

(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
2021年9月16日(16.09.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/181724 A1

(51) 国際特許分類:
H04N 17/00 (2006.01) H04N 21/2662 (2011.01)
H04N 19/85 (2014.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/033422

(22) 国際出願日: 2020年9月3日(03.09.2020)

(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:
PCT/JP2020/011195 2020年3月13日(13.03.2020) 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).

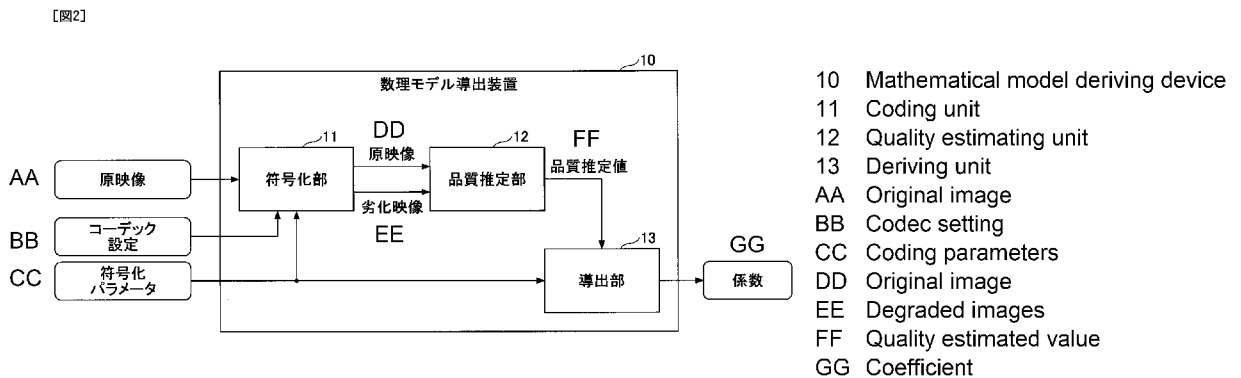
(72) 発明者: 山岸 和久 (YAMAGISHI, Kazuhisa); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 恵木 則次 (EGI, Noritsugu); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 吉村 恵子 (YOSHIMURA, Noriko); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠重, 外 (ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16階 Tokyo (JP).

(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,

(54) Title: MATHEMATICAL MODEL DERIVING DEVICE, MATHEMATICAL MODEL DERIVING METHOD AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 数値モデル導出装置、数値モデル導出方法及びプログラム



(57) Abstract: A mathematical model deriving device according to the present invention comprises: a coding unit that, on the basis of a plurality of combinations of multiple coding parameters for codec setting, generates a plurality of degraded images after coding of the original image; a quality estimating unit that calculates quality estimated values for the respective ones of the plurality of degraded images; and a deriving unit that, on the basis of the plurality of combinations of multiple coding parameters as well as the quality estimated values, derives the coefficient of a mathematical model of inputting the multiple coding parameters and outputting image qualities, whereby the mathematical model deriving device can derive a mathematical model capable of evaluating the quality in accordance with a codec setting.

(57) 要約: 数値モデル導出装置は、コーデック設定に対する複数の符号化パラメータの複数通りの組み合わせに基づいて、原映像について符号化後の複数の劣化映像を生成する符号化部と、前記複数の劣化映像のそれぞれの品質推定値を算出する品質推定部と、前記複数の符号化パラメータの複数通りの組み合わせと前記品質推定値とに基づいて、前記複数の符号化パラメータを入力として映像品質を出力する数値モデルの係数を導出する導出部と、を有することで、コーデック設定に応じた品質を評価可能な数値モデルを導出可能とする。

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, IT, JO, JP, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

数理モデル導出装置、数理モデル導出方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、数理モデル導出装置、数理モデル導出方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] インターネットを介して映像や音響（以下、音声も含む）を含む映像メディアを端末間あるいはサーバと端末との間で転送する映像通信サービス（例えば、IPTV、アダプティブストリーミング（例えば、HLS、MPEG-DASH））が普及している。

[0003] インターネットは、必ずしも通信品質が保証されていないネットワークであるため、音声メディアや映像メディアなどを用いて通信を行う場合、視聴者端末とネットワークの回線帯域が狭いことによるビットレートの低下、回線が輻輳することによるパケット損失、パケット転送遅延、パケットの再送が発生し、音声メディアや映像メディアなどに対して視聴者が知覚する品質が劣化してしまう。

[0004] 具体的には、ネットワークを介して過剰なビットレートで映像を配信することができないために原映像について符号化が行われるが、原映像を符号化する際に、フレーム内の映像信号にブロック単位の処理による劣化が生じたり、映像信号の高周波成分が失われることにより、映像全体の精細感が低くなったりする。また、配信ビットレートを確保できないために、映像の解像度を低下させ、精細感が低くなったり、フレームレートを低下させることで映像の連続性が確保できず、不連続な映像になったりする。また、符号化された映像データをパケットとしてネットワークを介して視聴者端末に送信する際、パケット損失や廃棄が発生すると、フレーム内に劣化が生じたり、スループット等が低下したりして、パケットが再生のタイミングまでに届かず

、視聴者端末でのデータバッファ量が不足して映像の再生が停止したりする。

[0005] 同様に、音響においても、ネットワークを介して過剰なビットレートで音響を配信することができないために原音響について符号化が行われるが、原音響を符号化する際に、音響の高周波成分が失われ、音響の明瞭度が失われる。また、映像同様に、符号化された音響データをパケットとしてネットワークを介して視聴者端末に送信する際、パケット損失や廃棄が発生すると、音響に歪が生じたり、スループット等が低下したりして、パケットが再生のタイミングまでに届かず、視聴者端末でのデータバッファ量が不足して音響の再生が停止したりする。

[0006] 結果として、視聴者は、映像劣化、音響劣化を知覚し、オーディオビジュアル品質の低下を知覚する。

[0007] サービス提供者が、上記のような映像通信サービスを良好な品質で提供していることを確認するためには、サービス提供中に、視聴者が体感するオーディオビジュアルの品質を視聴者端末で測定し、視聴者に対して提供されるオーディオビジュアルの品質が高いことを監視できることが重要となる。また、視聴者端末で品質を測定するためには、映像信号を用いた品質推定ではなく、パケット情報やメタデータなどの簡易に計算可能な情報のみを用いて品質を推定できることが視聴者端末のリソースの観点から重要となる。

[0008] したがって、視聴者が体感するオーディオビジュアル品質を適切に表現することができるオーディオビジュアル品質推定技術が必要とされている。

[0009] 従来、オーディオビジュアル品質を評価する手法として、例えば、非特許文献 1－5 等の開示された品質推定法がある。

[0010] 具体的には、送信されたパケットとサービス提供者などから得た設定値を入力とし、パケット損失により発生した映像フレームの損失により、劣化がどの程度伝搬するかを考慮し、実コンテンツの尺長（例えば、30分、1時間、2時間など）に対し、短時間（例えば、10秒程度）の音響、映像、オーディオビジュアル品質評価値を導出する技術がある（例えば、非特許文献

1 参照)。

[0011] また、送信された映像配信に関するメタデータ（例えば、解像度、フレームレート、ビットレート等）とサービス提供者などから得た設定値（例えば、コーデック等）を入力とし、実コンテンツの尺長（例えば、30分、1時間、2時間など）に対し、短時間（例えば、10秒程度）のオーディオビジュアル品質評価値を導出する技術がある（例えば、非特許文献2－5参照）

。

[0012] 従来の品質推定法は、上記のように、短時間における音響、映像、オーディオビジュアル品質評価値を推定するものであった。

先行技術文献

非特許文献

[0013] 非特許文献1: Parametric non-intrusive assessment of audiovisual media streaming quality, ITU-T P.1201

非特許文献2: Parametric bitstream-based quality assessment of progressive download and adaptive audiovisual streaming services over reliable transport, ITU-T P.1203

非特許文献3: Parametric bitstream-based quality assessment of progressive download and adaptive audiovisual streaming services over reliable transport – Video quality estimation module, ITU-T P.1203.1

非特許文献4: P. Lebreton and K. Yamagishi, “Transferring adaptive bitrate streaming quality models from H.264/HD to H.265/4K-UHD,” IEICE Transactions on Communications, Vol.E102-B, No.12, pp.2226–2242, Dec. 2019.

非特許文献5: K. Yamagishi and T. Hayashi, “Parametric Quality-Estimation Model for Adaptive-Bitrate Streaming Services,” IEEE Transactions on Multimedia, Vol.19, No. 7, pp.1545–1557, 2017.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0014] しかしながら、非特許文献１－５の技術（パラメトリックモデル）は、コーデック情報やビットレートなどのパラメータから音響、映像、オーディオビジュアル品質を推定するため、例えば、コーデック設定（例えば、プロファイル、エンコーディングパス数、G o P（Group of Picture）サイズ、動きベクトル探索範囲等）を変更して符号化された品質を推定した場合においても、同じ入力パラメータであれば、明らかに異なる品質レベルのものを同じ品質値として出力してしまう課題がある（課題１）。
- [0015] また、非特許文献１－５は、上記のように複数のコーデックの設定で推定された品質値を比較評価する際のガイダンスや対処法が記載されていないため、品質推定法の利用者は品質推定法をそれぞれのコーデックの設定に最適化し、利用することもできない（課題２）。
- [0016] また、非特許文献１－５の品質推定法を最適化する場合、一般に、主観品質評価を実施し、各設定パラメータに対する主観品質値を得てから、得られた主観品質値とパラメータの関係を数理モデルの係数を最適化する。複数のコーデックに対する主観品質値を得るためには、多数のコーデックに対する設定を含んだ実験を実施することが必要になるが、主観品質評価を実施するためには、多数の実験参加者や実験映像の準備が必要となるため、機械的に、主観品質値を用意できないという課題がある（課題３）。
- [0017] 本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであって、コーデック設定に応じた品質を評価可能な数理モデルを導出可能とすることを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0018] そこで上記課題を解決するため、数理モデル導出装置は、コーデック設定に対する複数の符号化パラメータの複数通りの組み合わせに基づいて、原映像について符号化後の複数の劣化映像を生成する符号化部と、前記複数の劣化映像のそれぞれの品質推定値を算出する品質推定部と、前記複数の符号化パラメータの複数通りの組み合わせと前記品質推定値とに基づいて、前記複数の符号化パラメータを入力として映像品質を出力する数理モデルの係数を

導出する導出部と、を有する。

発明の効果

[0019] コーデック設定に応じた品質を評価可能な数理モデルを導出可能とすることができ。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の実施の形態における数理モデル導出装置10のハードウェア構成例を示す図である。

[図2]本発明の実施の形態における数理モデル導出装置10の機能構成例を示す図である。

[図3]数理モデル導出装置10が実行する処理手順の一例を説明するためのフローチャートである。

[図4]映像の主観品質とFull-referenceモデルであるVMAFとの関係を示す図である。

[図5]映像の主観品質とFull-referenceモデルであるPSNRとの関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。図1は、本発明の実施の形態における数理モデル導出装置10のハードウェア構成例を示す図である。図1の数理モデル導出装置10は、それぞれバスBで相互に接続されているドライブ装置100、補助記憶装置102、メモリ装置103、CPU104、及びインタフェース装置105等を有する。

[0022] 数理モデル導出装置10での処理を実現するプログラムは、フレキシブルディスク又はCD-ROM等の記録媒体101によって提供される。プログラムを記憶した記録媒体101がドライブ装置100にセットされると、プログラムが記録媒体101からドライブ装置100を介して補助記憶装置102にインストールされる。但し、プログラムのインストールは必ずしも記録媒体101より行う必要はなく、ネットワークを介して他のコンピュータよりダウンロードするようにしてもよい。また、当該プログラムは、他のプ

プログラムの一部としてインストールされるようにしてもよい。補助記憶装置 102 は、インストールされたプログラムを格納すると共に、必要なファイルやデータ等を格納する。

[0023] メモリ装置 103 は、プログラムの起動指示があった場合に、補助記憶装置 102 からプログラムを読み出して格納する。CPU 104 は、メモリ装置 103 に格納されたプログラムに従って数理モデル導出装置 10 に係る機能を実行する。インタフェース装置 105 は、ネットワークに接続するためのインタフェースとして用いられる。

[0024] 図 2 は、本発明の実施の形態における数理モデル導出装置 10 の機能構成例を示す図である。図 2 において、数理モデル導出装置 10 は、コーデック設定に応じた品質を評価可能な数理モデルを導出可能とするために、符号化部 11、品質推定部 12 及び導出部 13 等を有する。これら各部は、数理モデル導出装置 10 にインストールされた 1 以上のプログラムが、CPU 104 に実行させる処理により実現される。すなわち、これら各部は、数理モデル導出装置 10 のハードウェア資源と、数理モデル導出装置 10 にインストールされたプログラム（ソフトウェア）との協働によって実現される。

[0025] 以下、数理モデル導出装置 10 が実行する処理手順について説明する。図 3 は、数理モデル導出装置 10 が実行する処理手順の一例を説明するためのフローチャートである。

[0026] まず、符号化部 11 は、1 つの原映像（10 秒程度の符号化前の映像）、1 以上のコーデック設定（例えば、プロファイル、エンコーディングパス数、GOP サイズ、動きベクトル探索範囲等）、コーデック設定ごとに複数の符号化パラメータ（例えば、解像度、フレームレート、ビットレート）の複数通りの組み合わせの入力を受け付ける。符号化部 11 は、当該コーデック設定ごとに、当該コーデック設定に対する複数通りの符号化パラメータの組み合わせに基づいて、原映像が符号化された後の映像（以下、「劣化映像」という。）を生成し、原映像及び複数の劣化映像を品質推定部 12 に出力する（S101）。すなわち、劣化映像は、符号化パラメータの組み合わせご

とに生成される。例えば、1つのコーデック設定について、9通りの符号化パラメータの組み合わせが入力された場合、9個の劣化映像が生成される。ここで、コーデック設定及び符号化パラメータは、例えば、実運用で用いられる値が入力されればよい。すなわち、コーデック設定、符号化パラメータは、一般にはサービス提供者が知り得る情報である。また、符号化パラメータのうち解像度及びフレームレートも同様に、サービス提供者が利用を想定しているものを設定すればよい。

[0027] 但し、劣化映像については、非常に良い品質から非常に悪い品質（すなわち、複数通りの品質）の映像が生成されるのが望ましい。換言すれば、符号化パラメータは、複数通りの品質の劣化映像が生成されるように入力されるのが望ましい。例えば、サービス提供者が実際に提供予定の符号化パラメータ（解像度、フレームレート、ビットレート）の組み合わせ（例えば、3840x2160/60fps@8Mbps、1920x1080/30fps@2Mbps、1280x720/30fps@1Mbps、960x540/30fps@0.5Mbps、480x270/30fps@0.2Mbps）のみ劣化映像を用意するだけでは、後述する導出部13で最適化される数理モデルの係数が過学習され、適切な品質推定精度を担保できない場合がある。特に、ビットレートに関しては、サービスに実際に利用するものだけでは、サンプル数が十分でない。

[0028] そこで、サービス提供者が想定している解像度及びフレームレートの組み合わせ（例えば、「3840×2160画素、60fps」、「3840×2160画素、30fps」、「1920×1080画素、30fps」、「1280×720画素、30fps」、「960×540画素、30fps」、「480×270画素、15fps」）に対し、ビットレートを決定する際、品質推定技術を用いる等して、品質の高いビットレート、中程度の品質のビットレート、品質の低いビットレートのように、各解像度及びフレームレートの組み合わせに対し、少なくとも3段階程度のビットレートが設定されるのが望ましい。例えば、或るコーデック設定に対して上記の6通りの解像度及びフレームレートの組のそれぞれについて、4段階のビットレートが設定された場合、符号化パラメータの組としては、 $6 \times 4 = 24$ 通りとなる。この場合、当該コーデック設定に対して24個の劣化映像が生成される。

[0029] そうすることで、後述する導出部13による数理モデルの係数が最適化の精度の向上を期待することができる。つまり、準備する劣化映像の品質の範囲が十分に広くふれていない場合、数理モデルから算出される品質に対する推定精度が低くなる。このような問題を回避するため、前述のように、適切な範囲で品質がふれた劣化映像を準備する必要がある。また、上記では、ビットレートを例に説明したが、解像度及びフレームレートの変化によっても品質は変動するため、解像度に対する品質の変化を考慮し、少なくとも3段階程度、同様に、フレームレートについても少なくとも3段階程度、品質が変化するように設定されるのが望ましい。

[0030] 続いて、品質推定部12は、原映像及び複数の劣化映像を入力とし、各劣化映像の映像品質の推定値（以下、単に「品質推定値」という。）を算出する（S102）。品質推定技術については、例えば、VMAF（Video Multi-method Assessment Fusion）（<https://github.com/Netflix/vmaf>）やPSNR（Peak signal-to-noise ratio）などを用いることができる。本実施の形態では、Full-referenceモデルを用いた実施例を示しているが、Reduced-referenceやNo-referenceモデルで品質推定値を導出することも可能である。No-referenceモデルが用いられる場合は、原映像は品質推定部12へ入力されなくてよい。この場合、原映像は不要だからである。

[0031] なお、品質推定部12は、例えば、劣化映像の全ての映像フレームのそれぞれの品質推定値の平均値を、当該劣化映像の品質推定値として算出する。すなわち、1つの劣化映像に対して1つの品質推定値が算出される。

[0032] 但し、映像フレームごとの品質推定値の平均値を劣化映像の品質推定値とする場合、フレームレートが減ることによる知覚品質（主観品質）の低下を捉えることができない。この点は、図4からも明らかである。すなわち、図4によれば、VMAFが低下するとMOSが低下するという傾向は把握可能なものの、図4では、VMAFとMOSとの関係が1つの線で描けていない。したがって、フレームレートが映像品質に与える影響を捉えることができ

ていないことが分かる。そこで、予め、視聴者が体感する主観品質とフレームレート低下の関係を示す（フレームレートに対する主観品質の影響を考慮した）マッピング関数をフレームレートごとに作成しておいてもよい。また、Full-referenceモデルであるPSNRを用いる場合、PSNRから主観品質を直接推定することは原映像の特徴を捉えられないため、難しいと知られている。劣化映像作成時に用いる原映像を複数固定して用いることで、例えば、原映像1に対する主観品質との関係（原映像に対する主観品質の影響を考慮した関係）をマッピング関数1（例えば、図5）、原映像2に対する主観品質との関係（原映像に対する主観品質の影響を考慮した関係）をマッピング関数2のように、原映像ごとにマッピング関数が作成されてもよい。このようなマッピング関数は、上記の方法で算出された平均値を入力とし、当該平均値を、主観品質を示す品質推定値へ変換するマッピング関数である。品質推定部12は、劣化映像ごとに、当該劣化映像のフレームレートや原映像に対応するマッピング関数に対して、当該劣化映像についてフレームごとに算出された品質推定値の平均値を入力して、フレームレートが減ることによる知覚品質の影響（低下）や原映像が主観品質に及ぼす影響が考慮された品質推定値を算出してもよい。

[0033] 例えば、60fps、50fps、30fps、25fps、24fps、15fps等のフレームレートがしばしば利用されるため、これらのフレームレートごとに、当該フレームレートに係る各映像の主観品質と、当該フレームレートに係る各映像の全てのフレームの品質推定値の平均値との対応関係を図4に示される関係を用い、二次関数、三次関数、対数関数、指数関数、ロジスティック関数等でマッピングし（例えば、以下のマッピング関数1-4）、これらのフレームレートごとに、マッピング関数の係数を保持しておけばよい。また、原映像1に対する主観品質との関係（つまり、図5に示される関係）を示す（原映像に対する主観品質の影響を考慮した）マッピング関数1、原映像2に対する主観品質とのマッピング関数2のように、原映像ごとにマッピング関数が作成されてもよい。品質推定部12は、劣化映

像ごとに、当該劣化映像のフレームレートや原映像に対応するマッピング関数に、当該劣化映像のフレームごとの品質推定値の平均値を入力することで、当該フレームレートに対する品質推定値を導出することができる。この場合、品質推定部12は、マッピング関数によって得られた品質推定値を導出部13へ出力する。なお、マッピング関数は、フレームレートごとに作成すること、原映像ごとに作成すること、フレームレートと原映像の組ごとに作成することが考えられ、いずれの形態が採用されてもよい。

[0034] 更に、一般に、品質推定値は1から5や0から100で導出されるところで、導出したい品質推定値が1から5である場合（例えば、導出部13へ入力可能な品質推定値が1から5である場合）であって、品質推定部12から導出される品質が0から100等の場合、上記のマッピング関数は、1から5の品質推定値を出力するように作成されればよい。

[0035] なお、以下に、マッピング関数の一例を示す。

[0036] [マッピング関数1]

$$MOS_{fromVMAF} = a_i + b_i VMAF + c_i VMAF^2$$

ここで、VMAFはVMAFで計算された当該劣化映像についてフレームごとに算出された品質推定値の平均値、 a_i 、 b_i 、 c_i は各フレームレートに対する係数、 i はフレームレート、 $MOS_{fromVMAF}$ はマッピング関数により導出された品質推定値である。

[0037] [マッピング関数2]

$$MOS_{fromPSNR} = a_j + (1 - a_j) / (1 + (PSNR / b_j)^{c_j})$$

ここで、PSNRは当該劣化映像についてフレームごとに算出されたPSNRの平均値、 a_j 、 b_j 、 c_j は各原映像に対する係数、 j は原映像番号、 $MOS_{fromPSNR}$ はマッピング関数により導出された品質推定値である。

[0038] [マッピング関数3]

$$MOS_{fromPSNR} = a_{ij} + (1 - a_{ij}) / (1 + (PSNR / b_{ij})^{c_{ij}})$$

$$i, j) \cdot c_{ij})$$

ここで、PSNRは当該劣化映像についてフレームごとに算出されたPSNRの平均値、 a_{ij} 、 b_{ij} 、 c_{ij} は各フレームレート及び原映に対する係数、 i はフレームレート、 j は原映像番号、MOSfromPSNRはマッピング関数により導出された品質推定値である。

[0039] なお、マッピング関数1 (MOSfromVMAF) の計算を二次関数で示しているが、マッピング関数1は、マッピング関数2又は3のようにロジスティック関数で示されてもよい。

[0040] 前述のように、VMAFのように原映像に対する主観品質の影響を捉えられる技術では、図4に示す、フレームレートが主観品質に与える影響を加味したマッピング関数のみを用いることで1から5の品質推定値を推定できる。一方で、PSNRのように原映像に対する主観品質の影響を捉えられない技術では、図5に示す、原映像が主観品質に与える影響を加味したマッピング関数を用いることで1から5の品質推定値を推定できる。よって、いつも同じ原映像を使って品質推定値を導出したい場合は、PSNRを用いる方が簡易に品質推定値を導出することが可能である。一方で、品質推定値の導出の際に、常に決まった原映像を用いることが難しい場合は、VMAFのように原映像に対する主観品質の影響を捉えられる技術を用い、品質推定値を導出することが望ましい。

[0041] 続いて、導出部13は、コーデック設定ごとに、当該コーデック設定に対して入力された複数通りの符号化パラメータの組と、当該符号化パラメータの組ごとに算出された品質推定値に基づいて、映像品質VQを推定する数理モデルとして予め設定された数理モデルの係数を導出（最適化）する（S103）。すなわち、数理モデル（の係数）は、コーデック設定ごとに導出される。

[0042] 係数の最適化手法に関しては、最小二乗法、Microsoft（登録商標）Excel（登録商標）のSolver、PythonやRの最適化手法に基づき導出可能である。但し、本実施の形態では、映像ビットレート b_r 、解像度 r_s 、及びフレーム

レート f_r から、映像品質 VQ を算出する数理モデルを用いる（非特許文献 4）。当該数理モデルは、解像度とフレームレートの組ごとに決まる理論上の最高／最大映像品質 X を考慮すること、また、最高／最大映像品質 X は、解像度 r_s やフレームレート f_r の低下とともに低下する特性を考慮すること、最高／最大映像品質 X に対し、映像ビットレート b_r の低下とともに映像品質 VQ が低下する特性を考慮し、以下の数式を用いて映像品質 VQ を算出する数理モデルである。

[0043] [数1]

$$VQ = X + (1 - X) / (1 + (br/Y)^{v_1})$$

$$X = \frac{4(1 - \exp(-v_3 fr))rs}{v_2 + rs} + 1$$

$$Y = \frac{v_4 rs + v_6 \log_{10}(v_7 fr + 1)}{1 - e^{-v_5 rs}}$$

r_s は、垂直・水平方向のライン数及び画素数から求められた解像度（例えば、 1920×1080 などの総画素数）である。但し、垂直方向のライン数若しくは水平方向の画素数のみを把握可能な場合、 r_s は、当該ライン数又は当該画素数から公知の方法で算出された解像度である。 f_r は、フレームレートである。 $v_1, \dots, v_7$ は、導出対象（最適化対象）の係数である。

[0044] 具体的には、導出部 13 は、コーデック設定ごとに、当該コーデック設定について算出された複数の品質推定値を映像品質 VQ に対応させ、当該コーデック設定に対して入力された複数通りの符号化パラメータの組み合わせを b_r 、 r_s 、 f_r に対応させることで、数理モデルの係数を導出（最適化）する。

[0045] なお、上記では原映像を一つだけ用いる例を示しているが、複数の原映像（例えば、８種類以上）が符号化部に入力され、複数の原映像に対して同じコーデック設定及び同じ符号化パラメータの組み合わせに基づき符号化後の劣化映像が生成され、複数の原映像について符号化パラメータの組み合わせごとに品質推定値が算出されてもよい。そうすることで、導出部１３に入力するサンプル数を増やし、係数の最適化を安定化することができる。なお、本最適化手順は、実際に品質推定を実施する前に、係数を導出するため、計算時間には余裕がある。

[0046] 上述したように、本実施の形態によれば、コーデック設定に応じた品質を評価可能な数理モデルを導出可能とすることができる。例えば、コーデック設定ごとに変化する品質を推定する場合において、符号化パラメータが同一であっても品質を比較評価することができる。

[0047] 従来、異なるコーデック設定に対する映像品質を推定する場合、既存技術（パラメトリックモデル）では、符号化パラメータのみを入力とするため、それぞれの映像品質を比較評価することができない（課題１）、また、既存技術（パラメトリックモデル）は複数のコーデックの設定で推定された品質値を比較評価する際のガイダンスや対処法が記載されていないため、パラメトリックモデルの利用者はパラメトリックモデルをそれぞれのコーデックの設定に最適化し、利用することもできない（課題２）、主観品質評価を実施し、各設定パラメータに対する主観品質値を得る場合では、機械的に、主観品質値を用意できない（課題３）、といった課題があった。

[0048] これに対し、本実施の形態は、映像品質を推定したい対象のコーデック設定に対し、パラメトリックモデルの数理モデルの係数を事前に最適化することで、コーデック設定ごとの映像品質を導出することができ、品質を比較評価することができる。また、本実施の形態は、具体的な最適化手順を記載することで、利用者に最適化手法を提供することができる。また、主観評価を実施することなく、機械的に、品質推定値を用意し、最適化に適用することができる。

[0049] したがって、本実施の形態によれば、視聴者が実際に視聴する映像通信サービスの品質値をコーデック設定ごとに最適化した係数を用い、監視することで、提供中のサービスが視聴者に対してある一定以上の品質を保っているか否かを容易に判断することができ、提供中のサービスの品質実態をリアルタイムで把握及び管理することが可能となる。

[0050] このため、提供中のサービスの品質実態の把握及び管理について、従来技術でできなかった点を改善することが可能となる。

[0051] 以上、本発明の実施の形態について詳述したが、本発明は斯かる特定の実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

[0052] 本出願は、2020年3月13日に出願された国際特許出願第PCT/J P 2020/011195号に基づきその優先権を主張するものであり、同国際特許出願の全内容を参照することにより本願に援用する。

符号の説明

[0053]	1 0	数理モデル導出装置
	1 1	符号化部
	1 2	品質推定部
	1 3	導出部
	1 0 0	ドライブ装置
	1 0 1	記録媒体
	1 0 2	補助記憶装置
	1 0 3	メモリ装置
	1 0 4	C P U
	1 0 5	インタフェース装置
	B	バス

請求の範囲

- [請求項1] コーデック設定に対する複数の符号化パラメータの複数通りの組み合わせに基づいて、原映像について符号化後の複数の劣化映像を生成する符号化部と、
- 前記複数の劣化映像のそれぞれの品質推定値を算出する品質推定部と、
- 前記複数の符号化パラメータの複数通りの組み合わせと前記品質推定値とに基づいて、前記複数の符号化パラメータを入力として映像品質を出力する数理モデルの係数を導出する導出部と、
- を有することを特徴とする数理モデル導出装置。
- [請求項2] 前記品質推定部は、更に、前記原映像に基づいて、前記複数の劣化映像のそれぞれの品質推定値を算出する、
- ことを特徴とする請求項1記載の数理モデル導出装置。
- [請求項3] 前記品質推定部は、前記複数の劣化映像のそれぞれについて、当該劣化映像の映像フレームごとの品質推定値の平均値を算出し、複数のフレームレートについて予め作成されている、前記平均値をフレームレートに対する主観品質の影響を考慮した品質推定値へ変換する関数に前記平均値を入力して前記品質推定値を算出する、
- ことを特徴とする請求項1又は2記載の数理モデル導出装置。
- [請求項4] 前記品質推定部は、前記複数の劣化映像のそれぞれについて、当該劣化映像の原映像ごとの品質推定値の平均値を算出し、原映像について予め作成されている、前記平均値を原映像に対する主観品質の影響を考慮した品質推定値へ変換する関数に前記平均値を入力して前記品質推定値を算出する、
- ことを特徴とする請求項1乃至3いずれか一項記載の数理モデル導出装置。
- [請求項5] コーデック設定に対する複数の符号化パラメータの複数通りの組み合わせに基づいて、原映像について符号化後の複数の劣化映像を生成

する符号化手順と、

前記複数の劣化映像のそれぞれの品質推定値を算出する品質推定手順と、

前記複数の符号化パラメータの複数通りの組み合わせと前記品質推定値とに基づいて、前記複数の符号化パラメータを入力として映像品質を出力する数理モデルの係数を導出する導出手順と、

をコンピュータが実行することを特徴とする数理モデル導出方法。

[請求項6] 前記品質推定手順は、更に、前記原映像に基づいて、前記複数の劣化映像のそれぞれの品質推定値を算出する、

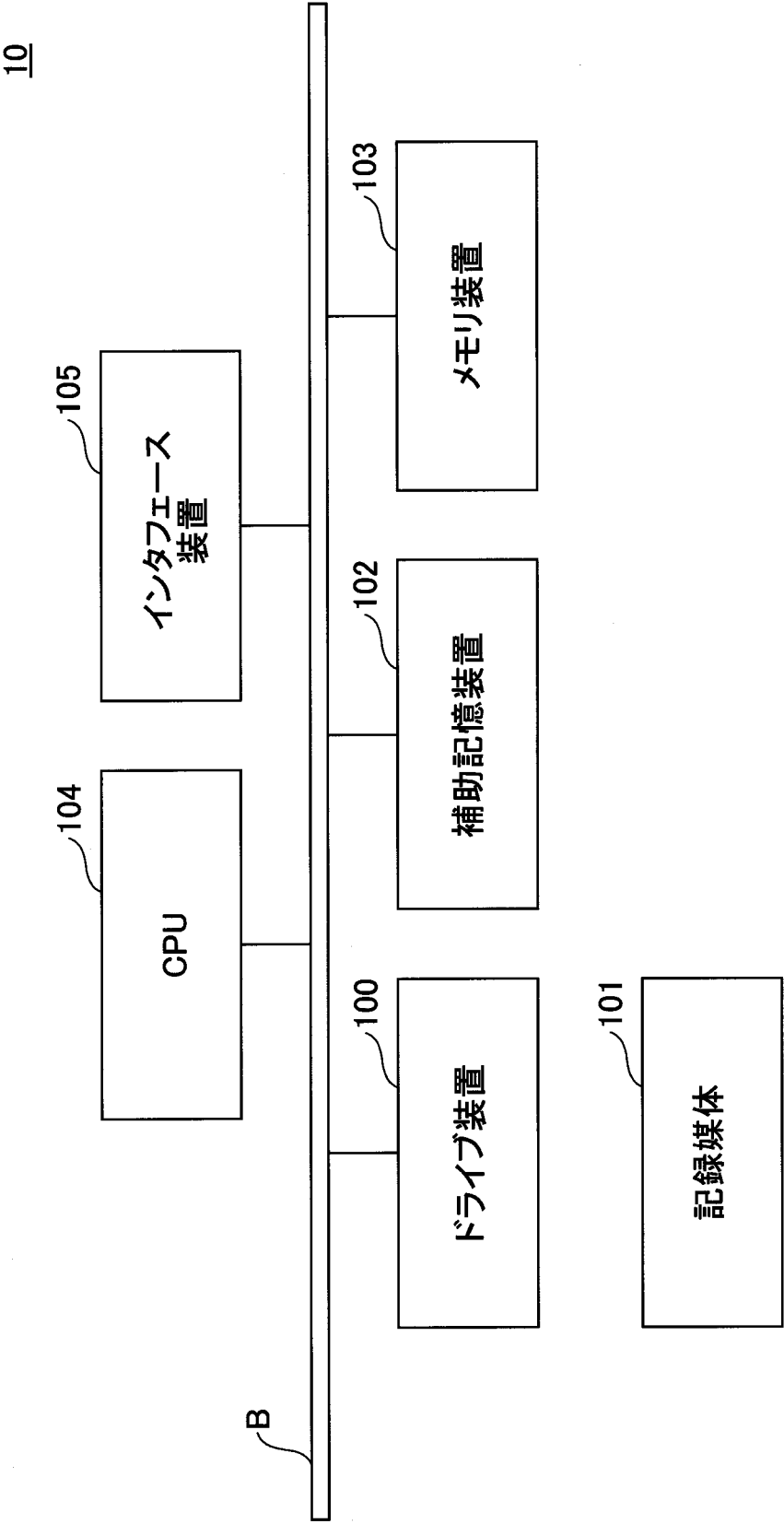
ことを特徴とする請求項5記載の数理モデル導出方法。

[請求項7] 前記品質推定手順は、前記複数の劣化映像のそれぞれについて、当該劣化映像の映像フレームごとの品質推定値の平均値を算出し、複数のフレームレートについて予め作成されている、前記平均値をフレームレートに対する主観品質の影響を考慮した品質推定値へ変換する関数に前記平均値を入力して前記品質推定値を算出する、

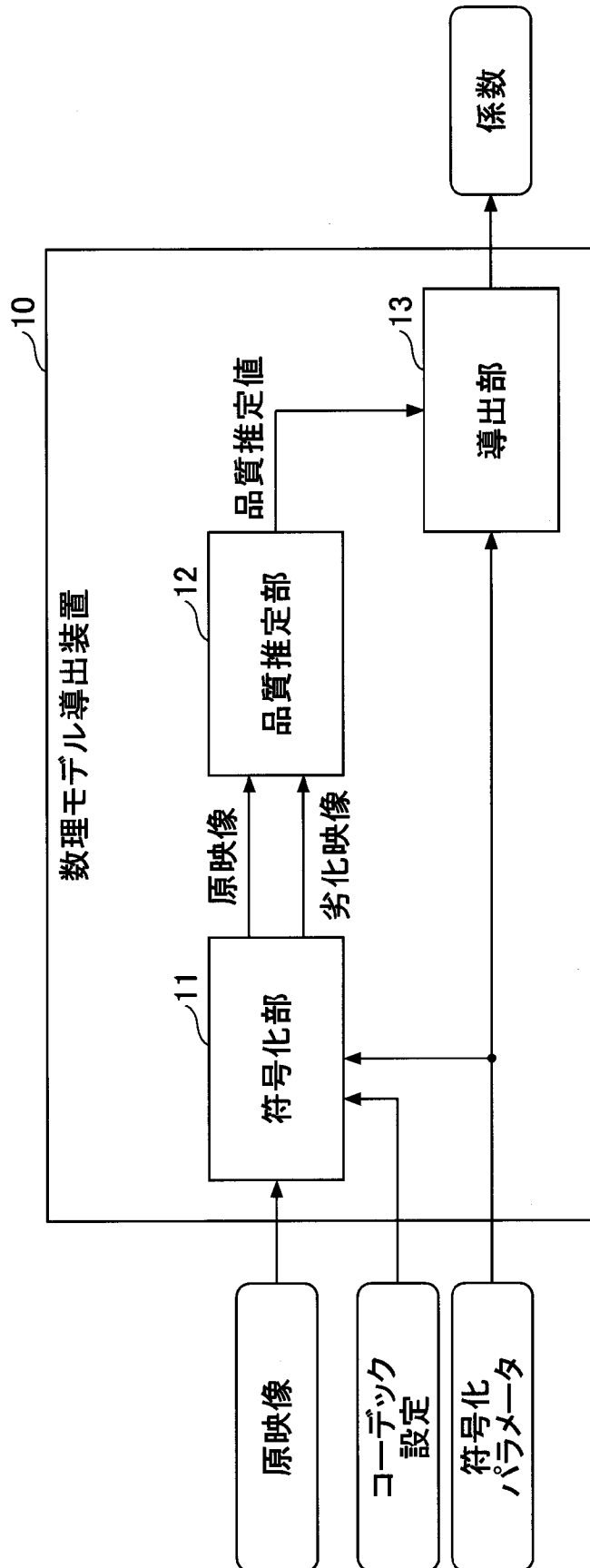
ことを特徴とする請求項5又は6記載の数理モデル導出方法。

[請求項8] 請求項1乃至4いずれか一項記載の数理モデル導出装置としてコンピュータを機能させることを特徴とするプログラム。

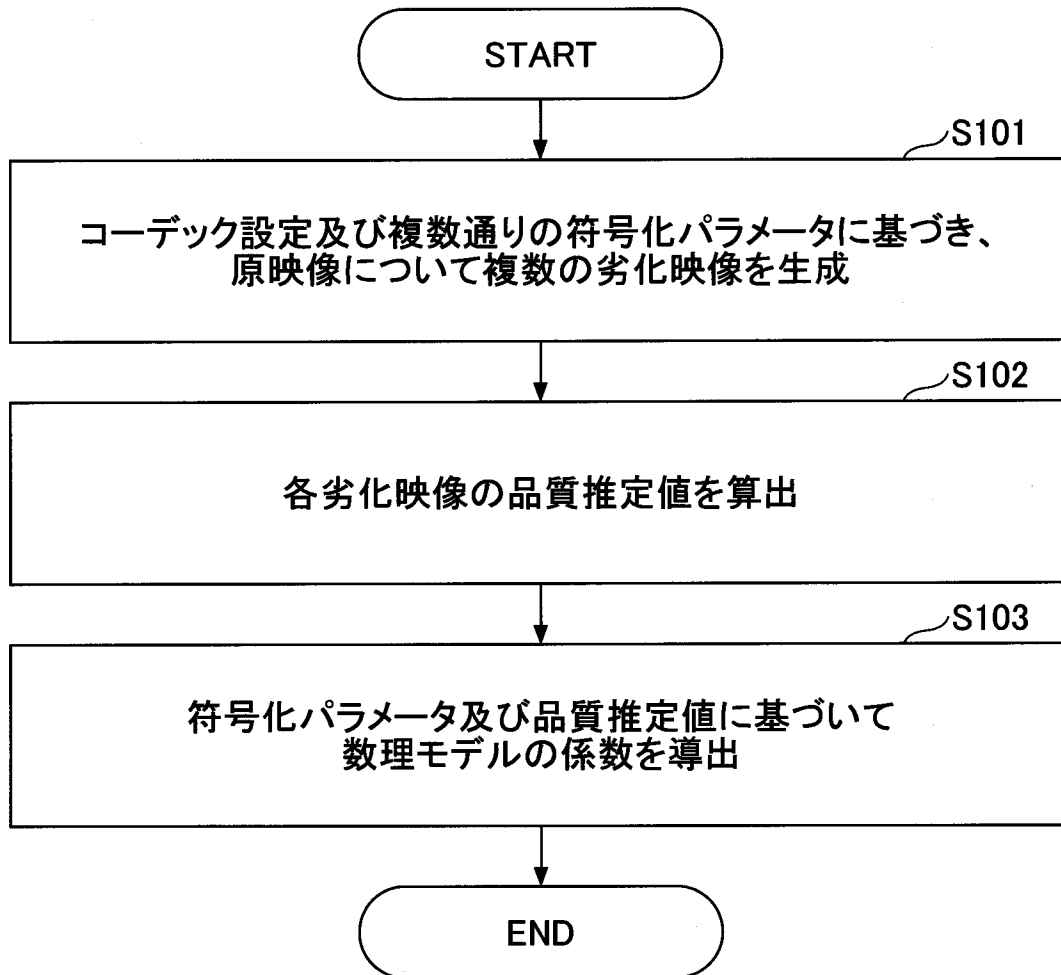
[図1]



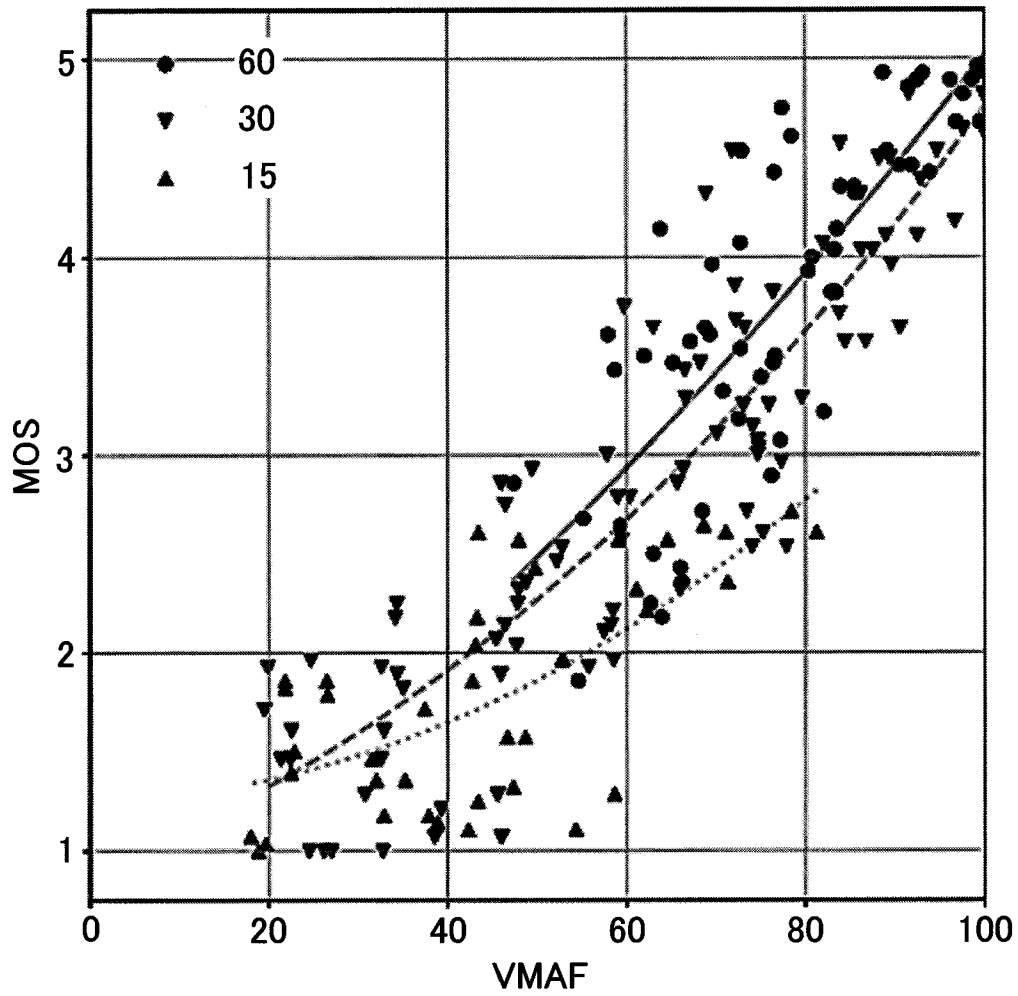
[図2]



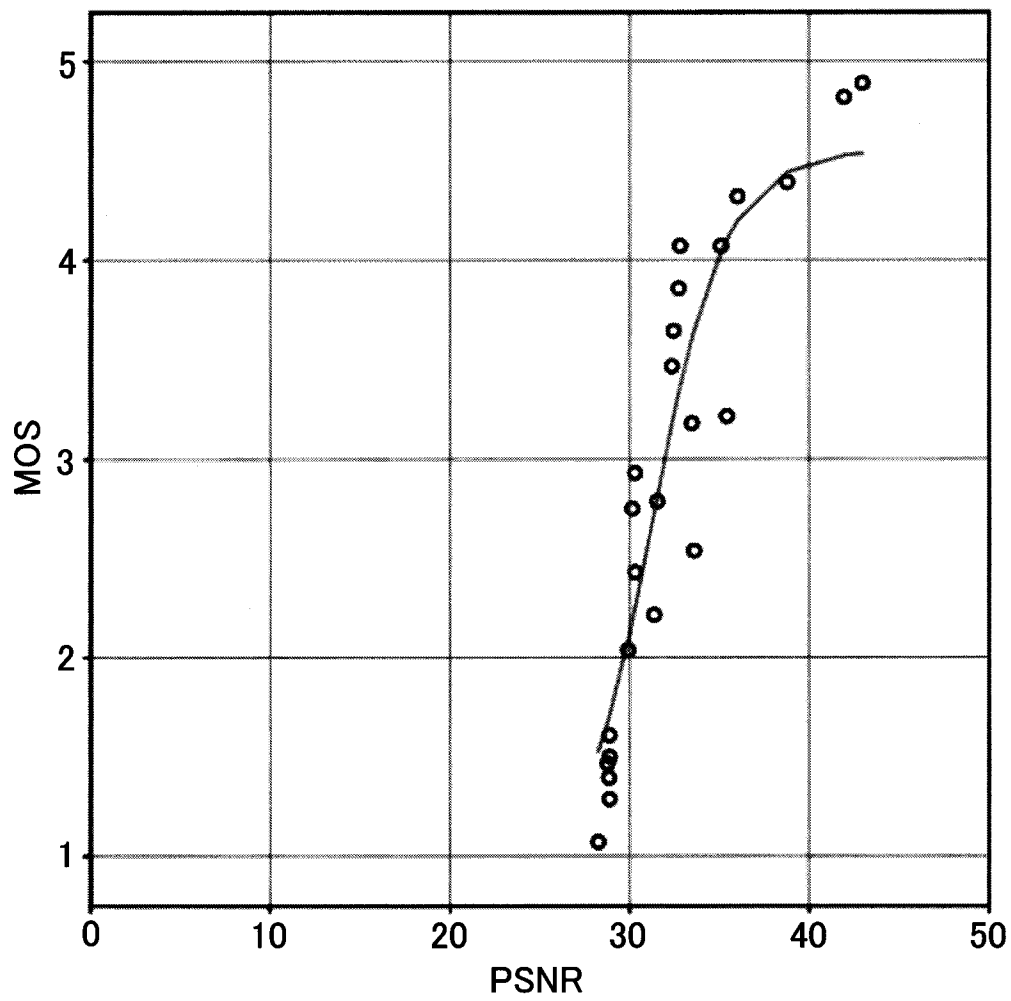
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/033422

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H04N17/00 (2006.01) i, H04N19/85 (2014.01) i, H04N21/2662 (2011.01) i
FI: H04N17/00A, H04N21/2662, H04N19/85

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. H04N17/00, H04N19/00, H04N21/00

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
Y A	WO 2016/080354 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 26 May 2016 (2016-05-26), paragraphs [0014]-[0032], fig. 1-3	1-2, 5-6, 8 3-4, 7
Y	JP 2015-211424 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 24 November 2015 (2015-11-24), paragraphs [0018], [0019], fig. 13	1-2, 5-6, 8
Y	JP 2014-36260 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 24 February 2014 (2014-02-24), paragraphs [0006], [0017], [0018], [0024], fig. 1	1-2, 5-6, 8
A	JP 2006-157223 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 15 June 2006 (2006-06-15), paragraph [0006]	2, 6



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
09 November 2020

Date of mailing of the international search report
17 November 2020

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/033422

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-80177 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 11 March 2004 (2004-03-11), paragraph [0076], fig. 5	2, 6
A	WO 2005/020592 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 03 March 2005 (2005-03-03), paragraphs [0069]-[0071], fig. 3	4
A	JP 2011-15165 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 20 January 2011 (2011-01-20), entire text, all drawings	1-8
A	JP 2014-107645 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 09 June 2014 (2014-06-09), entire text, all drawings	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/033422

WO 2016/080354 A1	26 May 2016	US 2017/0359582 A1 paragraphs [0021]-[0043], fig. 1-3
JP 2015-211424 A	24 November 2015	(Family: none)
JP 2014-36260 A	24 February 2014	(Family: none)
JP 2006-157223 A	15 June 2006	(Family: none)
JP 2004-80177 A	11 March 2004	(Family: none)
WO 2005/020592 A1	03 March 2005	US 2006/0276983 A1 paragraphs [0089], [0090], fig. 3 EP 1622395 A1 KR 10-2006-0033717 A CN 1788499 A
JP 201 1-15165 A	20 January 2011	(Family: none)
JP 2014-107645 A	09 June 2014	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04N 17/00(2006.01)i; H04N 19/85(2014.01)i; H04N 21/2662(2011.01)i FI: H04N17/00 A; H04N21/2662; H04N19/85		
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）） H04N17/00; H04N19/00; H04N21/00		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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
Y	WO 2016/080354 A1（日本電信電話株式会社）26.05.2016（2016-05-26） 段落[0014]-[0032], 図1-3	1-2, 5-6, 8
A		3-4, 7
Y	JP 2015-211424 A（日本電信電話株式会社）24.11.2015（2015-11-24） 段落[0018]-[0019], 図13	1-2, 5-6, 8
Y	JP 2014-36260 A（日本電信電話株式会社）24.02.2014（2014-02-24） 段落[0006], [0017]-[0018], [0024], 図1	1-2, 5-6, 8
A	JP 2006-157223 A（日本電信電話株式会社）15.06.2006（2006-06-15） 段落[0006]	2, 6
A	JP 2004-80177 A（日本電信電話株式会社）11.03.2004（2004-03-11） 段落[0076], 図5	4
A	WO 2005/020592 A1（日本電信電話株式会社）03.03.2005（2005-03-03） 段落[0069]-[0071], 図3	4
A	JP 2011-15165 A（日本電信電話株式会社）20.01.2011（2011-01-20） 全文、全図	1-8
☒ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 09.11.2020		国際調査報告の発送日 17.11.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 佐野 潤一 5P 3903 電話番号 03-3581-1101 内線 3581

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 2014-107645 A (日本電信電話株式会社) 09,06,2014 (2014 - 06 - 09) 全文, 全図	1-8

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/033422

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2016/080354	A1	26.05.2016	US 2017/0359582 A1 段落[0021]-[0043], 図1-3	
JP	2015-211424	A	24.11.2015	(ファミリーなし)	
JP	2014-36260	A	24.02.2014	(ファミリーなし)	
JP	2006-157223	A	15.06.2006	(ファミリーなし)	
JP	2004-80177	A	11.03.2004	(ファミリーなし)	
WO	2005/020592	A1	03.03.2005	US 2006/0276983 A1 段落[0089]-[0090], 図3 EP 1622395 A1 KR 10-2006-0033717 A CN 1788499 A	
JP	2011-15165	A	20.01.2011	(ファミリーなし)	
JP	2014-107645	A	09.06.2014	(ファミリーなし)	