

(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2006-311464
(P2006-311464A)

(43) 公開日 平成18年11月9日(2006.11.9)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4L 1/00 (2006.01)	HO4L 1/00 E	5K014
HO4L 1/16 (2006.01)	HO4L 1/16	5K030
HO4L 12/56 (2006.01)	HO4L 12/56 300Z	5K034
HO4L 29/08 (2006.01)	HO4L 13/00 307Z	5K067
HO4Q 7/38 (2006.01)	HO4B 7/26 109M	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-174402 (P2005-174402)
 (22) 出願日 平成17年6月14日 (2005.6.14)
 (31) 優先権主張番号 特願2005-106906 (P2005-106906)
 (32) 優先日 平成17年4月1日 (2005.4.1)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 392026693
 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ
 東京都千代田区永田町二丁目11番1号
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (72) 発明者 三木 信彦
 東京都千代田区永田町二丁目11番1号
 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内
 (72) 発明者 新 博行
 東京都千代田区永田町二丁目11番1号
 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内
 (72) 発明者 原田 篤
 東京都千代田区永田町二丁目11番1号
 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 IPパケットマッピング方法

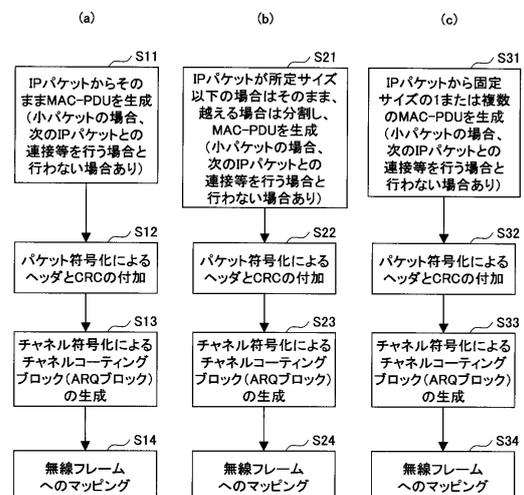
(57) 【要約】

【課題】 ヘッダによるオーバーヘッドを削減して効率を向上させ、再送単位をIPパケットにより近いものとするにより品質制御の性能を向上させ、更に、幅広く分布するサイズのIPパケットに適切に対応することのできるIPパケットマッピング方法を提供する。

【解決手段】 IPパケットが所定のサイズより小さい場合はそのままとし、所定のサイズを超える場合は分割を行ってMAC-PDUを生成する工程と、上記MAC-PDUにIPパケット分割情報を含むヘッダおよびCRC符号の付加を行う工程と、上記ヘッダおよびCRC符号を付加したMAC-PDUをチャネル符号化してチャネルコーディングブロック(ARQブロック)を生成する工程と、上記チャネルコーディングブロックを無線フレームにマッピングする工程とを備える。

【選択図】 図4

本発明のIPパケットマッピング方法を示すフローチャート



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

IP パケットが所定のサイズより小さい場合はそのままとし、所定のサイズを超える場合は分割を行って MAC - PDU を生成する工程と、

上記 MAC - PDU に IP パケット分割情報を含むヘッダおよび CRC 符号の付加を行う工程と、

上記ヘッダおよび CRC 符号を付加した MAC - PDU をチャンネル符号化してチャンネルコーディングブロックを生成する工程と、

上記チャンネルコーディングブロックを無線フレームにマッピングする工程とを備えたことを特徴とする IP パケットマッピング方法。

10

【請求項 2】

IP パケットから固定サイズの 1 または複数の MAC - PDU を生成する工程と、

上記 MAC - PDU に IP パケット分割情報を含むヘッダおよび CRC 符号の付加を行う工程と、

上記ヘッダおよび CRC 符号を付加した MAC - PDU をチャンネル符号化してチャンネルコーディングブロックを生成する工程と、

上記チャンネルコーディングブロックを無線フレームにマッピングする工程とを備えたことを特徴とする IP パケットマッピング方法。

【請求項 3】

IP パケットからそのまま可変サイズの MAC - PDU を生成する工程と、

上記 MAC - PDU に IP パケット分割情報を含むヘッダおよび CRC 符号の付加を行う工程と、

上記ヘッダおよび CRC 符号を付加した MAC - PDU をチャンネル符号化してチャンネルコーディングブロックを生成する工程と、

上記チャンネルコーディングブロックを無線フレームにマッピングする工程とを備えたことを特徴とする IP パケットマッピング方法。

20

【請求項 4】

請求項 1 に記載の IP パケットマッピング方法において、

上記所定のサイズは、受信品質情報および / もしくは再送要求信号頻度に応じて適応的に設定することを特徴とする IP パケットマッピング方法。

30

【請求項 5】

請求項 1 または 4 のいずれか一項に記載の IP パケットマッピング方法において、

上記 IP パケットが所定のサイズを超える場合の分割は、上記 IP パケットを先頭から上記所定のサイズの部分で分割することを特徴とする IP パケットマッピング方法。

【請求項 6】

請求項 1 または 4 のいずれか一項に記載の IP パケットマッピング方法において、

上記 IP パケットが所定のサイズを超える場合の分割は、上記 IP パケットを上記所定のサイズ以下となるように所定の個数に等分割することを特徴とする IP パケットマッピング方法。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の IP パケットマッピング方法において、

受信側から上記チャンネルコーディングブロックの誤りの程度を示す信頼度を受信する工程と、

上記信頼度に応じ、信頼度が低い場合には多くのビットを再送し、信頼度が高い場合には一部のビットのみを再送する工程とを備えたことを特徴とする IP パケットマッピング方法。

40

【請求項 8】

請求項 7 に記載の IP パケットマッピング方法において、

上記信頼度は信頼度に応じてレベル分けされた NACK 信号により受信されることを特徴とする IP パケットマッピング方法。

50

【請求項 9】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の IP パケットマッピング方法において、受信側から上記チャネルコーディングブロックのビット毎あるいはブロック毎の誤りの程度を示す信頼度を受信する工程と、

上記信頼度に応じ、信頼度が低く誤りが発生していると判断されるビットあるいはブロックのみを再送する工程とを備えたことを特徴とする IP パケットマッピング方法。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の IP パケットマッピング方法において、そのままもしくは分割した IP パケットのサイズが事前に定めた一定の値に満たない場合またはサイズに余裕が生ずる場合、続く IP パケットとの接続、繰り返し符号化によるレートマッチングもしくはダミービットの挿入を行うことを特徴とする IP パケットマッピング方法。

10

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の IP パケットマッピング方法において、上記 CRC 符号に基づく受信側からの再送要求信号は、他の制御シンボルとともに ACK / NACK 信号を CRC 符号化した他の CRC 符号を伴うことを特徴とする IP パケットマッピング方法。

【請求項 12】

IP パケットの分割および/もしくは続く IP パケットとの接続を行い、MAC - PDU を生成する分割・接続部と、

20

上記 MAC - PDU に IP パケット分割情報を含むヘッダおよび CRC 符号の付加を行うパケット符号化部と、

上記ヘッダおよび CRC 符号を付加した MAC - PDU をチャネル符号化してチャネルコーディングブロックを生成するチャネル符号化部と、

上記チャネルコーディングブロックを無線フレームにマッピングするマッピング部とを備えたことを特徴とする送信機。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、IP (Internet Protocol) パケットを物理チャネルの無線フレームにマッピングする IP パケットマッピング方法に関する。

30

【背景技術】**【0002】**

図 1 は従来 of HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) における IP パケットの物理チャネルへのマッピング方法を示す図である。

【0003】

図 1 において、送信対象となる IP パケットは、先ず、RLC (Radio Link Control) レイヤの再送単位である一定サイズの RLC - PDU (Protocol Data Unit) に分割される (ステップ S1)。なお、RLC - PDU の先頭部分には、RLC レイヤで再送を実現するためのパケット番号等の制御情報を含むヘッダ H (RLC ヘッダ) が付加される。

40

【0004】

次いで、チャネル状態に応じて 1 フレームにて送信可能な RLC - PDU がまとめられ、MAC (Media Access Control) - PDU が生成される (ステップ S2)。

【0005】

次いで、この MAC - PDU の先頭部分には MAC レイヤでの制御情報を含むヘッダ MAC - H (MAC ヘッダ) が付加されるとともに、MAC レイヤでの再送を行うための誤り検出符号 CRC (Cyclic Redundancy Check) 符号が付加される (ステップ S3)。

【0006】

次いで、MAC ヘッダおよび CRC 符号が付加された MAC - PDU は、誤り訂正のためのチャネル符号化が行われ、チャネルコーディングブロック (Channel Coding Block)

50

となる(ステップS4)。なお、このチャンネルコーディングブロックはMACレイヤでの再送単位であるARQ(Automatic Repeat reQuest)ブロックである。

【0007】

そして、チャンネルコーディングブロックは無線フレーム(Radio Frame)にマッピングされ(ステップS5)、送信される。

【0008】

なお、出願人は出願時点までに本発明に関連する先行技術文献を発見することができなかった。よって、先行技術文献情報を開示していない。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0009】

従来のHSDPAにおけるIPパケットの物理チャンネルへのマッピング方法は上述したように行われるものであったが、次のような問題点があった。

【0010】

第1に、RLCレイヤ、MACレイヤという複数のレイヤを経由して物理チャンネルの無線フレームにマッピングが行われるものであるため、途中で多くのヘッダが付加されることになり、そのオーバーヘッドにより通信の効率化が図れないという問題があった。図2は従来のIPパケットの物理チャンネルへのマッピングにおけるヘッダ等のビット数の例を示す図であるが、例えばIPパケットを1500バイト、RLC-PDUを40バイトとすると、IPパケットは38個のRLC-PDUに分割されることとなり、それぞれに16ビットのRLCヘッダが付加される。また、MAC-PDUに付加されるヘッダ等は図示のようになる。このように多くのヘッダ等が付加されるため、そのオーバーヘッドにより通信の効率化が図れない。

20

【0011】

第2に、最終的に品質を維持すべき単位は送信対象であるIPパケットであるものの、データ誤りが発生した場合に品質を維持するための再送は、チャンネルコーディングブロック(ARQブロック)を単位とするMACレイヤと、RLC-PDUを単位とする上位のRLCレイヤとの2層で行われており、IPパケットとは直接に関係しない。例えば、IPパケットが10個のRLC-PDUに分割される場合、そのうちの9個が正常に受信されたとしても、1個に誤りが発生すればIPパケット全体としては無意味なものとなり、再送制御が有効に作用していない。

30

【0012】

第3に、IPパケットは可変長であるため、様々なサイズのものがマッピングの対象となるが、従来の方法では固定サイズのRLC-PDUに分割され、チャンネル状態に応じて1フレームにて送信可能なRLC-PDUがまとめられてMAC-PDUが生成されるものであり、ここではIPパケットのサイズが何ら考慮されていないため、十分効率的なものとすることができない。図3は有線系インターネット上のIPパケットサイズの分布の例を示す図であり、(a)はIPパケットのサイズ(横軸)に対するパケット数割合(縦軸)を示し、(b)はIPパケットのサイズ(横軸)に対するパケット数割合の累積値(縦軸)を示しているが、40バイト前後の極めて短いものと、1500バイト前後の大きいものとに二極化している傾向がある(64バイト以下が約50%、1400バイト以上が約20%)。今後の無線通信ではIPパケットが主なトラフィックになると考えられることから、このように幅広く分布するサイズのIPパケットに適切に対応できることが望まれる。

40

【0013】

本発明は上記の従来の問題点に鑑み提案されたものであり、その目的とするところは、ヘッダによるオーバーヘッドを削減して効率を向上させ、再送単位をIPパケットにより近いものとするにより品質制御の性能を向上させ、更に、幅広く分布するサイズのIPパケットに適切に対応することのできるIPパケットマッピング方法を提供することにある。

50

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記の課題を解決するため、本発明にあつては、請求項1に記載されるように、IPパケットが所定のサイズより小さい場合はそのままとし、所定のサイズを超える場合は分割を行つてMAC - PDUを生成する工程と、上記MAC - PDUにIPパケット分割情報を含むヘッダおよびCRC符号の付加を行う工程と、上記ヘッダおよびCRC符号を付加したMAC - PDUをチャンネル符号化してチャンネルコーディングブロックを生成する工程と、上記チャンネルコーディングブロックを無線フレームにマッピングする工程とを備えるようにしている。

【0015】

また、請求項2に記載されるように、IPパケットから固定サイズの1または複数のMAC - PDUを生成する工程と、上記MAC - PDUにIPパケット分割情報を含むヘッダおよびCRC符号の付加を行う工程と、上記ヘッダおよびCRC符号を付加したMAC - PDUをチャンネル符号化してチャンネルコーディングブロックを生成する工程と、上記チャンネルコーディングブロックを無線フレームにマッピングする工程とを備えるようにすることができる。

10

【0016】

また、請求項3に記載されるように、IPパケットからそのまま可変サイズのMAC - PDUを生成する工程と、上記MAC - PDUにIPパケット分割情報を含むヘッダおよびCRC符号の付加を行う工程と、上記ヘッダおよびCRC符号を付加したMAC - PDUをチャンネル符号化してチャンネルコーディングブロックを生成する工程と、上記チャンネルコーディングブロックを無線フレームにマッピングする工程とを備えるようにすることができる。

20

【0017】

また、請求項4に記載されるように、請求項1に記載のIPパケットマッピング方法において、上記所定のサイズは、受信品質情報および/もしくは再送要求信号頻度に応じて適応的に設定するようにすることができる。

【0018】

また、請求項5に記載されるように、請求項1または4のいずれか一項に記載のIPパケットマッピング方法において、上記IPパケットが所定のサイズを超える場合の分割は、上記IPパケットを先頭から上記所定のサイズの部分で分割するようにすることができる。

30

【0019】

また、請求項6に記載されるように、請求項1または4のいずれか一項に記載のIPパケットマッピング方法において、上記IPパケットが所定のサイズを超える場合の分割は、上記IPパケットを上記所定のサイズ以下となるように所定の個数に等分割するようにすることができる。

【0020】

また、請求項7に記載されるように、請求項1乃至3のいずれか一項に記載のIPパケットマッピング方法において、受信側から上記チャンネルコーディングブロックの誤りの程度を示す信頼度を受信する工程と、上記信頼度に応じ、信頼度が低い場合には多くのビットを再送し、信頼度が高い場合には一部のビットのみを再送する工程とを備えるようにすることができる。

40

【0021】

また、請求項8に記載されるように、請求項7に記載のIPパケットマッピング方法において、上記信頼度は信頼度に応じてレベル分けされたNACK信号により受信されるものとしてすることができる。

【0022】

また、請求項9に記載されるように、請求項1乃至3のいずれか一項に記載のIPパケットマッピング方法において、受信側から上記チャンネルコーディングブロックのビット毎

50

あるいはブロック毎の誤りの程度を示す信頼度を受信する工程と、上記信頼度に応じ、信頼度が低く誤りが発生していると判断されるビットあるいはブロックのみを再送する工程とを備えるようにすることができる。

【0023】

また、請求項10に記載されるように、請求項1乃至9のいずれか一項に記載のIPパケットマッピング方法において、そのままもしくは分割したIPパケットのサイズが事前に定めた一定の値に満たない場合またはサイズに余裕が生ずる場合、続くIPパケットとの接続、繰り返し符号化によるレートマッチングもしくはダミービットの挿入を行うようにすることができる。

【0024】

また、請求項11に記載されるように、請求項1乃至10のいずれか一項に記載のIPパケットマッピング方法において、上記CRC符号に基づく受信側からの再送要求信号は、他の制御シンボルとともにACK/NACK信号をCRC符号化した他のCRC符号を伴うようにすることができる。

10

【0025】

また、請求項12に記載されるように、IPパケットの分割および/もしくは続くIPパケットとの接続を行い、MAC-PDUを生成する分割・接続部と、上記MAC-PDUにIPパケット分割情報を含むヘッダおよびCRC符号の付加を行うパケット符号化部と、上記ヘッダおよびCRC符号を付加したMAC-PDUをチャンネル符号化してチャンネルコーディングブロックを生成するチャンネル符号化部と、上記チャンネルコーディングブロックを無線フレームにマッピングするマッピング部とを備える送信機として構成することができる。

20

【発明の効果】

【0026】

本発明のIPパケットマッピング方法にあっては、RLCレイヤのヘッダがなくなることでオーバーヘッドが低減し効率を向上させることができる。また、再送単位がIPパケットにより近いものとなることで品質制御の性能を向上させることができる。更に、IPパケットのサイズに応じていくつかのパターンで分割・接続を行うことで幅広く分布するサイズのIPパケットを効率よく伝送することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0027】

以下、本発明の好適な実施形態につき説明する。

【0028】

図4は本発明のIPパケットマッピング方法を示すフローチャートである。

【0029】

図4(a)はIPパケットの分割を行わず可変長のMAC-PDUを生成するタイプであり、IPパケットからそのままMAC-PDUを生成する工程(ステップS11)と、生成されたMAC-PDUにIPパケット分割情報を含むヘッダ(MACレイヤでの制御情報を含む)およびCRC符号(MACレイヤでの再送を行うための誤り検出符号)の付加を行う工程(ステップS12)と、ヘッダおよびCRC符号を付加したMAC-PDUを誤り訂正のためにチャンネル符号化してチャンネルコーディングブロックを生成する工程(ステップS13)と、チャンネルコーディングブロックを無線フレームにマッピングする工程(ステップS14)とから構成されている。なお、MAC-PDUの生成工程(ステップS11)では、IPパケットのサイズが事前に定めた一定の値に満たない場合(チャンネル符号化利得が得られない程度のサイズの場合)に、続くIPパケットとの接続(送信バッファに続くIPパケットがある場合に限られる)、繰り返し符号化によるレートマッチングもしくはダミービットの挿入を行う場合と行わない場合とがある。また、これらの接続等の処理は、無線リンク状態に応じて制御を行うようにすることができる。

40

【0030】

図4(b)はIPパケットのサイズに応じて分割を行って可変長のMAC-PDUを生

50

成するタイプであり、IPパケットが所定のサイズより小さい場合はそのままとし、所定のサイズを超える場合は分割を行ってMAC - PDUを生成する工程（ステップS21）と、生成されたMAC - PDUにIPパケット分割情報を含むヘッダおよびCRC符号の付加を行う工程（ステップS22）と、ヘッダおよびCRC符号を付加したMAC - PDUをチャンネル符号化してチャンネルコーディングブロックを生成する工程（ステップS23）と、チャンネルコーディングブロックを無線フレームにマッピングする工程（ステップS24）とから構成されている。なお、MAC - PDUの生成工程（ステップS21）では、そのままもしくは分割したIPパケットのサイズが事前に定めた一定の値に満たない場合に、続くIPパケットとの接続、繰り返し符号化によるレートマッチングもしくはダミービットの挿入を行う場合と行わない場合とがある。また、これらの接続等の処理は、無線リンク状態に応じて制御を行うようにすることができる。

10

【0031】

図4(c)は常に固定サイズのMAC - PDUを生成するタイプであり、IPパケットから固定サイズの1または複数のMAC - PDUを生成する工程（ステップS31）と、生成されたMAC - PDUにIPパケット分割情報を含むヘッダおよびCRC符号の付加を行う工程（ステップS32）と、ヘッダおよびCRC符号を付加したMAC - PDUをチャンネル符号化してチャンネルコーディングブロックを生成する工程（ステップS33）と、チャンネルコーディングブロックを無線フレームにマッピングする工程（ステップS34）とから構成されている。なお、MAC - PDUの生成工程（ステップS31）では、生成したMAC - PDUのサイズが事前に定めた値より小さい場合に、続くIPパケットとの接続、繰り返し符号化によるレートマッチングもしくはダミービットの挿入を行う場合と行わない場合とがある。また、これらの接続等の処理は、無線リンク状態に応じて制御を行うようにすることができる。

20

【0032】

図5は本発明のIPパケットマッピング方法のパターンの分類を示す図であり、P1～P7が図4(a)の方法に相当し、P8～P20が図4(b)の方法に相当し、P8、P21～P25が図4(c)の方法に相当する。なお、P8～P20は、更に、一定長以下となるように等分割する場合のP8～P13と、固定長で分割する場合のP8、P9、P14～P20とに分かれる。

30

【0033】

図6～図9は上記のパターンのうち代表的なものにおけるIPパケットとMAC - PDUの関係の例を示す図である。

【0034】

図6は分割なし、可変長の場合（図4(a)および図5のP1～P7の方法に対応）のIPパケットとMAC - PDUの関係の例を示す図であり、IPパケットのサイズにMAC - PDUのサイズが連動する様子を示している。なお、IPパケットのサイズが事前に定めた一定の値に満たない場合、ハッチング（斜線部）で示すように、続くIPパケットとの接続、繰り返し符号化によるレートマッチングもしくはダミービットの挿入を行う様子を併せて示している。

【0035】

この方法によれば、オーバーヘッドが最も小さくなる利点がある。また、再送、チャンネル符号化の単位が最終品質を保證すべきIPパケットとなるため、品質制御が簡単になる。反面、IPパケットのサイズが1500バイトといった非常に大きい場合、再送単位が非常に大きくなるため、再送の効率が劣化する可能性がある。また、MAC - PDUのサイズが大きく変動する。なお、後述するように再送の仕組みを改良することにより、再送による効率劣化の問題を解消することができる。

40

【0036】

図7は分割あり、可変長、一定長以下となるように等分割の場合（図4(b)および図5のP8～P13の方法に対応）のIPパケットとMAC - PDUの関係の例を示す図であり、スレシヨールドサイズ S_{TH} まではIPパケットのサイズにMAC - PDUのサイ

50

ズが連動するが、スレシヨールドサイズ S_{TH} を超えた場合は一定長以下となるように等分割が行われる様子を示している。なお、IPパケットのサイズが事前に定めた一定の値に満たない場合、ハッチングで示すように、続くIPパケットとの接続、繰り返し符号化によるレートマッチングもしくはダミービットの挿入を行う様子を併せて示している。

【0037】

この方法によれば、非常に大きいサイズのMAC-PDUが存在することはなくなるとともに、MAC-PDUのサイズの変動が小さくなるが、オーバーヘッドが若干大きくなる。

【0038】

図8は分割あり、可変長、固定長で分割(1つのみ可変長)の場合(図4(b)および図5のP8、P9、P14~P20の方法に対応)のIPパケットとMAC-PDUの関係の例を示す図であり、スレシヨールドサイズ S_{TH} まではIPパケットのサイズにMAC-PDUのサイズが連動するが、スレシヨールドサイズ S_{TH} を超えた場合は先頭側から固定長で分割が行われ、残った部分は可変長となる様子を示している。なお、そのままもしくは分割したIPパケットのサイズが事前に定めた一定の値に満たない場合、ハッチングで示すように、続くIPパケットとの接続、繰り返し符号化によるレートマッチングもしくはダミービットの挿入を行う様子を併せて示している。

10

【0039】

この方法によれば、非常に大きいサイズのMAC-PDUが存在することはなくなるとともに、MAC-PDUのサイズの変動が小さくなるが、オーバーヘッドが若干大きくなるとともに、小さいサイズのMAC-PDUができる可能性がある。

20

【0040】

図9は分割あり、固定長の場合(図4(c)および図5のP8、P21~P25の方法に対応)のIPパケットとMAC-PDUの関係の例を示す図であり、常に固定サイズのMAC-PDUを生成する様子を示している。なお、生成したMAC-PDUのサイズが事前に定めた値より小さい場合、ハッチングで示すように、続くIPパケットとの接続、繰り返し符号化によるレートマッチングもしくはダミービットの挿入を行う様子を併せて示している。

【0041】

この方法によれば、MAC-PDUが一定サイズ以下であるため、無線フレームへのマッピングが容易となる。反面、オーバーヘッドは大きくなる。

30

【0042】

次に、図10は本発明のIPパケットマッピング方法を適用した通信システムの構成例を示す図である。

【0043】

図10において、送信機10は、送信対象のIPパケットを一時的に蓄積する送信バッファ11と、この送信バッファ11に蓄積されたIPパケットを取り出し、分割および/もしくは続くIPパケットとの接続を行い、MAC-PDUを生成する分割・接続部12と、生成したMAC-PDUにIPパケット分割情報を含むヘッダおよびCRC符号の付加を行うパケット符号化部13と、ヘッダおよびCRC符号を付加したMAC-PDUをチャンネル符号化してチャンネルコーディングブロックを生成するチャンネル符号化部14と、チャンネルコーディングブロックを無線フレームにマッピングするマッピング部15と、マッピングした無線フレームを無線信号に変調する変調部16とを備えている。また、送信機10は、受信機20から送られてくる再送要求信号に応じて再送制御を行う再送制御部17と、受信機20から送られてくる受信品質情報および再送要求信号(頻度)に応じて分割・接続部12の分割サイズおよび接続の有無を制御する制御部18とを備えている。ここで、制御部18は、受信品質が悪い場合あるいは再送要求信号の頻度が高い場合には、分割サイズを小さくし、接続を行わない方向に制御し、反対に受信品質が良い場合あるいは再送要求信号の頻度が低い場合には、分割サイズを大きくし、接続を行う方向に制御することで、より効率的に送信が行えるようにする。

40

50

【 0 0 4 4 】

一方、受信機 2 0 は、無線信号を復調する復調部 2 1 と、復調した信号から受信品質を測定して送信機 1 0 側に送る受信品質測定部 2 2 と、復調した信号から再送の有無を判断して送信機 1 0 側に再送要求信号を送る再送制御部 2 3 と、復調した信号から IP パケットを再生する IP パケット再生部 2 4 とを備えている。

【 0 0 4 5 】

図 1 1 は、図 1 0 の分割・接続部 1 2、パケット符号化部 1 3、チャンネル符号化部 1 4 において、IP パケットから MAC - PDU を経てチャンネルコーディングブロックを生成する例を示す図である。図 1 1 (a) は IP パケットが大きい場合を示しており、IP パケットは複数の MAC - PDU に分割された上でヘッダおよび CRC 符号が付加され、チャンネルコーディングブロックとされる。図 1 1 (b) は IP パケットが小さい場合を示しており、複数の IP パケットが 1 つの MAC - PDU にまとめられた上でヘッダおよび CRC 符号が付加され、チャンネルコーディングブロックとされる状態を示している。

10

【 0 0 4 6 】

なお、MAC - PDU のサイズが IP パケットのサイズに連動する場合や固定サイズとなる場合を除き、制御部 1 8 (図 1 0) による MAC - PDU のサイズの制御には、通信状態に応じてデータレートとデータ誤り率の関係を適切に制御する適応変復調・チャンネル符号化 (AMC : Adaptive Modulation and channel Coding) を用いることができる。この場合、MAC - PDU のサイズはチャンネル状態に応じて変動し、1 フレームにて送信可能なパケット数が変わることになる。図 1 2 は適応変復調・チャンネル符号化 (AMC) の概念図であり、基地局 1 0 0 から同一の送信電力で送信を行っているものとする、基地局 1 0 0 の近傍に存在するユーザ # 1 の端末 2 0 1 では受信電力が大きく、チャンネル状態が良いため、高データレートとなる変調方式 (例えば 1 6 Q A M (Quadrature Amplitude Modulation)) およびチャンネル符号化率 (大) を選択する。また、遠方に存在するユーザ # 2 の端末 2 0 2 では受信電力が小さく、チャンネル状態が悪いため、低データレートではあるがデータ誤り率の低い変調方式 (例えば Q P S K (Quadrature Phase Shift Keying)) およびチャンネル符号化率 (小) を選択する。図 1 3 はデータ変調方式とチャンネル符号化率の組み合わせの例を示す図であり、矢印方向 (下) に向かうにつれてデータレートは増大するがデータ誤り率は増大するものである。従って、チャンネル状態が良いほど下方にあるデータ変調方式とチャンネル符号化率の組み合わせを適用し、チャンネル状態が悪いほど上方にあるデータ変調方式とチャンネル符号化率の組み合わせを適用する。実際には、チャンネル状態の指標となる S I R (Signal to Interference power Ratio) 等とデータ変調方式およびチャンネル符号化率を対応付けたテーブルを用意しておき、測定したチャンネル状態に応じてテーブルを参照し、該当するデータ変調方式およびチャンネル符号化率に切り替えることで AMC を実現する。

20

30

【 0 0 4 7 】

図 1 4 は、図 1 0 のマッピング部 1 5 における、チャンネルコーディングブロックから無線フレームへのマッピングの例を示す図である。図 1 4 (a) は複数のチャンネルコーディングブロックから無線フレームへマッピングを行う場合を示しており、図 1 4 (b) は 1 つのチャンネルコーディングブロックから複数の無線フレームへマッピングを行う場合を示している。なお、無線フレームは送信単位であるチャンク (Chunk) に分かれており、チャンクは周波数的 (O F D M : Orthogonal Frequency Division Multiplexing 等)、コード的 (C D M A : Code Division Multiple Access 等)、時間的 (T D M A : Time Division Multiple Access 等)、空間的 (M I M O : Multiple Input Multiple Output 等) あるいはこれらの組み合わせで区切られる。

40

【 0 0 4 8 】

次に、図 1 5 ~ 図 1 8 は、図 1 0 における送信機 1 0 の再送制御部 1 7 および受信機 2 0 の再送制御部 2 3 により行われる再送制御についての説明図である。

【 0 0 4 9 】

図 1 5 はハイブリッド A R Q の処理を示す図であり、送信機 1 0 側では CRC ビット付

50

与(ステップS101)および誤り訂正符号化(ステップS102)を行い、受信機20側では誤り訂正復号(ステップS201)の後、CRCビットを用いた誤り検出を行い(ステップS202)、誤りがある場合は送信機10側に再送要求を行い、誤りがなければ送信(受信)を完了するものである(ステップS203)。

【0050】

また、図16は本発明の実施形態で採用するCRC符号に基づく再送要求信号誤り検出型ハイブリッドARQの説明図であり、図16(a)に示すように、受信機20側からの再送要求信号は、他の制御シンボル(適応変復調・チャンネル符号化に必要な受信SIR等)とともにACK/NACK信号をCRC符号化した他のCRC符号(CRC-bits)を伴うようにすることで、ACK/NACK信号自体の誤りを低減するようにしている。これにより、図16(b)に示すように送信機10側からパケット#kを送った結果、受信機20側で誤りを検出してNACK信号を送信機10側に送った場合、このNACK信号自体が誤ってACK信号として受信された場合であっても、CRC符号により本来はNACK信号であると認識され、誤りの発生したパケット#kを適切に再送することができる。図17は本実施形態との比較のために示した従来の一般的なハイブリッドARQで発生する再送要求信号誤りの例を示す図であるが、図17(a)に示すように本来のACK信号をNACK信号として認識してしまった場合は、本来は正常に受信されているパケット#kを再送してしまい、効率を低下させてしまう。また、図17(b)に示すように本来のNACK信号をACK信号として認識してしまった場合は、正常に受信されていないパケット#kを正常に受信されているとして扱うため、パケットの欠落を生じ、受信品質を悪化させてしまう。ちなみに、従来は図18に示すように上位のRLCレイヤによって正常に到達していないパケットの再送を行うことで対処していたが、MACレイヤの再送が10ms程度で行われるのに対し、RLCレイヤの再送は100ms程度の時間を要し、遅延時間が無視しえなかった。この点、CRC符号に基づく再送要求信号誤り検出型ハイブリッドARQを採用する本実施形態では、ACK/NACK信号を正確に認識することができ、RLCレイヤを用いなくても品質の高い送信を行うことができる。

【0051】

上述したように、本実施形態にあっては、RLCレイヤのヘッダがなくなることでオーバーヘッドが低減し効率を向上させることができる。また、再送単位がIPパケットにより近いものとなることで品質制御の性能を向上させることができる。更に、IPパケットのサイズに応じていくつかのパターンで分割・接続を行うことで幅広く分布するサイズのIPパケットに適切に対応することができる。

【0052】

次に、IPパケットを分割せずにマッピングする場合(図4(a)、図5のP1~P7、図6の方法に対応)における再送による効率劣化の問題を解消する手法について説明する。なお、この手法はIPパケットを分割せずにマッピングする場合に特に有効であるが、他のパターンにも適用することができる。

【0053】

すなわち、通常のハイブリッドARQでは誤りを検出した場合にNACK信号を送信側に返すことでチャンネルコーディングブロック(ARQブロック)の単位で再送を行うものであり、IPパケットを分割せずにチャンネルコーディングブロックとする場合には、IPパケットが長い場合に再送によって効率が低下する。しかしながら、誤りを含む場合においても、全体が誤った場合もあれば一部しか誤っていない場合も存在し、常に全体を再送することは効率的ではない。そこで、全体の誤りの程度を示す信頼度あるいはビット毎/ブロック毎の信頼度をNACK信号に付加することで、必要最小限の再送を行わせる手法を採用している。

【0054】

図19は本発明のIPパケットマッピング方法を適用した通信システムの他の構成例を示す図である。図19における構成は図10に示したものとほぼ同様であり、受信機20において、復調部21の復調過程からビット毎の信頼度を検出し、必要に応じこれらを平

10

20

30

40

50

均化してブロック毎あるいは全体の誤りの程度を示す信頼度を生成し、再送制御部 23 に対してそれらの情報を付加して NACK 信号を返送させる信頼度検出部 25 が設けられている点と、送信機 10 において再送制御部 17 が NACK 信号に付加される信頼度に基づいて必要最小限の再送を行う機能が付加されている点とが異なる。

【0055】

図 20 は NACK 信号の例を示す図であり、(a) は NACK 信号であることの識別情報とともに ARQ ブロック全体の誤りの程度を示す信頼度を示す情報を伴う場合を示し、(b) は NACK 信号であることの識別情報とともにビット毎の誤りの程度を示す信頼度を示す情報を伴う場合を示し、(c) は NACK 信号であることの識別情報とともにブロック毎の誤りの程度を示す信頼度を示す情報を伴う場合を示している。なお、(b)(c) の場合は、信頼度情報として、信頼度が低く誤りが発生していると推定できる箇所の指定情報とすることができる。

10

【0056】

図 21 は図 20 (a) に対応した全体の信頼度を併せて示す ACK/NACK 信号の例を示す図であり、誤りのない ACK 信号については 1 種類の ACK (0) とし、誤りがあることを示す NACK 信号については信頼度の高い NACK (0) から NACK (6) までの 7 段階とした例を示している。なお、NACK 信号を何段階とするかは制御効率等を考慮して任意に決定することができる。

【0057】

また、図 20 (b)(c) において、ビット毎の信頼度を示す (a) ではフィードバックする情報量が多くなるため、ブロック毎の信頼度を示す (b) の方が有利となる。図 22 はブロックの例を示す図であり、1 パケットを 4 個のブロック #1 ~ 4 に分けた例を示している。

20

【0058】

上述した信頼度情報を伴った NACK 信号を受け取った送信機 10 の再送制御部 17 は、全体の信頼度情報である場合には、信頼度が低い場合には多くのビットを再送し、信頼度が高い場合には一部のビットのみを再送する。また、ハイブリッド ARQ において異なるパターンでパングチャリングを行ったパケットとのパケット合成を行う場合には、追加する冗長さの大きさを変更することにより対応することができる。図 23 はハイブリッド ARQ の処理のタイプを示す図であり、(a) に示すように、パケット p1 に復調誤りがあった場合はパケット p1 を廃棄し、同内容のパケット p2 の再送を受けて再度復調処理を行うタイプと、(b) および (c) に示すように、パケット p1 に復調誤りがあった場合はそのパケット p1 を廃棄せず保持しておき、このパケット p1 と再送を受けたパケット p2 とをパケット合成してパケット p3 を生成し、このパケット p3 に対して復調処理を行うタイプとがある。ここで、(b) は同じパケットの再送を受けるものであり、パケット合成により受信 SIR が改善するものである。また、(c) は異なるパターンでのパングチャリングを行ったパケットの再送を受けるものであり、パケット合成により符号化利得が改善するものである。上述の追加する冗長さの大きさを変更する場合は (c) のタイプとなる。

30

【0059】

また、信頼度情報を伴った NACK 信号を受け取った送信機 10 の再送制御部 17 は、ビット毎あるいはブロック毎の信頼度情報である場合には、信頼度が低く、誤りが発生していると判断されるビットあるいはブロックのみを再送する。

40

【0060】

図 24 ~ 図 28 は復調過程から信頼度を生成する手法を示したものである。

【0061】

図 24 は繰り返し復号を行う復号器の構成例を示す図であり、 $y_0 \sim y_2$ は多重分離された受信信号 (復号器の入力信号) であって、 y_0 は信号系列の情報ビットのみからなる信号、 y_1 は信号系列が再帰的組織畳み込み符号化された信号、 y_2 は信号系列がインターリーブされ、更に再帰的組織畳み込み符号化された信号である。そして、信号 y_0 と信

50

号 y_1 とが軟入力軟出力復号器 D E C 1 により復号され、その出力信号と信号 y_0 とがインタリーバ I によりインタリーブされたものと信号 y_2 とが軟入力軟出力復号器 D E C 2 により復号され、その出力信号がデインタリーバ D I によりデインタリーブされたものが軟入力軟出力復号器 D E C 1 の入力信号に加えられる。そして、軟入力軟出力復号器 D E C 1、D E C 2 の出力信号は識別器 D 1、D 2 により硬判定されて出力信号となる。

【0062】

図 25 は復号器の軟判定出力を用いて信頼度を検出する例を示す図であり、パケットに含まれるビット毎の軟判定出力（尤度）を信頼度の指標として採用することができる。すなわち、図 24 に示したような繰り返し復号器では、複数の軟入力軟出力復号器 D E C 1、D E C 2 を接続する構成を持ち、最終段において軟出力を硬判定することにより信号系

10

【0063】

図 26 は繰り返し復号過程での符号反転回数を用いて信頼度を検出する例を示す図であり、パケットに含まれるビット毎の軟判定出力が繰り返し過程で符号が反転する回数を信頼度の指標として採用することができる。すなわち、繰り返し数 i と $i + 1$ とで符号反転している e_1 、 e_2 は復号結果が安定せず、誤っている確率が高いため、信頼度が低いものとなる。

【0064】

図 27 は繰り返し復号におけるクロスエントロピを用いて信頼度を検出する場合の算出処理の例を示す図であり、図 24 中に示した信号の値を用いて計算することができる。この場合、クロスエントロピ T_{CE} が大きいほど復号結果が安定せず、誤っている確率が高いため、信頼度が低いものとなる。

20

【0065】

図 28 は受信 S I N R を用いて信頼度を検出する例を示す図であり、パケットに含まれるビット毎の受信 S I N R が小さいほど誤っている確率が高いため、信頼度が低いものとなる。

【0066】

また、パケット内における最低の対数尤度比（L L R : Log Likelihood Ratio）を信頼度の指標として用いることもできる。

30

【0067】

以上、本発明の好適な実施の形態により本発明を説明した。ここでは特定の具体例を示して本発明を説明したが、特許請求の範囲に定義された本発明の広範な趣旨および範囲から逸脱することなく、これら具体例に様々な修正および変更を加えることができることは明らかである。すなわち、具体例の詳細および添付の図面により本発明が限定されるものと解釈してはならない。

【図面の簡単な説明】

【0068】

【図 1】従来の H S D P A における I P パケットの物理チャネルへのマッピング方法を示す図である。

40

【図 2】従来の I P パケットの物理チャネルへのマッピングにおけるヘッダ等のビット数の例を示す図である。

【図 3】有線系インターネット上の I P パケットサイズの分布の例を示す図である。

【図 4】本発明の I P パケットマッピング方法を示すフローチャートである。

【図 5】本発明の I P パケットマッピング方法のパターンの分類を示す図である。

【図 6】分割なし、可変長の場合の I P パケットと M A C - P D U の関係の例を示す図である。

【図 7】分割あり、可変長、一定長以下となるように等分割の場合の I P パケットと M A C - P D U の関係の例を示す図である。

【図 8】分割あり、可変長、固定長で分割（1つのみ可変長）の場合の I P パケットと M

50

A C - P D U の関係の例を示す図である。

【図 9】分割あり、固定長の場合の I P パケットと M A C - P D U の関係の例を示す図である。

【図 10】本発明の I P パケットマッピング方法を適用した通信システムの構成例を示す図である。

【図 11】I P パケットから M A C - P D U を経てチャンネルコーディングブロックを生成する例を示す図である。

【図 12】適応変復調・チャンネル符号化 (A M C) の概念図である。

【図 13】データ変調方式とチャンネル符号化率の組み合わせの例を示す図である。

【図 14】チャンネルコーディングブロックから無線フレームへのマッピングの例を示す図である。 10

【図 15】ハイブリッド A R Q の処理を示す図である。

【図 16】本発明の実施形態で採用する C R C 符号に基づく再送要求信号誤り検出型ハイブリッド A R Q の説明図である。

【図 17】従来一般的なハイブリッド A R Q で発生する再送要求信号誤りの例を示す図である。

【図 18】従来 R L C レイヤによる再送要求信号誤りの補償の例を示す図である。

【図 19】本発明の I P パケットマッピング方法を適用した通信システムの他の構成例を示す図である。

【図 20】N A C K 信号の例を示す図である。 20

【図 21】全体の信頼度を併せて示す A C K / N A C K 信号の例を示す図である。

【図 22】ブロックの例を示す図である。

【図 23】ハイブリッド A R Q の処理のタイプを示す図である。

【図 24】復号器の構成例を示す図である。

【図 25】軟判定出力を用いて信頼度を検出する例を示す図である。

【図 26】繰り返し復号過程での符号反転回数を用いて信頼度を検出する例を示す図である。

【図 27】繰り返し復号におけるクロスエントロピを用いて信頼度を検出する場合の算出処理の例を示す図である。

【図 28】受信 S I N R を用いて信頼度を検出する例を示す図である。 30

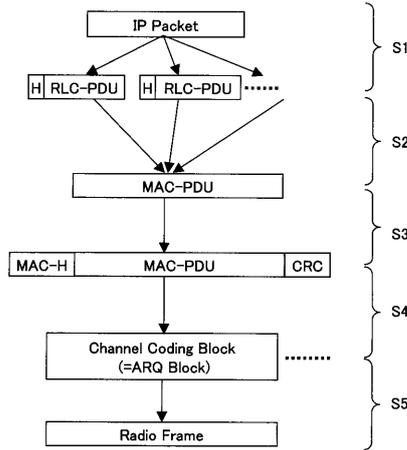
【符号の説明】

【 0 0 6 9 】

- 1 0 送信機
- 1 1 送信バッファ
- 1 2 分割・接続部
- 1 3 パケット符号化部
- 1 4 チャンネル符号化部
- 1 5 マッピング部
- 1 6 変調部
- 1 7 再送制御部
- 1 8 制御部
- 2 0 受信機
- 2 1 復調部
- 2 2 受信品質測定部
- 2 3 再送制御部
- 2 4 I P パケット再生部
- 2 5 信頼度検出部

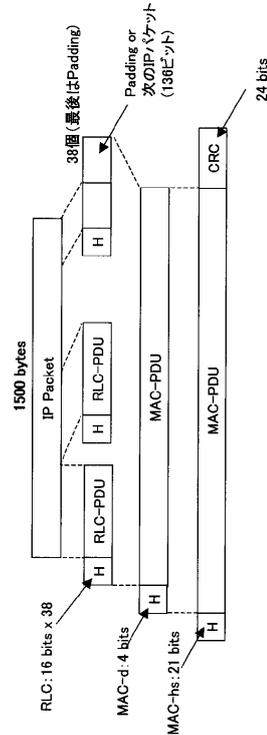
【 図 1 】

従来のHSDPAにおけるIPパケットの物理チャネルへのマッピング方法を示す図



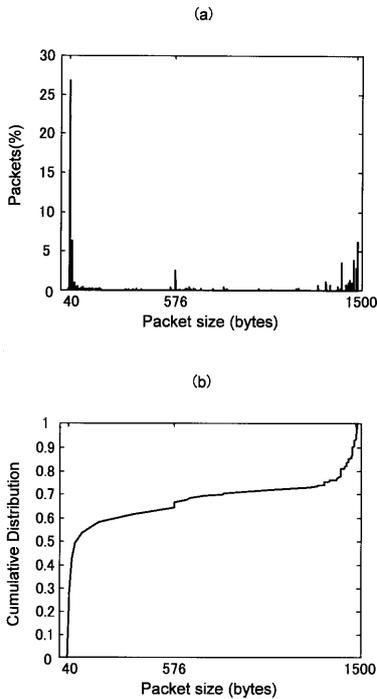
【 図 2 】

従来のIPパケットの物理チャネルへのマッピングにおけるヘッダ等のビット数の例を示す図



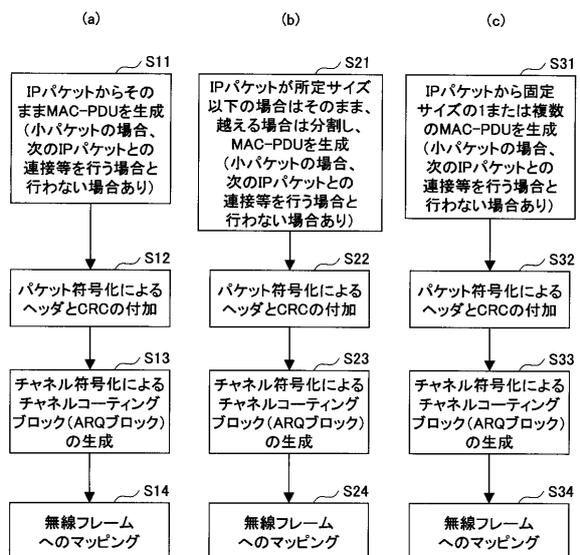
【 図 3 】

有線系インターネット上のIPパケットサイズの分布の例を示す図



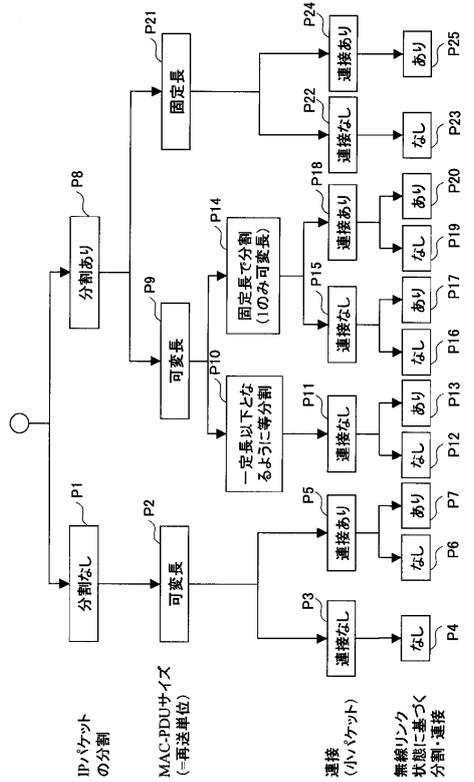
【 図 4 】

本発明のIPパケットマッピング方法を示すフローチャート



【 図 5 】

本発明のIPパケットマッピング方法のパターンの分類を示す図



【 図 6 】

分割なし、可変長の場合のIPパケットとMAC-PDUの関係の例を示す図

IP Packet	MAC-PDU
	#1
	#1
	#1
	#1
	#1
	#1
	#1

【 図 7 】

分割あり、可変長、一定長以下となるように等分割の場合のIPパケットとMAC-PDUの関係の例を示す図

IP Packet	MAC-PDU
	#1
	#1
	#1
	#1
	#1 #2
	#1 #2
	#1 #2

S_{TH} →

【 図 8 】

分割あり、可変長、固定長で分割(1つのみ可変長)の場合のIPパケットとMAC-PDUの関係の例を示す図

IP Packet	MAC-PDU
	#1
	#1
	#1
	#1
	#1 #2
	#1 #2
	#1 #2

S_{TH} →

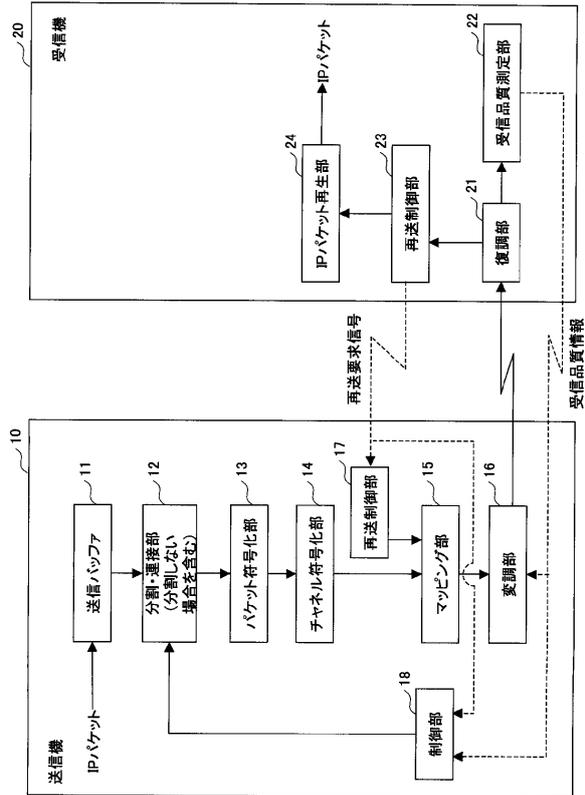
【 図 9 】

分割あり、固定長の場合のIPパケットとMAC-PDUの関係の例を示す図

IP Packet	MAC-PDU
[]	#1 []
[]	#1 []
[]	#1 []
[]	#1 []
[]	#1 [] #2 []
[]	#1 [] #2 []
[]	#1 [] #2 []

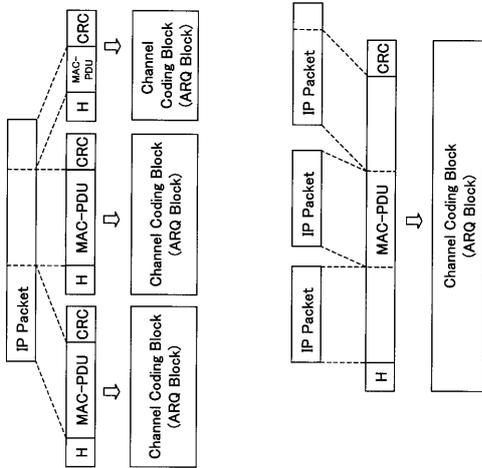
【 図 1 0 】

本発明のIPパケットマッピング方法を適用した通信システムの構成例を示す図



【 図 1 1 】

IPパケットからMAC-PDUを経て
チャンネルコーディングブロックを生成する例を示す図

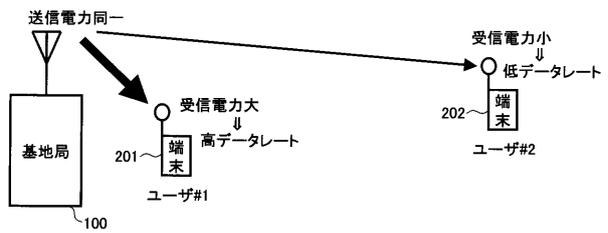


(a)

(b)

【 図 1 2 】

適応変復調・チャンネル符号化(AMC)の概念図



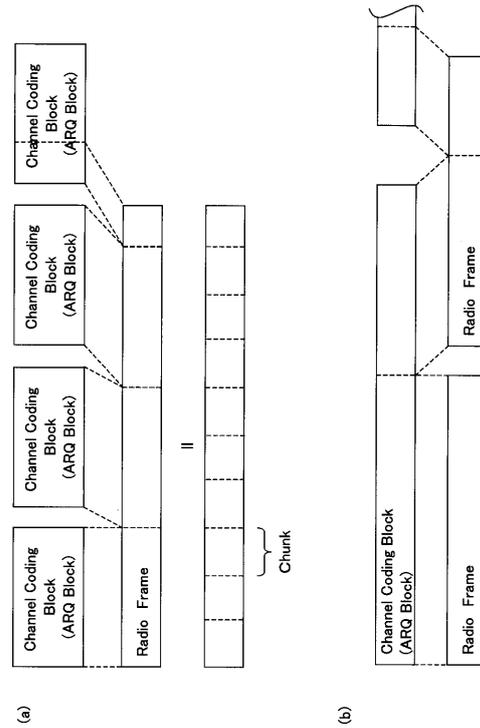
【 図 1 3 】

データ変調方式及びチャンネル符号化率の組み合わせの例を示す図

データ変調	チャンネル符号化率	相対的な情報ビットレート	1フレームで送信可能なパケット数(PDU数)
QPSK	1/3	1	x
QPSK	1/2	1.5	1.5 x
QPSK	2/3	2	2 x
QPSK	6/7	2.57	2.57 x
16QAM	1/2	3	3 x
16QAM	2/3	4	4 x
16QAM	3/4	4.5	4.5 x
16QAM	5/6	5	5 x
16QAM	6/7	5.24	5.24 x
16QAM	8/9	5.33	5.33 x

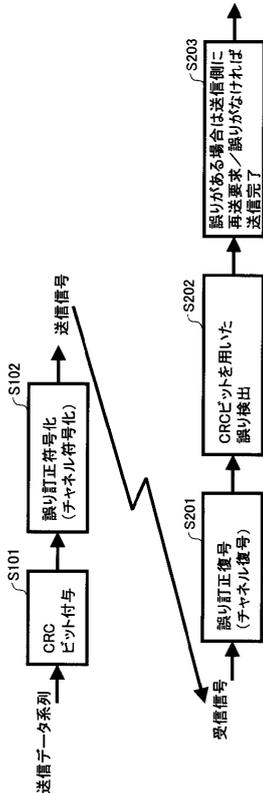
【 図 1 4 】

チャンネルコーディングブロックから無線フレームへのマッピングの例を示す図



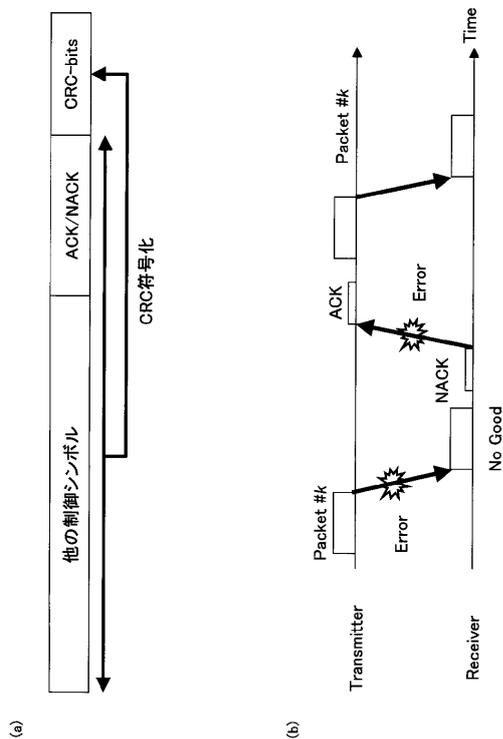
【 図 1 5 】

ハイブリッドARQの処理を示す図



【 図 1 6 】

本発明の実施形態で採用するCRC符号に基づく再送要求信号誤り検出型ハイブリッドARQの説明図



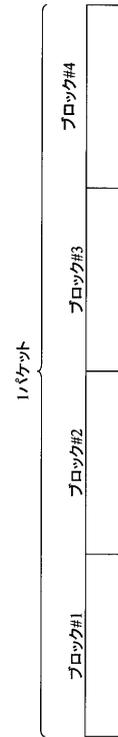
【 図 2 1 】

全体の信頼度を併せて示すACK/NACK信号の例を示す図

信頼度	ACK/NACK	表し方
高い(誤りなし)  低い	ACK(0)	000
	NACK(0)	001
	NACK(1)	010
	NACK(2)	011
	NACK(3)	100
	NACK(4)	101
	NACK(5)	110
	NACK(6)	111

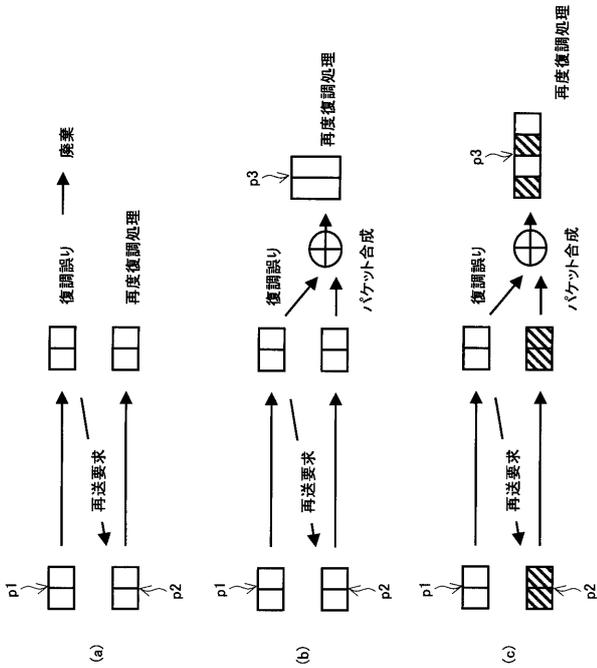
【 図 2 2 】

ブロックの例を示す図



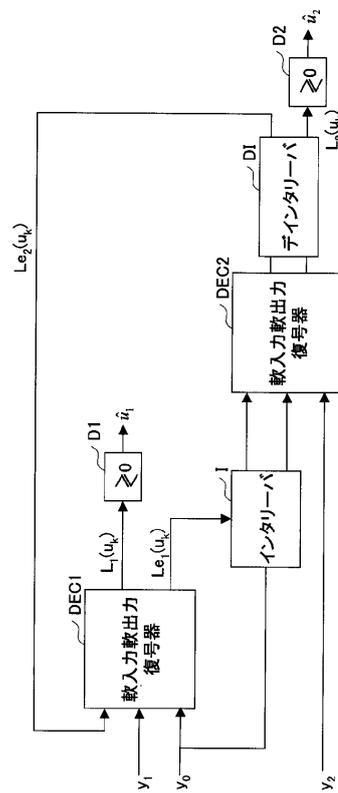
【 図 2 3 】

ハイブリッドARQの処理のタイプを示す図



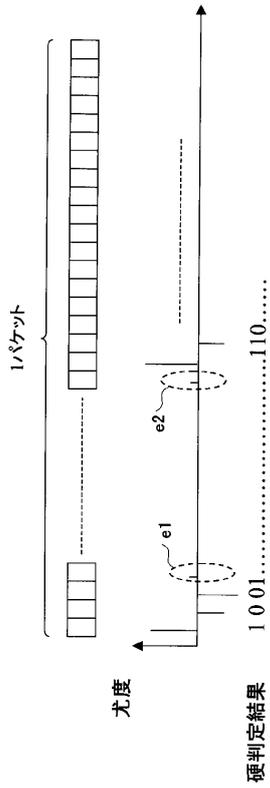
【 図 2 4 】

復号器の構成例を示す図



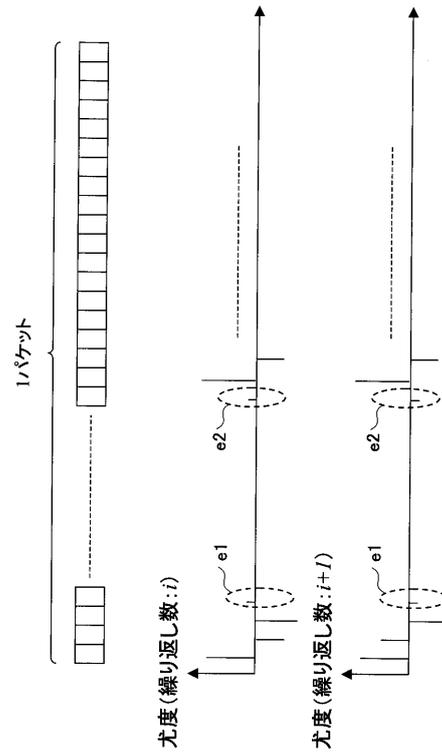
【 図 2 5 】

軟判定出力を用いて信頼度を検出する例を示す図



【 図 2 6 】

繰り返し復号過程での符号反転回数をを用いて信頼度を検出する例を示す図



【 図 2 7 】

繰り返し復号におけるクロスエントロピーを用いて信頼度を検出する場合の算出処理の例を示す図

クロスエントロピー算出 処理

$$T_{CE}^{(i)} = \sum_{k=1}^N \frac{|L_{e2}^{(i)}(u_k) - L_{e2}^{(i-1)}(u_k)|^2}{\exp(|L_{e1}^{(i)}(u_k)|)}$$

【 図 2 8 】

受信 SINR を用いて信頼度を検出する例を示す図

