

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年1月2日(02.01.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/003933 A1

(51) 国際特許分類:

H04N 19/117 (2014.01) *H04N 19/172* (2014.01)
H04N 19/136 (2014.01) *H04N 19/587* (2014.01)
H04N 19/149 (2014.01) *H04N 19/80* (2014.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/022274

(22) 国際出願日: 2019年6月5日(05.06.2019)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2018-121358 2018年6月26日(26.06.2018) JP

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE

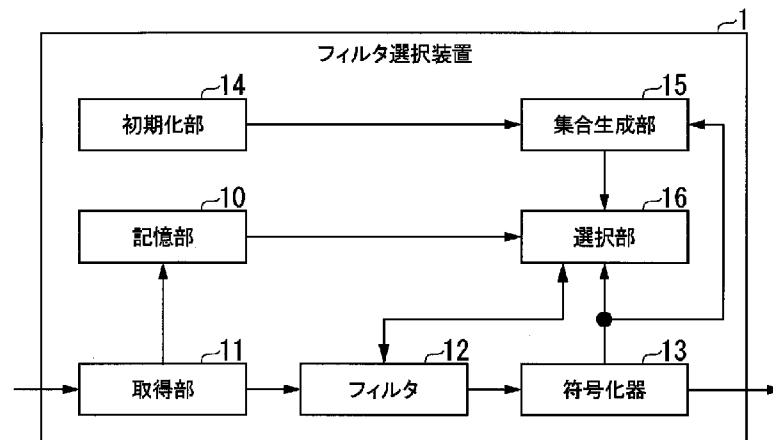
CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 坂東 幸浩 (BANDO Yukihiro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 高村 誠之(TAKAMURA Seishi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 清水 淳(SHIMIZU Atsushi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 志賀国際特許事務所 (SHIGA INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(54) Title: FILTER SELECTION METHOD, FILTER SELECTION DEVICE, AND FILTER SELECTION PROGRAM

(54) 発明の名称: フィルタ選択方法、フィルタ選択装置及びフィルタ選択プログラム



- 1 Filter selection device
- 10 Storage unit
- 11 Acquisition unit
- 12 Filter
- 13 Encoder
- 14 Initialization unit
- 15 Set generation unit
- 16 Selection unit

(57) Abstract: This filter selection method is designed to be executed by a filter selection device and includes: a step in which frames to be encoded for a low-temporal-resolution moving picture are generated from frames for a high-temporal-resolution moving picture in accordance with a filter coefficient; a step in which deviations between the frames for the high-temporal-resolution moving picture and the frames to be encoded for the low-temporal-resolution moving picture are acquired for each of the frames to be encoded, and a filter coefficient which minimizes a weighted sum of the amount

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

of codes generated from the frames to be encoded and the deviations is selected from a set of filter coefficient candidates; and a step in which a set of filter coefficient candidates is generated on the basis of the amounts of codes generated with other filter coefficients which minimize the predicted values of the amounts of codes to be generated.

(57) 要約: フィルタ選択方法は、フィルタ選択装置が実行するフィルタ選択方法であって、低い時間解像度の動画の符号化対象フレームを、高い時間解像度の動画のフレームから、フィルタ係数に応じて生成するステップと、高い時間解像度の動画のフレームと低い時間解像度の動画の符号化対象フレームとの乖離度を符号化対象フレームごとに取得し、符号化対象フレームの発生符号量と乖離度との加重和を最小化するフィルタ係数を、フィルタ係数の候補の集合から選択するステップと、発生符号量の予測値が最小化する他のフィルタ係数に応じた発生符号量に基づいてフィルタ係数の候補の集合を生成するステップとを含む。

明 細 書

発明の名称：

フィルタ選択方法、フィルタ選択装置及びフィルタ選択プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、フィルタ選択方法、フィルタ選択装置及びフィルタ選択プログラムに関する。

背景技術

[0002] 昨今の半導体技術の進歩を受け、高速度カメラにおける動画像のフレームレートが大きく向上している。高速度カメラにより取得された高フレームレート画像の用途は、画像再生時の高画質化と画像解析の高精度化とに分類される。

[0003] 画像再生時の高画質化は、視覚系で検知可能（ディスプレイで表示可能）なフレームレートの上限に迫ることにより、被写体の滑らかな動きを表現することが目的である。このため、画像再生時の高画質化は、ディスプレイ装置が動画像を等速再生することが前提である。

[0004] 一方、画像解析の高精度化は、視覚の検知限を越えた高フレームレート画像を用いることにより、画像解析の高精度化を行うことが目的である。スポーツ選手、F A ・検査、自動車等の高速移動物体のスロー再生による画像解析は、代表的な応用例である。

[0005] 動画像の入力システムのフレームレートの上限と動画像の出力システムのフレームレートの上限とは非対称である。すなわち、動画像の入力システムである高速度カメラのフレームレートの上限は、1 0 0 0 0 f p s を超えている。一方、動画像の出力システムであるディスプレイ装置のフレームレートの上限は、1 2 0 f p s から 2 4 0 f p s までである。このため、高速度カメラで撮影された動画像は、スロー再生に用いられる（特許文献 1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2004-201165号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 視覚の検知限を越えた高フレームレート画像を用いることにより、動画画像の符号化処理に対して親和性の高い等速再生用の画像を生成することができる。高フレームレート画像は、時間方向に高密度でサンプリングされたフレーム群を含んでいる。画像生成装置は、1000Hz等の高密度時間サンプリングされたフレーム群を用いて30Hz等の等速再生用の画像を生成すれば、等速再生用の画像の生成を高い時間分解能で制御することが可能である。

[0008] しかしながら、符号発生量の低減を目的とした動画画像符号化の前処理では、画像生成装置が再生フレームレートでフレームをサンプリングすることが前提となっている。このため、従来の画像生成装置は、再生フレームレートよりも高い時間分解能ではフレームをサンプリングしていない。

[0009] 高フレームレート画像のフレームを単純に間引く処理では、時間方向のエイリアシングに起因する画質劣化が問題となる。このような問題を回避するには、時間フィルタによる時間軸方向の帯域制限フィルタリングが必要である。

[0010] 一方、動き補償フレーム間予測を用いる符号化器では、時間方向のエイリアシングの低減は、予測誤差の低減に直接の関係がない。また、動き補償フレーム間予測を用いる符号化器では、高密度時間サンプリングされたフレームが十分に活用されておらず、時間フィルタとしての自由度には制約がある。

[0011] すなわち、30fps又は60fps等の低フレームレート画像の場合、フィルタリングのための十分な数のサンプル（フレーム）が確保できないため、フィルタの特性を高精度に近似することは困難である。例えば、60fpsの動画画像信号をフィルタリングすることによって60fpsの動画画像信

号から30fpsの動画像信号が生成される場合、フィルタリングの対象のフレームが重複しないという条件下では、フィルタリングの対象のフレームは2(=60/30)フレームに限定されるという制約がある。

[0012] 一方、高フレームレート画像の場合、フィルタ設計の自由度は拡張される。例えば、1000fpsの動画像信号をフィルタリングすることによって、1000fpsの動画像信号から62.5fpsの動画像信号が生成される場合、フィルタリングの対象のフレームが重複しないという条件下でも、フィルタリングの対象のフレームは、2フレームよりも多い16(=1000/62.5)フレームとすることができる。このように、高フレームレート画像から低フレームレート画像を生成する場合、フィルタリング設計の自由度は高い。この自由度の高さを利用することで、符号化器は符号化効率を向上させることができる可能性がある。

[0013] しかしながら、従来のフィルタ選択装置は、動画像符号化の前処理において、高フレームレート画像から生成される低フレームレート画像の符号化効率を向上させる時間フィルタの係数を選択することができない場合があった。

[0014] 上記事情に鑑み、本発明は、高フレームレート画像から生成される低フレームレート画像の符号化効率を向上させる時間フィルタの係数を選択することが可能であるフィルタ選択方法、フィルタ選択装置及びフィルタ選択プログラムを提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0015] 本発明の一態様は、フィルタ選択装置が実行するフィルタ選択方法であって、低い時間解像度の動画像の符号化対象フレームを、高い時間解像度の動画像のフレームから、フィルタ係数に応じて生成するステップと、前記高い時間解像度の動画像のフレームと前記低い時間解像度の動画像の符号化対象フレームとの乖離度を前記符号化対象フレームごとに取得し、前記符号化対象フレームの発生符号量と前記乖離度との加重和を最小化する前記フィルタ係数を、前記フィルタ係数の候補の集合から選択するステップと、前記フィ

ルタ係数に応じた前記発生符号量に基づいて他の前記フィルタ係数に応じた前記発生符号量の予測分布を取得し、前記他のフィルタ係数に応じた前記発生符号量の予測値を前記予測分布に基づいて取得し、前記予測値が最小化する前記他のフィルタ係数に応じた前記発生符号量に基づいて前記フィルタ係数の候補の集合を生成するステップとを含むフィルタ選択方法である。

[0016] 本発明の一態様は、低い時間解像度の動画像の符号化対象フレームを、高い時間解像度の動画像のフレームから、フィルタ係数に応じて生成するフィルタと、前記高い時間解像度の動画像のフレームと前記低い時間解像度の動画像の符号化対象フレームとの乖離度を前記符号化対象フレームごとに取得し、前記符号化対象フレームの発生符号量と前記乖離度との加重和を最小化する前記フィルタ係数を、前記フィルタ係数の候補の集合から選択する選択部と、前記フィルタ係数に応じた前記発生符号量に基づいて他の前記フィルタ係数に応じた前記発生符号量の予測分布を取得し、前記他のフィルタ係数に応じた前記発生符号量の予測値を前記予測分布に基づいて取得し、前記予測値が最小化する前記他のフィルタ係数に応じた前記発生符号量に基づいて前記フィルタ係数の候補の集合を生成する集合生成部とを備えるフィルタ選択装置である。

[0017] 本発明の一態様は、上記のフィルタ選択装置としてコンピュータを機能させるためのフィルタ選択プログラムである。

発明の効果

[0018] 本発明により、高フレームレート画像から生成される低フレームレート画像の符号化効率を向上させる時間フィルタの係数を選択することが可能である。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]フィルタ選択装置の構成例を示す図である。

[図2]フィルタ選択装置の動作例を示すフローチャートである。

[図3]辞書設計処理の動作例を示すフローチャートである。

[図4]係数ベクトル及びシフト量の選択処理の動作例を示す図である。

[図5]係数ベクトル及びシフト量の選択処理の動作例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0020] 本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

図1は、フィルタ選択装置1の構成例を示す図である。フィルタ選択装置1は、フィルタの係数を選択する情報処理装置である。フィルタ選択装置1は、記憶部10と、取得部11と、フィルタ12と、符号化器13と、初期化部14と、集合生成部15と、選択部16とを備える。

[0021] 各機能部のうち一部又は全部は、例えば、CPU (Central Processing Unit) 等のプロセッサが、記憶部に記憶されたプログラムを実行することにより実現される。各機能部のうち一部又は全部は、LSI (Large Scale Integration) やASIC (Application Specific Integrated Circuit) 等のハードウェアを用いて実現されてもよい。

[0022] 記憶部10は、例えばフラッシュメモリ、HDD (Hard Disk Drive) などの不揮発性の記録媒体（非一時的な記録媒体）である。記憶部10は、例えば、RAM (Random Access Memory) やレジスタなどの揮発性の記録媒体を有してもよい。記憶部10は、例えば、フィルタリング処理前の高い時間解像度の動画像のフレーム群と、データテーブルと、プログラムとを記憶する。

[0023] 取得部11は、高い時間解像度の動画像のフレーム（高フレームレート画像）を、符号化対象フレームの原画像として取得する。取得部11は、高い時間解像度の動画像のフレーム群を、記憶部10に記録する。フィルタ12は、時間フィルタである。フィルタ12は、高い時間解像度の動画像のフレームを、取得部11から取得する。

[0024] フィルタ12は、選択部16によって選択された係数ベクトル及びシフト量に基づいて、高い時間解像度の動画像のフレームに対してフィルタリング処理（ダウンサンプリング）を実行する。フィルタ12は、フィルタリング処理によって生成された低い時間解像度の動画像の符号化対象フレーム（低

フレームレート画像)を、符号化器13及び選択部16に出力する。

[0025] 符号化器13は、低い時間解像度の動画画像の符号化対象フレームに対して、動き補償予測(Motion Compensation Prediction)を用いた可逆符号化を実行する。符号化器13は、低い時間解像度の動画画像の符号化対象フレームの発生符号量を表す情報を、集合生成部15及び選択部16に出力する。

[0026] 初期化部14は、各フレーム(ステージ)のフィルタリング処理に関して、フィルタリング処理によるフィルタ係数が施される時間位置(フィルタリングによるダウンサンプリング時刻)のシフト量を初期化する。

[0027] 集合生成部15は、低い時間解像度の動画画像の符号化対象フレームの発生符号量を表す情報を、符号化器13から取得する。集合生成部15は、選択される係数ベクトルの候補(以下「係数候補ベクトル」という。)の集合を生成する。集合生成部15は、生成された係数候補ベクトルの集合を、符号化対象フレームの発生符号量が最小化するように、例えばベイズ最適化に基づく手法で最適化(更新)する。

[0028] 選択部16は、フィルタリング処理前の高い時間解像度の動画画像のフレーム群を、記憶部10から取得する。選択部16は、フィルタリング処理後の低い時間解像度の動画画像の符号化対象フレームを、フィルタ12から取得する。選択部16は、低い時間解像度の動画画像の符号化対象フレームの発生符号量を表す情報を、符号化器13から取得する。

[0029] 選択部16は、フィルタリング処理前の高い時間解像度の動画画像のフレームと、フィルタリング処理後の低い時間解像度の動画画像の符号化対象フレームとの乖離度を、符号化対象フレームごとに算出する。選択部16は、低い時間解像度の動画画像の符号化対象フレームの発生符号量と乖離度との加重和を算出する。

[0030] 選択部16は、発生符号量と乖離度との加重和に基づいて、最適化された係数候補ベクトルの集合の中から、加重和を最小化する係数ベクトル(フィルタ係数)を選択する。すなわち、選択部16は、発生符号量と乖離度との加重和に基づいて、集合生成部15によって最適化された係数候補ベクトル

の集合の中から、低い時間解像度の符号化対象フレームを生成するために最適な係数ベクトルを選択する。選択部 16 は、発生符号量と乖離度との加重和に基づいて、フィルタ係数が施される時間位置（フィルタリングによるダウンサンプリング時刻）のシフト量を選択してもよい。

[0031] このように、符号化に適した低い時間解像度の動画像の符号化対象フレームは、選択部 16 によって選択された係数ベクトル及びシフト量に基づく時間フィルタを用いて、高い時間解像度の動画像のフレーム群から生成される。

[0032] 次に、フィルタ選択装置 1 の構成例の詳細を説明する。

[表記法]

以下では、表記の簡略化のため、動画像の各フレームは一次元信号として表される。 $(2\Delta + 1)$ タップの時間フィルタに基づいて生成された第 i フレームは、式 (1) のように表される。

[0033] [数1]

$$\hat{f}(x, iM\delta_t, \mathbf{w}_i, p_i) = \sum_{j=-\Delta}^{\Delta} w_i[j] f(x, (iM + p_i + j)\delta_t) \quad \dots (1)$$

[0034] i は、ダウンサンプリング後のフレームを指定するインデックスを表す。

インデックスは、非負の整数値をとる。 δ_t は、フィルタ 12 に入力される動画像のフレームの間隔を表す。各フレームは、時刻 $t = j\delta_t$ ($j = 0, 1, \dots$) においてサンプリングされる。 $f(x, t)$ ($x = 0, \dots, X-1$) は、第 t フレームの空間位置 x における画素値である。

$w_i[j]$ は、動き補償予測に用いられる参照フレームに対するフィルタ係数を表す。 $w_i[j]$ は、式 (2) の関係を満たす。

[0035] [数2]

$$\sum_{j=-\Delta}^{\Delta} w_i[j] = 1 \quad \dots (2)$$

[0036] 以下、係数ベクトルは、文章中の数式では $\mathbf{W}_i$ のように大文字で表記される。式 (1) において、左辺の $\mathbf{W}_i$ は、フィルタ係数を要素とする係数ベクトル

$W_i = (w_i[-\Delta], \dots, w_i[\Delta])$ を表す。 p_i は、フィルタ係数が施される時間位置を補正するパラメータを表す。

[0037] M は、フィルタ 12 から出力される動画像の符号化対象フレームのフレームレートを決定するパラメータ（ダウンサンプリング比）を表す。式（1）において、フィルタ 12 から出力される動画像の符号化対象フレームのフレームレートは、 $1 / (M \delta_t)$ である。

なお、 $(2\Delta + 1 \leq M)$ が満たされている。

[0038] 式（1）に示された時間フィルタの特殊形として、フィルタ係数を一定値 $w[i] = 1 / (2\Delta + 1)$ とするフィルタを、「平均フィルタ」という。平均フィルタから出力される第 i フレームは、式（3）のように表される。

[0039] [数3]

$$\frac{1}{2\Delta + 1} \sum_{j=-\Delta}^{\Delta} f(x, (iM + j)\delta_t) \quad \dots (3)$$

[0040] N 種類の係数候補ベクトルは、 $\gamma_n = (\gamma_n[-\Delta], \dots, \gamma_n[\Delta])$, ($n = 0, \dots, N-1$) と表記される。また、係数候補ベクトルから選択された係数ベクトルのフィルタ係数が施される時間位置は、 P 通りの時間位置から選択可能である。選択部 16 は、低い時間解像度の動画像の符号化対象フレームを生成するために最適な係数ベクトルを、 $(N \times P)$ 通りの N 種類の係数候補ベクトルの中から、高い時間解像度の動画像のフレームごとに選択する。

[0041] 以下では、係数候補ベクトルの集合を「辞書」という。表記の簡略化のため、 N 種類の係数候補ベクトルから構成される辞書を、「 $\Gamma_N = (\gamma_0, \dots, \gamma_{N-1})$ 」と表記する。

[0042] 「フィルタ係数の最適化の規準」

選択部 16 は、フィルタ 12 から出力されたフレーム（時間フィルタによって生成されたフレーム）における発生符号量を、時間フィルタの設計における最適化の規準として用いる。発生符号量を表す情報は、動き補償予測を用いた可逆符号化を実行する符号化器 13 から得られる。

[0043] X個の画素から構成されているフレームをK個に分割して、分割された区間ごとに動き補償フレーム間予測を行う場合について説明する。以下では、数式において文字の上に記載される記号（例えば、 $\hat{\cdot}$ ）は、その文字の直前に記載される。

[0044] 取得部11は、フレーム $\hat{f}(x, iM\delta_t, W_i, p_i)$ を、サイズ (X/K) の区間 $B[k]$ ($k=0, 1, \dots, K-1$)に分割する。符号化器13がフレーム $\hat{f}(x, (i-1)M\delta_t, W_{i-1}, p_{i-1})$ を参照フレームとして、各区間 $B[k]$ ($k=0, 1, \dots, K-1$)に対して動き補償（変位量 $d_i = (d_i[0], \dots, d_i[K-1])$ ）を実行する場合、そのフレーム内の動き補償フレーム間予測誤差は、式（4）のように表現される。

[0045] [数4]

$$e_i(x, w_i, w_{i-1}, p_i, p_{i-1}) = \hat{f}(x, iM\delta_t, w_i, p_i) - \hat{f}(x - d_i[k], (i-1)M\delta_t, w_{i-1}, p_{i-1}) \quad \dots (4)$$

[0046] この動き補償フレーム間予測誤差を符号化とする符号化器13から得られる発生符号量 Ψ は、式（5）のように表される。

[0047] [数5]

$$\begin{aligned} \Psi(w_i, w_{i-1}, p_i, p_{i-1}) = & R_h + R_d(d_i[0], \dots, d_i[K-1]) \\ & - R_e(e_i(0, w_i, w_{i-1}, p_i, p_{i-1}), \dots, e_i(X-1, w_i, w_{i-1}, p_i, p_{i-1})) \end{aligned} \quad \dots (5)$$

[0048] ここで、 R_h は、符号化器13が生成するヘッダ情報の符号量を表す。 $R_d(d_i[0], \dots, d_i[K-1])$ は、推定変位量 $d_i[0], \dots, d_i[K-1]$ に関する符号量を表す。 $R_e(e_i(0, w_i, w_{i-1}, p_i, p_{i-1}), \dots, e_i(X-1, w_i, w_{i-1}, p_i, p_{i-1}))$ は、動き補償フレーム間予測誤差に関する符号量を表す。

[0049] 可逆符号化を実行する符号化器13から得られる発生符号量 Ψ が用いられているため、動き補償フレーム間予測誤差は、符号化対象フレーム及び参照フレームのみに依存する。

したがって、式（5）における発生符号量 Ψ は、変位量と、ヘッダ情報と、

第 i フレームに対する係数ベクトル W_i と、第 i フレームに対してフィルタ係数が施される時間位置の補正パラメータであるシフト量 p_i と、第 $(i-1)$ フレームに対する係数ベクトル W_{i-1} と、第 $(i-1)$ フレームに対してフィルタ係数が施される時間位置の補正パラメータであるシフト量 p_{i-1} とにより定まる。

[0050] 選択部 16 は、サンプリングされた高い時間解像度の動画像のフレーム（原画像）と、フィルタ 12 から出力された動画像の符号化対象フレーム（フィルタリングにより生成された動画像のフレーム）との乖離度 Φ として、式（6）の値を算出する。

[0051] [数6]

$$\Phi[w_i, p_i] = \sum_{k=0}^{M-1} \sum_x \{f(x, (iM+k)\delta_t) - \hat{f}(x, iM\delta_t, w_i, p_i)\}^2 \quad \dots (6)$$

[0052] 選択部 16 は、式（5）に示された発生符号量 Ψ と式（6）に示された乖離度との加重和として、式（7）の値を算出する。式（7）の値は、フィルタ 12 のフィルタ設計の評価尺度を表す。

[0053] [数7]

$$\Xi[w_i, w_{i-1}, p_i, p_{i-1}] = \Psi[w_i, w_{i-1}, p_i, p_{i-1}] + \lambda \Phi[w_i, p_i] \quad \dots (7)$$

[0054] ここで、 λ は、加重和の係数として、乖離度 $\Phi [W_i, p_i]$ に乗算される係数である。 λ の値は、例えば予め定められる。選択部 16 は、式（7）に示された評価尺度が最小化されるように、フィルタ 12 を設計する。発生符号量 $\Psi [W_i, W_{i-1}, p_i, p_{i-1}]$ に基づいてフィルタ 12 が設計されることで、フィルタリングにより生成された動画像の発生符号量を低減する効果が期待できる。また、乖離度 $\Phi [W_i, p_i]$ に基づいてフィルタ 12 が設計されることで、フィルタリングにより生成された動画像とサンプリングされた動画像とが乖離することを抑止する効果が期待できる。

[0055] [フィルタ係数の最適化]

選択部 16 は、発生符号量を最小化するフレームをフィルタ 12 が生成するように、式（5）の発生符号量をコスト関数とする最小化問題を解く。選

択部16は、式(8)を満たす(J/M)組の係数ベクトル及びシフト量を算出する。 J は、高い時間解像度の動画像のフレーム数を表す。

[0056] [数8]

$$\begin{aligned} & (w_0^*, \dots, w_{J/M-1}^*, p_0^*, \dots, p_{J/M-1}^*) \\ &= \arg \min_{w_0, \dots, w_{J/M-1} \in \Gamma_N, p_0, \dots, p_{J/M-1}} \sum_{i=1}^{J/M-1} \Xi[w_i, w_{i-1}, p_i, p_{i-1}] \quad \dots (8) \end{aligned}$$

[0057] ($N \times P$) 種類の係数ベクトルを係数候補ベクトルとする場合、係数ベクトル及びシフト量の組合せは、 $N P^{J/M}$ 通りとなる。最適な係数ベクトルを選択部16が選択するためには、指数オーダの演算量が必要である。このため、係数ベクトル及びシフト量の最適な組み合わせ($w_0^*, \dots, w_{J/M-1}^*, p_0^*, \dots, p_{J/M-1}^*$)を総当りで探索することは、演算量の観点から現実的ではない。

[0058] $\Xi[w_i, w_{i-1}, p_i, p_{i-1}]$ が w_i, p_i 及び w_{i-1}, p_{i-1} のみに依存することに着目すれば、式(8)は、単純マルコフ過程における最適化問題として定式化可能である。単純マルコフ過程における最適化問題は、動的計画法によって、多項式オーダの演算量で最適解を算出することが可能である。以下では、動的計画法を用いた解法を示す。

[0059] 選択部16は、 w_i, p_i ($i = 1, \dots, J/M-1$)に関して、式(9)の $S_i(w_i, p_i)$ を定義する。

[0060] [数9]

$$S_i(w_i, p_i) = \min_{w_0, \dots, w_{i-1} \in \Gamma_N, p_0, \dots, p_{i-1}} \sum_{j=1}^i \Psi[w_j, w_{j-1}, p_j, p_{j-1}] \quad \dots (9)$$

[0061] $S_i(w_i, p_i)$ は、第 i ステージにおいて、シフト量 p_i でシフトされたフィルタ係数 w_i によって第 i フレームが生成され、その状態に至る経路において最適な係数ベクトルが用いられた場合における、コストの総和を表す。ここで、 w_i, p_i がそれぞれ固定された場合、 $\Xi[w_i, w_{i-1}, p_i, p_{i-1}]$ が w_{i-1}, p_{i-1} のみに依存することに着目すると、 $S_i(w_i, p_i)$ は、式(10)のような漸化式として表される。

[0062] [数10]

$$S_i(w_i, p_i) = \min_{w_{i-1} \in \Gamma_{N, p_{i-1}}} \{ \Xi[w_i, w_{i-1}, p_i, p_{i-1}] + S_{i-1}(w_{i-1}, p_{i-1}) \} \quad \dots (10)$$

[0063] なお、第 $(i-1)$ ステージにおいて、 $S_{i-1}(W_{i-1}, p_{i-1})$ は、同様の漸化式を用いて算出済みである。 $S_{i-1}(W_{i-1}, p_{i-1})$ は、 $S_i(W_i, p_i)$ の算出時には、参照可能な値としてレジスタ等の記憶部に記憶されている。

[0064] 式 (10) に示されているように、選択部 16 は、 $\Xi[W_i, W_{i-1}, p_i, p_{i-1}] + S_{i-1}(W_{i-1}, p_{i-1})$ を最小化する係数候補ベクトル及びシフト量 p_i を辞書 Γ_N から選択することによって、 $S_i(W_i, p_i)$ を算出する。

[0065] 以下、係数ベクトル W_i に対する係数候補ベクトルのインデックスを n_i と表記する。

選択部 16 は、式 (10) が最小値となる係数候補ベクトルのインデックス $\hat{n}_{i-1}(n_i, p_i)$ を、 n_i ごとに記憶部 10 に記録する。選択部 16 は、式 (10) が最小値となるシフト量 $\hat{p}_{i-1}(n_i, p_i)$ を、 n_i ごとに記憶部 10 に記録する。これによって、選択部 16 は、式 (10) が最小値となる係数候補ベクトルのインデックス $\hat{n}_{i-1}(n_i, p_i)$ と、シフト量 $\hat{p}_{i-1}(n_i, p_i)$ とを、後段の処理において記憶部 10 から取得することができる。

[0066] 式 (10) の漸化式が再帰的に用いられることで、式 (8) の最小化問題は、式 (11) のように表される。

[0067] [数11]

$$\min_{w_{J/M-1} \in \Gamma_{N, p_{J/M-1}}} S_{J/M-1}(w_{J/M-1}, p_{J/M-1}) \quad \dots (11)$$

[0068] このように、式 (10) の漸化式が再帰的に用いられる方法であれば、式 (8) の最適解 $(W^*_0, \dots, W^*_{J/M-1}, p^*_0, \dots, p^*_{J/M-1})$ は、 $\{(NP)^2 J/M\}$ 通りの中から最適解を探索する問題に帰着される。これによって、選択部 16 は、多項式オーダの演算量で、式 (11) を算出することが

可能である。

[0069] $\sum_{i=1}^{J/M-1} [W_i, W_{i-1}, p_i, p_{i-1}]$ の最小値が算出された場合、選択部16は、最適解 $(W^*_0, \dots, W^*_{J/M-1}, p^*_0, \dots, p^*_{J/M-1})$ を、以下に示されるバックトラック過程によって算出する。

[0070] 式(12)の $S_{J/M-1}(w_{J/M-1}, p_{J/M-1})$ を最小化する係数候補ベクトル及びシフト量の組み合わせは、 $(W^*_{J/M-1}, p^*_{J/M-1})$ と表される。

[0071] [数12]

$$(w^*_{J/M-1}, p^*_{J/M-1}) = \arg \min_{w_{J/M-1} \in \Gamma_{N, p_{J/M-1}}} S_{J/M-1}(w_{J/M-1}, p_{J/M-1}) \quad \dots (12)$$

[0072] $W^*_{J/M-1}$ を表す係数候補ベクトルのインデックスは、 $n_{J/M-1}$ と表される。

第 $(J/M-1)$ フレームに対する係数候補ベクトルのインデックスは、 $n_{J/M-1}$ と表される。第 $(J/M-1)$ フレームに対するシフト量は、 $p_{J/M-1}$ と表される。

[0073] 第 $(J/M-2)$ フレームに対する最適な係数候補ベクトルのインデックスは、 $\hat{n}_{J/M-2}(n_{J/M-1}, p_{J/M-1})$ として、記憶部10に記憶されている。第 $(J/M-2)$ フレームに対するシフト量は、 $\hat{p}_{J/M-2}(n_{J/M-1}, p_{J/M-1})$ として、記憶部10に記憶されている。

[0074] 選択部16は、第 $(J/M-2)$ フレームに対する係数ベクトル及びシフト量の組み合わせを、 $\{W^*_{J/M-2} = \gamma_{\hat{n}_{J/M-2}}(n_{J/M-1}, p_{J/M-1}), p^*_{J/M-2} = \hat{p}_{J/M-2}(n_{J/M-1}, p_{J/M-1})\}$ と同定する。

[0075] 選択部16は、バックトラック過程において、 $\{W^*_{J/M-3} = \gamma_{\hat{n}_{J/M-3}}(n_{J/M-2}, p_{J/M-2}), p^*_{J/M-3} = \hat{p}_{J/M-3}(n_{J/M-2}, p_{J/M-2})\}, \dots, \{W^*_0 = \gamma_{\hat{n}_0}(n_1, p_1), p^*_0 = \hat{p}_0(n_1, p_1)\}$ のように、同様の参照処理を繰り返す。このように、選択部16は、係数ベクトル及びシフト量の組み合わせを選択する。

[0076] [辞書設計]

辞書設計とは、動画像の発生符号量を最小化するように各係数候補ベクトル

ルを設計することである。選択部 16 は、集合生成部 15 によって生成された係数候補ベクトルの辞書から、最適な係数ベクトルを選択する。辞書設計の目的関数は、最適な係数ベクトルと最適なシフト量とが選択部 16 によってフィルタ 12 に対して設定された際の発生符号量 Ψ の関数である。辞書設計の目的関数は、式 (13) のように表される。

[0077] [数13]

$$\phi(\Gamma) = \min_{\substack{\mathbf{w}_0, \dots, \mathbf{w}_{J/M-1} \in \Gamma \\ p_0, \dots, p_{J/M-1}}} \sum_{i=1}^{J/M-1} \Psi(\mathbf{w}_i, \mathbf{w}_{i-1}, p_i, p_{i-1}) \quad \dots (13)$$

[0078] 辞書設計の最適化問題は、辞書設計の目的関数の探索空間における最小化問題である。

辞書 Γ は、N 種類の係数候補ベクトルを含み、 $(2\Delta + 1)$ 個の係数候補ベクトルを要素とする。したがって、辞書 Γ は、 $\{(2\Delta + 1)N\}$ 次元の探索空間におけるサンプル点（観測点）に対応する。

[0079] 式 (13) に示されている目的関数は、非線形であり、微分不可であり、非凸である。

このため、式 (13) に示されている目的関数の最小値を解析的に求めることは不可能である。また、探索空間における目的関数の算出コストは高い。

[0080] フィルタ 12 のタップ長の増加と係数候補ベクトルの本数の増加とに応じて、探索空間は指数的に増大する。このため、グリッドサーチのような全探索に基づく手法は、演算量が膨大になるため現実的ではない。また、遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm) や粒子群最適化 (PSO: Particle Swarm Optimization) のようなメタヒューリスティック手法は、目的関数に対する膨大なサンプリングが前提となっている。このため、目的関数の算出コストが高い場合、メタヒューリスティック手法は現実的ではない。

[0081] そこで、集合生成部 15 は、ベイズ最適化に基づく手法で、辞書設計を実行する。ベイズ最適化に基づく手法は、限られたサンプル点を用いた多次元探索に適した手法である。

これは、ベイズ最適化では、ガウス過程のベイズ推定に基づいてコスト関数

が推定されるためである。

[0082] 集合生成部15は、ベイズ最適化に基づいて、辞書とコスト関数との関係を推定する。

集合生成部15は、推定結果に基づいて、コスト関数を最小化する最適な辞書を同定する。

[0083] Φ_i は、第*i*番目の辞書のコスト関数を表す。以下、コスト関数の集合 $\{\Phi_1, \dots, \Phi_m\}$ を、 $\Phi_{1:m}$ と表記する。 Γ_i は、第*i*番目の辞書を表す。以下、辞書に関する関数値の集合 $\{h(\Gamma_1), \dots, h(\Gamma_m)\}$, $\Gamma_{1:m} = \{\Gamma_1, \dots, \Gamma_m\}$ を、 $h_{1:m}$ と表記する。ベイズ最適化では、式(14)に示された観測モデルが用いられる。

[0084] [数14]

$$\phi_i = h(\Gamma_i) + \epsilon_i, \quad \epsilon_i \stackrel{iid}{\sim} \mathcal{N}(0, \rho^2) \quad \dots (14)$$

[0085] ここで、 ϵ_i は、観測時の雑音を表す。 $\mathcal{N}(0, \rho^2)$ は、平均が0であり分散が ρ^2 であるガウス分布を表す。 h は、事前分布としてのガウス過程から得られると仮定された未知関数を表す。関数値の集合 $h_{1:m}$ は、多次元ガウス分布 $\mathcal{N}(0, K(\Gamma_{1:m}))$ に基づいて得られる集合である。 $K(\Gamma_{1:m})$ は、 $(m \times m)$ 行列である。 $K(\Gamma_{1:m})$ の第(*i*, *j*)要素は、共分散関数 $k(\Gamma_i, \Gamma_j)$ である。共分散関数として、「Matérn 5/2カーネル関数」が用いられる。したがって、式(14)は、第*i*番目の辞書 Γ_i に未知関数 h の雑音が重畳された場合における、観測モデルを表す。

[0086] [係数ベクトル及びシフト量の探索点の選択処理]

ベイズ最適化では、観測値を最小化することが期待される探索点が、観測点から逐次的に選択される。集合生成部15は、コスト関数を最小化することが期待される係数ベクトル及びシフト量の組み合わせを、観測点から逐次的に選択する。

[0087] 集合生成部15は、観測値 $D_{1:m} = \{\Gamma_{1:m}, \Phi_{1:m}\}$ のように観測値を累積する。集合生成部15は、ベイズ則に基づいて、未知関数 h の事後分布を求める。集合生成部15は、求められた事後分布に基づいて、未知サンプル

Γにおける観測値Φのベイズ予測分布等の予測分布を、式(15)から式(17)までのように、解析的に算出する。

[0088] [数15]

$$p(\phi|\Gamma; \mathcal{D}_{1:m}) = \mathcal{N}(\mu_m(\Gamma; \mathcal{D}_{1:m}), \sigma_m^2(\Gamma; \mathcal{D}_{1:m})) \quad \dots (15)$$

[0089] [数16]

$$\mu_m(\Gamma; \mathcal{D}_{1:m}) = \mathbf{k}(\Gamma)^T (\mathbf{K}(\Gamma_{1:m}) + \rho^2 \mathbf{I})^{-1} \phi_{1:m} \quad \dots (16)$$

[0090] [数17]

$$\sigma_m^2(\Gamma; \mathcal{D}_{1:m}) = k(\Gamma, \Gamma) - \mathbf{k}(\Gamma)^T (\mathbf{K}(\Gamma_{1:m}) + \rho^2 \mathbf{I})^{-1} \mathbf{k}(\Gamma) \quad \dots (17)$$

[0091] ここで、 $\mathbf{k}(\Gamma) = (k(\Gamma, \Gamma_1), \dots, k(\Gamma, \Gamma_m))^T$ である。 $\Phi_{1:m} = (\Phi_1, \dots, \Phi_m)^T$ である。Tは転置を表す。Iは(m×m)単位行列である。

[0092] 集合生成部15は、式(15)に示されたベイズ予測分布に基づいて、獲得関数を生成する。獲得関数は、式(18)に示された、信頼下限(lower confidence bound)の獲得関数である。

[0093] [数18]

$$\alpha(\Gamma; \mathcal{D}_{1:m}) = \mu_m(\Gamma; \mathcal{D}_{1:m}) - \beta_m \sigma_m^2(\Gamma; \mathcal{D}_{1:m}) \quad \dots (18)$$

[0094] ここで、 β_m は、探索と利用とのトレードオフを制御するハイパーパラメータを表す。

集合生成部15は、獲得関数を最小化するように、次の探索点を選択する。

[0095] 次に、フィルタ選択装置1の動作の例を説明する。

[辞書設計の処理と係数ベクトル及びシフト量の選択処理との流れ]

図2は、フィルタ選択装置1の動作例を示すフローチャートである。初期化部14は、各ステージ(各インデックスi)におけるシフト量を初期化する。例えば、初期化部14は、全てのステージにおけるシフト量を零値とする(ステップS101)。

[0096] 集合生成部15は、上記の[辞書設計]の説明に記載された辞書設計処理を実行する。

ベイズ最適化では、コスト関数を最小化するパラメータは、連続量として算出される。これに対して、シフト量は離散値（フレームのダウンサンプリング時刻）に制限される。このため、離散値であるシフト量は、ベイズ最適化によっては算出することができない。そこで、集合生成部15は、シフト量を固定した状態でベイズ最適化の処理を実行することによって、辞書を最適化する（ステップS102）。

[0097] 選択部16は、上記の「フィルタ係数の最適化」の説明に記載された選択処理を実行する。選択部16は、最適化された辞書（係数候補ベクトルの集合）を固定した状態で、各ステージにおける係数ベクトル及びシフト量を選択する（ステップS103）。

[0098] 選択部16は、収束条件が満たされているか否かを判定する（ステップS104）。収束条件が満たされていない場合（ステップS104：NO）、選択部16は、ステップS102に処理を戻す。収束条件が満たされている場合（ステップS104：YES）、選択部16は、図2に示された処理を終了する。このようにして、選択部16は、辞書に記録された係数ベクトル及びシフト量の組み合わせを、時間フィルタのパラメータとして選択する。

[0099] 図3は、辞書設計処理（ステップS102）の動作例を示すフローチャートである。集合生成部15は、K個の初期サンプル点を指定し、サンプル点ごとの観測値Dを取得する。Kは、外部から与えられるパラメータである（ステップS201）。集合生成部15は、式（15）に基づいて、観測値 $D_{1:m}$ のベイズ予測分布を、観測値Dの予測分布として算出する（ステップS202）。式（18）に基づいて、信頼下限（観測値の予測値）を算出する（ステップS203）。集合生成部15は、信頼下限が最小値となるサンプル点を同定し、同定されたサンプル点を次の探索点と定める。すなわち、集合生成部15は、信頼下限が最小化するサンプル点の観測値を、次に観測する（ステップS204）。

[0100] 集合生成部15は、収束条件が満たされているか否かを判定する。収束条件は、例えば、観測値の最小値の低減量が指定の閾値を下回るという条件で

ある。収束条件は、例えば、指定の閾値に反復回数が到達するという条件でもよい（ステップS205）。収束条件が満たされていない場合（ステップS205：NO）、集合生成部15は、ステップS202に処理を戻す。収束条件が満たされている場合（ステップS205：YES）、集合生成部15は、図3に示された処理を終了する。

[0101] 図4は、係数ベクトル及びシフト量の選択処理（ステップS103）の動作例を示す図である。また、図5は、係数ベクトル及びシフト量の選択処理の動作例を示すフローチャートである。

[0102] 取得部11は、動画像として撮影された映像の信号（動画像のフレーム）と、高い時間解像度の動画像のフレーム数 J と、高い時間解像度の動画像のフレームレートとを読み込む（ステップS301）。フィルタ12は、ダウンサンプリング比 M を、選択部16から読み込む（ステップS302）。

[0103] 選択部16は、ダウンサンプリング後のフレーム $i=1$ からフレーム $i=(J/M-1)$ までについて、ステップS304からステップS309までの処理を繰り返す（ステップS303）。

[0104] 選択部16は、フィルタ係数 $W_i=\Psi_0$ からフィルタ係数 $W_i=\Psi_{N-1}$ までについて、ステップS305からステップS309までの処理を繰り返す（ステップS304）。

選択部16は、フィルタ位置を補正するパラメータ $p_i=0$ からパラメータ $p_i=P-1$ までについて、ステップS306からステップS309までの処理を繰り返す（ステップS305）。

[0105] 選択部16は、フィルタ係数 $W_{i-1}=\Psi_0$ からフィルタ係数 $W_i=\Psi_{N-1}$ までについて、ステップS307からステップS309までの処理を繰り返す（ステップS306）。選択部16は、フィルタ位置を補正するパラメータ $p_{i-1}=0$ からパラメータ $p_i=P-1$ までについて、ステップS308からステップS309までの処理を繰り返す（ステップS307）。

[0106] 選択部16は、参照フレームを $\tilde{f}(x-d_i[k], (i-1)M\delta_t, W_{i-1}, p_{i-1})$ とする場合における、 $\tilde{f}(x, iM\delta_t, W_i, p_i)$ に対する動

き補償フレーム間予測誤差を最小化する動きベクトルを求める。動きベクトルの求め方は、選択部16に外部から与えられる。例えば、動きベクトルの求め方は、探索範囲内の全ての候補を探索する全探索法である。選択部16は、動きベクトルを用いた場合における動き補償フレーム間予測誤差を、 $\sigma^2_i [W_i, W_{i-1}, p_i, p_{i-1}]$ として記憶部10に記憶する（ステップS308）。

[0107] 選択部16は、 $\sigma^2_i [W_i, W_{i-1}, p_i, p_{i-1}] + S_{i-1} (W_{i-1}, p_{i-1})$ の値を算出する（ $i=1$ である場合、選択部16は、 $\sigma^2_i [W_1, W_0, p_1, p_0]$ の値を算出する。）（ステップS309）。

[0108] 選択部16は、 $\sigma^2_i [W_i, W_{i-1}, p_i, p_{i-1}] + S_{i-1} (W_{i-1}, p_{i-1})$ （ $W_{i-1} = \Psi_0, \dots, \Psi_{N-1}, p_{i-1} = 0, \dots, P-1$ ）の中での最小値を、 $S_i (W_i, p_i)$ として記憶部10に記録する（ $i=1$ である場合、選択部16は、 $\sigma^2_1 [W_1, W_0, p_1, p_0]$ （ $W_0 = \Psi_0, \dots, \Psi_{N-1}, p_0 = 0, \dots, P-1$ ）の中での最小値を、 $S_1 (W_1, p_1)$ として記憶部10に記録する。）（ステップS310）。

[0109] 選択部16は、 $S_i (W_i, p_i)$ を与える W_{i-1} を、 $\hat{W}_{i-1} (W_i, p_i)$ として記憶部10に記録する。選択部16は、 $S_i (W_i, p_i)$ を与える p_{i-1} を、 $\hat{p}_{i-1} (W_i, p_i)$ として記憶部10に記録する（ステップS311）。

[0110] 選択部16は、 $S_{J/M-1} (W_{J/M-1}, p_{J/M-1})$ を最小化する係数ベクトル $W_{J/M-1}$ を、 $W^*_{J/M-1}$ として記憶部10に記録する。選択部16は、 $S_{J/M-1} (W_{J/M-1}, p_{J/M-1})$ を最小化するシフト量 $p_{J/M-1}$ を、 $p^*_{J/M-1}$ として記憶部10に記録する（ステップS312）。

[0111] 選択部16は、ダウンサンプリング後のフレーム $i = (J/M - 2)$ からフレーム $i = 1$ までについて、ステップS314からステップS315までの処理を繰り返す（ステップS313）。

[0112] 選択部16は、 $W^*_{i-1} = \hat{W}_{i-1} (W_i, p_i)$ を、記憶部10から読み出す（ステップS314）。選択部16は、 $p^*_{i-1} = \hat{p}_{i-1} (W_i, p_i)$ を、記

憶部 10 から読み出す（ステップ S 315）。選択部 16 は、 $\sim f(x, i, M, \delta_t, W^*_i, p^*_i)$ ($x = 0, \dots, X-1$) を、ダウンサンプリング後の第 i フレームとして記憶部 10 に記録する（ステップ S 316）。

[0113] 以上のように、実施形態のフィルタ選択装置 1 は、フィルタ 12 と、選択部 16 と、集合生成部 15 とを備える。フィルタ 12 は、低い時間解像度の動画像の符号化対象フレームを、高い時間解像度の動画像のフレームから、フィルタ係数に応じて生成する。選択部 16 は、高い時間解像度の動画像のフレームと低い時間解像度の動画像の符号化対象フレームとの乖離度を符号化対象フレームごとに取得する。選択部 16 は、符号化対象フレームの発生符号量と乖離度との加重和を最小化するフィルタ係数を、フィルタ係数の候補の集合（辞書）から選択する。集合生成部 15 は、フィルタ係数に応じた発生符号量に基づいて、他のフィルタ係数に応じた発生符号量の予測分布を取得する。集合生成部 15 は、他のフィルタ係数に応じた発生符号量の予測値を、予測分布に基づいて取得する。集合生成部 15 は、発生符号量の予測値が最小化する他のフィルタ係数に応じた発生符号量に基づいて、フィルタ係数の候補の集合を生成する。

[0114] これによって、実施形態のフィルタ選択装置 1 は、高フレームレート画像から生成される低フレームレート画像の符号化効率を向上させる時間フィルタの係数を選択することが可能である。

[0115] 実施形態のフィルタ選択装置 1 は、フィルタリング後の動画像の主観画質を保持することが可能である。実施形態のフィルタ選択装置 1 は、フィルタリング後の動画像の発生符号量を低減することが可能である。実施形態のフィルタ選択装置 1 は、動画像のフレームに関する加重和の累積値を最小化する係数ベクトルを、選択することが可能である。

[0116] 実施形態のフィルタ選択装置 1 は、係数ベクトルの辞書の動的更新を伴う時間フィルタリングにおいて、辞書設計処理及び選択処理の最適化が可能である。

[0117] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体

的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

[0118] 上述した実施形態におけるフィルタ選択装置をコンピュータで実現するようにしてもよい。その場合、この機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現してもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含んでもよい。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよく、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよく、FPGA (Field Programmable Gate Array) 等のプログラマブルロジックデバイスを用いて実現されるものであってもよい。

産業上の利用可能性

[0119] 本発明は、動画像の符号化装置に適用可能である。

符号の説明

[0120] 1…フィルタ選択装置、10…記憶部、11…取得部、12…フィルタ、13…符号化器、14…初期化部、15…集合生成部、16…選択部

請求の範囲

[請求項1]

フィルタ選択装置が実行するフィルタ選択方法であって、
低い時間解像度の動画像の符号化対象フレームを、高い時間解像度の動画像のフレームから、フィルタ係数に応じて生成するステップと、
前記高い時間解像度の動画像のフレームと前記低い時間解像度の動画像の符号化対象フレームとの乖離度を前記符号化対象フレームごとに取得し、前記符号化対象フレームの発生符号量と前記乖離度との加重和を最小化する前記フィルタ係数を、前記フィルタ係数の候補の集合から選択するステップと、
前記フィルタ係数に応じた前記発生符号量に基づいて他の前記フィルタ係数に応じた前記発生符号量の予測分布を取得し、前記他のフィルタ係数に応じた前記発生符号量の予測値を前記予測分布に基づいて取得し、前記予測値が最小化する前記他のフィルタ係数に応じた前記発生符号量に基づいて前記フィルタ係数の候補の集合を生成するステップと
を含むフィルタ選択方法。

[請求項2]

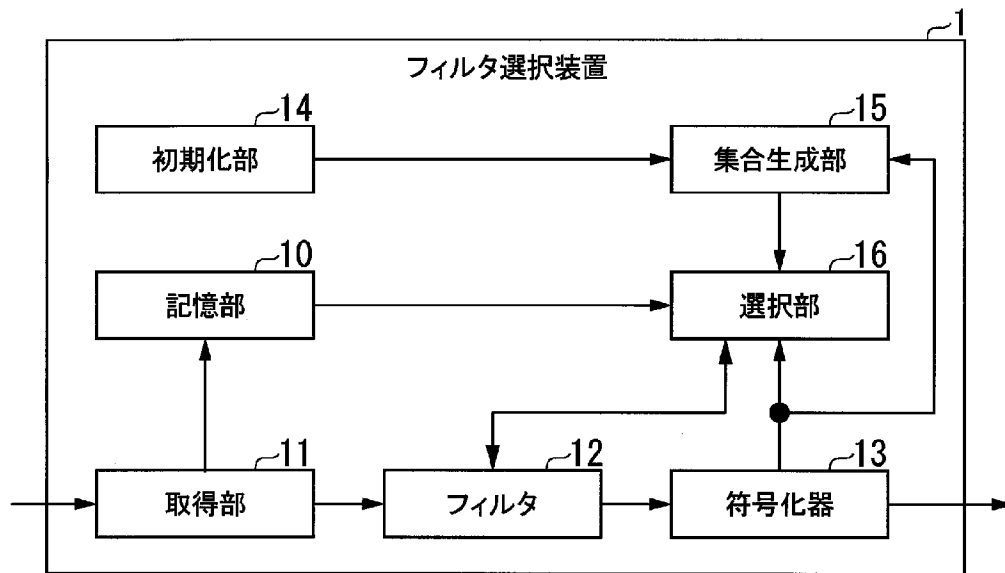
低い時間解像度の動画像の符号化対象フレームを、高い時間解像度の動画像のフレームから、フィルタ係数に応じて生成するフィルタと、
前記高い時間解像度の動画像のフレームと前記低い時間解像度の動画像の符号化対象フレームとの乖離度を前記符号化対象フレームごとに取得し、前記符号化対象フレームの発生符号量と前記乖離度との加重和を最小化する前記フィルタ係数を、前記フィルタ係数の候補の集合から選択する選択部と、
前記フィルタ係数に応じた前記発生符号量に基づいて他の前記フィルタ係数に応じた前記発生符号量の予測分布を取得し、前記他のフィルタ係数に応じた前記発生符号量の予測値を前記予測分布に基づいて

取得し、前記予測値が最小化する前記他のフィルタ係数に応じた前記発生符号量に基づいて前記フィルタ係数の候補の集合を生成する集合生成部と

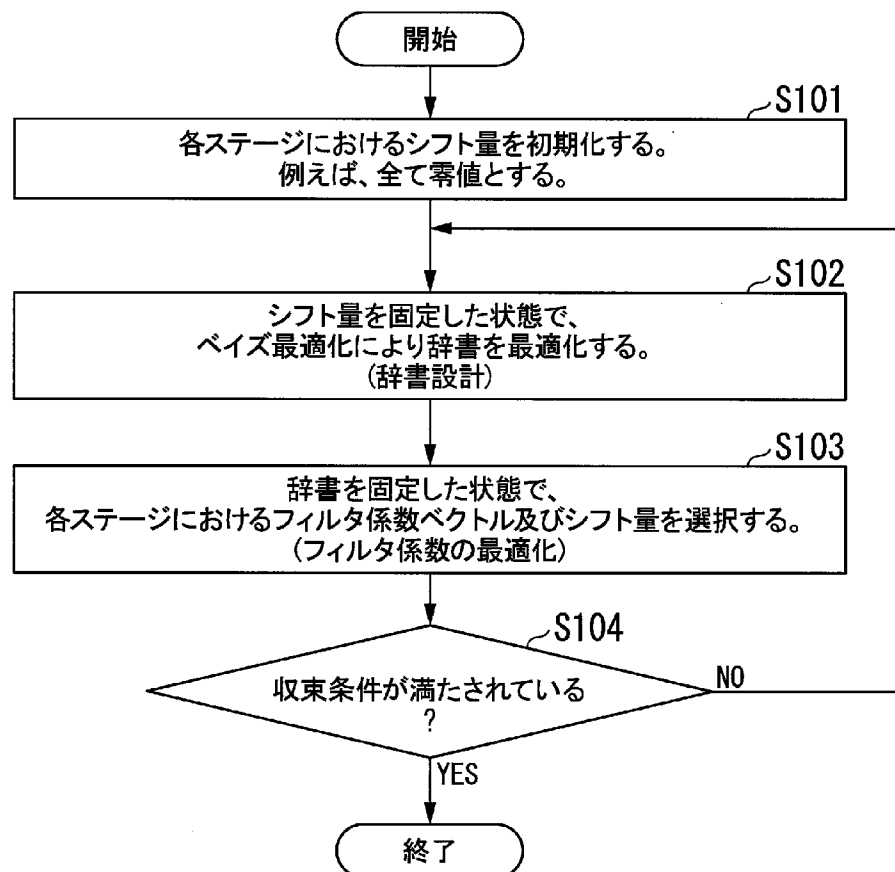
を備えるフィルタ選択装置。

[請求項3] 請求項2に記載のフィルタ選択装置としてコンピュータを機能させるためのフィルタ選択プログラム。

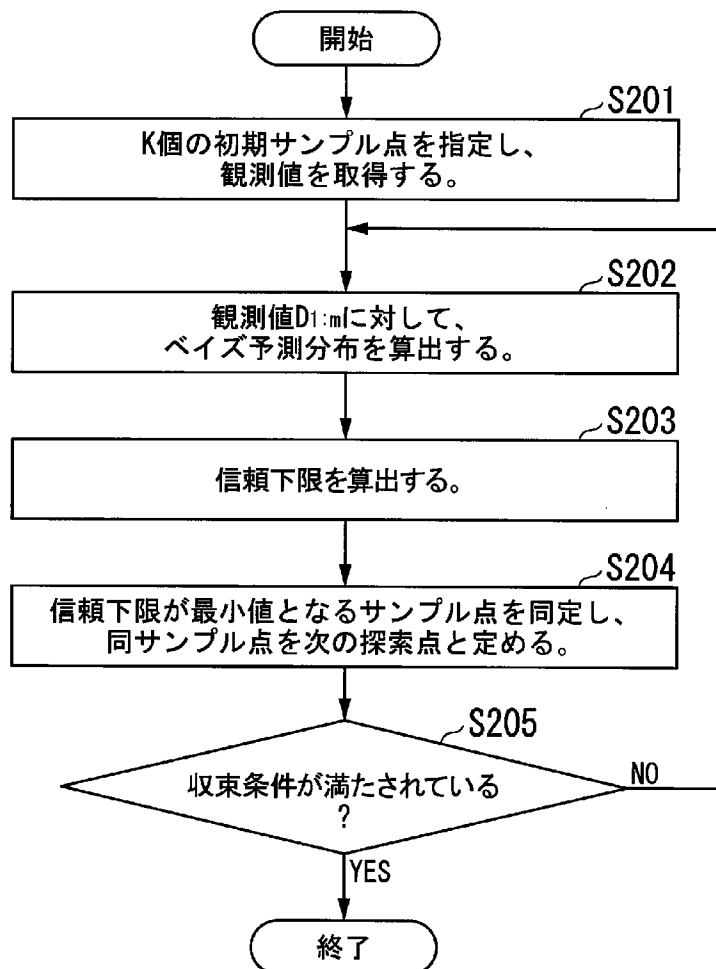
[図1]



[図2]



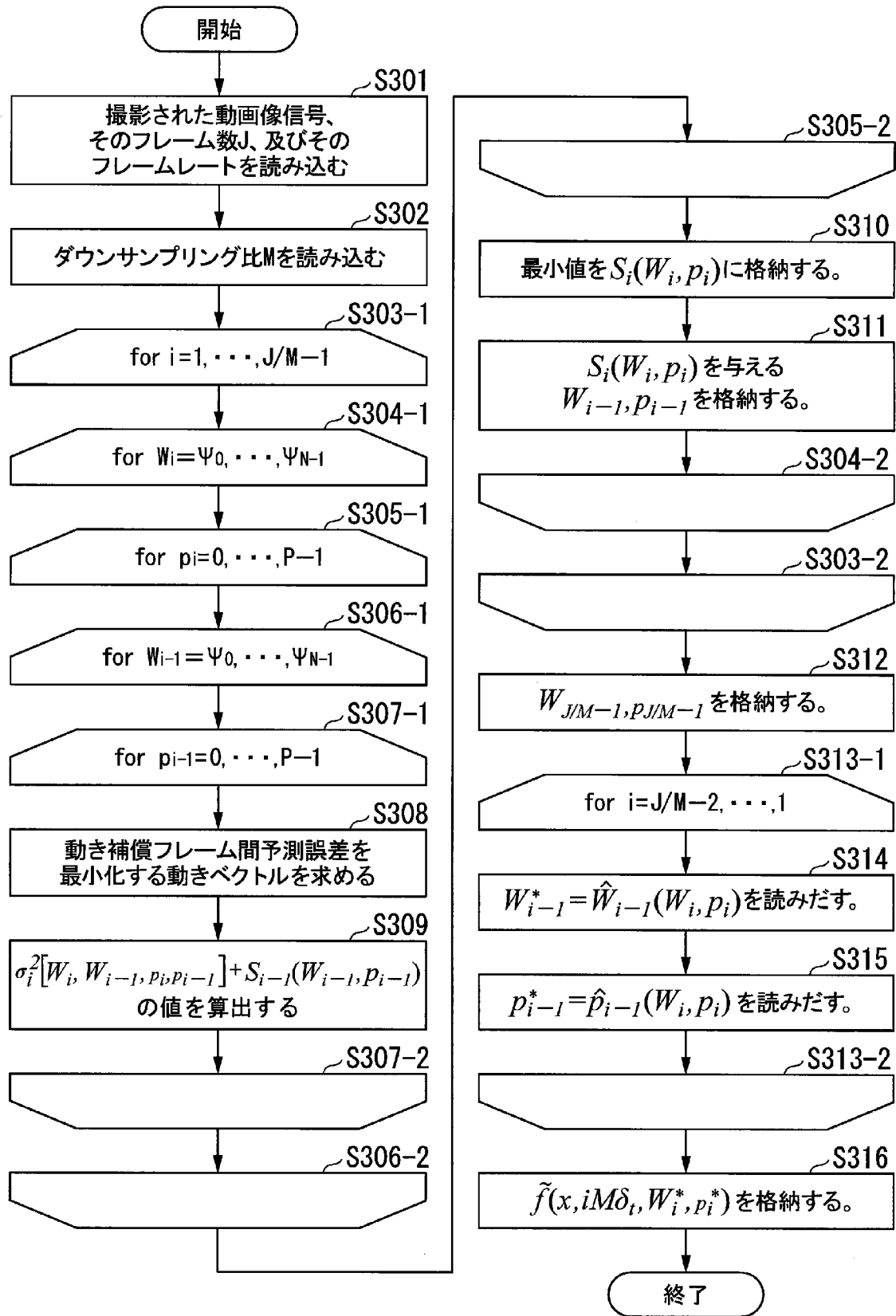
[図3]



[図4]

1. 撮影された映像信号、そのフレーム数 J 、およびそのフレームレートを読み込む
2. ダウンサンプリング比 M を読み込む
3. for $i = 1, \dots, J/M - 1$
4. for $W_i = \Psi_0, \dots, \Psi_{N-1}$
5. for $p_i = 0, \dots, P - 1$
6. for $W_{i-1} = \Psi_0, \dots, \Psi_{N-1}$
7. for $p_{i-1} = 0, \dots, P - 1$
8. 参照フレームを $\tilde{f}(x - d_i[k], (i-1)M\delta_t, W_{i-1}, p_{i-1})$ とする場合の $\tilde{f}(x, iM\delta_t, W_i, p_i)$ に対する動き補償予測誤差 (式 (??)) を最小化する動きベクトルを求める。動きベクトルの求め方は、外部から与えられる。例えば、探索範囲内の候補をしらみつぶしにあたる全探索法。同動きベクトルを用いた場合の動き補償予測誤差を $\sigma_i^2[W_i, W_{i-1}, p_i, p_{i-1}]$ に格納する。
9. $\sigma_i^2[W_i, W_{i-1}, p_i, p_{i-1}] + S_{i-1}(W_{i-1}, p_{i-1})$ の値を算出する。($i = 1$ の場合は、 $\sigma_i^2[W_1, W_0, p_1, p_0]$ の値を算出する。)
10. $\sigma_i^2[W_i, W_{i-1}, p_i, p_{i-1}] + S_{i-1}(W_{i-1}, p_{i-1})$ ($W_{i-1} = \Psi_0, \dots, \Psi_{N-1}, p_{i-1} = 0, \dots, P - 1$) の中での最小値を $S_i(W_i, p_i)$ に格納する。($i = 1$ の場合は、 $\sigma_1^2[W_1, W_0, p_1, p_0]$ ($W_0 = \Psi_0, \dots, \Psi_{N-1}, p_0 = 0, \dots, P - 1$)) の中での最小値を $S_1(W_1, p_1)$ に格納する。)
11. $S_i(W_i, p_i)$ を与える W_{i-1}, p_{i-1} を $\hat{W}_{i-1}(W_i, p_i), \hat{p}_{i-1}(W_i, p_i)$ に格納する。
12. $S_{J/M-1}(W_{J/M-1}, p_{J/M-1})$ を最小化する $W_{J/M-1}, p_{J/M-1}$ を $W_{J/M-1}^*, p_{J/M-1}^*$ に格納する。
13. for $i = J/M - 2, \dots, 1$
14. $W_{i-1}^* = \hat{W}_{i-1}(W_i, p_i)$ を読み出す。
15. $p_{i-1}^* = \hat{p}_{i-1}(W_i, p_i)$ を読み出す。
16. ダウンサンプリング後の第 i フレームとして、 $\tilde{f}(x, iM\delta_t, W_i^*, p_i^*)$ ($x = 0, \dots, X - 1$) を格納する。

[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/022274

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H04N19/117 (2014.01) i, H04N19/136 (2014.01) i, H04N19/149 (2014.01) i, H04N19/172 (2014.01) i, H04N19/587 (2014.01) i, H04N19/80 (2014.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. H04N19/117, H04N19/136, H04N19/149, H04N19/172, H04N19/587, H04N19/80

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2018-088633 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 07 June 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-3
A	JP 2018-006831 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 11 January 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-3
A	JP 2018-006829 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 11 January 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-3

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28.06.2019

Date of mailing of the international search report
09.07.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N19/117(2014.01)i, H04N19/136(2014.01)i, H04N19/149(2014.01)i, H04N19/172(2014.01)i,
H04N19/587(2014.01)i, H04N19/80(2014.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N19/117, H04N19/136, H04N19/149, H04N19/172, H04N19/587, H04N19/80

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2018-088633 A (日本電信電話株式会社) 2018.06.07, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2018-006831 A (日本電信電話株式会社) 2018.01.11, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2018-006829 A (日本電信電話株式会社) 2018.01.11, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-3

❏ C欄の続きにも文献が列挙されている。

❏ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28.06.2019

国際調査報告の発送日

09.07.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

片岡 利延

電話番号 03-3581-1101 内線 3541

5C

4881