 2 0 0 5 と他の A S N の間の通信リンクは、R 4 参照点として定義され、R 4 参照点は、R A N 2 0 0 5 と他の A S N の間で、W T R U 2 0 0 2 a、2 0 0 2 b、2 0 0 2 c のモビリティを調整するためのプロトコルを含む。コアネットワーク 2 0 0 9 と他のコアネットワークの間の通信リンクは、R 5 参照として定義され、R 5 参照は、ホームコアネットワークと在圏コアネットワークの間の網間接続を容易にするためのプロトコルを含む。

40

【0 2 0 5】

本明細書で説明されたプロセスおよび手段は、任意の組み合わせで適用され、他の無線技術に、また他のサービスのために適用される。

【0 2 0 6】

W T R U は、物理デバイスのアイデンティティ、またはサブスクリプション関連のアイデンティティなどのユーザのアイデンティティ、例えば、M S I S D N、S I P U R I などを指す。W T R U は、アプリケーションベースのアイデンティティ、例えば、アプリケーション別に使用されるユーザ名を指す。

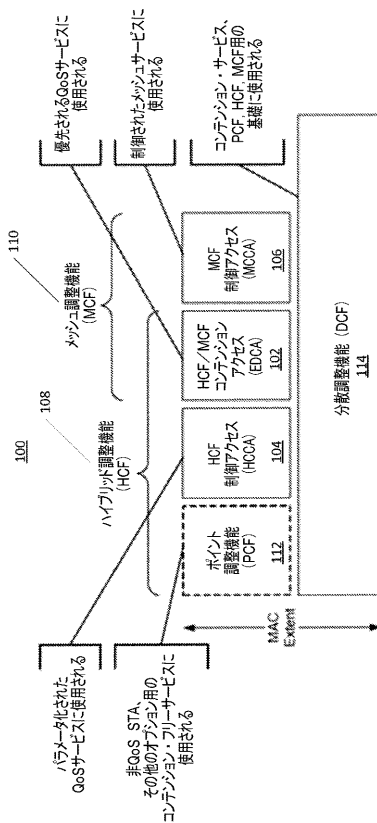
【0 2 0 7】

50

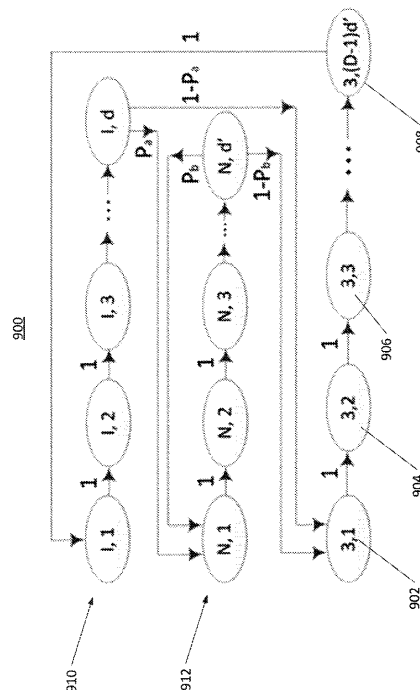
上で説明されたプロセスは、コンピュータおよび／またはプロセッサによって実行される、コンピュータ可読媒体内に包含された、コンピュータプログラム、ソフトウェア、および／またはファームウェアで実施される。コンピュータ可読媒体の例は、（有線および／もしくは無線接続上で送信される）電子信号、ならびに／またはコンピュータ可読記憶媒体を含むが、それらに限定されない。コンピュータ可読記憶媒体の例は、リードオンリメモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、レジスタ、キャッシュメモリ、半導体メモリデバイス、内蔵ハードディスクおよび着脱可能ディスクなどの、しかし、それらに限定されない、磁気媒体、光磁気媒体、ならびに／またはCD-ROMディスクおよび／もしくはデジタル多用途ディスク（DVD）などの光媒体を含むが、それらに限定されない。ソフトウェアと連携するプロセッサは、WTRU、UE、端末、基地局、RNC、および／または任意のホストコンピュータにおいて使用するための無線周波送受信機を実施するために使用される。

10

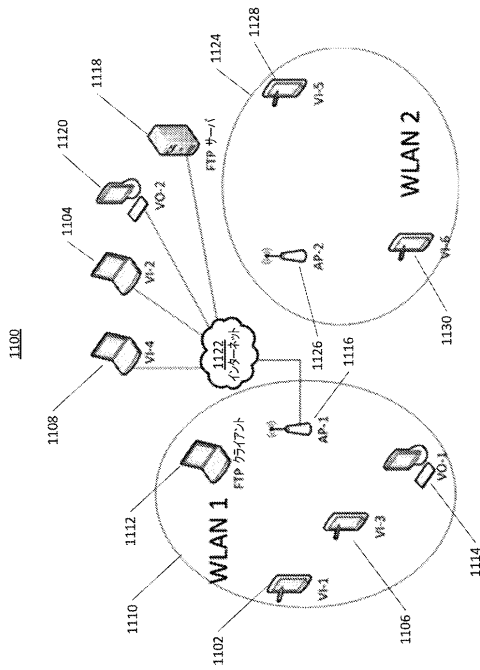
【 図 1 】



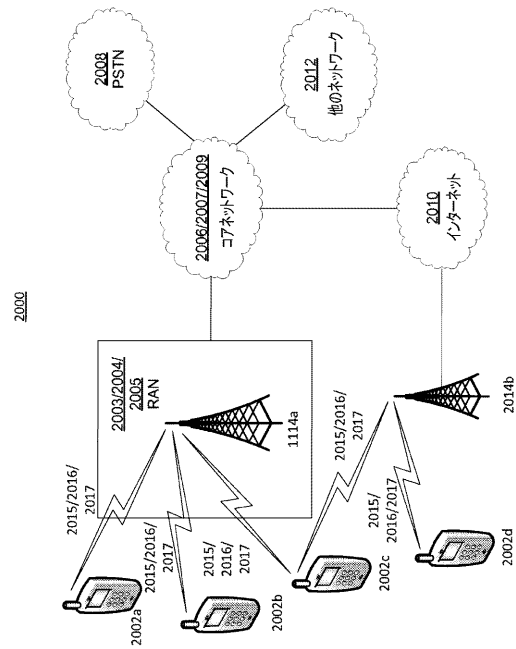
【 図 9 】



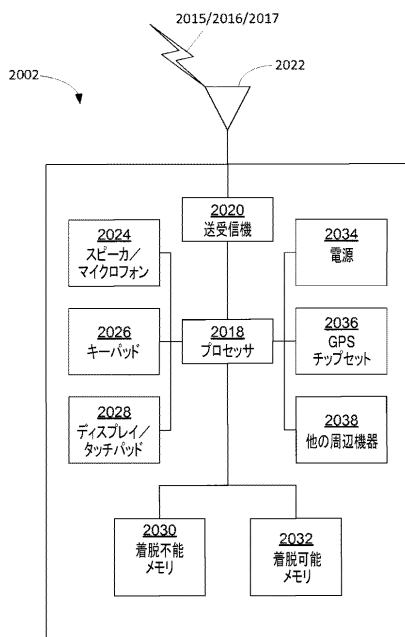
【図 11】



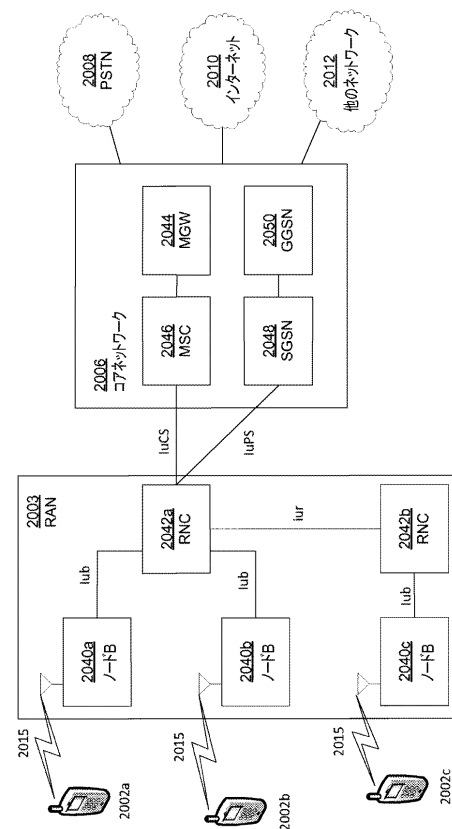
【図 20A】



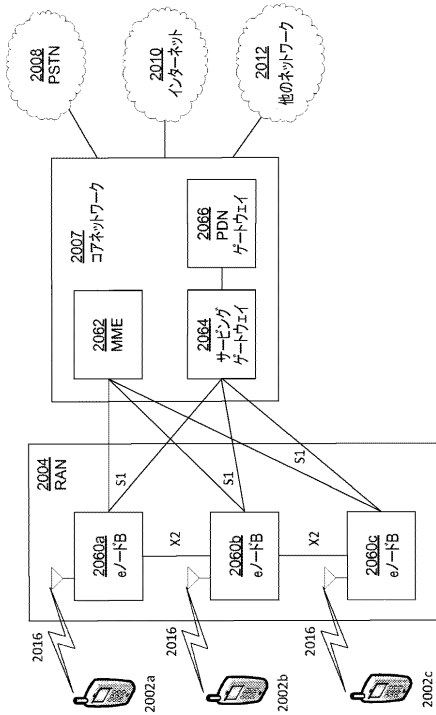
【図 20B】



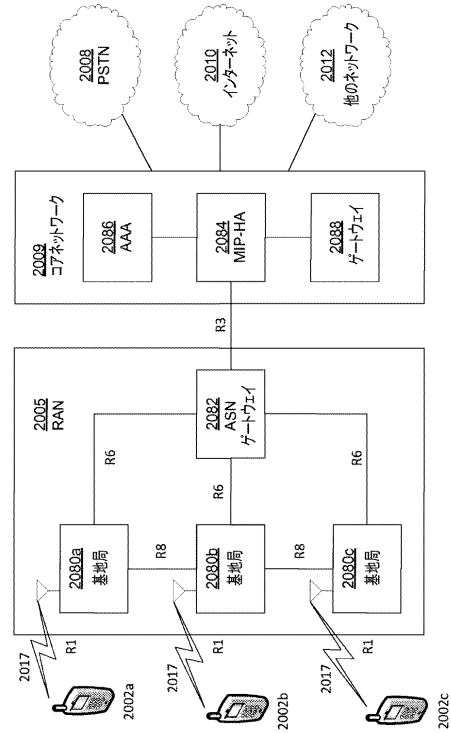
【図 20C】



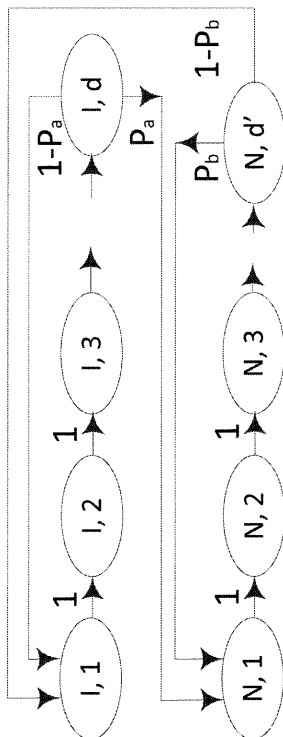
【図 20D】



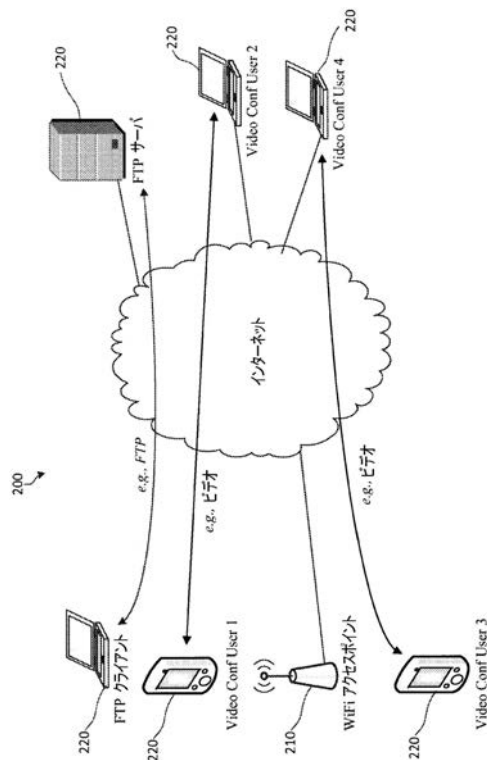
【図 20E】



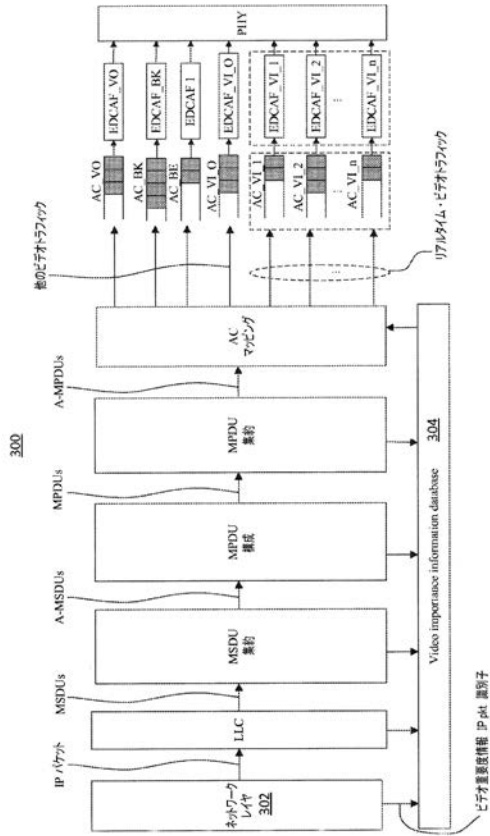
【図 21】



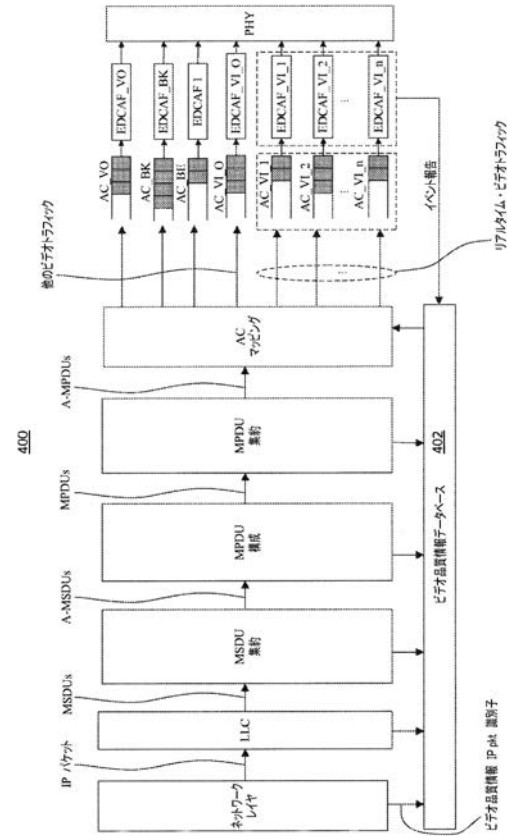
【図 2】



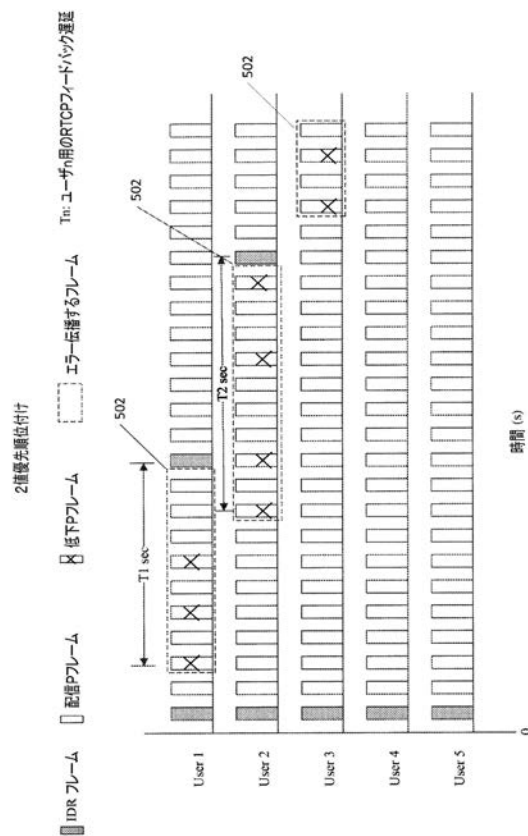
【図 3】



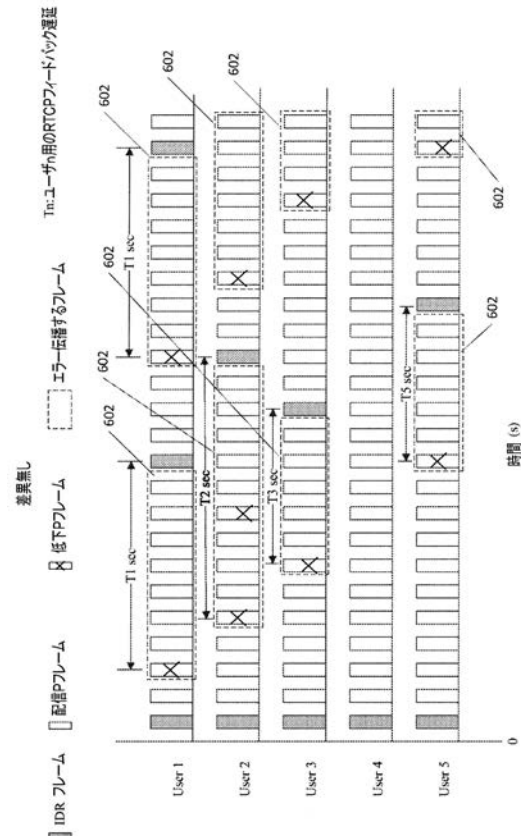
【図 4】



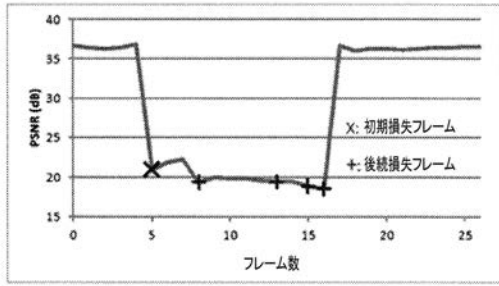
【図 5】



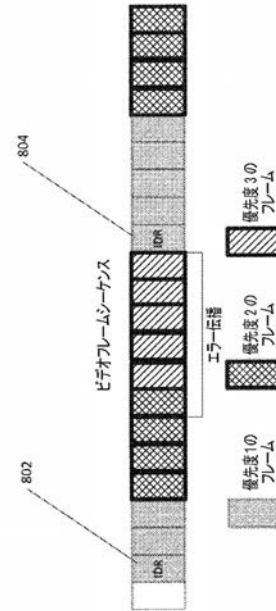
【図 6】



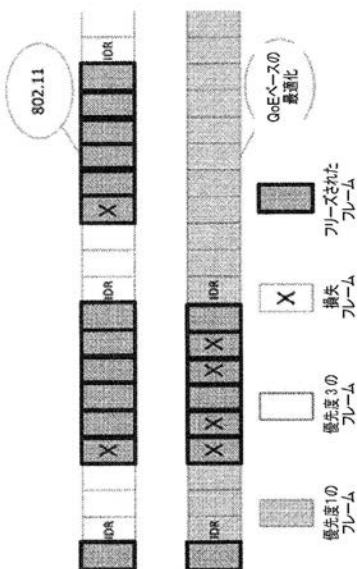
【図 7】



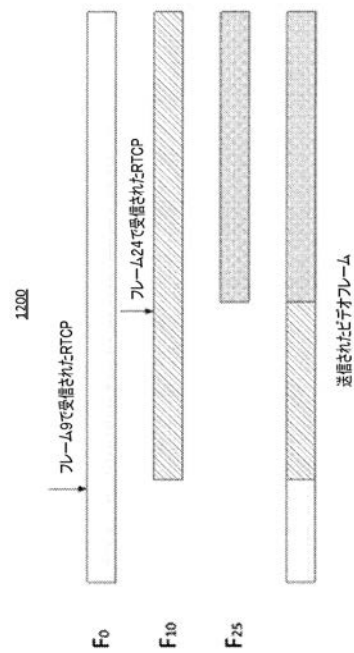
【図 8】



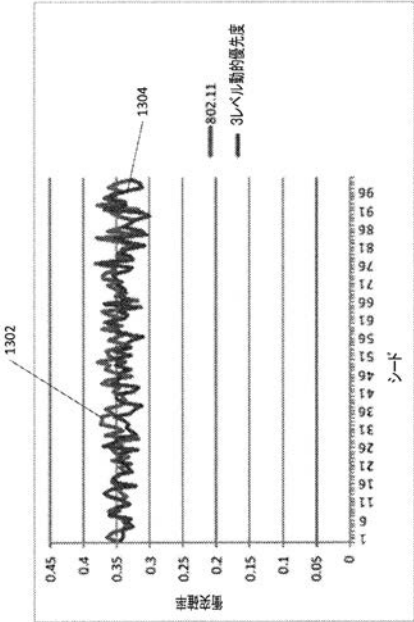
【図 10】



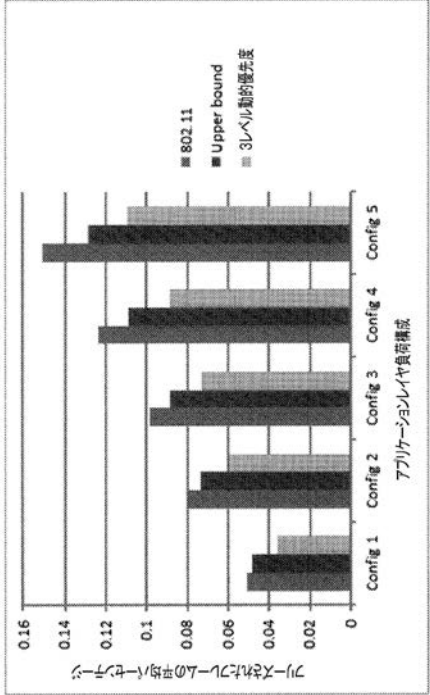
【図 12】



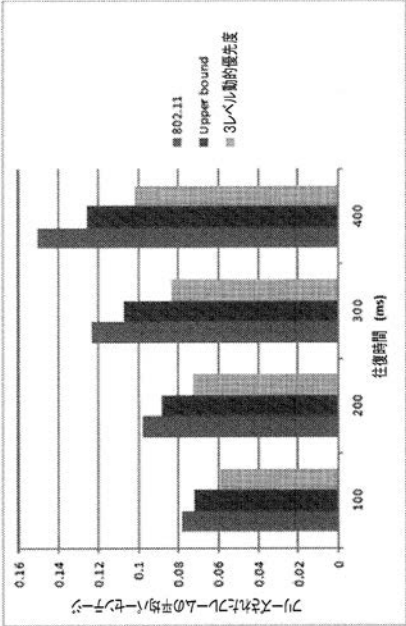
【図 1 3】



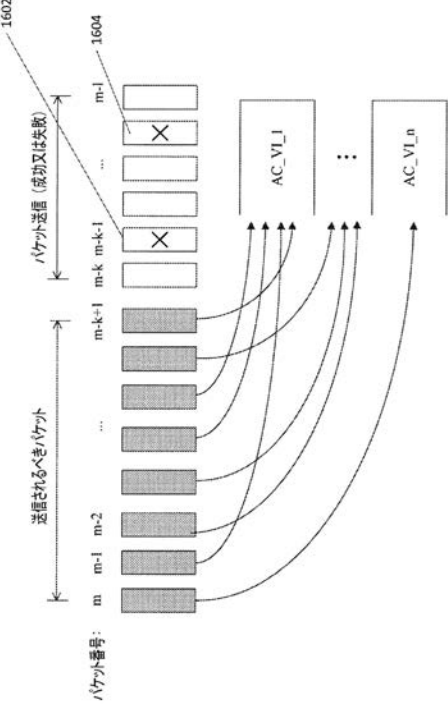
【図 1 4】



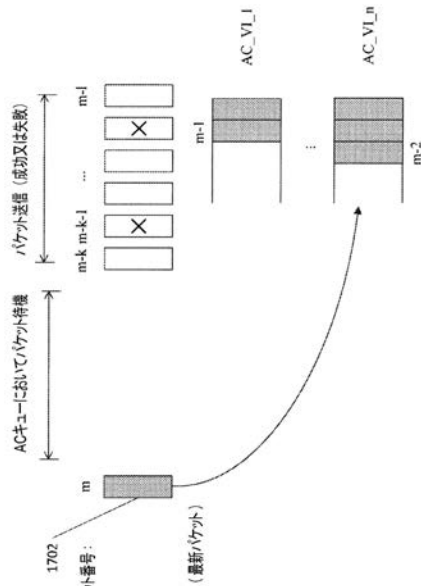
【図 1 5】



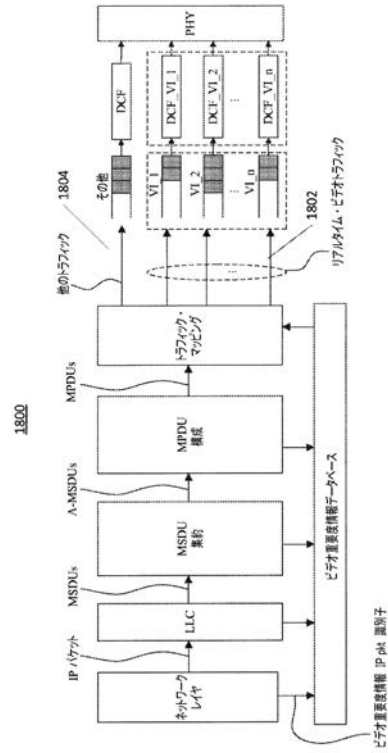
【図 1 6】



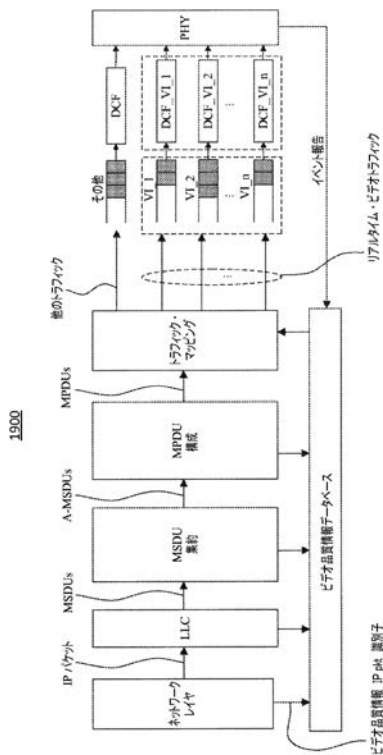
【図 17】



【図 18】



【図 19】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2014/037098

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H04N21/442 H04N21/4425 H04N21/6375 H04N21/6377
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2008/313520 A1 (SUNEYA TORU [JP]) 18 December 2008 (2008-12-18) paragraphs [0002], [0012], [0050]; figures -----	1-20
X	US 2007/086403 A1 (HATAKEYAMA TAKESHI [JP] ET AL) 19 April 2007 (2007-04-19) the whole document -----	1-20
X	US 2010/172335 A1 (MOK IN YOUNG [KR]) 8 July 2010 (2010-07-08) the whole document -----	1-20

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

* Special categories of cited documents :

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

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 August 2014

Date of mailing of the international search report

04/09/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

D'Attilia, Marco

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2014/037098

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2008313520 A1	18-12-2008	JP 5084362 B2 JP 2008312126 A US 2008313520 A1	28-11-2012 25-12-2008 18-12-2008
US 2007086403 A1	19-04-2007	JP 2007143113 A US 2007086403 A1	07-06-2007 19-04-2007
US 2010172335 A1	08-07-2010	KR 20100082106 A US 2010172335 A1	16-07-2010 08-07-2010

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 グレゴリー エス・スタンバーグ

アメリカ合衆国 08054 ニュージャージー州 マウント ローレル ソレル ラン 43

(72)発明者 リウ ウェイミン

アメリカ合衆国 07928 ニュージャージー州 チャタム マリアン レーン 7

(72)発明者 アナンサラマン パラスブラマニアン

アメリカ合衆国 92126 カリフォルニア州 サン ディエゴ カミニート ラ バー 11
555 ナンバー40

(72)発明者 ユーリー レズニック

アメリカ合衆国 98121 ワシントン州 シアトル 1 アベニュー 2319 ナンバー4
07

(72)発明者 アリエラ ゼイラ

アメリカ合衆国 11743 ニューヨーク州 ハンティントン イースト ネック ロード 1
06

(72)発明者 シュー ティエンイー

アメリカ合衆国 92128 カリフォルニア州 サン ディエゴ ストーニー パーク ドライ
ブ 11717 アpartment 17

Fターム(参考) 5C164 FA09 FA22 SB21P SB41S TA09S YA24

5K014 FA03 FA11

5K067 AA21 BB21 EE02 EE10 HH28