

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5842003号
(P5842003)

(45) 発行日 平成28年1月13日 (2016. 1. 13)

(24) 登録日 平成27年11月20日 (2015. 11. 20)

(51) Int. Cl.
H04W 28/12 (2009.01)F I
H04W 28/12

請求項の数 29 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2013-526569 (P2013-526569)	(73) 特許権者	598036300
(86) (22) 出願日	平成23年7月19日 (2011. 7. 19)		テレフオンアクチーボラゲット エル エム エリクソン (パブル)
(65) 公表番号	特表2013-542629 (P2013-542629A)		スウェーデン国 スtockホルム エスー 1 6 4 8 3
(43) 公表日	平成25年11月21日 (2013. 11. 21)	(74) 代理人	100079108
(86) 国際出願番号	PCT/IB2011/053223		弁理士 稲葉 良幸
(87) 国際公開番号	W02012/028972	(74) 代理人	100109346
(87) 国際公開日	平成24年3月8日 (2012. 3. 8)		弁理士 大貫 敏史
審査請求日	平成26年6月19日 (2014. 6. 19)	(72) 発明者	チャン, イン
(31) 優先権主張番号	12/976, 067		アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 5 1 3 4, サン ノゼ, エラン ヴィレッジ
(32) 優先日	平成22年12月22日 (2010. 12. 22)		レーン 3 3 0, アパートメント 2 0 6
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	61/378, 980		
(32) 優先日	平成22年9月1日 (2010. 9. 1)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 局所的輻輳露出

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

加入者回線の局所的輻輳露出受信側ノードによって実行される、セルラーネットワーク内の加入者回線内の所定の伝送経路内の輻輳状態公表のための方法であって、前記方法が、

下流のユーザ・デバイス向けのダウンリンク・パケットを受信するステップであって、前記ダウンリンク・パケットが、前記ダウンリンク・パケットが受けた輻輳のレベルと上流ノードによって宣言された局所的輻輳露出送信側ノードからユーザ・デバイスまでの伝送経路で発生すると予想される輻輳のレベルを示すヘッダを有するステップと、

無線接続により前記下流のユーザ・デバイスに前記ダウンリンク・パケットを転送するステップと、

前記ダウンリンク・パケットが受けた前記輻輳のレベル並びに前記局所的輻輳露出受信側ノード内で受けた任意の輻輳を示すフィードバックを有するパケットを上流に送信するステップと、

前記ダウンリンク・パケットが受けた前記輻輳のレベルが、宣言された前記輻輳のレベルよりも高いフローにおいて、パケットをドロップするステップと、

を含む、方法。

【請求項 2】

前記転送するステップが、前記上流ノードによって宣言された前記輻輳のレベルを示さないダウンリンク・パケットを転送することを含む、請求項 1 記載の方法。

10

20

【請求項 3】

前記受信するステップが、明示的輻輳通知（ECN）対応トランスポートを示す外部ヘッダを有し、非ECN対応トランスポートを示す内部ヘッダを有するダウンリンク・パケットを受信することを含む、請求項1記載の方法。

【請求項 4】

前記受信するステップが、インターネット・プロトコル（IP）over IPトンネルではないトンネルによりダウンリンク・パケットを受信することを含み、前記トンネルにより受信された前記ダウンリンク・パケットの外部ヘッダがECN対応トランスポートを示す、請求項1記載の方法。

【請求項 5】

前記受信するステップが、汎用パケット無線サービス（GPRS）トンネリング・プロトコル（GTP）トンネルにより前記ダウンリンク・パケットを受信することを含み、前記上流ノードによって宣言された前記予想下流輻輳のレベルが前記GTPトンネルにより受信された前記ダウンリンク・パケットのGTPヘッダ及び外部IPヘッダのうちの1つに示される、請求項4記載の方法。

【請求項 6】

前記フィードバックが、前記ダウンリンク・パケットの前記ヘッダによって示された前記ダウンリンク・パケットが受けた前記輻輳のレベルと、前記局所的輻輳露出受信側ノードがドロップしたパケットの数を示す、請求項1記載の方法。

【請求項 7】

前記局所的輻輳露出受信側ノードが基地局を含み、前記送信するステップが、（1）前記基地局がドロップしたパケットの数、（2）前記基地局以前のノードがドロップしたパケットの数、（3）輻輳を受けたことを示すために前記基地局がマークしたパケットの数、及び（4）輻輳を受けたことを示すために前記基地局以前のノードがマークしたパケットの数から選択した情報を含むフィードバックを有するパケットを送信することを含む、請求項1記載の方法。

【請求項 8】

セルラーネットワーク内の加入者回線内の所定の伝送経路内の輻輳状態公表のために構成された局所的輻輳露出受信側ノードであって、前記局所的輻輳露出受信側ノードが、

下流のユーザ・デバイス向けのダウンリンク・パケットを受信するように構成された第1のインターフェースであって、前記ダウンリンク・パケットが、前記ダウンリンク・パケットが受けた輻輳のレベルと上流ノードによって宣言された局所的輻輳露出送信側ノードからユーザ・デバイスまでの伝送経路で発生すると予想される輻輳のレベルを示すヘッダを有する、第1のインターフェースと、

無線接続により前記下流のユーザ・デバイスに前記ダウンリンク・パケットを送信するように構成された第2のインターフェースと、

前記ダウンリンク・パケットが受けた前記輻輳のレベル並びに前記局所的輻輳露出受信側ノード内で受けた任意の輻輳を示すフィードバックを、前記第1のインターフェースにより上流に送信されるパケット内に挿入するためのフィードバック・インサートと、

前記ダウンリンク・パケットが受けた前記輻輳のレベルが、宣言された前記輻輳のレベルよりも高いフローにおいて、パケットをドロップするドロップと、
を含む、ノード。

【請求項 9】

前記第2のインターフェースが、前記上流ノードによって宣言された前記予想下流輻輳のレベルを示さず、輻輳を受けたことを示さないダウンリンク・パケットを前記下流のユーザ・デバイスに送信するように構成される、請求項8記載のノード。

【請求項 10】

前記第1のインターフェースが、明示的輻輳通知（ECN）対応トランスポートを示す外部ヘッダを有し、非ECN対応トランスポートを示す内部ヘッダを有するダウンリンク・パケットを受信するように構成される、請求項8記載のノード。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

前記第 1 のインターフェースが、インターネット・プロトコル (IP) over IP トンネルではないトンネルにより前記ダウンリンク・パケットを受信するように構成され、前記受信されたダウンリンク・パケットの外部ヘッダが ECN 対応トランスポートを示す、請求項 8 記載のノード。

【請求項 1 2】

前記第 1 のインターフェースが、汎用パケット無線サービス (GPRS) トンネリング・プロトコル (GTP) トンネルにより前記ダウンリンク・パケットを受信するように構成され、前記上流ノードによって宣言された前記予想下流輻輳のレベルが前記受信されたダウンリンク・パケットの GTP ヘッダ及び外部 IP ヘッダのうちの 1 つに示される、請求項 1 1 記載のノード。

10

【請求項 1 3】

前記フィードバック・インサータが、前記ダウンリンク・パケットの前記ヘッダによって示された前記ダウンリンク・パケットが受けた前記輻輳のレベルと、前記局所的輻輳露出受信側ノードがドロップしたパケットの数との組み合わせを示すフィードバックを挿入するように構成される、請求項 8 記載のノード。

【請求項 1 4】

前記局所的輻輳露出受信側ノードが基地局を含み、前記フィードバック・インサータが、(1) 前記基地局がドロップしたパケットの数、(2) 前記基地局以前のノードがドロップしたパケットの数、(3) 輻輳を受けたことを示すために前記基地局がマークしたパケットの数、及び(4) 輻輳を受けたことを示すために前記基地局以前のノードがマークしたパケットの数から選択した情報を含む前記フィードバックを挿入するように構成される、請求項 8 記載のノード。

20

【請求項 1 5】

加入者回線の局所的輻輳露出送信側ノードによって実行される、セルラーネットワーク内の加入者回線内の所定の伝送経路内の輻輳状態公表のための方法であって、前記方法が、

下流のユーザ・デバイス向けのダウンリンク・パケットを受信するステップと、

輻輳レベルを示すフィードバックを有するパケットを前記セルラーネットワークの下流ノードから受信するステップと、

30

前記受信したダウンリンク・パケットのヘッダ内に局所的輻輳露出送信側ノードからユーザ・デバイスまでの伝送経路で発生すると予想される輻輳レベルの宣言を挿入するステップと、

前記ヘッダに挿入された前記予想下流輻輳レベルの前記宣言を有する前記ダウンリンク・パケットを前記下流のユーザ・デバイスに向かって転送するステップと、

前記ダウンリンク・パケットを監視し、下流の資源の浪費を防ぐため、攻撃的なフロー／ユーザに関するパケットをドロップするか又はフローを停止するステップと、を含む、方法。

【請求項 1 6】

前記ダウンリンク・パケットを受信するステップが、前記輻輳レベルの宣言を備えてないダウンリンク・パケットを受信することを含む、請求項 1 5 記載の方法。

40

【請求項 1 7】

前記挿入するステップが、ECN 対応トランスポートとして示されている外部ヘッダ内に前記予想下流輻輳レベルの前記宣言を挿入することを含み、前記ダウンリンク・パケットの内部ヘッダが非 ECN 対応トランスポートを示す、請求項 1 5 記載の方法。

【請求項 1 8】

前記転送するステップが、インターネット・プロトコル (IP) over IP トンネルではないトンネルにより前記パケットを転送することを含み、前記トンネルにより転送された前記パケットの外部ヘッダが明示的輻輳通知 (ECN) 対応トランスポートを示す、請求項 1 5 記載の方法。

50

【請求項 19】

前記転送するステップが、汎用パケット無線サービス（GPRS）トンネリング・プロトコル（GTP）トンネルにより前記パケットを転送することを含み、前記予想下流輻輳レベルの前記宣言を前記ヘッダ内に挿入することが、前記予想下流輻輳レベルの前記宣言をGTPヘッダ及び外部IPヘッダのうちの1つに挿入することを含む、請求項18記載の方法。

【請求項 20】

前記フィードバックによって示された前記輻輳レベルに基づいて計算されたECNレートから前記局所的輻輳露出送信側ノードにおいて測定された明示的輻輳通知（ECN）レートを引くことを更に含み、ECNレートは、ECN-C Eマーク付きパケットの数をパケットの総数で割ったものである、請求項15記載の方法。

10

【請求項 21】

前記フィードバックを有する前記パケットを受信するステップが、（1）基地局がドロップしたパケットの数、（2）前記基地局以前のノードがドロップしたパケットの数、（3）輻輳を受けたことを示すために前記基地局がマークしたパケットの数、及び（4）輻輳を受けたことを示すために前記基地局以前のノードがマークしたパケットの数から選択した情報を含むフィードバックを有する前記パケットを受信することを含む、請求項15記載の方法。

【請求項 22】

セルラーネットワーク内の加入者回線内の所定の伝送経路内の輻輳状態公表のために構成された局所的輻輳露出送信側ノードであって、前記局所的輻輳露出送信側ノードが基地局とインターネットとの間の前記加入者回線内に配備され、前記局所的輻輳露出送信側ノードが、

20

下流のユーザ・デバイス向けのダウンリンク・パケットを受信するように構成された第1のインターフェースと、

前記セルラーネットワークの下流ノードから輻輳レベルを示すフィードバックを有するパケットを受信するように構成された第2のインターフェースと、

前記受信したダウンリンク・パケットのヘッダ内に局所的輻輳露出送信側ノードからユーザ・デバイスまでの伝送経路で発生すると予想される輻輳レベルの宣言を挿入するように構成された輻輳露出インサータと、

30

前記ダウンリンク・パケットを監視し、下流の資源の浪費を防ぐため、攻撃的なフロー／ユーザに関するパケットをドロップするか又はフローを停止するポリサと、
を含み、

前記送信側ノードが、前記ヘッダ内に挿入された前記予想下流輻輳レベルの前記宣言を有する前記ダウンリンク・パケットを前記下流のユーザ・デバイスに向かって転送するように構成される、ノード。

【請求項 23】

前記第1のインターフェースが、前記輻輳レベルの宣言を備えていないダウンリンク・パケットを受信するように構成される、請求項22記載のノード。

【請求項 24】

40

前記フィードバック・インサータが、明示的輻輳通知（ECN）対応トランスポートとして示されている前記ダウンリンク・パケットの外部ヘッダ内に前記予想下流輻輳レベルの前記宣言を挿入するように構成され、前記ダウンリンク・パケットの内部ヘッダが非ECN対応トランスポートを示す、請求項22記載のノード。

【請求項 25】

前記送信側ノードが、インターネット・プロトコル（IP）over IPトンネルではないトンネルにより前記パケットを転送するように構成され、前記トンネルにより転送された前記パケットの外部ヘッダが明示的輻輳通知（ECN）対応トランスポートを示す、請求項22記載のノード。

【請求項 26】

50

前記送信側ノードが、汎用パケット無線サービス（GPRS）トンネリング・プロトコル（GTP）トンネルにより前記パケットを転送するように構成され、前記ヘッダがGTPヘッダを含み、前記フィードバック・インサータが、前記予想下流輻輳レベルの前記宣言を前記GTPヘッダ内に挿入するように構成される、請求項25記載のノード。

【請求項27】

前記フィードバックによって示された前記輻輳レベルに基づいて計算されたECNレートから、前記第1のインターフェースにより受信された前記局所的輻輳露出送信側ノードにおいて測定された明示的輻輳通知（ECN）レートを引くように構成されたポリサを更に含み、ECNレートは、ECN-Cマーク付きパケットの数をパケットの総数で割ったものである、請求項22記載のノード。

10

【請求項28】

攻撃的なソースに接続された複数のユーザに関するフローがいずれも高い明示的輻輳通知（ECN）レートを引き起こすことを検出することにより、前記攻撃的なソースを検出するように構成されたポリサを更に含む、請求項22記載のノード。

【請求項29】

前記ネットワーク・ノードがサービングゲートウェイ（S-GW）及びパケットデータネットワークゲートウェイ（PDN-GW）のうちの1つを含む、請求項22記載のノード。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、2010年9月1日に出願され、参照により本明細書に取り入れられる米国仮出願第61/378980号の利益を請求するものである。

【0002】

本発明の諸実施形態は、ネットワーキングの分野に関し、より具体的には、ネットワーキングの分野における輻輳回避に関する。

【背景技術】

【0003】

ネットワークの輻輳は、そのネットワークが対応できるものより多くのパケット又はデータがネットワークによって伝送される時に発生する可能性がある。ネットワークは典型的に、固定帯域幅又は固定パケット伝送速度などの固定容量を有する。ネットワークの固定容量より多くのパケットを転送する必要がある場合、ネットワークは、このようなトラフィック・サージに対応するために、キューを使用してパケットをバッファリングすることができる。しかし、ネットワーク・エレメントは一般に、固定サイズのキュー及びその他の資源を有する。ネットワークの輻輳は、このような固定サイズの資源がほとんど又は完全に使用され（例えば、キューがほとんど一杯になっている可能性がある）、追加のパケット伝送に対応できない時に発生する可能性がある。従来、このような輻輳を経験しているネットワークは単にパケットをドロップするだけである可能性がある。しかし、パケットをドロップすることは、ドロップしたパケットの再伝送を引き起こすなど、特定の欠点を有し、それが更にネットワークの輻輳の一因になるか又はネットワークの輻輳を長引かせる可能性がある。

30

40

【0004】

明示的輻輳通知（ECN）は、初期輻輳の場合にパケットをドロップする代わりにパケットをマークすることを伴う、既知の輻輳回避方式である。初期輻輳を経験しているECN認識ネットワーク・エレメントは、パケットをドロップする代わりに、輻輳が発生していることを示すためにパケットのヘッダ内のECNフィールドをマークすることができる。例として、ECNは、4つの異なるECNコードポイントをコード化するためにECNフィールドに割り当てられているIPプロトコル・ヘッダ（IPv4又はIPv6）内のDiffServフィールドに2つの最下位ビットを使用することができる。00という

50

ECNコードポイントは、エンドポイントがECN対応トランスポート (ECN-capable transport) をサポートしないか又は自発的にそれをサポートする気がない場合に、非ECN対応トランスポート (not ECN-capable transport) (即ち、非ECT) を示すことができる。2つのECNコードポイント、即ち、10又は01 (それぞれ、ECT(0)及びECT(1)) のうちのいずれか一方はECN対応トランスポート (ECT) を示すことができる。11というECNコードポイントは、輻輳を経験したか又は輻輳に遭遇したこと (ECN-CE) を示すことができる。例えば、ECN対応ノード又はキューは、輻輳に遭遇したか又は輻輳を経験した場合に確率的にECNフィールドを11に設定し、次にECNマーク付きパケットを転送することができる。激しい輻輳を回避するために、ルータ及びその他のネットワーク・エレメントは、平均キュー長に応じた確率でパケットをマークすることができる。ECNに関するフィードバックを指定するための適切なプロトコルの例としては、TCP、DCCP、SCTP、及びRTP/UDPを含む。マークしたパケットのパーセンテージ又は割合は、ネットワーク内の輻輳のレベルを示し、そのレベルに直接関連する可能性がある。ECNでは、ECNマーク付きパケットのエンドポイント受信側 (receiver) は、ネットワークが輻輳を経験していることを送信側 (sender) に通知するために、マークしたパケットのパーセンテージ又は割合或いは輻輳のレベルに関するフィードバック又は情報を送信側に返すことができる。送信側は、今後のパケットがドロップされないようにその伝送速度を低下させることが予想される。有利なことに、ECNは、ネットワーク内の輻輳の量及びドロップされるパケットの数を低減するのに役立つ可能性がある。

10

20

【0005】

輻輳露出 (congestion exposure) (ConEX) は、もう1つの輻輳回避方式又はプロトコルである。輻輳露出はECNを使用し、ECNに基づくものにすることができる。輻輳露出は、パケットが遭遇することが予想される残存経路輻輳 (remaining path congestion) について送信側がネットワークに通知できるようにするメカニズムを提供することができる。ECNでは、ネットワークはパケットをECNマークするか又はパケットをドロップすることにより輻輳を信号で知らせることができ、受信側はこの情報をフィードバックとして送信側に返すことができる。輻輳露出は、送信側が予想される残存経路輻輳情報をネットワーク内にリレー又は挿入して、この予想される輻輳をネットワークに通知できるようにすることにより、これを基礎としている。予想される経路残余輻輳 (rest-of-path congestion) 情報は、ECNフィードバックに示されるものと同じフロー内で前のパケットが以前遭遇した輻輳に基づくか又はそこから導出することができる。ネットワーク・ノードは、この情報を使用して、トラフィックを送信又は転送することによってそのフローがどの程度の輻輳を引き起こす可能性があるかを推定することができ、この情報に基づいて決断することができる。輻輳露出は、そのフローが引き起こすか又は発生を可能にする輻輳についてそのフローの責任であることを示すための情報及び能力を提供することができ、輻輳を管理するのに役立つ可能性がある。

30

【0006】

再ECN (re-ECN) は輻輳露出の既知の実現例である。再ECNについては、2010年10月25日付けでBob Briscoe他により「Re-ENC: Adding Accountability for Causing Congestion to TCP/IP」というタイトルで公表されたインターネット技術標準化委員会 (IETF) トランスポートエリア作業部会のインターネット原案の1~51ページに記載されている。再ECNプロトコルは、各パケットがインターネットワーク内の任意のインターフェースと交差する時に、その経路の残余部分における正確な輻輳予測を伝達するように、各パケット内にフィールドを提供する。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

一態様では、加入者回線の局所的輻輳露出受信側ノードによって実行される、セルラー

50

ネットワーク内の加入者回線（local loop）内の局所的輻輳露出（localized congestion exposure）のための方法は、いくつかのステップを含む。1つのステップでは、下流のユーザ・デバイス向けのダウンリンク・パケットが受信される。ダウンリンク・パケットは、そのダウンリンク・パケットが経験した輻輳のレベルを示すヘッダを有する。ヘッダは、上流ノードによって宣言された予想下流輻輳（expected downstream congestion）のレベルも示す。もう1つのステップでは、ダウンリンク・パケットは無線接続により下流のユーザ・デバイスに転送される。更に他のステップでは、ダウンリンク・パケットが経験した輻輳のレベル並びに局所的輻輳露出受信側ノード内で経験した任意の輻輳を示すフィードバックを有するパケットが上流に送信される。考えられる利点の1つは、加入者回線内で輻輳を管理できるようにするために、輻輳露出が加入者回線の外側でサポートされるかどうかにかかわらず、セルラーネットワーク内の加入者回線内で局所的輻輳露出を達成できることである。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

他の態様では、セルラーネットワーク内の加入者回線内の局所的輻輳露出のために構成された局所的輻輳露出受信側ノードが提供される。受信側ノードは、下流のユーザ・デバイス向けのダウンリンク・パケットを受信するように構成された第1のインターフェースを含む。ダウンリンク・パケットは、そのダウンリンク・パケットが経験した輻輳のレベルを示すヘッダを有する。ヘッダは、上流ノードによって宣言された予想下流輻輳のレベルも示す。受信側ノードは、無線接続により下流のユーザ・デバイスにダウンリンク・パケットを送信するように構成された第2のインターフェースも有する。また、受信側ノードは、ダウンリンク・パケットが経験した輻輳のレベル並びに局所的輻輳露出受信側ノード内で経験した任意の輻輳を示すフィードバックを、第1のインターフェースにより上流に送信されるパケット内に挿入するためのフィードバック・インサータ（feedback inserter）も含む。考えられる利点の1つは、加入者回線内で輻輳を管理できるようにするために、輻輳露出が加入者回線の外側でサポートされるかどうかにかかわらず、セルラーネットワーク内の加入者回線内で局所的輻輳露出を達成できることである。

20

【0009】

更に他の態様では、加入者回線の局所的輻輳露出送信側ノードによって実行される、セルラーネットワーク内の加入者回線内の局所的輻輳露出のための方法は、いくつかのステップを含む。1つのステップでは、下流のユーザ・デバイス向けのダウンリンク・パケットが受信される。もう1つのステップでは、輻輳レベルを示すフィードバックを有するパケットがセルラーネットワークの下流ノードから受信される。更に他のステップでは、予想下流輻輳レベルの宣言が、受信したダウンリンク・パケットのヘッダ内に挿入される。もう1つのステップでは、そのヘッダに挿入された予想下流輻輳レベルの宣言を有するダウンリンク・パケットが、下流のユーザ・デバイスに向かって転送される。考えられる利点の1つは、加入者回線内で輻輳を管理できるようにするために、輻輳露出が加入者回線の外側でサポートされるかどうかにかかわらず、セルラーネットワーク内の加入者回線内で局所的輻輳露出を達成できることである。

30

【0010】

更に他の態様では、セルラーネットワーク内の加入者回線内の局所的輻輳露出のために構成された局所的輻輳露出送信側ノードが提供される。局所的輻輳露出送信側ノードは、基地局とインターネットとの間の加入者回線内に配備される予定である。送信側ノードは、下流のユーザ・デバイス向けのダウンリンク・パケットを受信するように構成された第1のインターフェースを有する。送信側ノードは、セルラーネットワークの下流ノードから輻輳レベルを示すフィードバックを有するパケットを受信するように構成された第2のインターフェースも有する。送信側ノードの輻輳露出インサータ（congestion exposure inserter）は、受信したダウンリンク・パケットのヘッダ内に予想下流輻輳レベルの宣言を挿入するように構成される。送信側ノードは、そのヘッダ内に挿入された予想下流輻輳レベルの宣言を有するダウンリンク・パケットを下流のユーザ・デバイスに向かって転送

40

50

するように構成される。考えられる利点の1つは、加入者回線内で輻輳を管理できるようにするために、輻輳露出が加入者回線の外側でサポートされるかどうかにかかわらず、セルラーネットワーク内の加入者回線内で局所的輻輳露出を達成できることである。

【0011】

本発明は、本発明の諸実施形態を例示するために使用される以下の説明及び添付図面を参照することにより、最もよく理解することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】第3世代パートナーシップ・プロジェクト(3GPP)ロング・ターム・エボリューション(LTE)セルラーネットワークにおける局所的輻輳露出の一実施形態例を示す図である。

10

【図2】外部及び内部IPヘッダの一実施形態例である。

【図3】加入者回線の局所的輻輳露出受信側ノード(例えば、eNodeB又はその他の基地局)によって実行される、セルラーネットワーク内の加入者回線内の局所的輻輳露出のための方法の一実施形態例のブロック・フローダイアグラムである。

【図4】フィードバックのためのレポート・フォーマットの一実施形態例を示すブロック図である。

【図5】セルラーネットワーク内の加入者回線内の局所的輻輳露出のために構成された局所的輻輳露出受信側ノード(例えば、eNodeB又はその他の基地局)の一実施形態例のブロック図である。

20

【図6】加入者回線の局所的輻輳露出送信側ノード(例えば、ゲートウェイ)によって実行される、セルラーネットワーク内の加入者回線内の局所的輻輳露出のための方法の一実施形態例のブロック・フローダイアグラムである。

【図7】セルラーネットワーク内の加入者回線内の局所的輻輳露出のために構成された局所的輻輳露出送信側ノード(例えば、ゲートウェイ)の一実施形態例のブロック図である。

【図8】ECNがエンドツーエンドでサポートされる、3GPP LTEセルラーネットワーク内の局所的輻輳露出の第2の実施形態例を示す図である。

【図9】ECNと輻輳露出の両方がエンドツーエンドでサポートされる、3GPP LTEセルラーネットワーク内の局所的輻輳露出の第3の実施形態例を示す図である。

30

【図10】パケットがユーザ装置からインターネットにアップロードされる、アップロード・シナリオのための3GPP LTEセルラーネットワーク内の局所的輻輳露出の一実施形態例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下の説明は局所的輻輳露出のための方法及び装置について記載したものである。以下の説明では、特定のネットワーク構成、特定のタイプの輻輳情報、ヘッダ内の特定のフィールドなど、数多くの具体的な詳細が明記されている。しかし、本発明の諸実施形態はこれらの具体的な詳細なしで実践できることは言うまでもない。その他の事例では、この説明の理解を曖昧にしないために、周知の回路、構造、及び技法は詳細に示されていない。

40

【0014】

本明細書において「ある実施形態」、「一実施形態」、「一実施形態例」などに言及する場合、記載されている実施形態が特定の特徵、構造、又は特性を含む可能性があるが、すべての実施形態が必ずしもその特定の特徵、構造、又は特性を含むわけではない可能性があることを示している。その上、このような表現は必ずしも同じ実施形態に言及しているわけではない。更に、特定の特徵、構造、又は特性が一実施形態に関連して記載されている場合、明示的に記載されているかどうかにかかわらず、その他の実施形態に関連してこのような特徴、構造、又は特性に影響を及ぼすことは当業者の知識の範囲内であると思われる。

【0015】

50

現在、E C N、再 E C N、及び輻輳露出の使用は非常に限られている。重要な寄与要因は、これらの輻輳回避方式が、インターネットなどの公衆網により受信側端末から送信側端末へのエンドツーエンドを使用するには非常に困難なものになりがちであることである。完全なエンドツーエンド配備を達成することが困難である理由の1つは、それが典型的に、これらの輻輳回避方式をサポートするように、携帯電話、スマートフォン、ラップトップ、サーバ、ルータ、スイッチなどの受信側及び送信側端末の変更を必要とすることである。例えば、送信側は輻輳露出においてネットワーク内にフィードバックを挿入できる必要がある。これは典型的に、例えば、関心のあるオペレーティング・システム（例えば、サーバ用のLinux（登録商標）、Windows（登録商標）など、携帯電話用のAndroid、Windows（登録商標） Mobileなど）において伝送制御プロトコル（TCP）／インターネット・プロトコル（IP）スタックによるサポートを必要とする。しかし、このような端末の製造業者／ベンダは多数存在し、その端末にこれらの輻輳回避方式をサポートさせることに同意するよう、このような製造業者／ベンダのすべてを説得することは困難なことである。

【0016】

完全なエンドツーエンド配備を達成することが困難であるもう1つの理由は、インターネット内のルータの製造業者がE C N及び輻輳露出をサポートするよう自社のルータを変更することを渋りがちであることである。E C N及び輻輳露出をサポートするために、特にボトルネック・リンク上の経路に沿ったルータは、輻輳を示すためにE C Nフィールドをマークしなければならないが、それを行わない場合、E C Nも適切に機能しない可能性がある。その上、ファイアウォール又は侵入検知システム（IDS）などのミドルボックスを経路に沿ってセットアップさせることは一般的である。輻輳露出フレームワークは、これらのミドルボックスがE C Nマーク又は輻輳露出情報をクリアしないようなものでなければならない。ミドルボックスは異なるネットワーク管理エンティティに属す可能性があるため、これは保証するのが難しいものである。上記の理由から、エンドツーエンドで機能する輻輳露出の配備が困難なものになり、かなりの時間を要することになると想定することは妥当なことである。

【0017】

本明細書には局所的輻輳露出のための方法及び装置が開示されている。局所的輻輳露出という用語は局所的再E C Nを包含するものである。例えば、局所的再E C Nの一実施形態は局所的輻輳露出の一実施形態でもある。局所的輻輳露出では、輻輳露出情報は、エンドツーエンドのみではなく、局所化される。局所的輻輳露出の利点の1つは、この局所性である。局所的輻輳露出は、例えば、輻輳露出をエンドツーエンドで使用可能にすることが不可能であるか又は実用的ではない時に有用であり、例えば、特定の経路に沿って配備することができる。輻輳露出に関するこれまでの提案はいずれも純粋にエンドツーエンド・ベースであり、上述のように、輻輳露出をサポートするためにエンドホストに対する変更を必要とする。これは、輻輳露出プロトコルを採用する際に配備上の負担を発生する可能性がある。新しい局所的輻輳露出はこのような制限を除去するものである。局所的輻輳露出は、エンドホストに対する変更なしに公正な資源制御を達成することができる。局所的輻輳露出におけるインフラストラクチャ・ノードの数は典型的にエンドホストの数よりかなり少なく、すべてのインフラストラクチャ・ノードは同じネットワーク管理エンティティの制御下にある可能性があるため、配備のオーバーヘッドは大幅に低減することができる。加えて経路に沿ったミドルボックスによってE C N機能をリセットできるか又はIP v 6拡張ヘッダを除去できるので、エンドツーエンド輻輳露出は非効率的になる可能性があるが、この問題は局所的輻輳露出において回避できるか又は少なくともより管理しやすいものになる可能性がある。加えて、本明細書に開示されている局所輻輳露出手法は漸増的に配備可能であり、広く配備された状態になると、エンドツーエンド輻輳露出に向かう自然な足掛かりとして機能する可能性がある。

【0018】

図1は、第3世代パートナーシップ・プロジェクト（3GPP）ロング・ターム・エボ

10

20

30

40

50

リューション (LTE) セルラーネットワーク 100 における局所的輻輳露出の一実施形態例を示している。局所的輻輳露出は LTE ネットワークにおいて実用的かつ有用である。この実施形態例では、エンドホストでは ECN も輻輳露出もサポートされない。これは、当初、主流のケースになりそうである。

【0019】

この図は、LTE アーキテクチャ・セルラーネットワーク 100 の一例と、3GPP LTE セルラーネットワーク内のデータ・トラフィックに関するデータプレーン経路を描写している。eNodeB 103 は LTE ネットワーク基地局に与えられた名前である。ネットワーク内にはその他の基地局 (図示せず) が存在する可能性があることを認識されたい。eNodeB は、ユーザ・デバイス又はユーザ装置 101 とネットワークとの間の実際の無線接続 102 を実現するために使用される。ユーザ装置から / ユーザ装置へのユーザデータペイロード (インターネット・プロトコル (IP) パケット) は、サービングゲートウェイ (サービング GW 又は S-GW) 105 とパケットデータネットワークゲートウェイ (PDN-GW) 106 という 2 つの論理ノードによって処理される。サービング GW は、eNodeB に向かう S1-U ユーザプレーン・インターフェースを終端させる。また、サービング GW は、ユーザ装置 101 向けのダウンリンク IP パケットのうち、偶然、アイドル・モードになっているものをバッファリングする。PDN-GW は、インターネット 108 に向かうゲートウェイとして機能する。PDN-GW は、SGi インターフェースによる外部 IP ネットワーク (例えば、インターネット) への相互接続点である。また、PDN-GW は、IP アドレス割り振り、課金、パケット・フィルタリング、及びポリシーベースのフロー制御のための機能も含む。S-GW 及び PDN-GW は LTE により論理的に分離されたエンティティであるが、1 つ又は複数の物理システム上に物理的に配備できることを認識されたい。S-GW 及び PDN-GW は、LTE のコア・ネットワーク・アーキテクチャを表すシステムアーキテクチャ・エボリューション (SAE) のサブコンポーネントである。SAE の主要コンポーネント又はコアは、SAE コア又は進化したパケットコア (EPC) として知られている。例示されている LTE アーキテクチャは、eNodeB と S-GW との間の第 1 のルータ 104 と、PDN-GW をインターネットに接続する第 2 のルータ 107 も含む。ネットワークは 2 つ以上のルータ (例えば、基地局と S-GW との間により多くのルータ、S-GW と PDN-GW との間に 1 つ又は複数のルータ、PDN-GW とインターネットとの間により多くのルータなど) を含むことができることを認識されたい。eNodeB、第 1 のルータ 104、S-GW、PDN-GW は一般に同じネットワーク・オペレータ・エンティティによって所有され操作される。インターネットは複数のルータを含み、単純にするため、そのうちの第 3 のルータ 109 のみが例示されている。ソース又はサーバ 110 はインターネットを越えてセルラーネットワークに結合される。

【0020】

図 1 に示されている、この LTE インフラストラクチャ例を取り上げると、輻輳は、eNodeB (最も可能性が高い)、S-GW、PDN-GW、並びに経路に沿ったルータ及びスイッチなど、複数の場所で発生する可能性がある。最近、一部はビデオ・ダウンロードなどにより、セルラーネットワーク内でデータ・トラフィックが大幅に増加している。ダウンロード・シナリオでは、ユーザ・デバイス (例えば、携帯電話) 101 はサーバ又はソース 110 からコンテンツ (例えば、ストリーミングした映画) をダウンロードする。ダウンロード方向のトラフィック量の方が典型的にアップストリーム方向よりかなり多くなるので、この図ではダウンロード・シナリオが例示されている。その結果、ダウンロード・シナリオの方がトラフィック量が多いために輻輳を引き起こす可能性が高く、その場合、局所的輻輳露出はより多くの恩恵をもたらす。以下に更に記載されているように、アップロード・シナリオについても同様のセットアップを行うことができるが、アップロード方向のトラフィック量が輻輳を引き起こす点まで増加しない限り (例えば、ユーザ装置がテレビ電話を使用するか、ビデオを送信するか、又はその他の方法で大量のデータを送信する場合)、局所的輻輳露出の恩恵はそれほど明白ではない可能性がある。

【0021】

局所的輻輳露出フレームワークは、LTEインフラストラクチャ・ノード、例えば、eNodeB、S-GW、及びPDN-GWで実現される。この図ではeNodeB（基地局）ノードとPDN-GWノードとの間の経路が例示されているが、本発明の範囲はこの特定の経路に限定されない。この場合、局所的輻輳露出はPDN-GWとeNodeBとの間の経路に沿って配備される。これは、輻輳露出ループがPDN-GWノードとeNodeBノードとの間に局所的にのみ延びていることを意味する。ECN又は輻輳露出はいずれもこのループの外側でサポートする必要はない。しかし、本発明の諸実施形態は、ECN及び輻輳露出がエンドツーエンド経路内に配備される場合に機能する。

【0022】

この例示されている実施形態では、基地局又はeNodeBは輻輳露出受信側ノードとして機能し、PDN-GWは輻輳露出送信側ノードとして機能する。PDN-GWとeNodeBとの間の経路に沿ったノード（例えば、図示の通り、S-GW、eNodeB、及びS-GWとeNodeBとの間の第1のルータ104）は、輻輳を経験していることを示すためにパケットのECNビットをマークすることができる（「113でECNビットをマークする」）。基地局又はeNodeBは、パケットが経験した輻輳のレベルを示すためにそのパケット内のECNマーキングに関するフィードバックを提供することができる（「111でECNマーキングをフィードバックする」）。PDN-GWは、フィードバックを受信し、フィードバック又は輻輳情報を輻輳露出又は再ECN情報としてネットワーク内に再挿入することができる（「112でフィードバックを再挿入する」）。輻輳露出は輻輳通知をデータ・ヘッダにコード化する。PDN-GWから送信されたパケットは、その経路の残余部分の輻輳条件について正確な予測を伝達することができる。再フィードバックは、ノードがECNマーキングを実行する時にこのウィンドウでマークしたパケットの割合を示す表示と、前のウィンドウでマークしたパケットの割合を示す表示の両方を含むことができる。有利なことに、輻輳露出が加入者回線の外側でサポートされるかどうかにかかわらず、セルラーネットワーク内の加入者回線内で局所的輻輳露出を達成することができる。潜在的な利点の1つは、セルラーネットワークの1つ又は複数のノードが局所的輻輳露出情報を使用して、例えば、資源を割り振るか又は制御すること、パケットをドロップすること、悪意あるフローを発見すること、不正を働くユーザを発見すること、悪意あるトラフィックがより多くのネットワーク資源を消費するのを停止すること、及び／又はダウンストリームで引き起こす輻輳について責任があるフロー、顧客、及びデータソースをその他の方法で保持することのうちの1つ又は複数を行うことができることである。

【0023】

LTEセルラーネットワークでは、PDN-GWノードとeNodeBノード（LTEネットワーク基地局）との間のパケットは汎用パケット無線サービス（GPRS）トンネリング・プロトコル（GTP）によりトンネリングされる。GTPはペイロード・プロトコルに関するデータを配信するための配信プロトコルである。GTPは、ユーザ・データグラム・プロトコル（UDP）／インターネット・プロトコル（IP）より上のトンネリング・プロトコルである。GTPはUDP又はTCPのいずれか一方とともに使用することができる。UDP及びTCPはトランスポート層又はレベルにある。トランスポート層又はレベルはIPより高いネットワーク層又はレベルにある。IPはインターネット層又はレベルにある。加えて、GTPは論理的にUDPより高い。GTP経路はIPアドレス及びUDPポート番号によって各ノードで識別される。GTPプロトコルは、データ・トラフィック（GTP-U）及び制御トラフィック（GTP-C）の両方に関するものを含む。即ち、PDN-GWとeNodeBとの間のユーザプレーン・トラフィック又は経路はGTP-U（ユーザプレーン用のU）トンネルによりトンネリングされ、制御信号のために個別のGTP-Cプロトコルが存在する。これは、パケット転送がIPレベルで実行されるインターネット上のエンドツーエンド経路とは非常に異なるものである。

【0024】

本発明のこの例示されている実施形態では、輻輳露出はP D N－G Wとe N o d e Bとの間のG T P－U経路に沿って配備される。即ち、G T P－U経路は輻輳露出をサポートする。G T Pのより高いレベルで局所的輻輳露出を実現することは実現を容易にするものである。これらのトンネリング・プロトコルは、G T Pプロトコルとともに取り入れられた輻輳メカニズムを制御するために相当なフレキシビリティをオペレータに提供する。既存のG T Pトンネルは、輻輳回避メカニズムなしのU D Pベースのトンネリング・プロトコルである。この経路によるE C Nに関するサポートは、現在、指定されていないが、比較的簡単なものである。汎用I P o v e r I Pトンネリングについては、E C Nを参照することができる。

【0025】

図2は、外部I Pヘッダ215及び内部I Pヘッダ216の一実施形態例である。外部I Pヘッダは外部輻輳遭遇又は経験マーキング(C E o) 217を有する。内部I Pヘッダは内部輻輳遭遇又は経験マーキング(C E i) 218を有する。G T P－Uトンネル内のE C Nに関するサポートを実現することは、外部I PヘッダがE C N対応として示されることを含むことができる。G T Pトンネリングに関するこのようなE C Nマーキング・サポートは新しいものであると考えられる。一態様では、内部ヘッダがE C N対応ではない場合、外部I Pヘッダ内のE C N－C Eマーキングはトンネル出口(tunnel egress)で内部I Pヘッダにコピーすることができない。一態様では、G T P－Uプロトコルは、フィードバック・レポートを信頼できるものにするために任意選択のシーケンス番号を使用することができる。

【0026】

図3は、加入者回線の局所的輻輳露出受信側ノードによって実行される、セルラーネットワーク内の加入者回線内の局所的輻輳露出のための方法320の一実施形態例のブロック・フローダイアグラムである。一実施形態では、局所的輻輳露出受信側ノードはe N o d e B又はその他の基地局にすることができる。

【0027】

この方法は、ブロック321で、下流のユーザ・デバイス向けのダウンリンク・パケットを受信することを含む。ダウンリンク・パケットは、そのダウンリンク・パケットが経験した輻輳のレベルを示すヘッダを有する(例えば、輻輳に遭遇したか又は輻輳を経験したというE C N－C Eマーキング又はその他の表示)。また、ヘッダは、上流ノードによって宣言された予想下流輻輳のレベルも示す(例えば、再E C N情報又はその他の輻輳露出情報)。

【0028】

一実施形態では、受信されたダウンリンク・パケットは、E C N対応トランスポートを示す外部ヘッダと、非E C N対応トランスポートを示す内部ヘッダとを有することができる。一実施形態では、ダウンリンク・パケットは、I P o v e r I Pトンネルではないトンネルにより受信することができ、受信されたダウンリンク・パケットの外部ヘッダはE C N対応トランスポートを示すことができる。一態様では、このトンネルは汎用パケット無線サービス(G P R S)トンネリング・プロトコル(G T P)トンネルにすることができ、上流ノードによって宣言された予想下流輻輳のレベルはG T Pトンネルにより受信されたダウンリンク・パケットのG T Pヘッダに示すことができる。

【0029】

この方法は、ブロック322で、無線接続により下流のユーザ・デバイスにダウンリンク・パケットを転送することを含む。一実施形態では、例えば、下流のユーザ・デバイスが輻輳露出をサポートしない時に、転送されたダウンリンク・パケットは上流ノードによって宣言された予想下流輻輳のレベルを示すことができない。

【0030】

また、この方法は、ブロック323で、ダウンリンク・パケットが経験した輻輳のレベル並びに局所的輻輳露出受信側ノード内で経験した任意の輻輳を示すフィードバックを有するパケットを上流に送信することを含む。この場合、e N o d e B、基地局、又はその

10

20

30

40

50

他のノードは、通常の輻輳露出／ECN配備において受信側ノードとして機能する。

【0031】

eNodeBはECN-CEマークを収集し、PDN-GWにフィードバックを提供することができる。その上、eNodeB内のスケジューラは、輻輳に遭遇する可能性のあるポイントである。その他のポイントは、アクティブキュー管理(AQM)アルゴリズムを備えた無線リンク制御(RLC)層上のキューにすることができる。ECNは内部IPヘッダについて使用可能ではないので、輻輳表示としてパケットをドロップすることができる。この輻輳情報もPDN-GWにフィードバックすることができる。一態様では、この輻輳情報は外部IPヘッダ上のECN-CEマークと結合する(例えば、論理和を取る)ことができる(図2のCEi||CEo)。考えられるレポート間隔はラウンドトリップタイム(RTT)ごとに1回又はそれより長い間隔にすることができる。一実施形態では、フィードバックは、インラインで、例えば、複数又は多数のパケットにわたるECNコードポイント・ビットにより提供することができる。

10

【0032】

フィードバックは様々なタイプの情報を含むことができる。図4は、フィードバックのためのレポート・フォーマット424の一実施形態例を示すブロック図である。レポート・フォーマットは、以下のタイプの情報のうちの1つ又は複数を含むことができる。

(a) 最後に受信したパケットのシーケンス番号425

(b) 受信したパケットの総数(eNodeB又は基地局によるもの)426

(c) eNodeB又は基地局が(例えば、スケジューラ又はAQMで)ドロップしたパケットの総数427

20

(d) eNodeB又は基地局が(例えば、スケジューラ又はAQMで)ECN-CEマークしたパケットの総数428

(e) eNodeB以前のノードがドロップしたパケット(GTP-Uトンネル・パケット)の総数429

(f) eNodeB又は基地局以前のノードがECN-CEマークしたパケット(GTP-Uトンネル・パケット)の総数430

(g) マーク及び／又はドロップしたパケットのリスト431。これは輻輳量(congestion volume)(マーク又はドロップしたパケットのサイズの合計)の計算に有用である可能性がある。輻輳量は、マークしたパケットの量を表すことができ、マークしたすべてのパケットの累積パケット・サイズとして計算することができ、これは総トラフィック量に関連して述べることができ、その場合、輻輳量はパーセンテージとして表される。輻輳量は、フローごと、ユーザごと、フローの集合ごとなどで計算することができる。その上、輻輳量は時間ごと又は累積メトリックとして計算することができる。

30

【0033】

従って、eNodeB又は基地局は、フィードバックを提供し、輻輳露出／ECN配備において受信側ノードとして機能することができる。有利なことに、上記でリストした様々なタイプの情報は、eNodeB又は基地局が容易に把握することができ、携帯電話又はその他のユーザ装置が把握できないか又は容易に把握することができない。これらの情報の一部は、基地局が内々に関与するものであるか、基地局内部のものであるか、又は基地局のみが把握するものである。例えば、基地局は典型的に、(b)、(c)、(d)、(e)、又は(f)についてリストしたタイプの情報を把握するか又は算出することができるが、携帯電話又はその他のユーザ装置はこれらのタイプの情報を把握するか又は算出することができない。例えば、(c)及び(e)についてリストしたタイプの情報について考慮すると、基地局は、(例えば、どれが欠落しているかを確認するためにパケット・シーケンス番号を分析することにより)その基地局がドロップしたパケットの総数及びその基地局以前のノードがドロップしたパケットの総数を把握するか又は算出することができる。しかし、携帯電話又はその他のユーザ装置は、その携帯電話以前にドロップされたパケットの総数を把握又は算出できるだけである可能性があるが、これらのパケットのうちのどれが基地局以前にドロップされたものであるかと、それに対して、これらのパケッ

40

50

トのうちのどれが基地局によってドロップされたものであるかを区別することができない。

【0034】

例示されているレポート・フォーマットは一実施形態例に過ぎない。前述のように、このレポート・フォーマットはこれらのタイプの情報のうちの1つ又は複数を含むことができる（即ち、この情報のすべてが必須であるわけではない）。その上、レポート・フォーマットの代替実施形態は、上記でリストしたものに加えて、その他のタイプの情報を含むことができる。当然のことながら、様々なタイプの情報の順序／配置は必須ではなく、任意選択で再配置することができる。

【0035】

図5は、セルラーネットワーク内の加入者回線内の局所的輻輳露出のために構成された局所的輻輳露出受信側ノードの一実施形態例のブロック図である。一実施形態では、局所的輻輳露出受信側ノードはeNodeB又はその他の基地局にすることができる。

【0036】

局所的輻輳露出受信側ノードは、接続537により下流のユーザ・デバイス向けのダウンリンク・パケット536を受信するように構成された第1のインターフェース535を有する。ダウンリンク・パケットはそのダウンリンク・パケットが経験した輻輳のレベルを示すヘッダを有する（例えば、輻輳に遭遇したか又は輻輳を経験したことを示すECN-CEマーキング又はその他の表示）。ヘッダは、上流ノードによって宣言された予想下流輻輳のレベルも示す（例えば、再ECN情報又はその他の輻輳露出情報）。

【0037】

一実施形態では、受信されたダウンリンク・パケットは、ECN対応トランスポートを示す外部ヘッダと、非ECN対応トランスポートを示す内部ヘッダとを有することができる。一実施形態では、ダウンリンク・パケットは、IP over IPトンネルではないトンネルにより受信することができ、受信されたダウンリンク・パケットの外部ヘッダはECN対応トランスポートを示すことができる。一態様では、このトンネルは汎用パケット無線サービス（GPRS）トンネリング・プロトコル（GTP）トンネルにすることができ、上流ノードによって宣言された予想下流輻輳のレベルはGTPトンネルにより受信されたダウンリンク・パケットのGTP及び／又は外部IPヘッダに示すことができる。一態様では、予想下流輻輳のレベルはIPヘッダ拡張部で伝達することができる。他の態様では、予想下流輻輳のレベルはIPv6ヘッダ内のフロー・ラベル・フィールドからのビットを使用して伝達することができる。

【0038】

局所的輻輳露出受信側ノードは、無線接続540によりダウンリンク・パケット539を下流のユーザ・デバイスに送信するように構成された第2のインターフェース538を有する。一実施形態では、例えば、下流のユーザ・デバイスが輻輳露出をサポートしない時に、転送されたダウンリンク・パケットは上流ノードによって宣言された予想下流輻輳のレベルを示すことができない。

【0039】

局所的輻輳露出受信側ノードは、ダウンリンク・パケットが経験した輻輳のレベルを示すフィードバックを、第1のインターフェースにより上流に送信されるパケット542内に挿入するためのフィードバック・インサータ541を有する。フィードバック・インサータは、図4に示されているタイプの情報のうちの任意の1つ又は複数を含むフィードバックを挿入することができる。フィードバック・インサータは、ソフトウェア、ファームウェア、ハードウェア（例えば、回路）、又は組み合わせで実現することができる。

【0040】

一実施形態では、局所的輻輳露出ループは、予想下流輻輳の過小表示を防止又は抑止するために出口においてドロップ（dropper）543（例えば、エッジ出口ドロップ）又はその他のガードを含むことができる。一態様では、ドロップ又はガードは最後のネットワーク出口に導入することができるが、これは必須ではない。

【0041】

局所的輻輳露出は、再ECNフレームワークのように、下流輻輳メトリックの移動平均が持続的に正又は負になるフローを意味する、正又は負のフローを定義することができる。負のフローは、送信側が宣言又は主張するものより多くの輻輳経験又は遭遇（CE）マーク付きパケットを引き起こさせるものである。正のフローでは、主張又は宣言した輻輳の方が実際のレベルより多くなる。主張又は宣言した輻輳レベルから実際の輻輳レベルを引くことにより導出されるので、負のフロー又はメトリックの概念が発生する可能性がある。

【0042】

ガード又はドロップ543は負の下流輻輳になるフローでパケットをドロップすることができ、即ち、実際に引き起こされた輻輳は主張又は宣言されたものより高くなる。トラフィックが受信側以前の最後のネットワーク・ノードを離れると、フロー内の正のオクテットの一部分は輻輳マーキングによって導入された負のオクテットの一部分と一致しなければならず、その差はゼロになる。正である場合、ドロップはいかなるアクションも行わず、ソースが本来のものより遅いことを意味する。ルータ又はドロップは、例えば、公正さを保証するために、負のフロー内のパケットをドロップすることができる。有利なことに、これは、輻輳が正直に宣言されたことと、送信側の速度が適切に対応することの両方を保証するのに役立つ可能性がある。その上、例えば、PDN-GWとeNodeBとの間の経路が信頼される場合、任意選択でドロップを省略することができる。

【0043】

局所的輻輳露出手法は、過剰な輻輳を回避できるようにソースが行動するために必要なインセンティブ（例えば、鞭と人参のメカニズム）を導入するものである。この結果、すべてのユーザにとってより安定したインターネット経験が得られる可能性がある。一態様では、局所的輻輳露出手法は、トラフィックのタイプ（例えば、ビデオオンデマンド（VoD）、ピアツーピア（p2p）など）に基づいて判断しないようにネット中立になる可能性があり、その代わりに局所的輻輳露出手法は発生した輻輳の量についてのみ配慮するが、本発明の範囲はこの点について限定されない。

【0044】

もう一度、図5を参照すると、一実施形態では、基地局又はeNodeBは、ECNマーカ或いはその他の輻輳経験／遭遇マーカ544を有することができる。ECNマーカは、パケットのECNフィールドをマークする（例えば、ECN-CEをマークする）ことができる。代わって、他の実施形態では、基地局又はeNodeBは必ずしもECNマーカを備えていない可能性がある。例えば、基地局又はeNodeBは、それがどのパケットをECNマークするかを把握することができ、それに対してECNマーキングせずこのようなパケットをフィードバックに取り入れることができる。

【0045】

一実施形態では、図5の局所的輻輳露出受信側ノードの実施形態例は、図3の動作及び方法の実施形態例を実行することができる。しかし、図3の動作及び方法は図5に関連して述べたもの以外の本発明の代替実施形態でも実行できることを理解されたい。更に、図5の局所的輻輳露出受信側ノードは図3のものとは異なるその他の動作及び方法を実行することができる。

【0046】

図6は、加入者回線の局所的輻輳露出送信側ノードによって実行される、セルラーネットワーク内の加入者回線内の局所的輻輳露出のための方法648の一実施形態例のブロック・フローダイアグラムである。一実施形態では、局所的輻輳露出送信側ノードはセルラーネットワーク・ゲートウェイ（例えば、PDN-GW又はS-GW）にすることができる。代わって、局所的輻輳露出送信側ノードはルータにすることもできる。

【0047】

この方法は、ブロック649で、下流のユーザ・デバイス向けのダウンリンク・パケットを受信することを含む。一実施形態では、例えば、端末が輻輳露出をサポートしない時

に、受信されたダウンリンク・パケットは予想下流輻輳の宣言を備えていない可能性がある（例えば、再ECN情報又はその他の輻輳露出情報が全く存在しない可能性がある）。一実施形態では、受信されたダウンリンク・パケットは非ECN対応トランスポートを示すヘッダを有することができる。

【0048】

この方法は、ブロック650で、輻輳レベルを示すフィードバックを有するパケットをセルラーネットワークの下流ノードから受信することを含む。一実施形態では、フィードバックは、図4に示されているタイプの情報のうちの任意の1つ又は複数を含むことができる。このような情報の可能な例としては、基地局がドロップしたパケットの総数、基地局以前のノードがドロップしたパケットの総数、基地局がECN-C Eマークしたパケットの総数、基地局以前のノードがECN-C Eマークしたパケットの総数などのうちの1つ又は複数を含むことができる。

10

【0049】

この方法は、ブロック651で、受信したダウンリンク・パケットのヘッダ内に予想下流輻輳レベルの宣言を挿入することを含む。一実施形態では、予想下流輻輳情報の宣言又は主張は、再ECN情報又はその他の輻輳露出情報を含むことができる。本発明の範囲は実際のレベルに正確に対応する宣言又は主張された予想下流輻輳レベルに限定されないことを認識されたい（例えば、宣言又は主張された輻輳レベルは、本発明の範囲に限定せずに、虚偽のものになる可能性がある）。

【0050】

20

この方法は、ブロック652で、そのヘッダに挿入された予想下流輻輳レベルの宣言を有するダウンリンク・パケットを下流のユーザ・デバイスに向かって転送することを含む。一実施形態では、ダウンリンク・パケットは、IP over IPトンネルではないトンネルにより転送することができ、転送されたダウンリンク・パケットの外部ヘッダはECN対応トランスポートを示すことができる。一態様では、このトンネルはGTPトンネルにすることができ、予想下流輻輳のレベルの宣言はダウンリンク・パケットのGTPヘッダに示すことができる。一実施形態では、PDN-GWは輻輳情報をGTP-Uヘッダに再挿入することができる。

【0051】

図7は、セルラーネットワーク内の加入者回線内の局所的輻輳露出のために構成された局所的輻輳露出送信側ノード706の一実施形態例のブロック図である。局所的輻輳露出送信側ノードは、基地局とインターネットとの間の加入者回線内に配備される予定である。一実施形態では、局所的輻輳露出送信側ノードはセルラーネットワーク・ゲートウェイ（例えば、PDN-GW又はS-GW）にすることができる。代わって、局所的輻輳露出送信側ノードはルータにすることもできる。

30

【0052】

局所的輻輳露出送信側ノードは、第1の接続757により下流のユーザ・デバイス向けのダウンリンク・パケット756を受信するように構成された第1のインターフェース755を有する。一実施形態では、例えば、端末が輻輳露出をサポートしない時に、このインターフェースは、予想下流輻輳の宣言を備えていないダウンリンク・パケットを受信する可能性がある（例えば、再ECN情報又はその他の輻輳露出情報が全く存在しない可能性がある）。一実施形態では、このインターフェースは、非ECN対応トランスポートを示すヘッダを有するダウンリンク・パケットを受信することができる。

40

【0053】

局所的輻輳露出送信側ノードは、第2の接続760によりセルラーネットワークの下流ノードから輻輳レベルを示すフィードバックを有するパケット759を受信するように構成された第2のインターフェース758を有する。一実施形態では、第2のインターフェースは、図4に示されているタイプの情報のうちの任意の1つ又は複数を含むことができるフィードバックを受信することができる。

【0054】

50

局所的輻輳露出送信側ノードは、受信したダウンリンク・パケット762のヘッダ内に予想下流輻輳レベルの宣言を挿入するように構成された輻輳露出インサータ761を有する。一実施形態では、輻輳露出インサータは、再ECN情報又はその他の輻輳露出情報を含む予想下流輻輳情報の宣言又は主張を挿入することができる。輻輳露出インサータは、ソフトウェア、ファームウェア、ハードウェア（例えば、回路）、又はその組み合わせで実現することができる。送信側ノードは、そのヘッダ内に挿入された予想下流輻輳レベルの宣言を有するダウンリンク・パケットを下流のユーザ・デバイスに向かって転送するように構成される。

【0055】

正直なマーキングを保証するために、正しい動作を保証するのに役立つようにいくつかのエンティティをネットワーク内に含めることができる。1つのエンティティはソース輻輳制御である。送信側は、下流の輻輳が増加するにつれて、TCPフレンドリー輻輳応答の何らかのバージョンで、その速度を減速することができる。前述のように、セルラーネットワークはエッジ出口ドロップを有することができる。その上、一実施形態では、セルラーネットワークは入口ポリサ（ingress policer）を有することができる。再ECN及び輻輳露出プロトコルは、パケットがそれ自体の予想下流輻輳に関する情報を段達することを保証する。一実施形態では、PDN-GW又はアクセス・ルータは、その入口にポリサを配備して、使用しなければならない輻輳制御が何であっても、その輻輳制御にソースが適合していることをチェックすることができる。ポリサは、下流の資源の浪費を回避するのに役立つように、入口で攻撃的なフロー／ユーザに関するパケットをドロップするか又はフローを停止することができる。図示の通り、一実施形態では、PDN-GWは任意選択でポリサ763を有することができる。代わって、他のコンポーネント（例えば、PDN-GWをインターネットに接続するアクセス・ルータ又は第1のホップ・ルータ）はこのようなポリサを有することができる。

【0056】

この警備（policing）（例えば、PDN-GWによるもの）はフローごと又は顧客ごとのいずれかに基づいて実行することができる。例として、フロー、ユーザ、又は顧客の集合がその当然の割り当て分より多くの輻輳をネットワーク内で発生しないことを保証するために、時間の経過につれて徐々に資源を割り振るように、変更されたバルク・トークンパケットを維持することができる。トークンは、それぞれのユーザがネットワーク内で消費できる輻輳の量を表すことができる。変更されたバルク・トークンパケットは、初期トークン・レベル、充填率、及びパケット深さなどのパラメータを有することができる。加入の有効期間にわたるユーザからのすべてのトラフィックは同じトークン・パケットで警備することができる。このような変更されたバルク・トークンパケットは必須ではない。代わって、例えば、様々なタイプの移動平均又は再ECN又は輻輳露出について知られている手法など、それぞれのユーザがネットワーク内で消費できる輻輳の量を表すため及び／又はネットワーク資源を割り振るためのその他の手法を代わりに使用することができる。

【0057】

PDN-GW又はポリサは、オペレータの選択次第でフローに関する警備を適用することができる。例えば、PDN-GW又はポリサは、1%を超えるECNレート又は輻輳量を引き起こすソースについて、入口でパケットをドロップすることができる。ECNレートは、ECN-C Eマーク付きパケットの数をパケットの総数で割ったものを表すことができる。この値は、典型的に、スライディング・ウィンドウについて、例えば、最後の100パケットについて計算される。もう1つの例として、よりフレンドリーなアクションは、そのサービスがどの程度、ネットワークを混雑させるかに関するフィードバックをコンテンツ・プロバイダに提供することである。

【0058】

もう一度、図7を参照すると、PDN-GWは、フィードバックを分析するために任意選択のフィードバック・アナライザ764も含む。フィードバック・アナライザは、ハー

10

20

30

40

50

ドウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又はその組み合わせで実現することができる。P D N - G Wは、基地局又はe N o d e Bからフィードバック又は輻輳情報（例えば、図4に示されているタイプの情報）を獲得する。P D N - G W又はフィードバック・アナライザは、この情報に基づいて、以下のもののうちの1つ又は複数を検出又は発見することができる。

- (a) 悪意あるフローを発見すること
- (b) 不正を働くユーザを発見すること
- (c) 攻撃的なトラフィックのソースを発見すること、及び／又は
- (d) ネットワーク内の過負荷のスポットをより容易に発見すること。

【0059】

この検出は、E C Nマーク付きパケットの統計値を保持することにより実現することができる。可能なアクションの一例として、P D N - G Wは、複数のユーザが1つの特定のソース（例えば、人気のあるビデオオンデマンド（V o D）サービス）に接続されているかどうか並びにこれらのフローがいずれも非常に高いE C Nレートを引き起こすことを確認することができる。その場合、そのソースはその輻輳制御アルゴリズムを改善する必要がある可能性がある。もう1つの興味深いケースは、あるユーザが多くのソースからデータを獲得し、総計で高いE C Nレートを示す場合である。その場合、そのユーザは分散サービス妨害（D D o S）攻撃を受ける可能性がある。この2つのシナリオはいずれも、P D N - G W内でE C Nマーキング・レートをモニターすることによって検出することができる。

【0060】

ダウンロード使用のケースを取り上げると、e N o d e BにおいてE C N及び何らかの類いの警備のみを実現することは、本発明の一実施形態について考えられるオプションの1つであり、魅力的である可能性がある。しかし、このようにする場合の潜在的な欠点の1つは、特定のソースが輻輳の責任を負うべきであるかどうかを把握することが困難であることである（例えば、ソース内のサービス妨害（D o S）又は非応答性輻輳制御アルゴリズム）。e N o d e BがE C NマークをP D N - G Wにフィードバックし、その結果、P D N - G Wがより良好な分析を実行して、バルク・データに基づいて不正を働くソースを局所化し、より良い警備判断を行うことができる方がより望ましい。更に、入口ホップ、例えば、P D N - G Wで警備判断を施行することは、悪意あるトラフィックがより多くのネットワーク資源を消費するのを停止するために効率的な方法である。

【0061】

一実施形態では、S - G W及びP D N - G W（例えば、発信キュー）はE C N対応にすることができる。例えば、これらは、それぞれ、外部I Pヘッダ上に遭遇又は経験した輻輳を示すようにE C N - C Eを設定できるE C Nマーカを有することができる。一態様では、これらは、平均キュー長に応じた確率でパケットをマークすることができる。輻輳レベルをパケットにコード化するために、輻輳が発生した時に必ずパケットをマークするE C N使用可能ルータが必要である。経路に沿ったルータもE C N対応にすることができる。一態様では、これは、商用ルータで広くサポートされるランダム初期検知（R E D）とともに実現することができる。図示の通り、例示されている送信側ノード706は任意選択のE C Nマーカ又はその他の輻輳露出インサータ765を有する。代わって、図1に示されているように、P D N - G Wはブラケットの外側にすることができ、必ずしもE C Nマーク・パケットを必要としないが、むしろ、これはその他のノード（例えば、S - G W、ルータなど）によって実行することができる。

【0062】

一実施形態では、図7の局所的輻輳露出送信側ノードの実施形態例は、図6の動作及び方法の実施形態例を実行することができる。しかし、図6の動作及び方法は図7に関連して述べたもの以外の本発明の代替実施形態でも実行できることを理解されたい。更に、図7の局所的輻輳露出送信側ノードは図6のものとは異なるその他の動作及び方法を実行することができる。

【0063】

図8は、ECNがエンドツーエンドでサポートされる、3GPP LTEセルラーネットワーク800内の局所的輻輳露出の第2の実施形態例を示している。ECNは、両方のエンドポイント（例えば、ユーザ装置801及びソース810）で使用可能である。インターネットのルータもECNをサポートすることができる。

【0064】

例示されているLTEセルラーネットワークは、ユーザ装置801と、ユーザ装置への無線接続802を有するeNodeB803と、第1のルータ804と、S-GW805と、PDN-GW806とを含む。LTEセルラーネットワークは、前述の通りにすることができ、前述の変形例のすべてを備えることができる。また、インターネット808、第2のルータ807、第3のルータ809、及びソース810も示されている。

10

【0065】

eNodeBはECN使用可能である。ソースもECN使用可能である。eNodeBはECN使用可能ソースにフィードバックを提供する（「811でECNマーキングをフィードバックする」）。eNodeB、第1のルータ、S-GW、PDN-GW、及びインターネットのルータはECNマーキングを実行することができる（「813でECNビットをマークする」）。PDN-GWは警備を実行することができる。PDN-GWは輻輳露出情報を提供することができる（「812でフィードバックを再挿入する」）。

【0066】

一実施形態では、LTEセルラーネットワーク内の局所的輻輳露出は主に、PDN-GWからeNodeB（又はUE）へのトラフィックを保護することに関心がある可能性がある。このため、一態様では、このローカル・ネットワーク内で行われたECN-CEマーキングのみを考慮することができる。従って、PDN-GW入口（又はその他の局所的輻輳露出送信側）における警備又はポリサは、eNodeB又は基地局（或いはその他の局所的輻輳露出受信側）からフィードバックされたECNレートから、測定された着信ECNレート（PDN-GW入口におけるもの）を引くことができる。これは、フローがPDN-GWからの下流経路に沿ってどの程度混雑するかを示す尺度を提供することになる。

20

【0067】

図9は、ECNと輻輳露出の両方がエンドツーエンドでサポートされる、3GPP LTEセルラーネットワーク900内の局所的輻輳露出の第3の実施形態例を示している。ECNは、両方のエンドポイント（例えば、ユーザ装置901及びソース910）で使用可能である。輻輳露出も両方のエンドポイントで使用可能である。インターネットのルータもECN及び輻輳露出をサポートすることができる。

30

【0068】

例示されているLTEセルラーネットワークは、ユーザ装置901と、ユーザ装置への無線接続902を有するeNodeB903と、第1のルータ904と、S-GW905と、PDN-GW906とを含む。LTEセルラーネットワークは、前述の通りにすることができ、前述の変形例のすべてを備えることができる。また、インターネット908、第2のルータ907、第3のルータ909、及びソース910も示されている。

40

【0069】

ECN使用可能ユーザ装置又はデバイスはECN使用可能ソースにフィードバックを提供する（「ECNマーキングをフィードバックする」）。ECN使用可能ソースは輻輳露出情報を提供してネットワーク内に戻すことができ（「フィードバックを再挿入する」）、それはECN使用可能ユーザ装置又はデバイスに完全に到達することができる。eNodeB、第1のルータ、S-GW、PDN-GW、及びインターネットのルータはECNマーキングを実行することができる（「ECNビットをマークする」）。

【0070】

PDN-GWはポリサを有することができる。eNodeBはドロップを有することができ、エッジ出口ドロップとして動作することができる。このエンドツーエンド経路はユ

50

ーザ装置（UE）とデータ・プロバイダ・サーバとの間に確立することができ、IP接続はeNodeB、S-GWなどの上のオーバーレイ経路の上に確立される。ポリサは、モバイル・オペレータの制御下の経路の第1のホップ、即ち、PDN-GW上に配備することができる。ドロップは、経路の出口、この例では、モバイル・バックホール内の最後のホップであるeNodeBに配備される。また、ドロップは、ネットワーク内の資源輻輳問題次第で、S-GW上に、又は、例えば、eNodeB以前の最後のホップ上に配備することもできる。

【0071】

局所的輻輳露出の実施形態例は、3GPP LTEセルラーネットワークに関して図示され記載されている。本明細書で使用するLTEという用語は、LTEの今後のバージョン及びリリース、例えば、LTE Advanced、4Gなどを包含するものである。その上、本明細書に開示されている局所的輻輳露出の方法及び装置の諸実施形態は、3G、LTE、及び4Gセルラーネットワークの後継など、今後の非LTEセルラーで使用する

10

【0072】

有利なことに、輻輳露出が加入者回線の外側でサポートされるかどうかにかかわらず、セルラーネットワーク内の加入者回線内で局所的輻輳露出を達成することができる。有利なことに、セルラーネットワークの1つ又は複数のノードが局所的輻輳露出情報を使用して、資源を割り振るか又は制御すること、パケットをドロップすること、悪意あるフローを発見すること、不正を働くユーザを発見すること、悪意あるトラフィックがより多くのネットワーク資源を消費するのを停止することなどのうちの1つ又は複数を行うことができる。

20

【0073】

現在、大量のトラフィックがダウンロード方向に経験されているため、例えば、携帯電話へのビデオ・ダウンロードのため、パケットがインターネットからユーザ装置にダウンロードされるダウンロード・シナリオが例示されている。しかし、パケットがユーザ装置（例えば、携帯電話）からその他のユーザ装置又はサーバへのルート内のインターネットにアップロードされるアップロード方向でも大量のトラフィックを経験する可能性がある。例えば、これはテレビ電話のケース或いは携帯電話又はその他のユーザ装置がビデオ又はその他の大量のデータをアップロードする場合になる可能性がある。

30

【0074】

図10は、パケットがユーザ装置からインターネットにアップロードされる、アップロード・シナリオのための3GPP LTEセルラーネットワーク内の局所的輻輳露出の一実施形態例を示している。例示のために、エンドポイントが輻輳露出又はECNをサポートしないケースの局所的輻輳露出が使用されているが、その他の実施形態は図8～図9のシナリオに該当する。

【0075】

この図は、ユーザ装置1001と、ユーザ装置への無線接続1002を有するeNodeB1003と、第1のルータ1004と、S-GW1005と、PDN-GW1006とを含む、LTEセルラーネットワーク1000を示している。LTEセルラーネットワークは、前述の通りにすることができ、前述の変形例のすべてを備えることができる。また、インターネット1008、第2のルータ1007、第3のルータ1009、及びソース1010も示されている。

40

【0076】

このアップロード・シナリオでは、PDN-GWは輻輳露出受信側ノードであり、eNodeBは輻輳露出送信側ノードである。代わって、他のノード（例えば、S-GW）が輻輳露出受信側ノードである可能性があり、他のノード（例えば、第1のルータ1004）が輻輳露出送信側ノードである可能性がある。PDN-GWとeNodeBとの間の経路に沿ったノード（例えば、図示の通り、S-GW、eNodeB、及びS-GWとeNodeBとの間の第1のルータ1004）は、輻輳を経験していることを示すためにパケ

50

ットをECNマークすることができる（「1013でECNビットをマークする」）。PDN-GWは、パケットが経験した輻輳のレベルを示すためにそのパケット内のECNマーキングに関するフィードバックを提供することができる（「1011でECNマーキングをフィードバックする」）。eNodeB又は基地局は、フィードバックを受信し、フィードバック又は輻輳情報を輻輳露出又は再ECN情報としてネットワーク内に再挿入することができる（「1012でフィードバックを再挿入する」）。eNodeB又は基地局は、任意選択でポリサを有し、警備を実行することができる。また、或いは、代わって、この警備は他のノード（例えば、第1のルータ1004又はS-GW）で実行することができる。PDN-GWは、ドロップを有することができ、輻輳情報に基づいてパケットのドロップを実行することができる。また、或いは、代わって、このドロップは他のノード（例えば、第1のルータ1004又はS-GW）に含めることができる。

10

【0077】

追加の代替実施形態が企図されている。本発明の実施形態（複数も可）について説明してきたが、次に代替実施形態（複数も可）について説明する。前の実施形態（複数も可）と同様に、これらの代替実施形態（複数も可）は局所的輻輳回避方式である。

【0078】

第1の代替実施形態は、局所的輻輳露出も存在するかどうかにかかわらず、セルラーネットワーク内の加入者回線内又はモバイル・バックホール内或いはGTPトンネルによる局所的明示的輻輳通知（ECN）に関係する。例えば、ECN送信側は、ECN送信側が受信したパケットの内部ヘッダが非ECN対応と指定されている場合でも、外部ヘッダをECN対応として指定することができる。内部ヘッダがECN対応と指定されている場合、ECN送信側は任意選択で着信ECNマーキングを無視するか又は取り去ることができる。ECN送信側はGTPトンネルによりパケットを転送することができる。1つ又は複数のその他の下流ノードは、内部ヘッダが非ECN対応と指定されている場合でも、外部ヘッダをECNマークすることができる。ECN受信側はECN-C Eマーク付きパケットに関するフィードバックを返すことができる。

20

【0079】

第2の代替実施形態は、非セルラーネットワーク又は非モバイル・バックホール・ネットワーク内の局所的ECN又は局所的輻輳露出に関係する。様々な実施形態では、ケーブルモデム終端システム（CMTS）、デジタル加入者線接続マルチプレクサ（DSLAM）、その他のデジタル加入者線（DSL）装置、又はマルチサービス・エッジ・ルータ（MSER）は、本明細書の他の箇所に開示されているように局所的ECN又は局所的輻輳露出に関するエンドポイント（送信側又は受信側）の特徴を取り入れることができる。

30

【0080】

図中のフローダイアグラムは本発明の特定の実施形態によって実行される動作の特定の順序を示しているが、このような順序は模範的なものであることを理解されたい（例えば、代替実施形態では、これらの動作を異なる順序で実行すること、特定の動作を組み合わせること、特定動作を重複することなどが可能である）。

【0081】

上記の説明及び特許請求の範囲では、「結合された（coupled）」及び「接続された（connected）」という用語並びにそれらの派生語を使用する可能性がある。これらの用語は互いに同義語として意図されたものではないことを理解されたい。「結合された」は、互いに物理的又は電氣的に直接接触している場合もあれば、そうではない場合もある2つ以上の要素が互いに協力するか又は相互作用することを示すために使用される。「接続された」は、互いに結合された2つ以上の要素間の通信の確立を示すために使用される。

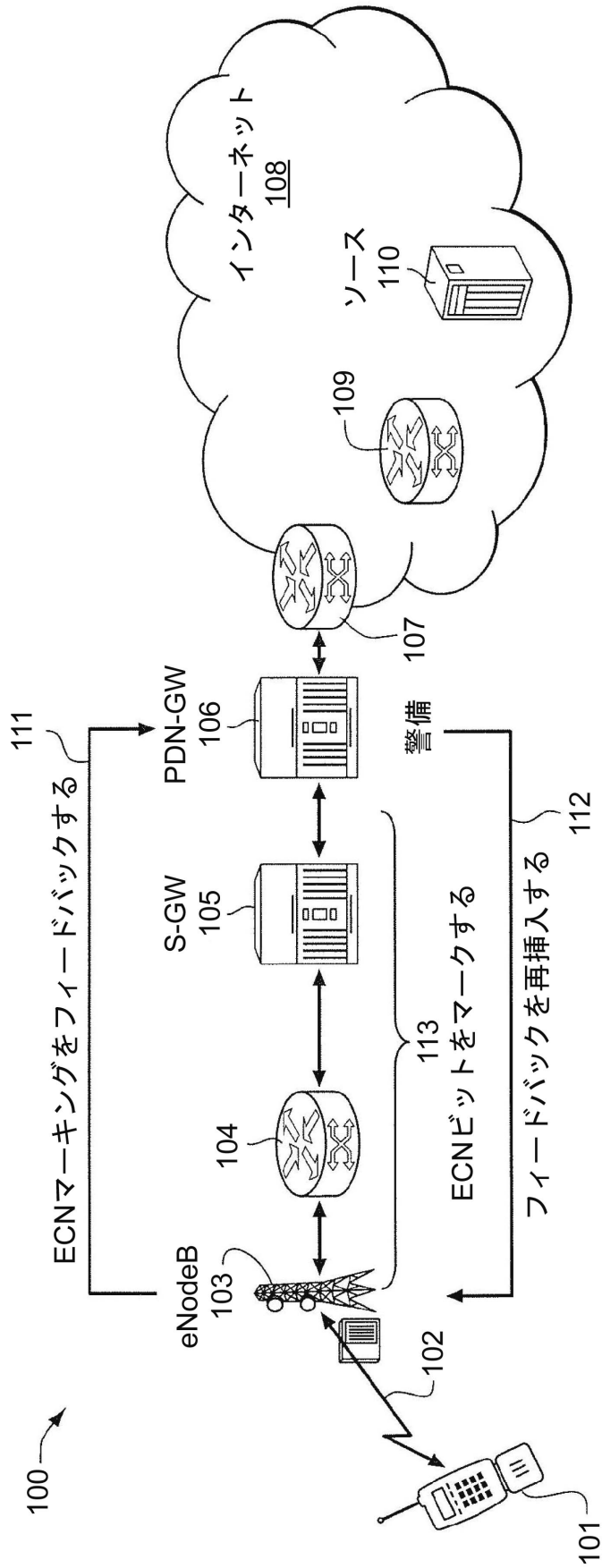
40

【0082】

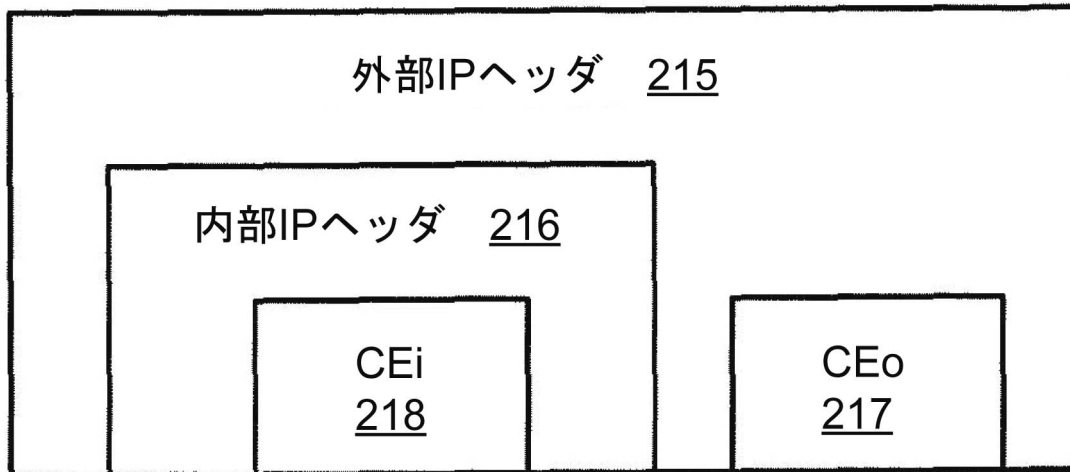
いくつかの実施形態に関して本発明を説明してきたが、当業者であれば、本発明は記載されている諸実施形態に限定されず、特許請求の範囲の精神及び範囲内の変更及び修正により実践可能であることを認識するであろう。従って、この説明は限定ではなく例証と見なすべきである。

50

【図 1】

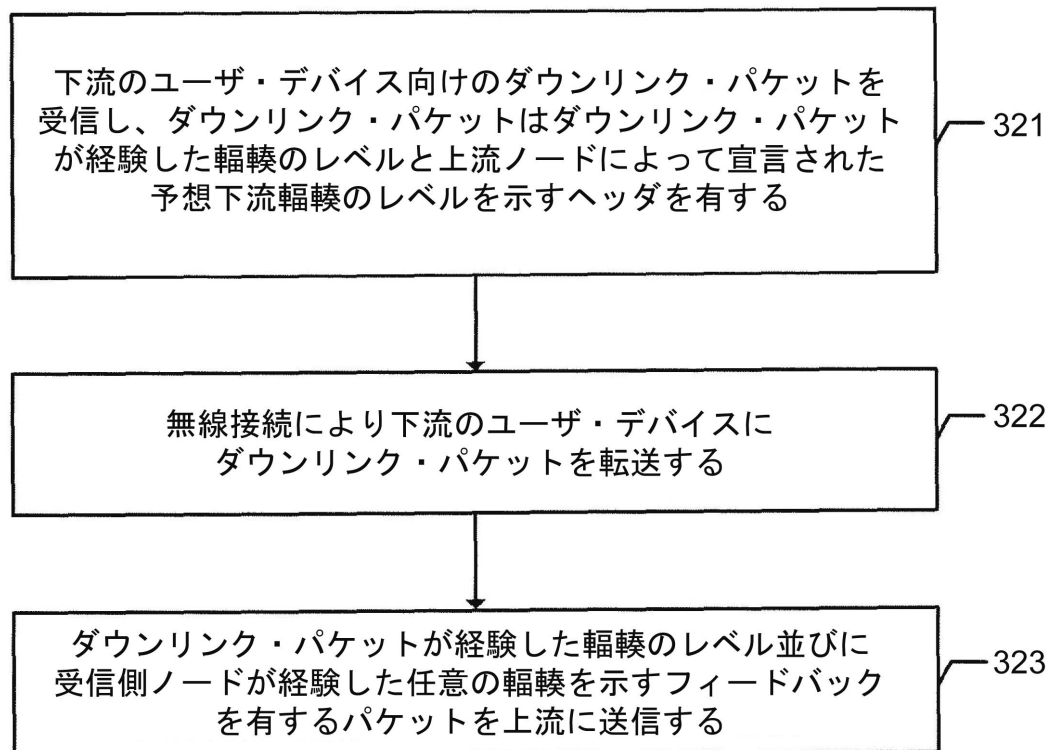


【図 2】



【図 3】

320 ↘



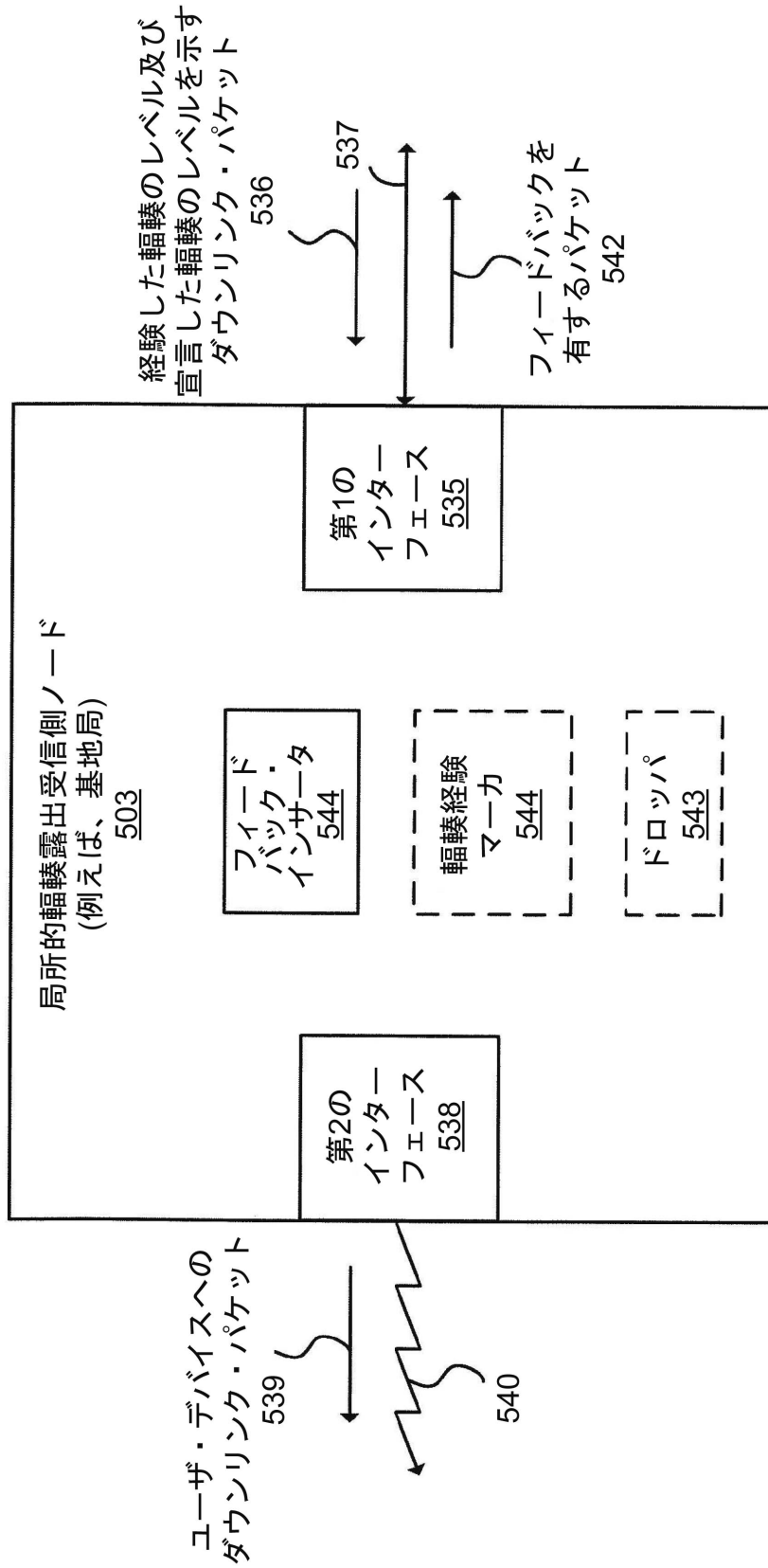
【図 4】

フィードバック・レポート

424 

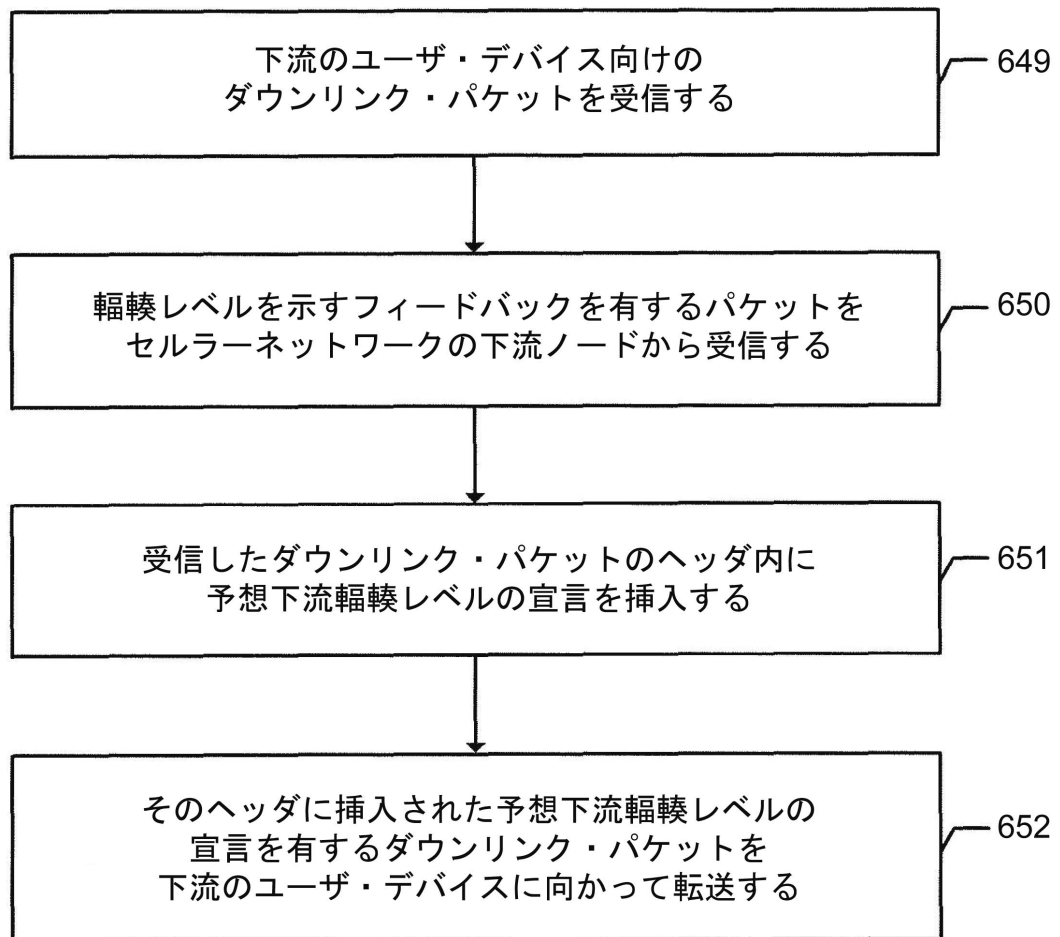
最後に受信したパケットのシーケンス番号	425
受信したパケットの総数(eNodeB又は基地局によるもの)	426
eNodeB又は基地局が(例えば、スケジューラ又はAQMで)ドロップしたパケットの総数	427
eNodeB又は基地局が(例えば、スケジューラ又はAQMで)ECN-CEマークしたパケットの総数	428
eNodeB以前のノードがドロップしたパケット(GTP-Uトンネル・パケット)の総数	429
eNodeB又は基地局以前のノードがECN-CEマークしたパケット(GTP-Uトンネル・パケット)の総数	430
マーク及び／又はドロップしたパケットのリスト	431

【図 5】

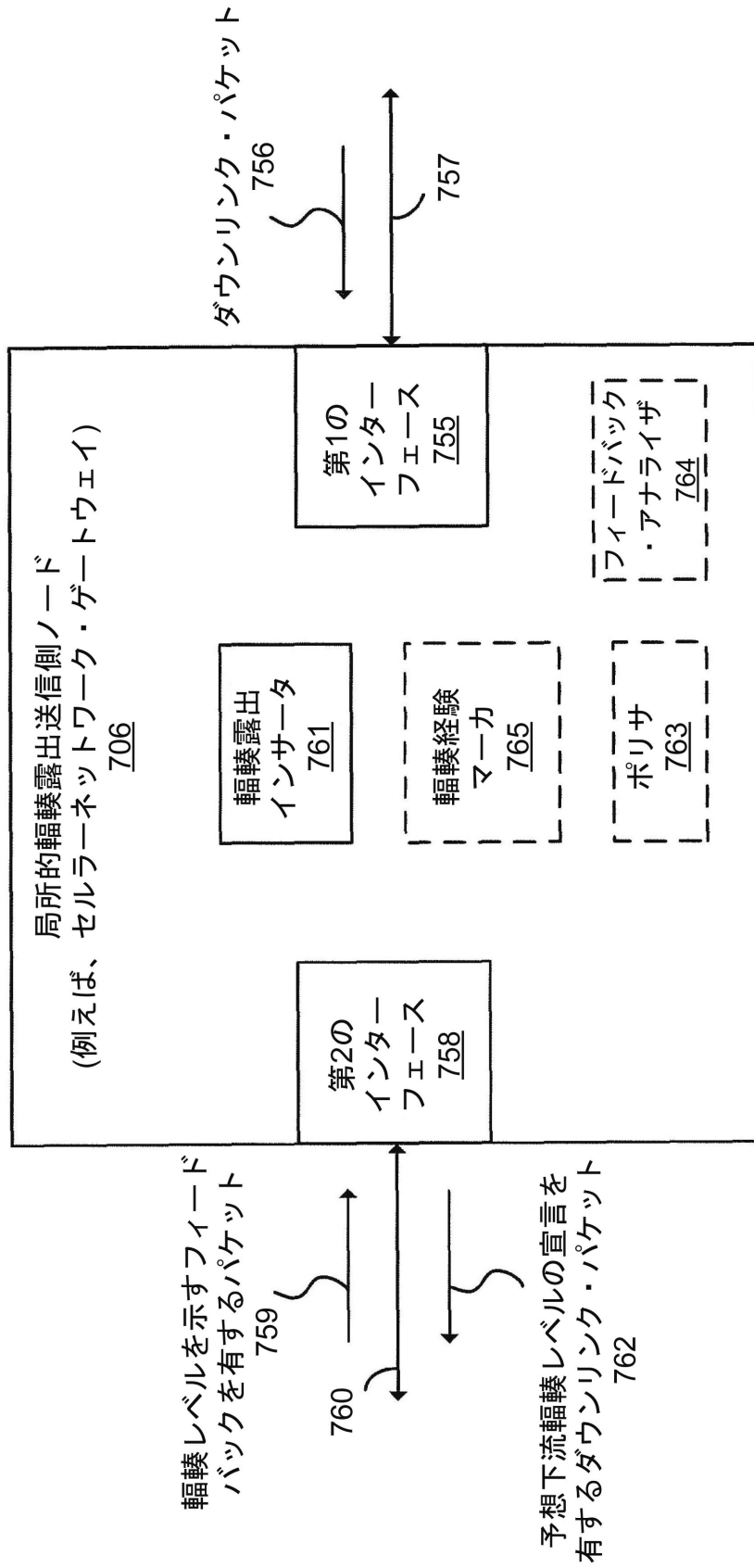


【図 6】

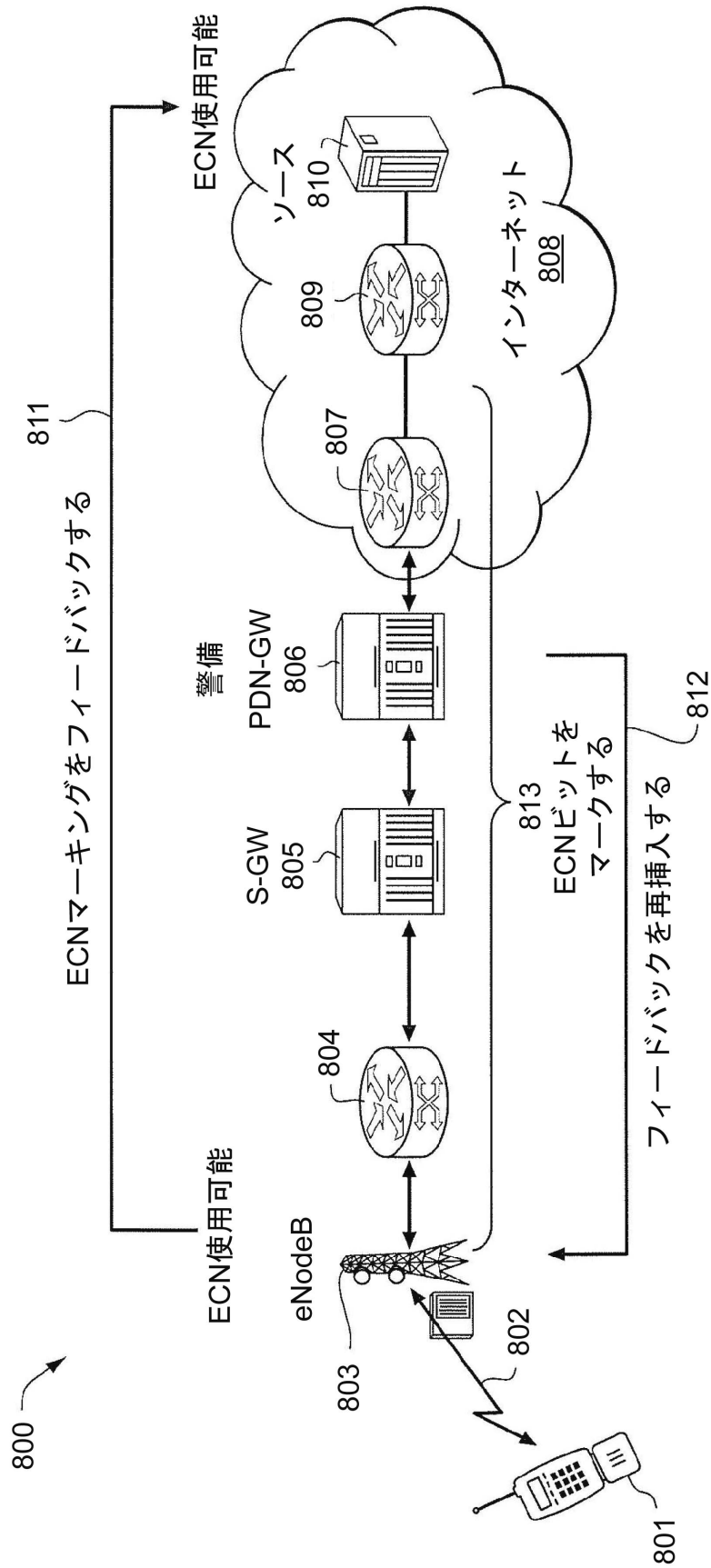
648



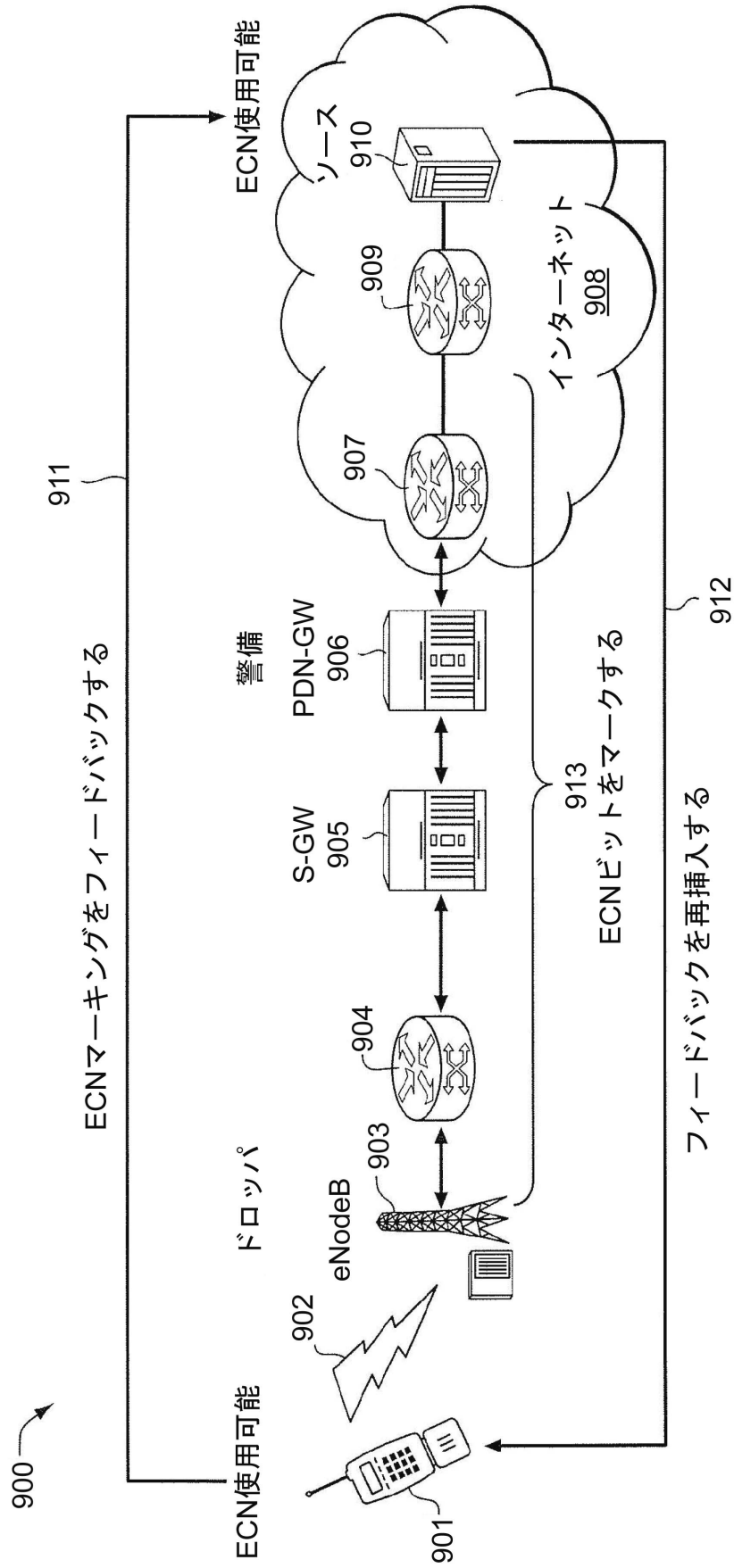
【図 7】



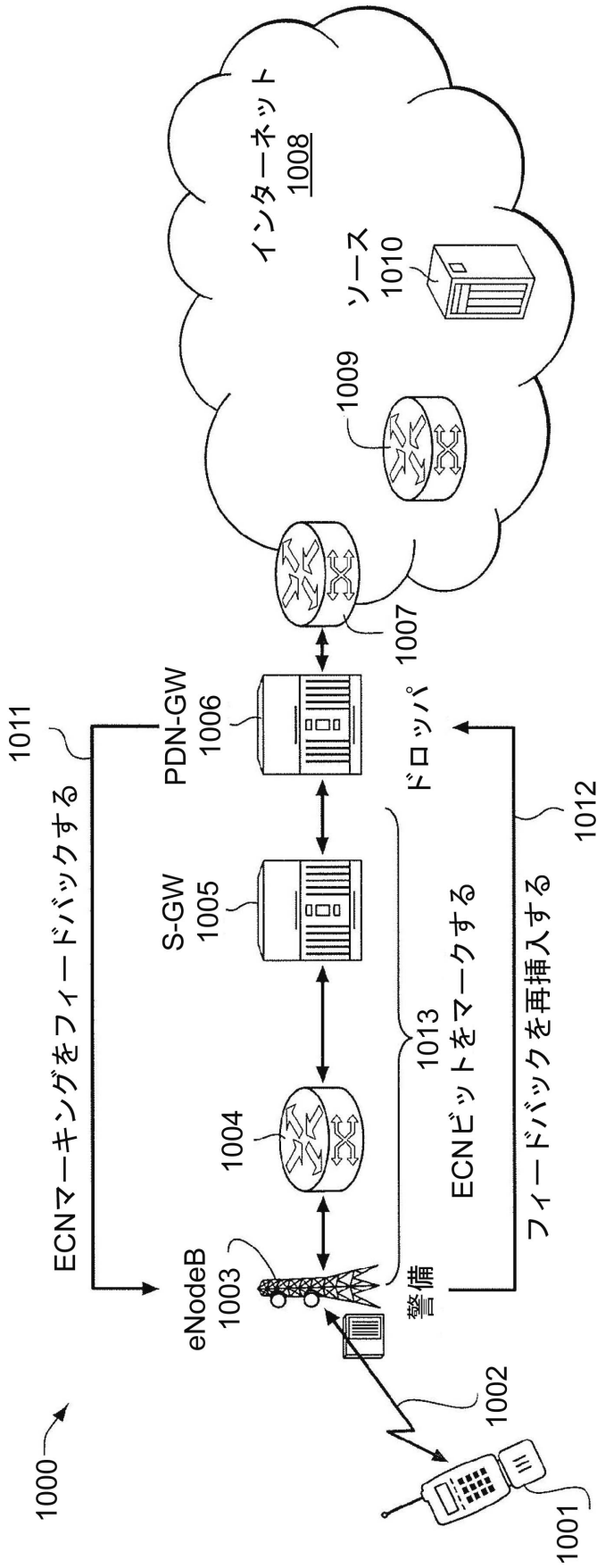
【図 8】



【図 9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 ヨハンソン, インゲマル

スウェーデン国, ルーレオ エスイー-976 32, レンヴァゲン 89

(72)発明者 グリーン, ハワード

アメリカ合衆国, カリフォルニア州 95134, サン ノゼ, パルミラ ドライブ 3507,
アパートメント 4101

審査官 石田 紀之

(56)参考文献 国際公開第2009/024596 (WO, A1)

特開2002-217972 (JP, A)

特表2002-518884 (JP, A)

特開2004-343698 (JP, A)

B. Briscoe et al., ConEx Concepts and Use Cases, draft-moncaster-conex-concepts-uses-01, 2010年 7月12日, URL, <https://tools.ietf.org/id/draft-moncaster-conex-concepts-uses-01.txt>

B. Briscoe et al., Congestion Exposure Mechanism Description, draft-conex-mechanism-00, 2010年 6月21日, URL, <http://tools.ietf.org/pdf/draft-conex-mechanism-00.pdf>

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/833

H04B 7/24- 7/26

H04W 4/00-99/00

3GPP TSG RAN WG1-4

SA WG1-2

CT WG1