

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6118252号
(P6118252)

(45) 発行日 平成29年4月19日 (2017. 4. 19)

(24) 登録日 平成29年3月31日 (2017. 3. 31)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 W 84/18 (2009. 01)

H O 4 W 84/18

H O 4 W 28/04 (2009. 01)

H O 4 W 28/04 1 1 0

H O 4 W 52/46 (2009. 01)

H O 4 W 52/46

請求項の数 15 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2013-530824 (P2013-530824)
 (86) (22) 出願日 平成23年9月9日 (2011. 9. 9)
 (65) 公表番号 特表2013-543692 (P2013-543692A)
 (43) 公表日 平成25年12月5日 (2013. 12. 5)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2011/053940
 (87) 国際公開番号 WO2012/042411
 (87) 国際公開日 平成24年4月5日 (2012. 4. 5)
 審査請求日 平成26年9月4日 (2014. 9. 4)
 (31) 優先権主張番号 10185952.8
 (32) 優先日 平成22年10月1日 (2010. 10. 1)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 516043960
 フィリップス ライティング ホールディ
 ング ビー ヴィ
 オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイン
 トホーフェン ハイ テク キャンパス
 4 5
 (74) 代理人 110001690
 特許業務法人M&Sパートナーズ
 (72) 発明者 エスピナ ペレツ ジャビエール
 オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイン
 ドーフェン ハイ テック キャンパス
 ビルディング 4 4

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線ネットワークにおけるエンドツーエンド・データパケット伝送の遅延最適化のための装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のノードを有する無線ネットワークにおいてデータパケットの伝送を制御する装置であって、前記複数のノードは照明器具ノードであり、前記装置は、

中間ノードにより受信されたデータパケットを転送するために該中間ノードの伝送パラメータを、前記データパケットが進行した該中間ノードと発信者ノードとの間の距離に基づいて調整する制御ユニット、

を有し、前記伝送パラメータが、前記データパケットが進行した前記距離が所定の閾値を越えたと判断された場合に前記データパケットに対する優先的伝送パラメータに設定され、前記伝送パラメータが前記データパケットのタイプに依存して調整されることを特徴とする装置。

10

【請求項 2】

前記装置がノード及び／又はデータ収集器ノードに結合され、及び／又は前記無線ネットワークが網目状ネットワークであり、及び／又は前記無線ネットワークのノードが静止型であり及び／又は前記無線ネットワークのノードの位置が既知であり、及び／又は前記発信者ノードから宛先ノードへのデータパケットの伝送が複数の中間ノードを介してマルチホップモードで実行される請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

2つのノード間の距離がホップ距離、GPSに基づく距離及び／又はユークリッド距離により定義される請求項 1 又は請求項 2 に記載の装置。

20

【請求項 4】

前記伝送パラメータが、より低いレイヤにおける再送信の最大数、媒体アクセス試行の最大数、送信パワーレベル、再送信のための遅延時間及び媒体アクセス試行のためのバックオフ時間のうちの少なくとも 1 つを有する請求項 1 ないし 3 の何れか一項に記載の装置。

【請求項 5】

前記伝送パラメータが前記データパケットが進行した距離に依存して連続的に調整される請求項 1 ないし 4 の何れか一項に記載の装置。

【請求項 6】

前記伝送パラメータが、所定の閾値を越える距離を進行したデータパケットの送信確率が増加されるように調整される請求項 1 ないし 5 の何れか一項に記載の装置。

10

【請求項 7】

前記データパケットが進行した前記距離が、ホップカウンタ、生存時間カウンタ、経路指定テーブル、前記データパケットに含まれる情報、前記発信者ノードの GPS 位置及び / 又は前記発信者ノードのネットワークアドレスから導出される請求項 1 ないし 6 の何れか一項に記載の装置。

【請求項 8】

距離情報が、より低いレイヤから上側のレイヤへ、クロスレイヤ通信により供給される請求項 1 ないし 7 の何れか一項に記載の装置。

【請求項 9】

20

距離情報が、前記データパケットの初期生存時間カウントと最終生存時間カウントとの間の差を用いることにより、及び / 又は経路指定テーブルを構築する技術を用いることにより発生される請求項 1 ないし 8 の何れか一項に記載の装置。

【請求項 10】

ホップカウントが、前記発信者ノードから最後に受信されたデータパケットのホップカウント、前記発信者ノードから受信された最後の n 個のデータパケットの平均ホップカウント、前記発信者ノードから受信された最後の n 個のデータパケットの最大ホップカウント、及び / 又は前記発信者ノードから受信されたデータパケットのホップカウントの時間にわたるスライディングウインドウ平均に対応する請求項 7 に記載の装置。

【請求項 11】

30

当該装置が、照明器具ノードをオン / オフし及び / 又は照明器具ノードの調光パターンを制御し、及び / 又はセンサのデータ及び / 又は照明器具の状態をレポートするために、照明システムのテレマネージメントに使用される請求項 1 ないし 10 の何れか一項に記載の装置。

【請求項 12】

前記制御ユニットは、更に、当該装置が発信者ノードとして動作するとき、送信されるべきデータパケットに対する応答タイムアウトを、発信者ノードから宛先ノードまでの距離に基づいて調整する請求項 1 ないし 11 の何れか一項に記載の装置。

【請求項 13】

無線ネットワークにおいてデータパケットの伝送を制御するシステムであって、制御センタと、複数のノードであって、これらノードのうちの少なくとも幾つかが請求項 1 ないし 12 の何れか一項に記載の装置を有するノードと、を有し、前記無線ネットワークにおいてデータパケットが発信者ノードから宛先ノードへ中間ノードを介してマルチホップ伝送により伝送されるシステム。

40

【請求項 14】

前記ノードが照明システムの照明器具に関連付けられる請求項 13 に記載のシステム。

【請求項 15】

複数のノードを有する無線ネットワークにおいてデータパケットの伝送を制御する方法であって、前記複数のノードは照明器具ノードであり、前記方法は、

50

中間ノードにおいてデータパケットを受信するステップと、
伝送パラメータを、前記データパケットが進行した前記中間ノードと発信者ノードとの間の距離に基づいて調整するステップと
前記データパケットを前記の調整された伝送パラメータに基づいて処理するステップと、

前記データパケットを転送するステップと、
を有し、前記伝送パラメータが、前記データパケットが進行した前記距離が所定の閾値を越えたと判断された場合に該データパケットに対する優先的伝送パラメータに設定され、前記伝送パラメータが前記データパケットのタイプに依存して調整されることを特徴とする方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線ネットワークにおいてデータパケットの伝送を制御する装置、システム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、無線網目状ネットワーク（メッシュネットワーク）は、例えば照明システム、ビルオートメーション、監視アプリケーション、センサシステム及び医療アプリケーション等の遠隔制御のために益々注目を浴びている。特に、屋外照明の遠隔管理（所謂、テレマネージメント：ネットワーク管理）は、益々、重要となってきた。一方、このことは、環境問題によって後押しされている。何故なら、遠隔制御システム又は所謂テレマネージメントシステムは例えば時間、気象条件及び季節等の関数としての異なる調光パターンの使用を可能にし、屋外照明システムの一層エネルギー効率的な使用を可能にするからである。他方、このことは、経済的理由によっても後押しされる。何故なら、エネルギー効率の上昇は、運転コストを低減させるからである。更に、斯かるシステムは、遠隔的に電力使用を監視すると共にランプ故障を検出することができ、このことは、照明器具を修理し又はランプを交換する最良の時間を決定することを可能にする。

20

【0003】

現行の無線周波数（RF）に基づく無線的解決手段は、星形ネットワーク（スターネットワーク）トポロジ又は網目状ネットワークトポロジの何れかを使用している。星形ネットワークにおいては、データ収集装置は当該ネットワークにおける全てのノードに対して直接的通信経路を有している。しかしながら、この構成は、典型的に、高い位置（例えば、ビルの頂部）に配置される高出力ノードの基地局型コントローラを必要とし、このことは、当該解決手段を配備するのが面倒で高価なものとなってしまう。網目状ネットワークでは、複数のノードは、通常、コントローラと直接的に通信するのではなく、所謂マルチホップ通信により通信する。マルチホップ通信においては、データパケットは発信者ノード（sender node）から宛先ノードへ1以上の中間ノードを介して伝送される。ノードは、データパケットを隣接ノードから単一のホップで到達するには遠過ぎるノードへと伝送するルータとして作用し、結果として、より遠くの距離に届くことが可能なネットワークが得られる。長距離を一連の一層短いホップに分割することにより、信号強度は維持される。従って、経路指定は、網目状ネットワークにおける、どの隣接ノードへ当該データパケットが送信されるべきかを決定する全ノードにより実行される。かくして、網目状ネットワークは、高い接続性、従って高い冗長度及び信頼性を備えた非常に堅固で安定したネットワークである。

30

40

【0004】

従来技術において、網目状ネットワーク伝送技術は、2つのグループ、即ちフラッディング型（flooding-based）及び経路指定型（routing-based）の網目状ネットワークに分割することができる。フラッディング型網目状ネットワークでは、全てのデータパケットが当該ネットワーク内の全てのノードにより転送される。従って、ノードは複雑な経路指

50

定判断をする必要が無く、当該データパケットをブロードキャストするだけでよい。この手段により、該技術は非常に堅固である。しかしながら、大きなネットワークでは、転送によるデータのオーバーヘッドが全体のデータレートに影響を与える。更に、データパケットの衝突が一層発生し易く、全体の性能を更に減少させることになる。従って、この解決策の主たる問題は、拡張可能性である。経路指定型網目状ネットワークは、先行（プロアクティブ）方式及び反応（リアクティブ）方式に更に分割することができる。プロアクティブ経路指定網目状ネットワークでは、各ノードにおける経路指定テーブルに、全ての必要とされるネットワーク経路が記憶される。経路指定テーブルは、定期的なビーコンメッセージを隣接するノードに送信して効率的な経路指定の経路を発見することにより、最新状態に維持される。斯様な種類のネットワークではデータ伝送は非常に効率的であるが、拡張可能性は依然として低い。何故なら、大きなネットワークでは、経路指定テーブルの先行的更新がネットワーク資源の大きな部分を消費するからである。更に、経路指定テーブルはネットワークの規模に伴って大きくなる。加えて、斯かるネットワークの設置は、経路指定テーブルを構築するために時間及び資源を必要とする。これとは対照的に、リアクティブ方式は、要求に応じて（オンデマンドで）経路を発見することにより、永久的なオーバーヘッド及び大きな経路指定テーブルを避けることができる。該方式は、ネットワーク経路を発見するためにフラッディングを用いると共に、アクティブな経路又はノードをキャッシュする。経路が単一のデータパケットのみに対しては殆ど使用されない場合、経路発見を実行する代わりにデータパケットをフラッディングさせることは、一層効率的であり得る。頻繁な経路指定を回避するために経路が十分に長く維持される場合、リアクティブ方式はプロアクティブ方式に縮退する。リアクティブ経路指定型網目状ネットワークの一例は、ジグビー（ZigBee（登録商標））に使用されている。しかしながら、このプロトコル方式の主たる問題は、依然として、ネットワークの拡張可能性である。

【 0 0 0 5 】

大規模マルチホップネットワークにおいて、データパケットが進まなければならないホップの数は、小さなネットワークにおけるホップ距離と較べて大きくなる。数千のノードを有する大きな無線周波数テレマネージメントシステムにおいては、20～40のホップが生じそうである。しかしながら、個々のデータパケットの配信機会は、ホップ距離に伴い減少する。何故なら、各ホップに対して、当該データパケットが失われる可能性が存在するからである。

【 0 0 0 6 】

従って、通常の無線網目状ネットワークの大きな欠点は、非常に限られたネットワーク拡張性に起因する。これは、全てのデータパケット又はメッセージが前記転送により複数回伝送され、これにより全体のネットワークのスループットが低下されるという事実によるものである。また、データパケットの衝突も一層多く起こりそうであり、データパケットの喪失を生じ、全体の性能を更に低下させる。このように、マルチホップ・エンドツーエンド（終端間）伝送の成功度及び信頼性を改善することが、多数の照明器具ノードを備えた街路照明システム等の大規模マルチホップネットワークにおいては特に重要である。何故なら、エンドツーエンド（終端間）再送信が、典型的な一層小さなネットワークにおけるよりも、遙かに資源／帯域幅に費用が掛かるものであると共に遅延が大きいものとなるからである。従って、大規模無線網目状ネットワークにとっては所要のスループット、応答時間及び堅固さを達成するために、効率的な経路指定プロトコル及び終端間遅延の低減が必要とされる。更に、或るデータパケットが宛先への最終ホップの間で失われた場合、該データパケットは発信者（sender）ノードにより再送信されなければならない。このことは、大きな遅延を生じると共に当該ネットワークにおける何れか2つのノードの間の通信の遅延差を生じさせ、例えば照明システムの照明器具ノードと相互作用を行う場合、大きな及び／又は不均一な遅延によりユーザの感じ方が悪くなる。

【 0 0 0 7 】

データパケットが成功裏に配信されたか又は喪失されたかを判断するために、データパケット伝送は、通常、アクノレッジモードで実行される。ホップ毎アクノレッジモードで

10

20

30

40

50

は、マルチホップ伝送の各ホップが先行する送信ノードに対して受信ノードにより確認される。しかしながら、これは大きなネットワーク負荷となる。従って、しばしば、終端間アクノレッジが使用され、その場合、最終宛先ノードが最初の発信者ノードに対して当該データパケットの受信を確認する。このモードでは、発信者ノードは、アクノレッジを期待していたデータパケットを再送信するまで、所定の時間（所謂、アクノレッジ・タイムアウト）の間だけ待機する。一般的に、上記アクノレッジ・タイムアウトは固定であり、当該ネットワークの全ノードに対して共通である。この場合、短い距離を進むデータパケットに対するアクノレッジ・タイムアウトは長い距離を進むデータパケットに対するものと同一であるので、短い道程のデータパケットに対して再送信の遅延が不必要に増加されることになり、ネットワークの全体的伝送速度に影響を与える。この欠点が単にネットワークの大きさを減少させることにより対処されたとしたら、拡張可能性は更に低下するであろう。従って、成功裏のデータパケット配信に関する終端間伝送遅延及びネットワークにおける伝送遅延差は最小化されるべきである。

10

【 0 0 0 8 】

国際特許出願公開第WO2009071692A1号は、M A C レイヤ及びネットワークレイヤの両方の伝送特性を考慮することにより通信リンクを特徴付ける方法を記載している。

【 0 0 0 9 】

ヨーロッパ特許第EP1300990B1号は、第1局から少なくとも第2局を介して少なくとも1つの他の局へデータを伝送するステップを含む方法を記載している。上記局の間の境界において、種々のデータ処理要件が用いられる。これらデータ処理要件は、定義された原点、特に第1伝送点までの地理的距離に依存して決定される。データ処理要件は、距離の増加に伴い余り厳格でなくなる。

20

【 0 0 1 0 】

韓国特許出願公開第KR20090056070A号は、自動車アドホックネットワークにおいて競争ウィンドウを用いることにより中継ノードを選択する方法を開示している。発信元ノードは、伝送範囲内の全ノードを含む競争ウィンドウを計算する。該競争ウィンドウ内の各ノードは、発信元ノードからの距離に反比例するメッセージ送信待ち時間を有する。最初にメッセージ送信待ち時間が経過したノードが、中継ノードとして選択される。

【 0 0 1 1 】

米国特許第6,721,537B1号は、メッセージを配信するための変動する数の加入者を含む不完全な無線通信ネットワークにおいてメッセージをブロードキャストする方法を記載している。各加入者は、メッセージのための送受信装置及び全地球的位置を決定する測位システムを有している。メッセージを受信した後、各加入者は自身の位置及び当該メッセージの発信者（加入者でもある）からの距離を決定すると共に、該距離が増加するにつれて単調に減少する所定の待ち時間の後に他の加入者に対し当該メッセージを自身の位置と共に送信する。

30

【 0 0 1 2 】

ヨーロッパ特許出願公開第EP1940089A1号は、到達遅延を制御するデータ伝送方法を記載している。ノードは、受信されたパケットの累積遅延を、当該パケットの到達遅延及び前のホップまでに累積された累積遅延を用いることにより計算する。次いで、該ノードは該累積遅延を目標累積遅延と比較し、これにより当該パケットのための伝送プロファイルを制御して、次のノードにおける予測される累積遅延が目標値に近くなるようにする。該ノードは、上記累積遅延を当該パケットのヘッダに書き込み、該パケットを次のノードへ上記の設定された伝送プロファイルを用いて送信する。

40

【 0 0 1 3 】

ヨーロッパ特許出願公開第EP1764964A2号は、ネットワーク環境内、特に是一群のノードを含む自動車アドホックネットワーク内で可視関数を用いる技術を記載している。上記ノードのうちの少なくとも1つは、該ノード群の部分群における1以上に直接送信することができる。上記可視関数は、上記ノードの部分群の外側の少なくとも1つのノードを越えて広がるネットワーク環境内の均一でない分解能プロファイルを特徴付ける。送信され

50

る状況情報は、上記可視関数に従い当該ネットワーク環境を介して伝搬するように調整される。ノードは、可視パラメータを含む状況情報を受信することもできる。状況情報が受信されたら、当該ノードは上記可視パラメータを評価して、該状況情報が当該ネットワーク環境を介して継続して伝搬するのに適格であるか決定することができる。状況情報が継続して伝搬するのに適格である場合、当該ノードは該状況情報を送信する。

【0014】

韓国特許第KR100832519B1号は、無線タグを使用する照明制御システムを記載している。該システムは、上記無線タグの照明制御信号を第2無線スイッチを介して感知すると共に、該信号を第2無線スイッチからアドホックネットワークを介して第1無線スイッチに送信することにより、照明グループをユーザ位置に従って制御する。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

従来技術における上記欠点及び課題に鑑み、本発明の目的は、ネットワークの拡張可能性を維持又は増加さえもさせながら、終端間再送信遅延を最小化及び均一化するような、無線ネットワークにおいてデータパケットを送信する装置、システム及び方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記目的は、独立請求項に記載された特徴により達成される。

20

【0017】

本発明は、データパケットが再送信されねばならない確率を、該データパケットが既に進行した距離に基づいて調整するというアイデアに基づくものである。この手段により、大きな遅延を更に増加させるような、既に多数のホップにわたって進行したデータパケットが再送信されねばならない確率を最小化することができる。これにより、長い経路に対する全通信遅延を低減することができる。

【0018】

本発明の一態様においては、無線ネットワークのノードのための装置が提供され、該装置は当該ノードがマルチホップデータパケット伝送における中間ノードとして動作する場合にデータパケット伝送を制御する。該装置の制御ユニットは、受信されたデータパケットを転送するための伝送パラメータを、該データパケットが発信者ノードから既に進んでいる距離に基づいて調整することができる。このことは、長距離を進行したデータパケットが、宛先ノードに到達するまでの最終ホップを生き残る確率を増加させる。

30

【0019】

一実施例において、前記伝送パラメータは、より低いプロトコルレイヤにおける再送信の最大数、媒体アクセス試行の最大数、送信パワーレベル、再送信のための遅延時間及び媒体アクセス試行のためのバックオフ時間のうちの少なくとも1つを含む。ここで、媒体アクセス試行とは、キャリアセンシング（搬送波検知）及び媒体が空いている場合のデータパケットの後続の送信又は再送信の処理に関するものである。従って、上記媒体アクセス試行のためのバックオフ時間は、連続する媒体アクセス試行の間の時間間隔を指す。同様に、上記再送信のための遅延時間は、連続する再送信の間の時間を指す。上記送信パワーレベルは、送信されるデータパケットの信号強度に関係するものである。

40

【0020】

好ましい実施例においては、2組の伝送パラメータが事前定義され、一方のものは標準の伝送パラメータに関するものであり、他方のものは当該データパケットの加速された処理又は転送（forwarding）のための優先的伝送パラメータに関するものである。当該データパケットが進行した距離が或る閾値を越えたと判断された場合、伝送パラメータは優先的伝送パラメータに設定することができる。代わりに又は追加して、前記伝送パラメータは、これら伝送パラメータが連続的に調整されるように当該データパケットの進行距離の関数とすることができる。更に、当該データパケットのタイプを考慮することができる。

50

このためには、当該ネットワークノード又は装置は、当該データパケットのタイプ、例えば当該データパケットが時間的に厳しい若しくは時間的に厳しくないデータパケットであるか、又は当該データパケットがどのような優先順位を持つか、を判断することができるものとすることができる。例えば、街路照明システムにおいて、照明器具ノードにより報告されるデータパケットは、高い優先度を持つ警報メッセージ又は交通事故報告に対して、低い優先度を持つ統計又は電力状態データ等の異なる優先度を有し得る。好ましくは、上記伝送パラメータは、最後のホップの間における長距離を進んだデータパケットの送信確率が上昇されるように調整される。このように、長距離を進んだデータパケットは短い距離しか進んでいないデータパケットを犠牲にして優先され、その結果、離れたノード間のデータパケット伝送に対する終端間遅延が低減されると共に、当該ネットワークにおける終端間遅延の本来的な均一化が達成される。特に、大規模な照明器具ネットワークにおいては、このことは、例えばブロードキャストされた調光コマンドに応答して、照明器具動作が同期されるという利点を有する。

10

【0021】

有利には、当該装置は、無線ネットワークの制御センタ又は既存のノードに追加され又は結合されるように構成することができる。このように、当該装置は、データ収集器ノードでもあり得るようなネットワークノードに関連付けられる。上記データ収集器ノードは、当該ネットワークの制御センタと通信するように構成された如何なるノードとすることもでき、一種のゲートウェイとして機能することができる。例えば、当該装置は、ノードの既存の回路基板に挿入され又は既存のコントローラに接続されるように構成することができる。このことは、街路照明システム等の既存のシステムを改良し又はアップグレードするために特に有効である。制御ユニットに加えて、当該装置はメモリ及び/又はデータパケットを受信及び送信するための送受信ユニットを更に有することができる。

20

【0022】

当該無線ネットワークは、各ノードがルータとして動作し得るような網目状トポロジを有することができる。このようなネットワークは、増加された冗長性及び信頼性を有する。発信者ノードから宛先ノードへのデータパケットの伝送は、少なくとも1つの中間ノードを介してマルチホップモードで実行することができる。好ましくは、当該無線ネットワークのノードは、大きな屋外照明システムに対して主に当てはまるので、静止型とする。代わりに又は付加的に、少なくとも幾つかのノードの位置は、当該ネットワークの他のノードの少なくとも幾つかにより、及び/又は当該ネットワークの制御センタにより既知であるとすることができる。例えば、上記ノードの少なくとも幾つかは、各ノードから最寄りのデータ収集器ノードへのデータパケット伝送のための経路指定テーブルを記憶することができる。好ましくは、最寄りのデータ収集器ノードへのデータパケットの伝送のための経路指定プロトコルは、多対1 (many-to-one) 経路指定に基づくものとする。従って、データパケットは、データ収集器ノードの1つに近い隣接ノードに転送される。この手段により、データパケットの伝送は、より速く、且つ、より効率的になる。更に、このことは、大きな無線網目状ネットワークにおいて(例えば、1000を超える多数の照明器具ノードを備えた街路照明システムにおいて)複数のデータ収集器ノード無しで済ませることを可能にし、これにより、当該ネットワークの冗長性及び信頼性を増加させる。

30

40

【0023】

他の実施例において、2つのノード(例えば、発信者ノードと、中間ノード又は宛先ノード)の間の距離は、ホップ距離、GPSに基づく距離及び/又はユークリッド距離により定義される。2つのノード間のホップ距離は、ホップカウント(即ち、該2つのノードの間でデータパケットを伝送するために要するホップ数)により、又は当該データパケットを最終宛先ノードに転送する中間ノードの数により特徴付けられ得る。ユークリッド距離は2つのノード間の空間的距離を示す一方、GPSに基づく距離は発信者ノード、宛先ノード及び/又は中間ノードのGPS位置から導出することができる。例えば、進行した距離は、発信者ノードのGPS位置と中間ノードのGPS位置との間の距離として決定することができる。他の例として、進行した距離は、進行されるべき距離(即ち、発信者ノ

50

ードと宛先ノードとの間の距離)と、中間ノード及び宛先ノードの各GPS位置から決定される、中間ノードと宛先ノードとの間の距離とから決定することができる。距離の測定基準は、当該ネットワークに適用される経路指定プロトコルに従って選択することができる。当該経路指定プロトコルがホップカウント測定基準を使用する場合、2つのノード間のホップ距離を決定することは容易であろう。同様に、ノードのネットワークアドレスが、これらノードの地理的位置又はGPS位置に関係する場合、発信者ノードと中間ノードとの間の距離を定めるためにGPSに基づいた距離又はユークリッド距離を用いることが有利であろう。

【0024】

好ましくは、前記制御ユニットの通信機能は異なるレイヤに分割することができる。制御ユニットの一層高いプロトコルレイヤ、例えばネットワークレイヤ、トランスポートレイヤ又はアプリケーションレイヤは、下にある低いプロトコルレイヤで利用可能な情報を考慮するように構成することができ、又は、その逆でもある。例えば、ネットワークレイヤは、媒体アクセス制御(MAC)レイヤにより決定されたパラメータを使用することができる。このクロスレイヤ通信により、当該システムは一層信頼性があり且つ柔軟性のあるものとなる。例えば、データパケットが進行した距離に関する距離情報は、クロスレイヤ通信により低いプロトコルレイヤから高いプロトコルレイヤへ供給することができる。

【0025】

代わりに又は加えて、前記距離情報は、発信者ノードの及び/又は宛先ノードの経路指定テーブル、ホップカウンタ、生存時間(time-to-live)カウンタ、ローカルクロック信号、GPS位置及び/又はネットワークアドレスから得ることもできる。上記経路指定テーブル又はローカルクロック信号は当該装置に記憶することができる一方、上記ホップカウンタ、生存時間カウンタ及び/又は発信者ノードに関する情報はデータパケットに含まれ得る。ここで、データパケットの生存時間カウンタは、当該データパケットの最大許容進行時間に関する初期値を持つカウンタに関するものである。該生存時間カウンタは各ホップにより減少される。該カウンタの値がゼロである場合、該データパケットは破棄される。この手段により、配信することができない無限に進行するデータパケットは防止される。このように、中間ノードは、転送されるべきデータパケットのための伝送パラメータを調整するために、当該データパケットに含まれ又は当該ノードにローカルに記憶された情報に基づいて距離を決定することができる。しかしながら、ホップカウント又は生存時間カウンタは、複数の発信者ノードに関して当該中間ノードに記憶することもできる。距離情報を決定する他の可能性は、初期生存時間カウンタと最終生存時間カウンタとの間の差を用いるというものである。可能性として、上記初期生存時間カウンタは、既知であるか又は当該システムの全ノードに対して等しい。加えて又は代わりに、距離情報は、当該無線ネットワークに対して経路指定テーブルを構築する技術から導出することもできる。

【0026】

前記ホップカウントは、前記発信者ノードから受信されたデータパケットのホップカウント、前記発信者ノードから受信された最後のn個のデータパケットの平均、前記発信者ノードから受信された最後のn個のデータパケットの最大ホップカウント、又は前記発信者ノードから受信されたデータパケットのホップカウントの時間にわたる移動平均等とすることができる。更に、前記伝送パラメータは、送信されるべきデータパケットのタイプ、例えば該データパケットが時間的に厳しいデータパケットであるか若しくは時間的に厳しくないデータパケットであるか、又は該データパケットがどのような優先順位を有するか、に基づいて調整することができる。このために、当該装置の前記制御ユニットは、更に、当該データパケットのタイプを決定することができるものとすることができる。

【0027】

データパケットの伝送は、無線ラジオ周波数伝送により行うことができる。無線周波数伝送は高い送信パワーは必要とせず、実施化及び配備するのが容易であるので、当該装置を用いたネットワークを設置及び運用するための費用を低減することができる。このことは、例えば照明システムのためのテレマネージメントネットワーク等の大きなネットワー

10

20

30

40

50

クにとり特に重要である。しかしながら、データパケット伝送は、代わりに赤外線通信、自由空間可視光通信又は電力線通信を使用することもできる。

【0028】

好ましい実施例において、当該装置は照明システムの照明器具において、照明器具ノードのテレマネージメントのために使用される。このように、照明器具ノードは容易にオン/オフすることができ、及び/又は照明器具ノードの調光パターンを、1日の時間、季節、天候、周囲の明るさ、交通事故の発生及び道路作業の存在等のパラメータに基づいて制御することができる。可能性として、これらのパラメータのうちの少なくとも幾つかは、照明器具ノードに備えられるセンサにより決定され、制御センタへ報告される。

【0029】

他の好ましい実施例においては、無線ネットワークにおけるノードのための装置であって、該ノードが発信者ノードとして動作する場合にデータパケットの伝送を制御する装置が提供される。当該装置は、応答タイムアウト(answer time-out)を発信者ノードと宛先ノードとの間の距離に基づいて調整することができる制御ユニットを有する。上記応答タイムアウトとは、発信者ノードが宛先ノードBからの応答を待つ待ち時間を指す。応答タイムアウトが経過し、且つ、発信者ノードが応答データパケットを受信しなかった場合、該発信者ノードは、応答を受信することを期待するデータパケットを再送信する。この応答データパケットは、アクノレッジ、データ又はこれら両方を含むことができる。当該応答がアクノレッジを含む場合、上記応答タイムアウトは、成功裏のデータパケット伝送を示すアクノレッジを発信者ノードが待ち受ける期間を定めるアクノレッジ・タイムアウトと呼ばれる。発信者ノードがアクノレッジを受信することなしにアクノレッジ・タイムアウトが経過した場合、該発信者ノードは当該データパケットの再送信を開始する。発信者ノードと宛先ノードとの各対に対して応答タイムアウトを個々に調整することにより、失敗した伝送を検出する遅れが低減され、かくして、再送信による成功裏の伝送の終端間遅延を、可能な最小値まで減少させる。このように、大規模な照明システムでは、このことは制御コマンドの遅延を更に減少させ、照明器具ノードは例えば調光コマンド又は切り換えコマンドに対して一層速く反応する。

【0030】

本発明の他の態様においては、無線ネットワークにおいてデータパケットの伝送を制御するシステムが提供される。該システムは、制御センタと、複数のノードとを有する。前記制御センタ及びノードのうちの少なくとも1つは、上述した実施例の1つによる装置を有する。上記制御センタは、当該無線ネットワークにおける上記ノードの機能又は動作を制御するように構成される。例えば、上記ノードが、例えば街路照明システム等の照明システムの照明器具に関連付けられる場合、上記制御センタは、これらノードを該ノードの空間的分布に基づき調光パターン及び動作状態に関して個別に及び/又はグループ毎に調整することができる。好ましくは、上記ノードのうちの少なくとも1つはメモリ及び/又はセンサを有する。当該ノードがセンサを有する場合、該ノードは上記制御センタに対してセンサデータを送信するように構成することができる。

【0031】

本発明の他の態様においては、複数のノードを有する無線ネットワークにおいてデータパケットの伝送を制御する方法が提供される。この方法によれば、発信者ノードからのデータパケットは、中間ノードにより受信される。次いで、該データパケットに対する伝送パラメータが発信者ノードと宛先ノードとの間の距離に基づいて調整され、該データパケットは、これらの伝送パラメータに従って処理される。好ましくは、この方法は、照明システムのためのテレマネージメントシステムに適用される。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】図1は、無線網目状ネットワークの一例を示す。

【図2A】図2Aは、ノード間のホップ距離を説明する上記無線網目状ネットワークの概要図である。

10

20

30

40

50

【図 2 B】図 2 B は、ノード間のユークリッド距離を説明する上記無線網目状ネットワークの概要図である。

【図 3】図 3 は、本発明による装置の概略図である。

【図 4】図 4 は、本発明の一実施例を説明するフローチャートを示す。

【図 5】図 5 は、本発明の他の実施例を説明するフローチャートを示す。

【発明を実施するための形態】

【0033】

本発明の好ましい応用例は、屋外照明システム（例えば、街路、駐車場及び公共区域のための）、全般エリア照明のための屋内照明システム（例えば、モール、競技場、駐車場、駅、トンネル等のための）、又はセンサ・ネットワークである。以下では、本発明は街路照明のための屋外照明システムの例を用いて更に説明する。照明制御の分野では、無線周波数ネットワーク技術による屋外照明器具のテレマネージメントが、特に例えば 200 を越える照明器具の区画を備えた大規模設置の適用可能性に対する解決策として益々関心を集めている。

【0034】

図 1 には、網目状トポロジを持つ典型的なネットワークが示されている。複数のノード（N）10 が、無線通信経路 40 により相互に接続されている。ノード 10 のうちの幾つかはデータ収集器ノード（N/D C）50 として機能し、これらデータ収集器ノードは、単一ホップ又はマルチホップ伝送により周囲のノード 10 からデータパケットを受信すると共に、これらデータパケットを制御センタ 60 に送信し、及びその逆を行う。このように、データ収集器ノード 50 は、ノード 10 と制御センタ 60 との間のゲートウェイの態様で動作することができる。ノード 10 とデータ収集器ノード 50 との間の無線通信経路 40 は、無線周波数伝送により形成することができる一方、データ収集器ノード 50 と制御センタ 60 との間の接続 70 は、インターネット、携帯通信ネットワーク、無線システム、イーサネット（登録商標）、DSL、ケーブル又は他の有線若しくは無線データ伝送システムを利用することができる。

【0035】

屋外照明制御のためのテレマネージメントシステムにおいては、通信は極めて非対称的である。トラフィックの殆どは、例えばノードの状態、センサ値又は電力使用を制御センタ 60 にレポートするために、ノード 10 により発生される。他のトラフィックは、例えば調光パターンを調整し又はランプをオン/オフするための、制御センタ 60 から別個のノード 10 への制御コマンドからなる。従って、殆どのトラフィックは N 対 1 トラフィック（ユニキャスト）により形成される一方、制御センタ 60 からノード 10 へのトラフィックは、ユニキャスト、マルチキャスト又はブロードキャストモードの何れかでの 1 対 N トラフィックからなる。更に、照明器具ノード 10 の数は、街路照明システム等の屋外照明システムでは非常に大きい。従って、該ネットワークの大きさは、典型的に 200 未満のノードしか含まない通常の無線網目状ネットワークと比較して、非常に大きい。加えて、ノード 10 は費用的配慮により限られた処理能力しか有さず、従って照明器具ノード 10 における処理及びメモリ資源は限られる。このように、単一ノード 10 間でデータパケットを伝送するための通信プロトコルは、効率的且つ高速のデータパケット伝送のために、限られた資源を考慮しなければならない。更に、他の所謂アドホック網目状ネットワークと比較して、屋外照明制御ネットワークのためのテレマネージメントシステムは静止型である、即ちノード 10 は移動しない。また、全ての照明器具ノード 10 は主幹電源に接続することができる。従って、ネットワークの変化は、主に、変化する環境による（例えば、トラフィックによる）ものである。ノード 10 は静止的であるので、ノード 10 の物理的位置（例えば GPS 座標）は当該システムにおいて既知であり得、このことは地理的又は位置に基づく経路指定を可能にする。更に、屋外照明システムのテレマネージメントは高いデータレートを必要としない。しかしながら、特定のタイプのメッセージ又はデータパケットに対して小さな応答時間が必要とされるような、幾つかのシナリオが存在する。例えば、交通事故が検出された場合、対応する領域のノード 10 は、即座に全能力状態

に切り換わるように制御することができる。

【 0 0 3 6 】

上述したような屋外照明システムの特有な用途特性により、下記のフィーチャを適用することができる。データ収集器ノード50から各照明器具ノード10へのデータパケット伝送はフラッディングにより実行することができ、その場合、全てのデータパケットは当該ネットワーク内の全ての受信ノードにより転送される。データパケットは、少なくとも発信者ノード10及び1以上の宛先ノード10に関する情報を含む。この場合、該データパケットは少なくとも1つの宛先ノード10により復号される。照明器具ノード10からデータ収集器ノード50へのデータパケット伝送に対しては、経路指定型解決策が好ましく、その場合、各ノード10はデータ収集器ノード50の1つに近い隣接ノード10を中間ノード10として選択する。好ましくは、プロアクティブ（先行）経路指定構造が用いられるものとする。何故なら、データ収集器ノード50への経路は定期的に使用されるからである。プロアクティブ経路指定構造では、各ノード10に経路指定テーブルが記憶され、該テーブルは、どの隣接ノード10がデータ収集器ノード50の1つに一層近いかを示す。このように、データパケットを、最も近いデータ収集器ノード50に非常に効率的に且つ高速に送ることができる。有利には、各ノード10は信頼性を向上させるために代替経路としての複数のダウンリンク隣接ノード10に関する情報を保持するようにする。1つの隣接ノード10が強い障害又は完全な故障により到達可能でない場合、当該経路指定プロトコルは当該データパケットをデータ収集器ノード50へ送るための付加的な代替経路を有する。

【 0 0 3 7 】

図2Aには、複数のノード10により囲まれたデータ収集器ノード50が示されており、発信者ノードAから複数の中間ノードN1、...、Niを介してデータ収集器ノード50（宛先ノードB）へのマルチホップ・ユニキャスト・データ伝送を図示している。各ノード10は、半径501及び502により示されているように、データ収集器ノード50に対して異なるホップ距離を有している。例えば、半径502の外側ではあるが半径501内のノードAは、宛先ノードBであるデータ収集器ノード50へデータパケットを伝送するために2つのホップh1及びh2を必要とするであろう。即ち、データパケットは、このノードAからデータ収集器ノード50へ中間ノードN1を介して伝送されねばならない。これに反して、半径502内のノード10は、データ収集器ノード50に対して自身のデータパケットを1つのホップで直接伝送することができる。勿論、宛先ノードBは如何なるノード10とすることもでき、必ずしもデータ収集器ノード50である必要はない。このように、発信者ノードAと宛先ノードBとの各対に対してホップ距離を定義することができる。ホップ距離を特徴付ける1つのパラメータはホップカウント、即ち当該データパケットを発信者ノードAから宛先ノードBまで伝送するために要するホップの数である。

【 0 0 3 8 】

図2Bには、発信者ノードAと宛先ノードBとの間のユークリッド距離dが示されている。如何なる2つのノード10の間においても、ユークリッド距離が2点間の幾何学的距離として定義される。ノード10のネットワークアドレスが、対応するノード10のGPS位置に基づくものである場合、GPSに基づいた距離を使用することもできる。この場合、2つのノード10間の距離は、これらノードのGPS位置の間の距離として定義される。特に、当該ネットワークのノード10がネットワーク領域上に均等に分布されている場合、2つのノード間のユークリッド距離又はGPSに基づく距離は、2つのノードの間でデータパケットを伝送する場合に平均的に実行されるホップ数を、従って伝送時間の特徴とし得る。他の例として、該距離は当該データパケットが進行した実際の距離を示し得る。屋外照明ネットワークでは、ユークリッド距離よりも、街路に沿って測定される距離を使用することができる。何故なら、データパケットは、これらの経路に沿って進行しそうであるからである。これが、図2Cに示されており、街路に沿って配置された街路照明器具ノード10を図示している。このように、2つの照明器具ノード10間の距離は、道

路網の街路に沿った空間距離又はホップ距離として定義される街路距離も示すことができる。図3には、本発明による装置100が示されている。該装置100は、例えば照明システムの照明器具に対する、無線マルチホップ網目状ネットワークのデータ収集器ノード50又はノード10と関連付けることができる。装置100は制御ユニット200を有する。更に、ノード10若しくは50又は装置100は、例えば無線周波数伝送により、無線通信経路40を介してデータパケットを送信又は受信するための送受信ユニット300を有する。装置100の制御ユニット200は、データパケット伝送における機能に従って異なるレイヤに分割することができる。例えば、OSIレイヤモデルを使用する場合、制御ユニット200は、当該装置100の伝送媒体との相互作用を定義するための物理レイヤ、マルチノードネットワークにおけるアドレス指定及びチャンネルアクセス制御メカニズムを提供するMACレイヤ、例えばネットワーク経路指定機能等の複数の機能及び手順を提供するネットワークレイヤ、例えばフロー制御、分割（セグメンテーション）/結合（デセグメンテーション）又はエラー制御等を用いて一層高いプロトコルレイヤに信頼性のあるデータ伝送サービスを提供するトランスポートレイヤ、及び通信相手を識別し、資源の利用可能性を判断し又は通信を同期させるためのアプリケーションレイヤを有するであろう。

【0039】

マルチホップネットワークにおいては、如何なるノード10も、受信されたデータパケットを次の中間ノードNiに又は最終宛先ノードBに転送する中間ノードNiとして動作することができる。長距離を進行したデータパケットが中間ノードNiで失われた場合、このデータパケットは該データパケットの発信者ノードAにより再送信されねばならず（エンドツーエンド再送信）、このことは累積終端間遅延及びネットワーク資源（即ち、システム帯域幅）の消費を少なくとも倍化する。従って、本発明の一実施例によれば、転送されるべきデータパケットを処理するための伝送パラメータが中間ノードNiにおいて当該データパケットの進行した距離に基づいて調整されるようにすることが提案される。

【0040】

図4には、転送されるべきデータパケットのための伝送パラメータの調整を解説するフローチャートが示されている。ステップS40では、中間ノードNiにおいて発信者ノードA又は他の中間ノードNiの何れかからデータパケットが受信される。該データパケットを受信した後、該受信した中間ノードNiと発信者ノードAとの間の距離が決定される（ステップS41）。この距離に基づいて、当該データパケットの伝送パラメータが調整される（ステップS42）と共に、これら伝送パラメータを用いて該データパケットが処理される（ステップS43）。この処理は、長距離を進行したデータパケットが一層速く処理され得るように、例えばデータパケット待ち行列の順番、優先順位パラメータ等に影響を与えることができる。次いで、該データパケットは、上記の決定された伝送パラメータを用いて次のノード10に転送される（ステップS44）。

【0041】

上記伝送パラメータは、MACパラメータ、例えばMACレイヤ再送信の最大数、チャンネルアクセス試行の最大数、送信パワーレベル、再送信のための遅延時間若しくはチャンネルアクセスのためのバックオフ期間、又はこれらの組み合わせを指すことができる。上記MACレイヤ再送信の最大数は、どれくらい頻繁にMACレイヤがデータパケットの送信を再試行することを許されるかを決定する。同様に、上記チャンネルアクセス試行の最大数は、データパケットの送信のためにチャンネルアクセスを得べくMACレイヤがキャリア検知を実行することを許される最大許容回数に関するものである。上記送信パワーレベルは、当該データパケットが転送されるために使用される送信エネルギーを指し、従って該データパケットの信号強度に強く関係する。上記再送信のための遅延時間は、データパケットの連続する送信試行の間の遅延を指し、上記チャンネルアクセスのためのバックオフ期間は2つの連続するチャンネルアクセス試行の間の期間を示す。このように、上記伝送パラメータは、長距離を進行したデータパケットが宛先への最終的なホップを成功裏に通過する確率が増加されるように調整することができる。例えば、MACレイヤ再送

信の最大数若しくはチャンネルアクセス試行の最大数若しくは送信パワーレベルを増加させることができるか、又は再送信のための遅延時間若しくはチャンネルアクセスのためのバックオフ期間を減少させることができる。勿論、これらの調整の組み合わせを選択することもできる。この手段により、恐らくは一層短い距離しか進行していないデータパケットを犠牲にして、多くのネットワーク帯域幅を既に使用した長距離を進行したデータパケットに対する成功率を増加させることができ、長い経路に対する全通信遅延を減少させることができる。従って、更に終端間通信遅延の内在的均一化も存在することになる。

【 0 0 4 2 】

中間ノード N_i は、当該データパケットが進行した距離を、該中間ノードに記憶されたローカルな情報又は該データパケットに含まれる情報に基づいて決定することができる。2つのノード間の距離は、ホップ距離、GPSに基づく距離又はユークリッド距離等の測定基準を用いて定義することができる。ノード10の位置が既知である場合、又はネットワークアドレスが対応ノード10のGPS位置に基づいている場合、これらから距離情報を導出することができる。他の例として、距離は、発信者ノードAと当該中間ノード N_i との間のホップ距離に基づいて導出することもできる。ホップ距離は、データパケットが発信者ノードAから進んだホップの数（ホップカウント）により特徴付けられる。幾つかの場合においては、例えばホップカウントの測定基準による経路指定テーブルを用いる場合のように、ホップ距離情報はネットワークレイヤで既に利用可能である。この場合、中間ノード N_i には、発信者ノードAが該中間ノード N_i からの対応する距離と一緒に記憶される。

【 0 0 4 3 】

距離情報は、例えばネットワークレイヤにより、データパケット内に含まれる生存時間カウンタ（time-to-live counter）又はホップカウンタを用いて明示的に発生することもできる。データパケットに含まれるホップカウンタは、発信者ノードAから宛先ノードBまでのマルチホップ伝送の間において各ホップで増加される。この場合、中間ノード N_i はホップ距離情報を該ホップカウンタから、即ちホップカウントから導出することができる。ここで、上記ホップカウンタは、発信者ノードAから受信された最後の n 個のデータパケットに対する平均の（mean）又は平均的（average）ホップカウントに関係するものとすることもできる。代わりに、ホップカウンタは、発信者ノードAから受信された最後の n 個のデータパケットにおける最大ホップカウント又は最後の n 個のデータパケットのホップカウントの時間にわたるスライディングウィンドウ平均として選択することもできる。斯かるホップカウンタ情報は、この発信者ノードAに関するホップ距離を決定するためにネットワークレイヤで記憶することができる。

【 0 0 4 4 】

同様に、生存時間カウンタを使用することもできる。一般的に、生存時間カウンタ（TTL）は、最大所要ホップ数より大きな初期値を伴うヘッダフィールドである。各中間ノード N_i において、即ち各ホップの後、生存時間カウンタは減少される。ゼロなる現生存時間カウンタを持つデータパケットは、配信不能なデータパケットの無限の転送を防止するために破棄されるであろう。このように、ホップカウンタは、最初のホップ以前の初期生存時間カウンタと当該データパケットを受信した際の最終生存時間カウンタとの間の差から導出することができる。ここで、中間ノード N_i が生存時間カウンタの初期値を知っているか、又は初期生存時間カウンタがデータパケットに埋め込まれるかの何れかである。他の例として、当該中間ノードのローカルなクロック信号を、発信者ノードAにおける送信の開始を示す開始時間又は送信タイムスタンプと比較されるべき基準として使用することができる。この手段により、進行した時間を、従って平均伝送速度を使用する場合は当該データパケットが進行した距離も導出することができる。勿論、距離情報及び特にホップカウンタ情報は、経路指定テーブルを構築する（例えば定期的にビーコンメッセージを送出することにより）ための他の技術を用いて発生することもできる。

【 0 0 4 5 】

このように、中間ノード N_i は、データパケットが進行した距離を、例えばホップカウンタ又は当該データパケットに含まれる発信者アドレスに基づいて識別することができる。長距離を進行したデータパケットは、大きなホップカウント値を、又は発信者ノード A の GPS 位置（例えば、発信者アドレスフィールドに示される）と当該中間ノード N_i の GPS 位置（少なくとも該中間ノード N_i によりローカルに分かる）との間の大きな差を示す。他の例として、進行されるべき距離、即ち発信者ノード A と宛先ノード B との間の距離は、当該データパケットに含まれ得る。中間ノード N_i と宛先ノード B との間のローカルに分かる距離を用いて、進行した距離は、発信者ノード A と宛先ノード B との間の距離から、該中間ノード N_i と宛先ノード B との間の上記距離を減算した距離として計算することができる。従って、有利な伝送パラメータを用いることにより斯様な長距離を進行したデータパケットを優先させれば、終端間遅延を、可能な最小値の近くまで低減することができる共に、当該ネットワークにわたって均一化することができる。更に、転送されるべき受信された各データパケットに対して、進行した距離が新たに決定される場合、上記伝送パラメータの調整は、或る発信者ノード A からのホップ数が変化し得る動的経路指定プロトコルにも適用することができる。

【 0 0 4 6 】

一例において、中間ノード N_i には少なくとも 2 組の伝送パラメータが記憶され、一方のものはデータパケットの通常の処理又は転送に関するものであり、他方のものは優先された処理又は転送に関するものである。データパケットが進行した距離が或る閾値を越えると判断された場合、次のノード 10 に対する当該データパケットのホップのために優先的な伝送パラメータが選択される。このことは、例えば当該データパケットにフラグを設定することにより示すことができる。勿論、上記伝送パラメータは 2 より多いレベルで調整することもできる。他の例として、伝送パラメータの調整は、当該データパケットが進行した距離に比例させることもできる。更に、当該データパケットのタイプを、伝送パラメータの調整に影響を与える追加のパラメータとして決定することもできる。例えば、長距離を進行した時間の厳しいデータパケットに対する伝送パラメータは、より短い距離を進行した時間の厳しくないデータパケットよりも処理及び転送を特別に加速するような一層有利な伝送パラメータに調整することができる。可能性として、当該データパケットに含まれる優先順位さえも、伝送パラメータの調整のために考慮することができる。結果的に、長距離を進行したデータパケットは、より短い距離を進行したデータパケットよりも、次のノード 10 へ一層成功裏にホップしそうである。このことは、短い距離しか進行していないデータパケットを犠牲にして生じさせ、これにより、遅延が均一化される。

【 0 0 4 7 】

このことは、屋外照明システムのテレマネジメントに適用された場合、照明器具ノード 10 の同期を向上させる。何故なら、これら照明器具ノード 10 は命令を同等の遅延で受信するだろうからである。更に、如何なるデータ収集器ノード 50（又は制御センタ 60）からも遠く離れている照明器具ノード 10 に対する平均及び最大通信遅延も減少され、結果として同一のネットワーク内の照明器具ノード 10 に対し、より高い通信遅延の均一性が得られる。

【 0 0 4 8 】

終端間通信遅延が増加する他の理由は、伝送が失敗した場合における終端間再送信の間の不必要な遅延である。一般的に、応答タイムアウト（answer time-out）は終端間通信遅延を最小にするために可能な限り小さな値をとるべきである。応答タイムアウトとは、如何なる発信者ノード A も、送信されたデータパケットに対する宛先ノード B からの応答を、該データパケットを再送信するまで待つ期間を指す。該応答は、発信者ノード A により送られたデータパケットの成功裏の伝送を示すアクノレッジ又は発信者ノード A により要求されたデータ又はこれら両方を含むことができる。応答がアクノレッジを含む場合、上記応答タイムアウトはアクノレッジ・タイムアウトとも称される。従来技術において、アクノレッジ・タイムアウトは一定であり、全てのノード 10 に対して共通である。従って、近隣のノード 10 に対する通信遅延は遠隔ノード 10 に対するものと等しく、恐らく

10

20

30

40

50

は、データパケット再送信の不必要な遅延を生じさせる。本発明の他の実施例によれば、データパケットに対する応答タイムアウトは、アクノレッジ・タイムアウトを調整する例を用いた図5に示されるように、当該データパケットが進行すべき距離、即ち発信者ノードAと宛先ノードBとの間の距離に基づいて調整される。送信されるべきデータパケットを処理する場合、又はデータパケットを送信する場合（ステップS50）、発信者ノードAと宛先ノードBとの間の距離が決定される（ステップS51）。この距離に基づいて、当該データパケットに対するアクノレッジ・タイムアウトが調整される（ステップS52）。恐らくは、当該データパケットの優先度も考慮に入れられる。従って、アクノレッジがない場合のトランスポート/アプリケーションレイヤの再送信が、それに応じて予定される。本発明により提案されるように、個々の発信者/宛先の組み合わせに対してアクノレッジ・タイムアウトを調整する場合、発信者ノードAのアクノレッジ・タイムアウトを最適化することができ、かくして、終端間通信遅延を最小化する。アクノレッジ・タイムアウトの最小値は、発信元ノードと宛先ノードとの間のデータパケット伝送に関する予測される又は平均の往復時間、即ち当該データパケットの配信のための時間にアクノレッジの配信のための時間を加えたものに等しい。他の例として、応答タイムアウトの最小値は、往復時間等の最小値に設定することもできる。発信者ノードAが、送信したデータパケットに対するアクノレッジをアクノレッジ・タイムアウト内に受信しなかった場合、発信者ノードAは該データパケットを再送信する（ステップS53）。上記ステップの順序は変更することができる。即ち、ステップS51及び/又はS52は、データパケットを送信する（ステップS50）前に実行することもできる。

【0049】

発信者ノードAは宛先ノードBまでの距離を、例えば経路指定テーブル、可能性のある宛先ノードまでの距離のリスト又は宛先ノードBから以前に受信された距離情報等の、該発信者ノードAに記憶されたデータの何れかから決定することができる。データパケットにホップカウンタ又は生存時間カウンタが含まれる場合、発信者ノードAは宛先ノードBまでの距離を、宛先ノードBから受信されるデータパケットに含まれるホップカウンタ又は生存時間カウンタから決定することができる。このように、宛先ノードBから受信されるデータパケットから導出されるホップカウンタ又は最後のn個のデータパケットから導出される平均若しくは最大ホップカウンタを、逆経路のために用いることができる。

【0050】

ホップカウンタの尺度を選択する場合、アクノレッジ・タイムアウトは、 $\text{time_out} = 2 * \text{定数} * \text{hop_count} * \text{hop_time}$ として計算することができ、ここで、上記定数は1より大である。上記の2なる因数は、往復のためである。何故なら、ホップカウンタは片道にだけ関するものであるからである。他の例として、往復のためのホップカウンタを代わりに用いることもできる。従って、アクノレッジ・タイムアウトは平均往復時間より大きいか等しい。上記hop_timeは、マルチホップ伝送においてデータパケットを次の中間ノードN_iに転送するために平均的に要する平均期間に関するものであり得る。これは、ネットワークにとり特徴的なものであり得る。ここでも、ホップ時間は、例えば当該データパケットが時間的に厳しい若しくは時間的に厳しくないデータパケットであるか、又は当該データパケットが高い若しくは低い優先度を付されているか等の、当該データパケットのタイプに依存し得る。勿論、上記hop_timeは、例えば中間ホップ時間（medium hop time）又はホップのうちの特定のパーセンテージ（例えば、90%～99%）のものが成功裏になされる期間である成功ホップ時間等の他の特徴的時間により置換することもできる。GPSに基づく距離又はユークリッド距離を用いる場合、アクノレッジ・タイムアウトは選択された測定基準に関する特徴的時間を用いて同様に計算することができる。

【0051】

応答タイムアウトを調整するために、宛先ノードBにおける幾らかの遅延、例えば応答データパケットがバッファリングされるバッファ時間又は宛先ノードBから発信者ノードAへの方向転換時間等を考慮に入れることも可能である。

【0052】

好ましくは、応答タイムアウトは、付加的に、結果的に大きなホップ時間となる当該ネットワークにおける現トラフィック負荷にも依存するものとして行うことができる。これは、例えば発信者ノードAにより観察され若しくは受信されるネットワークトラフィックの量により、又は発信者ノードAが最後の期間Tにおいてどれだけ多くのパケットを送出したかにより決定することができる。他の例として、受信者ノードB（又は中間ノードN_iの何れか）は、発信者ノードAにネットワーク負荷に関する情報を例えばデータパケットの一部として又はアクノレッジと一緒に報告することができる。また、伝送パラメータがデータパケットの進行した距離に基づいて調整される場合、これを、応答タイムアウトの調整のために付加的に考慮することができる。

【0053】

10

伝送パラメータ又は応答タイムアウトを調整することは、1つだけの宛先ノードBへ送られるユニキャストデータパケットにのみ適用可能であるということではない。当該実施例は、データパケットが幾つかの宛先ノードBに伝送されるブロードキャスト及びマルチキャストの場合にも適用可能である。これらの場合において、マルチキャスト群における異なる宛先ノードBに対しては異なる組みの伝送パラメータ又は異なる応答タイムアウトを考慮に入れることができ、例えば当該群内のノードに対する最大アクノレッジ・タイムアウトが選択される。

【0054】

複数の照明器具ノード10を備えた大きな照明システムに適用される場合、操作コマンドに対する遅延は、このようにして最小化することができる。特に、操作コマンドを送信するデータ収集器ノード50（又は制御センタ60）から遠く離れており、既に長い伝送時間を有する照明器具ノード10に対しては、このことは、アクノレッジされないデータパケットの再送信の間の不必要な通信遅延を除去することになる。従って、斯かる照明システムの拡張可能性は更に向上され得ると共に、照明器具ノード10の応答時間を低減することができる。

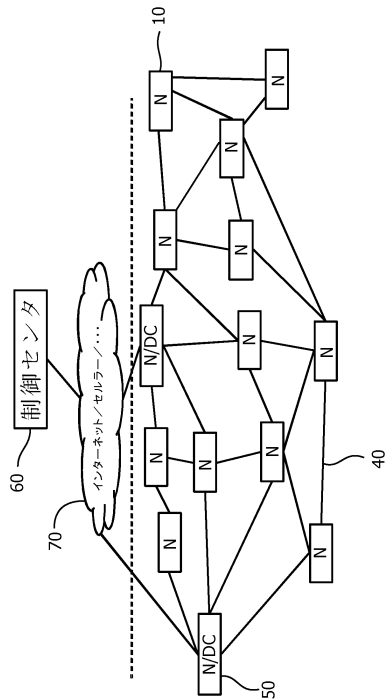
20

【0055】

従って、本発明によれば、ノード10が受信されたデータパケットを転送する中間ノードN_iとして動作する場合、該中間ノードN_iの伝送パラメータは、このデータパケットが進行した距離に基づいて調整することができる。この手段により、長距離を進行したデータパケットの生存機会は増加され、従って終端間通信遅延を減少させる。更に、データパケットは必要とされるホップ数とは無関係に同等の遅延を感受し、これはアプリケーション及びトランスポートレイヤにとっても有益である。このことは、データパケットが失われた場合にデータパケットを一層高いレイヤで再送信しなければならない場合に特に有効である。従って、当該ネットワークにおいて低減された平均及び最大遅延並びに一層高い遅延の均一性を達成することができる。加えて、ノード10が発信者ノードAとして動作する場合、応答タイムアウトを発信者ノードAと宛先ノードBとの個々の対に対して調整することができ、無線ネットワークにおいて終端間伝送遅延を更に低減することになる。このように、全体のネットワーク資源を節約することができる。

30

【図 1】



【図 2 A】

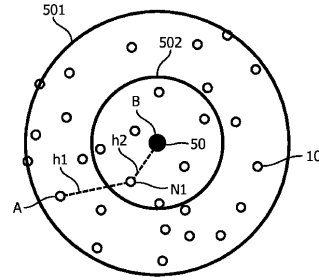


FIG. 2A

【図 2 B】

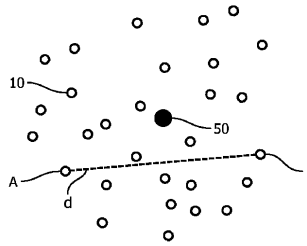


FIG. 2B

【図 3】

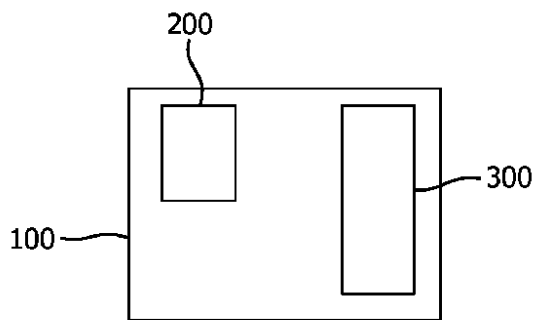
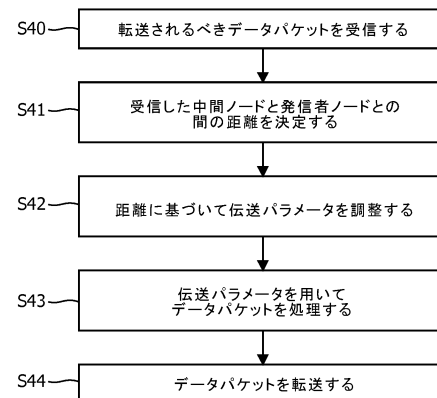
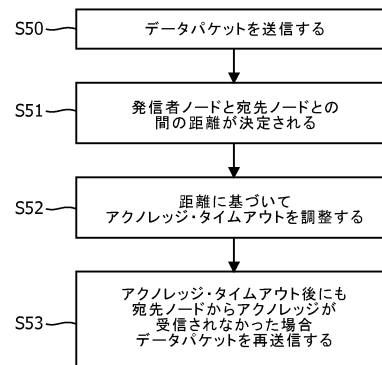


FIG. 3

【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 ゴエルゲン ダニエル マーチン
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス ビルディング
4 4
- (72)発明者 シェンク チム コーネール ウィルヘルムス
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス ビルディング
4 4
- (72)発明者 ガルシア モーチョン オスカー
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス ビルディング
4 4

審査官 東 昌秋

- (56)参考文献 特開2007-335943(JP,A)
特開2001-274810(JP,A)
特表2003-524918(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W 4/00 - 99/00
H04B 7/24 - 7/26