

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-142965
(P2005-142965A)

(43) 公開日 平成17年6月2日(2005.6.2)

(51) Int. Cl.⁷

H04L 12/56
H04L 29/08

F I

H04L 12/56 200Z
H04L 13/00 307Z

テーマコード (参考)

5K030
5K034

審査請求 有 請求項の数 54 O L (全 51 頁)

(21) 出願番号 特願2003-379065 (P2003-379065)
(22) 出願日 平成15年11月7日 (2003.11.7)

(71) 出願人 000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(74) 代理人 100080034
弁理士 原 謙三
(74) 代理人 100113701
弁理士 木島 隆一
(74) 代理人 100116241
弁理士 金子 一郎
(72) 発明者 三木 裕介
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
シャープ株式会社内
(72) 発明者 大谷 昌弘
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
シャープ株式会社内

最終頁に続く

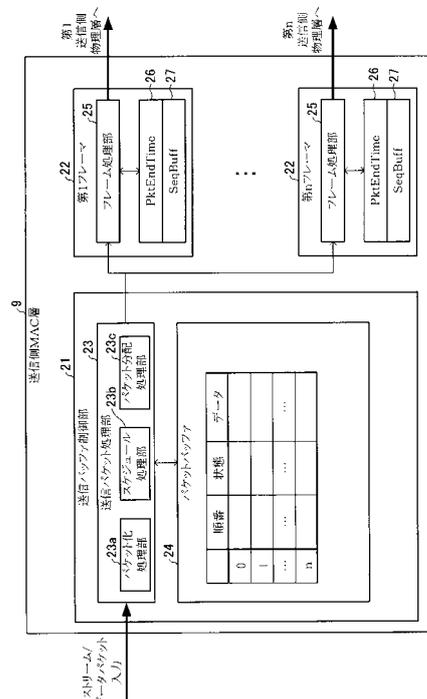
(54) 【発明の名称】 通信装置、通信方法、通信プログラム、および通信プログラムを記録した記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 マルチリンク方式によるパケット伝送を行う際の、再送パケットを迅速に送信することが可能となるとともに、各通信チャンネルにおける帯域の利用効率を向上する通信装置を提供する。

【解決手段】 パケットバッファ24は、記憶されている各パケットに関して、送信を待機している状態、送信したパケットが通信先に適切に送達できたかを示す送達確認の受信を待機している状態、および送信の成功が確認されている状態のいずれであるかを示す状態情報を記憶している。スケジュール処理部23bは、パケットバッファ24に記憶されているパケットのうち、再送要求を受けたパケットを上記送信を待機している状態に設定するとともに、パケットバッファ24に記憶されているパケットのうち、上記送信を待機している状態として設定されているパケットを、どの通信チャンネルで送信すべきかを決定する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置であって、

送信すべきパケットを、どの通信チャンネルで送信すべきかを決定するスケジューリング手段を備え、

上記スケジューリング手段が、通信先から再送要求を受けたパケットを送信する際に用いる通信チャンネルを、該パケットを前回送信した通信チャンネルの影響を受けずに設定することを特徴とする通信装置。

【請求項 2】

送信すべきパケットを記憶するパケット記憶手段をさらに備え、

上記パケット記憶手段が、記憶されている各パケットに関して、送信を待機している状態、送信したパケットが通信先に適切に送達できたかを示す送達確認の受信を待機している状態、および送信の成功が確認されている状態のいずれであることを示す情報を記憶しており、

上記スケジューリング手段が、上記パケット記憶手段に記憶されているパケットのうち、再送要求を受けたパケットを上記送信を待機している状態に設定するとともに、上記パケット記憶手段に記憶されているパケットのうち、上記送信を待機している状態として設定されているパケットをスケジューリングすることを特徴とする請求項 1 記載の通信装置。

10

20

【請求項 3】

各通信チャンネルで送信されたパケットに関して、上記送達確認を通信先に要求する送達確認要求パケットを生成する送達確認要求手段が各通信チャンネルに対応して設けられていることを特徴とする請求項 2 記載の通信装置。

【請求項 4】

複数の通信チャンネルで送信されたパケットに関して、上記送達確認を通信先に要求する送達確認要求パケットを生成する送達確認要求手段が設けられていることを特徴とする請求項 2 記載の通信装置。

【請求項 5】

複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置であって、

送信すべきパケットを、どの通信チャンネルでどのような順番で送信すべきかを決定するスケジューリング手段を備え、

上記スケジューリング手段が、連続して送信すべくスケジューリングされるパケット同士を、それぞれ異なる通信チャンネルで送信するようにスケジューリングを行うことを特徴とする通信装置。

30

【請求項 6】

複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置であって、

送信すべきパケットを、どの通信チャンネルでどのような順番で送信すべきかを決定するスケジューリング手段を備え、

上記スケジューリング手段が、送信すべきパケットの送信順番に従って各パケットを各通信チャンネルに割り当てていくときに、あるパケットをある通信チャンネルに割り当てるとともに、該パケットの送信完了時間を送信完了時間記憶手段に通信チャンネルごとに更新していくとともに、上記送信完了時間が最も小さい時間となっている通信チャンネルに対してパケットを割り当てていくことを特徴とする通信装置。

40

【請求項 7】

複数のパケットを送信する通信装置であって、

送信すべきパケットの送信順番を設定するスケジューリング手段を備え、

上記スケジューリング手段が、送信すべき複数のパケットを、各パケットに設定されて

50

いる残り有効期限の長さに応じて複数のグループに分けるとともに、

残り有効期限がより短いグループに含まれるパケットを優先して送信するように送信順番を設定することを特徴とする通信装置。

【請求項 8】

上記スケジューリング手段が、残り有効期限がより短いグループに含まれるパケットをより先に送信するように送信順番を設定することを特徴とする請求項 7 記載の通信装置。

【請求項 9】

複数のパケットを送信する通信装置であって、

送信すべきパケットの送信順番を設定するスケジューリング手段を備え、

上記スケジューリング手段が、パケットのサイズが大きいパケットほど優先して送信するように送信順番を設定することを特徴とする通信装置。

10

【請求項 10】

上記スケジューリング手段が、パケットのサイズが大きいパケットほど先に送信されるように送信順番を設定することを特徴とする請求項 9 記載の通信装置。

【請求項 11】

上記スケジューリング手段が、上記各グループ内のパケットの送信順番を、パケットのサイズが大きいパケットほど先に送信されるように設定することを特徴とする請求項 8 記載の通信装置。

【請求項 12】

上記複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信するとともに、

20

上記スケジューリング手段が、残り有効期限がより短いグループに含まれるパケットを、複数の通信チャンネルのうち、エラー率がより低い通信チャンネルに割り当てることを特徴とする請求項 7 記載の通信装置。

【請求項 13】

上記複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信するとともに、

上記スケジューリング手段が、パケットのサイズが大きいパケットほど、エラー率がより低い通信チャンネルに割り当てられるようにスケジューリングを行うことを特徴とする請求項 9 記載の通信装置。

30

【請求項 14】

上記スケジューリング手段が、上記各グループ内のパケットを、パケットのサイズが大きいパケットほど、エラー率がより低い通信チャンネルに割り当てることを特徴とする請求項 12 記載の通信装置。

【請求項 15】

上記スケジューリング手段によるスケジューリング結果を格納するスケジューリング結果記憶手段と、

上記スケジューリング結果記憶手段に記憶されているスケジューリング結果に従って、送信すべきパケットを各通信チャンネルに順番に送出するパケット分配手段とをさらに備えていることを特徴とする請求項 1 ~ 14 のいずれか一項に記載の通信装置。

40

【請求項 16】

複数のパケットを送信する通信装置であって、

送信したパケットが通信先に適切に送達できたかを示す送達確認を通信先に要求する送達確認要求パケットを生成する送達確認要求手段を備え、

上記送達確認パケットには、送達確認対象となるパケットの数のパケット情報領域が含まれており、該パケット情報領域には、対応するパケットを特定する情報がそれぞれ含まれていることを特徴とする通信装置。

【請求項 17】

送信したパケットを特定する情報を記憶する送信パケット記憶手段をさらに備え、

上記送達確認要求手段が、上記送信パケット記憶手段に記憶されている情報に基づいて

50

、上記送達確認要求パケットを生成することを特徴とする請求項 16 記載の通信装置。

【請求項 18】

請求項 16 または 17 記載の通信装置からパケットを受信する通信装置であって、
上記送達確認要求パケットを受信した際に、これに返信する送達確認パケットを生成する送達確認送信手段を備え、

上記送達確認パケットには、送達確認対象となるパケットの数の送達確認情報領域が含まれており、該送達確認情報領域が、送達の成功 / 失敗を示すビットによって構成されていることを特徴とする通信装置。

【請求項 19】

受信したパケットを特定する情報を記憶する受信パケット記憶手段をさらに備え、
上記送達確認送信手段が、上記受信パケット記憶手段に記憶されている情報に基づいて、
上記送達確認パケットを生成することを特徴とする請求項 18 記載の通信装置。

10

【請求項 20】

複数のパケットを、1つの通信先から複数の通信チャンネルを用いて受信する通信装置であって、

各通信チャンネルにおいて、受信した各パケットに対して送達確認パケットを返信する送達確認送信手段と、

受信した複数のパケットを順番どおりに整列するパケット整列手段とを備えていることを特徴とする通信装置。

【請求項 21】

20

複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置であって、

送信すべきデータパケットとして入力されたデータパケットに対して、通信先から返信される送達確認パケットが返信されるべき返信時刻を示す情報を含めた送信用パケットを生成するパケット生成手段を備えていることを特徴とする通信装置。

【請求項 22】

請求項 21 記載の通信装置からパケットを受信する通信装置であって、
上記送信用パケットを受信した際に、該送信用パケットに含まれている返信時刻の情報を読み出し、該返信時刻に、該送信用パケットに対する送達確認パケットを返信する送達確認送信手段を備えていることを特徴とする通信装置。

30

【請求項 23】

複数のパケットを、1つの通信先から複数の通信チャンネルを用いて受信する通信装置であって、

各通信チャンネルにおいて、受信した各パケットに対して送達確認パケットを返信する送達確認送信手段を備え、

上記送達確認送信手段が、上記送達確認パケットを、全ての通信チャンネルで同時に送信することを特徴とする通信装置。

【請求項 24】

上記送達確認送信手段が、上記送達確認パケットに、同時に送信される全てのチャンネルでの送達確認パケットにおける送達確認についての情報を含めることを特徴とする請求項 23 記載の通信装置。

40

【請求項 25】

複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置であって、

送信したパケットが通信先に適切に送達できたかを示す送達確認を通信先に要求する送達確認要求パケットを生成する送達確認要求手段を備え、

上記送達確認要求手段は、上記送達確認要求パケットを、全ての通信チャンネルで同時に送信することを特徴とする通信装置。

【請求項 26】

上記送達確認要求手段が、上記送達確認要求パケットに、同時に送信される全てのチャ

50

ンネルでの送達確認要求パケットにおける送達確認要求についての情報を含めることを特徴とする請求項 25 記載の通信装置。

【請求項 27】

複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置における通信方法であって、

送信すべきパケットを、どの通信チャンネルで送信すべきかを決定する第1のステップを含み、

上記第1のステップにおいて、通信先から再送要求を受けたパケットを送信する際に用いる通信チャンネルを、該パケットを前回送信した通信チャンネルの影響を受けずに設定することを特徴とする通信方法。

10

【請求項 28】

送信すべきパケットを記憶するパケット記憶手段に、記憶されている各パケットに関して、送信を待機している状態、送信したパケットが通信先に適切に送達できたかを示す送達確認の受信を待機している状態、および送信の成功が確認されている状態のいずれであるかを示す情報を記憶する第2のステップと、

上記パケット記憶手段に記憶されているパケットのうち、再送要求を受けたパケットを上記送信を待機している状態に設定するとともに、上記パケット記憶手段に記憶されているパケットのうち、上記送信を待機している状態として設定されているパケットをスケジューリングする第3のステップとをさらに含んでいることを特徴とする請求項 27 記載の通信方法。

20

【請求項 29】

各通信チャンネルで送信されたパケットに関して、上記送達確認を通信先に要求する送達確認要求パケットを生成する第4のステップが、各通信チャンネルごとに行われることを特徴とする請求項 28 記載の通信方法。

【請求項 30】

複数の通信チャンネルで送信されたパケットに関して、上記送達確認を通信先に要求する送達確認要求パケットを生成する第5のステップを含んでいることを特徴とする請求項 28 記載の通信方法。

【請求項 31】

複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置における通信方法であって、

30

送信すべきパケットを、どの通信チャンネルでどのような順番で送信すべきかを決定する第1のステップを含み、

上記第1のステップにおいて、連続して送信すべくスケジューリングされるパケット同士を、それぞれ異なる通信チャンネルで送信するようにスケジューリングを行うことを特徴とする通信方法。

【請求項 32】

複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置における通信方法であって、

送信すべきパケットを、どの通信チャンネルでどのような順番で送信すべきかを決定する第1のステップを含み、

40

上記第1のステップにおいて、送信すべきパケットの送信順番に従って各パケットを各通信チャンネルに割り当てていくときに、あるパケットをある通信チャンネルに割り当てるとともに、該パケットの送信完了時間を送信完了時間記憶手段に通信チャンネルごとに更新していくとともに、上記送信完了時間が最も小さい時間となっている通信チャンネルに対してパケットを割り当てていくことを特徴とする通信方法。

【請求項 33】

複数のパケットを送信する通信装置における通信方法であって、

送信すべきパケットの送信順番を設定する第1のステップを含み、

上記第1のステップにおいて、送信すべき複数のパケットを、各パケットに設定されて

50

いる残り有効期限の長さに応じて複数のグループに分けるとともに、

残り有効期限がより短いグループに含まれるパケットを優先して送信するように送信順番を設定することを特徴とする通信方法。

【請求項 34】

上記第1のステップにおいて、残り有効期限がより短いグループに含まれるパケットをより先に送信するように送信順番を設定することを特徴とする請求項33記載の通信方法。

【請求項 35】

複数のパケットを送信する通信装置における通信方法であって、

送信すべきパケットの送信順番を設定する第1のステップを含み、

上記第1のステップにおいて、パケットのサイズが大きいパケットほど優先して送信されるように送信順番を設定することを特徴とする通信方法。

【請求項 36】

上記第1のステップにおいて、パケットのサイズが大きいパケットほど先に送信されるように送信順番を設定することを特徴とする請求項35記載の通信方法。

【請求項 37】

上記第1のステップにおいて、上記各グループ内のパケットの送信順番を、パケットのサイズが大きいものほど先に送信されるように設定することを特徴とする請求項34記載の通信方法。

【請求項 38】

上記複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信するとともに、

上記第1のステップにおいて、残り有効期限がより短いグループに含まれるパケットを、複数の通信チャンネルのうち、エラー率がより低い通信チャンネルに割り当てることを特徴とする請求項33記載の通信方法。

【請求項 39】

上記複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信するとともに、

上記第1のステップにおいて、パケットのサイズが大きいものほど、エラー率がより低い通信チャンネルに割り当てられるようにスケジューリングを行うことを特徴とする請求項35記載の通信方法。

【請求項 40】

上記第1のステップにおいて、上記各グループ内のパケットを、パケットのサイズが大きいものほど、エラー率がより低い通信チャンネルに割り当てることを特徴とする請求項38記載の通信方法。

【請求項 41】

上記スケジューリング結果を格納するスケジューリング結果記憶手段に記憶されているスケジューリング結果に従って、送信すべきパケットを各通信チャンネルに順番に送出するステップをさらに含んでいることを特徴とする請求項27～40のいずれか一項に記載の通信方法。

【請求項 42】

複数のパケットを送信する通信装置における通信方法であって、

送信したパケットが通信先に適切に送達できたかを示す送達確認を通信先に要求する送達確認要求パケットを生成する第1のステップを含み、

上記送達確認パケットには、送達確認対象となるパケットの数のパケット情報領域が含まれており、該パケット情報領域には、対応するパケットを特定する情報がそれぞれ含まれていることを特徴とする通信方法。

【請求項 43】

上記第1のステップにおいて、送信したパケットを特定する情報を記憶する送信パケット記憶手段に記憶されている情報に基づいて、上記送達確認要求パケットを生成すること

10

20

30

40

50

を特徴とする請求項 4 2 記載の通信方法。

【請求項 4 4】

請求項 4 2 または 4 3 記載の通信方法によって動作する通信装置からパケットを受信する通信装置における通信方法であって、

上記送達確認要求パケットを受信した際に、これに返信する送達確認パケットを生成する第 2 のステップを備え、

上記送達確認パケットには、送達確認対象となるパケットの数の送達確認情報領域が含まれており、該送達確認情報領域が、送達の成功 / 失敗を示すビットによって構成されていることを特徴とする通信方法。

【請求項 4 5】

上記第 2 のステップにおいて、受信したパケットを特定する情報を記憶する受信パケット記憶手段に記憶されている情報に基づいて、上記送達確認パケットを生成することを特徴とする請求項 4 4 記載の通信方法。

【請求項 4 6】

複数のパケットを、1つの通信先から複数の通信チャンネルを用いて受信する通信装置における通信方法であって、

各通信チャンネルにおいて、受信した各パケットに対して送達確認パケットを返信する第 1 のステップと、

受信した複数のパケットを順番どおりに整列する第 2 のステップとを含んでいることを特徴とする通信方法。

【請求項 4 7】

複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置における通信方法であって、

送信すべきデータパケットとして入力されたデータパケットに対して、通信先から返信される送達確認パケットが返信されるべき返信時刻を示す情報を含めた送信用パケットを生成する第 1 のステップを含んでいることを特徴とする通信方法。

【請求項 4 8】

請求項 4 7 記載の通信方法によって動作する通信装置からパケットを受信する通信装置における通信方法であって、

上記送信用パケットを受信した際に、該送信用パケットに含まれている返信時刻の情報を読み出し、該返信時刻に、該送信用パケットに対する送達確認パケットを返信する第 1 のステップを含んでいることを特徴とする通信方法。

【請求項 4 9】

複数のパケットを、1つの通信先から複数の通信チャンネルを用いて受信する通信装置における通信方法であって、

各通信チャンネルにおいて、受信した各パケットに対して送達確認パケットを返信する第 1 のステップを含み、

上記第 1 のステップにおいて、上記送達確認パケットを、全ての通信チャンネルで同時に送信することを特徴とする通信方法。

【請求項 5 0】

上記第 1 のステップにおいて、上記送達確認パケットに、同時に送信される全てのチャンネルでの送達確認パケットにおける送達確認についての情報を含めることを特徴とする請求項 4 9 記載の通信装置。

【請求項 5 1】

複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置における通信方法であって、

送信したパケットが通信先に適切に送達できたかを示す送達確認を通信先に要求する送達確認要求パケットを生成する第 1 のステップを含み、

上記第 1 のステップにおいて、送達確認要求パケットを、全ての通信チャンネルで同時に送信することを特徴とする通信方法。

10

20

30

40

50

【請求項 5 2】

上記第 1 のステップにおいて、上記送達確認要求パケットに、同時に送信される全てのチャンネルでの送達確認要求パケットにおける送達確認要求についての情報を含めることを特徴とする請求項 5 1 記載の通信方法。

【請求項 5 3】

請求項 2 7 ~ 5 2 記載の通信方法をコンピュータに実行させることを特徴とする通信プログラム。

【請求項 5 4】

請求項 5 3 記載の通信プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば無線によってパケット通信を行う通信装置および通信方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、情報通信ネットワークの利用形態がますます多様化しており、また、広域化している。これに伴って、異なるネットワークアーキテクチャを有するコンピュータシステム同士を相互接続する必要性が生じている。このような異機種間通信を可能とするために、OSI (Open Systems Interconnection) と呼ばれる標準ネットワークアーキテクチャが提案

20

【0003】

OSI 参照モデルは、(1)物理層、(2)データリンク層、(3)ネットワーク層、(4)トランスポート層、(5)セッション層、(6)プレゼンテーション層、(7)アプリケーション層、の 7 つの階層から構成されている。

【0004】

(1)物理層は、電話線や同軸ケーブルなどの物理媒体を通信回線として使用するため、電氣的、機械的および物理的条件を管理し、ビット列の伝送を保証する層である。(2)データリンク層は、隣接して通信し合うシステム間の伝送路上で発生するビット誤りを検出して回復することにより、相手システムにビット列から構成されるフレームを確実に伝送

30

【0005】

(3)ネットワーク層は、各種通信網を使用し、通信相手となる最終端のシステムとの通信経路を確立するための中継、ルーティング機能を管理し、最終端のシステム間のデータ伝送を保証する層である。(4)トランスポート層は、通信網の両側にある最終端のシステムで実際に通信を行っているプロセス間で、確実にデータが転送されることを保証する層である。(5)セッション層は、プロセスが必要とする情報の送り方(例えば半二重や全二重の管理、送信権の管理など)やプロセス間の同期、再同期の管理などを行う層である。

【0006】

40

(6)プレゼンテーション層は、プロセス間で転送されるデータ構造(構文)を決定し、必要に応じて個々のプロセス独自のデータ構造と転送とに必要な共通データ構造との変換を行うものである。(7)アプリケーション層は、最上位の層であり、ファイルの転送、電子メール、ネットワークマネジメントなどをユーザに提供する層である。

【0007】

以上のような OSI 参照モデルにおいて、データ送信の際には、データは第 7 層から第 1 層に流れる一方、データ受信の際には、データは第 1 層から第 7 層へと流れることになる。

【0008】

また、昨今では、より大容量のデータを通信ネットワークを介して伝送することに対す

50

る要求が増大しており、通信の高速化の需要が著しく高まっている。ここで、データ通信の伝送速度を上げる手法としては、物理層の伝送速度を上げる方法が挙げられる。しかしながら、物理層の伝送速度には、通信媒体およびプロトコルの特性に応じた限界がある。例えば I S D N (integrated services digital network) の物理速度は 64 Kbps であり、IEEE 802.11a による無線 LAN の最速は 54 Mbps であり、言うまでもなく、これらの通信速度以上のデータ伝送を行うことは物理的に不可能である。

【0009】

これに対して、データ通信の伝送速度を上げる別の方法としてマルチリンクプロトコルがある(特許文献1、非特許文献1など参照)。マルチリンクプロトコルは、一般にデータリンク層の機能として実現されるものである。マルチリンクプロトコルによれば、複数の具体的なデータリンクを、データリンク層の最上位部分において集約して、一本の仮想的なデータリンクとして上位の層(ネットワーク層)に見せる処理が行われる。このような処理によれば、仮想的なデータリンクの伝送速度は、個々のデータリンクにおける速度の合計となる。

10

【0010】

現状のマルチリンクプロトコルでは、あるデータリンクにおいて転送されたパケットに誤りが生じた場合には、同じデータリンクにおいて、データリンク層のMAC副層の手順にしたがって、誤りが生じたパケットの再送が行われる。

【0011】

一方、昨今では、大容量の動画データなどをストリーミングで伝送する需要も高まっている。このようなストリーミングデータを伝送する際には、通信にリアルタイム性が要求される。すなわち、ストリーミングデータを構成するパケット(QoSパケット)には有効期限が決まっており、この有効期限内に伝送することが必要となる。

20

【0012】

図24(a)は、QoSパケットの再送が成功した例を示している。この例では、パケット5は、最初に伝送された際には伝送が失敗しており、再送が行われた際には、伝送が成功している。この再送の時点は、パケット5の有効期限よりも前となっているので、パケット5の伝送は成功したことになる。

【0013】

一方、図24(b)は、QoSパケットの再送が失敗した例を示している。この例では、パケット5は、最初に伝送された際、および1回目の再送の際に伝送が失敗している。その後、2回目の再送が行われる前にパケット後の有効期限が経過してしまっている。この場合、有効期限内に伝送できなかったQoSパケット5は、利用することができずに無効(パケットロス)となり、動画データによる映像は受信側で乱れることになる。すなわち、伝送エラーを補償するための再送を行う場合は、各パケットの有効期限内に再送を成功させることが重要である。

30

【0014】

無線LANにおけるQoSデータ通信に特化したIEEE 802.11e(非特許文献2参照)は、このような有効期限内のQoSパケットの再送を実現するように設計されたMAC層のプロトコルである。IEEE 802.11eでは、パケットが正常に伝送されたか否かを確認する2つの方法が提案されている。第1の方法としては、受信側の通信装置が、受信したQoSパケット毎に受信確認パケット(Normal Ack)を送信側へ送信する方法である。第2の方法としては、送信側の通信装置が、複数のQoSパケットをバーストで送信した後、送信したQoSパケットに対する送達確認要求パケット(BAR: Block Ack Request)を送信するとともに、受信側の通信装置が、BARに応じて、受信したQoSパケットに対する受信確認パケット(BA: Block Ack)を返信する方法である。

40

【0015】

ここで、受信側ではパケットの順序を整列する必要があるため、QoSパケットには予め順序の番号が付けられている。上記の第1の方法であるNormal Ackを用いた

50

方法では、QoSパケットを順番通りに送信する仕様になっている。一方、第2の方法であるBAR/BAを用いた方法の場合、BARには、送達確認すべきQoSパケットの最初のパケットの順序番号を示すSequenceControlが示されており、BAには、SequenceControlで示される順序番号のQoSパケットから、SequenceControl+63で示される順序番号のQoSパケットまでの合計64個のQoSパケットに関する受信確認情報が示される。

【特許文献1】特開2000-216815号公報（公開日2000年8月4日）

【非特許文献1】PPP MultiLink Protocol (RFC1998, 1996/8)

【非特許文献2】IEEE Std 802.11e Draft 4.4 (2003/6)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0016】

IEEE 802.11aによる無線LANの物理層の最高速度は54Mbpsであるが、より高品位のAVデータを伝送する場合や、複数のAVデータを伝送する場合には、さらなる伝送帯域や伝送速度が必要となる。そこで、ここにマルチリンクプロトコルを適用することが考えられるが、無線通信の場合、図25に示すように、伝送路であるチャンネル毎にエラー率が時間的に変動するという問題がある。このエラー率の時間変動は、例えば送信機・受信機の移動、送信機と受信機との間での物体の移動、気温変化など、種々の要因によって生じるものであり、各チャンネルのエラー率は細かく変動している。ここで、有効期限の終了が近いQoSパケットを、あるチャンネルにおいてエラー率の高い時間帯で伝送しようとする、パケットロス率が高くなるという問題が生ずる。

20

【0017】

また、複数のリンクを用いて伝送が行われる際には、送信側で送出したパケットの順番とは異なる順番で受信側において受信される可能性が高くなる。ここで、IEEE 802.11eに規定されているNormal Ackを用いる送達確認を行った場合の具体的な事例について、図23(a)および(b)を参照しながら説明する。図23(a)に示す事例では、2つのリンク(チャンネル1および2)を用いてパケットを伝送する際に、各パケットの大きさが異なることによって、送信時のパケットの順番と、受信時のパケットの順番とが異なっている例が示されている。また、図23(b)に示す事例では、同じく2つのリンク(チャンネル1および2)を用いてパケットを伝送する際に、パケットの伝送失敗による再送が行われることによって、送信時のパケットの順番と、受信時のパケットの順番とが異なっている例が示されている。

30

【0018】

Normal Ackを用いる送達確認を行う場合、従来ではシングルリンクによる伝送が想定されているので、送信時のパケットの順番と受信時のパケットの順番とが異なることはなかったが、マルチリンクによる伝送に適用しようすると、上記のように、パケットの順番が異なってくることになる。よって、このような状態に対応することが必要となる。

【0019】

また、複数のリンクを用いて、IEEE 802.11eのBAのような集合型の送達確認(複数のパケットの送達確認情報をまとめて返送すること)を行う際には、次のような問題が生じる。

40

【0020】

送信すべき各パケットは複数のリンクで送信されることになるので、各リンクで送信されるパケットの順番はとびとびの値となる(不連続になる)ことがある。一方、BAは、あるパケットから所定の個数(64個)分の受信確認情報を含むような構成となっている。IEEE 802.11eの様にリンク数が一つの場合64個で問題ないが、リンク数が増えるとともにBAで確認すべきパケットの番号の範囲は大きくなり、このBAによって受信確認できるパケットの数は、実質的には少ないものとなるので、受信確認処理の効率が悪いことになる。

【0021】

50

また、上記のように、マルチリンクによって通信が行われる場合、各チャンネルに対応して設けられるアンテナは、一般的に近接して設けられることになる。図26(a)に2つのチャンネルA・Bに対応するアンテナA・Bが近接して設けられている場合の構成例を示す。送信信号電力と受信信号電力の電力差は通信距離に依存し、通常この差は数十dB程度となる。ここで、チャンネルAが周波数 f_1 の信号を用い、チャンネルBが周波数 f_2 の信号を用いるものとする。そして、ある時点において、チャンネルAにおいて送信が行われ、チャンネルBにおいて受信が行われているとする。この場合、チャンネルAによる周波数 f_1 の送信信号が、チャンネルBによる周波数 f_2 の受信信号に影響を与えることになる。この状態を図26(b)に示す。

【0022】

この図では、横軸に周波数、縦軸に信号電力をとったグラフの概略が示されている。破線P1は、周波数 f_1 の送信信号におけるパワースペクトルを示している。チャンネルBの受信処理は、バンドパスフィルタ処理を行うが、フィルタの特性は一般に理想的ではないため、上記 f_1 の信号の一部はフィルタを通過し、その後のパワースペクトルは実線P2で示すようになる。このスペクトルは、周波数 f_2 の受信信号のパワースペクトルP3よりも遥かに大きいため、チャンネルBの受信処理は周波数 f_2 の信号を復調できなくなるといった問題がある。これに対応するためには、全てのチャンネルにおいて、送信を行う期間と受信を行う期間とを揃える(異なるチャンネルの送信処理と受信処理の期間が重複しないようにする)ことが好ましいことになる。

【0023】

一方、MIMO(Multiple Input Multiple Output)と呼ばれる物理層の通信方式とマルチリンクを併用することも考えられる。MIMOでは、複数の送信アンテナ、複数の受信アンテナを用いるとともに、CDMA(符号分割多重接続)方式と、同じ周波数帯域の信号を用いることで、論理的に複数のチャンネルを構成して同時に通信を行うものが多い。この複数のチャンネルに対してマルチリンクプロトコルを適用する。この場合、複数のアンテナを使うので、上記と同様の理由により送信処理と受信処理の期間は重複させないようにするが、それに加えて各チャンネルの送信の開始時刻を揃える方が実装が容易で都合が良い。

【0024】

図27(a)は、MIMOによる通信を行う際に、チャンネルAでのパケット送信開始時刻と、チャンネルBでのパケット送信開始時刻とが異なっている場合のチャンネル信号の波形を示している。この図に示すように、チャンネルAのパケットが送信されている状態で、チャンネルBのパケットの送信が開始された場合、チャンネル信号の大きさの変化は比較的小さいものとなっている。具体的には、この変化の大きさは、チャンネルが2つの場合で、最大3dB程度となる。すなわち、チャンネル信号の大きさの変化が乏しいために、チャンネルBのパケットの送信が開始されたことを受信側で検出することが困難となることわかる。

【0025】

一方、図27(b)は、MIMOによる通信を行う際に、チャンネルAでのパケット送信開始時刻と、チャンネルBでのパケット送信開始時刻とを揃えている場合のチャンネル信号の波形を示している。この図に示すように、チャンネルAおよびチャンネルBのパケットが送信されていることは容易に検出することができるので、受信側は、パケットの受信を検出した時点から復号を開始することによって、各チャンネルの信号を容易に認識することが可能となる。

【0026】

さらに、MIMOによる通信を行う場合だけでなく、別の周波数のチャンネルで複数のチャンネルを用いている場合でも、全てのチャンネルにおけるパケットの送信開始を同時にすれば、各チャンネルにおける送信タイミングの制御を共通化することができるので、MAC層による制御を簡単にすることが可能となる。

【0027】

10

20

30

40

50

しかしながら、上記のように、全てのチャンネルでの送信を行う期間と受信を行う期間とを揃えるとともに、パケットの送信開始を同時にする場合、全てのチャンネルの Normal Ack の返信も同時に行われる必要がある。この場合、図 28 に示すように、Ack を返信する時刻の問題が生じる。詳しく説明すると、図 28 に示すように、チャンネル A とチャンネル B とで長さの違うパケット 1 およびパケット 2 が伝送される際、Normal Ack は最も長いパケット 2 の終了に合わせて返信される必要がある。しかしながら、パケット 2 の送信が失敗すると、どの時点で Normal Ack を返信してよいのかを認識することができないという問題が生じることになる。

【0028】

本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、マルチリンク方式によるパケット伝送を行う際に生じる問題を解決する通信装置および通信方法を提供することにある。より詳細には、本発明の目的は、マルチリンク方式によるパケット伝送を行う際の、再送パケットを迅速に送信することが可能となるとともに、各通信チャンネルにおける帯域の利用効率を向上する通信装置および通信方法を提供することにある。

【0029】

また、本発明の目的は、パケットの有効期限が切れてから受信側へパケットの送信が成功することを抑制する通信装置および通信方法を提供することにある。

【0030】

また、本発明の目的は、送達確認処理が必要以上に頻繁に行われたり、送達確認を行うべきパケットの送達確認要求が行われなかったりというような不具合を防止する通信装置および通信方法を提供することにある。

【0031】

また、本発明の目的は、Normal Ack 方式においても、マルチリンク方式に的確に対応することが可能となる通信装置および通信方法を提供することにある。

【0032】

また、本発明の目的は、全てのチャンネルで、送信を行う期間と受信を行う期間とを揃える必要がある通信方式を採用する場合にも、的確に対応することを可能とする通信装置および通信方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0033】

本発明に係る通信装置は、上記課題を解決するために、複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置であって、送信すべきパケットを、どの通信チャンネルで送信すべきかを決定するスケジューリング手段を備え、上記スケジューリング手段が、通信先から再送要求を受けたパケットを送信する際に用いる通信チャンネルを、該パケットを前回送信した通信チャンネルの影響を受けずに設定することを特徴としている。

【0034】

また、本発明に係る通信装置は、上記の構成において、送信すべきパケットを記憶するパケット記憶手段をさらに備え、上記パケット記憶手段が、記憶されている各パケットに関して、送信を待機している状態、送信したパケットが通信先に適切に送達できたかを示す送達確認の受信を待機している状態、および送信の成功が確認されている状態のいずれであるかを示す情報を記憶しており、上記スケジューリング手段が、上記パケット記憶手段に記憶されているパケットのうち、再送要求を受けたパケットを上記送信を待機している状態に設定するとともに、上記パケット記憶手段に記憶されているパケットのうち、上記送信を待機している状態として設定されているパケットをスケジューリングする構成としてもよい。

【0035】

また、本発明に係る通信装置は、上記の構成において、各通信チャンネルで送信されたパケットに関して、上記送達確認を通信先に要求する送達確認要求パケットを生成する送達確認要求手段が各通信チャンネルに対応して設けられている構成としてもよい。

10

20

30

40

50

【0036】

また、本発明に係る通信装置は、上記の構成において、複数の通信チャンネルで送信されたパケットに関して、上記送達確認を通信先に要求する送達確認要求パケットを生成する送達確認要求手段が設けられている構成としてもよい。

【0037】

本発明に係る通信装置は、上記課題を解決するために、複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置であって、送信すべきパケットを、どの通信チャンネルでどのような順番で送信すべきかを決定するスケジューリング手段を備え、上記スケジューリング手段が、連続して送信すべくスケジューリングされるパケット同士を、それぞれ異なる通信チャンネルで送信するようにスケジューリングを行うことを特徴としている。

10

【0038】

また、本発明に係る通信装置は、上記課題を解決するために、複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置であって、送信すべきパケットを、どの通信チャンネルでどのような順番で送信すべきかを決定するスケジューリング手段を備え、上記スケジューリング手段が、送信すべきパケットの送信順番に従って各パケットを各通信チャンネルに割り当てていくときに、あるパケットをある通信チャンネルに割り当てるごとに、該パケットの送信完了時間を送信完了時間記憶手段に通信チャンネルごとに更新していくとともに、上記送信完了時間が最も小さい時間となっている通信チャンネルに対してパケットを割り当てることを特徴としている。

20

【0039】

また、本発明に係る通信装置は、上記課題を解決するために、複数のパケットを送信する通信装置であって、送信すべきパケットの送信順番を設定するスケジューリング手段を備え、上記スケジューリング手段が、送信すべき複数のパケットを、各パケットに設定されている残り有効期限の長さに応じて複数のグループに分けるとともに、残り有効期限がより短いグループに含まれるパケットを優先して送信するように送信順番を設定することを特徴としている。

【0040】

また、本発明に係る通信装置は、上記の構成において、上記スケジューリング手段が、残り有効期限がより短いグループに含まれるパケットをより先に送信するように送信順番を設定する構成としてもよい。

30

【0041】

また、本発明に係る通信装置は、上記課題を解決するために、複数のパケットを送信する通信装置であって、送信すべきパケットの送信順番を設定するスケジューリング手段を備え、上記スケジューリング手段が、パケットのサイズが大きいパケットほど優先して送信するように送信順番を設定することを特徴としている。

【0042】

また、本発明に係る通信装置は、上記の構成において、上記スケジューリング手段が、パケットのサイズが大きいパケットほど先に送信されるように送信順番を設定する構成としてもよい。

40

【0043】

また、本発明に係る通信装置は、上記の構成において、上記スケジューリング手段が、上記各グループ内のパケットの送信順番を、パケットのサイズが大きいパケットほど先に送信されるように設定する構成としてもよい。

【0044】

また、本発明に係る通信装置は、上記の構成において、上記複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信するとともに、上記スケジューリング手段が、残り有効期限がより短いグループに含まれるパケットを、複数の通信チャンネルのうち、エラー率がより低い通信チャンネルに割り当てる構成としてもよい。

【0045】

50

また、本発明に係る通信装置は、上記の構成において、上記複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信するとともに、上記スケジューリング手段が、パケットのサイズが大きいパケットほど、エラー率がより低い通信チャンネルに割り当てられるようにスケジューリングを行う構成としてもよい。

【0046】

また、本発明に係る通信装置は、上記の構成において、上記スケジューリング手段が、上記各グループ内のパケットを、パケットのサイズが大きいパケットほど、エラー率がより低い通信チャンネルに割り当てる構成としてもよい。

【0047】

また、本発明に係る通信装置は、上記の構成において、上記スケジューリング手段によるスケジューリング結果を格納するスケジューリング結果記憶手段と、上記スケジューリング結果記憶手段に記憶されているスケジューリング結果に従って、送信すべきパケットを各通信チャンネルに順番に送出するパケット分配手段とをさらに備えている構成としてもよい。

【0048】

また、本発明に係る通信装置は、上記課題を解決するために、複数のパケットを送信する通信装置であって、送信したパケットが通信先に適切に送達できたかを示す送達確認を通信先に要求する送達確認要求パケットを生成する送達確認要求手段を備え、上記送達確認パケットには、送達確認対象となるパケットの数のパケット情報領域が含まれており、該パケット情報領域には、対応するパケットを特定する情報がそれぞれ含まれていることを特徴としている。

【0049】

また、本発明に係る通信装置は、上記の構成において、送信したパケットを特定する情報を記憶する送信パケット記憶手段をさらに備え、上記送達確認要求手段が、上記送信パケット記憶手段に記憶されている情報に基づいて、上記送達確認要求パケットを生成する構成としてもよい。

【0050】

また、本発明に係る通信装置は、上記課題を解決するために、上記本発明に係る通信装置からパケットを受信する通信装置であって、上記送達確認要求パケットを受信した際に、これに返信する送達確認パケットを生成する送達確認送信手段を備え、上記送達確認パケットには、送達確認対象となるパケットの数の送達確認情報領域が含まれており、該送達確認情報領域が、送達の成功/失敗を示すビットによって構成されていることを特徴としている。

【0051】

また、本発明に係る通信装置は、上記の構成において、受信したパケットを特定する情報を記憶する受信パケット記憶手段をさらに備え、上記送達確認送信手段が、上記受信パケット記憶手段に記憶されている情報に基づいて、上記送達確認パケットを生成する構成としてもよい。

【0052】

また、本発明に係る通信装置は、上記課題を解決するために、複数のパケットを、1つの通信先から複数の通信チャンネルを用いて受信する通信装置であって、各通信チャンネルにおいて、受信した各パケットに対して送達確認パケットを返信する送達確認送信手段と、受信した複数のパケットを順番どおりに整列するパケット整列手段とを備えていることを特徴としている。

【0053】

また、本発明に係る通信装置は、上記課題を解決するために、複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置であって、送信すべきデータパケットとして入力されたデータパケットに対して、通信先から返信される送達確認パケットが返信されるべき返信時刻を示す情報を含めた送信用パケットを生成するパケット生成手段を備えていることを特徴としている。

【0054】

また、本発明に係る通信装置は、上記課題を解決するために、上記本発明に係る通信装置からパケットを受信する通信装置であって、上記送信用パケットを受信した際に、該送信用パケットに含まれている返信時刻の情報を読み出し、該返信時刻に、該返信用パケットに対する送達確認パケットを返信する送達確認送信手段を備えていることを特徴としている。

【0055】

また、本発明に係る通信装置は、上記課題を解決するために、複数のパケットを、1つの通信先から複数の通信チャンネルを用いて受信する通信装置であって、各通信チャンネルにおいて、受信した各パケットに対して送達確認パケットを返信する送達確認送信手段を備え、上記送達確認送信手段が、上記送達確認パケットを、全ての通信チャンネルで同時に送信することを特徴としている。

10

【0056】

また、本発明に係る通信装置は、上記の構成において、上記送達確認送信手段が、上記送達確認パケットに、同時に送信される全てのチャンネルでの送達確認パケットにおける送達確認についての情報を含める構成としてもよい。

【0057】

また、本発明に係る通信装置は、上記課題を解決するために、複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置であって、送信したパケットが通信先に適切に送達できたかを示す送達確認を通信先に要求する送達確認要求パケットを生成する送達確認要求手段を備え、上記送達確認要求手段は、上記送達確認要求パケットを、全ての通信チャンネルで同時に送信することを特徴としている。

20

【0058】

また、本発明に係る通信装置は、上記の構成において、上記送達確認要求手段が、上記送達確認要求パケットに、同時に送信される全てのチャンネルでの送達確認要求パケットにおける送達確認要求についての情報を含める構成としてもよい。

【0059】

また、本発明に係る通信方法は、上記課題を解決するために、複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置における通信方法であって、送信すべきパケットを、どの通信チャンネルで送信すべきかを決定する第1のステップを含み、上記第1のステップにおいて、通信先から再送要求を受けたパケットを送信する際に用いる通信チャンネルを、該パケットを前回送信した通信チャンネルの影響を受けずに設定することを特徴としている。

30

【0060】

また、本発明に係る通信方法は、上記の方法において、送信すべきパケットを記憶するパケット記憶手段に、記憶されている各パケットに関して、送信を待機している状態、送信したパケットが通信先に適切に送達できたかを示す送達確認の受信を待機している状態、および送信の成功が確認されている状態のいずれであるかを示す情報を記憶する第2のステップと、上記パケット記憶手段に記憶されているパケットのうち、再送要求を受けたパケットを上記送信を待機している状態に設定するとともに、上記パケット記憶手段に記憶されているパケットのうち、上記送信を待機している状態として設定されているパケットをスケジューリングする第3のステップとをさらに含んでいる方法としてもよい。

40

【0061】

また、本発明に係る通信方法は、上記の方法において、各通信チャンネルで送信されたパケットに関して、上記送達確認を通信先に要求する送達確認要求パケットを生成する第4のステップが、各通信チャンネルごとに行われる方法としてもよい。

【0062】

また、本発明に係る通信方法は、上記の方法において、複数の通信チャンネルで送信されたパケットに関して、上記送達確認を通信先に要求する送達確認要求パケットを生成する第5のステップを含んでいる方法としてもよい。

50

【0063】

また、本発明に係る通信方法は、上記課題を解決するために、複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置における通信方法であって、送信すべきパケットを、どの通信チャンネルでどのような順番で送信すべきかを決定する第1のステップを含み、上記第1のステップにおいて、連続して送信すべくスケジューリングされるパケット同士を、それぞれ異なる通信チャンネルで送信するようにスケジューリングを行うことを特徴としている。

【0064】

また、本発明に係る通信方法は、上記課題を解決するために、複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置における通信方法であって、送信すべきパケットを、どの通信チャンネルでどのような順番で送信すべきかを決定する第1のステップを含み、上記第1のステップにおいて、送信すべきパケットの送信順番に従って各パケットを各通信チャンネルに割り当てていくときに、あるパケットをある通信チャンネルに割り当てるとともに、該パケットの送信完了時間を送信完了時間記憶手段に通信チャンネルごとに更新していくとともに、上記送信完了時間が最も小さい時間となっている通信チャンネルに対してパケットを割り当てることを特徴としている。

10

【0065】

また、本発明に係る通信方法は、上記課題を解決するために、複数のパケットを送信する通信装置における通信方法であって、送信すべきパケットの送信順番を設定する第1のステップを含み、上記第1のステップにおいて、送信すべき複数のパケットを、各パケットに設定されている残り有効期限の長さに応じて複数のグループに分けるとともに、残り有効期限がより短いグループに含まれるパケットを優先して送信するように送信順番を設定することを特徴としている。

20

【0066】

また、本発明に係る通信方法は、上記の方法において、上記第1のステップにおいて、残り有効期限がより短いグループに含まれるパケットをより先に送信するように送信順番を設定する方法としてもよい。

【0067】

また、本発明に係る通信方法は、上記課題を解決するために、複数のパケットを送信する通信装置における通信方法であって、送信すべきパケットの送信順番を設定する第1のステップを含み、上記第1のステップにおいて、パケットのサイズが大きいパケットほど優先して送信されるように送信順番を設定する方法としてもよい。

30

【0068】

また、本発明に係る通信方法は、上記の方法において、上記第1のステップにおいて、パケットのサイズが大きいパケットほど先に送信されるように送信順番を設定する方法としてもよい。

【0069】

また、本発明に係る通信方法は、上記の方法において、上記第1のステップにおいて、上記各グループ内のパケットの送信順番を、パケットのサイズが大きいものほど先に送信されるように設定する方法としてもよい。

40

【0070】

また、本発明に係る通信方法は、上記の方法において、上記複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信するとともに、上記第1のステップにおいて、残り有効期限がより短いグループに含まれるパケットを、複数の通信チャンネルのうち、エラー率がより低い通信チャンネルに割り当てる方法としてもよい。

【0071】

また、本発明に係る通信方法は、上記の方法において、上記複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信するとともに、上記第1のステップにおいて、パケットのサイズが大きいものほど、エラー率がより低い通信チャンネルに割り当てられるようにスケジューリングを行う方法としてもよい。

50

【0072】

また、本発明に係る通信方法は、上記の方法において、上記第1のステップにおいて、上記各グループ内のパケットを、パケットのサイズが大きいものほど、エラー率がより低い通信チャンネルに割り当てる方法としてもよい。

【0073】

また、本発明に係る通信方法は、上記の方法において、上記スケジューリング結果を格納するスケジューリング結果記憶手段に記憶されているスケジューリング結果に従って、送信すべきパケットを各通信チャンネルに順番に送出するステップをさらに含んでいる方法としてもよい。

【0074】

また、本発明に係る通信方法は、上記課題を解決するために、複数のパケットを送信する通信装置における通信方法であって、送信したパケットが通信先に適切に送達できたかを示す送達確認を通信先に要求する送達確認要求パケットを生成する第1のステップを含み、上記送達確認パケットには、送達確認対象となるパケットの数のパケット情報領域が含まれており、該パケット情報領域には、対応するパケットを特定する情報がそれぞれ含まれていることを特徴としている。

【0075】

また、本発明に係る通信方法は、上記の方法において、上記第1のステップにおいて、送信したパケットを特定する情報を記憶する送信パケット記憶手段に記憶されている情報に基づいて、上記送達確認要求パケットを生成する方法としてもよい。

【0076】

また、本発明に係る通信方法は、上記課題を解決するために、上記本発明に係る通信方法によって動作する通信装置からパケットを受信する通信装置における通信方法であって、上記送達確認要求パケットを受信した際に、これに返信する送達確認パケットを生成する第2のステップを備え、上記送達確認パケットには、送達確認対象となるパケットの数の送達確認情報領域が含まれており、該送達確認情報領域が、送達の成功/失敗を示すビットによって構成されていることを特徴としている。

【0077】

また、本発明に係る通信方法は、上記の方法において、上記第2のステップにおいて、受信したパケットを特定する情報を記憶する受信パケット記憶手段に記憶されている情報に基づいて、上記送達確認パケットを生成する方法としてもよい。

【0078】

また、本発明に係る通信方法は、上記課題を解決するために、複数のパケットを、1つの通信先から複数の通信チャンネルを用いて受信する通信装置における通信方法であって、各通信チャンネルにおいて、受信した各パケットに対して送達確認パケットを返信する第1のステップと、受信した複数のパケットを順番どおりに整列する第2のステップとを含んでいることを特徴としている。

【0079】

また、本発明に係る通信方法は、上記課題を解決するために、複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置における通信方法であって、送信すべきデータパケットとして入力されたデータパケットに対して、通信先から返信される送達確認パケットが返信されるべき返信時刻を示す情報を含めた送信用パケットを生成する第1のステップを含んでいることを特徴としている。

【0080】

また、本発明に係る通信方法は、上記課題を解決するために、上記本発明に係る通信方法によって動作する通信装置からパケットを受信する通信装置における通信方法であって、上記送信用パケットを受信した際に、該送信用パケットに含まれている返信時刻の情報を読み出し、該返信時刻に、該送信用パケットに対する送達確認パケットを返信する第1のステップを含んでいることを特徴としている。

【0081】

また、本発明に係る通信方法は、上記課題を解決するために、複数のパケットを、1つの通信先から複数の通信チャンネルを用いて受信する通信装置における通信方法であって、各通信チャンネルにおいて、受信した各パケットに対して送達確認パケットを返信する第1のステップを含み、上記第1のステップにおいて、上記送達確認パケットを、全ての通信チャンネルで同時に送信することを特徴としている。

【0082】

また、本発明に係る通信方法は、上記の方法において、上記第1のステップにおいて、上記送達確認パケットに、同時に送信される全てのチャンネルでの送達確認パケットにおける送達確認についての情報を含める方法としてもよい。

【0083】

また、本発明に係る通信方法は、上記課題を解決するために、複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置における通信方法であって、送信したパケットが通信先に適切に送達できたかを示す送達確認を通信先に要求する送達確認要求パケットを生成する第1のステップを含み、上記第1のステップにおいて、送達確認要求パケットを、全ての通信チャンネルで同時に送信することを特徴としている。

【0084】

また、本発明に係る通信方法は、上記の方法において、上記第1のステップにおいて、上記送達確認要求パケットに、同時に送信される全てのチャンネルでの送達確認要求パケットにおける送達確認要求についての情報を含める方法としてもよい。

【0085】

また、本発明に係る通信プログラムは、上記本発明に係る通信方法をコンピュータに実行させることを特徴としている。

【0086】

また、本発明に係る通信プログラムを記録した記録媒体は、上記本発明に係る通信プログラムを記録していることを特徴としている。

【発明の効果】

【0087】

本発明に係る通信装置は、以上のように、スケジューリング手段によって、通信先から再送要求を受けたパケットを送信する際に用いる通信チャンネルを、該パケットを前回送信した通信チャンネルの影響を受けずに設定する構成となっている。また、本発明に係る通信方法は、以上のように、通信先から再送要求を受けたパケットを送信する際に用いる通信チャンネルを、該パケットを前回送信した通信チャンネルの影響を受けずに設定する方法となっている。

【0088】

従来では、通信先から再送要求を受けたパケットは、該パケットを前回送信した通信チャンネルにおいて送信されるようになっていた。この場合、前回送信した通信チャンネルの通信状態が悪かったり、スケジューリングが詰まっていたりしていると、パケットの再送が遅れたりすることが考えられる。

【0089】

これに対して、上記の構成および方法によれば、再送パケットを送信する通信チャンネルは、前回の通信チャンネルに拘らずに設定することができるので、より適切な通信チャンネルにおいて再送パケットの送信を行うことが可能となる。よって、再送パケットを迅速に送信することが可能となるとともに、各通信チャンネルにおける帯域の利用効率を向上することができるという効果を奏する。

【0090】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、上記の構成および方法において、送信すべきパケットを記憶するパケット記憶手段が、記憶されている各パケットに関して、送信を待機している状態、送信したパケットが通信先に適切に送達できたかを示す送達確認の受信を待機している状態、および送信の成功が確認されている状態のいずれであるかを

10

20

30

40

50

示す情報を記憶しており、上記パケット記憶手段に記憶されているパケットのうち、再送要求を受けたパケットを上記送信を待機している状態に設定するとともに、上記パケット記憶手段に記憶されているパケットのうち、上記送信を待機している状態として設定されているパケットをスケジューリングするようにしてもよい。

【0091】

これにより、再送すべきパケットが、送信すべき状態となっているパケットとしてパケット記憶手段に記憶されており、これに基づいて、スケジューリングが行われるようになる。よって、再送すべきパケットが、新たに送信すべきパケットと同様にスケジューリングされることになるので、結果的に、再送すべきパケットを、前回送信した通信チャンネルの影響を受けずに設定することが可能となるという効果を奏する。

10

【0092】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、上記の構成および方法において、各通信チャンネルで送信されたパケットに関して、上記送達確認を通信先に要求する送達確認要求パケットが生成されるようにしてもよい。

【0093】

この場合、各通信チャンネルにおいて送達確認処理が行われるので、それぞれにおける送達確認処理は、シングルリンクにおける送達確認処理と同様の処理によって行うことができる。よって、実装を容易に行うことが可能となるという効果を奏する。

【0094】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、上記の構成および方法において、複数の通信チャンネルで送信されたパケットに関して、上記送達確認を通信先に要求する送達確認要求パケットが生成されるようにしてもよい。

20

【0095】

この場合、送達確認要求パケットを生成する構成を1つ備えればよいことになるので、装置の簡素化を図ることができるという効果を奏する。

【0096】

また、複数(n個)の通信チャンネルで送信されたパケットの確認をn個ではなく一つの送達確認要求パケットで行うため、n-1の帯域が余分にでき、この余分に対するパケットロス率を向上させることができる。例えば、チャンネルが3つあった場合、各通信チャンネル毎に送達確認要求パケットを生成する構成の場合には、3つの送達確認要求パケットが送信され、これに対する送達確認パケットが返信されることになる一方、上記の構成および方法によれば、1つの送達確認要求パケットが送信され、これに対する送達確認パケットが返信されることになる。すなわち、 $3 - 1 = 2$ 個の送達確認要求パケットおよび送達確認パケットの組み合わせの送受信が必要でなくなったため、この分他のパケットを割り当てることができ、パケットの再送が激しくなると、パケットロス率を向上させることができる。

30

【0097】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、以上のように、連続して送信すべくスケジューリングされるパケット同士を、それぞれ異なる通信チャンネルで送信するようにスケジューリングが行われるようになっている。

40

【0098】

これにより、より迅速にスケジューリングされたパケットを送信することができる。また、各パケットの送信を行う通信チャンネルを設定する際の制御が単純であるので、簡単な回路構成で上記処理を実現することが可能となるという効果を奏する。

【0099】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、以上のように、送信すべきパケットの送信順番に従って各パケットを各通信チャンネルに割り当てていくときに、あるパケットをある通信チャンネルに割り当てるとともに、該パケットの送信完了時間を送信完了時間記憶手段に通信チャンネルごとに更新していくとともに、上記送信完了時間が最も小さい時間となっている通信チャンネルに対してパケットを割り当てようになっている。

50

【0100】

これにより、より迅速にスケジューリングされたパケットを送信することができる。また、パケットの送信完了時間のみの基づいてスケジューリングを行っており、比較的制御が単純であるので、簡単な回路構成で上記処理を実現することが可能となるという効果を奏する。

【0101】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、以上のように、送信すべき複数のパケットを、各パケットに設定されている残り有効期限の長さに応じて複数のグループに分けるとともに、残り有効期限がより短いグループに含まれるパケットを優先して送信するように送信順番を設定するようになっている。

10

【0102】

これにより、残り有効期限が短いパケットを優先的に送信することになるので、有効期限が過ぎてから通信先にパケットが送達され、該パケットがロスとなることを防止することができるという効果を奏する。

【0103】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、残り有効期限がより短いグループに含まれるパケットをより先に送信するように送信順番を設定するようにしてもよい。

【0104】

これにより、残り有効期限が短いパケットをより先に送信することになるので、有効期限が過ぎてから通信先にパケットが送達され、該パケットがロスとなることを防止することができるという効果を奏する。

20

【0105】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、以上のように、パケットのサイズが大きいパケットほど優先して送信するように送信順番を設定するようになっている。

【0106】

パケットのサイズが大きい場合には、パケットの送信の途中で通信状況が悪化するなどの送信失敗が生じる可能性が高くなる。これに対して、上記の構成および方法によれば、パケットのサイズが大きいものほど優先して送信されるようになっているので、送信失敗が生じた場合にも、再送処理を該パケットの有効期限内に行うことができる可能性を高めることができるという効果を奏する。

30

【0107】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、パケットのサイズが大きいパケットほど先に送信されるように送信順番が設定されるようにしてもよい。

【0108】

これにより、パケットのサイズが大きいものほど先に送信されるようになっているので、送信失敗が生じた場合にも、再送処理を該パケットの有効期限内に行うことができる可能性を高めることができるという効果を奏する。

【0109】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、以上のように、送信すべき複数のパケットを、各パケットに設定されている残り有効期限の長さに応じて複数のグループに分けるとともに、残り有効期限がより短いグループに含まれるパケットをより先に送信するように送信順番を設定することに加えて、上記各グループ内のパケットの送信順番を、パケットのサイズが大きいパケットほど先に送信されるように設定するようにしてもよい。

40

【0110】

これにより、送信失敗が生じた場合にも、再送処理を該パケットの有効期限内に行うことができる可能性を高めることができるという効果を奏する。

【0111】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、残り有効期限がより短いグループに含まれるパケットを、複数の通信チャンネルのうち、エラー率がより低い通信チャンネルに割り当てるようにしてもよい。

50

【0112】

これにより、残り有効期限が短いパケットの送信が成功する可能性を高めることが可能となるので、有効期限が過ぎてから通信先にパケットが送達され、該パケットがロスとなることを防止することができるという効果を奏する。

【0113】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、パケットのサイズが大きいものほど、エラー率がより低い通信チャンネルに割り当てられるようにスケジューリングを行うようにしてもよい。

【0114】

パケットのサイズが大きい場合には、パケットの送信の途中で通信状況が悪化するなどの送信失敗が生じる可能性が高くなる。これに対して、上記の構成および方法によれば、パケットのサイズが大きいものほど、パケットの送信が成功する可能性を高めることが可能となるので、再送処理が必要となる事態を低減することが可能となり、パケットの送信効率を高めることができるという効果を奏する。 10

【0115】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、送信すべき複数のパケットを、各パケットに設定されている残り有効期限の長さに応じて複数のグループに分けるとともに、残り有効期限がより短いグループに含まれるパケットを、複数の通信チャンネルのうち、エラー率がより低い通信チャンネルに割り当てることに加えて、上記各グループ内のパケットを、パケットのサイズが大きいものほど、エラー率がより低い通信チャンネルに割り当てるようにしてもよい。 20

【0116】

この場合、残り有効期限が短いパケットの送信が成功する可能性を高めることが可能となるとともに、パケットのサイズが大きいものほど、パケットの送信が成功する可能性を高めることが可能となる。よって、有効期限が過ぎてから通信先にパケットが送達され、該パケットがロスとなることを防止することができるとともに、再送処理が必要となる事態を低減することが可能となり、パケットの送信効率を高めることができるという効果を奏する。

【0117】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、上記の構成および方法において、スケジューリング結果記憶手段に記憶されているスケジューリング結果に従って、送信すべきパケットを各通信チャンネルに順番に送出するようにしてもよい。 30

【0118】

これにより、スケジューリング結果を的確に反映して、各通信チャンネルにおいてパケットの送信を行うことができる。

【0119】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、以上のように、送信したパケットが通信先に適切に送達できたかを示す送達確認を通信先に要求する送達確認要求パケットを生成するとともに、上記送達確認パケットには、送達確認対象となるパケットの数のパケット情報領域が含まれており、該パケット情報領域には、対応するパケットを特定する情報がそれぞれ含まれているようになっている。 40

【0120】

従来では、送達確認要求パケットには、送達確認対象となるパケット群の最初のパケットを示す情報が示されており、送達確認は、その最初のパケットから所定の数分のパケットに関する送達確認が行われるようになっていた。この場合、送達確認を行いたいパケットがとびとびの番号となっている場合には、1回の送達確認要求で得られる送達確認の実質的な数が少なくなってしまうことになる。

【0121】

これに対して、上記の構成および方法によれば、送達確認対象となるパケット自体を特定する情報が送達確認要求パケットに含まれているので、1回の送達確認要求で、送達確 50

認を行いたいパケットを的確に指定することが可能となる。よって、送達確認処理が必要以上に頻繁に行われたり、送達確認を行うべきパケットの送達確認要求が行われなかったりというような不具合を防止することが可能となるという効果を奏する。

【0122】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、上記の構成および方法において、送信したパケットを特定する情報を記憶する送信パケット記憶手段に記憶されている情報に基づいて、上記送達確認要求パケットを生成するようにしてもよい。

【0123】

この場合、送達確認すべきパケットを適切に含んだ送達確認要求パケットを容易に生成することが可能となるという効果を奏する。

10

【0124】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、上記送達確認要求パケットを受信した際に、これに返信する送達確認パケットを生成するとともに、上記送達確認パケットには、送達確認対象となるパケットの数の送達確認情報領域が含まれており、該送達確認情報領域が、送達の成功/失敗を示すビットによって構成されているようになっている。

【0125】

これにより、送達確認パケットのサイズを必要最低限にすることができるので、通信帯域の利用効率を向上させることができるという効果を奏する。

【0126】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、上記の構成および方法において、受信したパケットを特定する情報を記憶する受信パケット記憶手段に記憶されている情報に基づいて、上記送達確認パケットを生成するようにしてもよい。

20

【0127】

この場合、送達確認に関する情報を適切に含んだ送達確認パケットを容易に生成することが可能となるという効果を奏する。

【0128】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、以上のように、各通信チャンネルにおいて、受信した各パケットに対して送達確認パケットを返信するとともに、受信した複数のパケットを順番どおりに整列するようになっている。

【0129】

従来では、送信側において、送信した各パケットに対して送達確認パケットを受信する Normal Ack 方式の場合、パケットの送信は、パケットの順番どおりに行われることが前提となっていた。しかしながら、このことは、シングルリンク方式であることが前提となっているためであり、マルチリンク方式の場合には、パケットの順番どおりにパケットが送信されないことも頻繁に起こることになる。

30

【0130】

これに対して、上記の構成および方法によれば、受信側において、受信したパケットの整列処理が行われるようになっているので、送信側において、パケットの順番どおりにパケットを送信する、という条件を解除することが可能となる。すなわち、Normal Ack 方式においても、マルチリンク方式に的確に対応することが可能となるという効果を奏する。

40

【0131】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、以上のように、送信すべきデータパケットとして入力されたデータパケットに対して、通信先から返信される送達確認パケットが返信されるべき返信時刻を示す情報を含めた送信用パケットを生成するようになっている。

【0132】

これにより、受信側は、送達確認パケットを返信すべき時刻を知ることが可能となるという効果を奏する。

【0133】

50

ここで、上記パケット手段が、第1のステップにおいて、所定の期間内に送信する全ての通信チャンネルにおける送信用パケットに対して、全て同じ時刻となる返信時刻を含めるようにしてもよい。この場合には、データパケットのパケット長が各チャンネルで異なっていたとしても、送達確認パケットが返信される時刻を、全てのチャンネルで揃えることが可能となる。これにより、全てのチャンネルで、送信を行う期間と受信を行う期間とを揃える必要がある通信方式を採用する場合にも、的確に対応することが可能となる。

【0134】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、以上のように、上記送信用パケットを受信した際に、該送信用パケットに含まれている返信時刻の情報を読み出し、該返信時刻に、該返信用パケットに対する送達確認パケットを返信するようになっている。

10

【0135】

これにより、送信側から要求されている時刻に、送達確認パケットを送信することが可能となるという効果を奏する。

【0136】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、以上のように、受信した各パケットに対して送達確認パケットを返信するとともに、上記送達確認パケットを、全ての通信チャンネルで同時に送信するようになっている。

【0137】

これにより、全てのチャンネルで、送信を行う期間と受信を行う期間とを揃える必要がある通信方式を採用する場合にも、的確に対応することが可能となる。

20

【0138】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、上記送達確認パケットに、同時に送信される全てのチャンネルでの送達確認パケットにおける送達確認についての情報を含めるようにしてもよい。

【0139】

この場合、あるチャンネルにおいて、パケットの送信は成功しているが、送達確認パケットの返信が失敗している場合に、別のチャンネルにおいて、送信が成功しているパケットの再送が無駄に行われることを防止することが可能となる。

【0140】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、以上のように、送信したパケットが通信先に適切に送達できたかを示す送達確認を通信先に要求する送達確認要求パケットを、全ての通信チャンネルで同時に送信するようになっている。

30

【0141】

これにより、送信を行う期間と受信を行う期間とを揃える必要がある通信方式を採用する場合にも、的確に対応することが可能となる。

【0142】

また、本発明に係る通信装置および通信方法は、上記送達確認要求パケットに、同時に送信される全てのチャンネルでの送達確認要求パケットにおける送達確認要求についての情報を含めるようにしてもよい。

【0143】

この場合、あるチャンネルにおいて、送達確認要求パケットの送信の失敗、あるいは送達確認パケットの返信の失敗が生じた場合に、そのチャンネルでの送達確認要求パケットの再送信および送達確認パケットの再返信が行われる間、他のチャンネルが何の送受信処理を行わずに待機した状態となることを抑制することが可能となる。

40

【0144】

なお、上記通信方法を、通信プログラムによりコンピュータ上で実行させることができる。さらに、上記通信プログラムをコンピュータ読取り可能な記録媒体に記憶させることにより、任意のコンピュータ上で上記通信プログラムを実行させることができる。

【0145】

なお、本発明に係る通信装置は、複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信

50

チャンネルを用いて送信する通信装置であって、送信すべきデータパケットとして入力されたデータパケットを、所定の長さのパケット長となる送信用パケットに変換するパケット生成手段を備えている構成とすることも可能である。

【0146】

また、本発明に係る通信方法は、複数のパケットを、1つの通信先に対して複数の通信チャンネルを用いて送信する通信装置における通信方法であって、送信すべきデータパケットとして入力されたデータパケットを、所定の長さのパケット長となる送信用パケットに変換する第1のステップを含んでいる構成とすることも可能である。

【0147】

このような構成および方法とした場合、全ての通信チャンネルで送信される送信用パケットの長さが揃えられることになるので、全ての通信チャンネルで送信用パケットの送信タイミングを揃えることによって、これらのパケットに対する送達確認パケットの受信も、全ての通信チャンネルで揃えられることになる。よって、送信を行う期間と受信を行う期間とを揃える必要がある通信方式を採用する場合にも、的確に対応することが可能となる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0148】

(実施の形態1)

本発明の実施の一形態について図1ないし図11に基づいて説明すれば、以下のとおりである。

20

【0149】

(通信ネットワークシステムの構成)

図2は、本実施形態に係る通信ネットワークシステムの概略構成を示している。同図に示すように、この通信ネットワークシステムは、送信装置3から受信装置4に対して、送信側通信装置(通信装置)1および受信側通信装置(通信装置)2を介して、ストリームデータおよび/またはデータが送信される構成となっている。

【0150】

送信装置3は、動画データなどのストリームデータや、その他のデータを外部の装置に対して送信することが可能な装置である。具体的には、送信装置3は、例えばDVD(Digital Versatile Disk)プレイヤーやDVDレコーダ、HDDレコーダなどの動画再生装置や、BS/CSチューナーなどの放送受信装置などによって構成されるものである。

30

【0151】

受信装置4は、受信したストリームデータやその他のデータに基づいて処理を行う装置である。具体的には、受信装置4は、例えば受信したストリームデータとしての動画データを表示する表示装置などによって構成されるものである。

【0152】

送信装置3から出力されるストリームデータ/データは、送信側通信装置1に伝送される。そして、送信側通信装置1が、無線通信によって受信側通信装置2に対して該ストリームデータ/データを送信する。受信側通信装置2は、送信側通信装置1から送られたストリームデータ/データを無線を介して受信すると、これを受信装置4に伝送する。以上の処理によって、送信装置3から受信装置4へのストリームデータ/データの送信が行われる。

40

【0153】

なお、本実施形態では、送信装置3と送信側通信装置1とを別の装置として設けたシステムを示しているが、これに限定されるものではなく、送信装置3の内部に、送信側通信装置1の機能を設けた構成となってもよい。同様に、受信装置4の内部に、受信側通信装置2の機能を設けた構成となってもよい。

【0154】

(送信側・受信側通信装置の構成)

図1は、送信側通信装置1および受信側通信装置2の概略構成を示している。同図に示

50

すように、送信側通信装置 1 は、送信側制御部 5、および複数の通信 I / F 7 ... を備えており、受信側通信装置 2 は、受信側制御部 6、および複数の通信 I / F 8 ... を備えている。送信側通信装置 1 における通信 I / F 7 ... と、受信側通信装置 2 における通信 I / F 8 ... とは、1 対 1 に対応しており、対応したものがリンクで結ばれ、無線による通信が行われるようになっている。すなわち、送信側通信装置 1 と受信側通信装置 2 との間では、複数のリンク（通信チャンネル）による無線通信が行われることになる。本実施形態では、リンクの数は n 個となっており、リンク 1 ~ リンク n が設けられているものとする。

【0155】

送信側制御部 5 は、送信側通信装置 1 における通信処理を制御するブロックであり、送信側 M A C 層 9、および第 1 ~ n 送信側物理層 1 0 ... を備えている。送信側 M A C 層 9 は、送信側通信装置 1 において、前記した O S I 参照モデルにおけるデータリンク層の中の M A C 層の機能を有する機能ブロックである。この送信側 M A C 層 9 の詳細については後述する。

10

【0156】

第 1 ~ n 送信側物理層 1 0 ... は、送信側通信装置 1 において、前記した O S I 参照モデルにおける物理層の機能を有する機能ブロックである。第 1 ~ n 送信側物理層 1 0 ... のそれぞれは、リンク 1 ~ n に対応して設けられており、対応する通信 I / F 7 ... に接続されている。

【0157】

送信装置 3 から出力されたストリーム / データパケットは、送信側 M A C 層 9 に入力されると、ストリームの場合送信側 M A C 層 9 において、Q o S パケットに変換される。ここで、Q o S パケットは、動画などのストリームデータがパケット化されたものであり、リアルタイム伝送が必要とされ、有効期間などの設定がなされるパケットである。一方、データパケットは、リアルタイム伝送を必要としない通常のデータがパケット化されたものである。以降、両者を特に区別する必要がない場合には、単にパケットと称する。

20

【0158】

送信側 M A C 層 9 は、伝送すべき各パケットをいずれかのリンクに割り振り、対応する第 1 ~ n 送信側物理層 1 0 ... のいずれかに伝送する。そして、第 1 ~ n 送信側物理層 1 0 ... のそれぞれの制御によって、通信 I / F 7 ... から各パケットの送信が行われる。

【0159】

受信側制御部 6 は、受信側通信装置 2 における通信処理を制御するブロックであり、受信側 M A C 層 1 1、および第 1 ~ n 受信側物理層 1 2 ... を備えている。受信側 M A C 層 1 1 は、受信側通信装置 2 において、前記した O S I 参照モデルにおけるデータリンク層の中の M A C 層の機能を有する機能ブロックである。この受信側 M A C 層 1 1 の詳細については後述する。

30

【0160】

第 1 ~ n 受信側物理層 1 2 ... は、受信側通信装置 2 において、前記した O S I 参照モデルにおける物理層の機能を有する機能ブロックである。第 1 ~ n 受信側物理層 1 2 ... のそれぞれは、リンク 1 ~ n に対応して設けられており、対応する通信 I / F 8 ... に接続されている。

40

【0161】

第 1 ~ n 受信側物理層 1 2 ... の制御に基づいて、通信 I / F 8 ... のそれぞれにおいて受信されたパケットは、受信側 M A C 層 1 1 において元のストリーム / データパケットに復元される。そして、受信側 M A C 層 1 1 において復元されたストリーム / データパケットが、受信装置 4 に伝送される。

【0162】

なお、本実施形態においては、送信側制御部 5 および受信側制御部 6 における各機能ブロックは、該当機能を実現する A S I C (Application Specific Integrated Circuit) の I P (Intellectual Property) によって構成されるものとするが、これに限定されるものではない。例えば C P U (Central Processing Unit) が、上記各機能ブロックあるいは

50

その一部を実現するためのプログラムを実行することによって実現される構成とすることも可能である。上記のプログラムとは、処理を実現するソフトウェアのプログラムコード（実行形式プログラム、中間コードプログラム、ソースプログラム等）のことである。このプログラムは、単体で使用されるものでも、他のプログラム（OS等）と組み合わせて用いられるものでもよい。

【0163】

また、上記プログラムは、例えば読み書き可能な不揮発性記憶手段に記憶されており、この記憶手段から読み出されて実行されるようにしてもよい。また、上記のプログラムが、ネットワーク（有線回線あるいは無線回線に接続されたもの）等の伝送媒体（流動的にプログラムを保持する媒体）を介して取得されるようになっていてもよい。

10

【0164】

（送信側MAC層の構成）

次に、送信側MAC層9の構成について、図3を参照しながら以下に説明する。同図に示すように、送信側MAC層9は、送信バッファ制御部21、および第1～nフレーム22...を備えた構成となっている。

【0165】

送信バッファ制御部21は、送信装置3から入力されたストリーム/データパケットをパケットとして一時的に格納し、送信スケジュールに従って各パケットを第1～nフレーム22...に伝送するものである。該送信バッファ制御部21は、送信パケット処理部23およびパケットバッファ（パケット記憶手段）24を備えている。

20

【0166】

送信パケット処理部23は、パケット化処理部（パケット生成手段）23a、スケジュール処理部（スケジューリング手段）23b、およびパケット分配処理部（パケット分配手段）23cを備えている。パケット化処理部23aは、送信装置3から入力されたストリームを、QoSパケットに変換する処理を行うものである。データパケットの場合、パケット化処理部23aはデータパケットをそのまま出力する。このパケット化処理部23aによって出力されたパケットは、パケットバッファ24に格納される。パケットバッファ24には、各パケット毎に、順番情報、状態情報、およびデータが格納される。順番情報は、該当パケットの順番を示す情報である。状態情報は、該当パケットの通信状態を示す情報である。データは、該当パケットの実際のパケットデータに相当するものである。

30

【0167】

上記状態情報は、送信待機状態、送信中状態、送信確認状態、および送信済状態のいずれかとなる。送信待機状態とは、該当パケットが未だ送信されておらず、送信を待機している状態を示している。パケット化処理部23aによって出力され、パケットバッファ24に格納された直後のパケットは、この送信待機状態となる。パケットの送信が開始されると、該当パケットは送信中状態に設定される。そして、送信が終了すると、該当パケットは送信確認状態（送達確認の受信を待機している状態）に設定される。

【0168】

Normal AckあるいはBAによって送信の成功が確認されると、該当パケットは送信済状態（送信の成功が確認されている状態）に設定される。一方、送信の失敗が確認されると、該当パケットは送信待機状態に設定される。

40

【0169】

スケジュール処理部23bは、各パケットをどのリンクを介してどの順番で送信するかをスケジューリングするものである。このスケジュール処理部23bの詳細については後述する。パケット分配処理部23cは、スケジュール処理部23bによるスケジューリングに従って、パケットバッファ24に格納されているパケットを順に第1～nフレーム22...のいずれかに伝送する処理を行うものである。

【0170】

第1～nフレーム22...は、それぞれフレーム処理部（送達確認要求手段）25、およびPktEndTime（送信完了時間記憶手段）26・SeqBuff（送信パケッ

50

ト記憶手段) 27を備えている。フレーム処理部 25は、送信パケット処理部 23から伝送されたパケットに対して適切な時刻にフレーム処理を行い、対応する第1～n送信側物理層 10...に伝送する処理を行う。上記フレーム処理とは、各パケットに対して、MACヘッダやエラーチェックコードを追加する処理である。また、フレーム処理部 25は、Normal Ackによる送達確認処理、あるいは、BAによる送達確認処理を行う。

【0171】

PktEndTime 26・SeqBuff 27は、レジスタ格納値・バッファ格納値を示している。PktEndTime 26には、送信された各パケットに関する伝送終了時刻が格納される。Normal Ackによって送達確認が行われる場合には、PktEndTime 26には、該当パケットに対応するNormal Ackの受信完了時刻が格納される。BAによって送達確認が行われる場合には、PktEndTime 26には、各パケットの送信終了時刻あるいはBAの受信完了時刻が格納される。このPktEndTime 26に格納される値は、パケットの送信が行われるごとに更新されることになる。

10

【0172】

SeqBuff 27は、BARを作成するために用いられるものであり、各リンクに対してバースト中に送信された全てのパケットの順番を示す番号を格納している。

【0173】

(受信側MAC層の構成)

次に、受信側MAC層 11の構成について、図4を参照しながら以下に説明する。同図に示すように、受信側MAC層 11は、受信バッファ制御部 41、および第1～nフレーマ 42...を備えた構成となっている。

20

【0174】

第1～nフレーマ 42...は、それぞれフレーム処理部(送達確認送信手段) 45、および、SeqBuff(受信パケット記憶手段) 46を備えている。フレーム処理部 45は、対応する第1～n送信側物理層 10...から送られてきた受信パケットに対して、MACヘッダの解析やエラーコードのチェック、および受信パケットに関する送達確認処理を行うものである。フレーム処理部 45は、パケットの受信が成功したことを確認すると、パケットの種類および設定されているパケットの送達確認の方法に応じて、Normal AckあるいはBAを送信側へ送信する処理を行う。

30

【0175】

SeqBuff 46は、レジスタ格納値を示しており、BAによる送達確認が行われる場合に、BAを作成するために、バースト中に受信した全てのパケットの順番の番号が格納される。

【0176】

受信バッファ制御部 41は、第1～nフレーマ 42...において受信されたパケットを格納し、データを復元して受信装置4に対してストリーム/データパケットを送出するものである。該受信バッファ制御部 41は、受信パケット処理部 43およびパケットバッファ 44を備えている。

【0177】

受信パケット処理部 43は、パケット整列処理部(パケット整列手段) 43a、およびデータ復元処理部 43bを備えている。パケット整列処理部 43aは、第1～nフレーマ 42...から送られてきたパケットを順番通りに整列して、パケットバッファ 44に格納する処理を行うものである。パケットバッファ 44には、各パケット毎に、順番情報、およびデータが格納される。順番情報は、該当パケットの順番を示す情報である。データは、該当パケットの実際のパケットデータに相当するものである。

40

【0178】

データ復元処理部 43bは、パケットバッファ 44に格納されているパケットを順番通りに読み出して、これらを順次結合していくことによってストリーム/データパケットに復元し、受信装置4に対して出力する処理を行うものである。

50

【0179】

(スケジュール処理部の詳細)

図5は、送信パケット処理部23におけるスケジュール処理部23bに関わる構成を示している。同図に示すように、スケジュール処理部23bには、スケジューリングに用いられる変数を格納するレジスタ23dおよび配列レジスタ23eが接続されている。

【0180】

スケジュール処理部23bによるスケジューリングは、全てのリンクに対して、最初のバーストを転送する前および各バーストが終了した時点に行われる。なお、ここで言うバーストとは、スケジュール処理部23bによる1回のスケジューリングに含まれるパケット群の送信処理を示す。Normal Ackによる送達確認が行われる場合には、各リンクで最後のパケットの伝送が終了した後にスケジューリングが行われる。BAによる送達確認が行われる場合には、各リンクにおいてBAの受信が終了した後にスケジューリングが行われる。全てのリンクに対してスケジューリングを行う必要がある理由は、パケット伝送エラーが生じた場合に、パケットの伝送は、スケジュールされた時刻より後に終了するためである。

10

【0181】

例えば、図18に示す例では、チャンネル3におけるBAR/BAシーケンスが成功した場合と失敗した場合とが示されている。チャンネル1のスケジューリングがまずA時点で最初に行われる。そして、チャンネル3におけるBAR/BAシーケンスが成功した場合、Bの時点でチャンネル3がスケジューリングされ、パケット8がチャンネル3に割り当てられ、次のCの時点でパケット10がチャンネル2に割り当てられる。

20

【0182】

一方、チャンネル3のBAにエラーが生じた場合、BAR/BAは再送になり、BAの終了時刻は遅れることになる。また、エラーが生じたため、チャンネルの状況も変わっていることになる。よって、各チャンネルでBAが終了した時点でスケジューリングを行うことにより、チャンネル状況が変わったことをスケジューリングに反映することができる。

【0183】

レジスタ23dには、maxBurst31a、nextPkt31b、およびnextCh31cが格納されている。maxBurst31aは、スケジュール処理部23bによってスケジューリングされるパケットの数の最大値を示している。言い換えれば、スケジュール処理部23bは、maxBurst31aに示されている数のパケットに関して、1回分のスケジューリングを行うことになる。なお、Normal Ackはパケット毎にパケットの確認を行うため、maxBurst31aをリンク数に設定することが妥当であるが必須条件ではない。理由はNormal Ackはパケット毎にパケットの状況が分かるため、Normal Ack毎にスケジュールをした方がよいからである。

30

【0184】

nextPkt31bは、次にスケジューリングされるパケットの番号を示している。すなわち、スケジュール処理部23bは、nextPkt31bに示されている番号のパケットを順にスケジューリングしていくとともに、あるパケットのスケジューリングが完了すると、nextPkt31bの値を1つ繰り上げる処理を行うことになる。

40

【0185】

nextCh31cは、次にパケットが割り当てられるリンク(チャンネル)を示している。すなわち、スケジュール処理部23bは、あるパケットのスケジューリングを行った結果、該パケットが割り当てられるリンクが決定された際に、そのリンクに相当する値をnextCh31cに格納する。

【0186】

配列レジスタ23eには、PktsToSend32a、SPktEndTime32b、SendBuff32c、SendBuffPtr32d、およびSendingPtr32eが格納されている。PktsToSend32aは、maxBurst31a

50

で示される数の分のパケットの番号を格納している。スケジューリング処理部 23b は、P k t s T o S e n d 3 2 a に格納されている番号のパケットに関して、スケジューリングを行うことになる。

【0187】

S P k t E n d T i m e 3 2 b は、パケットを順にスケジューリングしている途中において、各リンク（チャンネル）でのパケット伝送終了時刻を格納する。言い換えれば、スケジューリング処理部 23b が、順にパケットをスケジューリングしていく際に、その時点でスケジューリングしたパケットの伝送終了時刻を、S P k t E n d T i m e 3 2 b に、割り当てたリンクに対応して格納することになる。

【0188】

S e n d B u f f 3 2 c は、各リンクに対してスケジューリングされた全てのパケットの番号を格納する。すなわち、S e n d B u f f 3 2 c は、2次元配列のレジスタによって構成されることになる。このS e n d B u f f 3 2 c に格納された内容が、スケジューリング処理部 23b によるスケジューリング結果となる。

【0189】

S e n d B u f f P t r 3 2 d は、パケットを順にスケジューリングしている途中において、各リンク（チャンネル）に割り当てられたパケットの数を格納する。言い換えれば、スケジューリング処理部 23b が、順にパケットをスケジューリングしていく際に、その時点でパケットを割り当てたリンクに割り当てられているパケット数を、S e n d B u f f P t r 3 2 d に格納することになる。

【0190】

S e n d i n g P t r 3 2 e は、スケジューリングが完了した後に、スケジューリング結果に基づいてパケットが順に送出される際に、その時点で送出しているパケットが、S e n d B u f f 3 2 c におけるどのパケットであるかを示すものである。すなわち、S e n d i n g P t r 3 2 e を見ることによって、S e n d B u f f 3 2 c におけるどのパケットまで送出が完了したかを確認することができる。

【0191】

（スケジューリングの流れ）

次に、スケジューリング処理部 23b によるスケジューリングの流れについて、図 6 に示すフローチャートを参照しながら以下に説明する。まず、Q o S パケットにおける有効期限について説明しておく。入力データが動画データなどのストリームデータである場合、各ストリームには、該ストリームが送信側に入力された時刻の領域がある。受信側は前記送信側に入力された時刻 + delayBound（定数）の時刻にストリームを出力しなければならない。このため、前記送信側に入力された時刻 + delayBound までに Q o S パケットの送信が成功していない場合、該 Q o S パケットはパケットロスとなる。

【0192】

図 6 のフローチャートの説明に戻る。スケジューリングが開始されると、まずステップ 1（以降、S 1 のように称する）において、スケジューリング処理部 23b は、レジスタ 23d における max B u r s t 3 1 a から読み出した max B u r s t 値分のパケットを P k t s T o S e n d 3 2 a の配列に割り当てる処理を行う。詳しく説明すると、まだ送信

されておらず、かつ、前記送信側に入力された時刻 + delayBound > 現在時刻

となっているパケットが、最も古いものから P k t s T o S e n d 3 2 a の配列に割り当てられる。割り当てられるパケット数は最大で max B u r s t 個である。

【0193】

ここで、まだ送信されていないパケットとは、パケットバッファ 24 において、状態情報が送信待状態となっているパケットである。パケットバッファ 24 において、送信待状態となっているパケットの数が max B u r s t より小さい場合には、これらのパケットのみが P k t s T o S e n d 3 2 a に割り当てられる。

【0194】

10

20

30

40

50

次に、S 2において、各種レジスタ値の初期化処理が行われる。具体的には、next P k t 3 1 bが0に設定され、S e n d B u f f P t r 3 2 dの全ての項目が0に設定され、S e n d i n g P t r 3 2 eの全ての項目が0に設定され、S P k t E n d T i m e 3 2 bの全ての項目が、対応する第1～nフレーム22におけるP k t E n d T i m e 2 6に格納されている値に更新される。なお、P k t E n d T i m e 2 6に現在時刻より過去の時刻が格納されている場合、S P k t E n d T i m e 3 2 bにおける該当チャンネルに対応する値は現在時刻に設定される。

【0195】

次に、S 3において、next C h 3 1 cが、S P k t E n d T i m e 2 6に格納されているチャンネル毎の時刻の中で、最も小さい時刻が格納されているチャンネルに設定される。

10

【0196】

次に、S 4において、パケットのスケジューリングが行われる。まず、next C hがスケジュールされるチャンネルを示しており、P k t s T o S e n d [n e x t P k t]がスケジュールされるパケットを示しており、S e n d B u f f P t r [n e x t C h]がこれまでnext C hに割り当てられたパケット数を示している。ここで、スケジュールされるパケットは、S e n d B u f f [S e n d B u f f P t r [n e x t C h]] [n e x t C h]に割り当てられる。なお、S e n d B u f f [x] [y]は、S e n d B u f f 3 2 cの2次元配列において、xがパケットを示しており、yがチャンネルを示している。

20

【0197】

以上のようにしてパケットが割り当てられた後、S P k t E n d T i m e [n e x t C h]は、スケジュールされるパケットの伝送終了時刻に設定され、S e n d B u f f P t r [n e x t C h]はインクリメントされる。

【0198】

次に、S 5において、P k t s T o S e n d 3 2 aに格納されている全てのパケットがスケジュールされたか否かのチェックが行われる。まだスケジュールされていないパケットがある場合(S 5においてNO)、next P k t 3 1 bの値をインクリメントして(S 6)、S 3に戻る。全てのパケットのスケジューリングが完了した場合(S 5においてYES)、S 7に遷移する。

30

【0199】

S 7では、まずS e n d B u f f 3 2 cにおける全てのリンク(チャンネル)の最後にB A Rが割り当てられる。そして、S P k t E n d T i m e 3 2 bにおける全てのリンク(チャンネル)に、B A R / B Aの伝送期間が追加される。さらに、S e n d B u f f P t r 3 2 dにおける全てのリンクに対する値がインクリメントされる。以上により、スケジューリングが完了する。

【0200】

(送信パケット処理部の第2の構成例)

次に、送信パケット処理部23の第2の構成例について説明する。本構成例はB A R / B Aの送達確認方式を用いた場合に適している。まず、この例におけるスケジューリングの概要について、図7(a)～図7(c)を参照しながら説明する。

40

【0201】

まず、スケジューリングを行おうとしているパケットを、2つのグループに分類する。第1のグループには、送信側に入力された時刻 + delayBound - t < 現在時刻 (tは定数)

となるパケットが割り当てられる。そして、第2のグループには、第1のグループ以外のパケットが割り当てられる。すなわち、第1のグループには、猶予時間がt秒未満のパケットが割り当てられ、第2のグループには、猶予時間がt秒以上のパケットが割り当てられることになる。図7(a)に示す例では、パケット4、7が第1のグループに属し、パケット9、12、14、15、16、17、18、19が第2のグループに属している。

50

【0202】

次に第2のグループの packets 大きい順に整列し、第1のグループと第2のグループとを一つの全体グループにまとめる。この状態が図7(b)の状態である。そして、全体グループの整列順に、packets をエラー率の最も小さいチャンネルから順に割り当てていく。この際に、各チャンネルに割り当てられる packets の伝送時間の合計が、それぞれほぼ同じくらいとなるように割り当てが行われる。この状態が図7(c)の状態である。

【0203】

なお、上記の例では、スケジューリングを行おうとしている packets を、2つのグループに分類しているが、グループの数は2つに限定されるものではなく、残り有効期限の長さに応じて3つ以上のグループに分類するようにしてもよい。

10

【0204】

図8は、第2の構成例における送信 packets 処理部23におけるスケジューリング処理部23bに関わる構成を示している。図5に示す構成と異なる点としては、レジスタ23dおよび配列レジスタ23eに格納されている項目が異なっている点である。その他の構成については前記した構成と同様であるので、その説明を省略する。

【0205】

レジスタ23dには、前記した $maxBurst31a$ 、 $nextPkt31b$ 、および $nextCh31c$ に加えて、 $RemainTime31d$ が格納されている。 $RemainTime31d$ は、スケジューリングを行っている最中において、まだスケジューリングされていない packets の伝送時間の合計を示している。

20

【0206】

配列レジスタ23eには、前記した $PktsToSend32a$ 、 $SPktEndTime32b$ 、 $SendBuff32c$ 、 $SendBuffPtr32d$ 、および $SendingPtr32e$ に加えて、 $ErrorRate32f$ が格納されている。 $ErrorRate32f$ は、スケジューリングが開始された時点での各チャンネルのエラー率を示している。なお、エラー率の算出方法については後述する。

【0207】

(送信 packets 処理部の第2の構成例におけるスケジューリングの流れ)

次に、送信 packets 処理部23の第2の構成例におけるスケジューリングの流れについて、図9に示すフローチャートを参照しながら以下に説明する。スケジューリングが開始されると、まず $S11$ において、スケジューリング処理部23bは、レジスタ23dにおける $maxBurst31a$ から読み出した $maxBurst$ 値分の packets を $PktsToSend32a$ の配列に割り当てる処理を行う。詳しく説明すると、まだ送信されておらず、かつ、

30

前記送信側に入力された時刻 + $delayBound$ > 現在時刻

となっている、最も古いものから最大 $maxBurst$ 個の packets が、前記第1のグループと第2のグループとに分けられる。ここで、まだ送信されていない packets とは、packets バッファ24において、状態情報が送信待状態となっている packets である。packets バッファ24において、送信待状態となっている packets の数が $maxBurst$ より小さい場合には、これらの packets のみが第1のグループまたは第2のグループに割り

40

【0208】

次に、第2のグループに含まれる packets を大きい順に整列し、最後に第1のグループおよび第2のグループに含まれる全ての packets が $PktsToSend32a$ に割り当てられる。

【0209】

次に、 $S12$ において、各種レジスタ値の初期化処理が行われる。 $nextPkt31b$ 、 $SendBuffPtr32d$ 、 $SendingPtr32e$ 、および、 $SPktEndTime32b$ の初期化については、図6の $S2$ で説明したものと同様である。 $RemainTime31d$ は、 $PktsToSend32a$ に格納されている全ての packets

50

トの伝送時間の合計に設定される。

【0210】

次に、S13において、nextCh31cが、ErrorRate32fに格納されているチャンネル毎のErrorRateの中で、最も小さい値が格納されているチャンネルに設定される。ここで、2回目以降にS13が行われる際には、前回に設定されているチャンネルの次にErrorRateが小さいチャンネルにnextCh31cが設定される。

【0211】

次に、S14において、パケットのスケジューリングが行われる。まず、nextChがスケジュールされるチャンネルを示しており、PktsToSend[nextPkt]がスケジュールされるパケットを示しており、SendBuffPtr[nextCh]がこれまでnextChに割り当てられたパケット数を示している。ここで、スケジュールされるパケットは、SendBuff[SendBuffPtr[nextCh]][nextCh]に割り当てられる。さらに、RemainTime31dからPktsToSend[nextPkt]の伝送時間が減算される。

【0212】

以上のようにしてパケットが割り当てられた後、SPktEndTime[nextCh]は、スケジュールされるパケットの伝送終了時刻に設定され、SendBuffPtr[nextCh]はインクリメントされる。

【0213】

次に、S15において、RemainTimeと、まだパケットが割り当てられていないチャンネルの空き時間の合計との比較が行われる。S15においてYES、すなわち、前記空き時間がRemainTimeより大きい場合には、S17に遷移する。一方、S15においてNO、すなわち、前記空き時間がRemainTime未満である場合には、nextPkt31bの値をインクリメントして(S16)、S14に戻る。

【0214】

次に、S17において、RemainTimeが0となったか否かが判定される。S17においてYES、すなわち、RemainTimeが0となった場合には、S18に遷移する。一方、S17においてNO、すなわち、RemainTimeがまだ0とはなっていない場合には、S13に戻る。

【0215】

S18では、まずSendBuff32cにおける全てのリンク(チャンネル)の最後にBARが割り当てられる。そして、SPktEndTime32bにおける全てのリンク(チャンネル)に、BAR/BAの伝送期間が追加される。さらに、SendBuffPtr32dにおける全てのリンクに対する値がインクリメントされる。以上により、スケジューリングが完了する。

【0216】

なお、上記の例では、残り有効期限がより短い第1のグループに含まれるパケットを、複数の通信チャンネルのうち、エラー率がより低い通信チャンネルに割り当てようとしているが、第1のグループに含まれるパケットを、より先に送信するように送信順番を設定するようにしてもよい。

【0217】

(ErrorRateの算出方法)

次に、ErrorRateの算出方法について説明する。ErrorRateは、各チャンネルのバースト毎にBAの受信後に算出される。ErrorRateは、(直前のバーストのエラー率) / f + (エラーパケット数) / (送信したパケット数) によって算出される。すなわち、ErrorRateは、直前のバーストにおけるErrorRateの影響を含んで算出される。上記のErrorRateの算出の式において、fは、直前のバーストにおけるErrorRateの影響を含める量を調整するためのパラメータである。fの値を大きくすると、上記影響が低減され、逆に小さくすると上記影響が大

10

20

30

40

50

きくなる。

【0218】

直前のバーストにおけるError Rateの影響を含んでError Rateを算出する理由とは次のとおりである。あるチャンネルにおいて、あるバーストにおいてエラーが多く生じた場合、それが短期間のみ偶発的にエラー率が高くなったケースと、ある程度の期間で継続してエラー率が高くなっているケースとが考えられる。前者のケースでは、次のバーストではエラー率が低くなることが予想される一方、後者のケースでは、次のバーストでもエラー率が高くなることが予想される。このようなことを考慮するために、直前のバーストにおけるError Rateの影響を含めてError Rateを算出している。

10

【0219】

図10にError Rateの算出の例を示す。この例では、 $f = 10$ と設定されている。最初のバーストでは、パケットが5個送信され、その内1個のパケットにおいて伝送が失敗している。このバーストに対するBAR/BAが行われた直後にError Rateが算出され、 $0.0 / 10 + 1 / 5 = 0.2$ がError Rateとして設定される。次のバーストでは、パケットが5個送信され、その内2個のパケットにおいて伝送が失敗している。このバーストに対するBAR/BAが行われた直後に算出されるError Rateは、 $0.2 / 10 + 2 / 5 = 0.42$ と算出される。

【0220】

BARまたはBAにエラーが生じた場合には、Error Rateにbeを加算する処理が行われる。BARあるいはBAはデータパケットと比べると比較的短いことと、BARおよびBAは重要なパケットであるため、エラーになったBAR/BAの影響をError Rateに大きく反映した方が妥当であり、例えば0.5程度の固定値に設定することが好ましい。

20

【0221】

なお、上記の例では、直前のバーストにおけるError Rateの影響を考慮したError Rateの算出方法を示しているが、これに限定されるものではなく、以前のバーストにおけるError Rateの履歴を考慮したError Rateの算出方法であれば、どのような方法であってもよい。

【0222】

(BARおよびBAの構成)

次に、本実施形態で用いるBARおよびBAの構成について説明する。図11は、本実施形態で用いるBARおよびBAの概略構成を示している。BARは、BAR用MACヘッダ、および、確認要求するn個分のパケットのパケット番号を含んでいる。すなわち、BARは、送達確認対象となるパケットの数のパケット情報領域が含まれており、該パケット情報領域には、対応するパケットを特定する情報としてのパケット番号がそれぞれ含まれていることになる。

30

【0223】

BAは、BA用MACヘッダ、および、要求されたn個分のパケットの通信状態を表すビットマップを含んでいる。BAにおけるビットマップの各ビットは、BARにおいて確認要求されているパケットのパケット番号に1対1で対応したものとなっている。本実施形態においては、BARは、送信側MAC層9における第1～nフレーム22のフレーム処理部25によって生成され、BAは、受信側MAC層11における第1～nフレーム42のフレーム処理部45によって生成される。

40

【0224】

本実施形態では、確認要求されるパケットの個数であるnは、該当チャンネルで送信したバーストにおけるパケットの数となっている。送信側のフレーム処理部25は、確認要求するn個分のパケットの番号を、SeqBuff27に格納されている内容に基づいて設定する。なお、後述するように、BARで要求するパケット番号は、他のチャンネルで送信されたパケットの番号を含んでいてもよい。

50

【0225】

(実施の形態2)

本発明の実施の他の形態について図12ないし図17に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、前記した実施の形態で説明した構成と同様の機能を有する構成には、同一の符号を付記し、その説明を省略する。

【0226】

前記した実施の形態1では、BAによる送達確認を行う場合、各リンク(チャンネル)ごとにBAR/BAの送受信が行われるようになってきている。すなわち、送信側の第1~nフレーム22のそれぞれにおいて、フレーム処理部25によってBARの生成・送信が行われ、受信側の第1~nフレーム42のそれぞれにおいて、フレーム処理部45によってBAの生成・送信が行われるようになってきている。これに対して、実施の形態2では、全てのリンクにおいて送信された全てのパケットを対象としたBAR/BAの送受信が行われる形態となっている。

10

【0227】

本実施形態に係る通信ネットワークシステムは、実施の形態1において、図2を参照しながら説明した構成と同様である。また、送信側通信装置1および受信側通信装置2の構成についても、実施の形態1において、図1を参照しながら説明した構成と同様である。

【0228】

(送信側MAC層の構成)

次に、送信側MAC層9の構成について、図12を参照しながら以下に説明する。本実施形態に係る送信側MAC層9は、実施の形態1で示した送信側MAC層9と比較して、送信パケット処理部23の構成、および第1~nフレーム22...の構成が異なっている。送信パケット処理部23は、パケット化処理部23a、スケジューリング処理部23b、およびパケット分配処理部23cに加えて、送達確認処理部(送達確認要求手段)23dおよび配列レジスタとしてのSeqBuff23eを備えている。また、第1~nフレーム22...は、それぞれフレーム処理部25およびPktEndTime26を備えており、実施の形態1で設けられていたSeqBuff27は、第1~nフレーム22...には設けられていない構成となっている。その他の構成については、実施の形態1で示した構成と同様であるので、ここではその説明を省略する。

20

【0229】

送達確認処理部23dは、送信パケット処理部23から第1~nフレーム22に対して送信された全てのパケットに関するNormalAckによる送達確認処理、あるいは、BAによる送達確認処理を行うものである。BAによる送達確認処理が行われる場合、送達確認処理部23dは、BARを生成して受信側へ送出するとともに、受信側から送られてきたBAによって送達確認を行う。

30

【0230】

SeqBuff23eは、送達確認処理部23dがBARを作成するために用いられるものであり、バースト中に送信された全てのリンクに対する全てのパケットの順番を示す番号を格納している。

【0231】

(受信側MAC層の構成)

次に、受信側MAC層11の構成について、図13を参照しながら以下に説明する。本実施形態に係る受信側MAC層11は、実施の形態1で示した受信側MAC層11と比較して、受信パケット処理部43の構成、および第1~nフレーム42...の構成が異なっている。受信パケット処理部43は、パケット整列処理部43aおよびデータ復元処理部43bに加えて、送達確認処理部(送達確認送信手段)43cおよび配列レジスタとしてのSeqBuff43dを備えている。また、第1~nフレーム42...は、それぞれフレーム処理部45を備えており、実施の形態1で設けられていたSeqBuff46は、第1~nフレーム42...には設けられていない構成となっている。その他の構成については、実施の形態1で示した構成と同様であるので、ここではその説明を省略する。

40

50

【0232】

送達確認処理部43cは、第1～nフレーム42...から送られてきた全てのパケットに関するNormal Ackによる送達確認処理、あるいは、BAによる送達確認処理を行うものである。BAによる送達確認処理が行われる場合、送達確認処理部43cは、送信側から送られてくるBARに依りてBAを作成し、これを送信側へ送出する。なお、Normal Ackのパケットの返信はパケットを受信したそれぞれのフレーム42で行われる。

【0233】

SeqBuff43dは、レジスタ格納値を示しており、BAによる送達確認が行われる場合に、BAを作成するためにバースト中に受信した全てのパケットの順番の番号が格納される。

10

【0234】

(BAR/BAのシーケンス例)

ここで、本実施形態におけるBAR/BAのシーケンスについて、図14を参照しながら説明する。図14では、2つのチャンネル(リンク)にパケットを割り振って伝送を行う例が示されている。まず、チャンネル1においてパケット1が送信され、次にチャンネル2においてパケット2が送信されている。そして、チャンネル2においてパケット2が送信されている最中に、チャンネル1において、1回目のBAR/BAの送受信が行われている。

【0235】

その後、チャンネル1においてパケット3が送信され、次にチャンネル2においてパケット2の送信が完了した後にパケット4が送信されている。そして、チャンネル1において、パケット3の送信が完了した後にパケット5が送信され、パケット5の送信の最中に、チャンネル2において、2回目のBAR/BAの送受信が行われている。

20

【0236】

1回目のBAR/BAの送受信が完了した時点((A)の時点)でスケジュールされたパケットは、パケット3、4、5である。また、2回目のBAR/BAの送受信において確認されるパケットは、(B)の期間で送信が終了しているパケット2、3、4である。これらのパケット2、3、4が、2回目のBAR/BAの送受信が行われる際((C)の時点)に、SeqBuff23eに格納されていることになる。

30

【0237】

複数のリンクで送信されたパケットの送達確認を1回のBAR/BAで行う場合、全てのチャンネルを無駄に使わないようにするために、バーストにおけるBAR/BAの送受信終了時刻を、他のリンクより早くする必要がある。BAR/BAの送受信終了時刻が t_1 であり、かつ他のリンクにおけるバーストの終了時刻が t_2 であった場合、次のバーストのスケジュールは t_1 で行われるため、 $t_2 < t_1$ であれば $t_1 - t_2$ の期間が無駄になる。

【0238】

例えば、図19に示す事例1の場合、BAR/BAが、もっとも早く終わるチャンネル1に割り当てられ、スケジュールリングは時点Aで行われることになる。一方、事例2では、BAR/BAがチャンネル2に割り当てられており、スケジュールリングは時点Bで行われることになる。この場合、スケジュールリングによるパケットの送信は、事例1に比べて、時点B - 時点Aの期間の後になり、この時間が無駄になる。

40

【0239】

(スケジュールリングの流れ)

次に、実施の形態2におけるスケジュール処理部23bによるスケジュールリングの流れについて、図15に示すフローチャートを参照しながら以下に説明する。図15において、S21からS26までの処理は、実施の形態1において説明した、図6に示すフローチャートのS1～S6までの処理と同様であるので、ここではその説明を省略する。

【0240】

50

S 2 5においてYES、すなわち、全てのパケットのスケジューリングが完了した場合、S 2 7に遷移する。S 2 7では、まず、nextChが、SPktEndTime32bに格納されている値が最も小さいチャンネルに設定される。そして、SendBuff32cにおける、nextChに対応するチャンネルの最後にBARが割り当てられる。そして、SPktEndTime32bにおける、nextChに対応するチャンネルに、BAR/BAの伝送期間が追加される。さらに、SendBuffPtr32dにおける、nextChに対応するチャンネルに対する値がインクリメントされる。これによって、最も早くバーストのパケット通信が終了するチャンネルにBARが割り当てられることになる。以上により、スケジューリングが完了する。

【0241】

(実施の形態2における送信パケット処理部の第2の構成例)

次に、実施の形態2における送信パケット処理部23の第2の構成例について説明する。この構成例は、全てのリンクにおいて送信された全てのパケットを対象としたBAR/BAの送受信が行われる形態において、実施の形態1で示した送信パケット処理部の第2の構成例と同様の処理を行うものとなっている。

【0242】

図16は、第2の構成例における送信パケット処理部23におけるスケジューリング処理部23bに関わる構成を示している。実施の形態1で説明した、図8に示す構成と異なる点としては、配列レジスタ23eに格納されている項目が異なっている点である。その他の構成については前記した構成と同様であるので、その説明を省略する。

【0243】

配列レジスタ23eには、前記したPktsToSend32a、SPktEndTime32b、SendBuff32c、SendBuffPtr32d、およびSendingPtr32e、およびErrorRate32fに加えて、OffsetTime32gが格納されている。OffsetTime32gは、BARを割り当てたチャンネルを最初に終わるようにするための定数を格納しており、チャンネル数と一つのパケット長に依存する。例えば、OffsetTimeは、(最も長いパケット長) * (チャンネル数 - 1)、あるいは(平均パケット長) * (チャンネル数 - 1)として設定される。

【0244】

この第2の構成例では、エラー率情報も利用できるため、BARをエラー率の最も低いチャンネルに割り当てる。よって、エラー率の最も低いチャンネルを最も早く終了させることが重要となる。

【0245】

(実施の形態2における送信パケット処理部の第2の構成例におけるスケジューリングの流れ)

次に、実施の形態2における送信パケット処理部23の第2の構成例におけるスケジューリングの流れについて、図17に示すフローチャートを参照しながら以下に説明する。スケジューリングが開始されると、まずS31において、スケジューリング処理部23bは、レジスタ23dにおけるmaxBurst31aから読み出したmaxBurst値分のパケットをPktsToSend32aの配列に割り当てる処理を行う。なお、このS31における処理は、実施の形態1において図9で示したフローチャートにおけるS11の処理と同様であるので、詳細な説明を省略する。

【0246】

次に、S32において、各種レジスタ値の初期化処理が行われる。nextPkt31b、SendBuffPtr32d、SendingPtr32e、SPktEndTime32b、および、RemainTime31dの初期化については、図9のS12で説明したものと同様である。OffsetTime32gは、前記したように、(最も長いパケット長) * (チャンネル数 - 1)、あるいは(平均パケット長) * (チャンネル数 - 1)として設定される。

【0247】

10

20

30

40

50

次に、S 3 3において、nextCh 3 1 cが、ErrorRate 3 2 fに格納されているチャンネル毎のErrorRateの中で、最も小さい値が格納されているチャンネルに設定される。

【0 2 4 8】

次に、S 3 4において、パケットのスケジューリングが行われる。まず、nextChがスケジュールされるチャンネルを示しており、PktsToSend[nextPkt]がスケジュールされるパケットを示しており、SendBuffPtr[nextCh]がこれまでnextChに割り当てられたパケット数を示している。ここで、スケジュールされるパケットは、SendBuff[SendBuffPtr[nextCh]][nextCh]に割り当てられる。さらに、RemainTime 3 1 dからPktsToSend[nextPkt]の伝送時間が減算される。

【0 2 4 9】

以上のようにしてパケットが割り当てられた後、SPktEndTime[nextCh]は、スケジュールされるパケットの伝送終了時刻に設定され、SendBuffPtr[nextCh]はインクリメントされる。

【0 2 5 0】

次に、S 3 5において、RemainTime - OffsetTimeで算出される時間と、まだパケットが割り当てられていないチャンネルの空き時間の合計との比較が行われる。S 3 5においてYES、すなわち、前記空き時間がRemainTime - OffsetTimeで算出される時間より大きい場合には、S 3 7に遷移する。一方、S 3 5においてNO、すなわち、前記空き時間がRemainTime - OffsetTimeで算出される時間未満である場合には、nextPkt 3 1 bの値をインクリメントして(S 3 6)、S 3 4に戻る。

【0 2 5 1】

S 3 7では、まず、SendBuff 3 2 cにおける、nextChに対応するチャンネルの最後にBARが割り当てられる。そして、SPktEndTime 3 2 bにおける、nextChに対応するチャンネルに、BAR/BAの伝送期間が追加される。さらに、SendBuffPtr 3 2 dにおける、nextChに対応するチャンネルに対する値がインクリメントされる。以上により、エラー率の良いチャンネルにBARが割り当てられることになる。

【0 2 5 2】

次に、S 3 8において、RemainTimeが0となったか否かが判定される。S 3 8においてYES、すなわち、RemainTimeが0となった場合には、処理を終了する。一方、S 3 8においてNO、すなわち、RemainTimeがまだ0とはなっていない場合には、S 3 9に遷移する。

【0 2 5 3】

次に、S 3 9において、前回に設定されているチャンネルの次にErrorRateが小さいチャンネルにnextCh 3 1 cが設定される。

【0 2 5 4】

次に、S 4 0において、前記したS 3 4における処理と同様の処理が行われる。そして、S 4 1において、RemainTimeと、まだパケットが割り当てられていないチャンネルの空き時間の合計との比較が行われる。S 4 1においてYES、すなわち、前記空き時間がRemainTimeより大きい場合には、S 3 8に戻る。一方、S 4 1においてNO、すなわち、前記空き時間がRemainTime未満である場合には、nextPkt 3 1 bの値をインクリメントして(S 4 2)、S 4 0に戻る。

【0 2 5 5】

なお、実施の形態2においても、実施の形態1において説明したErrorRateの算出方法およびBARおよびBAの構成を適用することが可能である。

【0 2 5 6】

(実施の形態3)

10

20

30

40

50

本発明の実施のさらに他の形態について図面に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、前記した実施の形態で説明した構成と同様の機能を有する構成には、同一の符号を付記し、その説明を省略する。

【0257】

本実施形態では、各チャンネルでのパケットの送信を同時に行うとともに、全てのパケットの長さを統一する形態となっている。

【0258】

本実施形態に係る通信ネットワークシステムは、実施の形態1において、図2を参照しながら説明した構成と同様である。また、送信側通信装置1および受信側通信装置2の構成についても、実施の形態1において、図1を参照しながら説明した構成と同様である。

10

【0259】

(送信側MAC層の構成)

送信側MAC層9は、実施の形態2において図12で示した構成と同様となっており、異なる部分はパケット化処理部23aにおける処理内容である。

【0260】

送信対象がMP EG 2 - TSのストリームである場合には、送信側MAC層への入力は固定長(188バイト)の構成単位を持つ。一方、送信対象がデータパケットである場合、送信側MAC層へ入力として与えられる各データパケットの長さは可変長となっている。

【0261】

ここで、本実施の形態では、送信するパケットの長さを同じ長さに統一する必要があるため、入力ストリーム/データパケットを所定の固定長のパケットに変換する必要がある。この処理は、実施の形態2と同様にパケット化処理部23aで行われることになる。

20

【0262】

ストリームに基づいて生成されるQoSパケットの場合には、全てのQoSパケットが固定長となるようにパケット化処理が行われる。一方、データパケットの場合には、図20に示す事例のように、可変長の入力データパケットを固定長の中間パケットに変換する処理が行われる。すなわち、入力データパケットは、分割位置を変更して、固定長の中間パケットとなるように再構成されることになる。ここで、中間パケットの長さは、QoSパケットの固定長と同じ長さとなるように設定される。

30

【0263】

各中間パケットに含まれているデータパケットの情報は、各中間パケットのヘッダHに格納しておく。このようにしてパケット化処理部23aで生成された固定長のQoSパケット、あるいは中間パケットが、パケットバッファ24に格納される。

【0264】

(受信側MAC層の構成)

受信側MAC層11は、実施の形態2において図13で示した構成と同様となっており、異なる部分はデータ復元処理部43bにおける処理内容である。

【0265】

送信側通信装置1のパケット化処理部23aによって生成された固定長のパケットは、順次受信側通信装置2に送信され、パケットバッファ44のデータに格納される。そして、パケットバッファ44に格納されているパケットがQoSパケットの場合には、実施の形態2で示したようにデータ復元処理部43bによって復元処理が行われ、ストリームが出力される。

40

【0266】

一方、パケットバッファ44に格納されているパケットが中間パケットの場合、データ復元処理部43bは、固定長の中間パケットを可変長のデータパケットに変換する処理を行う。すなわち、あるデータパケットの全ての部分に対応する中間パケットの受信が完了した時点で、データ復元処理部43bは、必要となる中間パケットに基づいてデータパケットの復元処理を行う。ここで、データ復元処理部43bは、中間パケットのヘッダHを

50

参照することによって、該中間パケットがデータパケットのどの部分に対応するものかであることを認識することによって復元処理を行うことになる。

【0267】

(スケジュール処理部の詳細およびスケジューリングの流れ)

送信パケット処理部23におけるスケジュール処理部23bに関わる構成は、図5に示したものと同様となる。また、スケジューリングの流れについても、図6に示したものと同様となる。異なる点としては、maxBurst31aに格納される値の条件およびSPktEndTime32bの初期化処理である。

【0268】

本実施の形態では全てのチャンネルで同時に同じ長さのパケットを伝送するため、1回分のスケジューリングにおけるパケット数は、リンク数の倍数とする必要がある。すなわち、maxBurst31aにはリンク数の倍数が格納されることになる。NormalAckによる送達確認処理を行う場合には、maxBurst31aに格納される値をリンク数とすることが妥当である。

【0269】

同様に、全てのパケットは同時に伝送される必要があるため、全てのリンクのSPktEndTime32bは、図6におけるS2において、現在時刻に設定されることになる。

【0270】

(送信パケット処理部の第2の構成例およびスケジューリングの流れ)

次に、実施の形態3における送信パケット処理部23の第2の構成例について説明する。この構成例は、全てのリンクにおいて送信された全てのパケットを対象としたBAR/BAの送受信が行われる形態において、実施の形態1で示した送信パケット処理部の第2の構成例と同様の処理を行うものとなっている。すなわち、送信パケット処理部23におけるスケジュール処理部23bに関わる構成は、図8に示したものと同様となる。また、スケジューリングの流れについても、図9に示したものと同様となる。異なる点としては、maxBurst31aに格納される値の条件およびPktsToSend32aおよびSPktEndTime32bの初期化処理である。

【0271】

maxBurst31aおよびSPktEndTime32bは、上記した実施の形態3における上記スケジュール処理部の詳細と同様である。

【0272】

PktsToSend32aの初期化処理は次の通りである。スケジュール処理部23bは、レジスタ23dにおけるmaxBurst31aから読み出したmaxBurst値分のパケットをPktsToSend32aの配列に割り当てる処理を行う。詳しく説明すると、まだ送信されておらず、かつ、

前記送信側に入力された時刻 + delayBound > 現在時刻

となっているパケットが、最も古いものからPktsToSend32aの配列に割り当てられる。割り当てられるパケット数は最大でmaxBurst個である。

【0273】

(NormalAckによる送達確認処理)

次に、実施の形態3において、NormalAckによる送達確認処理を行う場合について説明する。まず、比較例として、従来のNormalAckによる送達確認処理を行う場合について説明する。従来のNormalAckは、各チャンネルにおいて受信したパケットに関する送達確認情報を含んだものとなっている。言い換えれば、従来のNormalAckでは、送信側は、NormalAckを受信したチャンネルで以前に送信したパケットに関する送達確認情報しか認識できないことになる。このことにより、次のような問題が生じる。

【0274】

図21(a)は、2つのチャンネル1・2でパケットの送信を行う構成において、従来

10

20

30

40

50

の Normal Ack による送達確認処理が行われる場合の packets シーケンスの例を示している。この例において、チャンネル 2 において packet 3 が送信され、この伝送は成功している一方、これに対する Normal Ack の送信が失敗している。この時点では、送信側は、packet 3 に対する Normal Ack を受信できていないので、packet 3 の送信が失敗したものと認識することになる。よって、次のシーケンスにおいて packet 3 の再送が行われることになる。すなわち、受信側では、packet 3 の受信を 2 回行うことになり、通信帯域が無駄に使われることになる。

【0275】

これに対して、本実施形態では、Normal Ack に、全てのチャンネルで同時に受信された全ての packets に関する送達確認情報を含めるようにしている。図 21 (b) は、2 つのチャンネル 1・2 で packets の送信を行う構成において、本実施形態における Normal Ack による送達確認処理が行われる場合の packets シーケンスの例を示している。

10

【0276】

この例において、チャンネル 2 において packet 3 が送信され、この伝送は成功している一方、これに対するチャンネル 2 における Normal Ack の送信が失敗している。しかしながら、この Normal Ack と同時に送信されるチャンネル 1 における Normal Ack は、伝送が成功しているので、送信側は、チャンネル 1 において受信した Normal Ack を確認することによって、チャンネル 2 において送信した packet 3 の伝送が成功していることを確認することができる。よって、packet 3 が無駄に再送されることを防止することができ、通信帯域を効率良く利用することが可能となる。

20

【0277】

(BA による送達確認処理)

次に、実施の形態 3 において、BA による送達確認処理を行う場合について説明する。まず、比較例として、従来の BA による送達確認処理を行う場合について説明する。従来の BA は、各チャンネルにおいて受信した packets 群に関する送達確認情報を含んだものとなっている。言い換えれば、従来の BA では、送信側は、BA を受信したチャンネルで以前に送信した packets に関する送達確認情報しか認識できないことになる。このことにより、次のような問題が生じる。

【0278】

図 22 (a) は、3 つのチャンネル 1・2・3 で packets の送信を行う構成において、従来の Normal Ack による送達確認処理が行われる場合の packets シーケンスの例を示している。この例において、チャンネル 1 において送信された BAR のみが伝送に失敗している。また、チャンネル 3 において、BAR の伝送は成功しているが、これに対する BA の伝送が失敗している。この場合、チャンネル 1 および 3 において BAR の再送が行われることになるが、BAR の伝送が成功しているチャンネル 2 においても、チャンネル 1 および 3 における BAR の再送が行われている期間、何も送信せずに待機状態となる。すなわち、通信帯域の利用効率が悪いことになる。

30

【0279】

これに対して、本実施形態では、BA に、全てのチャンネルで同時に受信された全ての packets に関する送達確認情報を含めるようにしている。図 22 (b) は、3 つのチャンネル 1・2・3 で packets の送信を行う構成において、本実施形態における BA による送達確認処理が行われる場合の packets シーケンスの例を示している。

40

【0280】

この例において、チャンネル 1 における BAR の伝送は失敗している。また、チャンネル 3 において、BAR の伝送は成功しているが、これに対する BA の伝送が失敗している。一方、チャンネル 2 では BAR および BA の伝送が成功しているので、送信側は、全てのチャンネルで伝送された packets の送達確認情報を認識することができる。よって、伝送に成功しているチャンネルが、他のチャンネルにおける BAR / BA のシーケンスを待機した状態となることを抑制することができるので、通信帯域を効率良く利用することが

50

可能となる。

【0281】

(実施の形態4)

本発明の実施のさらに他の形態について図面に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、前記した実施の形態で説明した構成と同様の機能を有する構成には、同一の符号を付記し、その説明を省略する。

【0282】

本実施の形態は送信中に受信を行わない形態である。そして、実施の形態3では、全てパケット長を同じにしていたが、本実施形態ではパケット長を可変とする。本実施形態では、MIMOによる通信方式を対象としていないので、全てのチャンネルのパケットを同時に送信する必要はない。ただし、本実施形態でNormal Ackによる送達確認を行う場合には、パケットの送信毎にNormal Ackを受信するため、本実施の形態をMIMOに適用することは可能である。

10

【0283】

本実施形態に係る通信ネットワークシステムは、実施の形態1において、図2を参照しながら説明した構成と同様である。また、送信側通信装置1および受信側通信装置2の構成についても、実施の形態1において、図1を参照しながら説明した構成と同様である。

【0284】

また、送信側MAC層9は、実施の形態2において図12で示した構成と同様であり、異なる部分はパケット化処理部23aにおける処理内容である。

20

【0285】

また、受信側MAC層11は、実施の形態2において図13で示した構成と同様であり、異なる部分は、送達確認処理部43cにおける処理内容である。

【0286】

図29に、本実施形態におけるBAR/BAを用いる場合の事例を示す。図29では、チャンネル1とチャンネル2とは別の周波数のチャンネルであり、TT(送信期間、Time for Transmit)がパケットおよびBARを送信する期間で、TR(受信期間、Time for Receive)がBAを受信する期間である。パケット送信中にパケットの受信は行われぬものとする。

【0287】

この場合、図29に示すように、BARを含むバーストの全てのパケットは同じTT内で送信するが、パケット3およびパケット4のように、両方のチャンネルのパケットを同時に送信する必要はない。また、IEEE802.11eの場合、BARとBAとの間の時間は固定(16μs)であるため、全てのチャンネルにおける、BARが最後に終わるパケットの後ろに同時に送信することによって、BAが同時に送信されるようにする。図29では、チャンネル1におけるパケット4の送信終了からBARの送信開始までの間に待ち時間Twがあり、チャンネル1のBARの送信は、チャンネル2のパケット5の送信終了まで待たされることになる。

30

【0288】

(パケット構成)

本実施形態においてNormal Ackによる送達確認を行う場合、パケット化処理部23aが、送信すべきQoSパケットあるいはデータパケットに、Normal Ackが返信されるべき返信時刻の情報を含める処理を行って送信用パケットを生成するようになっている。この返信時刻は、全てのチャンネルで同じに設定する必要がある。なお、返信時刻は、全てのチャンネルの最後のパケットの送信が完了する時刻+t(定数)で決められる。IEEE802.11aと同じ物理層を用いた場合、tは16μsとなる。

40

【0289】

また、受信側MAC層11において、送達確認処理部43cは、受信したパケットに含まれている返信時刻の情報を読み出し、設定されている返信時刻にNormal Ack

50

を返信するように処理を行う。

【0290】

(スケジュール処理部の詳細およびスケジューリングの流れ)

送信パケット処理部23におけるスケジュール処理部23bに関わる構成は、図5に示したものと同様となる。また、スケジューリングの流れについても、図6に示したものと同様となる。ただし、スケジュール後の全てのBARは同時に送信されることになる。BARを送信する時刻は、全てのチャンネルに対し、最後のパケットの送信が完了した時刻 + t (定数) である。IEEE 802.11aと同じ物理層を用いた場合、tは16μsとなる。

【0291】

(送信パケット処理部の第2の構成例およびスケジューリングの流れ)

次に、実施の形態4における送信パケット処理部23の第2の構成例について説明する。送信パケット処理部23におけるスケジュール処理部23bに関わる構成は、図8に示したものと同様となる。また、スケジューリングの流れについても、図9に示したものと同様となる。ただし、スケジュール後の全てのBARは同時に送信されることになる。BARを送信する時刻は、全てのチャンネルに対し、最後のパケットの送信が完了した時刻 + t (定数) である。IEEE 802.11aと同じ物理層を用いた場合、tは16μsである。

【0292】

なお、実施の形態4におけるNormal AckおよびBAR/BAについては、実施の形態3で説明したものと同様となるので、ここではその説明を省略する。

【0293】

本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせ得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【0294】

本発明に係る通信装置は、例えば、動画データなどのストリームデータや、その他のデータを外部の装置に対して送信することが可能な送信装置に用いられる通信装置に適用することが可能である。具体的には、送信装置としては、例えばDVDプレイヤー、DVDレコーダ、HDDレコーダなどのデジタル符号として記録された動画の再生機能を持つ装置や、BS/CSチューナーなどの放送受信装置などが挙げられる。

【0295】

また、本発明に係る通信装置は、例えば、受信したストリームデータやその他のデータに基づいて処理を行う受信装置に用いられる通信装置に適用することが可能である。具体的には、受信装置としては、例えば受信したストリームデータとしての動画データを表示する表示装置などが挙げられる。

【図面の簡単な説明】

【0296】

【図1】本発明の一実施形態に係る送信側通信装置および受信側通信装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】本実施形態に係る通信ネットワークシステムの概略構成を示すブロック図である。

【図3】送信側MAC層の概略構成を示すブロック図である。

【図4】受信側MAC層の概略構成を示すブロック図である。

【図5】送信パケット処理部におけるスケジュール処理部に関わる構成を示すブロック図である。

【図6】スケジュール処理部によるスケジューリングの流れを示すフローチャートである。

【図7】同図(a)~同図(c)は、送信パケット処理部の第2の構成例におけるスケジ

10

20

30

40

50

ューリングの概要を説明する図である。

【図 8】第 2 の構成例における送信パケット処理部におけるスケジュール処理部に関わる構成を示すブロック図である。

【図 9】送信パケット処理部の第 2 の構成例におけるスケジュールリングの流れを示すフローチャートである。

【図 10】Error Rate の算出の例を示す図である。

【図 11】本実施形態で用いる B A R および B A の概略構成を示す図である。

【図 12】本発明の実施の他の形態に係る送信側 M A C 層の概略構成を示すブロック図である。

【図 13】本発明の実施の他の形態に係る受信側 M A C 層の概略構成を示すブロック図である。 10

【図 14】本発明の実施の他の形態における B A R / B A のシーケンス例を示す図である。

【図 15】本発明の実施の他の形態におけるスケジュール処理部によるスケジュールリングの流れを示すフローチャートである。

【図 16】本発明の実施の他の形態における、第 2 の構成例における送信パケット処理部におけるスケジュール処理部に関わる構成を示すブロック図である。

【図 17】本発明の実施の他の形態における送信パケット処理部の第 2 の構成例におけるスケジュールリングの流れを示すフローチャートである。

【図 18】特定のチャンネルにおいて、B A R / B A シーケンスが成功した場合と失敗した場合とを示すパケットシーケンスの例を示す図である。 20

【図 19】パケットシーケンスの 2 つの事例を示す図である。

【図 20】可変長の入力データパケットを固定長の中間パケットに変換する処理を示す図である。

【図 21】同図 (a) は、2 つのチャンネルでパケットの送信を行う構成において、従来の Normal A c k による送達確認処理が行われる場合のパケットシーケンスの例を示す図であり、同図 (b) は、2 つのチャンネルでパケットの送信を行う構成において、本実施形態における Normal A c k による送達確認処理が行われる場合のパケットシーケンスの例を示す図である。

【図 22】同図 (a) は、3 つのチャンネルでパケットの送信を行う構成において、従来の Normal A c k による送達確認処理が行われる場合のパケットシーケンスの例を示す図であり、同図 (b) は、3 つのチャンネルでパケットの送信を行う構成において、本実施形態における B A による送達確認処理が行われる場合のパケットシーケンスの例を示す図である。 30

【図 23】同図 (a) および同図 (b) は、I E E E 8 0 2 . 1 1 e に規定されている Normal A c k を用いる送達確認を行った場合の具体的な事例を示す図である。

【図 24】同図 (a) および同図 (b) は、Q o S パケットの再送が成功した例および失敗した例を示す図である。

【図 25】無線通信の場合に、伝送路であるチャンネル毎にエラー率が時間的に変動する様子を示す図である。 40

【図 26】同図 (a) は、2 つのチャンネルに対応する 2 つのアンテナが近接して設けられている場合の構成例を示す図であり、同図 (b) は、2 つのチャンネルでそれぞれ信号の送信および受信が行われる場合の、横軸に周波数、縦軸に信号電力をとったグラフの概略を示す図である。

【図 27】同図 (a) は、M I M O による通信を行う際に、2 つのチャンネルでのパケット送信開始時刻が互いに異なっている場合のチャンネル信号の波形を示す図であり、同図 (b) は、M I M O による通信を行う際に、2 つのチャンネルでのパケット送信開始時刻が揃っている場合のチャンネル信号の波形を示す図である。

【図 28】2 つのチャンネルにおいて、それぞれ長さの違うパケットが伝送される際、Normal A c k は最も長いパケットの終了に合わせて返信される必要があることを説 50

明する図である。

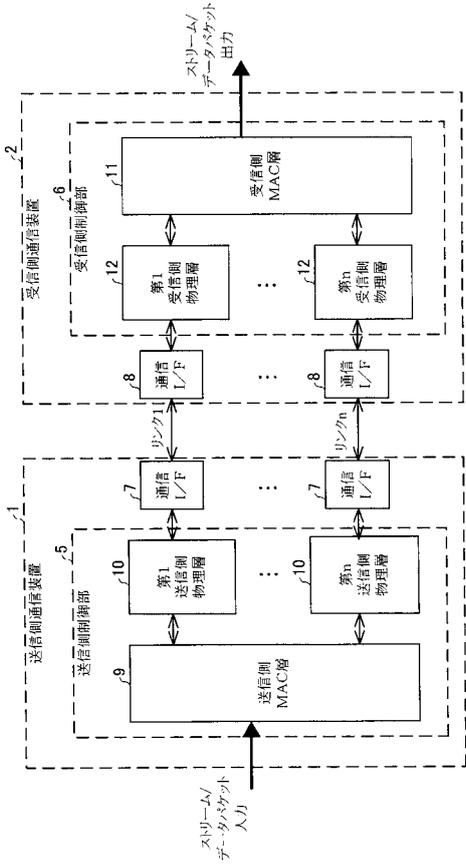
【図 29】BAR / BA のパケットシーケンスの例を示す図である。

【符号の説明】

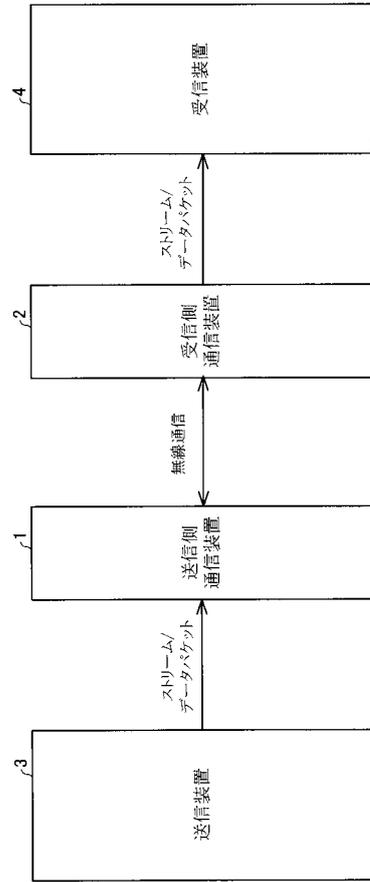
【0297】

- 1 送信側通信装置 (通信装置)
- 2 受信側通信装置 (通信装置)
- 3 送信装置
- 4 受信装置
- 5 送信側制御部
- 6 受信側制御部 10
- 9 送信側 MAC 層
- 10 送信側物理層
- 11 受信側 MAC 層
- 12 受信側物理層
- 21 送信バッファ制御部
- 22 フレーム
- 23 送信パケット処理部
- 23 a パケット化処理部 (パケット生成手段)
- 23 b スケジュール処理部 (スケジューリング手段)
- 23 c パケット分配処理部 (パケット分配手段) 20
- 23 d レジスタ
- 23 d 送達確認処理部 (送達確認要求手段)
- 23 e 配列レジスタ
- 24 パケットバッファ (パケット記憶手段)
- 25 フレーム処理部 (送達確認要求手段)
- 26 P k t E n d T i m e (送信完了時間記憶手段)
- 27 S e q B u f f (送信パケット記憶手段)
- 41 受信バッファ制御部
- 42 フレーム
- 43 受信パケット処理部 30
- 43 a パケット整列処理部 (パケット整列手段)
- 43 b データ復元処理部
- 43 c 送達確認処理部 (送達確認送信手段)
- 44 パケットバッファ
- 45 フレーム処理部 (送達確認送信手段)
- 46 S e q B u f f (受信パケット記憶手段)

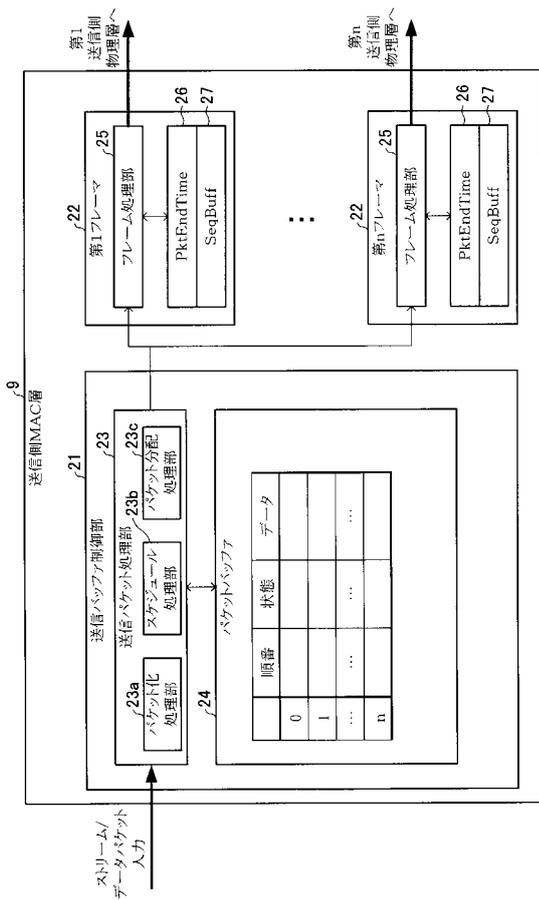
【図1】



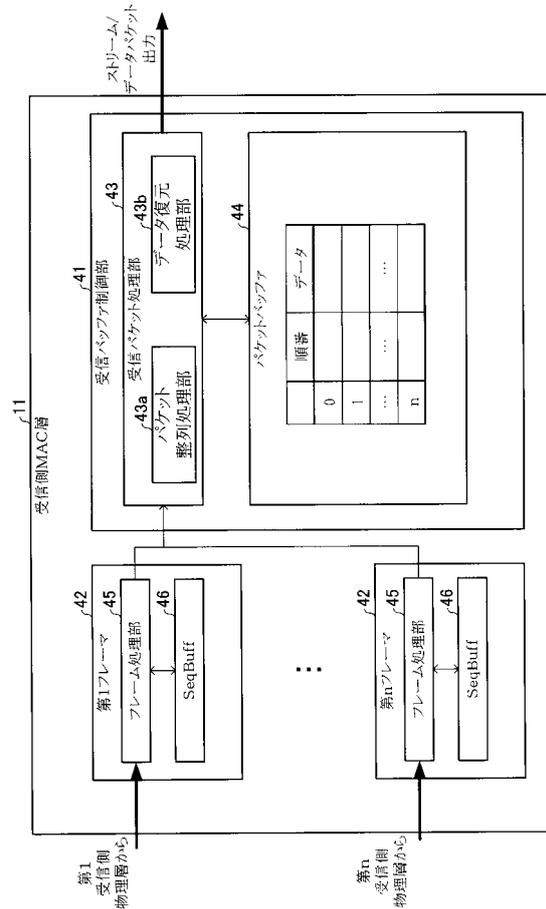
【図2】



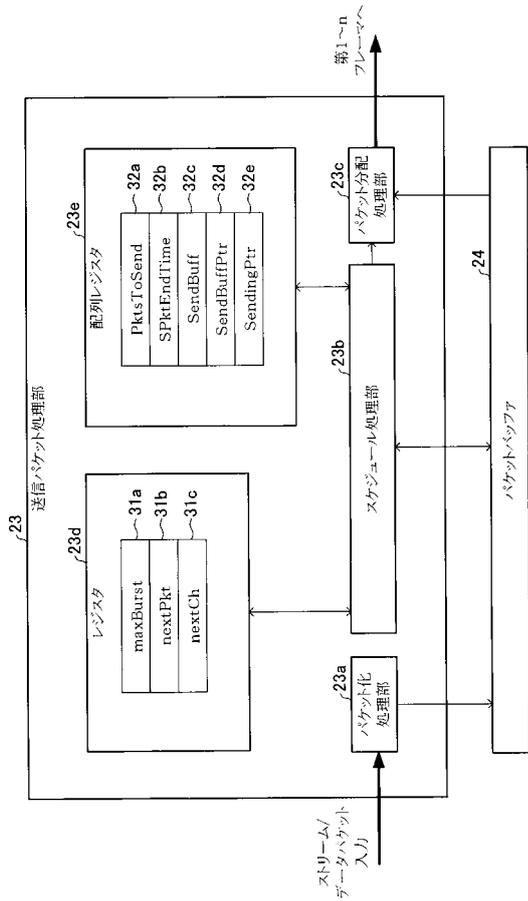
【図3】



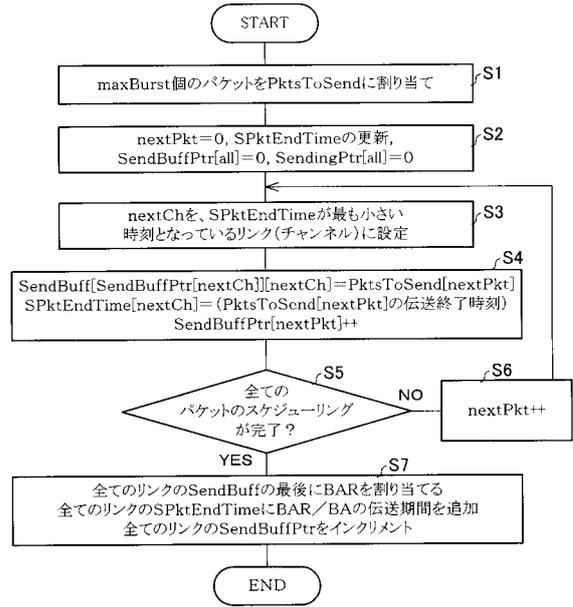
【図4】



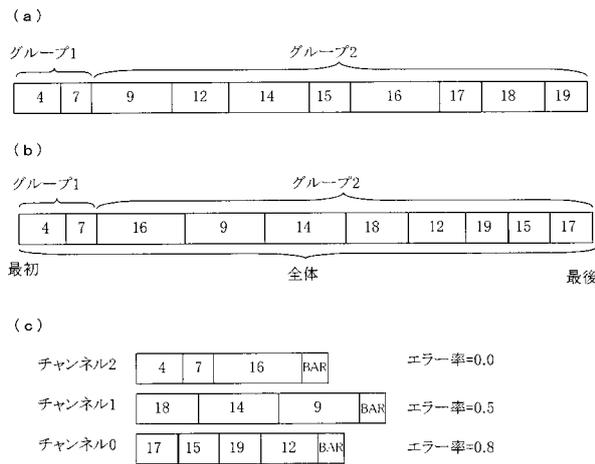
【図5】



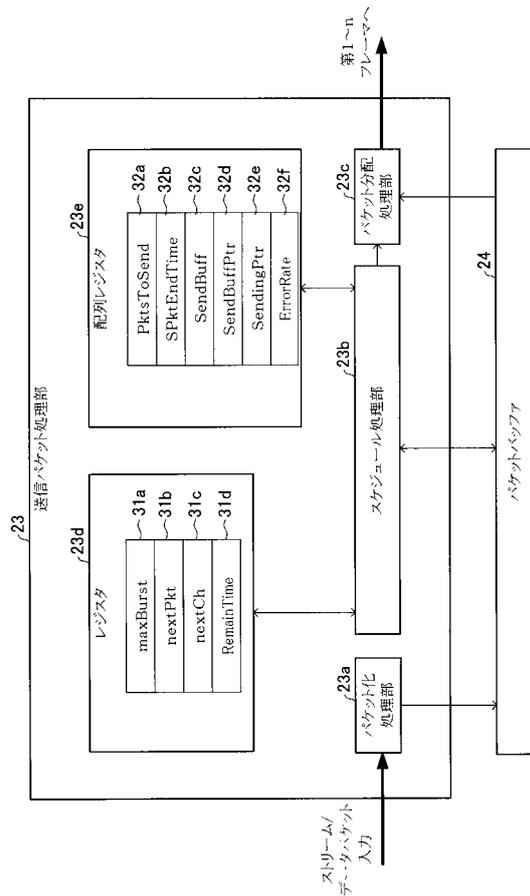
【図6】



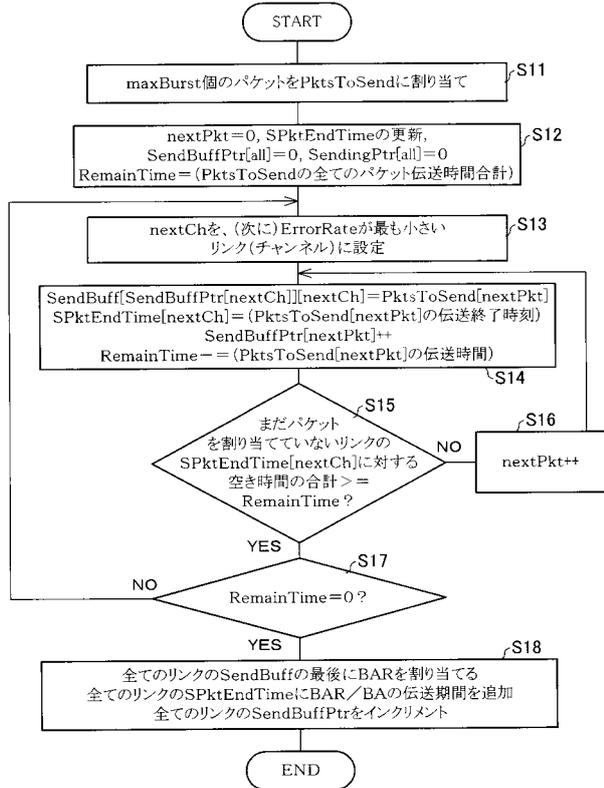
【図7】



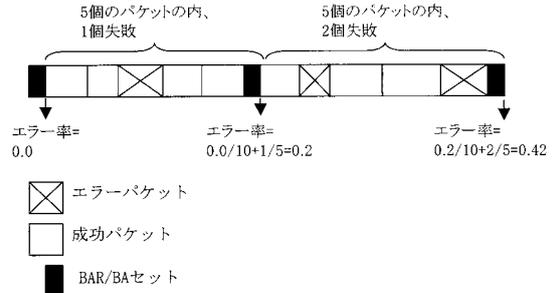
【図8】



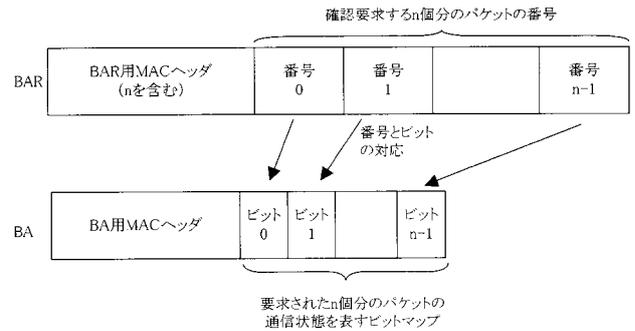
【図9】



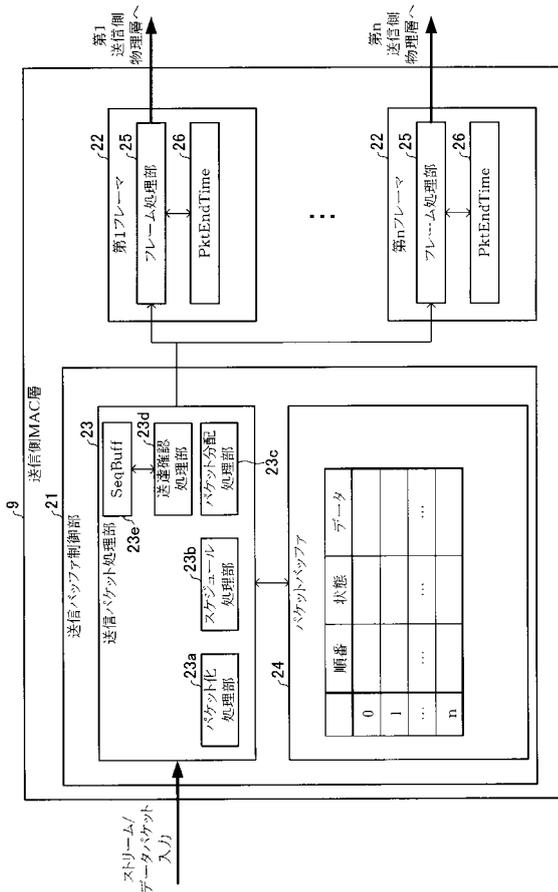
【図10】



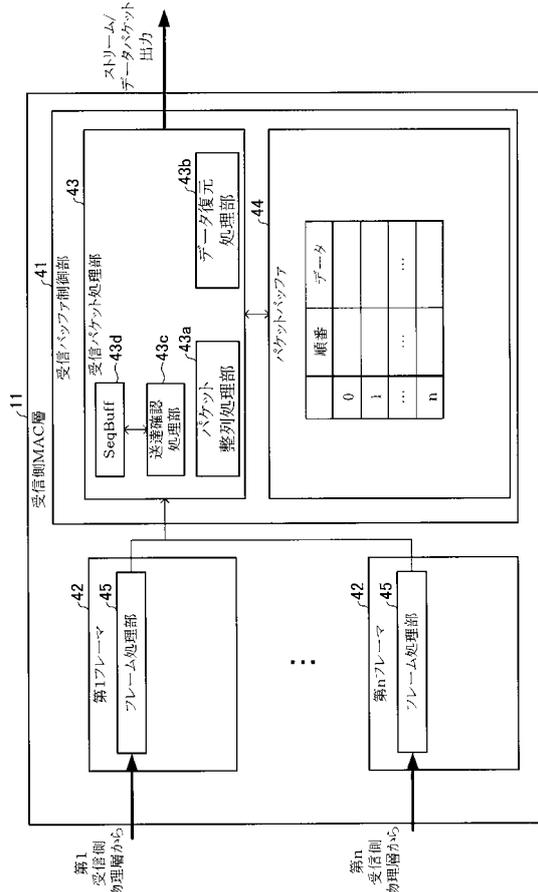
【図11】



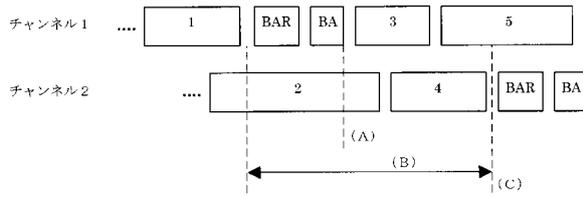
【図12】



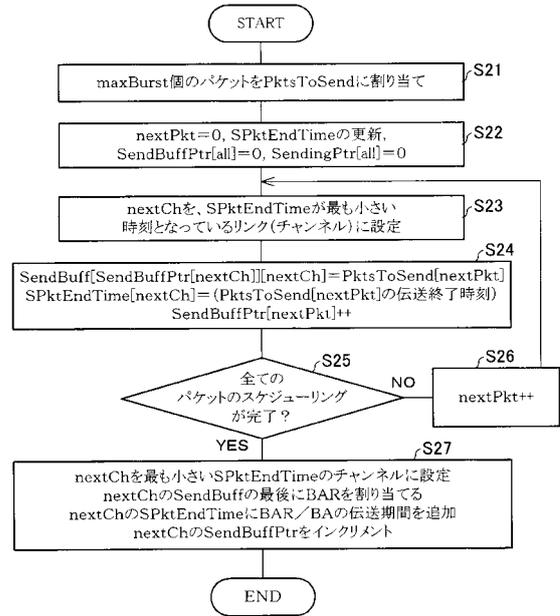
【図13】



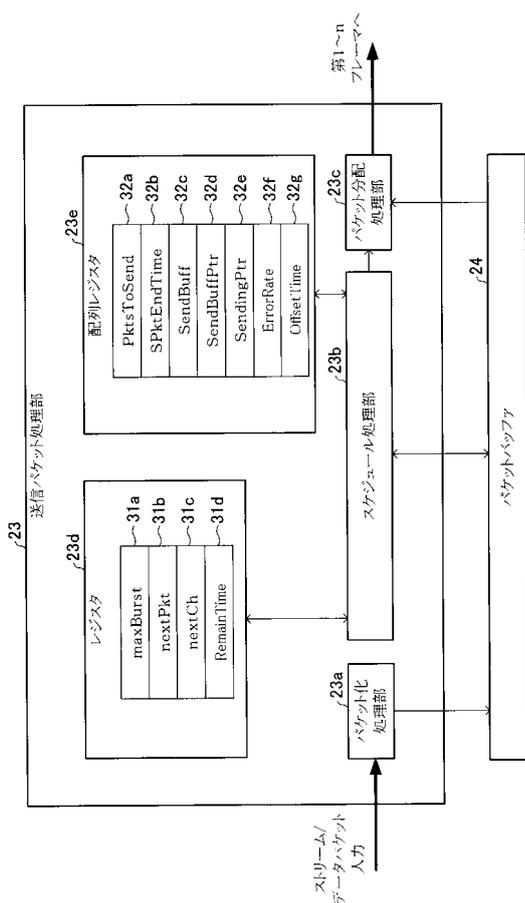
【図14】



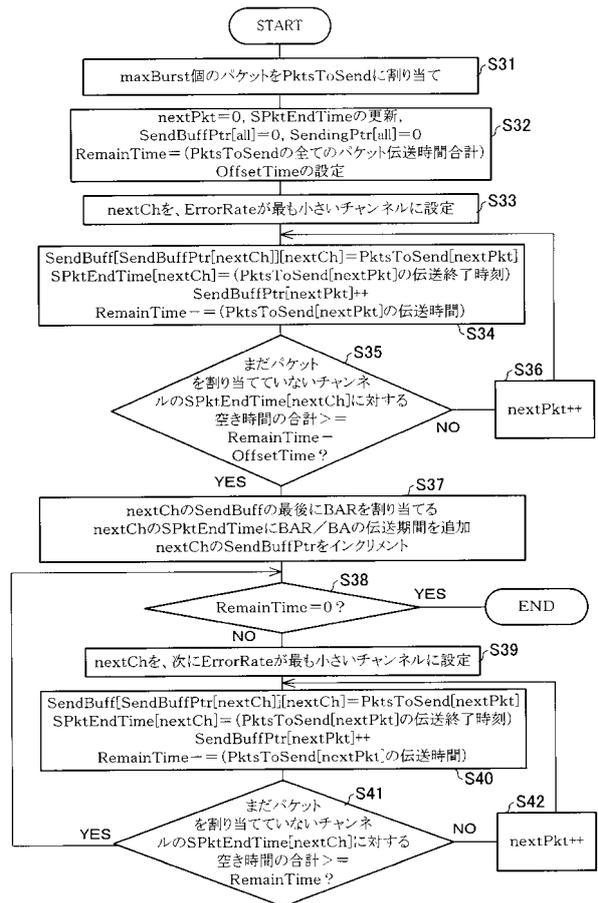
【図15】



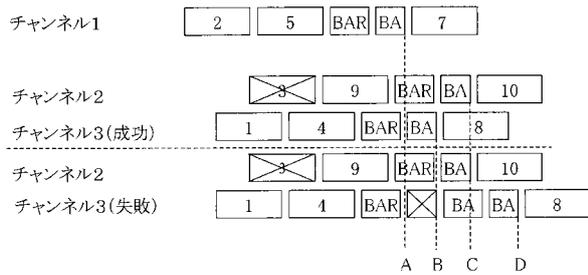
【図16】



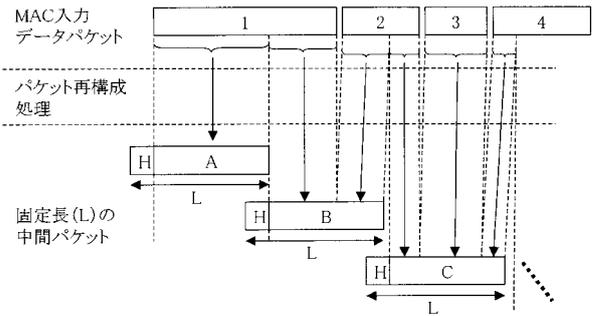
【図17】



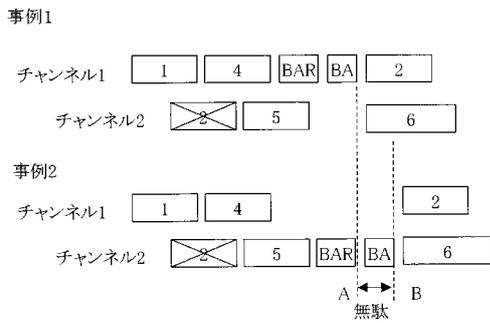
【 図 1 8 】



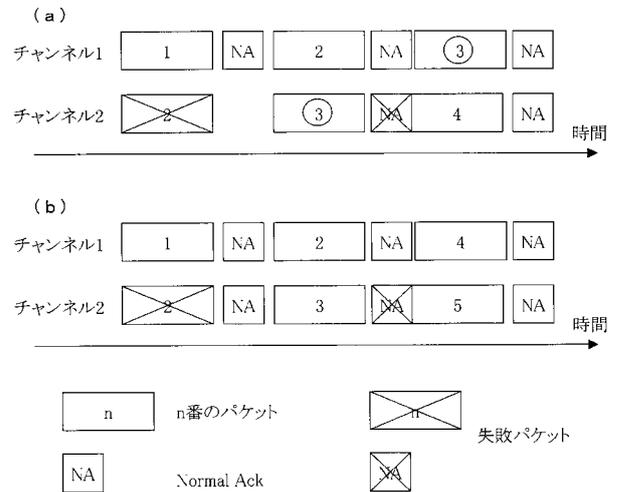
【 図 2 0 】



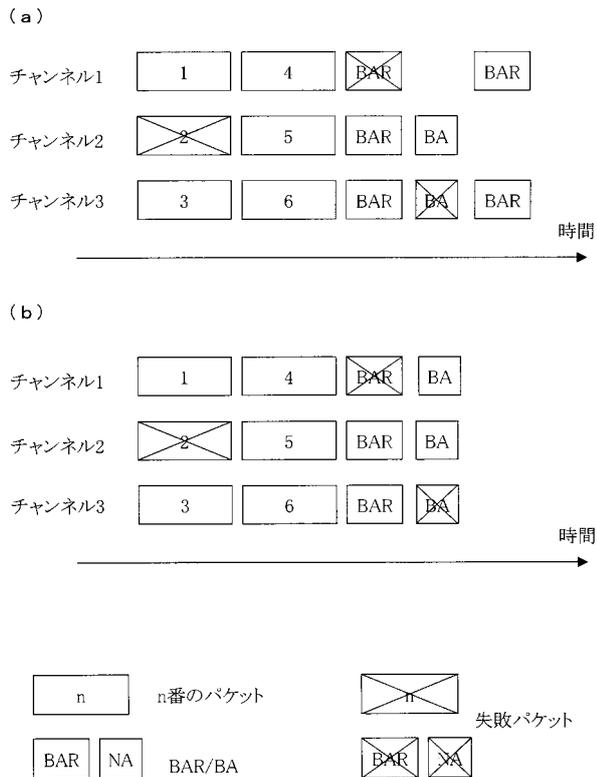
【 図 1 9 】



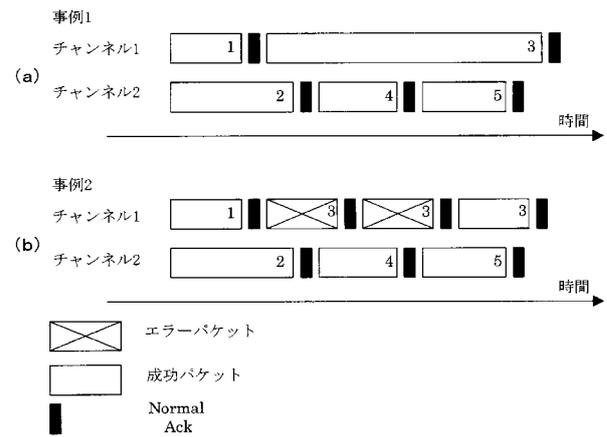
【 図 2 1 】



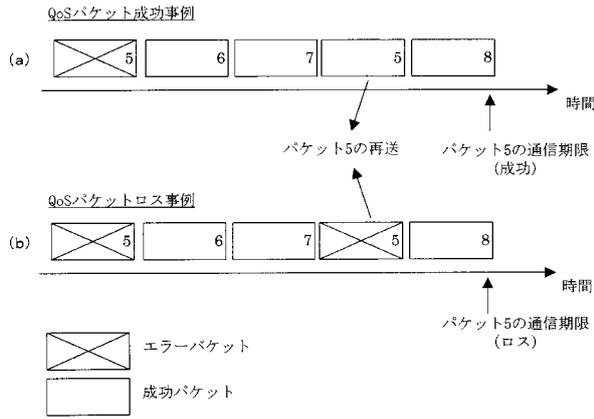
【 図 2 2 】



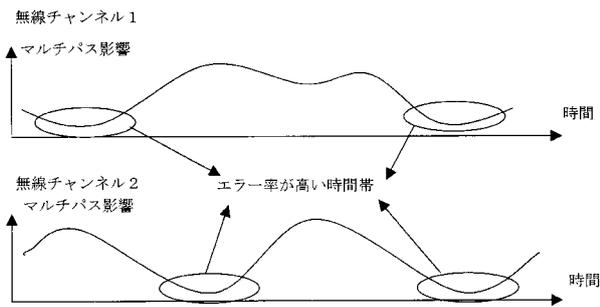
【 図 2 3 】



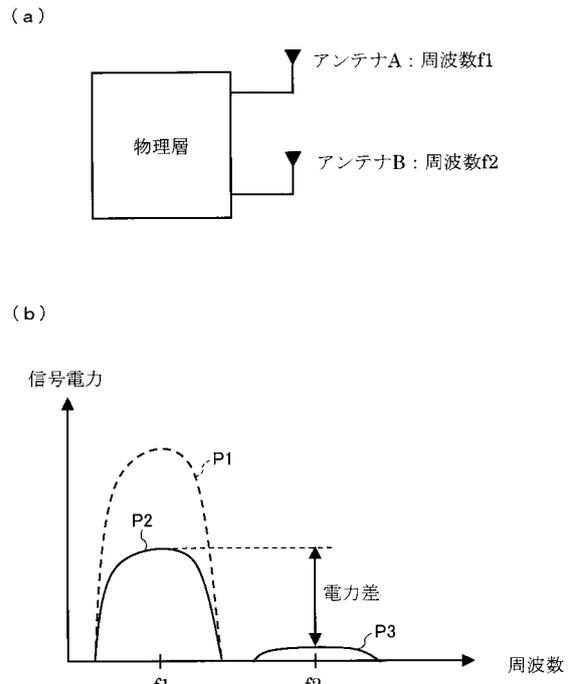
【図 2 4】



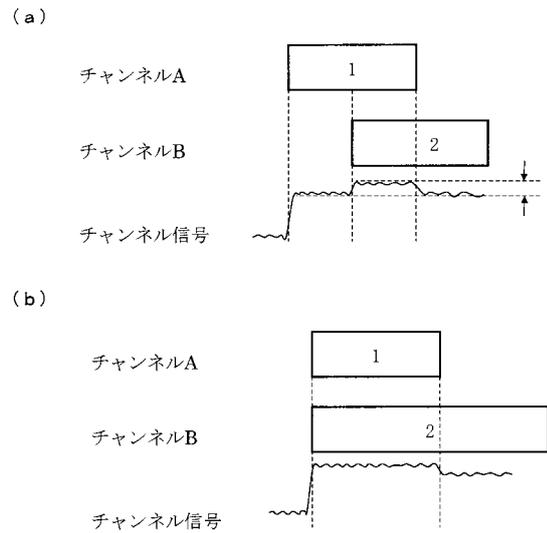
【図 2 5】



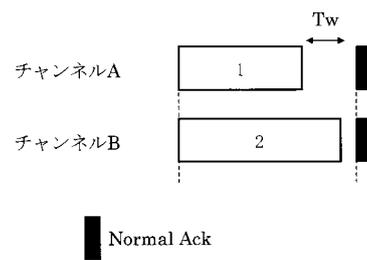
【図 2 6】



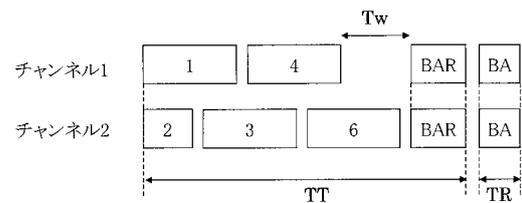
【図 2 7】



【図 2 8】



【図 2 9】



フロントページの続き

(72)発明者 東本 雅至

大阪府大阪市阿倍野区长池町2番2号 シャープ株式会社内

(72)発明者 浦野 直樹

大阪府大阪市阿倍野区长池町2番2号 シャープ株式会社内

(72)発明者 北口 進

大阪府大阪市阿倍野区长池町2番2号 シャープ株式会社内

Fターム(参考) 5K030 GA03 HA08 JL01 KA03 LA02 LA03 LD02

5K034 AA01 BB06 BB07 DD02 EE11 HH06 HH64 JJ11 LL01 MM08

MM11 MM18 MM21 NN11 NN13 NN26

【要約の続き】