

(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30日(30.01.2020)



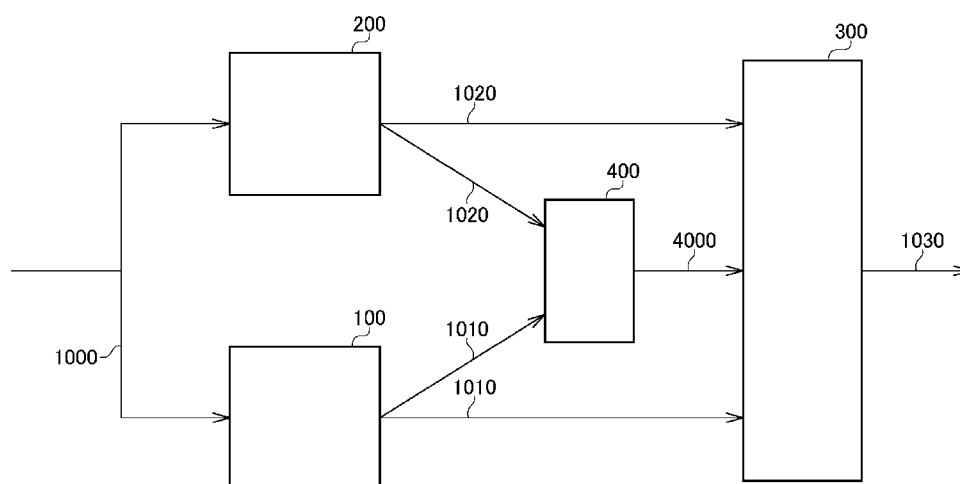
(10) 国際公開番号

WO 2020/022519 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 3/40 (2006.01) *H04N 1/387* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/029599
- (22) 国際出願日: 2019年7月29日(29.07.2019)
- (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 2018-141747 2018年7月27日(27.07.2018) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人東京大学 (THE UNIVERSITY OF TOKYO) [JP/JP]; 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 山崎 俊彦 (YAMASAKI Toshihiko); 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP). 中村 遵介 (NAKAMURA Shunsuke); 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 森下 賢樹 (MORISHITA Sakaki); 〒1500021 東京都渋谷区恵比寿西2-11-12 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, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD, AND IMAGE PROCESSING PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像処理装置、画像処理方法及び画像処理プログラム



(57) Abstract: An image processing device, wherein a first image generation unit generates a first image from an input image using a first image processing technique. A second image generation unit generates a second image from an input image using a second image processing technique. A synthesis ratio control unit controls an image synthesis unit for synthesizing the first and second images and generating an output image, and the per-pixel synthesis ratio of the first and second images. The synthesis ratio control unit determines the per-pixel synthesis ratio of the first and second images.

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)）

(57) 要約：、画像処理装置において、第1の画像生成部は、第1の画像処理手法を用いて、入力画像から第1の画像を生成する。第2の画像生成部は、第2の画像処理手法を用いて、入力画像から第2の画像を生成する。合成比率制御部は、第1の画像と第2の画像とを合成して、出力画像を生成する画像合成部と、第1の画像と第2の画像のピクセルごとの合成比率を制御する。合成比率制御部は、学習に基づいて、第1の画像と第2の画像のピクセルごとの合成比率を決定する。

明 細 書

発明の名称：

画像処理装置、画像処理方法及び画像処理プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、画像処理装置、画像処理方法及び画像処理プログラムに関する。

背景技術

[0002] 単一画像超解像技術で用いられる手法には、フィルタリングベース手法、学習ベース手法、事例ベース手法などがある。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：“Enhanced deep residual networks for single image super-resolution” In CVPR Workshops. Bee Lim, Sanghyun Son, Heewon Kim, Seungjun Nah, and Kyoung Mu Lee. Vol. 1, p. 3, 2017. <https://arxiv.org/pdf/1707.02921.pdf>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 単一画像超解像技術は、1枚の解像度の低い低画質画像から、より解像度の高い高画質画像を生成する技術である。

[0005] 単一画像超解像技術で用いられる手法には、バイキュービック補間（Bicubic Interpolation）などのフィルタリングベース手法、畳み込みニューラルネット（CNN：Convolutional Neural Networks、以下「CNN」という）などの学習ベース手法、低解像度画像－高解像度画像の多数のペアを用意したデータベースから入力と似た低解像度画像を検索することで高解像度化を行う事例ベース手法

などがある。以下に述べる通り、フィルタリングベース手法と学習ベース手法とは、その性質が大きく異なる。

[0006] フィルタリングベース手法は、低画質画像の各ピクセルに関し、所定のルールに基づく補間等を行うことにより、ピクセル数の多い拡大画像を作成する。例えば、フィルタリングベース手法の一つであるバイキュービック補間は、低画質画像の各ピクセルに関し、周辺の 4×4 ピクセル（16ピクセル）を三次関数で補間することによって、拡大画像を作成する。一般にフィルタリングベース手法は高速計算が可能であり、低周波数領域（画像の様な部分など）を高精度に推定できるため、従来様々なタイプのものが提案されてきた。反面フィルタリングベース手法には、高周波領域（画像のエッジ部分など）の推定精度が悪いという欠点がある。

[0007] 一方CNNなどの学習ベース手法では、原画像と、該原画像を劣化させて作成した低品質画像のペアを多数用意し、両者の対応関係をニューラルネットワークによって学習する。学習ベース手法は、こうして学習した対応関係を低画質画像に適用することにより、高画質画像を生成する。学習ベース手法は、高周波領域を非常に高い精度で推定できるという利点がある。しかしその反面、学習ベース手法には、低周波領域に関してはフィルタリングベースより精度が悪い、あるいは高周波領域においても、過度に高周波成分を強調しようとするためにリングング（エッジ周辺に元来なかったパターンが副次的に発生する現象）が発生する、といった欠点がある。

[0008] このように、フィルタリングベース手法と学習ベース手法とは、低周波領域と高周波領域とにおける推定精度に関し、相補的な関係にある。

そこで、より高精度な推定を実現する目的で、フィルタリングベース手法（具体的には、バイキュービック補間）で得られた結果を、学習ベース手法（具体的には、CNN）を用いて補正する技術が提案されている（例えば非特許文献1）。

[0009] 非特許文献1に記載の技術（EnhanceNet）は、先ず低品質画像にバイキュービック補間を適用して拡大画像を作成する。その後、この拡大

画像と正解データ（Ground Truth）との差分をCNNにより学習する。そして、この学習により得られた差分を先に作成した拡大画像に加算する。これにより、バイキュービック補間の過程で発生した高周波領域における誤差を低減することができる。

[0010] しかしながらEnhanceNetには、バイキュービック補間で得られた拡大画像の、低周波領域における品質を逆に劣化させてしまうといった問題がある。これは、EnhanceNetが、単一画像超解像技術にフィルタリング手法と学習ベース手法を組み合わせるにあたり、それぞれの長所が発揮されるような適用の仕方をしていないことに起因すると考えられる。

[0011] このようなことから、本発明者らは、異なる種類の画像処理手法を組み合わせる場合、それぞれの手法の長所が発揮できるような仕方で行組み合わせることが本分野における重要な課題であることを認識するに至った。

[0012] 本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、性質が異なる複数の画像処理手法を組み合わせる場合に、これらの手法のそれぞれの長所が発揮されるような組み合わせの仕方を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0013] 上記課題を解決するために、本発明のある態様の画像処理装置は、第1の画像処理手法を用いて、入力画像から第1の画像を生成する第1の画像生成部と、第2の画像処理手法を用いて、入力画像から第2の画像を生成する第2の画像生成部と、第1の画像と第2の画像とを合成して、出力画像を生成する画像合成部と、第1の画像と第2の画像のピクセルごとの合成比率を制御する合成比率制御部と、を備える。合成比率制御部は、学習に基づいて、入力画像に応じて動的に第1の画像と第2の画像のピクセルごとの合成比率を決定する。

[0014] 本発明の別の態様は、画像処理方法である。この方法は、第1の画像処理手法を用いて、入力画像から第1の画像を生成する第1の画像生成ステップ

と、第2の画像処理手法を用いて、入力画像から第2の画像を生成する第2の画像生成ステップと、第1の画像と第2の画像とを合成して、出力画像を生成する画像合成ステップと、第1の画像と第2の画像のピクセルごとの合成比率を制御する合成比率制御ステップと、を備える。合成比率制御ステップは、学習に基づいて、第1の画像と第2の画像のピクセルごとの合成比率を決定する。

[0015] 本発明の更に別の態様は、画像処理プログラムである。このプログラムは、第1の画像処理手法を用いて、入力画像から第1の画像を生成する第1の画像生成ステップと、第2の画像処理手法を用いて、入力画像から第2の画像を生成する第2の画像生成ステップと、第1の画像と第2の画像とを合成して、出力画像を生成する画像合成ステップと、第1の画像と第2の画像のピクセルごとの合成比率を制御する合成比率制御ステップと、をコンピュータに実行させる。合成比率制御ステップは、学習に基づいて、第1の画像と第2の画像のピクセルごとの合成比率を決定する。

[0016] なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を装置、方法、システム、記録媒体、コンピュータプログラムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、性質が異なる複数の画像処理手法を組み合わせて使用する場合に、これらの手法のそれぞれの長所が発揮されるような組み合わせを学習により実現することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]第1の実施形態に係る画像処理装置の構成を示す図である。

[図2]図1の画像処理装置に関するそれぞれの画像を示す図である。

[図3]一実施形態に係る画像処理装置の構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0019] (実施形態1)

図1に、第1の実施形態に係る画像処理装置10の構成を示す。

画像処理装置 10 は、第 1 の画像生成部 100 と、第 2 の画像生成部 200 と、画像合成部 300 と、合成比率制御部 400 と、を備える。

[0020] 第 1 の画像生成部 100 は、入力画像 1000 を入力し、第 1 の画像処理手法を用いて、入力画像 1000 から第 1 の画像 1010 を生成する。第 1 の画像生成部 100 は、生成した第 1 の画像 1010 を画像合成部 300 に出力する。

[0021] 第 2 の画像生成部 200 は、入力画像 1000 を入力し、第 2 の画像処理手法を用いて、入力画像 1000 から第 2 の画像 1020 を生成する。第 2 の画像生成部 200 は、生成した第 2 の画像 1020 を画像合成部 300 に出力する。

典型的には、第 1 の画像処理手法と第 2 の画像処理方法とは、性質が異なる。

[0022] 画像合成部 300 は、第 1 の画像 1010 と第 2 の画像 1020 とを合成して、出力画像 1030 を生成する。このとき、画像合成部 300 は、合成比率制御部で決定されたピクセルごとの合成比率 4000 に基づいて、第 1 の画像 1010 と第 2 の画像 1020 とを合成する。

[0023] 合成比率制御部 400 は、学習に基づいて、第 1 の画像 1010 と第 2 の画像 1020 のピクセルごとの合成比率 4000 を決定する。

[0024] 以下、合成比率制御部 400 による、第 1 の画像 1010 と第 2 の画像 1020 のピクセルごとの合成比率 4000 の学習（以下、単に「学習」という）の一例を説明する。

学習においては、学習で使用される訓練用画像（以下、「学習用原画像」という）が与えられる。この学習用原画像は、機械学習における Ground Truth に相当する。学習用原画像は、典型的には、所定の解像度とサイズを持つ多様な（典型的には数 10 万種類の）サンプル画像のセットである。

[0025] 学習における入力画像 1000 には、学習用原画像に所定の変換を施して作成された画像（以下、「学習用の入力画像」という）が使用される。すな

わち学習においては、第1の画像1010、第2の画像1020および出力画像1030は、学習用の入力画像1000から生成される。学習用の入力画像は、典型的には、学習用原画像のサイズを縮小（例えば、縦および横のサイズをそれぞれ1／4に縮小）したものである。

[0026] 学習の開始時に、第1の画像1010と第2の画像1020のピクセルごとの合成比率4000は、所定の初期値に設定される。

[0027] 最初に、1枚目の学習用の入力画像1000が画像処理装置10に入力される。画像合成部300は、この学習用の入力画像1000から生成された第1の画像1010と、学習用の入力画像1000から生成された第2の画像1020とを合成して、出力画像1030を生成する。このとき、画像合成部300は、合成比率制御部400に予め設定されたピクセルごとの合成比率4000の初期値に基づいて、第1の画像1010と第2の画像1020とを合成する。画像合成部300は、生成した出力画像1030を合成比率制御部400に出力する。

[0028] 合成比率制御部400は、出力画像1030と、1枚目の学習用の入力画像1000に対応する学習用原画像とを比較する。この比較は、典型的には、出力画像1030と学習用原画像の各ピクセル値同士の平均二乗誤差を計算することによって実行される。

[0029] 1枚目の学習用の入力画像に関する比較が完了すると、2枚目の学習用の入力画像1000が画像処理装置10に入力される。合成比率制御部400は、この2枚目の学習用の入力画像1000に関し、上記と同様の処理により、出力画像1030と学習用原画像とを比較する。

[0030] 以下同様に、すべての学習用の入力画像1000に関し、出力画像1030と学習用原画像との比較が行われる。

[0031] すべての学習用の入力画像1000に関する、出力画像1030と学習用原画像との比較が完了すると、合成比率制御部400は、出力画像1030と学習用原画像との比較を最適化する合成比率4000を決定する。

[0032] 一例として合成比率4000は、各ピクセルについて式1で定義される損

失関数： f_{loss} を最小化することにより計算される。ただし、 I_{SR} 、 I_{HR} は、それぞれ出力画像、学習用原画像のピクセル値を、 (i, j) は2次元平面上のピクセルの座標を、 n は出力画像1030と学習用原画像との比較の枚数を示す。

[数1]

$$f_{loss} = \frac{1}{n} \sum \left\| I_{HR}(i,j) - I_{SR}(i,j) \right\|^2$$

[0033] 以上のプロセスをすべて実行することにより学習は完了する。

このように、多様な学習用原画像（典型的には数10万種類）を用いて学習を行うことにより、これらの多様な画像に関する最適情報を含むピクセルごとの合成比率4000を生成する計算手法が決定される。換言すれば、多様な画像に関し、第1の画像処理手法と第2の画像処理手法をピクセルごとにどのような割合で適用すればよいかが明らかとなる。

[0034] 前述の学習により、合成比率制御部400は、未知の入力画像1000が画像処理装置10に入力されたときに、当該未知の入力画像1000の種類や特性に応じて、どのような合成比率4000で、ピクセルごとに第1の画像1010と第2の画像1020を合成すればよいかを決定する。そして新たな入力画像1000が画像処理装置10に入力されると、この学習により決定されたピクセルごとの合成比率4000を用いて出力画像1030が生成される。

[0035] 例えば、第1の画像1010の第 (i, j) ピクセルを $P^1(i, j)$ 、第2の画像1020の第 (i, j) ピクセルを $P^2(i, j)$ 、 $P^1(i, j)$ の合成比率を $M(i, j)$ 、 $P^2(i, j)$ の合成比率を $1 - M(i, j)$ とすると（ただし、 $0 \leq M(i, j) \leq 1$ ）、合成比率制御部400は、第 (i, j) ピクセル $P^3(i, j)$ が式（2）で表される出力画像1030を生成する。

$$P^3_{(i,j)} = M_{(i,j)} \cdot P^1_{(i,j)} + (1 - M_{(i,j)}) \cdot P^2_{(i,j)} \quad \dots \quad (2)$$

[0036] 同じことを、行列表現を使って説明すると以下のようになる。

第1の画像1010を I_1 、第2の画像1020を I_2 、出力画像1030を I_{SR} 、 I_1 の合成比率を M 、 I_2 の合成比率を $J-M$ とすると、 I_{SR} は、式(3)のように表現できることが分かる。ただし、 I_1 、 I_2 、 I_{SR} 、 M は、各ピクセルに関する値を成分とする行列表現である。また J は全成分が1の行列、 $\odot$ は行列の成分ごとの積を表す。

$$I_{SR} = M \odot I_1 + (J - M) \odot I_2 \quad \dots \quad (3)$$

[0037] 図2に、図1の画像処理装置に関するそれぞれの画像を示す。

これらの画像は、入力画像1000、第1の画像1010、第2の画像1020、出力画像1030を含む。また画像1040は、合成比率4000をピクセルごとに、比率が0のものを白に、比率が1のものを黒に、比率が0と1との間にあるものをそれに相当する濃度のグレーに、それぞれ対応させて表現したものである。このように合成比率4000を画像1040で表現すると、出力画像1030は、第1の画像1010と第2の画像1020とを、画像1040を間に挟んで重ね合わせたものとして表現できる。この意味で、合成比率4000を表現した画像1040は、第1の画像1010と第2の画像1020を重ね合わせるときに使用される「マスク」と解釈することができる。このマスクは、第1の画像処理手法と第2の画像処理手法とを用いて出力画像を生成する装置において、それぞれの手法の長所が発揮されるような合成を実現するものである。

[0038] 本実施形態によれば、性質が異なる2種類の画像処理手法を用いて画像を生成し、生成した画像を合成して新たな画像を生成する装置において、それぞれの手法の長所が発揮されるような合成を実現することができる。

[0039] (実施形態2)

一実施形態では、出力画像は、入力画像より解像度が高くてもよい。

本実施形態は、典型的には、画像処理装置10を単一画像超解像技術に適

用したものである。この場合、第1および第2の画像処理手法は、それぞれ第1および第2の単一画像超解像技術に相当する。

[0040] 低品質画像である入力画像1000は、性質の異なる2つの単一画像超解像技術を用いて、第1の画像1010および第2の画像1020に変換される。画像合成部300は、2つの単一画像超解像技術の長所が最もよく反映される比率により、第1の画像1010と第2の画像1020とを合成して出力画像1030を生成する。

[0041] 本実施形態によれば、2種類の単一画像超解像技術を組み合わせて高品質画像を生成する装置において、これらの技術の長所が最もよく反映されるように高品質画像を生成することができる。

[0042] (実施形態3)

一実施形態では、第1の画像処理手法はフィルタリングベース手法であってよく、第2の画像処理手法は学習ベース手法であってよい。

フィルタリングベース手法の画像処理手法は、前述のバイキュービック補間の他、最近傍補間 (Nearest Neighbor Interpolation)、バイリニア補間 (Bilinear Interpolation)、ランチョス補間 (Lanczos Interpolation) 等であってもよい。

[0043] 図2には、バイキュービック補間により生成された第1の画像1010、CNNにより生成された第2の画像1020が示される。図2から、それぞれの手法の特徴を反映して、第1の画像1010は低周波領域の品質が向上し、第2の画像1020は、高周波領域の品質が向上している様子が読み取れる。マスクの形態を取る合成比率を表現した画像1040を間に挟んで、第1の画像1010と第2の画像1020とを重ね合わせることにより、それぞれの手法の長所が反映された出力画像1030が得られる。

[0044] 本実施形態では、第2の画像生成部200と合成比率制御部400とは、それぞれニューラルネットワークで構成される。このとき、出力画像1030と学習用原画像との比較によって認識された生成画像のGround Tr

u t hからの誤差は、合成比率制御部400にフィードバックされるとともに、第2の画像生成部200にフィードバックされて、第2の画像生成部200の性能向上のために利用されてもよい。合成比率制御部400は、画質向上に対して、第2の画像処理手法（学習ベース手法）の寄与が高ければ高いほど（すなわち「学習ベース手法が得意な画像」ほど）第2の画像1020の合成比率を上げ、第1の画像処理手法（フィルタリングベース手法）の寄与が高ければ高いほど（すなわち「学習ベース手法が苦手な画像」ほど）第2の画像1020の合成比率を下げる。従ってこの合成比率に関する学習結果が第2の画像生成部200にフィードバックされれば、第2の画像生成部200は、「自分の得意な」画像に対してはより積極的に処理を実行し、「自分の苦手な」画像に対してはより消極的に処理を実行する、といったように処理の学習を改善することができる。このように、合成比率制御部400における学習中の学習結果を、第2の画像生成部200にフィードバックすることにより、第2の画像生成部200のニューラルネットワークを改善することができる。

[0045] 本実施形態によれば、フィルタリングベース手法と学習ベース手法とを組み合わせた単一画像超解像技術において、2つの手法の互いの長所が損なわれることなく、これらの長所が最も発揮されるように、高品質画像を生成することができる。

[0046] （実施形態4）

一実施形態では、第1の画像1010と第2の画像1020のピクセルごとの合成比率4000を決定するための画像比較の回数を n 回とし、 k を $1 \leq k < n$ を満たす整数としたとき、合成比率制御部400は、1回目から k 回目までの画像比較では、学習用原画像を変換して作成された学習用の入力画像1000から生成された第2の画像1020と、該学習用原画像とを比較し、 $k+1$ 回目から n 回目までの画像比較では、学習用原画像を変換して作成された学習用の入力画像1000から生成された出力画像1030と、該学習用原画像とを比較してもよい。

[0047] 例えば第1の画像処理手法がバイキュービック補間で、第2の画像処理手法がCNNだった場合、学習の初期段階ではCNNはバイキュービック補間に比べて精度が悪いため、合成比率4000の行列表現Mは、早い段階でM=Jとなってしまう、それ以上学習が進まなくなることがある。そこで最初のk回の画像比較は、バイキュービック補間による画像とCNN補完による画像を合成した画像を改善することに代えて、CNNによる生成画像のみを改善することにより、学習を正しく進行することができる。

[0048] 本実施形態によれば、フィルタリングベース手法と学習ベース手法を組み合わせた単一画像超解像技術において、得られる画像の品質をより高い確率で向上することができる。

[0049] (変形例)

以上、本発明を実施例を基に説明した。これらの実施例は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

[0050] (変形例1)

画像生成部が中間段階の処理ブロックを含む複数の処理ブロックから構成される場合、合成比率制御部は、中間段階のブロックで生成される情報を学習に用いてもよい。

[0051] 図3に一実施形態に係る画像処理装置11の構成を示す。図1の画像処理装置10との

違いは、第2の画像生成部200が、第1の中間処理ブロック210、第2の中間処理ブロック220、最終処理ブロック230を備える点である。

[0052] 第2の画像生成部200は、入力した入力画像1000を、第1の中間処理ブロック210および第2の中間処理ブロック220で処理した後、最終処理ブロック230で第2の画像1020を生成する。すなわち、第2の画像生成部200は、入力画像1000を、第1の中間処理ブロック210、第2の中間処理ブロック220、最終処理ブロック230の順にシーケンシ

ャルに処理する。

[0053] 第1の中間処理ブロック210は第1の中間データ5010を生成し、第2の中間処理ブロック220は第2の中間データ5020を生成する。合成比率制御部400は、学習において、出力画像1030と学習用原画像とを比較することに加えて、第1の中間データ5010および第2の中間データ5020も利用する。

画像処理装置11のその他の構成は、画像処理装置10と共通であるため、説明を省略する。

本変形例によれば、出力画像の画質を更に向上することができる。

[0054] (変形例2)

画像処理手法は、2つであることに代えて、3つ以上あってもよい。

本変形例によれば、画像処理手法の選択の幅を広げることができる。

[0055] (変形例3)

入力画像は、1枚だけ入力することに代えて、向きを代えた複数の画像を入力し、それぞれに関する出力画像を生成した後に、これらの平均値を取ってもよい。例えば、ある画像、この画像を90度、180度、270度回転したもの、およびこれらの左右反転を含む8枚の画像を入力画像としてよい。こうした手法は、例えばgeometric self-ensemblingと呼ばれる、既知の画質向上手法の1つである。この手法を本発明の実施形態に適用することにより、入力画像が1回の場合に比べて画質を向上することができる。

このように本発明は、geometric self-ensemblingのような既知の画質向上手法との整合性がよいことが分かる。

[0056] (変形例4)

本発明の一態様に係る画像処理方法において、画像を生成するステップは、2つに限定されず、3つ以上あってもよい。すなわち前述の実施形態における、第1の画像処理手法を用いて、入力画像から第1の画像を生成する第1の画像生成ステップと、第2の画像処理手法を用いて、入力画像から第2

の画像を生成する第2の画像生成ステップと、に加えて、更なる画像生成ステップを含んでもよい。このとき、更なる画像生成ステップは、第1の画像処理手法又は第2の画像処理手法を用いて画像を生成してもよいし、それ以外の画像処理手法を用いて画像を生成してもよい。

本変形例によれば、画像生成ステップの数を増やすことにより、出力画像の画質を更に向上することができる。

[0057] 本発明は、上に挙げた画像の解像度の向上の他、色調補正、画像ノイズ除去、画像ボケ除去、画像欠損修復など様々な画像処理に応用することができる。更に本発明の手法は、画像処理の他にも、音声、テキスト等の様々なデータ処理に適用が可能であり、産業上の利用性が高いものである。

産業上の利用可能性

[0058] 本発明は、画像処理装置、画像処理方法及び画像処理プログラムに利用することができる。

符号の説明

[0059] 10 画像処理装置、 100 第1の画像生成部、 200 第2の画像生成部、 300 画像合成部、 400 合成比率制御部、 1000 入力画像、 1010 第1の画像、 1020 第2の画像、 1030 出力画像、 4000 合成比率

請求の範囲

- [請求項1] 第1の画像処理手法を用いて、入力画像から第1の画像を生成する第1の画像生成部と、
- 第2の画像処理手法を用いて、入力画像から第2の画像を生成する第2の画像生成部と、
- 前記第1の画像と前記第2の画像とを合成して、出力画像を生成する画像合成部と、
- 前記第1の画像と前記第2の画像のピクセルごとの合成比率を制御する合成比率制御部と、を備え、
- 前記合成比率制御部は、学習に基づいて、前記第1の画像と前記第2の画像のピクセルごとの合成比率を決定することを特徴とする、画像処理装置。
- [請求項2] 前記合成比率制御部は、学習用原画像を変換して作成された学習用の入力画像から生成された出力画像と、該学習用原画像との比較に基づく学習に基づいて、前記第1の画像と前記第2の画像のピクセルごとの合成比率を決定することを特徴とする、請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項3] 出力画像は、入力画像より解像度が高いことを特徴とする、請求項1または2に記載の画像処理装置。
- [請求項4] 前記第1の画像処理手法は、フィルタリングベース手法であり、
- 前記第2の画像処理手法は、学習ベース手法である
- ことを特徴とする、請求項3に記載の画像処理装置。
- [請求項5] 前記第1の画像と前記第2の画像のピクセルごとの合成比率を決定するための画像比較の回数を n 回とし、 k を $1 \leq k < n$ を満たす整数としたとき、
- 前記合成比率制御部は、
- 1回目から k 回目までの画像比較では、学習用原画像を変換して作成された学習用の入力画像から生成された第2の画像と、該学習用原

画像との比較に基づいて画像比較を実行し、

$k + 1$ 回目から n 回目までの画像比較では、学習用原画像を変換して作成された学習用の入力画像から生成された出力画像と、該学習用原画像との比較に基づいて画像比較を実行することを特徴とする、請求項 4 に記載の画像処理装置。

[請求項6] 第 1 の画像処理手法を用いて、入力画像から第 1 の画像を生成する第 1 の画像生成ステップと、

第 2 の画像処理手法を用いて、入力画像から第 2 の画像を生成する第 2 の画像生成ステップと、

前記第 1 の画像と前記第 2 の画像とを合成して、出力画像を生成する画像合成ステップ と、

前記第 1 の画像と前記第 2 の画像のピクセルごとの合成比率を制御する合成比率制御ステップと、を備え、

前記合成比率制御ステップは、学習に基づいて、前記第 1 の画像と前記第 2 の画像のピクセルごとの合成比率を決定することを特徴とする、画像処理方法。

[請求項7] 第 1 の画像処理手法を用いて、入力画像から第 1 の画像を生成する第 1 の画像生成ステップと、

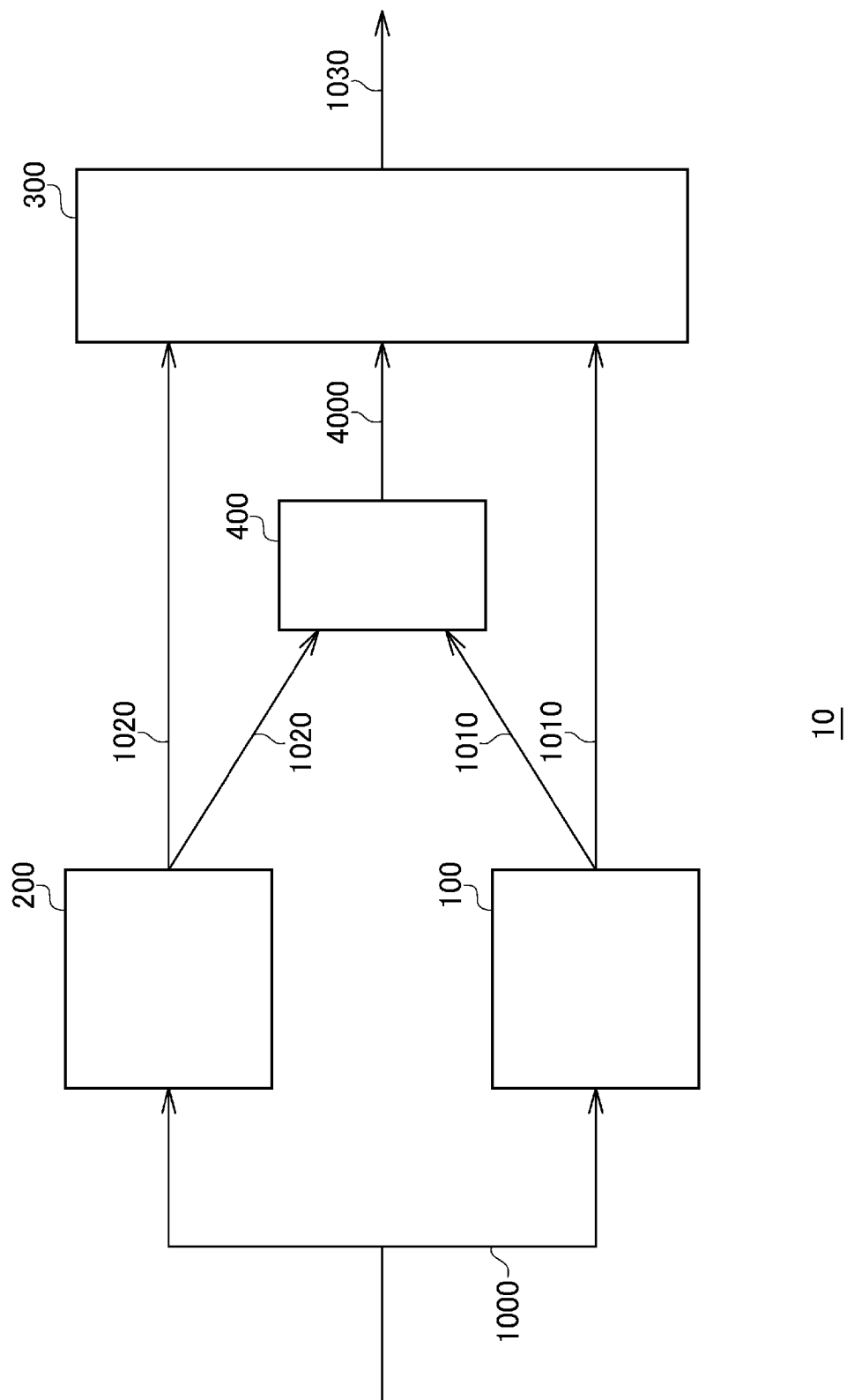
第 2 の画像処理手法を用いて、入力画像から第 2 の画像を生成する第 2 の画像生成ステップと、

前記第 1 の画像と前記第 2 の画像とを合成して、出力画像を生成する画像合成ステップと、

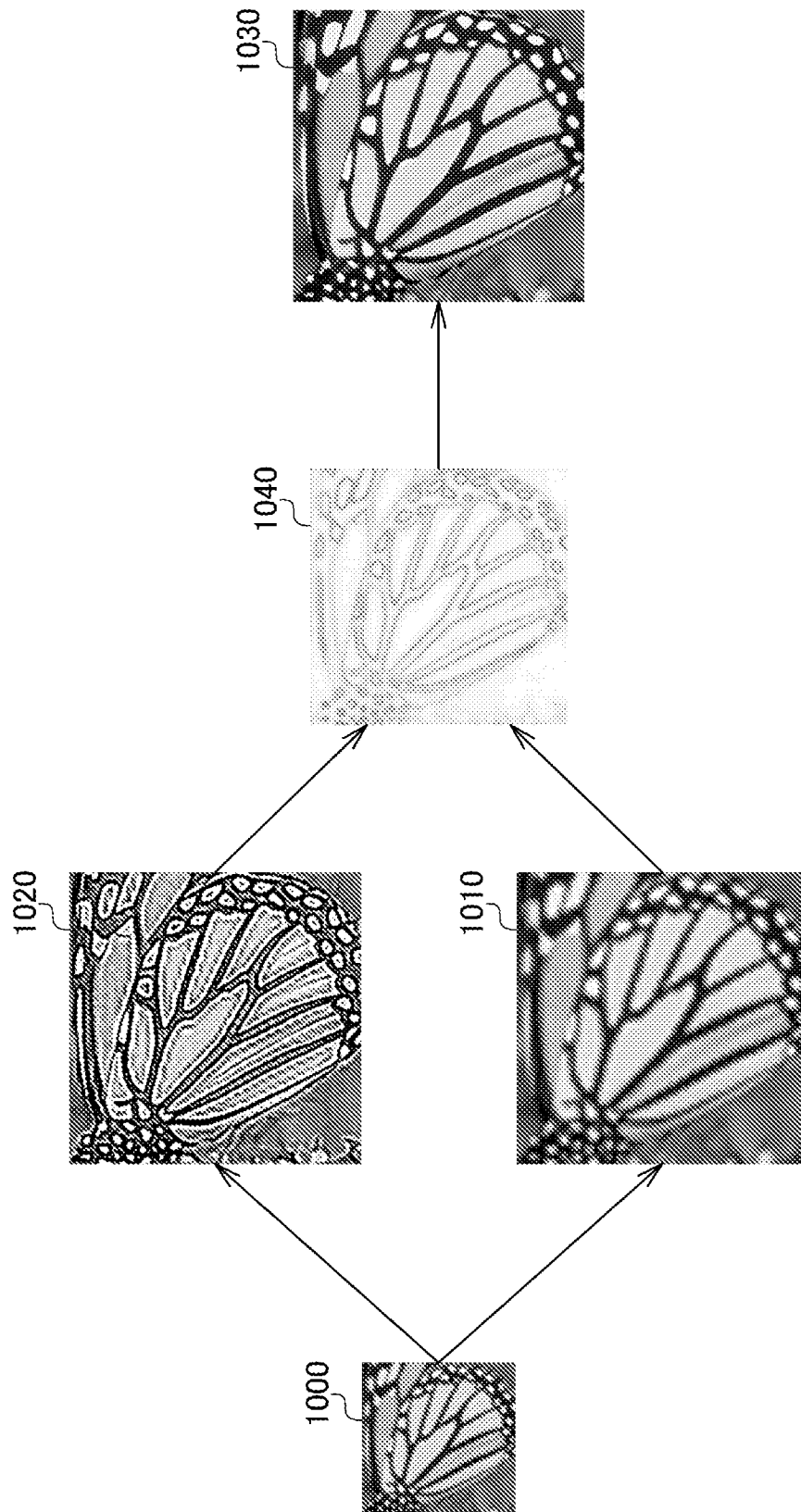
前記第 1 の画像と前記第 2 の画像のピクセルごとの合成比率を制御する合成比率制御ステップと、をコンピュータに実行させ、

前記合成比率制御ステップは、学習に基づいて、前記第 1 の画像と前記第 2 の画像のピクセルごとの合成比率を決定することを特徴とする、画像処理プログラム。

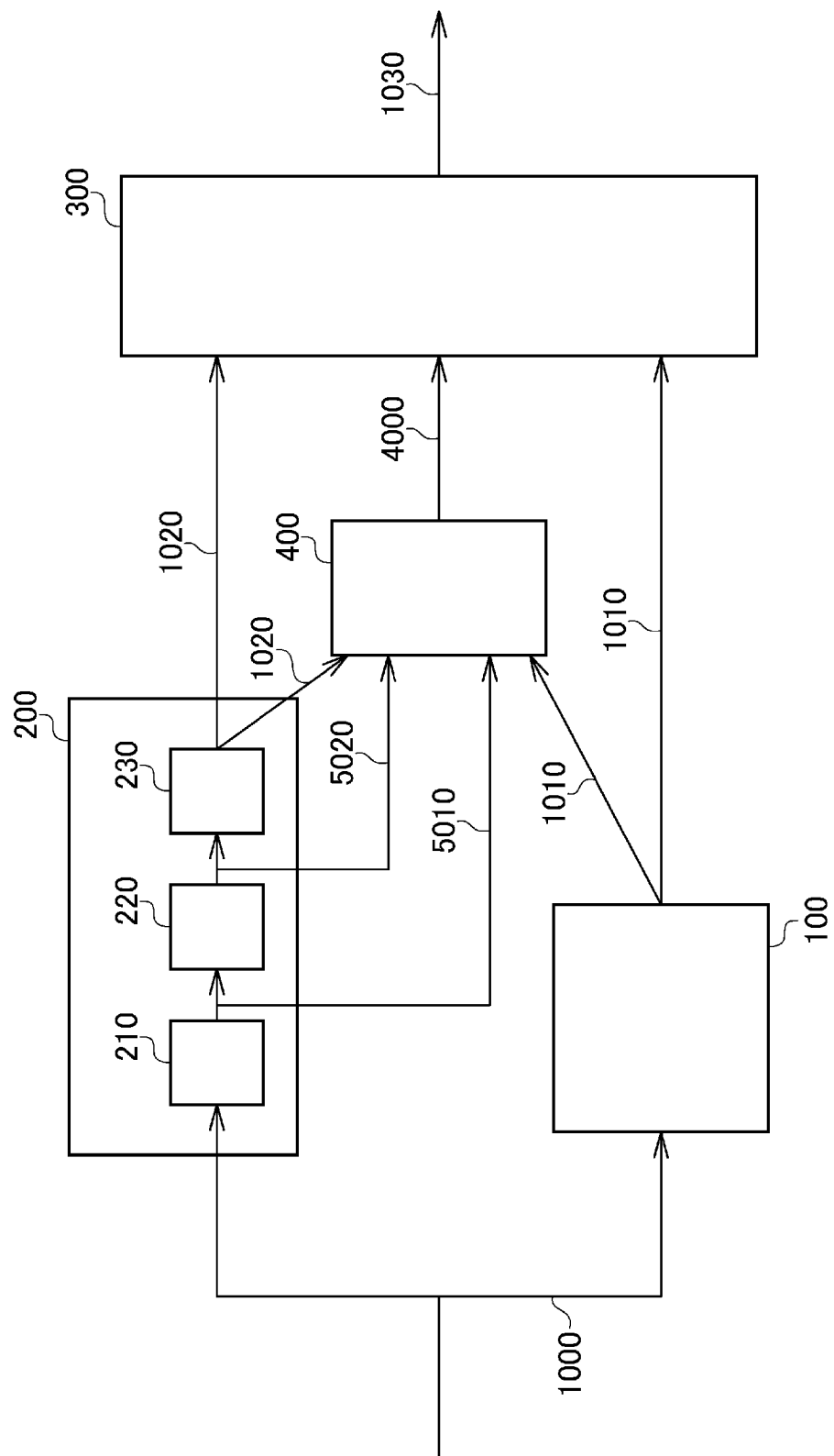
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/029599

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06T3/40 (2006.01) i, H04N1/387 (2006.01) 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. G06T3/40, H04N1/387

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 2017-91529 A (THOMSON LICENSING) 25 May 2017, paragraphs [0021], [0031]-[0033], fig. 2 & US 2017/0132760 A1, paragraphs [0023], [0034]-[0036], fig. 2 & EP 3166070 A1 & KR 10-2017-0058277 A & CN 107016642 A	1-7

☐ 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
21.08.2019

Date of mailing of the international search report
03.09.2019

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. G06T3/40(2006.01)i, H04N1/387(2006.01)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. G06T3/40, H04N1/387

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 2017-91529 A（トムソン ライセンシング） 2017.05.25, 段落[0021], [0031]-[0033], 図2 & US 2017/0132760 A1, 段落[0023], [0034]-[0036], 図2 & EP 3166070 A1 & KR 10-2017-0058277 A & CN 107016642 A	1-7

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

21.08.2019

国際調査報告の発送日

03.09.2019

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）

新井 則和

5 H

7 8 8 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3531