

3B-2

直接拡散マルチバンドUWB伝送における
狭帯域干渉の影響に関する一検討

ソン ユンソク* 佐々木 重信** サム チン シェン 日馬 拓海 菊池 久和

新潟大学工学部電気電子工学科 〒950-2181 新潟県新潟市五十嵐2の町8050

E-mail : *yunseoga@telecom0.eng.niigata-u.ac.jp **kojiro@eng.niigata-u.ac.jp

1. はじめに

UWB無線通信は非常に広い周波数帯域を占有する特徴から、既存の無線通信システムとの相互干渉が避けられない。そこで相互干渉を減らす手段の1つとしてマルチバンド方式が挙げられる[1]。これはもともとUWBが占有する帯域を複数のパルスを使い複数のバンドに分割して伝送する技術である。マルチバンドを用いることにより2つのバンドの間、即ち谷間に狭帯域信号の周波数スペクトラムが位置する場合、相互干渉は減る[1]。しかしながら狭帯域の周波数帯域が必ずしもUWBサブバンドの谷間に位置するとは限らない。本稿ではマルチバンドを用いたDS-UWB方式について、狭帯域信号と周波数領域が重なるサブバンドを検出し送信側でそのサブバンドの電力を減らして送信を行う方法について検討する。

2. システムモデル

本稿で用いた送信機と受信機のシステムモデルをそれぞれ図1と図2に示す。

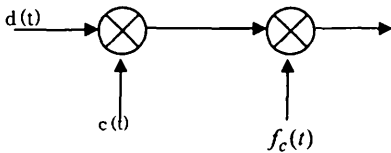


図1 システムモデル (送信機)

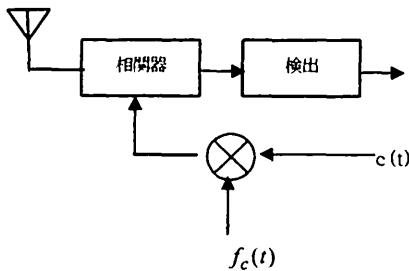


図2 システムモデル(受信機)

ここで $d(t)$ は情報データ、 $c(t)$ は拡散符号を、 $f_c(t)$ は周波数系列を表す。 $f_c(t)$ の長さは $c(t)$ と同じである。送信されるパルス列は次の式(1)で表される。

$$s(t) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} \sum_{i=0}^{L-1} d_j(t) \cdot c_i(t) \cdot v(t - iT_c - jT_b, f_{ci}) \quad (1)$$

ここで $d_j(t)$ はj番目の情報ビットであり、Lは拡散符号長、 $c_i(t)$ は拡散符号のi番目のチップ、 T_c はチップ周期、 T_b はビット周期、 $v(t, f)$ は中心周波数 f のパルスをそれぞれ表し、 f_{ci} はi番目のパルスの中心周波数を表している。この送信信号はマルチパス通信路で雑音と狭帯域信号が加わり受信される。

まず、マルチパス通信路のインパルス応答は次の式(2)のように表される[2]。

$$c(\tau_n, t) = \sum_n \alpha_n(\tau_n(t)) e^{-j2\pi\alpha_n \tau_n(t)} \delta[t - \tau_n(t)] \quad (2)$$

ここで、 $c(\tau_n, t)$ は時間 $t - \tau_n(t)$ で時間 t で発生されたチャンネルの応答である。 $\alpha_n(t)$ はn番目経路から受信された信号の減衰要素である。 $\tau_n(t)$ はn番目経路の電波遅延である。すると受信信号は以下のように表される。

$$r(t) = A \cdot c(\tau_n, t) * s(t) + n(t) + J(t) \quad (3)$$

ここで $n(t)$ と $J(t)$ はそれぞれ雑音と狭帯域干渉信号を、Aは振幅を表す。

3. シミュレーション

本稿では狭帯域干渉の強さの指標としてSIRを用いる。SIRは信号対干渉波の電力比であり、次のように定義する。

$$SIR = \frac{L \cdot E}{A_j^2 / 2} \quad (4)$$

ここで A_j は干渉波の振幅であり、Lは拡散符号長であり、Eはマルチパスをとおり受信されたパルスのエネルギーである。本稿で干渉波は簡単のため、変調を行っていない正弦波と仮定する。狭帯域干渉波の中心周波数や帯域幅などは通常システムの中で検出を行うが本稿では簡単のためその情報は既知であると仮定した。

シミュレーション諸元を表1に示す。

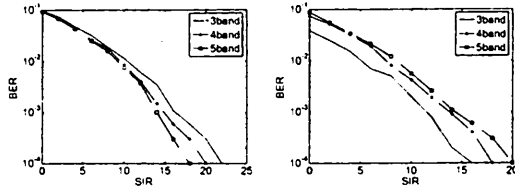
帯域の数を3, 4, 5としそれぞれ検討を行う。占有帯域幅を3.1GHz~5.1GHzまでの2GHzにし、一つのサブバンドが占有する帯域幅をすべて500MHzに統一させた。

干渉波の中心周波数はそれぞれ各サブバンドの中心に位置させるためにそれぞれことなった中心周波数をとった。Rake受信は選択RAKE受信としマルチパス合成はMRC(Maximal Ration Combining)を用いる。パルス幅は4 n secとする。

表1. シミュレーション諸元

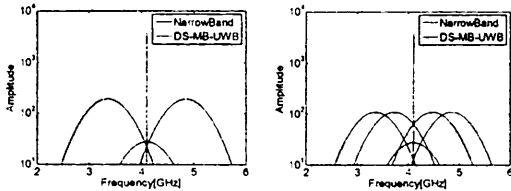
帯域数	3	4	5
伝送速度	16Mbps		
中心周波数 GHz	3.35, 4.1, 4.85	3.35, 3.85, 4.35, 4.85	3.35, 3.725, 4.1, 4.475, 4.85
パルスの 帯域幅	500MHz		
周波数帯域	3.1GHz~5.1GHz		
干渉波 周波数	4.1	3.85	4.1
拡散符号長	15		
通信路	IEEE802.15.3a CM1+AWGN		
RAKE受信	選択RAKE		
Duty	1		

4. シミュレーション結果



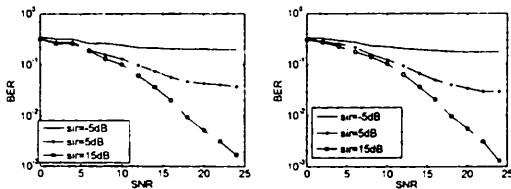
(a) 全バンド等しい場合 (b) 干渉バンドの電力が全体の10%以内の場合

図3. SIR-BER特性



(a) 3バンドの場合 (b) 5バンドの場合

図4. 周波数モデル



(a) 全バンド等しい場合 (b) 干渉バンドの電力が全体の10%以内の場合

図5. SNR-BER特性

図3はSNRが30dBの場合SIRに対するBERを示したものである。(a)はすべての帯域の電力を等しくして伝送を行った場合であり、(b)は周波数領域で狭帯域干渉

波と重なる帯域(干渉帯域・干渉バンドとする)を全体の10%以内に抑えて伝送を行った場合である。干渉帯域の電力を抑えた場合の周波数スペクトルを図4に示した。

このときSIRは-5dBである。5バンドを用いた場合SIRが-5dB・5dB・15dBの場合SNRに対するBER特性を図5に示した。4バンド・3バンドの場合も同様な結果が得られた。これらの結果から、すべての帯域が等しかった場合は、帯域の数が多いほどその性能がよくなった。しかし干渉波と周波数領域で重なるバンドの電力を抑えた場合には、逆にバンドの数が増えると性能が悪くなった。これは図4でも見られるように、3つのバンドを用いた場合には干渉バンドを減らすと共に干渉波と重なる部分も減った。しかし5つのバンドを用いた場合には干渉バンドを減らしても3つのバンドを用いた場合とは違って2つ目のバンドと4つ目のバンドとはまだ周波数領域で重なっているのがわかる。そのため干渉バンドを抑えた場合には帯域数を増やすと逆に性能が落ちたと考えられる。

5. まとめ

本稿では、マルチバンドを用いたDS-UWB伝送における狭帯域干渉の影響について検討を行った。バンドの数を増やすと共にその性能もあがった。しかし、干渉バンドの電力を抑えて伝送を行った場合には逆にバンド数が増えると性能は落ちた。これは一つのバンドを500MHzに、占有帯域を2GHzに固定してバンドの数だけをふやしたため干渉バンド1つの電力を抑えてもすぐ隣のバンドと狭帯域干渉波は周波数領域で重なる部分は減ってないためであると考えられる。

しかし干渉帯域の電力を抑えることにより狭帯域干渉波の影響を減らすことができた。その際帯域の数が増えると共に性能が落ちたことは、一つあたりのバンドの幅を減らしたり、また狭帯域干渉波と周波数領域である程度重なるすべてのバンドの電力を抑えたり、またパルスの中心周波数の間隔を広げることによりその性能は上がると考えられる。

謝辞 本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費(基盤研究(C)、No. 16560328)及び大川情報通信基金の助成により行われた。

参考文献

[1] 日馬、佐々木、周、菊池 “DS-マルチバンドUWB伝送におけるジッタと狭帯域干渉の影響について” SITA2004 Gero, Gifu, Japan, Dec. 14-17, 2004
 [2] Juha Heiskala, John Terry “OFDM Wireless LANs: A Theoretical and Practical Guide” BrainKore