

令和 5 年 6 月 4 日現在

機関番号：33917

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H01434

研究課題名(和文) 多次元信号処理による超低漏洩電力ワイヤレス通信システムの研究

研究課題名(英文) Research on ultra-low ACLP wireless communication systems using multi-dimensional signal processing

研究代表者

梅比良 正弘 (UMEHIRA, MASAHIRO)

南山大学・理工学部・教授

研究者番号：00436239

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ピーク対平均電力比、隣接チャネル漏洩電力の小さな信号方式として、時間領域でOverlap Windowingを行うOW-DFTs-OFDM/OQAM-DFTs-OFDM方式を提案し、線形・非線形チャネルにおいて隣接チャネル漏洩電力が低減可能であることを示した。また、TDD通信システムにおいて、移動端末のHPAを小さなバックオフで用いても隣接チャネル漏洩電力を低減するため、動作点推定パイロットにより動作点制御を行う、移動端末用の時間・周波数・振幅領域信号処理によるデジタルプリディストーションHPAリニアライザを提案し、詳細な設計法を示すと共に周波数利用効率の改善効果を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

次世代モバイル通信の高速・大容量化のため、更なる周波数利用効率の向上を目的として、ACLP/ACI低減、大電力増幅器の電力利用効率向上、ガードバンド削減という複合したシステムの問題に対し、システムレベルで解決することを目指した点に学術的意義がある。具体的には、ピーク対平均電力比、隣接チャネル漏洩電力の小さな信号方式、小さなバックオフでHPAを用いても隣接チャネル漏洩電力を低減する移動端末用デジタルプリディストーションHPAリニアライザを実現する時間・周波数・振幅領域での多次元信号処理技術を検討した。研究成果は、将来のモバイル通信における周波数有効利用への貢献に社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：In this research, we have proposed a new waveform of OW-DFTs-OFDM/OQAM-DFTs-OFDM which uses time-domain overlap windowing to reduce PAPR(Peak to Average Power Ratio) and ACI(Adjacent Channel Interference) and shows ACI reduction performance by the proposed waveform in linear and non-linear channel.

In addition, we have proposed a simplified digital pre-distortion type HPA linearizer using operation point estimation pilot signals for TDD-based mobile terminal, based on time/frequency/amplitude domain signal processing. We have demonstrated the feasibility of HPA ACI reduction with small output back-off, by controlling the operation point of digital HPA linearizer. We have established design method of the proposed linearizer and have shown spectrum efficiency improvement by the proposed scheme.

研究分野：通信工学

キーワード：多次元信号処理 隣接チャネル間干渉 隣接チャネル漏洩電力 PAPR 線形化 ガードバンド

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

研究開始当初の背景として、モバイル通信トラフィックは1.5倍/年のペースで増加しており、10年後には約60倍になるトラフィックを収容するため、第5世代携帯電話(5G)や次世代無線LANでは、さらなる高速・大容量化を実現するワイヤレス通信技術の開発が求められていた。高速・大容量化のためには周波数利用効率(bit/s/Hz)の向上が必須であり、広帯域が利用可能な10GHz以上の高周波数帯の利用に加えて、モバイル通信に適する6GHz以下の周波数帯を極限まで有効利用するため、4096QAM等の超多値変復調、上り下り回線に同一周波数を用いるFull Duplex、マルチユーザMIMO(Multiple Input Multiple Output)やMassive-MIMOの空間多重、既存システムとの周波数共用技術等の様々な手法が検討されていた。本研究は、特にTDDシステムの遠近問題に着目し、ガードバンドの削減による周波数利用効率の向上に取り組んだ。

2. 研究の目的

モバイル通信の更なる高速・大容量化のための周波数利用効率向上のための技術は益々重要となっており、本研究では、現実の無線システムにおける、異種システム・無線チャンネル間の隣接チャンネル干渉の影響を保護のために設けられているガードバンドの低減、特にTDDシステムにおける干渉と希望信号のレベル差に起因する遠近問題に着目し、ピーク対平均電力比(PAPR)が小さくスペクトル集中率の高い信号方式と、電力増幅器の非線形性により増大する隣接チャンネル漏洩電力を低減するHPAの線形化を実現することを目的として、周波数・時間・振幅領域での多次元ベースバンド信号処理技術の研究を行ったものである。

現実の無線システムにおける、異種システム間・無線チャンネル間の隣接チャンネル間干渉(ACI: Adjacent Channel Interference)回避のため、ガードバンドと呼ばれる利用できない周波数帯が存在する。特にTDDシステムでは、上り通信と下り通信が隣接チャンネルで行われると遠近問題のため、図1のように近接する無線局からの送信信号の隣接チャンネル漏洩電力(ACLPL: Adjacent Channel Leakage Power)により大きなACIが発生し、これを回避するため広いガードバンドが必要になるが、これはHPAの非線形性によるACLPLの低減により改善が可能で、これを削減できれば新たな利用可能周波数帯を創出できる。

このためには送信信号のACLPL低減、ピーク対平均電力比(PAPR: Peak to Average Power Ratio)が小さくスペクトル集中率の高い信号方式に加えて、急峻な周波数特性を持つフィルタ、電力増幅器の非線形歪で発生するACLPLを低減するリニアライザが必要となるが、コスト等の問題のため携帯端末では利用されていない。これは、ACLPL/ACI低減対策がフィルタやリニアライザなどの個別コンポーネントによる解決策に留まっているため、ACLPL/ACI低減、大電力増幅器の電力利用効率向上、ガードバンド削減という複合したシステムの問題に対し、システムレベルで解決することを目指した。具体的には、PAPRが小さくスペクトル集中率の高い信号方式と電力増幅器の線形化システムを周波数・時間・振幅領域での多次元ベースバンド信号処理により解決する。端末の信号方式としては低PAPRが必須条件であるため、シングルキャリア変調方式であるDFTs-OFDM(Discrete Fourier Transform spreading-Orthogonal Frequency Division Multiplexing)をベースに、低PAPRと高スペクトル集中率・低ACLPLの両立を図る。HPA線形化には、Pilotを用いてHPAの非線形特性を推定する。これによりACI低減とHPAの電力利用効率の最大化を図り、ガードバンド削減による周波数利用効率の向上を目指した。

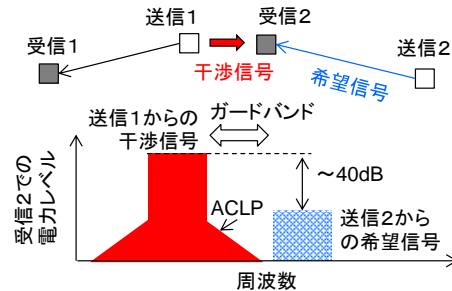


図1 隣接チャンネル漏洩電力(ACLPL)とガードバンド

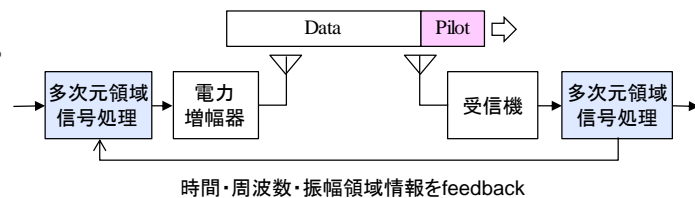


図2 多次元信号処理と線形化システム

3. 研究の方法

本研究はPAPR/ACLPL/ACI低減、大電力増幅器の電力利用効率向上、ガードバンド削減の複合問題をシステムとして解決に取り組むものである。PAPRが小さくスペクトル集中率の高い信号方式と電力増幅器の非線形歪等化システムを周波数・時間・振幅領域での多次元信号処理で実現し、実験により検証するため、以下の3課題を設定して進めた。

課題(1) 低PAPR・ACLPL信号方式: モバイル通信では周波数選択性フェージングにおいて良好な伝送特性を有するCP(Cyclic Prefix)を付加したOFDMやDFTs-OFDMが主流である。電力有効利用の点で低PAPRのDFTs-OFDMが有望だが、ブロック伝送であるためブロック間の波形

不連続による ACLP が大きい。そこで DFTs-OFDM をベースとした多値 QAM-DFTs-OFDM、非線形歪で発生する ACLP の小さい Offset QAM (OQAM) を用いる DFTs-OFDM 方式を中心に、時間領域での重み付け加算処理によるブロック信号の連続化等の周波数・時間領域信号処理により低 PAPR と低 ACLP を両立する信号方式を検討した。また、急峻な周波数特性のフィルタには周波数・時間領域信号処理によるフィルタバンクを想定し、EVM (Error Vector Magnitude) や ACI 特性と誤り率特性を計算機シミュレーションにより評価し、フィルタ系を最適化した。

課題(2) HPA 線形化システム：電力利用効率の改善のために大電力増幅器を飽和電力に近い動作点で用いると、ACLP/ACI が増大する。この問題を解決する手段としてデジタル HPA リニアライザがあるが、ガードバンドの低減には端末にもリニアライザを用いる必要がある。そこで、図2に示した、Pilot を用いて電力増幅器の非線形歪を推定し、その情報に基づき HPA の線形化を行う線形化システムを提案し、パイロット信号構成法と ACLP 低減特性を検討し、種々の特性の HPA における ACLP 低減効果を評価した。特に ACLP は送信する信号方式の PAPR にも依存するため、各種信号方式の PAPR と HPA 線形化による ACLP 低減効果の関係を評価した。

課題(3)実証実験：課題(1)(2)の検討結果を踏まえ、多次元信号処理による低 PAPR・ACLP 信号方式と非線形歪等化システムの ACLP/ACI 低減効果、電力利用効率・周波数利用効率改善効果の評価するため、市販の測定器・ソフトウェア無線機を用いて実証実験を進めた。

4. 研究成果

(1) 低 PAPR・ACLP 信号方式

第4世代移動通信 (LTE) で使用されている DFTs-OFDM をベースに、PAPR と ACLP を低減するため、時間領域信号処理であるオーバーラップウィンドウ処理を用いた OW (Overlap-Windowed) -DFTs-OFDM 方式を提案し、PAPR を OFDM に比べ 2~3dB、送信側 ACLP を従来方式に比べ 30~40dB 低減できることを明らかにした。図3に OW のウィンド関数に Raised Cosine 窓 (HAN 窓) を用いた場合の OW 処理による ACLP 低減効果を示す。図よりわかるように OW 長=CP 長とした場合に ACLP を最小にできるが、フェージングにおける遅延分散が大きい場合はブロック間干渉が大きくなるため、CP 長と OW 長の設計には、ACI とフェージング環境におけるブロック間干渉のトレードオフが必要となる。なお、OW 処理は OFDM に対しても ACLP 低減効果が得られる。

また、PAPR と ACLP/ACI 低減を目的に時間・周波数領域信号処理を用いた OQAM (Offset QAM) -DFTs-OFDM を提案し、同様に OW 処理を適用すれば、QAM-DFTs-OFDM に比べ PAPR を 1dB 低減できること、ACLP を 30~40dB 低減できることを明らかにした。しかし、OQAM-DFTs-OFDM の信号解析を行ったところ、N シンボルの変調信号に対してサブキャリア数が N+1 となること、ナイキスト周波数の成分が実数となり PAPR が大きくなることがわかった。そこで、これを改善するため、ナイキスト周波数成分の振幅を 1/2 にした NH (Nyquist Half)-OW-OQAM-DFTs-OFDM 方式、周波数領域でナイキスト周波数成分を複素化することでサブキャリア数を 1 低減して N とした CN (Complex Nyquist)-OW-OQAM-DFTs-OFDM 方式を提案し、QAM-DFTs-OFDM に比べ PAPR を 1.2~1.3dB 低減できること、サブキャリア数 N が小さい場合に有効であることを明らかにした。OW-OQAM-DFTs-OFDM 方式は比較的低速の IoT システムに有効な手段と言える。

提案の OW-QAM-DFTs-OFDM 方式においては、DFTs-OFDM の OFDM シンボル長 (FFT ブロック長)、チャンネル間隔が隣接チャンネルと異なる場合はサブキャリア間の直交性が失われ、ACLP を小さくしてもチャンネル分離ができず大きな ACI が発生するため、受信側において ACI 低減のためのチャンネルフィルタが必要となる。これに対しては周波数領域信号処理で柔軟なフィルタリングができるオーバーラップ FFT フィルタバンクを適用することにより、周波数選択性フェージング環境において、受信側でチャンネル間の時間が非同期かつ受信レベル差 20dB の場合でも、エラーフロアを 10^{-1} から 10^{-3} に改善できることを明らかにした。また、オーバーラップ FFT フィルタバンクを受信フィルタに用いる場合の伝送特性を評価し、周波数特性、FFT サイズ等の設計パラメータに応じた EVM (Error Vector Magnitude)、ACI、総合伝送特性を比較評価し、OFDM シンボル長を T とすると、 $1/2T$ だけ帯域を拡張したフィルタが準最適受信フィルタとなることを明らかにした。

(2) HPA 線形化システム

研究開始当初は、端末への適用を想定し、基地局にて端末の HPA の入出力特性を検出・推定し、振幅領域信号処理 (デジタルプリディストーション) で HPA 線形化を行う手法を提案し検討を進めていたが、Pilot による HPA の入出力特性推定精度の限界から、十分な ACLP 低減効果が得られなかった。そこで、TDD システムでは同一周波数で信号の送受信を行うことに着

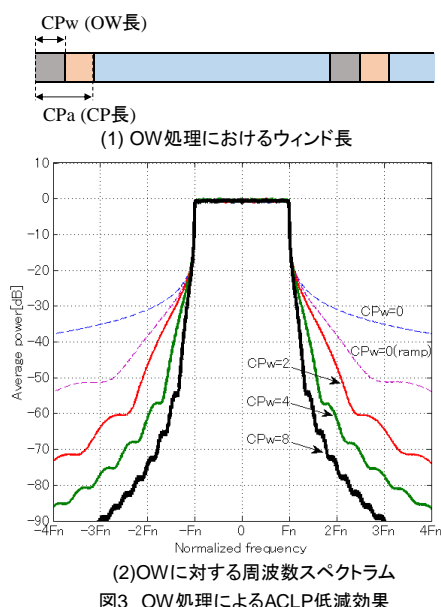


図3 OW処理によるACLP低減効果

目し、端末の送信信号を自局で受信して測定した HPA の入出力特性 (AM/AM、AM/PM 特性) を測定して、ルックアップテーブルに格納し、通信中は動作点推定用 Pilot を空きタイムスロット等を用いて送信し、受信時に HPA で発生する混変調雑音を自局で検出して、これが小さくなるよう動作点を制御する、TDD システムの特徴を活かした HPA 線形化システム (デジタルプリディストーション HPA リニアライザ) を提案した。提案方式は、従来の HPA リニアライザのような補助受信器が不要で、デジタル回路で構成されるため、端末への適用が容易という利点を有する。

HPA で発生する 3 次混変調雑音の測定・推定を行う Pilot 信号として、バブコック配列を用いたマルチキャリア信号を提案し、線形化システムの HPA の ACLP 低減効果をシミュレーションにより評価した結果を図 4 に示す。提案の OW-DFTs-OFDM では、出力バックオフ (OBO) が 6dB で ACLP を 14dB、9dB では 35dB 低減しており、十分小さい ACLP を達成できることを示した。なお、マルチキャリア方式である OW-OFDM では、OBO が 6dB で ACLP を 3dB、9dB では 9dB の低減しか得られていない。

図 5 に IEEE802.11n/ac 準拠の OFDM を OW-DFTs-OFDM とし、チャンネル間隔 21MHz で受信 S/N と受信レベル差 (f_D) の組み合わせに対し、OBO に対する周波数利用効率 (η [bit/s/Hz]) を評価した結果を図 5 に示す。他のパラメータを図よりわかるように SN 比が大きく OBO が小さい場合に、線形化システムによる大きな周波数利用効率改善効果が得られていることがわかる。この結果は、提案の OW-QAM-DFTs-OFDM、並びに TDD システムに適した線形化システムの複合効果により得られたもので、ACLP/ACI 低減、HPA の電力利用効率向上 (小さな OBO)、周波数利用効率の向上という複合したシステムの問題に対しては、システムレベルでの解決が重要であることを示している。

(3) 実証実験

実証実験については、コロナ禍の影響で実験装置の入手が遅れ、必要な機材の整備は完了したが、現在、実験装置に使用するプログラムの開発、特性評価実験の途上にある。

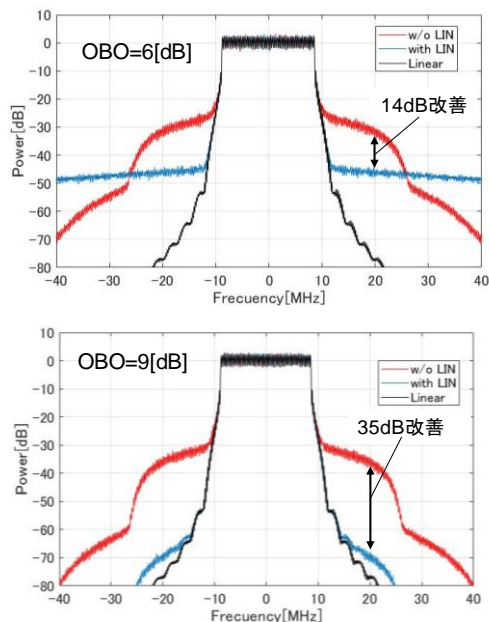


図4 OW-QAM-DFTs-OFDMにおける線形化システムのACLP低減効果

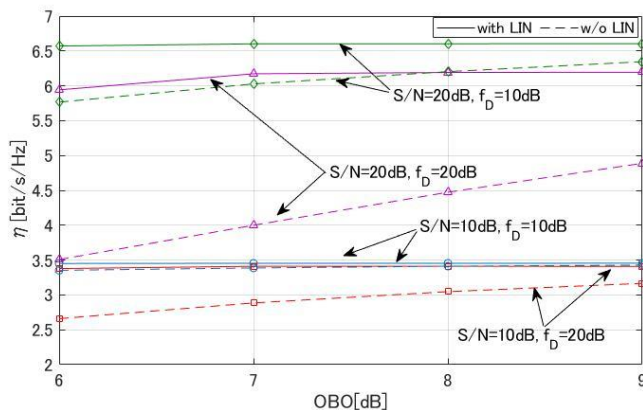


図5 OW-QAM-DFTs-OFDMにおける線形化システムの周波数利用効率改善効果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Okano Takahiro, Umehira Masahiro, Wang Xiaoyan, Takeda Shigeki	4. 巻 1
2. 論文標題 Overlap-Windowed-DFTs-OFDM with Overlap FFT Filter-Bank for Flexible Uplink Access in 5G and Beyond	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. 2018 IEEE 88th Vehicular Technology Conference (VTC-Fall)	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/VTCFall.2018.8690564	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 OKAMOTO Takuya, UMEHIRA Masahiro, WANG Xiaoyan, TAKEDA Shigeki	4. 巻 1
2. 論文標題 Feasibility of HPA Linearization System using Amplitude Reference Pilot Signal	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. 2018 24th Asia-Pacific Conference on Communications (APCC)	6. 最初と最後の頁 381-386
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/APCC.2018.8633495	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 ISHIBASHI Motoki, UMEHIRA Masahiro, WANG Xiaoyan, TAKEDA Shigeki	4. 巻 1
2. 論文標題 FFT-based frequency domain filter design for multichannel overlap-windowed-DFTs-OFDM signals	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. 2021 IEEE 93rd Vehicular Technology Conference	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/VTC2021-Spring51267.2021.9448744	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Masubuchi Atsushi, Umehira Masahiro, Wang Xiaoyan, Takeda Shigeki	4. 巻 1
2. 論文標題 A Simplified DPD Linearizer using Operation Point Estimation Pilot Signals for Mobile Terminal Application in TDD Wireless Systems	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. 2021 24th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/WPMC52694.2021.9700406	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 TADA Akira, UMEHIRA Masahiro, WANG Xiaoyan, TAKEDA Shigeki	4. 巻 1
2. 論文標題 DPD based HPA linearizer using in-band operation point estimation pilot for mobile device applications	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc. 2020 14th International Conference on Signal Processing and Communication Systems (ICSPCS)	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICSPCS50536.2020.9310045	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 IMAI Mizuki, OKAMOTO Takuya, OKANO Takahiro, UMEHIRA Masahiro, WANG Xiaoyan	4. 巻 1
2. 論文標題 An Overlap-Windowed-OQAM-DFTs-OFDM Scheme to Achieve Low PAPR and ACLP	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. of 2019 16th International Symposium on Wireless Communication Systems (ISWCS)	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ISWCS.2019.8877312	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計19件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 増淵 篤、梅比良正弘、王 瀟岩、武田茂樹
2. 発表標題 DPD型リニアライザにおける動作点推定用マルチキャリアパイロット信号構成法の検討
3. 学会等名 信学技報, vol. 121, no. 145, SRW2021-13, pp. 1-6, 2021年8月
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 増淵篤、梅比良正弘、王瀟岩、武田茂樹
2. 発表標題 DPD型リニアライザにおける動作点推定用マルチキャリアパイロット信号の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会, 革新的無線通信技術に関する横断型研究会 (MIKA) 2021年10月13日
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 増淵 篤、梅比良正弘、王 瀟岩、武田茂樹
2. 発表標題 動作点推定パイロットを用いたDPD型リニアライザのスペクトル利用効率改善効果
3. 学会等名 信学技報, vol. 121, no. 234, RCS2021-143, pp. 1-6, 2021年11月
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石橋 基・梅比良正弘・王 瀟岩・武田茂樹
2. 発表標題 オーバーラップFFTフィルタバンクによるOverlap-Windowed-DFTs-OFDM用受信フィルタ系の設計と特性
3. 学会等名 信学技報, vol. 120, no. 322, RCS2020-179, pp. 136-141, 2021年1月
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 多田 陽・梅比良正弘・王 瀟岩・武田茂樹
2. 発表標題 マルチキャリア動作点推定パイロット信号を用いた携帯端末用デジタルプリディストーションHPAリニアライザ
3. 学会等名 信学技報, vol. 120, no. 322, RCS2020-182, pp. 153-158, 2021年1月
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 増淵 篤・多田 陽・梅比良正弘・王 瀟岩・武田茂樹
2. 発表標題 AM/AM・AM/PM特性を持つ非線形HPAにおける動作点推定パイロットを用いたモバイル端末用DPD型リニアライザの特性評価
3. 学会等名 信学技報, vol. 120, no. 406, SRW2020-59, pp. 29-34, 2021年3月
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 増淵 篤・多田 陽・梅比良正弘・王 瀟岩
2. 発表標題 AM/PM特性を持つHPAにおけるDPDのACLPL低減効果
3. 学会等名 B-5-45, 電子情報通信学会 総合大会, 2021年3月
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 多田 陽、梅比良正弘、王 瀟岩
2. 発表標題 異なるHPAモデルに対するHPA線形化システムの特性評価
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会 B-5-35
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梅比良正弘、菅野優人、岡本拓也、王 瀟岩、武田茂樹
2. 発表標題 HPA線形化システムにおけるOFDMとDFTs-OFDMの隣接チャネル漏洩電力低減効果
3. 学会等名 電子情報通信学会 信学技報 RCS2019-19、pp.91-96
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石橋 基、梅比良正弘、王 瀟岩、武田茂樹
2. 発表標題 オーバーラップウィンドウを用いたDFTs-OFDM方式における受信フィルタ系の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 信学技報 SRW2019-64、pp.27-32
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 多田 陽、梅比良正弘、王 瀟岩、武田茂樹
2. 発表標題 HPA入出力特性のルックアップテーブルを用いるHPA線形化システムの基礎検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 信学技報 RCS2019-368、pp.245-249
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 増淵 篤、多田 陽、梅比良 正弘、王 瀟岩
2. 発表標題 Rappモデルの逆関数を用いたHPA線形化システムの提案
3. 学会等名 電子情報通信学会 東京支部 学生会研究発表会(第25回)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡本拓也、鈴木智也、王 瀟岩、梅比良正弘
2. 発表標題 振幅参照信号を用いたHPA線形化システムの提案と基本特性の評価
3. 学会等名 信学技報, vol. 118, no. 12, RCS2018-20, pp. 103-108, 2018年4月
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡本拓也、梅比良正弘、王 瀟岩
2. 発表標題 AWGN・周波数選択性フェージングチャネルにおけるHPA線形化システムの特性
3. 学会等名 信学技報, vol. 118, no. 311, RCS2018-196, pp. 109-114, 2018年11月
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡野貴大, 梅比良正弘, 王 瀟岩, 武田茂樹
2. 発表標題 Overlap-Windowed-DFTs-OFDM方式におけるオーバーラップFFTフィルタバンクが伝送特性に与える影響
3. 学会等名 信学技報, vol. 118, no. 311, RCS2018-192, pp. 85-90, 2018年11月
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 今井水輝, 岡本拓也, 岡野貴大, 王 瀟岩, 梅比良正弘
2. 発表標題 低PAPR・ACLPLのためのOverlap-Windowed-OQAM-DFTs-OFDM方式の提案
3. 学会等名 信学技報, vol. 118, no. 476, SRW2018-57, pp. 13-18, 2019年3月
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 梅比良正弘
2. 発表標題 IEEE802.11ax無線LANまでの道程と将来展望
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会 BP-1-1 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 今井水輝, 岡本拓也, 岡野貴大, 梅比良正弘, 王 瀟岩
2. 発表標題 低ACLPL・低PAPRを達成するOverlap-Windowed-OQAM-DFTs-OFDM方式
3. 学会等名 電子情報通信学会 総合大会B-5-39
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石橋 基, 岡野 貴大, 王 瀟岩, 梅比良正弘
2. 発表標題 Overlap-Windowed-DFTs-OFDMにおけるOverlap-windowed FFTフィルタバンクの適用効果
3. 学会等名 電子情報通信学会 東京支部学生会 第24回研究発表会, 59, 2019年3月
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	王 瀟岩 (WANG Xiaoyan) (10725667)	茨城大学・理工学研究科(工学野)・准教授 (12101)	
研究 分担者	武田 茂樹 (TAKEDA SHIGEKI) (50323209)	茨城大学・理工学研究科(工学野)・教授 (12101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------