

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4384816号  
(P4384816)

(45) 発行日 平成21年12月16日(2009.12.16)

(24) 登録日 平成21年10月2日(2009.10.2)

(51) Int. Cl.	F I
H04B 14/04 (2006.01)	H04B 14/04 Z
G06F 17/10 (2006.01)	G06F 17/10 D
G06F 17/14 (2006.01)	G06F 17/14 A
H03M 7/30 (2006.01)	H03M 7/30 A

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2000-573035 (P2000-573035)	(73) 特許権者	598036300
(86) (22) 出願日	平成11年9月24日 (1999. 9. 24)		テレフオンアクチーボラゲット エル エム エリクソン (パブル)
(65) 公表番号	特表2002-526977 (P2002-526977A)		スウェーデン国 ストックホルム エスー 1 6 4 8 3
(43) 公表日	平成14年8月20日 (2002. 8. 20)	(74) 代理人	100109726
(86) 国際出願番号	PCT/SE1999/001693		弁理士 園田 吉隆
(87) 国際公開番号	W02000/019654	(74) 代理人	100101199
(87) 国際公開日	平成12年4月6日 (2000. 4. 6)		弁理士 小林 義教
審査請求日	平成18年9月14日 (2006. 9. 14)	(72) 発明者	ヘルベリ, リチャード
(31) 優先権主張番号	09/163, 298		スウェーデン国 エスー 1 4 1 4 7 ハ
(32) 優先日	平成10年9月30日 (1998. 9. 30)		ディング, フォレルヴェーゲン 1 4, 1 1 1
(33) 優先権主張国	米国 (US)	審査官	田中 庸介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複雑性を軽減し柔軟性を増大させた改良高速重畳アルゴリズム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

受信したデータストリームを複数ブロックに変換する、 %重複ブロック発生器と、  
前記ブロックに対して  $N_{DFT}$  点の離散フーリエ変換 (DFT) を実施して周波数成分  
を作成する手段と、

周波数成分を選択する手段と、

前記選択した周波数成分と周波数フィルタ係数とを積算する積算器と、

外側の周波数成分を内側の周波数成分に加えることによって、前記積算された周波数成分  
をより少数の周波数成分に折り畳む手段と、

前記折り畳まれた周波数成分に対して  $N_{IDFT}$  点の離散逆フーリエ変換 (IDFT) を実施して、フィルタ処理されたデータブロックを作成する手段と、

フィルタ処理されたデータブロックを連続したデータストリームに結合する %の重複  
ブロック結合器と、

を具備するチャネライザに適用される改良高速畳み込みアルゴリズムを改善するシステム  
。

【請求項 2】

前記折り畳む手段は、前記積算器と前記  $N_{IDFT}$  点の離散逆フーリエ変換実施手段との  
間に設けられている請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記折り畳む手段は、3つ以上の周波数成分が一緒に加えられて IDFT への 1 つの入

10

20

力成分を形成する高次の折り畳みを行う請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

受信したデータストリームを % 重複した複数ブロックに変換する過程と、  
データブロックを  $N_{DFT}$  点の離散フーリエ変換 (DFT) 処理して周波数成分を作成  
する過程と、

該周波数成分を選択する過程と、

選択した周波数成分と周波数フィルタ成分とを積算する過程と、

外側の周波数成分を内側の成分に加えることによって、前記積算された周波数成分をより少数の周波数成分に折り畳む過程と、

折り畳まれた周波数成分に対して、 $N_{IDFT}$  点の離散逆フーリエ変換 (IDFT) を  
実施して、フィルタ処理されたデータブロックを作成する過程と、

フィルタ処理されたデータブロックを連続したデータストリームに結合する過程と、  
を含む、チャネライザに適用された改良高速畳み込みアルゴリズムの改善方法。

【請求項 5】

前記折り畳む過程は、3 つ以上の周波数成分が加えられて IDFT への 1 つの入力成分  
を形成する高次の折り畳む過程である請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

データストリームを複数のブロックに変換する、 % 重複ブロック発生器と、

前記複数のブロックに対して  $N_{DFT}$  点の離散フーリエ変換 (DFT) を実施して元の  
周波数成分の組を作成する手段と、

元の周波数成分を元の周波数成分の組の外側に加えることによって、より少数の周波数  
成分をより多数の周波数成分に拡張するように、前記元の周波数成分の組を展開する手段  
と、

前記より多数の周波数成分と周波数フィルタ係数とを積算する積算器と、

前記積算された周波数成分を  $N_{IDFT}$  点の離散逆フーリエ変換 (IDFT) に挿入す  
る手段と、

積算された周波数成分に対して、 $N_{IDFT}$  点の離散逆フーリエ変換を (IDFT) 実  
施して、データブロックを作成する手段と、

当該データブロックを連続したデータストリームに結合する % の重複ブロック結合器  
と、

を具備するデチャネライザに適用される改良高速畳み込みアルゴリズムを改善するシステ  
ム。

【請求項 7】

前記展開手段は、前記より多数の周波数成分が前記より少数の周波数成分の 2 倍以上で  
ある高次の展開を行う請求項 6 に記載されたシステム。

【請求項 8】

データストリームを、 % 重複する複数のブロックに変換する過程と、

重複するデータブロックに対して  $N_{DFT}$  点の離散フーリエ変換 (DFT) を実施して  
元の周波数成分の組を作成する過程と、

元の周波数成分を前記元の周波数成分の組の外側に加えることによって、より少数の周  
波数成分をより多数の周波数成分に拡張するように、前記元の周波数成分の組を展開する  
過程と、

前記より多数の周波数成分と周波数フィルタ係数とを積算する過程と、

積算された周波数成分に対して、 $N_{IDFT}$  点の離散逆フーリエ変換 (IDFT) を実  
施して、データブロックを作成する過程と、

当該データブロックを連続したデータストリームに結合する過程と、  
を含む、デチャネライザに適用された改良高速畳み込みアルゴリズムの改善方法。

【請求項 9】

前記展開過程は、前記より多数の周波数成分が前記より少数の周波数成分の 2 倍以上の  
高次の展開である請求項 8 に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【 0 0 0 1 】

## 【技術背景】

本発明は全般的には無線通信システムに関し、より具体的には、無線通信システムのチャネライザとデチャネライザにおける改良高速畳み込みアルゴリズムの使用に関するものである。

## 【 0 0 0 2 】

セルラーシステム、地上移動無線（LMR）、衛星、ワイアレスローカルエリアネットワーク（WLANs）およびそれ以外の通信システム用無線基地局のアプリケーションにおいて、多くの送受信チャンネルが同時に扱われる。将来は、移動局、つまり、移動電話もまた、この機能を有することになるであろう。このようなシステムは、受信機と送信機の中にそれぞれ、デジタルチャネライゼーションとデチャネライゼーション構造を具備する。チャネライゼーションとデチャネライゼーションは、送信及び受信された信号の、フィルタリング、デシメーション／補間及び周波数変換を意味する。

10

## 【 0 0 0 3 】

図1は従来型の受信機の構造を示すものである。図1には、無線周波数（RF）信号がアンテナ105によって受信され、RFフロントエンド110によって中間周波数（IF）にダウンコンバートされる。RFフロントエンド110は、低ノイズアンプ（LNAs）、フィルタとミキサ等の構成要素からなるものである。所望のチャンネルは次に受信機のチャネライザ120によって抽出される。アナログチャネライザ120もまた、LNAs、ミキサとフィルタからなる。

20

## 【 0 0 0 4 】

次に所望のチャンネルがベースバンドにおいてRXベースバンド処理ユニット130によって処理されて受信デジタルデータストリームが生成される。今日、ベースバンド処理は一般的に、アナログからデジタルへの変換、デジタルフィルタリング、デシメーション、イコライゼーション、復調、チャンネル復号化、デインターリーピング、データ復号化、タイムミング抽出等を含む処理である。

## 【 0 0 0 5 】

図1に示した従来型の送信機は受信機と対称構造である。送信されたデータは第1に、データ符号化、インターリーブ、チャンネル符号化、変調、補間フィルタリング、デジタルからアナログへの変換等からなるTXベースバンド処理ユニット140によって処理される。ベースバンドチャンネルは次に、送信デチャネライザ150によってIF周波数に変換される。送信アナログチャネライザ150は、フィルタ、ミキサ及び低出力アンプから構成される。IF信号は次にRFに変換され、ミキサ、フィルタと高出力アンプから構成されるRFフロントエンド160で増幅される。最終的に、信号がアンテナ165から送信される。

30

## 【 0 0 0 6 】

図1は、移動局（例えば移動電話）の単一チャンネル受信機と送信機の従来構造を示すものである。基地局の場合には、同様の方法で複数のチャンネルを処理する。受信機の側では、任意の点でパスが分離して、処理すべきチャンネル毎のマルチパスを形成する。送信機の側では、複数チャンネルは個別処理されて、次いで、任意の点で結合されてマルチチャンネル信号を生成する。分離点及び結合点が異なるので、多様な基地局の受信機と送信機の構造を作成することができる。一層重要な点は、従来のアナログ及びデジタルインターフェースは、チャネライザとベースバンド処理ブロックとの間に位置することである。

40

## 【 0 0 0 7 】

アナログチャネライザ／デチャネライザは設計と製造が複雑で、したがってコストが高くなる。より安価で製造が容易なチャネライザ／デチャネライザを提供するためには、将来のアナログとデジタルインターフェースは、RFフロントエンドとチャネライザブロックとの間の任意の位置に配置されることになるであろう。この種の将来の無線送受信機の構造は、マルチチャンネル無線、ワイドバンドデジタルチューナ、ワイドバンド無線又はソ

50

フトウエア無線というような様々な名称で呼ばれているが、これらは何れもデジタルチャネライザ/デチャネライザを必要とするものである。

【 0 0 0 8 】

フィルタリング、デシメーション/補間及び周波数変換を実行する効率的なデジタルチャネライザ/デチャネライザは、電力消費とチャンネルベースあたりのダイエリアに関して大変重要な要素である。これらの構造の目標の1つは、単一の集積回路( I C )に可能な限り多くのチャンネルを収容させることである。

【 0 0 0 9 】

チャネライゼーションの効率的で柔軟性のある方法が、同じ出願人にかかる、「ワイドバンドマルチチャンネルチャネライザ」と称するアメリカ特許出願第\_\_\_\_号に開示されており、ここに当該明細書の記載を取り込むものとする。そこで開示された方法は、高速畳み込みアルゴリズム、周波数(フーリエ)領域での掛け算と時間領域での畳み込み演算との対応関係を用いて効率的にフィルタを実現するアルゴリズムである。

【 0 0 1 0 】

図2 Aと2 Bは、それぞれチャネライザとデチャネライザに適用される改良高速畳み込みアルゴリズムを示すものである。図2 Aでは、入力信号2 0 5がチャネライザに供給される。入力信号2 0 5は例えばA D Cのような前の処理から到来するデータストリームである。

【 0 0 1 1 】

データストリーム2 0 5はまず %重複ブロック発生器2 1 0によって処理される。この処理は重複のパーセンテージ、離散フーリエ変換( D F T )のサイズ、及び、重複の種類、つまり、以下に記述するような重複/加算(overlap/add)あるいは重複/保持(overlap/save)に基づくものである。重複と加算の場合には、データストリームを、長さが $N_{DFT} * (1 - )$ の重複の無い部分に分割し、 $N_{DFT} *$  個のゼロを追加して1つのブロックを作成する。重複と保持の場合には、データを、長さが $N_{DFT} *$  によって与えられた前のブロックと重複部を有する、長さが $N_{DFT}$ のブロックに分割する。

【 0 0 1 2 】

次いで、その結果得られたブロックをD F Tアルゴリズムに入力する。D F Tアルゴリズムはブロック2 3 0で完了される。F F Tのパイプライン処理の結果、F F T出力の順序は正しくない。したがって、ピン選択抽出ブロック2 4 0は、出力されたシーケンスの順序を入れ替えて必要なピンだけを選択することでこの問題を解消する必要がある。必要なピンの数はフィルタ係数2 6 0の数に依存する。

【 0 0 1 3 】

積算器2 5 0で、選択されたピンにフィルタ周波数係数2 6 0を掛ける。離散フーリエ逆変換(逆D F TまたはI D F T)2 7 0をこの積算の結果に対して完了する。

【 0 0 1 4 】

I D F Tの出力は %重複ブロック結合器2 8 0に挿入される。この結合演算は、ブロックの重複するパーセンテージと、重複/保持または重複/加算が採用されているか否かに依存する。重複及び加算又は重複及び保持の何れであっても、ブロックは前のブロックと長さ $N_{IDFT} *$  分だけ重複される。重複及び加算の場合には、ブロックの重複部分は前のブロックの対応する重複部分に加えられ、重複及び保持の場合には、ブロックの重複部分は単に廃棄される。重複及び加算と重複及び保持の何れの場合にも、ブロックの重複しない部分に対しては何らの演算もなされない。

【 0 0 1 5 】

図2 Bは、デチャネライザに適用される改良高速畳み込みアルゴリズムを示すものである。入力信号は、A D C処理のような前のプロセスからのデータストリーム2 0 2である。図2 Aと異なり、入力されるデータストリームは、各チャンネルに固有のものであり、複数のチャンネルを結合したストリームではない。

【 0 0 1 6 】

データストリーム2 0 2はまず %重複ブロック発生器2 0 4で処理される。この処理

10

20

30

40

50

は、基本的に、重複のパーセンテージ、 $DF T$ のサイズ、及び、重複の種類、つまり、重複 / 加算または重複 / 保持に基づくものである。重複及び加算の場合には、データストリームを、長さが  $N_{DF T} * (1 - \quad)$  の重複の無い部分に分割し、 $N_{DF T} *$  個のゼロを追加して1つのブロックを作成する。重複及び保持の場合には、データを、長さが  $N_{DF T} *$  によって与えられる前のブロックと重複部を有する、長さが  $N_{DF T}$  のブロックに分割する。

【 0 0 1 7 】

次いで、離散フーリエ変換 ( $DF T$ ) 2 0 6を前の演算の結果に対して完了する。当業者には、 $DF T$  2 0 6 は選択的に  $FFT$  で実施できることを理解できるであろう。図 2 A に示した受信機と比較して、 $DF T$  2 0 6 の構造は小規模で、 $IDFT$  2 1 6 の構造は大規模であり、受信機とは反対である。

10

【 0 0 1 8 】

積算器 2 0 8 によってブロックにフィルタ周波数係数 2 1 2 を掛ける。周波数フィルタ係数 2 1 2 はインパルス応答の  $DF T$  と等価である。

【 0 0 1 9 】

次いで、この掛け算の結果は、挿入ピンブロック 2 1 4 によって離散フーリエ逆変換 ( $IDFT$ ) 2 1 6 に入力され、 $IDFT$  アルゴリズムが完了する。 $IDFT$  アルゴリズムの結果は、% 重複ブロック結合器 2 2 4 によって処理される。

【 0 0 2 0 】

ブロックは、重複のパーセンテージ、および、重複 / 保持又は重複 / 加算が採用されているか否かに応じてブロック結合器 2 2 4 において結合される。重複及び加算又は重複及び保持の何れの場合でも、ブロックは、前のブロックと、長さが  $N_{IDFT} *$  だけ重複される。重複及び加算の場合には、ブロックの重複部分は前のブロックの対応する重複部分に加えられ、重複及び保持の場合には、ブロックの重複部分は単に破棄される。重複及び加算と重複及び保持の何れの場合であっても、重複しない部分に対して何ら演算は行われない。

20

【 0 0 2 1 】

「改良高速畳み込みアルゴリズムの柔軟性の改善」と題する本出願と同じ出願人によるアメリカ特許出願第 \_\_\_\_\_ 号の開示の内容をここに取り込む。当該文献には図 2 A と 2 B に示した処理の内容が詳細に記載されている。

30

【 0 0 2 2 】

従来のチャネライザの状態で使用されている改良された高速畳み込みアルゴリズムでは、( $IFFT$  で計算される)  $IDFT$  のポイントの数は 2 の累乗である。周波数領域のフィルタでは同じかやや少ない数の周波数係数が使用される。

【 0 0 2 3 】

従来システムの状態の問題点は、 $IDFT / DF T$  サイズを選択する際、周波数成分の最大数が ( $IDFT / DF T$  の周波数成分の数に) 制限されており、したがって、最大フィルタリジェクションもまた制限されていることである。このことは、必要なリジェクションが得られないか、あるいは周波数成分を適合させるためには 2 倍大きな  $IDFT / DF T$  を選択する必要があることを意味している。したがって、演算の数は、必要なフィルタリジェクションが少し増加すると飛躍的に増大することになる。簡単に言えば、従来の解決法の状態では、異なるシステムパラメータ (例えば、フィルタバンド幅、 $DF T / IDFT$  サイズとサンプリングレート) が非常に緊密に関連している。

40

【 0 0 2 4 】

改良高速畳み込みアルゴリズムに基づくチャネライザのチャンネル固有の部分では、受信機の小規模な  $IDFT$  と送信機の小規模な  $DF T$  とが、その計算のために多くの演算を必要とする。これは、電力消費と、同じチップに組み込むことができる処理エレメントの限定的な数との双方に起因して、チャネライズ / デチャネライズすることができるチャンネル数を制限する。ハードウェアに組み込まれたチャンネル固有の部分が使用される場合、消費電力が主な制限要因になる。プログラム可能なプロセッサに基づく柔軟な構造を所望する

50

場合、低電力消費であっても、演算数が、取扱い可能なチャンネル数を制限する可能性がある。したがって、改良高速畳み込みアルゴリズムのチャンネル固有の部分における演算数の削減に強い要請がある。

【 0 0 2 5 】

【発明の要旨】

本発明は、アルゴリズムの柔軟性を拡大するために、上述の改良高速畳み込みアルゴリズムを改善することを目的とするものである。本発明の実施例では、受信機の I D F T の前に置かれた前処理段として折り畳みユニットを導入する。折り畳みユニットは、周波数領域で内側の周波数成分に外側の周波数成分を加えて周波数成分の数が削減された組（セット）を作成する。

10

【 0 0 2 6 】

別の実施例では、送信機の D F T の後に置かれた後処理段として、展開ユニットを導入する。展開ユニットは、元の組の外側に、翻訳された元の成分を加えて周波数成分の組を拡張する。

【 0 0 2 7 】

折り畳みと展開処理は、アルゴリズムの各チャンネル固有の部分で行わなければならない 1 秒あたりの処理数を少なくすることで、改良高速畳み込みアルゴリズムの柔軟性を増大させる。さらに、チャンネルあたりの処理の数が減少するので、1 つのチップでより多くのチャンネルを取り扱うことができる。

【 0 0 2 8 】

20

図面の簡単な説明

本発明の上述の目的と特徴は添付の図面を参照して行う好ましい実施例に関する以下の記載によってより明瞭になるはずである。

図 1 は、従来の送信機と受信機を示すものである。

図 2 A は、チャネライザに適用した改良高速畳み込みアルゴリズムを示すものである。

図 2 B は、デチャネライザに適用した改良高速畳み込みアルゴリズムを示すものである。

図 3 は、本発明の実施例に基づくチャネライザに適用した改良高速畳み込みアルゴリズムを示すものである。

図 4 は、本発明の実施例に基づく折り畳み過程を示すものである。

30

図 5 は、本発明に基づき改良高速畳み込みアルゴリズムに折り畳み過程を導入した状態を示すものである。

図 6 は、本発明の実施例に基づく高次の折り畳み過程を示すものである。

図 7 は、本発明の実施例に基づきデチャネライザに適用された改良高速畳み込みアルゴリズムを示すものである。

図 8 は、本発明の実施例に基づく展開過程を示すものである。

図 9 は、本発明の改良高速畳み込みアルゴリズムに展開過程を導入した状態を示すものである。

図 10 は、本発明に基づく改良高速畳み込みアルゴリズムと従来の技術に基づく改良高速畳み込みアルゴリズムの性能を比較したものである。

40

【 0 0 2 9 】

（発明の詳細な説明）

図 3 は、本発明の実施例に基づいてチャネライザに適用された改良高速畳み込みアルゴリズムを示すものである。図 2 A に関する上述の記載と同様に、図 3 に示した本発明のチャネライザに適用された改良高速畳み込みアルゴリズムは、%重複ブロック発生器 310、大 N<sub>D F T</sub> 点 D F T 330、選択ピンブロック 340、選択されたピンに周波数フィルター係数 360 を掛ける積算器 350、小 N<sub>I D F T</sub> 点 I D F T 370 と、上述と類似の処理を行う %重複ブロック結合器 380 とを具備する。さらに、本実施例に基づくシステムは、本発明に係る折り畳み処理を行う折り畳みユニット 390 を具備する。

【 0 0 3 0 】

50

折り畳みユニット 390 は、選択された周波数成分を別の周波数成分に加えるが、この処理を以後、周波数領域の「折り畳み(folding)」と称する。周波数の折り畳みは、外側の周波数成分を、残りの内側の周波数成分に加える処理である。

#### 【0031】

図4は折り畳み処理を示すものである。図4では、左外側の4つの成分を右内側の4つの成分に加え、右外側の4つの成分を左内側の4つの成分に加えて、16の周波数成分を8つの周波数成分に折り畳んでいる。当業者であれば、信号は実部と虚部を有する複素信号なので、複素平面において畳み込みを行い、それにより、右外側の周波数成分は、畳み込まれるときには -90度の位相シフトが行われて図4に示した位置に加えられることになることが理解できるはずである。

#### 【0032】

折り畳み処理の結果、元の16の周波数成分は8つの周波数成分に減縮される。本発明の折り畳み処理によって、周波数成分の組が少なくなり、当該過程を経ない場合よりも小さなIDFT 370において処理が可能になる。図4に示した8点の組を形成する過程は、以下のように記載することができる。

#### 【数1】

$$Y_{0.3} = X_{4.7} + X_{12.15}$$

$$Y_{4.7} = X_{8.11} + X_{0.3}$$

#### 【0033】

図5は、図3に示した改良高速畳み込みアルゴリズムにおける折り畳み処理の配置を示したものである。折り畳み処理は、ピンに周波数フィルタ係数をかけた後であって、データがIDFTに供給される前に実行される。図5から明らかなように、例示した積算器はD、B、A、Cで表示される4つの周波数成分を出力する。折り畳みユニットは外側の周波数成分DとCとを内側の成分AとBとに折り畳んでIDFTが処理するのに必要な周波数成分の数を削減する。

#### 【0034】

本発明の実施例によれば、周波数領域での折り畳みは、高次に拡張することができる。つまり、図6に示したように、周波数成分を、内側に折り畳んで、複数回加えることができる。このことは、3以上の成分が一緒に加えられて、IDFTへの1つの入力成分を形成することを意味している。図6に示したように、 $X_1 - X_{22}$ で表示された22の周波数成分は、本発明に基づく折り畳み処理を経て4つの成分 $Y_1 - Y_4$ に折り畳まれる。この折り畳み処理により、4点DFTが1回の演算で22の周波数成分を処理することが可能になる。

#### 【0035】

キャリアから遠い位置でフィルタリジェクションを高くする必要があり、キャリアに近い位置で要件がゆるい場合には、この高次の折り畳みが特に有用である。高次の折り畳みに関する一般式を以下に示す。N点のIDFTによって処理される1組における出力周波数成分 $Y_k$ は以下のように表現される。

#### 【数2】

$$Y_k = \sum_{n=-N_{kl}}^{N_{ku}} X_{C_0+k+N \times n} \Big|_{0 \leq k < N}$$

ここで、 $C_0$ は入力データの中央周波数点の数、 $N_{ku}$ と $N_{kl}$ は、 $C_0$ の上位又は下位から始まる指標がkである、出力ピンに加えられる周波数成分の数である。

#### 【0036】

図7は、本発明の実施例に基づいてデチャネライザに適用される改良高速畳み込みアル

10

20

30

40

50

ゴリズムを示す図である。図 2 B で示した実施例と同様、図 7 に示した本発明の実施例に係るデチャネライザに適用された改良高速畳み込みアルゴリズムは、%重複ブロック発生器 704、小  $N_{DFT}$  点 DFT 706 と、ビンに周波数フィルタ係数 712 を掛ける積算器 708、挿入ピンブロック 714、大  $N_{IDFT}$  点 IDFT 716、及び、前述と同様に演算する %重複ブロック結合器 724を具備する。さらに、本実施例に基づくシステムは、本発明に係る展開処理を実施する展開ユニット 730を有する。

【0037】

展開ユニット 730 は、元の組の外側に翻訳した元の成分を加えることによって、DFT 706 から出力された周波数成分の組を拡張する。図 8 は展開の概念を示したものである。図 8 において、16 点 DFT から入来した 16 の周波数成分から 24 点の組が作成される。図に示したように、元の組の最も左側の 4 つの周波数成分を、元の組の最も右側の周波数成分の右外に加え、元の組の最も右側の 4 つの成分を、元の成分の最も左の左外に加える。結果的に、新しい 24 点の周波数応答が生成される。新しい 24 点の周波数応答は、次に 24 点の周波数応答（例えば、24 の周波数フィルタ係数）と掛け合わせられるので、大きな DFT 演算が不要である。

10

【0038】

図 8 に示した 24 点の組の形成は以下のように記述される。

【数 3】

$$Y_{4-19} = X_{0-15}$$

20

$$Y_{0-3} = X_{12-15}$$

$$Y_{20-23} = X_{0-3}$$

ここにおいて、 $X_k$  は入力成分を示し、 $Y_k$  は出力成分を示す。

【0039】

図 9 は、図 7 に示した改良高速畳み込みアルゴリズムにおける展開処理の配置を示すものである。展開処理は、DFT 演算後であって、周波数フィルタ係数をデータに掛ける前に行われる。図 9 から明らかなように、例示した DFT は、C、B、A と D で表示された 4 つの周波数成分を出力する。展開ユニットは、成分 C と D とを元の組の成分の外側に加えて 6 つの周波数成分の組（D、C、B、A、D と C）を作成する。

30

【0040】

展開処理は、周波数応答積算に供給された少数の DFT 周波数成分を複数回使用するように高次に拡張することもできる。

【0041】

高次を含む展開の一般式は下記のとおりである。 $N$  点 DFT の成分を展開することによって形成される出力周波数成分  $Y_{C_0+k+N \times n}$  は以下のように表現される。

【数 4】

$$Y_{C_0+k+N \times n} = X_k \begin{cases} -N_{kl} \leq n \leq N_{ku} \\ 0 \leq k < N \end{cases}$$

40

ここで、 $C_0$  は、入力データ中の中心周波数の数で、 $N_{ku}$  と  $N_{kl}$  は、 $C_0$  の上位又は下位に挿入される指標が  $k$  である、入力成分から作成される周波数成分の数である。

【0042】

上述のように、受信機で周波数領域での折り畳みを行うことによって、広帯域折り返し雑音を排除するのに十分な広帯域のフィルタ応答を DFT 出力に掛けることができ、この演算の結果を最も近い近隣チャネルからの折り返し雑音が入らないような形で最も小さい IDFT に折り畳むことができる。送信機では周波数領域展開の概念を使用して、フィル

50



タ応答よりも小さなDFT出力を有し、周波数応答と掛け算を行う前に、必要な幅に前記DFT出力を拡張することができる。

【0043】

周波数領域の折り畳みと展開によって、周波数領域のフィルタに関する制限を排除するとともに、DFT/IDFT長のフィルタリング要求を切り離すことによって柔軟性が改善される。折り畳み/展開は、フィルタバンド幅やストップバンド圧縮の変更に無関係に正しいサンプリングレートを得るために使用することができる。

【0044】

周波数領域での折り畳みと展開は、改良高速畳み込みアルゴリズムのチャンネル固有の部分で実行すべき単位秒あたりの演算数を大幅に減少させる。また、必要な記憶容量も削減される。チャンネルあたりの処理の数が減少するので、同じチップでより多くのチャンネルを取り扱うことができる。結果として、プロセッサベースのアーキテクチャが一層実現可能になる。

【0045】

本発明は、サンプリングレートの変更を伴い、特にストップバンドの要求が非常に厳しい場合に、すべての形式の高速畳み込みアルゴリズムに対して適用することができる。本発明によってもたらされる処理数の減少は、IDFT/DFTに起因する処理の総数に部分的に依存する。IDFTの大きさを32点から16点に削減することによって、IDFTをラディックス-2IFFTで計算するなら、必要な掛け算の演算回数は88から24に減少する。この3.7分の1への減少は、電力消費量の減少に反映される。算術的な演算の回数(足し算と掛け算)は、496から176に、2.8分の1に減少する。

【0046】

図10は、従来のアルゴリズムの状態と本発明の折り畳みアルゴリズムとの間の(記憶演算を除く)演算の複雑さを、1秒あたりの100万回演算の単位で比較したものである。比較は、サンプリング周波数61.44MHz、全デシメーションは512xの条件で行った。図から明らかなように、本発明の折り畳みアルゴリズムによって、従来のアルゴリズムよりも多数のチャンネルを処理することが可能になる。

【0047】

本発明の原理、好ましい実施例及び動作モードについて述べた。しかし、本発明が上述の特定の実施例に限定されるものと解釈してはならない。上述の実施例は限定的な意味ではなく説明のために述べられたもので、添付の特許請求の範囲によって規定される本発明の技術的範囲から逸脱せず、多くの変形を行うことができることは当業者には容易に理解できるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は、従来の送信機と受信機を示すものである。

【図2】 図2Aは、チャネライザに適用した改良高速畳み込みアルゴリズムを示すもの、図2Bは、デチャネライザに適用した改良高速畳み込みアルゴリズムを示すものである。

【図3】 図3は、本発明の実施例に基づくチャネライザに適用した改良高速畳み込みアルゴリズムを示すものである。

【図4】 図4は、本発明の実施例に基づく折り畳み過程を示すものである。

【図5】 図5は、本発明に基づき改良高速畳み込みアルゴリズムに折り畳み過程を導入した状態を示すものである。

【図6】 図6は、本発明の実施例に基づく高次の折り畳み過程を示すものである。

【図7】 図7は、本発明の実施例に基づきデチャネライザに適用された改良高速畳み込みアルゴリズムを示すものである。

【図8】 図8は、本発明の実施例に基づく展開過程を示すものである。

【図9】 図9は、本発明の改良高速畳み込みアルゴリズムに展開過程を導入した状態を示すものである。

【図10】 図10は、本発明に基づく改良高速畳み込みアルゴリズムと従来の技術に基

10

20

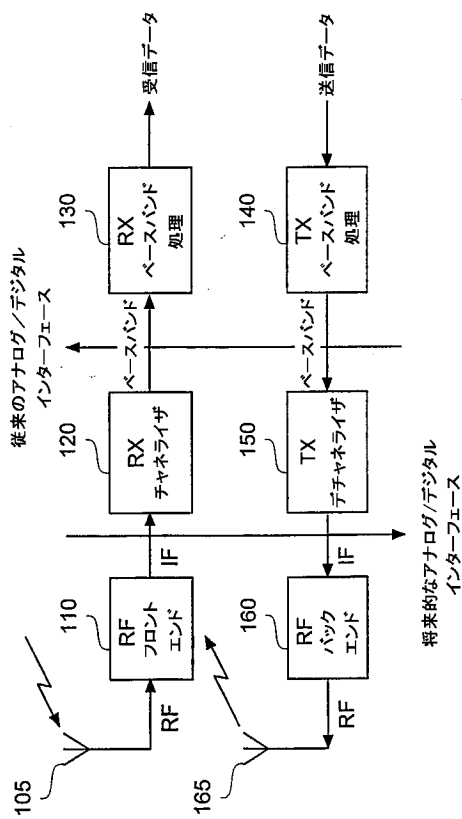
30

40

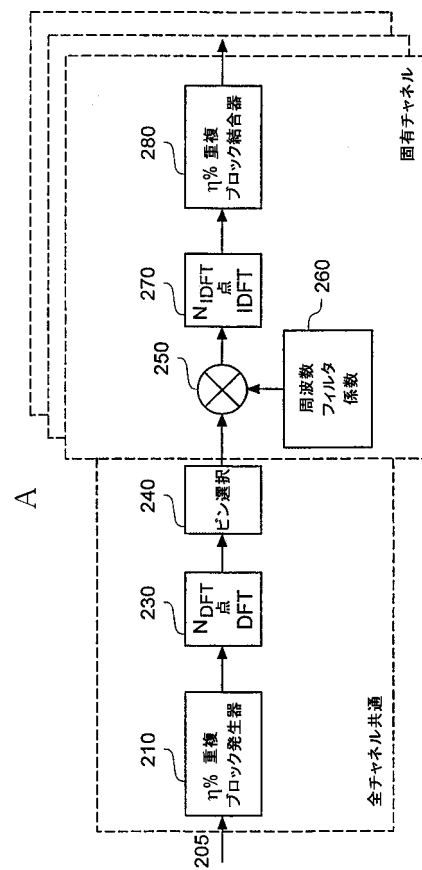
50

づく改良高速畳み込みアルゴリズムの性能を比較したものである。

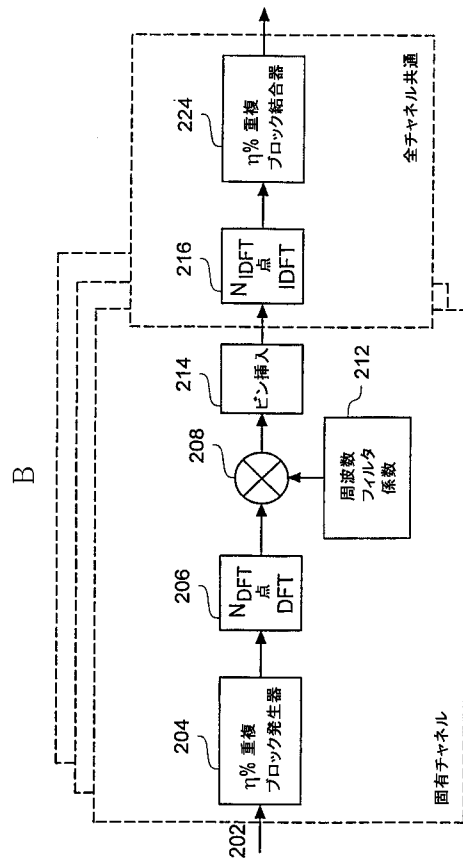
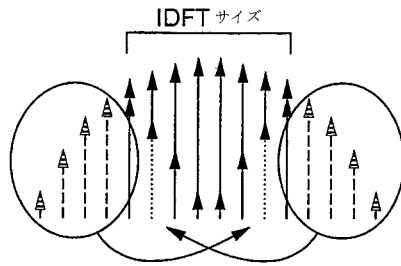
【図 1】



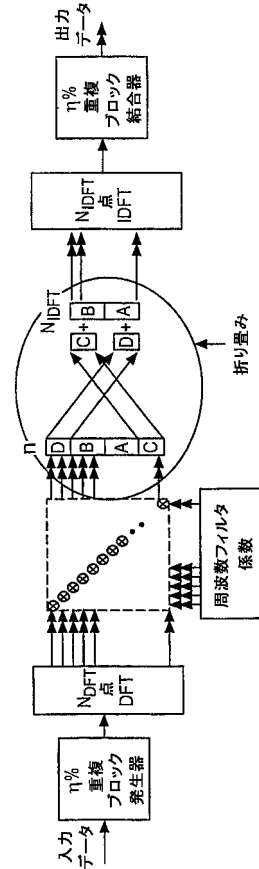
【図 2】



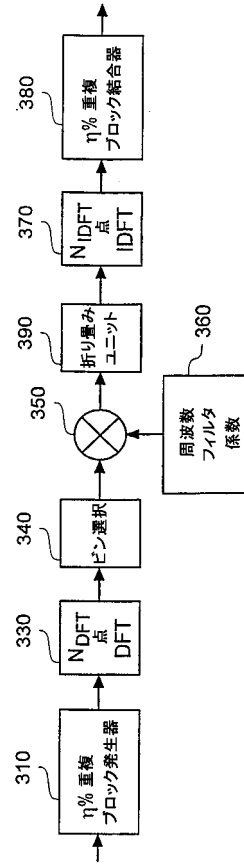
【図 4】



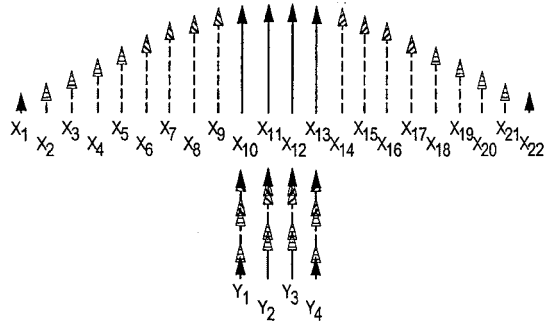
【図 5】



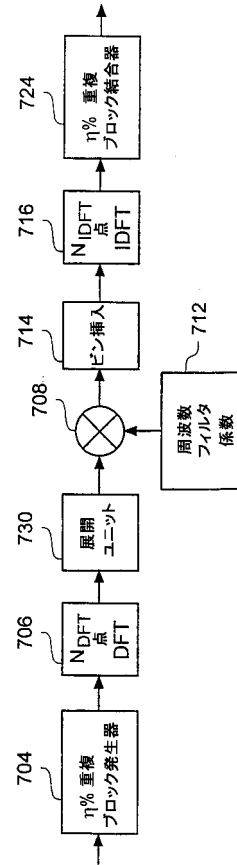
【図 3】



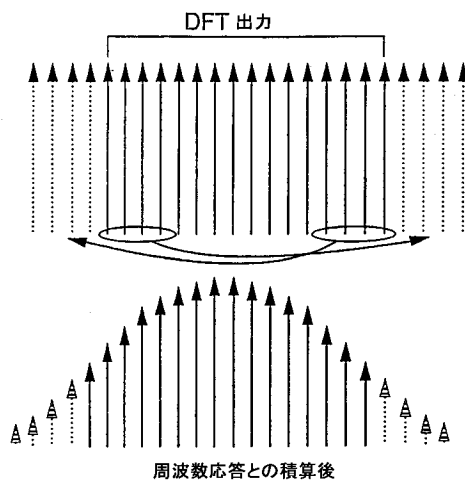
【図 6】



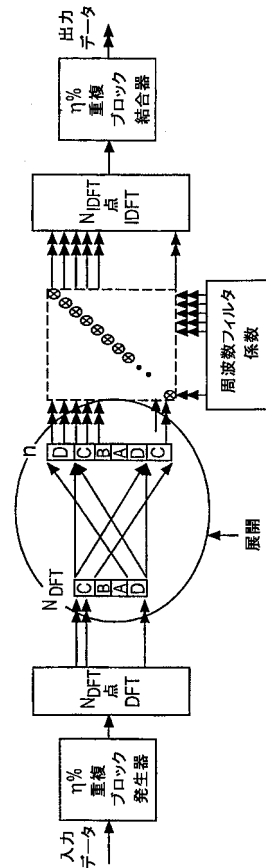
【図 7】



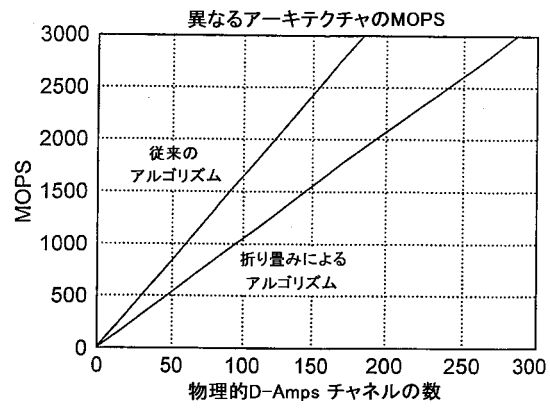
【図 8】



【図 9】



【図 10】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 8 - 1 3 0 4 7 8 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H04B 14/00-14/08

G06F 17/00-17/18

H03M 3/00-11/00