

Full Duplexにおけるデジタル干渉キャンセラの基本特性

B-5 Study of Average BLER Performance Using Digital Self-Interference Canceller for Full Duplex

大友 崇裕[†] 岩澤 陽平[†] 齊藤 敬佑^{††} 佐和橋 衛[†]
 Takahiro Ohtomo[†] Yohei Iwasawa[†] Keisuke Saito^{††} Mamoru Sawahashi[†]
[†]東京都市大学 ^{††}株式会社 NTT ドコモ
[†]Tokyo City University ^{††}NTT DOCOMO, INC.

1. まえがき

セルラシステムにおいて周波数利用効率の一層の向上を実現する方法として、送信部からの自己干渉(SI: Self-Interference)を受信部で抑圧するFull Duplex (FD)の実現法、性能評価の検討が行われている(例えば, [1]-[4])。本稿では、FDにおいてSIを抑圧するデジタル自己干渉キャンセラ(DSIC: Digital Self-Interference Canceller)の基本特性を報告する。

2. FD受信機構成

FDは、上り及び下りリンクで同一周波数帯域の同一時間スロットの無線リソースを同時に用いる多重法である。現在のセルラシステムにおけるトラヒックは非対称であり、下りリンクのトラヒック需要が大きい。従って、FDを適用しても周波数利用効率は2倍にはならない。しかしながら、FDを実現できれば、FDD (Frequency Division Duplex)に必要なペアバンドの割り当てが不要になるため柔軟なリソース割り当てが可能になり、また、TDD (Time Division Duplex)に比較して制御情報のフィードバック遅延を短縮できるメリットがある。

FDを実現するためには、送信部から受信部に回り込むSIを所要の誤り率を満たすレベルまで抑圧する必要がある。図1にFDを用いるユーザ端末の送受信機構成例を示す。送受異なるアンテナ間のisolation, アナログSIキャンセラ(ASIC: Analog Self-Interference Canceller), 及びDSICを用いてSIを充分低いレベルに抑圧する[1]-[4]。ASICは、RFトランスバーサルフィルタ[1], バランキャンセラ[2],[3]などが提案されており、30 - 45 dB程度のSIの抑圧結果が報告されている。

3. DSIC構成

本稿では、90 dBのSIの抑圧が必要で、アンテナ間のisolation及びASICでSIが40 dB抑圧されるものと仮定する。従って、DSICを用いて50 dB程度のSIの抑圧を考える。図2に直交周波数分割多重(OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing)を用いた場合のDSICの構成を示す。まず、SIは情報シンボルが既知であるため、FFT処理後のサブキャリア信号からRF送信及び受信回路の振幅及び位相変動に相当するRF回路応答を推定する。送信シンボルに推定したチャネル応答を乗算し、IFFT処理を行うことによりSIの時間領域信号を生成し、SIが回り込んだ2ブランチの受信信号から、SIの推定値を差し引く。本稿では、SIを差し引いた後の受信信号の無線伝搬路のチャネル応答の推定は理想推定を仮定した。受信信号にチャネル応答の複素共役を乗算し、2ブランチの受信信号を同相合成する。同相合成した信号と情報シンボルレプリカの2乗ユークリッド距離の最小値から、各ビットの事後対数尤度比(LLR: Log-Likelihood Ratio)を計算する。事後LLRをデインタリーブ後、誤り訂正復号器に入力し、復号器出力の事後LLRを硬判定して送信ビットを再生する。

4. 計算機シミュレーション結果

図3に、下りリンクの平均受信信号電力対雑音電力比(SNR: Signal-to-Noise power Ratio)に対する平均ブロック誤り率(BLER: Block Error Rate)特性を示す。サブフレーム構成は、LTEの無線仕様に従った[5]。サブキャリア数は300とし、5MHzの送信帯幅を仮定した。変調方式はQPSK、チャネル符号化には、符号化率 $R=1/2$ 、拘束長4ビットのターボ符号、及びMax-Log-MAP復号を用いた。RF回路応答はサブフレーム区間で一定、周波数領域では5リソースブロック(RB) (= 900 kHz)内では一定とした。チャネルモデルは、6パスのTypical Urbanチャネルモデル[6]を用いた。SIのRF回路応答の推定値

の平均化シンボル数をパラメータにした。5 RB区間の一定の変動に対して、1 RB区間の情報シンボルを用いてSIのRF回路応答を推定すれば、希望波信号の平均電力より50 dB高いSIが充分、除去されていることが分かる。

5. まとめ

本稿では、FDにおけるSIを抑圧するDSICの基本特性をRF回路応答の推定精度の観点から評価した。

参考文献

- [1] J. G. McMichael and K. E. Kolodziej, Proc. Annual Allerton Conference 2012 [2] M. Jain, *et al.*, Proc. Annual International Conference on Mobile Computing and Networking, 2011. [3] B. van Liempd, *et al.*, Proc. CrownCom2014. [4] B. Debaillie, *et al.*, Proc. IEEE VTC2015-Spring, May 2015. [5] 3GPP TS36.211 (V12.0.0), Dec. 2013. [6] 3 GPP TS 45.005 (V11.3.0), March 2013.

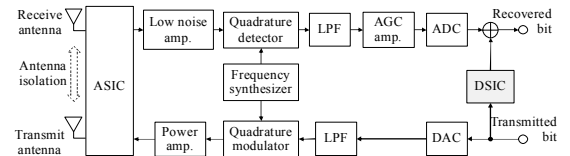


図1 FDを用いるユーザ端末の送受信機構成

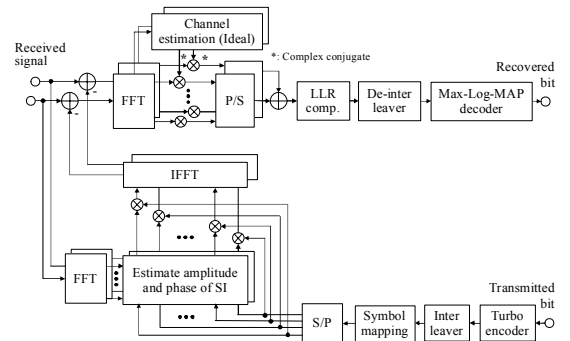


図2 OFDMを用いた場合のDSICの構成

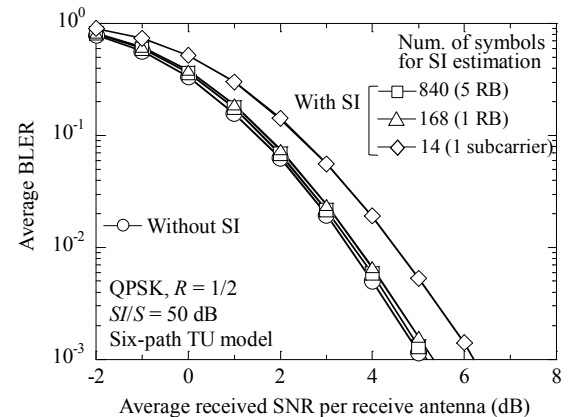


図3 FDにおけるDSICを用いた場合の平均受信SNRに対する平均BLER特性