

明 細 書

符号生成方法及び符号選択方法

技術分野

本発明は、CDMA (Code Division Multiple Access) 移動通信で用いる拡散符号の生成方法と、生成した拡散符号の中から時間相関が小さい拡散符号を選択する方法とに関し、特に、拡散率が異なる直交符号の生成・選択に関する。

背景技術

CDMAシステムは、ユーザ固有の拡散符号を用いて情報信号を拡散するものである。このため、同一周波数上に複数のユーザの信号を多重することが可能となり、周波数の有効利用を図ることができる。このCDMAシステムでは、拡散符号が完全に直交していれば、各ユーザの信号間での干渉は無いため、理想伝搬条件の下では、直交符号の数だけのユーザを収容して、品質劣化の無い通信を確保することができることになる。

また、このCDMAシステムでは、異なる拡散率を有する拡散符号を用いて拡散した信号を多重化する場合、使用した拡散符号が異なっているときには、信号の分離が可能であるため、情報速度の異なるユーザの信号を同一周波数上に多重化することが可能である。特に、拡散符号としてWalsh符号を用いれば、拡散率が異なっても互いに符号の直交性があるため、このような通信が可能となる。

図1は、ユーザ#1～#7の各情報信号を異なる拡散率の拡散符号を用いて

送信する場合の図である。ここでは、ユーザ# 1～# 3が拡散率8の拡散符号を使用し、ユーザ# 4及び# 5が拡散率16の拡散符号を使用し、ユーザ# 6及び# 7が拡散率32の拡散符号を使用している。図中の1～7はユーザ# 1～# 7の送信信号を示す。

この図から分かるように、拡散符号の拡散率が $1/2$ になると、例えば拡散率が16から8になると、1シンボルの時間が短くなり、これによりシンボルレートが2倍になり、その結果情報伝送量は2倍になる。しかしながら、他のユーザに関しては、拡散率8の拡散符号と、その拡散符号を2つ繋げた拡散率16の拡散符号とを使用して送信することができない。このため、システム全体で考えると、拡散符号の拡散率を $1/2$ にしても、送信可能な総情報量は変化しない。

図2は、Walsh符号の例を示している。この例では、拡散符号長が16であるので、互いに直交する符号は16個存在する。これらをW1～W16とする。

例えば、拡散率4の拡散符号として0000を使用したとすると、この拡散符号は、W4、W8、W12及びW16と直交しなくなる。このため、この拡散率4の拡散符号を用いるユーザは、拡散率16のユーザ4人分の符号を消費することになる。一方、情報伝送量は拡散率16の場合の4倍となるので、システムとしての総情報伝送量は変化しない。すなわち、いかなる拡散率を組み合わせても、Walsh符号を使用すれば拡散率×情報伝送量の総和（総情報伝送量）は一定となる。

しかしながら、Walsh符号は時間相関が大きいいため、遅延波が存在すると性能が極端に劣化する。これを避けるために、Walsh符号をロングコードと併用する等の方法が試みられているが、この場合には、同期獲得等の際に課題が残る。

一方、直交符号として良く知られている直交ゴールド符号は、時間相関についてはWalsh符号より小さい。したがって、遅延波による性能劣化の割合はWalsh符号よりも小さい。しかしながら、この直交ゴールド符号では、拡散率が等しいもの同士は直交しているものの、拡散率が異なる符号同士は必ずしも直交していない。そのため、ユーザ同士の信号の干渉が0でなくなり、品質の劣化や伝送容量の低下を甘受しなければならないという問題がある。

また、時間相関が大きい符号を用いた場合には、遅延波による符号間干渉が大きくなり、品質が劣化することがある。それを補償するために送信電力を増加すると、他のユーザに対する干渉が大きくなって、システム全体の品質を低下させたり、伝送容量を低下させるという問題がある。

発明の開示

本発明は上記問題点を考慮してなされたものであり、拡散率が異なる場合でも互いに直交する、時間相関が小さい拡散符号を生成する方法、並びに生成した拡散符号の中から時間相関がより小さい拡散符号を選択する方法を提供することを目的とする。

この目的は、特定の拡散率を有するCDMA用の直交符号と、この直交符号を極性反転させた直交符号とを組み合わせることにより、前記拡散率よりも大きい拡散率を有する直交符号を生成する符号生成方法により達成される。

また、この目的は、特定の拡散率を有するCDMA用の直交符号と、この直交符号を極性反転させた直交符号とを組み合わせることにより、前記拡散率よりも大きい拡散率を有する直交符号を生成する工程と、生成した直交符号を拡散率の小さい直交符号を使用するユーザから割り当てる工程とを具備する符号選択方法により達成される。

図面の簡単な説明

図1は、拡散率の異なる複数の拡散符号を用いるユーザが混在する場合の送信信号を表す図、

図2は、拡散率16のWalsh符号の例を示す図、

図3は、本発明の方法を実施する際に使用するシステムを示すブロック図、

図4は、図3に示すシステムにおける基地局側の拡散符号指示手段を示すブロック図、

図5は、本発明の拡散符号の生成方法を説明する図、

図6は、本発明の方法における符号を割り当てる際のフローチャート、並びに

図7は、本発明の符号選択に使用する相関方法を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照して詳細に説明する。

本発明は、拡散率の低い直交符号とその反転したパターンとを組み合わせることにより、拡散率の高い直交符号を生成する。これにより、拡散率が異なる符号を使用する場合でも、総情報伝送量を減少させることなく、互いに直交する拡散符号を生成することができる。

また、本発明は、生成した直交符号の時間相関値を算出して、時間相関値の小さい直交符号を選択する。これにより、時間相関が小さい拡散符号を選択することができ、遅延波に対する耐性が高い符号を得ることができる。

また、このように選択された時間相関の小さい直交符号を最も遅延波に弱い拡散率の低いユーザに優先的に割り当てることにより、システム全体の伝送品質を高め、伝送容量を増加させることができる。

次に、本発明の実施の形態について説明する。

(実施形態 1)

実施形態 1 においては、CDMAシステムにおいて、拡散率が異なる符号を用いる場合でも互いに直交する拡散符号（直交符号）を生成する方法について説明する。

図 3 は、本発明の符号生成方法及び符号選択方法を実施する際に使用される CDMAシステムを示す概略ブロック図である。このシステムにおいて、送信側は、送信データを符号拡散する拡散手段 1 と、拡散手段 1 で送信データを拡散する際に使用する拡散符号を得る拡散符号指示手段 2 と、拡散されたデータを更にロングコードでスクランブルを行うロングコード拡散手段 3 と、ロングコードにより拡散されたデータを変調する変調手段 4 と、変調された信号を送信する送信アンテナ 5 とを備える。また、このシステムにおいて、受信側は、送られてきた信号を受信する受信アンテナ 6 と、受信信号を検波する検波手段 7 と、検波されたデータにロングコードでスクランブルを解除するロングコード逆拡散手段 8 と、逆拡散されたデータを更に拡散符号で逆拡散する逆拡散手段 9 と、逆拡散する際に使用する拡散符号を逆拡散手段 9 に与える拡散符号指示手段 10 とを備える。

基地局と移動局の通信において、基地局側の拡散符号指示手段は、図 4 に示すように、複数の拡散符号を格納する符号メモリ 11 と、基地局との間の通信で使用されている拡散符号をユーザ毎に管理するユーザ管理手段 12 と、拡散率の低い拡散符号を組み合わせて拡散率の高い拡散符号を生成する符号生成手段 13 と、生成された拡散符号について時間差を考慮して自己相関をとり、相関値を算出する相関値算出手段 14 と、相関値に基づいて拡散符号を選択する符号選択手段 15 と、ユーザが使用する拡散符号を変更して整理する符号整理手段 16 と、生成した又は選択した拡散符号をユーザに割り当てる符号割り当て手段 17 とを備える。

次に、上記構成を有するCDMAシステムにおける動作について説明する。まず、送信データは、拡散符号指示手段2で指示される拡散符号により拡散手段1において拡散される。更に、拡散された送信データは、ロングコード拡散手段3でロングコード(LC)によりスクランブルされる。次いで、このように拡散されたデータは、変調手段4に送られてBPSK(Binary Phase Shift Keying)変調等の変調方式により変調される。この変調された信号は、送信アンテナ5から放射される。

送信された信号は、受信アンテナ6から受信される。受信信号は、検波手段7で検波され、ロングコード逆拡散手段8でスクランブル解除され、更に拡散手段9において拡散符号指示手段10で指示された拡散符号で逆拡散され、受信データとなる。

次に、拡散符号指示手段2、10の動作について説明する。ここでは、拡散符号指示手段2が基地局側の手段であり、拡散符号指示手段10が移動局側の手段である場合について説明する。また、ここでは、基になる直交符号として拡散率8の直交符号を用いる。拡散率が8の場合には、互いに直交する直交符号は8個存在するので、これらを拡散符号(8.1)～(8.8)とする。

この拡散符号(8.1)～(8.8)は、拡散符号指示手段2の符号メモリ11に格納されている。また、ユーザ管理手段12には、どのユーザがどの拡散符号を使用しているかが管理されている。符号生成手段13は、図5に示すように、符号メモリ11に格納されている拡散符号(8.1)～(8.8)及びこれらの拡散符号の極性を反転したものを組み合わせて用いて、より拡散率の高い、例えば拡散率16や32の拡散符号を生成する。このとき、ユーザ管理手段12から使用されている拡散符号を参照し、使用されている拡散符号が組み合わせに含まれる場合には、使用が不可となる。このようにして生成した拡散符号は、拡散率8の全ての拡散符号と直交する。

このときの拡散符号の生成方法は、次の通りである。すなわち、拡散符号（8. 1）を2つ繰り返したものを拡散符号（16. 1）とし、拡散符号（8. 1）とその反転である拡散符号（8. 1）とを繋げものを拡散符号（16. 2）とする。これら拡散符号（16. 1）及び（16. 2）は、拡散符号（8. 1）とは相関があるが、拡散符号（8. 2）～（8. 8）とは直交している。また、拡散符号（16. 1）及び（16. 2）は、前半8ビットは相関が1であり、後半8ビットは相関が-1であるので、16ビットの相関としては0となり、直交する。上記生成方法により、拡散符号（16. 1）及び（16. 2）が生成できる。ただし、拡散符号（16. 1）及び（16. 2）は拡散符号（8. 1）を用いて生成しているので、拡散率8を有する拡散符号のユーザが（8. 1）を使用している場合には、拡散率16を有する拡散符号のユーザはこの拡散符号を使用できない。

同様にして、拡散符号（8. 2）～（8. 8）及びそれらの極性を反転したものを使用して拡散符号（16. 3）～（16. 16）を生成する。また、拡散率32を有する拡散符号は、拡散符号（16. 1）～（16. 16）を用いて上記と同様の方法で生成できる。この場合、拡散符号（32. 1）～（32. 4）は、拡散率8を有する拡散符号（8. 1）を用いて生成されているので、拡散率8を有する拡散符号のユーザが拡散符号（8. 1）を使用した場合には使用できなくなる。

一方、移動局側の拡散符号指示手段10では、基地局側から送られた拡散符号を保持し、この拡散符号を逆拡散手段9に出力する。

次に、このように生成した拡散符号をユーザに割り当てる方法について説明する。符号生成手段13で生成された拡散符号は、符号割り当て手段17に送られ、ユーザに割り当てられる。

例えば、ユーザA～Gが、それぞれ拡散率8, 16, 16, 16, 32, 3

2, 3 2を有する拡散符号を使用する場合、最も小さい拡散率(8)の拡散符号を使用するユーザAに符号(8. 1)を割り当てる。

次いで、次に拡散率が小さい拡散符号を使用するユーザBに符号を割り当てる。この場合、ユーザAが既に拡散符号(8. 1)を使用しているので、ユーザBの拡散符号には、拡散符号(8. 1)を用いて生成したものを使用することができない。したがって、ユーザBには、拡散符号(8. 2) + (8. 2)を使用する。また、ユーザCには、拡散符号(8. 2) + (8. 2)が使用できるので、それを割り当てる。

ユーザDについては、拡散符号(8. 1)及び(8. 2)から生成する拡散符号が既に使用されているので、拡散符号(8. 3) + (8. 3)を割り当てる。ユーザEには、拡散符号(8. 3) + (8. 3)から生成する拡散符号を使用することができないが、拡散符号(8. 3) + (8. 3) + (8. 3) + (8. 3)を使用することができるので、これを割り当てる。更に、上述したような制限にしたがって、ユーザFには、拡散符号(8. 3) + (8. 3) + (8. 3) + (8. 3)を割り当て、ユーザGには、拡散符号(8. 3) + (8. 3) + (8. 3) + (8. 3) + (8. 3)を割り当てる。このように、ユーザに拡散符号を割り当てる場合には、拡散率が小さい拡散符号を使用するユーザから拡散符号を割り当てる。

拡散率が大きい拡散符号に使用されている拡散符号が不規則に含まれている場合、例えば拡散率3 2の拡散符号(3 2. 1)、(3 2. 5)、(3 2. 9)、(3 2. 13)、(3 2. 17)、(3 2. 21)、(3 2. 25)、(3 2. 29)が使用されている場合には、これらの拡散符号を拡散符号(8. 1)から生成できる(3 2. 1) ~ (3 2. 8)に整理する。そして、整理された状態の拡散符号に対して、上述したようにして拡散率の小さい拡散符号を使用するユーザから割り当てる。すなわち、ユーザ管理手段12からの情報に

基づいて符号整理手段 16 により拡散符号を整理する。次いで、符号整理手段 16 からの情報に基づいて符号割り当て手段 17 が拡散符号をユーザに割り当てる。

この拡散符号の割り当ては、図 6 に示すフローチャートに示すようにして行われる。まず、呼が発生すると (S1)、所望の拡散率の拡散符号があいているか、すなわち所望の拡散率の拡散符号がすべて使用していないかを判断する (S2)。所望の拡散率の符号がすべて使用されていると、符号整理手段 16 において符号の整理が行われる (S3)。そして、更に、所望の拡散率の拡散符号があいているか、すなわち所望の拡散率の拡散符号がすべて使用していないかを判断する (S4)。所望の拡散率の符号がすべて使用されていると、呼を拒否する (S5)。一方、拡散符号の整理があるかないかにかかわらず、所望の拡散率の拡散符号があいていれば、あいている拡散符号にユーザを割り当てる (S6)。

上記のようにして生成し、ユーザに割り当てられるた符号は、時間相関は Walsh 符号より小さく、あらゆる 2 のべき乗の拡散率に対して直交が保証される。そのため、拡散率の異なる拡散符号を使用するユーザからの信号をどのような組み合わせで伝送しても、総情報伝送量以内の伝送量であれば情報の伝送が可能である。

(実施形態 2)

実施形態 2 では、実施形態 1 の方法で生成した拡散符号の中から時間相関の小さい拡散符号を選択する方法について説明する。したがって、特定の拡散率を有する拡散符号を組み合わせ、より大きい拡散率を有する拡散符号を生成するまでは、実施形態 1 と同様である。

この方法では、図 4 に示す符号生成手段 13 で生成された拡散符号が相関値算出手段 14 に送られ、そこで自己相関により相関値が求められ、その相関値

に基づいて符号選択手段 15 で拡散符号が選択され、その拡散符号が符号割り当て手段 17 によりユーザに割り当てられる。

具体的には、図 7 に示すように、時間差を考慮して拡散符号の自己相関を計算する。例えば、時間差 τ を 0 にした場合は、図 7 (a) に示すように、拡散符号の同一位置のビットの積和を計算することによって自己相関の相関結果 101 を得ることができる。

また、時間差 τ を 2 にした場合は、図 7 (b-1) 及び (b-2) に示すように、第 1 ビットから第 8 ビットまでの拡散符号に対して、時間差の 2 だけずらした同一拡散符号の第 3 ビットから第 2 ビットまでを対応させて自己相関を求める。このとき、拡散処理したデータの隣接シンボルが同じである場合は、時間差だけずらした拡散符号の第 1 及び第 2 ビットは、図 7 (b-1) に示すように、元の拡散符号の第 1 及び第 2 ビットと同じである（相関結果 102）。一方、拡散処理したデータの隣接シンボルが異なる場合は、時間差だけずらした拡散符号の第 1 及び第 2 ビットは、図 7 (b-2) に示すように、元の拡散符号の第 1 及び第 2 ビットと極性が反転した逆符号になる（相関結果 103）。

隣接のシンボルは不定なので、ここでは考えられ得るだけのパターンを想定して全てのパターンで自己相関をとり、その中で絶対値の最大値をその符号での最大の相関値とする。なお、本実施形態では、変調方式が BPSK である場合を想定しているので、隣接シンボルは 2 通りあり、図 7 (b-1) に示す場合と図 7 (b-2) の場合とが考えられる。なお、その他の変調方式を採用する場合には、隣接シンボルが多数に及ぶ場合もある。

このようにして自己相関を時間差 1 ~ (拡散率 - 1) まで調べる。次いで、全符号の中で最大の相関値が最も小さい拡散符号を最も小さい拡散率を有する拡散符号を使用するユーザに割り当てる。

これは、拡散率が低い場合には、拡散ゲインが小さいため、遅延波によって生じる符号間干渉の抑圧効果が低いからである。このとき、品質を保つために通常では送信電力を大きくするが、特定のユーザの送信電力を大きくすると、他のユーザに対する干渉が増加し、システム全体の品質が低下し、それに伴って伝送容量が減少する。このような問題を起こさないように、本実施形態では、拡散率の低いユーザに対して、優先的に時間相関の小さい符号を割り当てる。

このように、生成した拡散符号の時間相関を求め、それに基づいて拡散符号を割り当てることにより、最も符号間干渉の影響を受けやすい拡散率の小さい拡散符号を使用するユーザのデータ伝送の品質が向上できる。それによって、そのユーザの送信電力を低減することができ、他のユーザへの干渉が低減できる。その結果、システム全体の品質が向上し、伝送容量の増加を図ることができる。

上記実施形態 1 及び 2 においては、拡散符号を組み合わせるより拡散率の大きい拡散符号を生成し、その中に使用している拡散符号があれば、その拡散符号は使用しない場合について説明しているが、本発明においては、使用されている拡散符号をあらかじめ認識し、その拡散符号を除外して、その他の拡散符号を用いて、より拡散率の大きい拡散符号を生成しても良い。

上記実施形態 1 及び 2 において、拡散符号系列としては、直交ゴールド符号系列であっても良く、その他の符号系列であっても良い。また、上記実施形態 1 及び 2 において、変調方式として BPSK を用いる場合について説明しているが、本発明は他の変調方式である場合にも適用することができる。

また、上記実施形態 1 及び 2 においては、データにロングコードを掛けた場合について説明しているが、本発明においては、データにロングコードを掛けない場合についても同様の効果を発揮することができる。

以上説明したように、本発明の拡散符号生成方法では、時間相関の小さい、拡散率の異なる直交符号を生成することができる。この生成した拡散符を用いることによって、総情報伝送量を減らすことなく、拡散率の異なるユーザの信号を多重化することができる。

また、本発明の拡散符号の選択方法を適用することによって、遅延波による品質劣化が抑えられ、システム全体の品質が向上し、伝送容量の増加を図ることができる。

産業上の利用可能性

本発明の符号生成方法及び符号選択方法は、携帯電話等の無線通信装置を利用したデータ通信分野において有用である。

請 求 の 範 囲

1. 特定の拡散率を有するCDMA用の直交符号と、この直交符号を極性反転させた直交符号とを組み合わせることにより、前記拡散率よりも大きい拡散率を有する直交符号を生成する符号生成方法。
2. 特定の拡散率を有する直交符号が使用されている場合に、その直交符号を用いることなく前記拡散率よりも大きい拡散率を有する直交符号を生成する請求の範囲第1項に記載の符号生成方法。
3. 特定の拡散率を有するCDMA用の直交符号と、この直交符号を極性反転させた直交符号とを組み合わせることにより、前記拡散率よりも大きい拡散率を有する直交符号を生成する工程と、生成した直交符号を拡散率の小さい直交符号を使用するユーザから割り当てる工程とを具備する符号選択方法。
4. 直交符号を割り当てるユーザが使用する所望の直交符号があいているかどうかを調べる工程と、前記所望の直交符号があいていない時に直交符号を整理する工程とを具備する請求の範囲第3項に記載の符号選択方法。
5. 特定の拡散率を有するCDMA用の直交符号と、この直交符号を極性反転させた直交符号とを組み合わせることにより、前記拡散率よりも大きい拡散率を有する直交符号を生成する工程と、生成した直交符号の時間相関値を算出する工程と、算出した時間相関値が小さい直交符号を選択する工程とを具備する符号選択方法。
6. 時間相関値が小さい直交符号から順に拡散率の小さい直交符号を使用するユーザに割り当てる請求の範囲第5項に記載の符号選択方法。
7. 特定の拡散率を有するCDMA用の直交符号及びこの直交符号を極性反転させた直交符号を組み合わせることにより、前記拡散率よりも大きい拡散率を有する直交符号を生成する符号生成手段と、この符号生成手段により生成された直交符号を用いてデータを拡散する拡散手段とを具備する基地局装置。



8. 交信中のユーザが使用する直交符号を管理する管理手段を具備する請求の範囲第7項に記載の基地局装置。

9. 生成した直交符号を拡散率の小さい直交符号を使用するユーザから割り当てる割り当て手段を具備する請求の範囲第7項に記載の基地局装置。

10. 生成した直交符号の相関値を求める相関値算出手段を具備する請求の範囲第7項に記載の基地局装置。

11. 相関値の小さい直交符号を拡散率の小さい直交符号を使用するユーザから割り当てる割り当て手段を具備する請求の範囲第10項に記載の基地局装置。

12. 請求の範囲第7項から請求の範囲第11項のいずれかに記載の基地局装置と通信を行う移動局装置。

13. 請求の範囲第7項から請求の範囲第11項のいずれかに記載の基地局装置と、この基地局装置と通信を行う移動局装置とを具備する通信システム。

