

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6523287号
(P6523287)

(45) 発行日 令和1年5月29日 (2019.5.29)

(24) 登録日 令和1年5月10日 (2019.5.10)

(51) Int. Cl.	F I
H03F 1/32 (2006.01)	H03F 1/32 1 4 1
H03F 3/24 (2006.01)	H03F 3/24
H04B 1/04 (2006.01)	H04B 1/04 R
H04B 7/005 (2006.01)	H04B 7/005

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-538050 (P2016-538050)
(86) (22) 出願日 平成28年5月30日 (2016.5.30)
(65) 公表番号 特表2018-521517 (P2018-521517A)
(43) 公表日 平成30年8月2日 (2018.8.2)
(86) 国際出願番号 PCT/KR2016/005691
(87) 国際公開番号 W02017/204390
(87) 国際公開日 平成29年11月30日 (2017.11.30)
審査請求日 平成28年6月8日 (2016.6.8)
(31) 優先権主張番号 10-2016-0062991
(32) 優先日 平成28年5月23日 (2016.5.23)
(33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(73) 特許権者 516083818
ケイエムダブリュ インコーポレーテッド
KMW I N C.
大韓民国 18462 キョンギド ファ
ソンシ ドンタンミョン ヨンチョンロ 1
83-6
183-6, Yeongcheon-ro
, Dongtan-myeon Hwa
seong-si Gyeonggi-d
o 18462, Republic o
f Korea

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デジタルプリディストーション装置のためのサンプル有効性の判別方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電力増幅器の非線形性を補償するためのデジタル・プリディストーション装置がプリディストーション係数の推定に利用されるサンプルの有効性を判別する方法において、

前記電力増幅器に入力される入力信号から一定個数 (N、Nは自然数) の入力サンプルを獲得する過程と、

前記入力サンプルをサイズ (Magnitude) に基づいて複数のグループに分類し、分類された入力サンプルの分布に基づいて前記入力サンプルの有効性を判断する過程と、及び、

前記入力サンプルが有効な場合、有効な前記入力サンプルを前記プリディストーション係数を推定するプリディストーションアルゴリズムに入力されるサンプルとして決定する過程と、

を含む、

前記複数のグループは、

サンプルのサイズが下限しきい値以下であり、上限しきい値以上であるサンプルが分類されている第1のグループと、

前記下限しきい値と前記上限しきい値との間の区間をサイズに応じて分割した複数の第2のグループと、

を含む、

前記有効性を判断する過程は、

前記第1のグループに属する入力サンプルの数が一定以下であり、前記複数の第2のグ

10

20

ループのそれぞれのサンプルの数が予め設定された比率の範囲内にある場合、前記入力サンプルを有効なサンプルとして判断するサンプルの有効性判別方法。

【請求項 2】

前記入力サンプルが有効でない場合、前記入力信号から一定個数（ N 、 N は自然数）の入力サンプルを再度獲得して有効性を判断する過程と、及び、

前記入力サンプルが有効であると判断するまで前記入力サンプルを再度獲得して有効性を判断する過程を繰り返し実行する過程と、

を含む請求項 1 に記載のサンプルの有効性判別方法。

【請求項 3】

電力増幅器の非線形性を補償するためのデジタル・プリディストーション係数の推定に利用するサンプルの有効性を判別する装置において、

前記電力増幅器に入力される入力信号から一定個数（ N 、 N は自然数）の入力サンプルを取得する入力部と、

前記入力サンプルをサイズ（Magnitude）に基づいて複数のグループに分類し、分類された入力サンプルの分布に基づいて前記入力サンプルが前記電力増幅器の非線形性を補償するために有効であるか否かを判断するサンプルの有効性判別部と、及び、

前記入力サンプルが有効な場合、有効な前記入力サンプルを前記プリディストーション係数を推定するプリディストーションアルゴリズムに入力されるサンプルとして決定するサンプル決定部と、

を含む、

前記複数のグループは、

サンプルのサイズが下限しきい値以下であり、上限しきい値以上であるサンプルが分類されている第 1 のグループと、及び、

前記下限しきい値と前記上限しきい値との間の区間をサイズに応じて分割した複数の第 2 のグループと、

を含む、

前記サンプルの有効性判別部は、

前記第 1 のグループに属するサンプルの数が一定以下であり、前記複数の第 2 のグループのそれぞれのサンプルの数が予め設定された比率の範囲内にある場合、前記入力サンプルを有効なサンプルとして判断するサンプルの有効性判別装置。

【請求項 4】

前記サンプルの有効性判別部は、

前記入力サンプルが有効でないと判断した場合、前記入力サンプルのうちの少なくとも一部が更新された入力サンプルを前記入力信号から獲得した後に、前記更新された入力サンプルが前記電力増幅器の非線形性を補償するために有効であるか否かを判断することを特徴とする請求項 3 に記載のサンプルの有効性判別装置。

【請求項 5】

前記サンプルの有効性判別部は、

前記入力サンプルが有効でないと判断した場合、前記入力サンプルの一部を削除し、削除された数だけ連続するサンプルを前記入力信号から獲得して入力された追加の入力サンプルを前記複数のグループに分類することを特徴とする請求項 3 に記載のサンプルの有効性判別装置。

【請求項 6】

前記サンプルの有効性判別部は、

前記入力サンプルのうち、最初 M （ M は N 以下の自然数）個のサンプルを削除することを特徴とする請求項 5 に記載のサンプルの有効性判別装置。

【請求項 7】

前記サンプルの有効性判別部は、

前記入力サンプルが同じサイズで一定区間持続されている場合、前記入力サンプルが有効でないと判断することを特徴とする請求項 3 に記載のサンプルの有効性判別装置。

【請求項 8】

前記サンプルの有効性判別部は、

前記入力サンプルの平均及び分散を用いて前記入力サンプルの有効性を判断することを特徴とする請求項 3 に記載のサンプルの有効性判別装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本実施例は、電力増幅器の非線形性を補償するためのデジタル・プリディストーション装置において、メモリに保存されたサンプルがデジタル・プリディストーション係数を安定的に推定するための有効なサンプルであるか否かを判断できる装置及び方法に関する。

10

【背景技術】**【0002】**

この部分に記述された内容は、単に本実施例の背景情報を提供するに留まり、従来技術を構成するものではない。

【0003】

通信システムにおける電力増幅器は、信号を送信するために不可欠な部品である。一般的に、電力増幅器は、信号の品質、及び隣接する帯域干渉を考慮し、非線形特性が多く見られる飽和領域で駆動できず、線形特性で動作する低電力下で駆動する。しかし、電力増幅器が飽和電力よりも低い電力で駆動すると、10～20%程度の低い効率を有するという問題点がある。

20

【0004】

電力増幅器の効率を改善するための線形化技術の一つであるデジタル・プリディストーション (Digital Pre-Distortion: DPD) は、シンプルな構造と低コストで具現可能な点で非常に効果的技術として注目されている。具体的には、デジタル・プリディストーションは、非線形電力増幅器の逆関数に対応するデジタル・プリディストーション特性を見つけ、デジタル段に具現することで、非線形電力増幅器を線形化する。

【0005】

電力増幅器の特性は、時間、消費電力、および温度に応じて変化するため、非線形特性を持続的に追跡し、対応する逆関数を見つけなければならない。このため、デジタル・プリディストーション装置は、伝送信号及び電力増幅器の出力信号からプリディストーションのためのプリディストーションパラメータを計算する。

30

【0006】

このとき、デジタルプリディストーション装置は、伝送信号から取得した複数のサンプルを利用してプリディストーションパラメータを計算するところ、正確なプリディストーションパラメータを獲得するためには、多様な信号のサイズを有する十分な数のサンプルが必要である。しかし、多くの数のサンプルを収集すればするほど、これらを格納するための大容量メモリを必要とし、ハードウェアの負荷が増加してコストも増加するという問題が発生する。

【0007】

40

たとえば大容量メモリを利用して十分な数のサンプルを収集したとしても適切ではないサンプルが含まれている場合は、プリディストーション特性を見つけるにおいて誤差が大きくなり、正確なプリディストーション係数を求めることができない。たとえば、時分割複信 (TDD: Time Division Duplex) 信号の場合、信号がないサンプルまで含まれる危険性がある。

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

本発明の実施例は、電力増幅器の非線形性を補償するためのデジタル・プリディストーション装置において、低容量のメモリでもプリディストーション係数を正確に推定し、効

50

率的に電力増幅器の非線形性を補償することができるデジタルプリディストーション装置のためのサンプル有効性の判別方法及び装置を提供することを主な目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の実施例によると、電力増幅器の非線形性を補償するためのデジタル・プリディストーション装置がプリディストーション係数の推定に利用するサンプルの有効性を判別する方法において、電力増幅器に入力される入力信号から一定個数（ N 、 N は自然数）の入力サンプルを獲得する過程と、入力サンプルをサイズ（Magnitude）に基づいて複数のグループに分類し、分類された入力サンプルの分布に基づいて入力サンプルの有効性を判断する過程、及び入力サンプルが有効な場合、有効な入力サンプルをプリディストーション係数を推定するプリディストーションアルゴリズムに入力されるサンプルとして決定する過程と、を含むサンプルの有効性判別方法を提供する。

10

【0010】

本発明の実施例によると、電力増幅器の非線形性を補償するためのデジタル・プリディストーション係数の推定に利用するサンプルの有効性を判別する装置において、電力増幅器に入力される入力信号から一定数（ N 、 N は自然数）の入力サンプルを取得する入力部と、入力サンプルをサイズ（Magnitude）に基づいて複数のグループに分類し、分類された入力サンプルの分布に基づいて入力サンプルが電力増幅器の非線形性を補償するために有効か否かを判断するサンプル有効性判別部、及び入力サンプルが有効な場合、有効な入力サンプルをプリディストーション係数を推定するプリディストーションアルゴリズムに入力されるサンプルとして決定するサンプル決定部と、を含むサンプル有効性判別装置を提供する。

20

【発明の効果】

【0011】

以上で説明したように、本発明の実施例によると、電力増幅器の非線形性を補償するためのデジタル・プリディストーションにおいて、低容量のメモリでもプリディストーション係数を正確に推定し、効率的に電力増幅器の非線形性を補償することができる効果がある。

【0012】

本発明の実施例によると、プリディストーションアルゴリズムに入力されるサンプルが有効なサンプルであることを事前に判別することで、プリディストーションに適合していないサンプルによる線形化性能の劣化を防止することができる効果がある。

30

【0013】

本発明の実施例によると、低容量のメモリを利用してプリディストーション装置を具現できるので、システム全体のコストを減らし、演算の複雑さも低くしても電力増幅器の線形化性能の信頼性は向上させることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、本発明の実施例に係るデジタルプリディストーションシステムの概略構成図である。

40

【0015】

【図2】図2は、本発明の実施例に係るデジタルプリディストーション装置のサンプル有効性の判別方法を示すフローチャートである。

【0016】

【図3】図3は、本発明の実施例に係るデジタルプリディストーション装置のサンプル有効性の判別方法についての模擬実験の結果である。

【0017】

【図4A】図4Aは、本発明の実施例に係るデジタルプリディストーション装置のスペクトル性能を示すグラフである。

【図4B】図4Bは、本発明の実施例に係るデジタルプリディストーション装置のスペク

50

トル性能を示すグラフである。

【００１８】

【図５】図５は、本発明の実施例に係るマルチバンド送信機のためのデジタル・プリディストーションシステムの概略的な構成図である。

【００１９】

【図６】図６は、本発明の実施例に係るマルチバンド送信機のためのデジタル・プリディストーション装置のサンプル有効性の判別方法を示すフローチャートである。

【００２０】

【図７Ａ】図７Ａは、本発明の実施例によるマルチバンド送信機のためのデジタル・プリディストーション装置のスペクトル性能を示すグラフである。

10

【図７Ｂ】図７Ｂは、本発明の実施例によるマルチバンド送信機のためのデジタル・プリディストーション装置のスペクトル性能を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【００２１】

以下、本実施例を添付された図面を参照して詳細に説明する。各図面の構成要素に参照符号を与える場合において、同一の構成要素については、たとえ他の図面上に表示されても、可能な限り同一の符号を有するようにしていることに留意しなければならない。また、本発明を説明するにあたり、関連した公知の構成または機能についての具体的な説明が本発明の要旨を曖昧にし得ると判断される場合には、その詳細な説明は省略する。

【００２２】

20

また、本発明の構成要素を説明するにあたり、第１、第２、Ａ、Ｂ、（ａ）、（ｂ）などの用語を用いる場合がある。このような用語は、その構成要素を他の構成要素と区別するためだけであり、その用語によって該当構成要素の本質や順番、または順序などが限定されない。明細書全体において、どの部分がどのような構成要素を「含む」、「備える」としたときに、これは特に正反対の記載がない限り、他の構成要素を除外するものではなく、他の構成要素をさらに含み得ることを意味する。また、明細書に記載された「…部」、「モジュール」などの用語は、少なくとも一つの機能や動作を処理する単位を意味し、これは、ハードウェアやソフトウェア、またはハードウェア及びソフトウェアの組み合わせから具現することができる。

【００２３】

30

添付の図面とともに以下にて開示される詳細な説明は、本発明の例示的な実施形態を説明しようとするものであり、本発明が実施できる唯一の実施例を示そうとするものではない。

【００２４】

図１は、本発明の実施例に係るデジタルプリディストーションシステムの概略的な構成図である。

【００２５】

図１を参照すると、本実施例に係るデジタルプリディストーションシステムは、伝送モデム２００、デジタル・プリディストーション装置１００、デジタル－アナログコンバーター２１０、アナログ－デジタルコンバーター２５０、周波数アップコンバーター２２０、周波数ダウンコンバーター２４０、及び電力増幅器２３０を含む。

40

【００２６】

デジタル・プリディストーション装置１００は、プリディストーション補償部１１０、サンプルの有効性判別装置１２０、及びプリディストーション制御部１３０を含み、プリディストーション制御部１３０は、メモリ部１３２とプリディストーションエンジン部１３４を含む。

【００２７】

図１に示されたデジタル・プリディストーションシステムは、一実施例によるものであって、図示されたすべてのブロックが必須なコンポーネントではなく、実施例によってはいくつかのブロックが追加、変更、または削除することができる。

50

【0028】

伝送モデム200は、伝送信号、すなわち、電力増幅器230に入力される入力信号 $x(N)$ を生成する。プリディストーション補償部110は、プリディストーション係数を用いて入力信号 $x(N)$ をプリディストーションする。つまり、入力信号 $x(N)$ を電力増幅器230特性の逆関数で歪める。プリディストーション信号 $y(N)$ は、デジタルアナログコンバーター(Digital to Analog Converter)を通じてアナログ信号に変換された後に、周波数アップコンバーター(Upconverter)を通じてRF(Radio Frequency)周波数に変換された後に、電力増幅器230を通じて増幅される。入力信号 $x(N)$ は、電力増幅器230の特性の逆関数に歪められるため、電力増幅器230の出力信号 $a(N)$ は、線形増幅される。

10

【0029】

電力増幅器230は、前述したように、時間、消費電力、及び温度によって、その特性が変化するため、持続的にプリディストーション係数を更新する必要がある。つまり、電力増幅器230の非線形特性を持続的に追跡して逆関数を再度探さなければならない。このために、本実施例のデジタルプリディストーションシステムは、電力増幅器230の出力信号を再度フィードバック(Feedback)する回路を含む。

【0030】

電力増幅器230の逆関数、すなわち、プリディストーション特性を見つけるために、電力増幅器230の入力信号と出力信号が必要である。電力増幅器230の入力信号及び出力信号は、プリディストーション制御部130のメモリ部132に保存される。また、メモリ部132には、入力信号及び出力信号のサンプルが保存される。

20

【0031】

プリディストーション制御部130のプリディストーションエンジン部134は、プロセッサを利用して電力増幅器230の入力信号及び出力信号からプリディストーション特性を見つけるための演算を実行することで、プリディストーション係数を推定する。つまり、電力増幅器230の入力信号対比の出力信号の非線形歪みの程度を確認し、電力増幅器230に対する線形特性を改善させるためのプリディストーション係数を推定する。

【0032】

具体的には、プリディストーションエンジン部134は、プリディストーションアルゴリズムを利用してプリディストーション係数を計算ないし推定することができる。ここで、プリディストーションアルゴリズムは、入出力信号を利用して変化する信号に応じ、継続的にプリディストーション係数を更新する適応型アルゴリズムを含む。

30

【0033】

本実施例では適応型アルゴリズムとして、例えばLMS(Least Mean Square)アルゴリズム及びRLS(Recursive Least Square)アルゴリズムが使用できるものの、これに限定されるのではなく、その他様々な適応型アルゴリズムが利用できる。

【0034】

プリディストーションエンジン部134は、メモリ部132に格納されたサンプルに対して適応型アルゴリズムを適用し、プリディストーション係数を繰り返し更新することで、最終的なプリディストーション係数に収束するまで動作することができる。最終的な収束値はプリディストーション係数と推定され、プリディストーション補償部110に適用される。

40

【0035】

プリディストーション補償部110は、プリディストーションエンジン部134で推定されたプリディストーション係数を用いて電力増幅器230に入力される入力信号をプリディストーションする。ただし、電力増幅器の特性変化を追跡してプリディストーション係数を更新している間にプリディストーション補償部110が動作せず、入力信号 $x(N)$ は、バイパス(bypass)してメモリ部132に格納される。

【0036】

プリディストーションエンジン部134は、メモリ部132に格納されたサンプルの長

50

さが長いほど、より良い特性のプリディストーション係数を算出することができ、電力増幅器230をより理想的に線形化することができる。ただし、サンプルの長さが長くなると、これを保存するために大容量のメモリが要求されるため、ハードウェアの負荷が増加してコストも増加することになるという問題がある。

【0037】

一方、サンプルの長さが十分長いとしてもプリディストーション係数の算出に適していないサンプルが多数含まれると、反ってプリディストーション特性に誤差が大きくなり、電力増幅器230の線形化が適切に行われないう問題点もある。ここで、プリディストーション係数の算出に適していないサンプルとは、例えば、一定のサイズ(Magnitude)のサンプルが連続する場合として、プリディストーションの逆補償が困難になるほどサイズが大きい、小さいかの場合と、そして、サイズが「0」である場合などを含む。

10

【0038】

本実施例に係るデジタルプリディストーション装置100は、前述した問題点を解決するために、サンプルの有効性を判断することで、少ない容量のメモリでも最適のプリディストーション係数を推定することができる。

【0039】

サンプルの有効性判別装置120は、入力部(図示せず)、サンプルの有効性判別部(図示せず)、及びサンプル決定部(図示せず)を含む。

【0040】

サンプルの有効性判別装置120の入力部(図示せず)は、入力信号から一定個数(N、Nは自然数)の入力サンプルを獲得する。サンプル有効性判別部(図示せず)は、入力サンプルをサイズ(Magnitude)に基づいて複数のグループに分類し、分類された入力サンプルの分布に基づいて入力サンプルが電力増幅器230の非線形性を補償するために有効であるか否かを判断する。判断の結果、入力サンプルが有効な場合は、サンプル決定部(図示せず)は、有効な入力サンプルをプリディストーション係数を推定するプリディストーションアルゴリズムに入力されるサンプルとして決定し、決定されたサンプルをプリディストーション制御部130に転送してプリディストーション係数を更新するようになる。

20

【0041】

以下、図2を参照して、サンプルの有効性判別装置120について具体的に説明する。

30

【0042】

図2は、本発明の実施例に係るデジタルプリディストーション装置のサンプル有効性判断の方法を示すフローチャートである。

【0043】

サンプルの有効性判別装置120は、まず、入力信号から一定数(N)の入力サンプル($x(n)$ 、 $n=1, \dots, N$)を獲得する(S210)。過程S210以降に、獲得した入力サンプルをサイズに応じて複数のグループに分類し、分類された入力サンプルの分布情報を生成する(S220)。分布情報に基づいて入力サンプルの有効性を判断した結果、無効と判断されると(S230、いいえ)、過程S210ないし過程S230を繰り返す。

40

【0044】

すなわち、入力サンプルが有効でない場合、入力信号から一定数(N)の入力サンプルを再度獲得して有効性を判断し、入力サンプルが有効であると判断されるまで、入力サンプルを再度獲得して有効性を判断する過程を繰り返す。

【0045】

図2は、過程S210ないし過程S230を順次実行することとして記載しているが、必ずしもこれに限定するものではない。つまり、図2に記載されたステップを変更して実行したり、一つ以上のステップを並列的に実行することとして適用可能なので、図2は、時系列的なステップとして限定されるものではない。

【0046】

50

入力サンプルが分類されている複数のグループは、サンプルのサイズが下限しきい値以下であり、上限しきい値以上であるサンプルが分類される第1のグループと、前述した下限しきい値と上限しきい値との間の区間をサイズに応じて分割した複数の第2のグループを含む。

【0047】

本実施例のサンプルの有効性判別装置120は、適切でないサンプルを分類し、多様なサイズのサンプルを抽出するために、第1グループと第2グループのように複数のグループに入力サンプルを分類することができる。ここでは、第1グループは、無効なサンプルグループ、第2グループは、有効なサンプルのグループを意味する。

【0048】

サンプルの有効性判別装置120は、第1グループに属するサンプルの数が一定比率以下であり、複数の第2のグループのそれぞれに属するサンプルの数が予め設定された比率の範囲内にある場合、前記入力サンプルを有効なサンプルとして判断することができる。

以下、[表1]を参照して例を挙げて説明する。

【0049】

[表1]

第1グループ	テーブル1	数値範囲1
第2グループ	テーブル2	数値範囲2
	テーブル3	数値範囲3
	テーブル4	数値範囲4
	テーブル5	数値範囲5

【0050】

[表1]を参照すると、第1グループは、テーブル1を含み、第2のグループは、テーブル2～テーブル5を含む。[表1]に記載されたテーブルの個数及び、各テーブルに対応する条件は、例示に過ぎず、必ずこれに限定されるものではなく、送信システム的环境によって異なる設定にすることができる。

【0051】

第1のグループのテーブル1は、無効なサンプルのサイズの条件を示す。つまり、入力サンプルのサイズが「0」（サンプルのサイズが下限しきい値以下）であるか、プリディストーション逆補償が困難になるほどにサイズが大きい場合（サンプルのサイズが上限しきい値以上）を示す。

【0052】

複数の第2のグループのテーブル2～テーブル5は、有効なサンプルのサイズの条件を示す。複数の第2のグループは、下限しきい値（例えば、0）と上限しきい値（例えば、0.7）との間の区間をサイズに応じて分割して入力サンプルのサイズがどのように様々なサイズで分布しているかを判断するためである。

【0053】

初期のテーブルは、すべて「0」に設定され、入力サンプルを各テーブルの条件に基づいて分類し、各テーブルに該当する入力サンプルの数が累積して保存される。

【0054】

サンプルの有効性判別装置120は、1次的に第1グループのテーブル1に累積された入力サンプルの数が一定比率以下であるか否かを判断する。第1のグループに含まれるサンプルの数が一定比率以上の場合には、入力サンプルを有効でないものとして判断できる。また、サンプルの有効性判別装置120は、入力サンプルが同じサイズで一定区間持続する場合、入力サンプルが有効でないと判断する。

【0055】

2 次的にサンプルの有効性判別装置 120 は、複数の第 2 のグループのそれぞれのサンプル数が予め設定された比率の範囲（例えば、0.25%）内であるか否かを判断する。[表 1] を例に挙げて説明すると、テーブル 2 ~ テーブル 5 に属する入力サンプルの数の全体入力サンプルの数（N）に対する比率がそれぞれ 0.25% 以上である場合、入力サンプルは、様々なサイズに分布したものと判断することができる。

【0056】

本実施例に係るサンプルの有効性判別装置 120 は、入力サンプルが有効でないと判断した場合、入力サンプルのうちの少なくとも一部が更新された入力サンプルを入力信号から獲得した後に、更新された入力サンプルが電力増幅器 230 の非線形性を補償するため

10

【0057】

入力サンプルが有効でないと判断した場合、実施例に基づいて入力サンプルの一部を削除し、削除された数だけ連続するサンプルを入力信号から獲得して入力された追加の入力サンプルを複数のグループに分類し、分類された入力サンプルの分布に基づいて有効性を判断することができる。ここで、削除されたサンプルは、入力サンプルのうち、最初 M（M は N 以下の自然数）個の入力サンプルになる。

【0058】

20

実施例にしたがい、サンプルの有効性判別装置 120 は、入力サンプルの平均及び分散を利用して入力サンプルの有効性を判断することができる。例えば、一定個数（N）の入力サンプルのサイズの平均を測定し、下限しきい値と上限しきい値の間に属するか否かを判断する。入力サンプルがプリディストーション係数を推定するために、適切なサイズを有するか否かを判断するためである。平均が条件を満足すると、サンプルの有効性判別装置 120 は、入力サンプルのサイズの分散（または標準偏差）を測定し、上限しきい値を超えるか否かを判断する。入力サンプルが様々なサイズを有するかを判断するためである。

【0059】

本実施例に係るデジタルプリディストーション装置 100 は、予め設定された時間周期毎にサンプルの有効性判別装置 120 及びプリディストーションエンジン部 134 の動作を活性化させる制御部（図示せず）をさらに含む。

30

【0060】

図 3 は、本発明の実施例に係るデジタルプリディストーション装置のサンプルの有効性を判断する方法の模擬実験の結果である。

【0061】

模擬実験では、様々なサイズを有する 4000 個のサンプルを見つける目的で行われた。本模擬実験は、表 1 に記載された値に基づいて実行されており、有効なサンプルとして決定された場合、「1」の値が出力されるように設計した。

【0062】

40

図 3 の（1）は 0 ~ 0.2 のサイズを有する 2000 個のサンプル、（2）は、多様なサイズを有する 1000 個のサンプル、（3）は、多様なサイズを有する 2000 個のサンプル、（4）は、多様なサイズを有する 3000 個のサンプル、（5）は「0」と「0.5」のサイズが繰り返される 4000 個のサンプル、（6）は、サイズが「0.5」で一定の 4000 個のサンプル、（7）は、多様なサイズを有する 4000 個のサンプルを示す。（1）ないし（7）のサンプルのうち、プリディストーションに適したサンプルは、（7）に該当する実験結果を見ると、（7）で「1」が出力されたことがわかる。

【0063】

図 4 A 及び図 4 B は、本発明の実施例に係るデジタルプリディストーション装置のスペクトル性能を示すグラフである。

50

【0064】

図4A及び図4Bは、20MHzの帯域幅を有するLTE-TDD信号を用いた本発明の実施例におけるスペクトル性能を示す。図4A及び図4Bの左側のグラフは、プリディストーションに使用される4000個のサンプルの時間に応じた包絡線のサイズを示し、右側のグラフは電力増幅器の出力スペクトルを示す。図4A及び図4Bはディストーションを適用しない場合及びディストーションを適用した場合のスペクトルを共に図示する。図4A及び図4Bの各スペクトルの説明は次の通りである。

【0065】

図4Aは、本実施例のサンプルの有効性判別のアルゴリズムを適用していない場合であり、無効なサンプルによる電力増幅器の線形化性能の劣化を確認できる。一方、図4Bは、本実施例のサンプルの有効性判別アルゴリズムを適用して有効なサンプルを使用した場合であり、図4Aに比べて優れた線形化性能を表す。

10

【0066】

図5は、本発明の実施例によるデュアルバンド送信機のためのデジタル・プリディストーションシステムの概略的な構成図である。

【0067】

図5は、図2に示されたシングルバンド送信機のためのデジタル・プリディストーションシステムの構成図を複数の帯域信号に対して拡張したもので、それぞれの構成要素は、図2で説明した構成要素に対応する。図5は、デュアルバンドの場合を例示しているが、複数の帯域の場合にも同様に適用できる。

20

【0068】

図5に示すように、2以上の帯域の信号に対して一つの電力増幅器330を使用する場合は、2以上の帯域が非線形に増幅され、各帯域の信号間に交差歪みが発生し得る。したがって、各帯域の信号を線形化するためには、自己帯域の信号のみではなく、他の帯域の信号も利用して線形化をしなければならない。したがって、マルチバンド送信機のためのデジタル・プリディストーションシステムでは、すべての帯域の様々なサイズのサンプルが要求される。

【0069】

マルチバンド送信機のためのデジタル・プリディストーション装置の場合、前述したシングルバンド送信機のためのデジタル・プリディストーション装置と同じように動作するが、有効なサンプルのための条件をすべての帯域の信号が満足しなければマルチバンドプリディストーションに適したサンプルらとして判別されないという違いがある。

30

【0070】

図6を参照して説明すると、次の通りである。

【0071】

図6は、本発明の実施例によるマルチバンド送信機のためのデジタル・プリディストーション装置のサンプル有効性判断方法を示すフローチャートである。

【0072】

マルチバンド信号に対するサンプルの有効性判別装置170は、複数の帯域の入力信号から取得した一定個数(N)の入力サンプル($x_1(n)$ 及び $x_2(n)$ 、 $n=1, \dots, N$)を獲得する(S610)。以後、入力サンプルをサイズに応じて複数のグループに分類し、分類された入力サンプルの分布情報を生成し(S620)、これに基づいて複数の帯域の入力サンプルが電力増幅器330の非線形性を補償するために有効であるか否かを判断する(S630)。過程S610ないし過程S630は、有効なサンプルを獲得するまで繰り返し実行することができる。

40

【0073】

図6は、過程S610ないし過程S630を順次実行することとして記載しているが、必ずしもこれに限定されるものではない。つまり、図6に記載されたステップを変更して実行したり、一つ以上のステップを並列的に実行することとして適用可能なので、図6は、時系列的なステップとして限定されるものではない。

50

【0074】

図7A及び図7Bは、本発明の実施例によるマルチバンド送信機のためのデジタル・プリディストーション装置のスペクトル性能を示すグラフである。

【0075】

図7A及び図7Bは、デュアルバンド送信システムで20MHzの帯域幅を有するLTE-TDD信号を用いた本発明の実施例におけるスペクトル性能を示す。図7A及び図7Bの左側のグラフは、プリディストーションに使用されている4000個のサンプルの時間に応じた包絡線のサイズであり、右側のグラフは電力増幅器の出力スペクトルを示す。図7A及び図7Bの各スペクトルの説明は次の通りである。

【0076】

図7Aは、本実施例のサンプルの有効性判別アルゴリズムを使用していない場合であり、1番目の帯域(BAND1)サンプルは、有効なサンプルである一方、2番目の帯域(BAND2)のサンプルは、無効なサンプルとして表示される。スペクトルを見てみると、無効なサンプルによる線形化性能の劣化を確認できる。一方、図7Bは、本実施例のサンプルの有効性判別アルゴリズムを適用した場合であり、有効なサンプルを使用した場合、図7Aよりも優れた線形化性能を表す。

【0077】

一方、図2および図6に示したフローチャートの各ステップは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体にコンピュータが読み取り可能なコードとして具現することが可能である。コンピュータが読み取り可能な記録媒体は、コンピュータシステムによって読み取ることができるデータが格納されるすべての種類の記録装置を含む。つまり、コンピュータが読み取り可能な記録媒体は、磁気記録媒体(例えば、ロム、フロッピーディスク、ハードディスクなど)、光学的読み取り媒体(例えば、CD-ROM、ディブイディなど)とキャリアウェーブ(例えば、インターネットを通じた伝送)のような記憶媒体を含む。また、コンピュータが読み取り可能な記録媒体は、ネットワークに接続されたコンピュータシステムに分散されて分散方式でコンピュータが読み取り可能なコードが保存され、実行することができる。

【0078】

以上の説明は、本実施例の技術思想を例示的に説明したものに過ぎないものであり、本実施例の属する技術分野で通常の知識を有する者であれば、本実施例の本質的な特性から逸脱しない範囲で様々な修正及び変形が可能である。したがって、本実施例は、本実施例の技術思想を限定するためのものではなく説明するためのものであり、このような実施例により、本実施例の技術思想の範囲が限定されるものではない。本実施例の保護範囲は、以下の請求の範囲によって解釈されるべきであり、その同等の範囲内にあるすべての技術思想は、本実施例の権利範囲に含まれるものと解釈されるべきものである。

【符号の説明】

【0079】

- 100 デジタル・プリディストーション装置
- 110 プリディストーション補償部
- 120 サンプルの有効性判別装置
- 130 プリディストーション制御部
- 132 メモリ部
- 134 プリディストーションエンジン部
- 230 電力増幅器

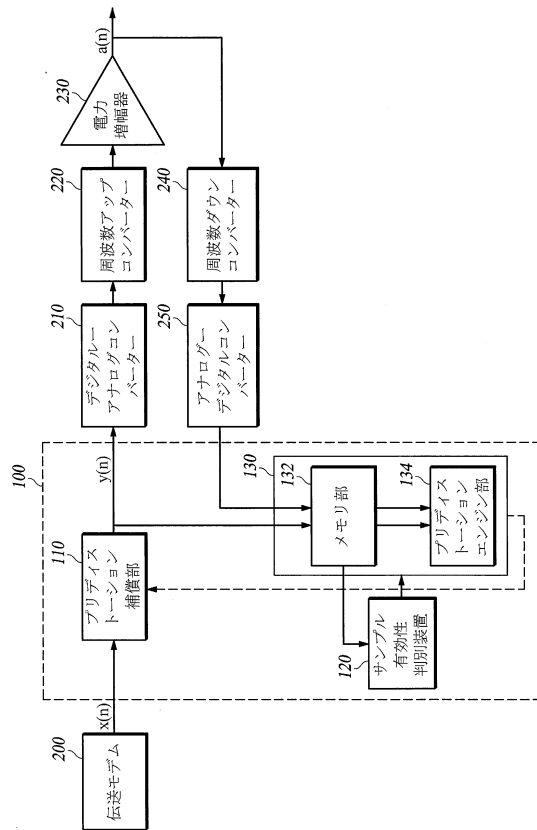
10

20

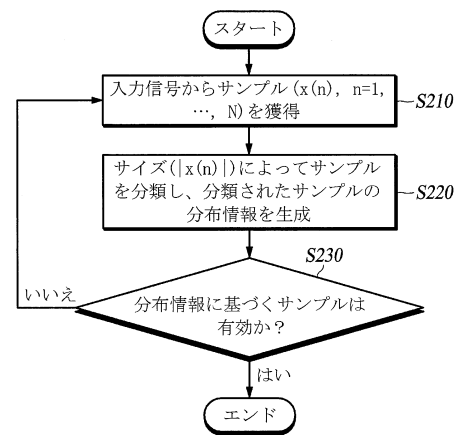
30

40

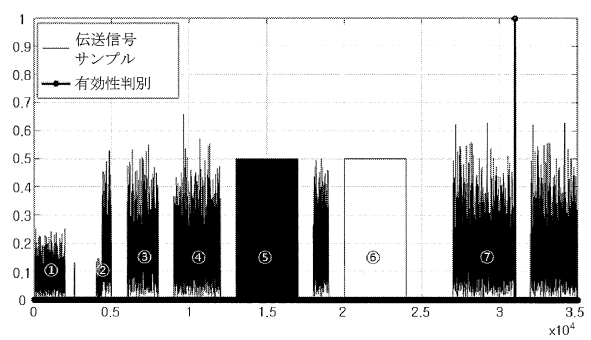
【図 1】



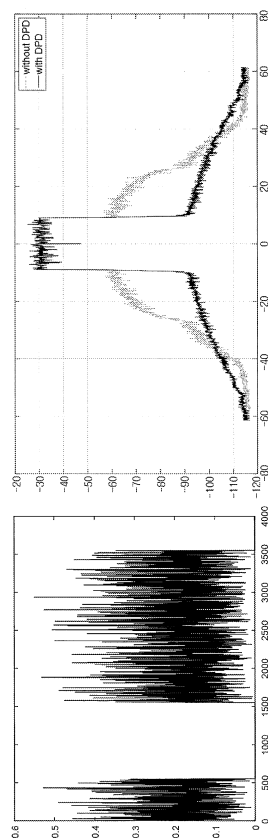
【図 2】



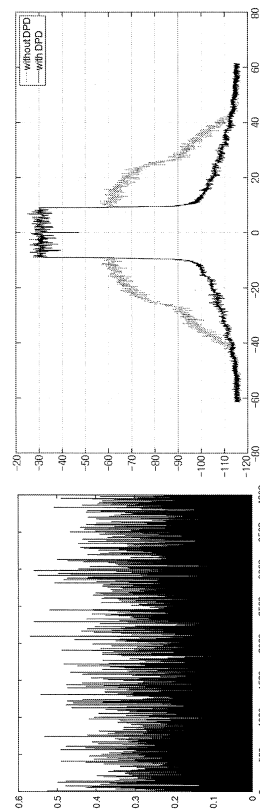
【図 3】



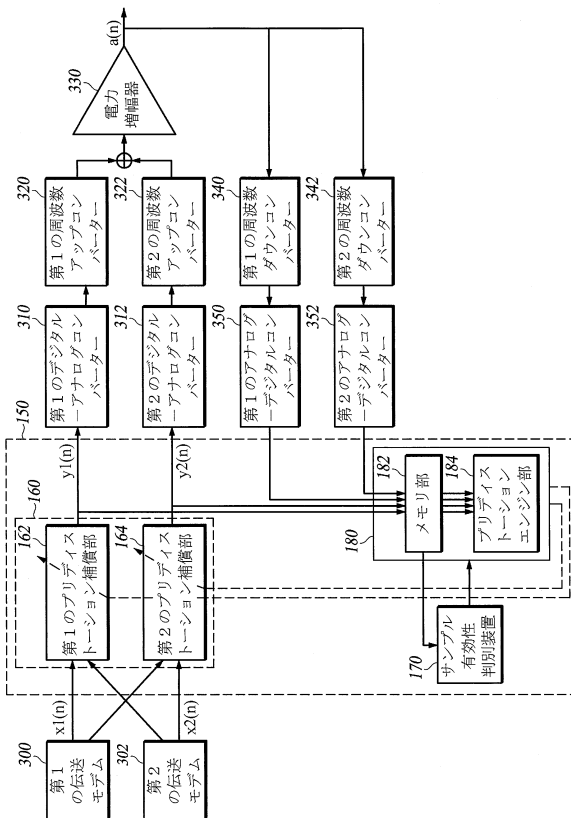
【図 4 A】



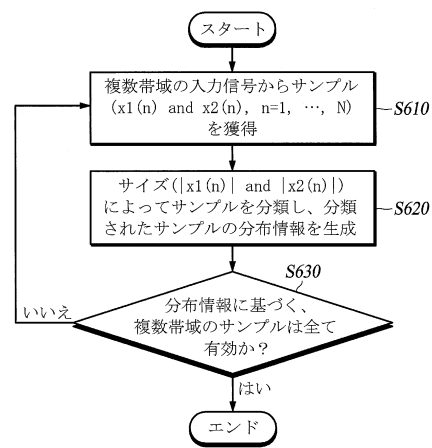
【図 4 B】



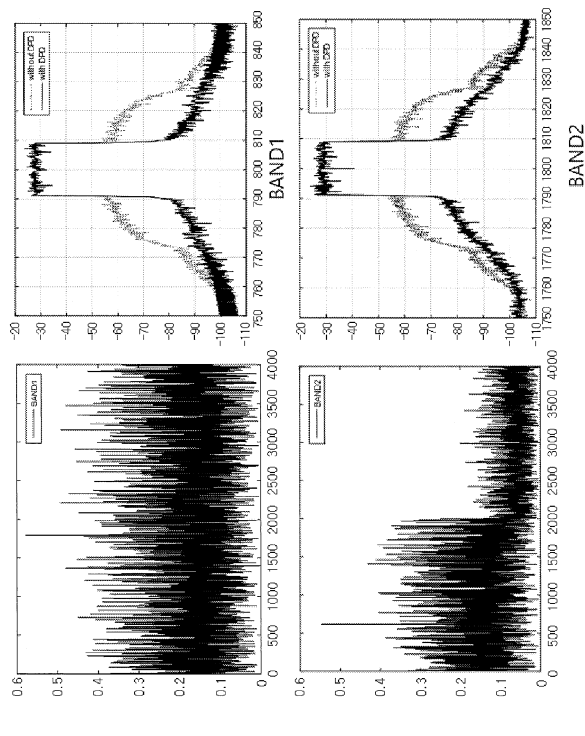
【図 5】



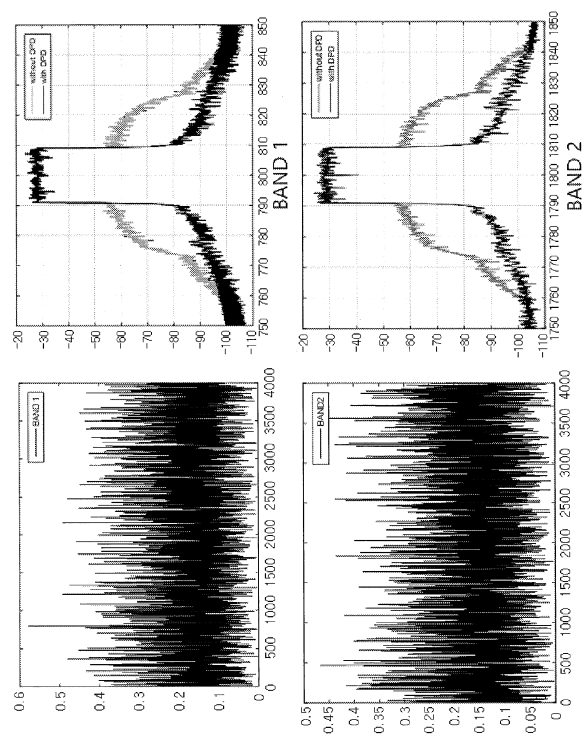
【図 6】



【図 7 A】



【図 7 B】



フロントページの続き

(73)特許権者 515012631

ハンバツ ナショナル ユニバーシティー インダストリーアカデミック コーポレーション
ファウンデーション

Hanbat National University Industry-Academic
Cooperation Foundation

大韓民国 305-719 テジョン ユソング トンソーダエロ 125

(74)代理人 100090398

弁理士 大淵 美千栄

(74)代理人 100090387

弁理士 布施 行夫

(72)発明者 チョン ベムク

大韓民国 18462 キョンギド ファソンシ ドンタンミョン ヨンチョンロ183-6 ケ
イエムダブリュ インコーポレーテッド内

(72)発明者 ユン ミンソン

大韓民国 18462 キョンギド ファソンシ ドンタンミョン ヨンチョンロ183-6 ケ
イエムダブリュ インコーポレーテッド内

(72)発明者 チョン ウィリム

大韓民国 34140 テジョン ユソンク オウンロ57 101-1802

(72)発明者 リー グワンピョ

大韓民国 34138 テジョン ユソンク クンドンロ49 1001ホ

(72)発明者 ギル ヘンボク

大韓民国 35245 テジョン ソク ドンサンロ201 205-1009

(72)発明者 チョ ソンミ

大韓民国 35272 テジョン ソク カルマジュンロ 42ボンギル 39 300ホ

審査官 工藤 一光

(56)参考文献 米国特許第8229025 (US, B1)

特開2007-49251 (JP, A)

特表2008-514052 (JP, A)

特表2012-500572 (JP, A)

特開2012-175401 (JP, A)

米国特許第7741906 (US, B1)

米国特許第8243852 (US, B1)

米国特許第8285770 (US, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03F1/32

H03F3/24

H04B1/04

H04B7/005