

(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
2016 年 6 月 16 日(16.06.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/093071 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 5/205 (2006.01) G06T 5/00 (2006.01)
A61B 3/02 (2006.01) G09G 5/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/083243
- (22) 国際出願日: 2015 年 11 月 26 日(26.11.2015)
- (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 2014-250166 2014 年 12 月 10 日(10.12.2014) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 江山 碧輝(EYAMA Tamaki); 〒1080075
東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会
社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 西川 孝, 外(NISHIKAWA Takashi et al.);
〒1600023 東京都新宿区西新宿 7 丁目 5 番 2 5
号 西新宿木村屋ビルディング 9 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, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

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

(54) 発明の名称: 画像処理装置、画像処理方法、およびプログラム

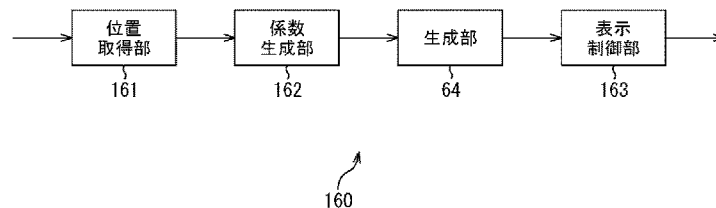


FIG. 13:
64 Generating unit
161 Position acquiring unit
162 Coefficient generating unit
163 Display control unit

(57) Abstract: This disclosure relates to an image processing device, an image processing method and a program which make it possible for an image suitable for a user having a visual impairment to be displayed in a straightforward manner. A position acquiring unit acquires an optimal usage position, which is the usage position of a touch panel when no blurring resulting from the visual impairment of the user occurs. A display control unit causes a visual impairment image, with which blurring does not occur on the touch panel in a normal usage position, to be displayed on the touch panel, on the basis of the optimal usage position, the normal usage position of the touch panel, and the image to be displayed. This disclosure can for example be applied to smartphones and the like.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/093071 A1

本開示は、視覚障害を持つユーザに適した画像を容易に表示させることができるようにする画像処理装置、画像処理方法、およびプログラムに関する。位置取得部は、ユーザの視覚障害によるボケが発生しないときのタッチパネルの使用位置である最適使用位置を取得する。表示制御部は、最適使用位置、タッチパネルの通常使用位置、および表示対象の画像に基づいて、通常使用位置のタッチパネルにおいてボケが発生しない視覚障害用画像をタッチパネルに表示させる。本開示は、例えば、スマートフォン等に適用することができる。

明 細 書

発明の名称： 画像処理装置、画像処理方法、およびプログラム
技術分野

[0001] 本開示は、画像処理装置、画像処理方法、およびプログラムに関し、特に、視覚障害を持つユーザに適した画像を容易に表示させることができるようにした画像処理装置、画像処理方法、およびプログラムに関する。

背景技術

[0002] スマートフォン等のプライベート用途のディスプレイは、一般的に、近視、老眼などの視覚障害を持たないユーザ向けに設計されている。従って、ユーザは、ディスプレイ使用時に、メガネやコンタクトレンズといった視覚障害を矯正する装置を使用する必要があり、煩わしさを感じることもある。

[0003] そこで、コンピュータが、ディスプレイのハードウェア特性を受信するステップ、ユーザの視覚障害を説明する少なくとも1つのパラメータを受信するステップ、そのディスプレイがユーザによって見られるときの状態を説明する少なくとも1つのパラメータを受信するステップ、瞳関数を算出するステップ、点像分布関数（PSF）または光伝達関数（OTF）を算出するステップ、ユーザの視覚障害を補正するために原始画像の少なくとも一部に相当する事前矯正画像を算出するステップ、および事前矯正画像をディスプレイに表現するステップを含む処理を実行する方法が考案されている（例えば、特許文献1参照）。

[0004] この方法により、視覚障害を持つユーザのディスプレイに対して、ユーザの視覚障害を補正する事前矯正画像を表示させることができる。その結果、視覚障害を持つユーザは、視覚障害を矯正する装置を使用せずに、ディスプレイを使用することができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特表2013-528115号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献 1 に記載の方法では、多数のパラメータを取得する必要があるため、処理や構成が複雑になり、処理コストや製造コストが高くなる。従って、視覚障害を持つユーザに適した画像を容易に表示させることが望まれている。

[0007] 本開示は、このような状況に鑑みてなされたものであり、視覚障害を持つユーザに適した画像を容易に表示させることができるようにするものである。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の第 1 の側面の画像処理装置は、ユーザの視覚障害によるボケが発生しないときの表示装置の使用位置である最適使用位置を取得する位置取得部と、前記位置取得部により取得された前記最適使用位置、前記表示装置の通常使用位置、および表示対象の画像に基づいて、前記通常使用位置の前記表示装置において前記ボケが発生しない視覚障害用画像を前記表示装置に表示させる表示制御部とを備える画像処理装置である。

[0009] 本開示の第 1 の側面の画像処理方法およびプログラムは、本開示の第 1 の側面の画像処理装置に対応する。

[0010] 本開示の第 1 の側面においては、ユーザの視覚障害によるボケが発生しないときの表示装置の使用位置である最適使用位置が取得され、取得された前記最適使用位置、前記表示装置の通常使用位置、および表示対象の画像に基づいて、前記通常使用位置の前記表示装置において前記ボケが発生しない視覚障害用画像が前記表示装置に表示される。

[0011] 本開示の第 2 の側面の画像処理装置は、表示装置に表示される画像においてユーザの視覚障害により発生するボケの度合を取得するボケ度合取得部と、前記ボケ度合取得部により取得された前記ボケの度合と、表示対象の画像とに基づいて、前記ボケが発生しない視覚障害用画像を前記表示装置に表示させる表示制御部とを備える画像処理装置である。

[0012] 本開示の第2の側面の画像処理方法およびプログラムは、本開示の第2の側面の画像処理装置に対応する。

[0013] 本開示の第2の側面においては、表示装置に表示される画像においてユーザの視覚障害により発生するボケの度合が取得され、取得された前記ボケの度合と、表示対象の画像とに基づいて、前記ボケが発生しない視覚障害用画像が前記表示装置に表示される。

発明の効果

[0014] 本開示の第1および第2の側面によれば、画像を表示させることができる。また、本開示の第1および第2の側面によれば、視覚障害を持つユーザに適した画像を容易に表示させることができる。

[0015] なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本開示を適用した画像処理装置としてのスマートフォンの第1実施の形態のハードウェアの構成例を示すブロック図である。

[図2]視覚障害設定画面の例を示す図である。

[図3]図1のスマートフォンの視覚障害処理部の機能的構成例を示すブロック図である。

[図4]P S Fの例を示す図である。

[図5]図1のスマートフォンの視覚障害設定処理を説明するフローチャートである。

[図6]本開示を適用した画像処理装置としてのスマートフォンの第2の実施の形態を含む情報処理システムの構成例を示すブロック図である。

[図7]図6のスマートフォンの視覚障害処理部の機能的構成例を示すブロック図である。

[図8]図6のスマートフォンの視覚障害設定処理を説明するフローチャートである。

[図9]スマートフォンの第3実施の形態の視覚障害処理部の機能的構成例を示

すブロック図である。

[図10]スマートフォンの第3実施の形態の視覚障害設定処理を説明するフローチャートである。

[図11]学習装置の構成例を示すブロック図である。

[図12]図11の学習装置の学習処理を説明するフローチャートである。

[図13]スマートフォンの第4実施の形態の視覚障害処理部の機能的構成例を示すブロック図である。

[図14]通常使用位置設定画面の例を示す図である。

[図15]最適使用位置設定画面の例を示す図である。

[図16]図13の係数生成部によるPSFの生成を説明する図である。

[図17]スマートフォンの第4実施の形態の視覚障害設定処理を説明するフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本開示を実施するための形態（以下、実施の形態という）について説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 第1実施の形態：スマートフォン（図1乃至図5）
2. 第2実施の形態：情報処理システム（図6乃至図8）
3. 第3実施の形態：スマートフォン（図9乃至図12）
4. 第4実施の形態：情報処理システム（図13乃至図17）

[0018] <第1実施の形態>

（スマートフォンの第1実施の形態のハードウェアの構成例）

図1は、本開示を適用した画像処理装置としてのスマートフォンの第1実施の形態のハードウェアの構成例を示すブロック図である。

[0019] スマートフォン10は、通信部12、音声コーデック13、カメラ部16、画像処理部17、記録再生部19、記録部20、タッチパネル21（表示装置）、制御部22を有している。これらは、バス24を介して互いに接続されている。

[0020] また、通信部12にはアンテナ11が接続されており、音声コーデック1

3には、スピーカ14とマイクロホン15が接続されている。さらに、制御部22には、電源ボタンなどの操作部23が接続されている。

[0021] スマートフォン10は、通信モード、通話モード、撮影モード、視覚障害設定モードなどの各種のモードの処理を行う。視覚障害設定モードとは、視覚障害を持たないユーザに適した表示対象の画像を、視覚障害を持つユーザに適した画像に変更して表示させるための設定を行うモードである。

[0022] スマートフォン10が通話モードの処理を行う場合、マイクロホン15で生成されたアナログの音声信号が、音声コーデック13に入力される。音声コーデック13は、アナログの音声信号をデジタルの音声データへ変換し、変換後の音声データを圧縮して、通信部12に供給する。通信部12は、圧縮後の音声データの変調処理や周波数変換処理等を行い、送信信号を生成する。そして、通信部12は、送信信号をアンテナ11に供給し、図示しない基地局へ送信する。

[0023] 通信部12はまた、アンテナ11で受信した受信信号の増幅、周波数変換処理、復調処理等を行うことにより、通話相手から送信されたデジタルの音声データを取得し、音声コーデック13に供給する。音声コーデック13は、音声データを伸張し、伸長後の音声データをアナログの音声信号へ変換して、スピーカ14に出力する。

[0024] また、スマートフォン10が通信モードの処理としてメール送信を行う場合、制御部22は、ユーザがタッチパネル21を操作することにより入力した文字を受け付け、その文字をタッチパネル21に表示する。また、制御部22は、ユーザがタッチパネル21を操作することにより入力した指示等に基づいて、メールデータを生成し、通信部12に供給する。通信部12は、メールデータの変調処理や周波数変換処理等を行い、得られた送信信号をアンテナ11から送信する。

[0025] 通信部12はまた、アンテナ11で受信した受信信号の増幅、周波数変換処理、復調処理等を行い、メールデータを復元する。このメールデータは、タッチパネル21に供給され、表示される。

- [0026] なお、スマートフォン１０は、受信したメールデータを、記録再生部１９により記録部２０に記録させることも可能である。記録部２０は、RAM(Random Access Memory)や内蔵型フラッシュメモリ等の半導体メモリ、ハードディスク、磁気ディスク、光磁気ディスク、光ディスク、USB(Universal Serial Bus)メモリ、またはメモリカード等のリムーバブルメディアである。
- [0027] スマートフォン１０が撮影モードの処理を行う場合、制御部２２は、撮影準備動作の開始指令を、カメラ部１６に供給する。カメラ部１６は、通常使用状態におけるスマートフォン１０の裏面（タッチパネル２１と対向する面）にレンズを有するバックカメラと、表面（タッチパネル２１が配置される面）にレンズを有するフロントカメラとからなる。バックカメラは、ユーザが自分以外の被写体を撮影するときに用いられ、フロントカメラは、ユーザが自分を被写体として撮影するときに用いられる。
- [0028] カメラ部１６のバックカメラまたはフロントカメラは、制御部２２から供給される撮影準備動作の開始指令に応じて、ＡＦ（測距）動作、仮撮影などの撮影準備動作を行う。制御部２２は、ユーザがタッチパネル２１を操作することにより入力した撮影指令に応じて、撮影指令をカメラ部１６に供給する。カメラ部１６は、撮影指令に応じて、本撮影を行う。仮撮影や本撮影によって撮影された撮影画像は、タッチパネル２１に供給され、表示される。また、本撮影によって撮影された撮影画像は、画像処理部１７にも供給され、画像処理部１７において符号化される。符号化の結果生成される符号化データは、記録再生部１９に供給され、記録部２０に記録される。
- [0029] スマートフォン１０が視覚障害設定モードの処理を行う場合、制御部２２は、視覚障害を持つユーザがタッチパネル２１を操作することにより入力した、タッチパネル２１に表示される画像においてユーザの視覚障害により発生するボケの度合を取得する。
- [0030] 即ち、視覚障害を持つユーザが、例えば通常の使用位置で、タッチパネル２１に表示される、視覚障害を持たないユーザに適した画像（以下、原画像という）などの、視覚障害を持つユーザに適していない画像を見る場合、ユ

ーザに見える画像にはボケが発生している。ユーザは、このボケの度合を、タッチパネル 21 を操作することにより入力し、制御部 22 は、そのボケの度合を取得する。

[0031] 制御部 22 は、記録部 20 に記録されている、ユーザにより入力可能なボケの度合のそれぞれに対応するフィルタ係数のうちの、取得されたボケの度合に対応するフィルタ係数を、記録再生部 19 に読み出させ、現在のフィルタ係数に設定する。制御部 22 は、現在のフィルタ係数を用いて、表示中の画像に対して逆フィルタ処理を行うことにより、現在の使用位置のタッチパネル 21 においてユーザの視覚障害によるボケが発生しない視覚障害用画像を生成し、タッチパネル 21 に表示させる。

[0032] 視覚障害設定モードの処理の終了後、制御部 22 は、現在のフィルタ係数を用いて、表示対象の原画像に対して逆フィルタ処理を行うことにより視覚障害用画像を生成する。そして、制御部 22 は、表示対象の原画像に代えて視覚障害用画像をタッチパネル 21 に表示させる。

[0033] また、制御部 22 は、ユーザにより操作部 23 の電源ボタンが押下された場合、スマートフォン 10 の電源をオンまたはオフにする。

[0034] 制御部 22 は、上述した処理を、例えば記録部 20 に記録されているプログラムを実行することにより行う。このプログラムは、有線または無線の伝送媒体を介して、通信部 12 で受信し、記録部 20 にインストールすることができる。その他、プログラムは、記録部 20 に、あらかじめインストールしておくことができる。

[0035] (視覚障害設定画面の例)

図 2 は、視覚障害設定モード時にタッチパネル 21 に表示される視覚障害設定画面の例を示す図である。

[0036] 図 2 の視覚障害設定画面 40 には、全面に表示対象の画像 41 が表示される。また、視覚障害設定画面 40 には、その画像 41 に重畳されて、図中上部に、水平方向の位置に応じてボケの度合を表す Blur バー 42 と、入力するボケの度合を表すつまみ 43 とが表示される。Blur バー 42 の位置は、左端

に近いほど小さいボケの度合を表し、右端に近いほど大きいボケの度合を表す。

[0037] ユーザは、視覚障害設定画面40を見ながらタッチパネル21を操作し、視覚障害設定画面40に発生しているユーザの視覚障害によるボケの度合を表すBlurバー42の位置に、つまみ43を移動させる。これにより、ボケの度合が入力される。

[0038] (視覚障害処理部の機能的構成例)

図3は、スマートフォン10が実現する、視覚障害設定モードの処理を行う視覚障害処理部の機能的構成例を示すブロック図である。

[0039] 図3の視覚障害処理部60は、ボケ度合取得部61、係数取得部62、係数記憶部63、生成部64、および表示制御部65により構成される。ボケ度合取得部61、係数取得部62、生成部64、および表示制御部65は、例えば、図1の制御部22により実現され、係数記憶部63は、例えば、記録部20により実現される。

[0040] ボケ度合取得部61は、図1のタッチパネル21からの操作信号に基づいて、ユーザが、タッチパネル21を操作して、図2の視覚障害設定画面40内のつまみ43を移動させることにより入力したボケの度合を取得し、係数取得部62に供給する。

[0041] 係数取得部62は、ボケ度合取得部61から供給されるボケの度合に基づいて、そのボケの度合に対応するフィルタ係数を係数記憶部63から読み出し、現在のフィルタ係数に設定する。係数取得部62は、現在のフィルタ係数を生成部64に供給する。係数記憶部63は、ユーザにより入力可能なボケの度合のそれぞれに対応するフィルタ係数を記憶する。

[0042] 生成部64は、係数取得部62から供給されるフィルタ係数を用いて、表示中の画像41に対してウィナーフィルタ処理などの逆フィルタ処理を行うことにより、視覚障害用画像を生成する。表示対象の画像に対する視覚障害用画像がまだ生成されていない場合、表示中の画像は原画像であり、表示対象の画像に対する視覚障害用画像が既に生成されている場合、表示中の画像

は、表示対象の画像に対して前回生成された視覚障害用画像である。生成部 64 は、生成された視覚障害用画像を表示制御部 65 に供給する。

[0043] 表示制御部 65 は、視覚障害設定画面 40 をタッチパネル 21 に表示させる。また、表示制御部 65 は、生成部 64 により生成された視覚障害用画像をタッチパネル 21 に供給し、視覚障害設定画面 40 の画像 41 として表示させる。

[0044] (フィルタ係数とウィナーフィルタ処理の説明)

ユーザが入力可能なボケの度合のそれぞれに対応するフィルタ係数は、そのボケを表す P S F (Point Spread Function) (点広がり関数) に基づいて生成される。

[0045] 図 4 は、ユーザが入力可能なボケの度合それぞれのボケを表す P S F の例を示す図である。

[0046] 図 4 の例では、ユーザが入力可能なボケの度合の種類が、軽度、中度、および重度の 3 種類である。図 4 の A は、軽度のボケの P S F を示し、図 4 の B は、中度のボケの P S F を示し、図 4 の C は、重度のボケの P S F を示す。図 4 の A 乃至図 4 の C に示すように、ボケの度合が軽いほど、P S F の σ は小さい。

[0047] 各ボケの度合に対応するフィルタ係数は、具体的には、そのボケの度合に対応する P S F の FFT (Fast Fourier Transform) 処理後の値を用いて、以下の式 (1) により生成される。

[0048] [数1]

$$\text{Coef} = \text{conj}(H) / (H^* \text{Conj}(H) + \alpha) \quad \cdots (1)$$

[0049] なお、式 (1) において、Coef は、ウィナーフィルタ処理のフィルタ係数であり、H は、FFT 処理後の P S F である。式 (1) によれば、P S F が表すボケが発生している画像からボケを除去するウィナーフィルタ処理のフィルタ係数を生成することができる。

[0050] 生成部 64 は、表示中の画像に対して FFT 処理を行い、ユーザにより入力されたボケの度合に対応するフィルタ係数を用いて、以下の式 (2) により、F

FT処理後の表示中の画像に対してウィナーフィルタ処理（逆畳み込み）を行う。

[0051] [数2]

$$F' = \text{Coef} * F \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

[0052] なお、式（2）において、Coefは、ユーザにより入力されたボケの度合に対応するフィルタ係数であり、Fは、FFT処理後の表示中の画像である。

[0053] 式（2）によれば、表示中の画像に発生している、PSFが表すボケを除去することができる。しかしながら、実際には、表示中の画像にPSFが表すボケは発生しておらず、視覚障害を持つユーザに、あたかも表示中の画像にPSFが表すボケが発生しているように見えるだけである。従って、式（2）によれば、表示中の画像にPSFが表すボケが発生しているように見える視覚障害を持つユーザに、PSFが表すボケが発生していないように見える視覚障害用画像のFFT処理後の値を求めることができる。

[0054] 生成部64は、ウィナーフィルタ処理の結果得られるFFT処理後の視覚障害用画像に対してIFFT（Inverse Fast Fourier transform）処理を行い、視覚障害用画像を生成する。このようにして生成された視覚障害用画像は、ユーザにより入力されたボケの度合が重いほど、大きいボケを有する。

[0055] （スマートフォンの処理の説明）

図5は、図1のスマートフォン10の視覚障害設定処理を説明するフローチャートである。この視覚障害設定処理は、例えば、ユーザがタッチパネル21を操作することにより、視覚障害設定モードの開始を指令したとき、開始される。

[0056] ステップS11において、スマートフォン10の表示制御部65（図3）は、視覚障害設定画面40を生成してタッチパネル21に供給することにより、視覚障害設定画面40の表示を開始させる。このとき、視覚障害設定画面40に表示される画像41は、現在表示中の画像であってもよいし、所定の視覚障害設定処理用の画像であってもよい。

[0057] ステップS12において、ボケ度合取得部61は、タッチパネル21から

の操作信号に基づいて、ユーザが、タッチパネル 21 を操作し、視覚障害設定画面 40 内のつまみ 43 を移動させることにより、ボケの度合を入力したかどうかを判定する。

[0058] ステップ S 12 でユーザがまだボケの度合を入力していないと判定された場合、ボケ度合取得部 61 は、ボケの度合が入力されるまで待機する。一方、ステップ S 12 でユーザがボケの度合を入力したと判定された場合、処理はステップ S 13 に進む。

[0059] ステップ S 13 において、ボケ度合取得部 61 は、ユーザが入力したボケの度合を取得し、係数取得部 62 に供給する。ステップ S 14 において、係数取得部 62 は、ボケ度合取得部 61 から供給されるボケの度合に基づいて、そのボケの度合に対応するフィルタ係数を係数記憶部 63 から読み出し、現在のフィルタ係数に設定する。係数取得部 62 は、現在のフィルタ係数を生成部 64 に供給する。

[0060] ステップ S 15 において、生成部 64 は、係数取得部 62 から供給されるフィルタ係数を用いて、表示中の画像 41 に対してウィナーフィルタ処理を行うことにより、視覚障害用画像を生成する。生成部 64 は、生成された視覚障害用画像を表示制御部 65 に供給する。

[0061] ステップ S 16 において、表示制御部 65 は、生成部 64 により生成された視覚障害用画像をタッチパネル 21 に供給し、視覚障害設定画面 40 の画像 41 として表示させる。

[0062] ステップ S 17 において、スマートフォン 10 の制御部 22 (図 1) は、視覚障害設定処理を終了するかどうか、例えば、ユーザがタッチパネル 21 を操作することにより視覚障害設定モードの終了を指令したかどうかを判定する。

[0063] ステップ S 17 で視覚障害設定処理を終了しないと判定された場合、処理は、ステップ S 12 に戻り、視覚障害設定処理を終了すると判定するまで、ステップ S 12 乃至 S 17 の処理が繰り返される。

[0064] 一方、ステップ S 17 で視覚障害設定処理を終了すると判定された場合、

ステップS 18において、表示制御部65は、タッチパネル21に視覚障害設定画面40の表示を終了させ、処理は終了する。視覚障害設定処理後、制御部22は、現在のフィルタ係数を用いて表示対象の原画像に対してウィナーフィルタ処理を行うことにより、視覚障害用画像を生成し、表示対象の原画像の代わりにタッチパネル21に供給して表示させる。

[0065] 以上のように、スマートフォン10は、タッチパネル21に表示される画像においてユーザの視覚障害により発生するボケの度合を取得し、そのボケの度合と表示中の画像とに基づいて視覚障害用画像を生成する。従って、視覚障害用画像を生成するために多数のパラメータを取得する必要がある場合に比べて、視覚障害を持つユーザに適した画像を容易に表示させることができる。その結果、スマートフォン10の処理コストや製造コストが削減され、製品化へのハードルが低くなる。

[0066] また、スマートフォン10は、ユーザにより入力されたボケの度合に対応するPSFに基づいて生成されたフィルタ係数を用いて、そのPSFが表すボケが実際には発生していない表示中の画像から、そのボケを除去するウィナーフィルタ処理を行うことにより、視覚障害用画像を生成する。従って、視覚障害によるボケを同定する機構に基づいて視覚障害用画像を生成する場合に比べて、シンプルなアーキテクチャで視覚障害用画像を生成することができる。また、視覚障害によるボケの発生に想定外のパラメータが寄与した場合であっても、高精度な視覚障害用画像を生成することができる。

[0067] これに対して、視覚障害によるボケを同定する機構に基づいて視覚障害用画像を生成する場合、視覚障害によるボケの発生に想定外のパラメータが寄与すると、視覚障害用画像に誤差が発生し、表示中の画像よりも画質が低下することがある。

[0068] さらに、スマートフォン10では、ユーザが表示中の画像に対するボケの度合を入力することにより、視覚障害用画像を生成することができる。従って、表示対象の画像に対して前回生成された視覚障害用画像の精度が良くない場合であっても、その視覚障害用画像に対して再度ボケの度合を入力する

ことにより、高精度の視覚障害用画像を生成することができる。

[0069] また、スマートフォン10において、視覚障害用画像の生成のためにユーザが入力する必要のあるパラメータは、ボケの度合であるため、ユーザは、直感的にパラメータの入力を行うことができる。

[0070] なお、第1実施の形態では、スマートフォン10が備える記録部20にフィルタ係数が記憶されたが、スマートフォン10の外部のサーバなどにフィルタ係数が記憶されるようにしてもよい。

[0071] <第2実施の形態>

(スマートフォンの第2実施の形態を含む情報処理システムの構成例)

図6は、本開示を適用した画像処理装置としてのスマートフォンの第2の実施の形態を含む情報処理システムの構成例を示すブロック図である。

[0072] 図6の情報処理システム80は、スマートフォン81とサーバ82がネットワーク83により接続されている。情報処理システム80では、スマートフォン81が、ユーザが入力可能なボケの度合のそれぞれに対応するフィルタ係数を予め記憶しているのではなく、ユーザによりボケの度合が入力されたときに、そのボケの度合に対応するフィルタ係数を生成する。

[0073] 具体的には、情報処理システム80のスマートフォン81は、視覚障害設定モードの処理を行う場合、視覚障害を持つユーザにより入力されたボケの度合を取得する。スマートフォン81は、取得されたボケの度合を、ネットワーク83を介してサーバ82に送信する。スマートフォン81は、ボケの度合の送信に応じてサーバ82から送信されてくる、そのボケの度合に対応するPSFを受信する。スマートフォン81は、受信されたPSFに基づいてフィルタ係数を生成し、現在のフィルタ係数に設定する。スマートフォン81は、現在のフィルタ係数を用いて、表示中の画像に対して逆フィルタ処理を行うことにより、視覚障害用画像を生成し、表示する。

[0074] また、視覚障害設定モードの処理の終了後、スマートフォン81は、現在のフィルタ係数を用いて、表示対象の原画像に対して逆フィルタ処理を行うことにより視覚障害用画像を生成する。そして、スマートフォン81は、表

示対象の原画像に代えて視覚障害用画像を表示する。

[0075] なお、スマートフォン 8 1 の視覚障害設定モードの処理以外の処理は、スマートフォン 1 0 と同様であるため、説明は省略する。

[0076] サーバ 8 2 は、スマートフォン 8 1 のユーザが入力可能なボケの度合のそれぞれに対応する P S F を記憶する。サーバ 8 2 は、スマートフォン 8 1 から送信されてくるボケの度合を受信する。サーバ 8 2 は、受信されたボケの度合に対応する P S F を読み出し、スマートフォン 8 1 に送信する。

[0077] なお、スマートフォン 8 1 の構成は、視覚障害処理部の機能的構成を除いて、図 1 のスマートフォン 1 0 と同一である。従って、以下では、図 1 のスマートフォン 1 0 のハードウェアの各ブロックを、スマートフォン 8 1 のハードウェアの各ブロックとしても用いて説明する。

[0078] (視覚障害処理部の機能的構成例)

図 7 は、スマートフォン 8 1 が実現する視覚障害処理部の機能的構成例を示すブロック図である。

[0079] 図 7 に示す構成のうち、図 3 の構成と同じ構成には同じ符号を付してある。重複する説明については適宜省略する。

[0080] 図 7 の視覚障害処理部 1 0 0 の構成は、係数取得部 6 2、係数記憶部 6 3 の代わりに、送信部 1 0 1、受信部 1 0 2、係数生成部 1 0 3 が設けられる点が、図 3 の視覚障害処理部 6 0 の構成と異なる。送信部 1 0 1 と受信部 1 0 2 は、例えば、通信部 1 2 により実現され、係数生成部 1 0 3 は、例えば、制御部 2 2 により実現される。

[0081] 視覚障害処理部 1 0 0 の送信部 1 0 1 は、ボケ度合取得部 6 1 により取得されたボケの度合の変調処理や周波数変換処理等を行い、送信信号を生成する。送信部 1 0 1 は、その送信信号を、アンテナ 1 1、図示しない基地局、ネットワーク 8 3 等を介して、サーバ 8 2 に送信する。

[0082] 受信部 1 0 2 は、ボケの度合の送信に応じて、ネットワーク 8 3、図示しない基地局、アンテナ 1 1 等を介して、サーバ 8 2 から送信されてくる、そのボケの度合に対応する P S F の受信信号を受信する。受信部 1 0 2 は、そ

の受信信号の増幅、周波数変換処理、復調処理等を行うことにより、P S Fを取得し、係数生成部 1 0 3 に供給する。

[0083] 係数生成部 1 0 3 は、受信部 1 0 2 から供給される P S F に基づいて、上述した式 (1) によりフィルタ係数を生成する。係数生成部 1 0 3 は、生成されたフィルタ係数を現在のフィルタ係数に設定し、生成部 6 4 に供給する。

[0084] (スマートフォンの処理の説明)

図 8 は、図 6 のスマートフォン 8 1 の視覚障害設定処理を説明するフローチャートである。この視覚障害設定処理は、例えば、ユーザがタッチパネル 2 1 を操作することにより、視覚障害設定モードの開始を指令したとき、開始される。

[0085] ステップ S 3 1 乃至 S 3 3 の処理は、図 5 のステップ S 1 1 乃至 S 1 3 の処理と同様であるので、説明は省略する。

[0086] ステップ S 3 4 において、送信部 1 0 1 は、ボケ度合取得部 6 1 により取得されたボケの度合の変調処理や周波数変換処理等を行って送信信号を生成し、アンテナ 1 1、図示しない基地局、ネットワーク 8 3 等を介して、サーバ 8 2 に送信する。

[0087] ステップ S 3 5 において、受信部 1 0 2 は、ボケの度合の送信に応じて、ネットワーク 8 3、図示しない基地局、アンテナ 1 1 等を介して、サーバ 8 2 から送信されてくる、そのボケの度合に対応する P S F の受信信号を受信する。受信部 1 0 2 は、その受信信号の増幅、周波数変換処理、復調処理等を行うことにより、P S F を取得し、係数生成部 1 0 3 に供給する。

[0088] ステップ S 3 6 において、係数生成部 1 0 3 は、受信部 1 0 2 から供給される P S F に基づいて、上述した式 (1) によりフィルタ係数を生成する。係数生成部 1 0 3 は、生成されたフィルタ係数を現在のフィルタ係数に設定し、生成部 6 4 に供給する。

[0089] ステップ S 3 7 乃至 S 4 0 の処理は、図 5 のステップ S 1 5 乃至 S 1 8 の処理と同様であるので、説明は省略する。

[0090] 以上のように、スマートフォン 8 1 は、タッチパネル 2 1 に表示される画像においてユーザの視覚障害により発生するボケの度合を取得し、そのボケの度合と表示中の画像とに基づいて視覚障害用画像を生成する。従って、視覚障害用画像を生成するために多数のパラメータを取得する必要がある場合に比べて、視覚障害を持つユーザに適した画像を容易に表示させることができる。

[0091] また、スマートフォン 8 1 は、ボケの度合に対応する P S F に基づいてフィルタ係数を生成するので、フィルタ係数を保持する必要がある。

[0092] <第 3 実施の形態>

(スマートフォンの第 3 実施の形態の視覚障害処理部の機能的構成例)

本開示を適用した画像処理装置としてのスマートフォンの第 3 実施の形態の構成は、視覚障害処理部の機能的構成を除いて、図 1 のスマートフォン 1 0 と同一である。従って、以下では、図 1 のスマートフォン 1 0 のハードウェアの各ブロックを、スマートフォンの第 3 実施の形態のハードウェアの各ブロックとしても用いて説明する。

[0093] 図 9 は、スマートフォンの第 3 実施の形態の視覚障害処理部の機能的構成例を示すブロック図である。

[0094] 図 9 に示す構成のうち、図 3 の構成と同じ構成には同じ符号を付してある。重複する説明については適宜省略する。

[0095] 図 9 の視覚障害処理部 1 2 0 は、ボケ度合取得部 6 1、表示制御部 6 5、クラスタップ抽出部 1 2 1、クラス分類部 1 2 2、係数記憶部 1 2 3、係数取得部 1 2 4、予測タップ抽出部 1 2 5、および生成部 1 2 6 により構成される。クラスタップ抽出部 1 2 1、クラス分類部 1 2 2、係数取得部 1 2 4、予測タップ抽出部 1 2 5、および生成部 1 2 6 は、例えば、制御部 2 2 により実現され、係数記憶部 1 2 3 は、例えば記録部 2 0 により実現される。視覚障害処理部 1 2 0 は、ウィナーフィルタ処理ではなく、クラス分類適応処理により、表示中の画像から視覚障害用画像を生成する。

[0096] 具体的には、視覚障害処理部 1 2 0 のクラスタップ抽出部 1 2 1 は、予測

する視覚障害用画像の各画素を順に注目画素とする。クラスタップ抽出部 1 2 1 は、表示中の画像から、注目画素の各画素の画素値を 1 以上のクラスのうちのいずれかのクラスにクラス分けするクラス分類を行うために用いる 1 以上の画素値を、クラスタップとして取得する。そして、クラスタップ抽出部 1 2 1 は、クラスタップをクラス分類部 1 2 2 に供給する。

[0097] クラス分類部 1 2 2 は、クラスタップ抽出部 1 2 1 から供給されるクラスタップに基づいて、注目画素の画素値をクラス分類する。クラス分類部 1 2 2 は、その結果得られるクラスを係数取得部 1 2 4 に供給する。

[0098] クラス分類を行う方法としては、例えば、ADRC(Adaptive Dynamic Range Coding)を用いる方法を採用することができる。この場合、クラスタップを構成する画素値がADRC処理され、その結果得られる再量子化コードにしたがって、注目画素のクラスが決定される。

[0099] クラス分類を行う方法としては、ADRCを用いる方法の他に、DCT(Discrete Cosine Transform), VQ(Vector Quantization), DPCM (differential pulse code modulation) などのデータ圧縮方式を応用し、データ圧縮した結果のデータ量をクラスとする方法などを用いることもできる。

[0100] 係数記憶部 1 2 3 は、図 1 1 および図 1 2 を参照して後述する学習によって求められたクラスおよびボケの度合ごとの予測係数をフィルタ係数として記憶する。係数取得部 1 2 4 は、クラス分類部 1 2 2 から供給されるクラスおよびボケ度合取得部 6 1 により取得されたボケの度合に対応する予測係数を、係数記憶部 1 2 3 から読み出し、生成部 1 2 6 に供給する。

[0101] 予測タップ抽出部 1 2 5 は、表示中の画像から、注目画素の画素値を予測するために用いる 1 以上の画素値を予測タップとして取得する。そして、予測タップ抽出部 1 2 5 は、予測タップを生成部 1 2 6 に供給する。

[0102] 生成部 1 2 6 は、予測タップ抽出部 1 2 5 から供給される予測タップに対して、係数取得部 1 2 4 から供給される予測係数を用いて、注目画素の画素値の真値の予測値を求める所定の予測演算をフィルタ処理として行う。これにより、生成部 1 2 6 は、注目画素の画素値の予測値を、視覚障害用画像の

注目画素の画素値として生成し、表示制御部 65 に供給する。

[0103] (予測演算の説明)

次に、図 9 の生成部 126 における所定の予測演算と、その予測演算に用いられる予測係数の学習について説明する。

[0104] いま、所定の予測演算として、例えば、線形 1 次予測演算を採用することとすると、視覚障害用画像の各画素の画素値 y は、次の線形 1 次式によって求められることになる。

[0105] [数3]

$$y = \sum_{i=1}^n W_i x_i \quad \cdot \cdot \cdot (3)$$

[0106] なお、式 (3) において、 x_i は、画素値 y についての予測タップを構成する画素値のうちの i 番目の画素値を表し、 W_i は、その i 番目の画素値と乗算される i 番目の予測係数を表す。また、 n は、予測タップを構成する画素値の数を表している。これらのことは、後述する式においても同様である。

[0107] また、第 k サンプルの視覚障害用画像の画素の画素値の予測値を y_k' と表すと、予測値 y_k' は以下の式 (4) で表される。

[0108] [数4]

$$y_k' = W_1 \times x_{k1} + W_2 \times x_{k2} + \cdots + W_n \times x_{kn} \quad \cdot \cdot \cdot (4)$$

[0109] なお、式 (4) において、 x_{ki} は、予測値 y_k' の真値についての予測タップを構成する画素値のうちの i 番目の画素値を表している。このことは、後述する式においても同様である。

[0110] また、予測値 y_k' の真値を y_k と表すと、予測誤差 e_k は、以下の式 (5) で表される。

[0111] [数5]

$$e_k = y_k - \{W_1 \times x_{k1} + W_2 \times x_{k2} + \cdots + W_n \times x_{kn}\} \quad \cdot \cdot \cdot (5)$$

[0112] 式 (5) の予測誤差 e_k を 0 とする予測係数 W_i が、真値 y_k を予測するのに最適なものとなるが、学習用のサンプルの数が n より小さい場合は、予測係数

W_i は一意に定まらない。

[0113] そこで、予測係数 W_i が最適なものであることを表す規範として、例えば、最小自乗法を採用することとすると、最適な予測係数 W_i は、以下の式（６）で表される自乗誤差の総和 E を最小にすることで求めることができる。

[0114] [数6]

$$E = \sum_{k=1}^m e_k^2 \quad \cdot \cdot \cdot (6)$$

[0115] 式（６）の自乗誤差の総和 E の最小値（極小値）は、以下の式（７）に示すように、総和 E を予測係数 W_i で偏微分したものを０とする W_i によって与えられる。

[0116] [数7]

$$\frac{\partial E}{\partial W_i} = \sum_{k=1}^m 2 \left(\frac{\partial e_k}{\partial W_i} \right) e_k = \sum_{k=1}^m 2 \times k_i \cdot e_k = 0 \quad \cdot \cdot \cdot (7)$$

[0117] 以下の式（８）および式（９）に示すように X_{ji} と Y_i を定義すると、式（７）は、以下の式（１０）のように行列式の形で表すことができる。

[0118] [数8]

$$X_{ij} = \sum_{k=1}^m x_{ki} \times x_{kj} \quad \cdot \cdot \cdot (8)$$

[数9]

$$Y_i = \sum_{k=1}^m x_{ki} \times y_k \quad \cdot \cdot \cdot (9)$$

[数10]

$$\begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n1} & \cdots & X_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix} \quad \cdot \cdot \cdot (10)$$

[0119] 式（１０）の正規方程式は、視覚障害用画像の各画素の画素値の予測値 y_k

' の真値 y_k 、その画素に対応する予測タップを構成する画素値 x_{ki} 、および予測係数 W_i の関係を示す式である。式 (10) の正規方程式は、例えば、掃き出し法 (Gauss-Jordan の消去法) などの一般的な行列解法を用いることにより、予測係数 W_i について解くことができる。

[0120] 以上により、クラスおよびボケの度合ごとの最適な予測係数 W_i の学習は、式 (10) の正規方程式をクラスおよびボケの度合ごとにたてて解くことにより行うことができる。

[0121] なお、画素値 y は、式 (3) に示した線形 1 次式ではなく、2 次以上の高次の式によって求められるようにすることも可能である。

[0122] (スマートフォンの処理の説明)

図 10 は、スマートフォンの第 3 実施の形態の視覚障害設定処理を説明するフローチャートである。この視覚障害設定処理は、例えば、ユーザがタッチパネル 21 を操作することにより、視覚障害設定モードの開始を指令したとき、開始される。

[0123] 図 10 のステップ S51 乃至 S53 の処理は、図 5 のステップ S11 乃至 S13 の処理と同様であるので、説明は省略する。

[0124] ステップ S54 において、視覚障害処理部 120 のクラスタップ抽出部 121 は、予測する視覚障害用画像の画素のうちの、まだ注目画素とされていない画素を注目画素に決定する。

[0125] ステップ S55 において、予測タップ抽出部 125 は、表示対象の画像から、注目画素の画素値を予測するために用いる 1 以上の画素値を予測タップとして取得する。そして、予測タップ抽出部 125 は、予測タップを生成部 126 に供給する。

[0126] ステップ S56 において、クラスタップ抽出部 121 は、表示対象の画像から、注目画素の画素値をクラス分類するために用いる 1 以上の画素値を、クラスタップとして取得する。そして、クラスタップ抽出部 121 は、クラスタップをクラスタップ抽出部 121 に供給する。

[0127] ステップ S57 において、クラス分類部 122 は、クラスタップ抽出部 1

21から供給されるクラスタップに基づいて、注目画素の画素値をクラス分類する。クラス分類部122は、その結果得られるクラスを係数取得部124に供給する。

[0128] ステップS58において、係数取得部124は、係数記憶部123に記憶されている予測係数のうちの、クラス分類部122から供給されるクラスおよびボケ度合取得部61により取得されたボケの度合に対応する予測係数を読み出す。そして、係数取得部124は、読み出された予測係数を生成部126に供給する。

[0129] ステップS59において、生成部126は、予測タップ抽出部125から供給される予測タップと、係数取得部124から供給される予測係数とを用いて、上述した式(3)の演算を所定の予測演算として行う。これにより、生成部126は、注目画素の画素値の予測値を、視覚障害用画像の注目画素の画素値として生成し、表示制御部65に供給する。

[0130] ステップS60において、予測タップ抽出部125は、視覚障害用画像の全ての画素を注目画素としたかどうかを判定する。ステップS60で視覚障害用画像の全ての画素をまだ注目画素としていないと判定された場合、処理はステップS54に戻り、視覚障害用画像の全ての画素を注目画素とするまで、ステップS54乃至S60の処理を繰り返す。

[0131] 一方、ステップS60で視覚障害用画像の全ての画素を注目画素としたと判定された場合、処理はステップS61に進む。

[0132] ステップS61乃至S63の処理は、図5のステップS16乃至S18の処理と同様であるので、説明は省略する。

[0133] 以上のように、スマートフォンの第3実施の形態は、タッチパネル21に表示される画像においてユーザの視覚障害により発生するボケの度合を取得し、そのボケの度合と表示中の画像とに基づいて視覚障害用画像を生成する。従って、視覚障害用画像を生成するために多数のパラメータを取得する必要がある場合に比べて、視覚障害を持つユーザに適した画像を容易に表示させることができる。

[0134] (学習装置の構成例)

図 1 1 は、図 9 の係数記憶部 1 2 3 に記憶される予測係数を学習する学習装置 1 4 0 の構成例を示すブロック図である。

[0135] 図 1 1 の学習装置 1 4 0 は、学習対記憶部 1 4 1、クラスタップ抽出部 1 4 2、クラス分類部 1 4 3、予測タップ抽出部 1 4 4、正規方程式生成部 1 4 5、係数生成部 1 4 6、係数記憶部 1 4 7 により構成される。

[0136] 学習装置 1 4 0 の学習対記憶部 1 4 1 は、予測係数の学習に用いられる学習用の画像として、ボケの度合ごとに生徒画像と教師画像のペアを記憶する。ここでは、生徒画像として、スマートフォンの第 3 実施の形態において表示対象の画像とされる原画像に対応する画像が用いられる。また、教師画像として、生徒画像から生成されるボケの度合ごとの理想的な視覚障害用画像、即ち図 9 の生成部 1 2 6 によりボケの度合ごとに生成される視覚障害用画像に対応する画像が用いられる。

[0137] 学習対記憶部 1 4 1 は、記憶しているペアごとに、そのペアの生徒画像をクラスタップ抽出部 1 4 2 と予測タップ抽出部 1 4 4 に供給し、教師画像を正規方程式生成部 1 4 5 に供給する。

[0138] クラスタップ抽出部 1 4 2 は、学習対記憶部 1 4 1 から供給される生徒画像とペアを構成する教師画像の各画素を順に注目画素とする。クラスタップ抽出部 1 4 2 は、図 9 のクラスタップ抽出部 1 2 1 と同様に、生徒画像から注目画素の画素値をクラス分類するために用いる 1 以上の画素値を、クラスタップとして取得し、クラス分類部 1 4 3 に供給する。

[0139] クラス分類部 1 4 3 は、図 9 のクラス分類部 1 2 2 と同様に、クラスタップ抽出部 1 4 2 から供給されるクラスタップに基づいて、注目画素の画素値をクラス分類し、その結果得られるクラスを正規方程式生成部 1 4 5 に供給する。

[0140] 予測タップ抽出部 1 4 4 は、図 9 の予測タップ抽出部 1 2 5 と同様に、学習対記憶部 1 4 1 から供給される生徒画像から、注目画素の画素値を予測するために用いる 1 以上の画素値を予測タップとして取得し、正規方程式生成

部 1 4 5 に供給する。

[0141] 正規方程式生成部 1 4 5 は、学習対記憶部 1 4 1 から供給される教師画像の注目画素の画素値と、予測タップ抽出部 1 4 4 から供給される予測タップとを対象とした足し込みを、注目画素を含む教師画像に対応するボケの度合およびクラス分類部 1 4 3 からのクラスごとに行う。

[0142] 具体的には、正規方程式生成部 1 4 5 は、注目画素の予測タップの各画素値を、上述した式 (8) の x_{ki} および x_{kj} ($i, j=1, 2, \dots, n$) として、クラスおよびボケの度合ごとに、上述した式 (10) の左辺の行列における X_{ij} を演算する。また、正規方程式生成部 1 4 5 は、注目画素の画素値を、上述した式 (9) の y_k として、画素値 x_{ki} を用いて、クラスおよびボケの度合ごとに、上述した式 (10) の右辺の行列における Y_i を演算する。そして、正規方程式生成部 1 4 5 は、全ての教師画像の全ての画素を注目画素として足し込みを行うことにより生成された、クラスおよびボケの度合ごとの上述した式 (10) の正規方程式を、係数生成部 1 4 6 に供給する。

[0143] 係数生成部 1 4 6 は、正規方程式生成部 1 4 5 から供給されるクラスおよびボケの度合ごとの正規方程式を解くことにより、クラスおよびボケの度合ごとに、最適な予測係数を求めて係数記憶部 1 4 7 に供給する。係数記憶部 1 4 7 は、係数生成部 1 4 6 から供給されるクラスおよびボケの度合ごとの予測係数を記憶する。このクラスおよびボケの度合ごとの予測係数は、図 9 の係数記憶部 1 2 3 に記憶される。

[0144] (学習装置の処理の説明)

図 1 2 は、図 1 1 の学習装置 1 4 0 の学習処理を説明するフローチャートである。

[0145] 図 1 2 のステップ S 7 1 において、学習装置 1 4 0 の学習対記憶部 1 4 1 は、記憶している生徒画像と教師画像のペアのうちの、まだ読み出されていないペアを読み出す。学習対記憶部 1 4 1 は、読み出された生徒画像をクラスタップ抽出部 1 4 2 と予測タップ抽出部 1 4 4 に供給し、教師画像を正規方程式生成部 1 4 5 に供給する。

- [0146] ステップS 7 2において、クラスタップ抽出部 1 4 2は、学習対記憶部 1 4 1から供給される生徒画像とペアを構成する教師画像の画素のうちの、まだ注目画素とされていない画素を注目画素に決定する。
- [0147] ステップS 7 3において、クラスタップ抽出部 1 4 2は、学習対記憶部 1 4 1から供給される生徒画像から注目画素のクラスタップを取得し、クラス分類部 1 4 3に供給する。ステップS 7 4において、予測タップ抽出部 1 4 4は、学習対記憶部 1 4 1から供給される生徒画像から注目画素の予測タップを取得し、正規方程式生成部 1 4 5に供給する。
- [0148] ステップS 7 5において、クラス分類部 1 4 3は、クラスタップ抽出部 1 4 2から供給されるクラスタップに基づいて注目画素をクラス分類し、その結果得られるクラスを正規方程式生成部 1 4 5に供給する。
- [0149] ステップS 7 6において、正規方程式生成部 1 4 5は、学習対記憶部 1 4 1から供給される教師画像のうちの注目画素の画素値と、予測タップ抽出部 1 4 4から供給される予測タップとを対象とした足し込みを、クラス分類部 1 4 3からのクラスおよび注目画素を含む教師画像に対応するボケの度合ごとに行う。
- [0150] ステップS 7 7において、正規方程式生成部 1 4 5は、教師画像の全ての画素を注目画素としたかどうかを判定する。ステップS 7 7で教師画像の全ての画素をまだ注目画素としていないと判定された場合、処理はステップS 7 2に戻り、全ての画素を注目画素とするまで、ステップS 7 2乃至S 7 7の処理が繰り返される。
- [0151] 一方、ステップS 7 7で教師画像の全ての画素を注目画素としたと判定された場合、処理はステップS 7 8に進む。ステップS 7 8において、正規方程式生成部 1 4 5は、学習対記憶部 1 4 1に記憶されている全てのペアを読み出したかどうかを判定する。
- [0152] ステップS 7 8でまだ全てのペアを読み出していないと判定された場合、処理はステップS 7 1に戻り、全てのペアを読み出すまで、ステップS 7 1乃至S 7 8の処理が繰り返される。

- [0153] 一方、ステップS 7 8で全てのペアを読み出したと判定された場合、正規方程式生成部1 4 5は、ステップS 7 6で足し込みを行うことにより生成された、クラスおよびボケの度合ごとの式(10)の正規方程式を、係数生成部1 4 6に供給する。
- [0154] そして、ステップS 7 9において、係数生成部1 4 6は、正規方程式生成部1 4 5から供給されるクラスおよびボケの度合ごとの式(10)の正規方程式を解き、クラスおよびボケの度合ごとの最適な予測係数を求める。ステップS 8 0において、係数生成部1 4 6は、求められたクラスおよびボケの度合ごとの最適な予測係数を、係数記憶部1 4 7に供給して記憶させる。そして処理は終了する。
- [0155] なお、上述した説明では、ボケの度合ごとに、生徒画像と教師画像のペアが記憶されるようにしたが、生徒画像と、その生徒画像に対応する各ボケの度合の教師画像とのペアが記憶されるようにしてもよい。即ち、生徒画像は、全てのボケの度合で共通なので、全てのボケの度合に対して1つだけ記憶されるようにしてもよい。
- [0156] また、第1乃至第3実施の形態では、視覚障害設定画面40の画像41に対して視覚障害用画像が生成され、画像41として表示されたが、視覚障害設定画面40に対して視覚障害用画像が生成され、視覚障害設定画面40として表示されるようにしてもよい。この場合、ユーザの視覚障害によってBlurバー42とつまみ43に対して発生するボケも除去することができる。
- [0157] <第4実施の形態>
- (スマートフォンの第4実施の形態の視覚障害処理部の機能的構成例)
- 本開示を適用した画像処理装置としてのスマートフォンの第4実施の形態の構成は、視覚障害処理部の機能的構成を除いて、図1のスマートフォン10と同一である。従って、以下では、図1のスマートフォン10のハードウェアの各ブロックを、スマートフォンの第4実施の形態のハードウェアの各ブロックとしても用いて説明する。
- [0158] 図13は、スマートフォンの第4実施の形態の視覚障害処理部の機能的構

成例を示すブロック図である。

- [0159] 図 1 3 に示す構成のうち、図 3 の構成と同じ構成には同じ符号を付してある。重複する説明については適宜省略する。
- [0160] 図 1 3 の視覚障害処理部 1 6 0 の構成は、ボケ度合取得部 6 1 の代わりに位置取得部 1 6 1 が設けられる点、係数取得部 6 2 および係数記憶部 6 3 の代わりに係数生成部 1 6 2 が設けられる点、および、表示制御部 6 5 の代わりに表示制御部 1 6 3 が設けられるが、図 3 の視覚障害処理部 6 0 の構成と異なる。位置取得部 1 6 1、係数生成部 1 6 2、および表示制御部 1 6 3 は、例えば、制御部 2 2 により実現される。
- [0161] 視覚障害処理部 1 6 0 は、ボケの度合に対応する P S F ではなく、ユーザの視覚障害によるボケが発生しないときのタッチパネル 2 1 の使用位置である最適使用位置と、ユーザのタッチパネル 2 1 の通常使用位置とに基づいて、フィルタ係数を生成する。
- [0162] 具体的には、位置取得部 1 6 1 は、タッチパネル 2 1 から、ユーザがタッチパネル 2 1 を操作することにより入力した視覚障害設定モードの開始指令を表す操作信号を取得する。位置取得部 1 6 1 は、その操作信号に応じて、カメラ部 1 6 のフロントカメラに撮影準備動作の開始指令を供給し、撮影準備動作を開始させる。
- [0163] 位置取得部 1 6 1 は、タッチパネル 2 1 から、ユーザがタッチパネル 2 1 を操作することにより入力した撮影指令（シャッタ指令）を表す操作信号を取得する。位置取得部 1 6 1 は、その操作信号に応じて、カメラ部 1 6 のフロントカメラから、A F 動作により得られた被写体とカメラ部 1 6 との距離を、最適使用位置を表す最適使用位置情報または通常使用位置を表す通常使用位置情報として取得する。位置取得部 1 6 1 は、取得された最適使用位置情報と通常使用位置情報を係数生成部 1 6 2 に供給する。
- [0164] 係数生成部 1 6 2 は、位置取得部 1 6 1 から供給される最適使用位置情報と通常使用位置情報に基づいて、ユーザの視覚障害によるボケを表す P S F を生成する。係数生成部 1 6 2 は、生成された P S F に基づいて、上述した

式（１）によりフィルタ係数を生成する。係数生成部１６２は、生成されたフィルタ係数を現在のフィルタ係数に設定し、生成部６４に供給する。

[0165] 表示制御部１６３は、通常使用位置情報を設定するための通常使用位置設定画面と最適使用位置情報を設定するための最適使用位置設定画面を、タッチパネル２１に表示させる。また、表示制御部１６３は、生成部６４から供給される視覚障害用画像をタッチパネル２１に表示させる。

[0166] （通常使用位置設定画面の例）

図１４は、通常使用位置設定画面の例を示す図である。

[0167] 図１４の通常使用位置設定画面１８０には、撮影モードのうちの、ユーザが自分を被写体として撮影する（自分撮りする）自分撮りモード時と同一の画面が表示される。

[0168] 即ち、図１４に示すように、通常使用位置設定画面１８０には、全面に、カメラ部１６のフロントカメラの仮撮影や本撮影により得られた画像１８１が表示される。また、画像表示領域１８１に重畳されて、シャッターボタン１８２、モードボタン１８３などが表示される。

[0169] シャッターボタン１８２は、ユーザが撮影指令を入力するときに操作するボタンである。モードボタン１８３は、現在のモードを表すボタンである。通常使用位置設定画面１８０では、モードボタン１８３に、視覚障害設定モードを表す目のマークが描かれている。

[0170] 通常使用位置設定画面１８０にはまた、自分撮りモード時の画面とは異なり、例えば「通常使用位置でシャッターボタンを押して下さい。」というメッセージが記述されたメッセージ部１８４が、画像１８１に重畳される。

[0171] ユーザは、メッセージ部１８４に表示されたメッセージにしたがって、タッチパネル２１を通常使用位置で把持し、シャッターボタン１８２を操作する。位置取得部１６１は、この操作に応じて、ＡＦ動作により測定された被写体からフロントカメラまでの距離、即ちユーザとタッチパネル２１との距離を、通常使用位置情報として取得する。

[0172] （最適使用位置設定画面の例）

図 1 5 は、最適使用位置設定画面の例を示す図である。

[0173] 図 1 5 において、図 1 4 と同じものには同じ符号を付してある。重複する説明については適宜省略する。

[0174] 図 1 5 の最適使用位置設定画面 2 0 0 は、メッセージ部 1 8 4 の代わりにメッセージ部 2 0 1 が設けられる点が、図 1 4 の通常使用位置設定画面 1 8 0 と異なる。

[0175] 最適使用位置設定画面 2 0 0 のメッセージ部 2 0 1 には、例えば、「ハッキリ見える位置でシャッターボタンを押して下さい。」というメッセージが記述される。

[0176] ユーザは、メッセージ部 2 0 1 に表示されたメッセージにしたがって、タッチパネル 2 1 を最適使用位置で把持し、シャッターボタン 1 8 2 を操作する。位置取得部 1 6 1 は、この操作に応じて、AF 動作により測定された被写体からフロントカメラまでの距離、即ちユーザとタッチパネル 2 1 との距離を、最適使用位置情報として取得する。

[0177] (P S F の生成の説明)

図 1 6 は、図 1 3 の係数生成部 1 6 2 による P S F の生成を説明する図である。

[0178] まず、空気の絶対屈折率を n_1 とし、目のレンズの絶対屈折率を n_2 とすると、スネルの法則によれば、最適使用位置について、以下の式 (1 1) が成り立つ。従って、式 (1 2) が成り立つ。

[0179] [数11]

$$n_1 \sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta_c\right) = n_2 \sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta_e\right) \quad \dots (11)$$

[数12]

$$n_1 \cos\theta_c = n_2 \cos\theta_e \quad \dots (12)$$

[0180] なお、 θ_c は、図 1 6 に示すように、目のレンズ面と、光軸上の最適使用位置の点光源 M から目に向かう光とのなす角である。 θ_e は、図 1 6 に示すように、目のレンズ面と、目のレンズ面から目の網膜上の像面に向かう点光源 M

からの光とのなす角である。

[0181] 通常使用位置についても同様に、以下の式（１３）が成り立つ。

[0182] [数13]

$$n_1 \cos \theta_n = n_2 \cos \theta_p \quad \cdot \cdot \cdot (13)$$

[0183] なお、 θ_n は、図１６に示すように、目のレンズ面と、光軸上の通常使用位置の点光源 M' から目に向かう光とのなす角である。 θ_p は、図１６に示すように、目のレンズ面と、目のレンズ面から目の網膜上の像面に向かう点光源 M' からの光とのなす角である。

[0184] 式（１３）を式（１２）を用いて変形し、図１６に示すように、目のレンズの半径を A とすると、以下の式（１４）が得られる。

[0185] [数14]

$$\cos \theta_p = \frac{n_1}{n_2} \cos \theta_n = \frac{\cos \theta_e \cos \theta_n}{\cos \theta_c} = \frac{A \sqrt{A^2 + d_c^2}}{\sqrt{(A^2 + d_e^2)(A^2 + d_n^2)}} \quad \cdot \cdot \cdot (14)$$

[0186] なお、 d_e は、図１６に示すように、目のレンズ面と網膜上の像面との距離である。 d_c は、最適使用位置と目のレンズとの距離であり、 d_n は、通常使用位置と目のレンズとの距離である。

[0187] また、点光源 M' からの光により目の網膜上の像面に形成される像の半径 r は、以下の式（１５）により表される。

[0188] [数15]

$$r = \left| \frac{d_e}{\tan \theta_p} - A \right| = \left| \frac{d_e \cos \theta_p}{\sqrt{1 - \cos^2 \theta_p}} - A \right| \quad \cdot \cdot \cdot (15)$$

[0189] さらに、点光源 M' の焦点距離 f は、以下の式（１６）で表される。

[0190] [数16]

$$f = A \tan \theta_p = \frac{A \sqrt{1 - \cos^2 \theta_p}}{\cos \theta_p} \quad \cdot \cdot \cdot (16)$$

[0191] また、目の網膜上の像面で合焦する場合に像面に形成される半径 r の像に

対応する通常使用位置の光源の半径 r_d 、即ち通常使用位置で視覚障害により発生するボケは、焦点距離 f を用いて、以下の式（１７）で表される。

[0192] [数17]

$$\frac{de-f}{r} = \frac{dn+f}{r_d} \quad \dots (17)$$

[0193] 式（１７）に式（１４）乃至（１６）を代入し、目のレンズの半径 A 、目のレンズと網膜上の像面の距離 d_o として、所定値を代入すると、半径 r_d を求める式は、距離 d_c と距離 d_n を変数とする式になる。

[0194] 従って、係数生成部 162 は、まず、この式の距離 d_c に最適使用位置情報が表す距離を代入し、距離 d_n に通常使用位置情報が表す距離を代入することにより、通常使用位置でユーザの視覚障害により発生するボケの半径 r_d を求める。次に、係数生成部 162 は、絶対半径である半径 r_d をタッチパネル 21 の画素サイズで除算することにより、画素数 r_p に変換する。

[0195] そして、係数生成部 162 は、画素数 r_p に基づいて、Gauss関数に近似する P S F を生成する。具体的には、Gauss関数の成分の99.7%は 3σ 以内となるため、係数生成部 162 は、 $3\sigma=r_p$ となるように P S F を生成する。なお、P S F の平均は0とする。

[0196] （スマートフォンの処理の説明）

図 17 は、スマートフォンの第 4 実施の形態の視覚障害設定処理を説明するフローチャートである。この視覚障害設定処理は、例えば、ユーザがタッチパネル 21 を操作することにより、視覚障害設定モードの開始を指令したとき、開始される。

[0197] 図 17 のステップ S 101 において、位置取得部 161 は、カメラ部 16 のフロントカメラに撮影準備動作の開始指令を供給し、撮影準備動作を開始させる。ステップ S 102 において、表示制御部 163 は、通常使用位置設定画面 180 を表示させる。

[0198] ステップ S 103 において、位置取得部 161 は、ユーザによりシャッターボタン 182 が操作されたかどうかを判定する。位置取得部 161 は、タッ

チパネル 21 から、ユーザがシャッターボタン 182 を操作することにより入力した撮影指令を表す操作信号を取得していない場合、ステップ S103 で、シャッターボタン 182 がまだ操作されていないと判定する。そして、位置取得部 161 は、その操作信号を取得するまで、待機する。

[0199] 一方、位置取得部 161 は、タッチパネル 21 から、ユーザがシャッターボタン 182 を操作することにより入力した撮影指令を表す操作信号を取得した場合、ステップ S103 でシャッターボタン 182 が操作されたと判定する。そして、表示制御部 163 は、通常使用位置設定画面 180 のうちのメッセージ部 184 を削除し、処理をステップ S104 に進める。

[0200] ステップ S104 において、位置取得部 161 は、カメラ部 16 のフロントカメラから、撮影準備動作のうちの AF 動作により得られた被写体とカメラ部 16 との距離を、通常使用位置情報として取得する。位置取得部 161 は、取得された通常使用位置情報を係数生成部 162 に供給する。

[0201] ステップ S105 において、表示制御部 163 は、最適使用位置設定画面 200 を、メッセージ部 184 が削除された通常使用位置設定画面 180 に代えてタッチパネル 21 に表示させる。ステップ S106 において、位置取得部 161 は、ステップ S103 の処理と同様に、ユーザによりシャッターボタン 182 が操作されたかどうかを判定する。

[0202] ステップ S103 でシャッターボタン 182 がまだ操作されていないと判定された場合、位置取得部 161 は、シャッターボタン 182 が操作されるまで待機する。一方、ステップ S103 でシャッターボタン 182 が操作されたと判定された場合、表示制御部 163 は、最適使用位置設定画面 200 のうちのメッセージ部 201 を削除し、処理をステップ S107 に進める。

[0203] ステップ S107 において、位置取得部 161 は、カメラ部 16 のフロントカメラから、撮影準備動作のうちの AF 動作により得られた被写体とカメラ部 16 との距離を、最適使用位置情報として取得する。位置取得部 161 は、取得された最適使用位置情報を係数生成部 162 に供給する。

[0204] ステップ S108 において、係数生成部 162 は、位置取得部 161 から

供給される最適使用位置情報と通常使用位置情報に基づいて、ユーザの視覚障害によるボケを表すPSFを生成する。

[0205] ステップS109において、係数生成部162は、PSFに基づいて、上述した式(1)によりフィルタ係数を生成する。係数生成部162は、生成されたフィルタ係数を現在のフィルタ係数に設定し、生成部64に供給する。

[0206] ステップS110において、生成部64は、係数生成部162から供給されるフィルタ係数を用いて、表示中の画像181に対してウィナーフィルタ処理を行うことにより、視覚障害用画像を生成する。生成部64は、生成された視覚障害用画像を表示制御部163に供給する。

[0207] ステップS111において、表示制御部163は、生成部64により生成された視覚障害用画像をタッチパネル21に供給し、最適使用位置設定画面200の画像181として表示させる。

[0208] ステップS112において、制御部22は、視覚障害設定処理を終了するかどうか、例えば、ユーザがタッチパネル21を操作することにより視覚障害設定モードの終了を指令したかどうかを判定する。

[0209] ステップS112で視覚障害設定処理を終了しないと判定された場合、処理はステップS102に戻り、表示制御部163は、メッセージ部201が削除された最適使用位置設定画面200に代えて、通常使用位置設定画面180をタッチパネル21に表示させる。そして、ステップS103乃至S112の処理が繰り返される。

[0210] 一方、ステップS112で視覚障害設定処理を終了すると判定された場合、ステップS113において、位置取得部161は、カメラ部16のフロントカメラに撮影準備動作の終了指令を供給し、撮影準備動作を終了させる。

[0211] ステップS114において、表示制御部163は、メッセージ部201が削除された最適使用位置設定画面200の表示を終了させ、処理を終了する。

[0212] なお、第4実施の形態では、スマートフォンがPSFを生成したが、外部

のサーバがP S Fを生成するようにしてもよい。この場合、スマートフォンは、最適使用位置情報と通常使用位置情報を外部のサーバに送信し、外部のサーバから、その最適使用位置情報と通常使用位置情報に基づいて生成されたP S Fを受信する。

[0213] また、スマートフォンは、最適使用位置情報と通常使用位置情報を外部のサーバに送信し、外部のサーバから、その最適使用位置情報と通常使用位置情報に基づいて生成されたP S Fに基づくフィルタ係数を受信するようにしてもよい。

[0214] さらに、通常使用位置情報は、ユーザにより入力されるのではなく、予め決められていてもよい。また、通常使用位置設定画面と最適使用位置設定画面の表示順は、図17の場合のように、通常使用位置設定画面、最適使用位置設定画面の順であってもよいし、最適使用位置設定画面、通常使用位置設定画面の順であってもよい。

[0215] 以上のように、スマートフォンの第4実施の形態は、最適使用位置を取得し、その最適使用位置、通常使用位置、および表示対象の画像に基づいて視覚障害用画像を表示する。従って、視覚障害用画像を生成するために多数のパラメータを取得する必要がある場合に比べて、視覚障害を持つユーザに適した画像を容易に表示させることができる。

[0216] なお、本明細書において、プログラム記録媒体に格納されるプログラムを記述するステップは、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

[0217] また、本明細書において、システムとは、複数の構成要素（装置、モジュール（部品）等）の集合を意味し、すべての構成要素が同一筐体中にあるか否かは問わない。したがって、別個の筐体に収納され、ネットワークを介して接続されている複数の装置、及び、1つの筐体の中に複数のモジュールが収納されている1つの装置は、いずれも、システムである。

[0218] さらに、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるも

のではなく、他の効果があってもよい。

[0219] また、本開示の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

[0220] 例えば、本開示は、1つの機能をネットワークを介して複数の装置で分担、共同して処理するクラウドコンピューティングの構成をとることができる。

[0221] また、上述のフローチャートで説明した各ステップは、1つの装置で実行する他、複数の装置で分担して実行することができる。

[0222] さらに、1つのステップに複数の処理が含まれる場合には、その1つのステップに含まれる複数の処理は、1つの装置で実行する他、複数の装置で分担して実行することができる。

[0223] 本開示は、以下のような構成もとることができる。

[0224] (1)

ユーザの視覚障害によるボケが発生しないときの表示装置の使用位置である最適使用位置を取得する位置取得部と、

前記位置取得部により取得された前記最適使用位置、前記表示装置の通常使用位置、および表示対象の画像に基づいて、前記通常使用位置の前記表示装置において前記ボケが発生しない視覚障害用画像を前記表示装置に表示させる表示制御部と

を備える画像処理装置。

(2)

前記位置取得部は、前記通常使用位置を取得し、

前記表示制御部は、前記位置取得部により取得された前記最適使用位置および前記通常使用位置と、前記表示対象の画像とに基づいて、前記表示装置に前記視覚障害用画像を表示させる

ように構成された

前記(1)に記載の画像処理装置。

(3)

前記最適使用位置と前記通常使用位置に基づいて生成されるフィルタ係数を用いて、前記表示対象の画像に対してフィルタ処理を行うことにより、前記視覚障害用画像を生成する生成部と、

前記表示制御部は、前記生成部により生成された前記視覚障害用画像を前記表示装置に表示させる

ように構成された

前記（１）または（２）に記載の画像処理装置。

（４）

前記最適使用位置と前記通常使用位置に基づいて前記ボケを表す関数を生成し、前記関数に基づいて、前記フィルタ係数を生成する係数生成部

をさらに備え、

前記生成部は、前記係数生成部により生成された前記フィルタ係数を用いて、前記表示対象の画像に対してフィルタ処理を行う

ように構成された

前記（３）に記載の画像処理装置。

（５）

前記位置取得部は、ＡＦ動作により、前記最適使用位置を取得する

ように構成された

前記（１）乃至（４）に記載の画像処理装置。

（６）

画像処理装置が、

ユーザの視覚障害によるボケが発生しないときの表示装置の使用位置である最適使用位置を取得する位置取得ステップと、

前記位置取得ステップの処理により取得された前記最適使用位置、前記表示装置の通常使用位置、および表示対象の画像に基づいて、前記通常使用位置の前記表示装置において前記ボケが発生しない視覚障害用画像を前記表示装置に表示させる表示制御ステップと

を含む画像処理方法。

(7)

コンピュータを、

ユーザの視覚障害によるボケが発生しないときの表示装置の使用位置である最適使用位置を取得する位置取得部と、

前記位置取得部により取得された前記最適使用位置、前記表示装置の通常使用位置、および表示対象の画像に基づいて、前記通常使用位置の前記表示装置において前記ボケが発生しない視覚障害用画像を前記表示装置に表示させる表示制御部と

して機能させるためのプログラム。

(8)

表示装置に表示される画像においてユーザの視覚障害により発生するボケの度合を取得するボケ度合取得部と、

前記ボケ度合取得部により取得された前記ボケの度合と、表示対象の画像とに基づいて、前記ボケが発生しない視覚障害用画像を前記表示装置に表示させる表示制御部と

を備える画像処理装置。

(9)

前記ボケ度合取得部により取得された前記ボケの度合に対応するフィルタ係数を用いて、前記表示対象の画像に対してフィルタ処理を行うことにより、前記視覚障害用画像を生成する生成部と、

前記表示制御部は、前記生成部により生成された前記視覚障害用画像を前記表示装置に表示させる

ように構成された

前記(8)に記載の画像処理装置。

(10)

前記ボケ度合取得部により取得された前記ボケの度合に対応する前記ボケを表す関数に基づいて、前記フィルタ係数を生成する係数生成部

をさらに備え、

前記生成部は、前記係数生成部により生成された前記フィルタ係数を用いて、前記表示対象の画像に対してフィルタ処理を行う

前記（９）に記載の画像処理装置。

（１１）

前記フィルタ係数は、前記ボケの度合ごとに、前記視覚障害用画像に対応する教師画像と前記表示対象の画像に対応する生徒画像とを用いて、前記教師画像の各画素の画素値、その画素に対応する前記生徒画像の画素の画素値、および予測係数の関係を示す式を解くことにより学習された前記予測係数である

ように構成された

前記（９）に記載の画像処理装置。

（１２）

画像処理装置が、

表示装置に表示される画像においてユーザの視覚障害により発生するボケの度合を取得するボケ度合取得ステップと、

前記ボケ度合取得ステップの処理により取得された前記ボケの度合と、表示対象の画像とに基づいて、前記ボケが発生しない視覚障害用画像を前記表示装置に表示させる表示制御ステップと

を含む画像処理方法。

（１３）

コンピュータを、

表示装置に表示される画像においてユーザの視覚障害により発生するボケの度合を取得するボケ度合取得部と、

前記ボケ度合取得部により取得された前記ボケの度合と、表示対象の画像とに基づいて、前記ボケが発生しない視覚障害用画像を前記表示装置に表示させる表示制御部と

して機能させるためのプログラム。

符号の説明

[0225] 10 スマートフォン, 21 タッチパネル, 61 ボケ度合取得部,
64 生成部, 65 表示制御部, 103 係数生成部, 126 生成部
, 161 位置取得部, 162 係数生成部, 163 表示制御部

請求の範囲

- [請求項1] ユーザの視覚障害によるボケが発生しないときの表示装置の使用位置である最適使用位置を取得する位置取得部と、
前記位置取得部により取得された前記最適使用位置、前記表示装置の通常使用位置、および表示対象の画像に基づいて、前記通常使用位置の前記表示装置において前記ボケが発生しない視覚障害用画像を前記表示装置に表示させる表示制御部と
を備える画像処理装置。
- [請求項2] 前記位置取得部は、前記通常使用位置を取得し、
前記表示制御部は、前記位置取得部により取得された前記最適使用位置および前記通常使用位置と、前記表示対象の画像とに基づいて、前記表示装置に前記視覚障害用画像を表示させる
ように構成された
請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項3] 前記最適使用位置と前記通常使用位置に基づいて生成されるフィルタ係数を用いて、前記表示対象の画像に対してフィルタ処理を行うことにより、前記視覚障害用画像を生成する生成部と、
前記表示制御部は、前記生成部により生成された前記視覚障害用画像を前記表示装置に表示させる
ように構成された
請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項4] 前記最適使用位置と前記通常使用位置に基づいて前記ボケを表す関数を生成し、前記関数に基づいて、前記フィルタ係数を生成する係数生成部
をさらに備え、
前記生成部は、前記係数生成部により生成された前記フィルタ係数を用いて、前記表示対象の画像に対してフィルタ処理を行う
ように構成された

請求項3に記載の画像処理装置。

[請求項5] 前記位置取得部は、AF動作により、前記最適使用位置を取得するように構成された

請求項1に記載の画像処理装置。

[請求項6] 画像処理装置が、

ユーザの視覚障害によるボケが発生しないときの表示装置の使用位置である最適使用位置を取得する位置取得ステップと、

前記位置取得ステップの処理により取得された前記最適使用位置、前記表示装置の通常使用位置、および表示対象の画像に基づいて、前記通常使用位置の前記表示装置において前記ボケが発生しない視覚障害用画像を前記表示装置に表示させる表示制御ステップと

を含む画像処理方法。

[請求項7] コンピュータを、

ユーザの視覚障害によるボケが発生しないときの表示装置の使用位置である最適使用位置を取得する位置取得部と、

前記位置取得部により取得された前記最適使用位置、前記表示装置の通常使用位置、および表示対象の画像に基づいて、前記通常使用位置の前記表示装置において前記ボケが発生しない視覚障害用画像を前記表示装置に表示させる表示制御部と

して機能させるためのプログラム。

[請求項8] 表示装置に表示される画像においてユーザの視覚障害により発生するボケの度合を取得するボケ度合取得部と、

前記ボケ度合取得部により取得された前記ボケの度合と、表示対象の画像とに基づいて、前記ボケが発生しない視覚障害用画像を前記表示装置に表示させる表示制御部と

を備える画像処理装置。

[請求項9] 前記ボケ度合取得部により取得された前記ボケの度合に対応するフィルタ係数を用いて、前記表示対象の画像に対してフィルタ処理を行

うことにより、前記視覚障害用画像を生成する生成部と、

前記表示制御部は、前記生成部により生成された前記視覚障害用画像を前記表示装置に表示させる

ように構成された

請求項 8 に記載の画像処理装置。

[請求項10]

前記ボケ度合取得部により取得された前記ボケの度合に対応する前記ボケを表す関数に基づいて、前記フィルタ係数を生成する係数生成部

をさらに備え、

前記生成部は、前記係数生成部により生成された前記フィルタ係数を用いて、前記表示対象の画像に対してフィルタ処理を行う

請求項 9 に記載の画像処理装置。

[請求項11]

前記フィルタ係数は、前記ボケの度合ごとに、前記視覚障害用画像に対応する教師画像と前記表示対象の画像に対応する生徒画像とを用いて、前記教師画像の各画素の画素値、その画素に対応する前記生徒画像の画素の画素値、および予測係数の関係を示す式を解くことにより学習された前記予測係数である

ように構成された

請求項 9 に記載の画像処理装置。

[請求項12]

画像処理装置が、

表示装置に表示される画像においてユーザの視覚障害により発生するボケの度合を取得するボケ度合取得ステップと、

前記ボケ度合取得ステップの処理により取得された前記ボケの度合と、表示対象の画像とに基づいて、前記ボケが発生しない視覚障害用画像を前記表示装置に表示させる表示制御ステップと

を含む画像処理方法。

[請求項13]

コンピュータを、

表示装置に表示される画像においてユーザの視覚障害により発生す

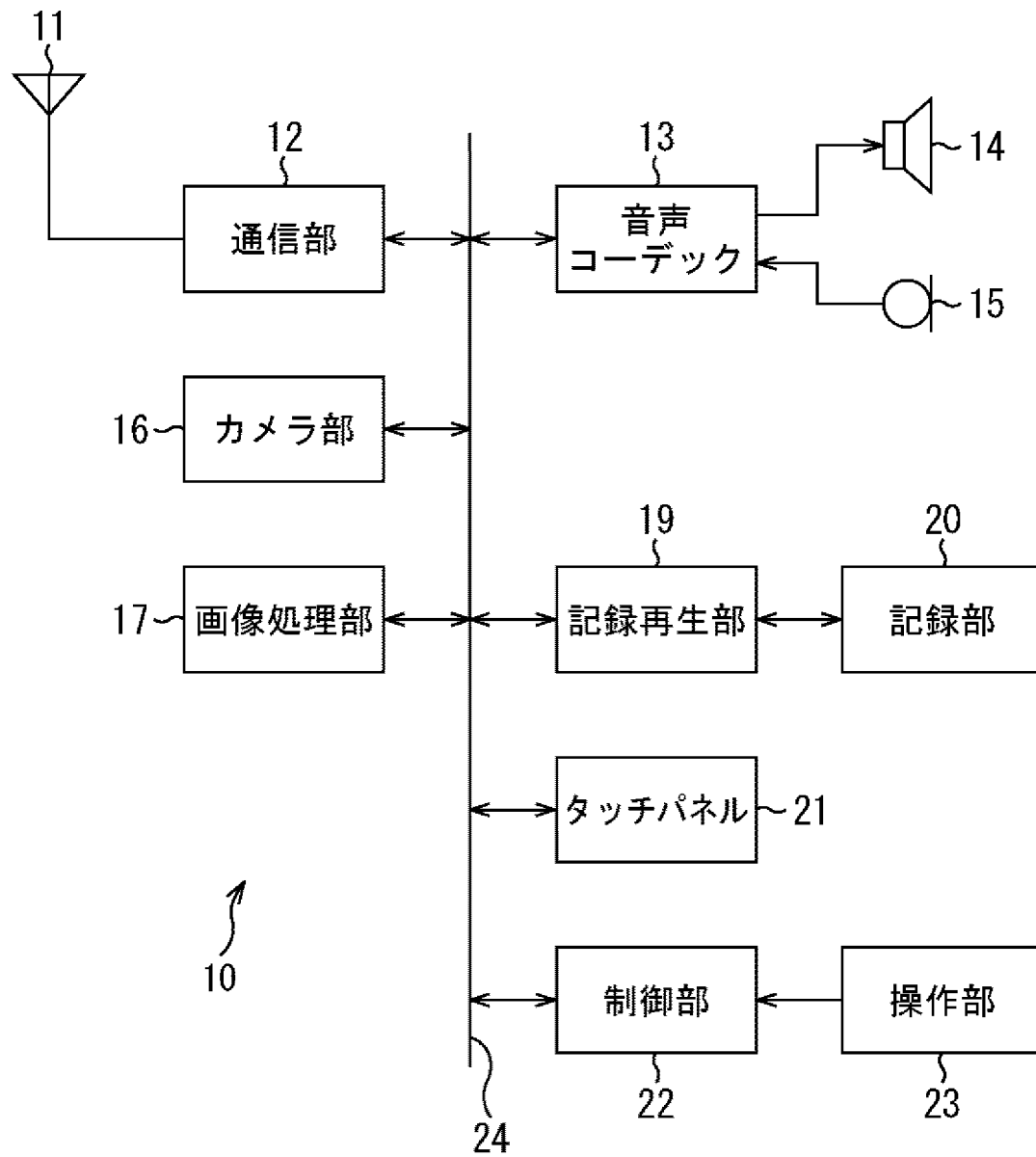
るボケの度合を取得するボケ度合取得部と、

前記ボケ度合取得部により取得された前記ボケの度合と、表示対象の画像とに基づいて、前記ボケが発生しない視覚障害用画像を前記表示装置に表示させる表示制御部と

して機能させるためのプログラム。

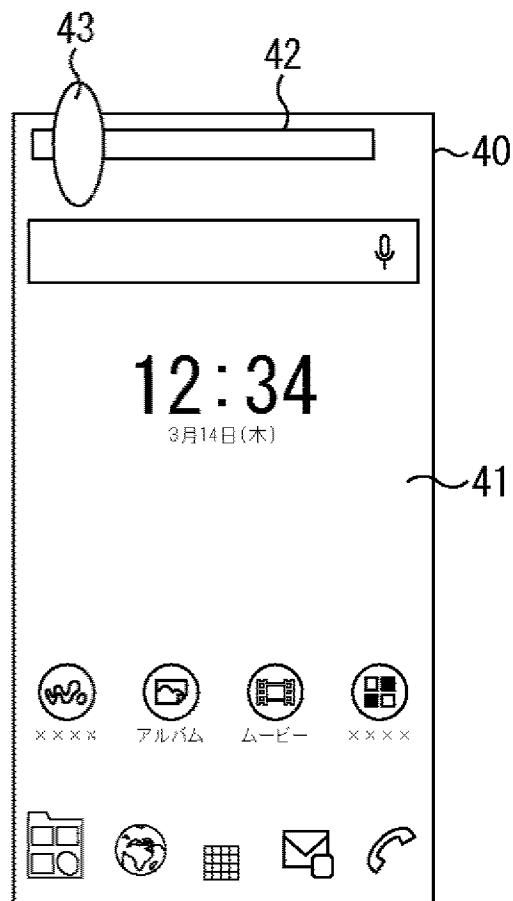
[図1]

図1



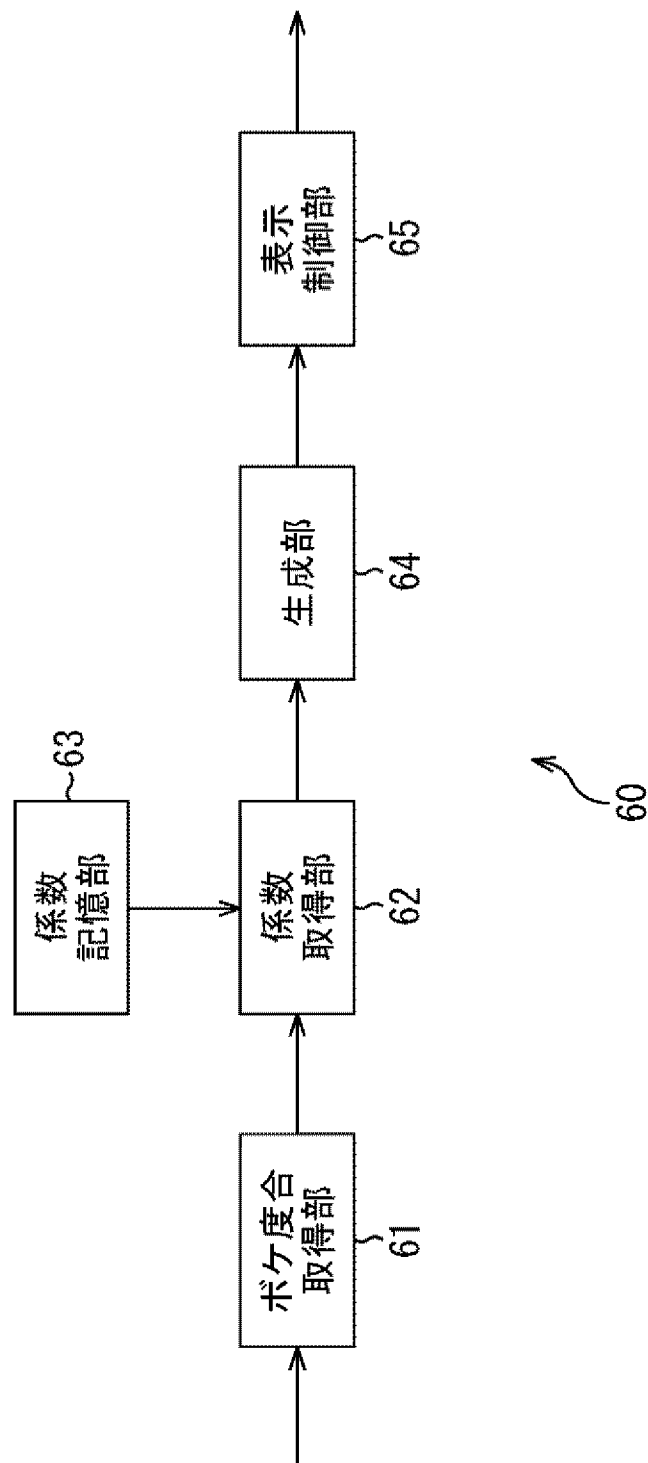
[図2]

図2



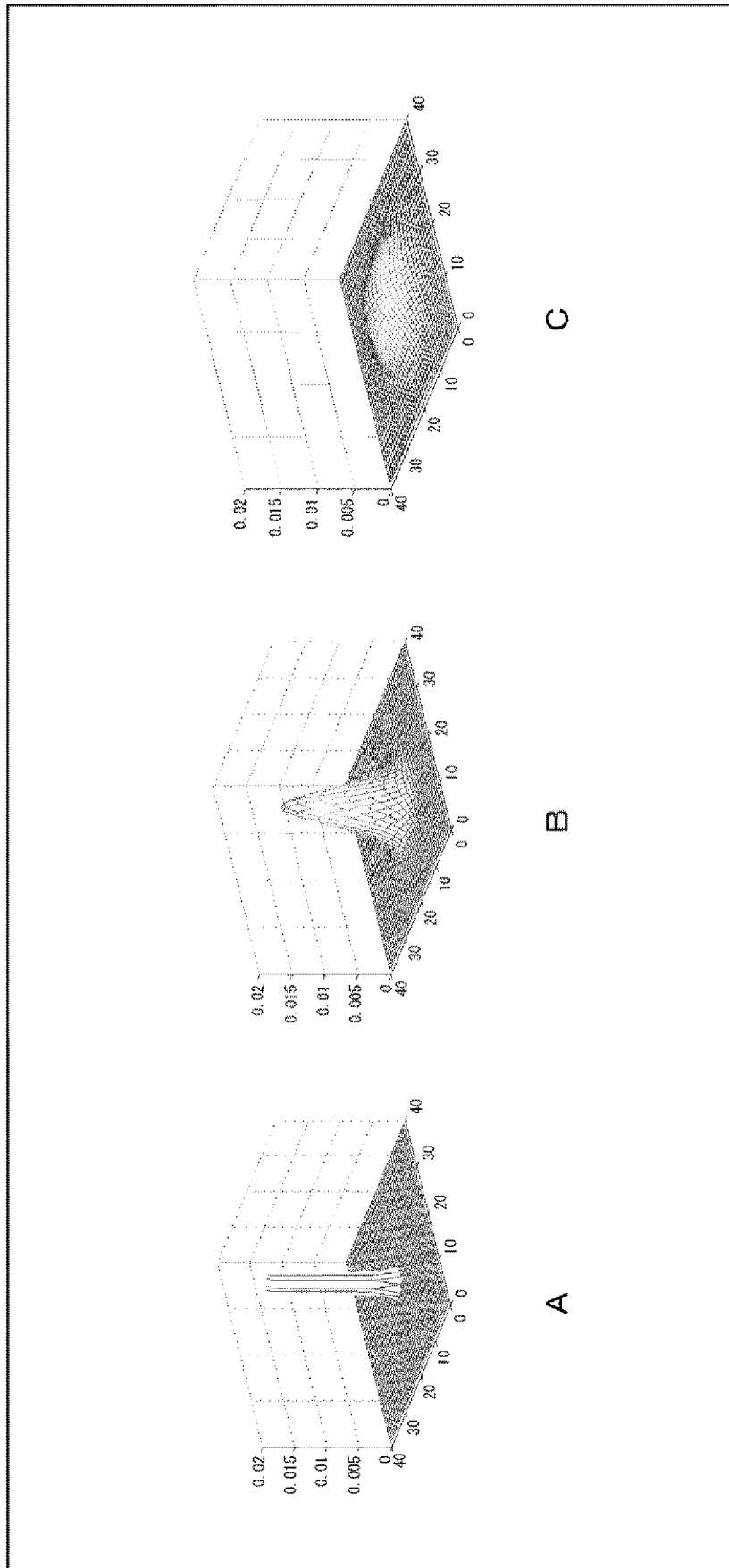
[図3]

図3



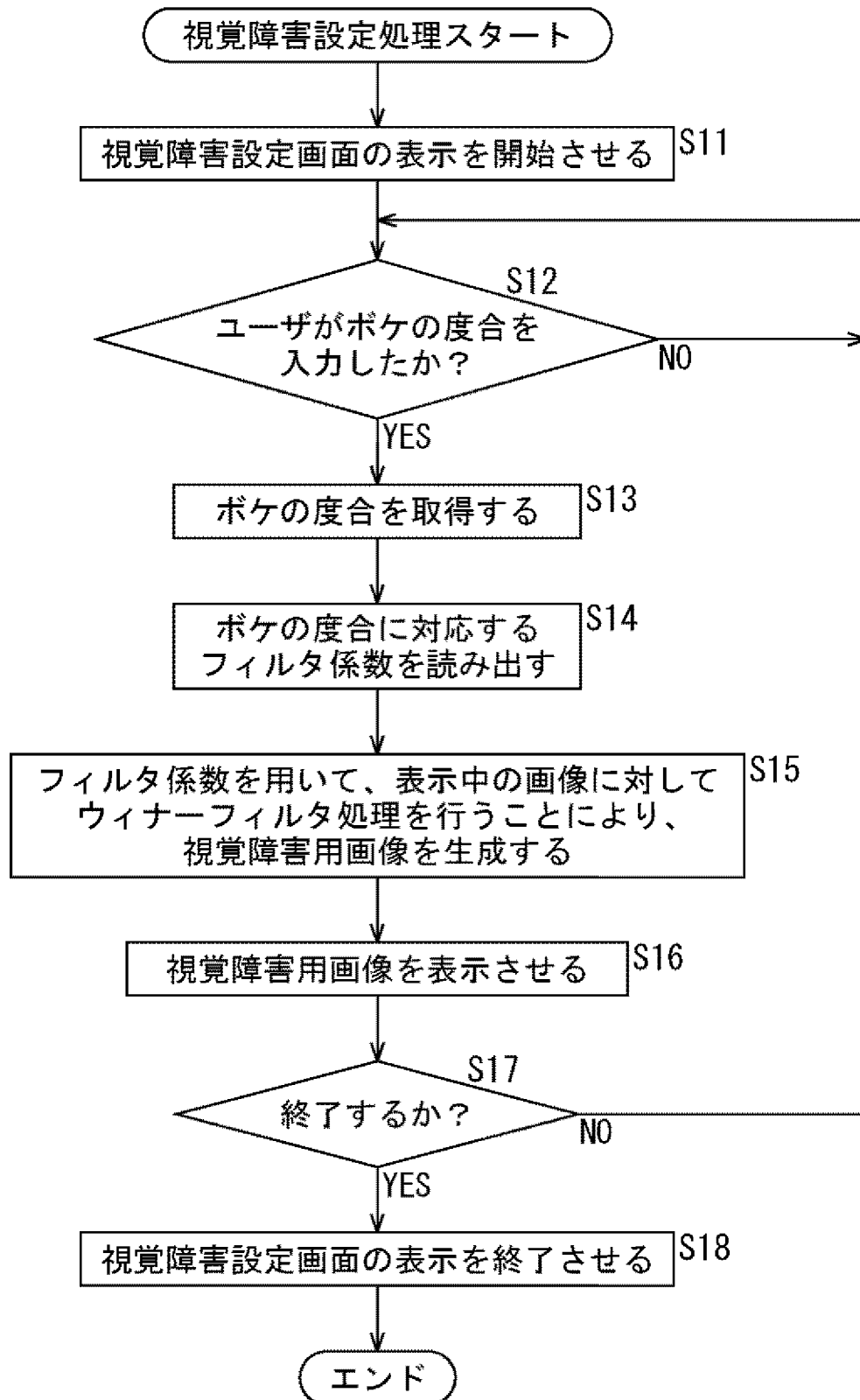
[図4]

図4



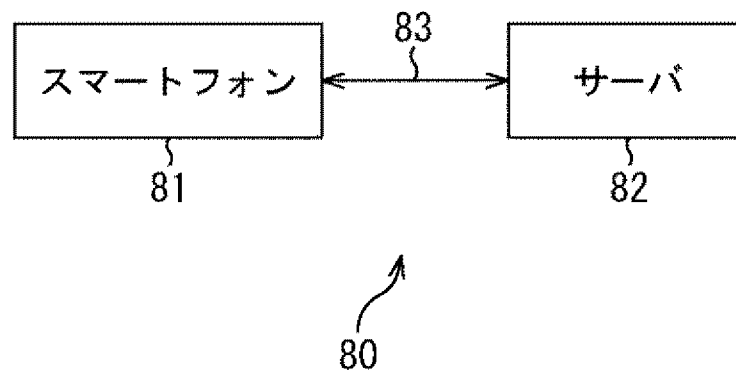
[図5]

図5



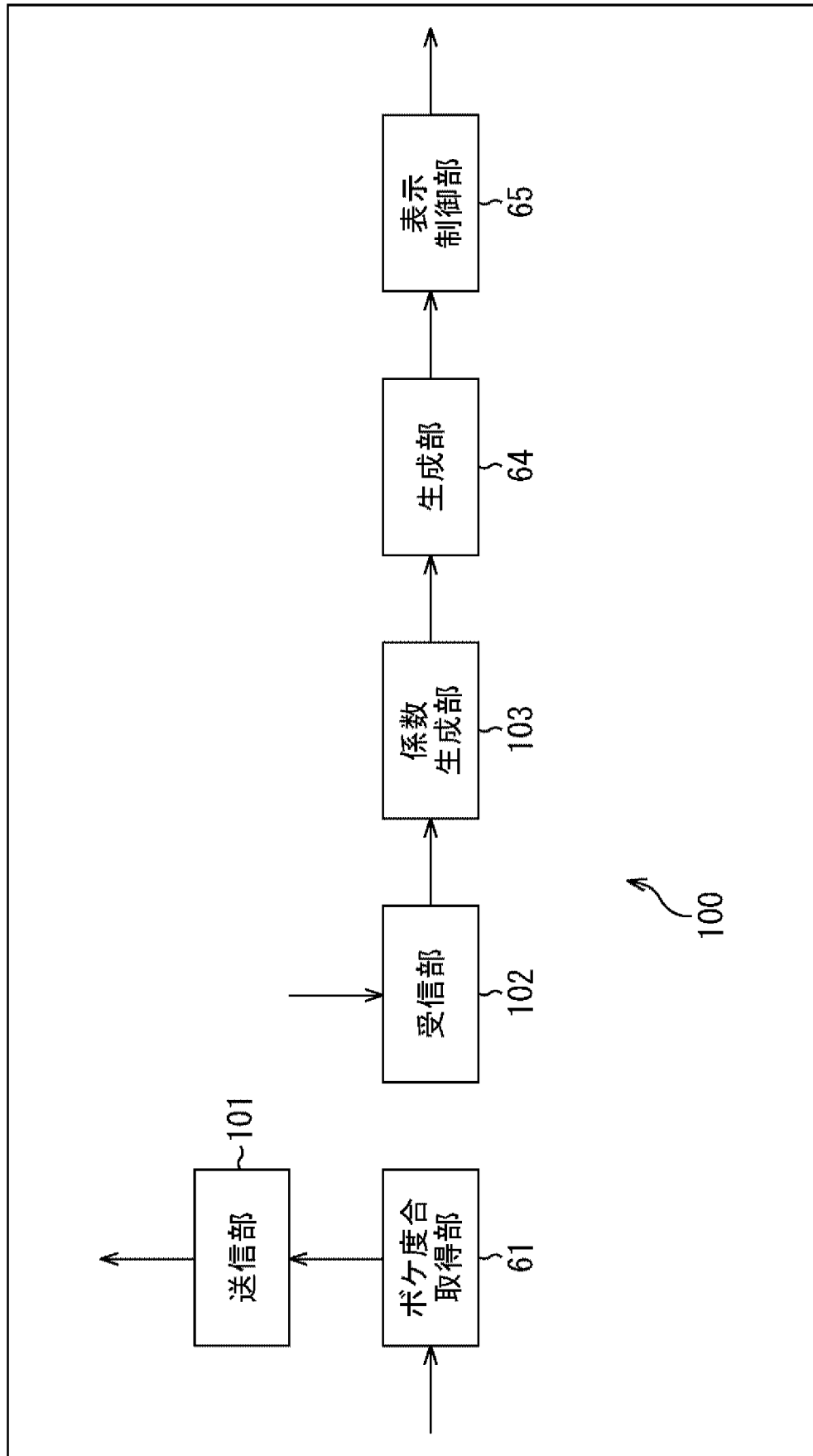
[図6]

図6



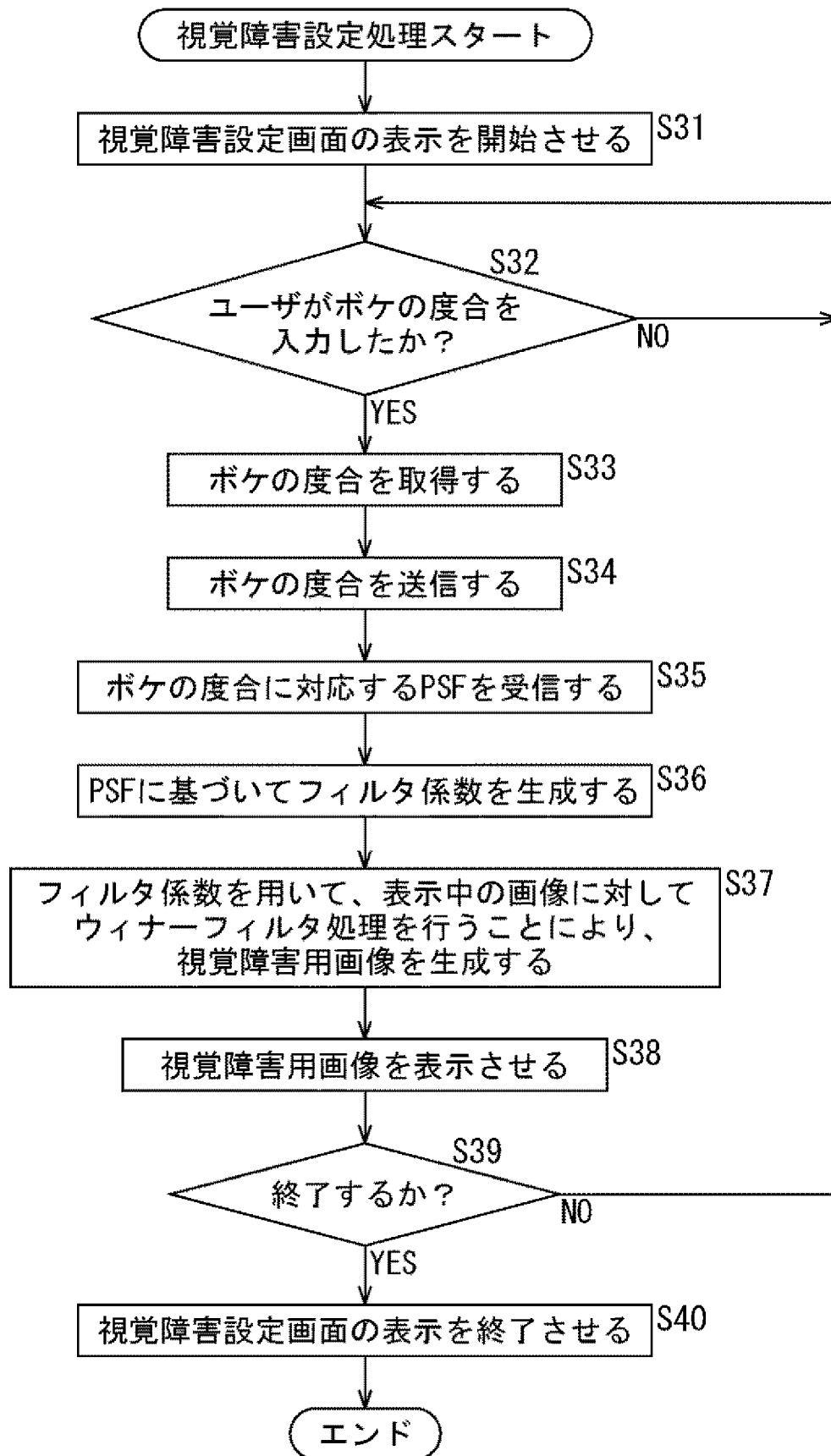
[図7]

図7



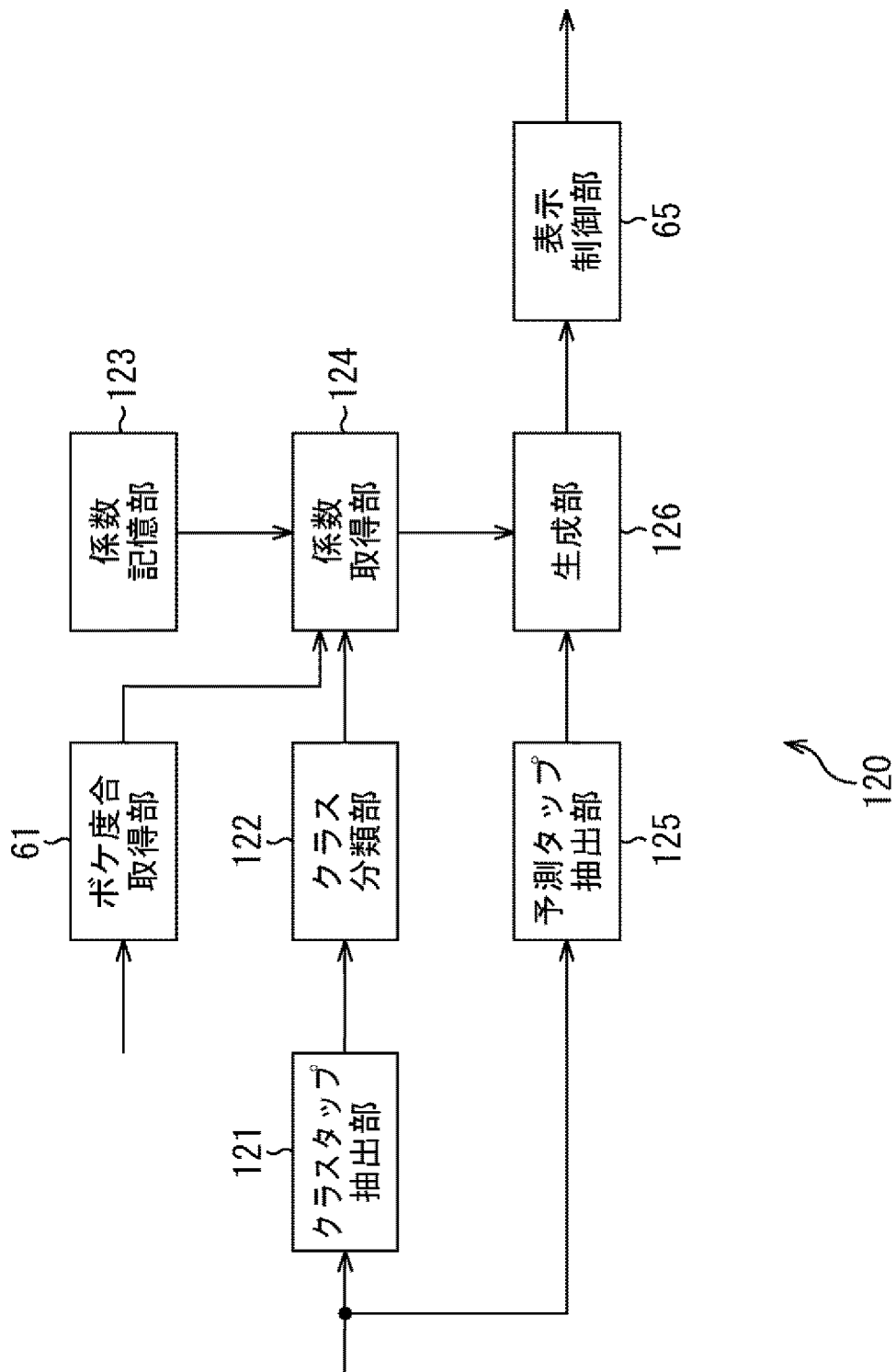
[図8]

図8



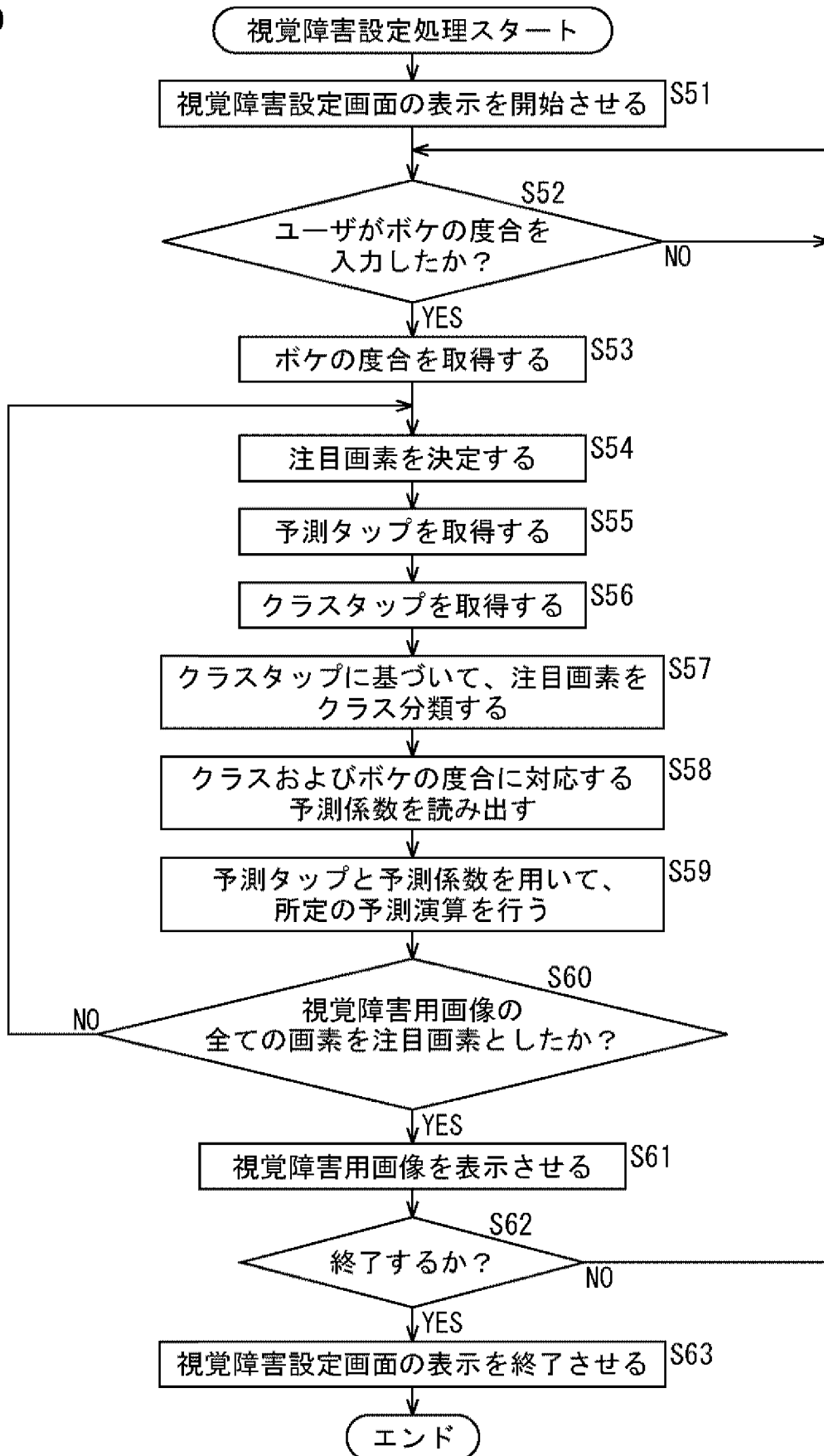
[図9]

図9



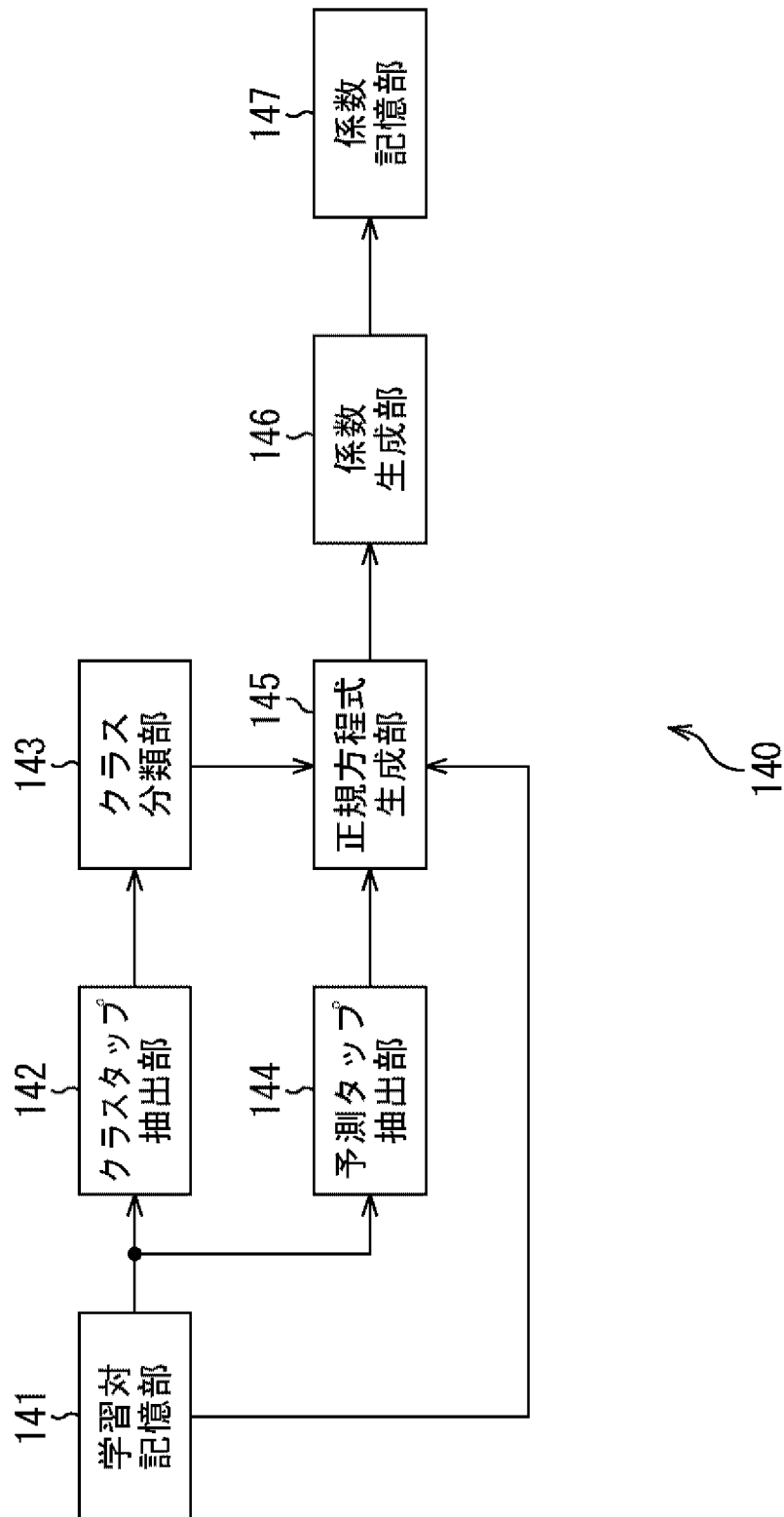
[図10]

図10



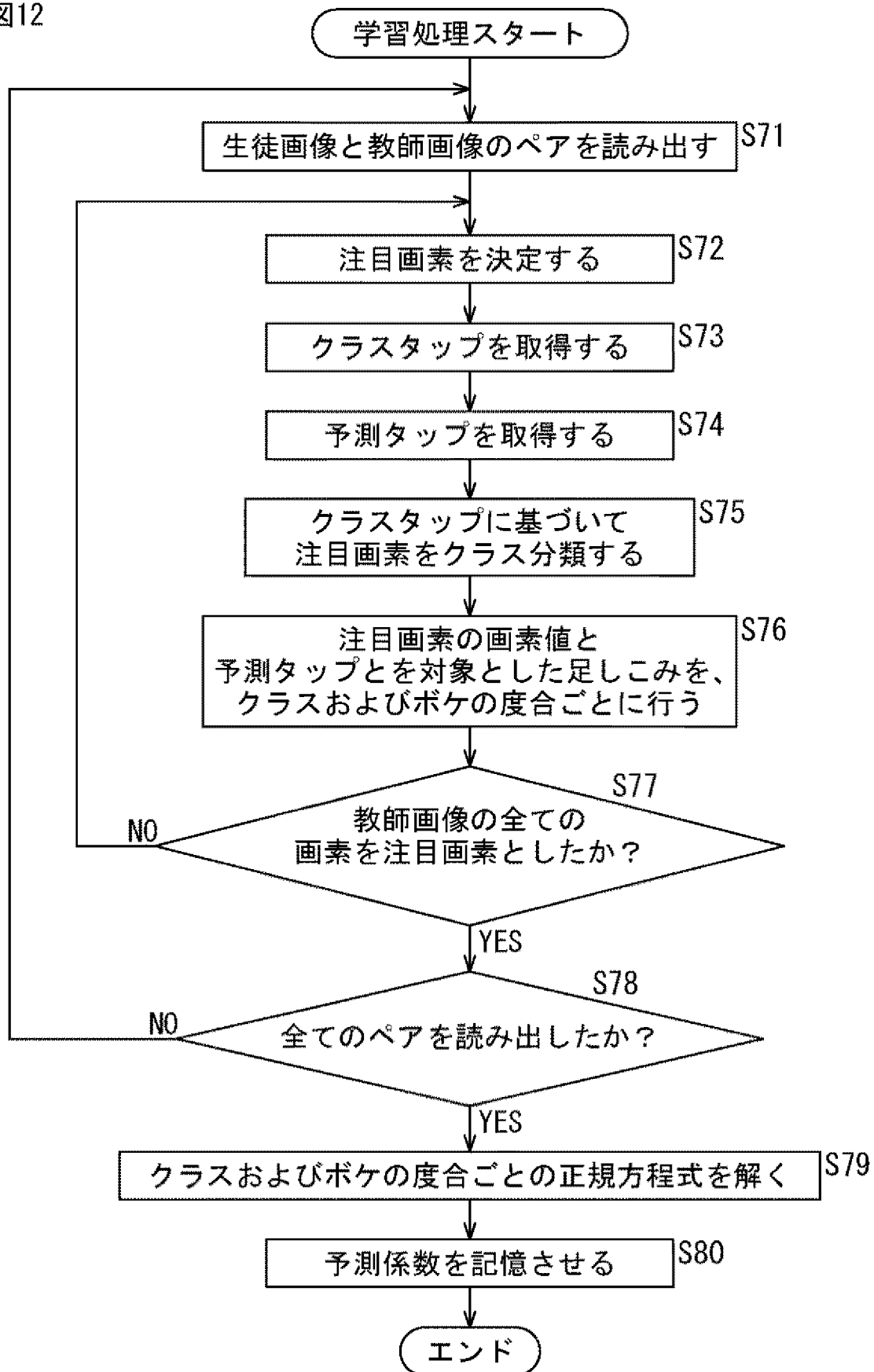
[図11]

図11



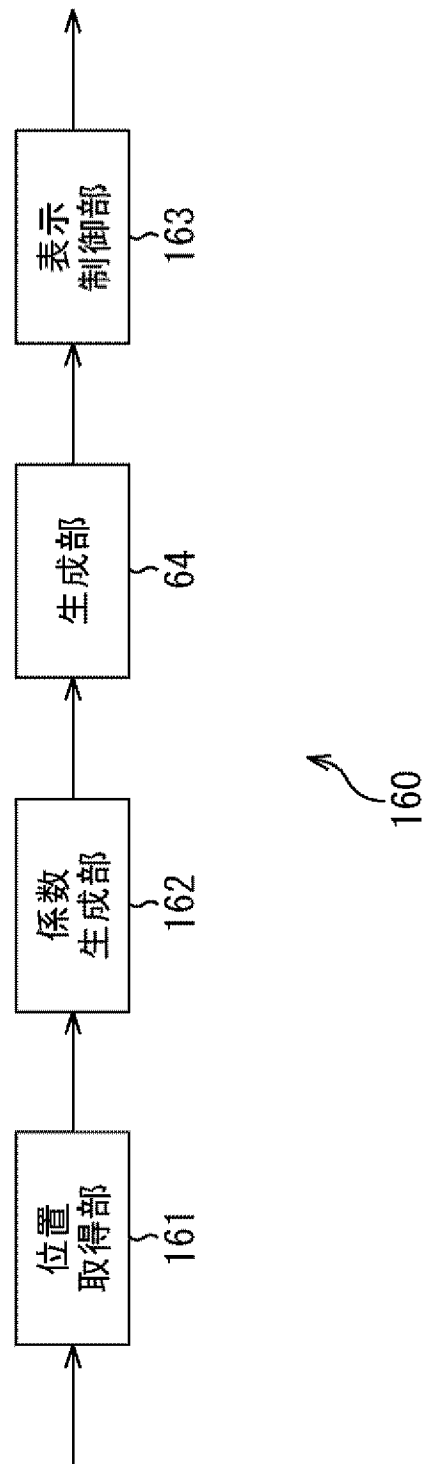
[図12]

図12



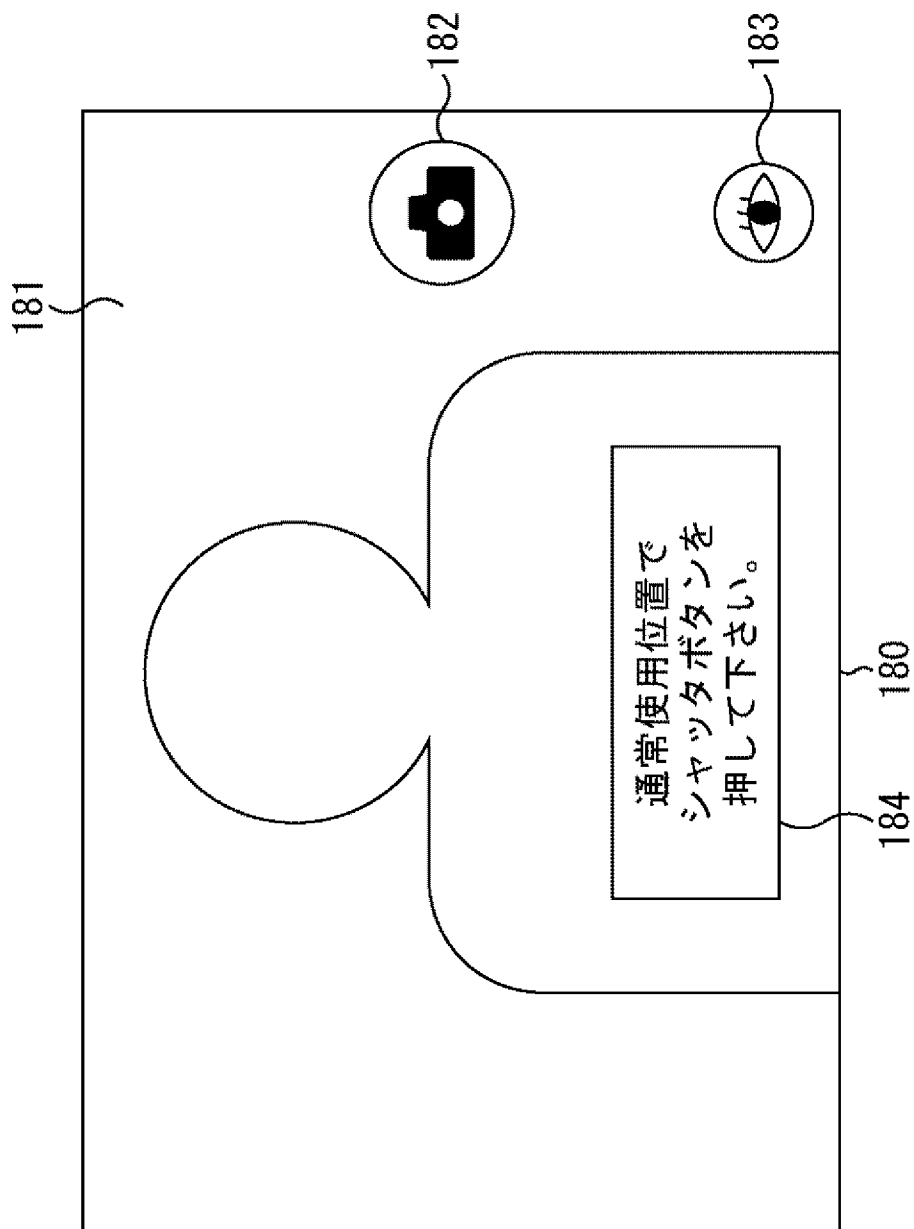
[図13]

図13



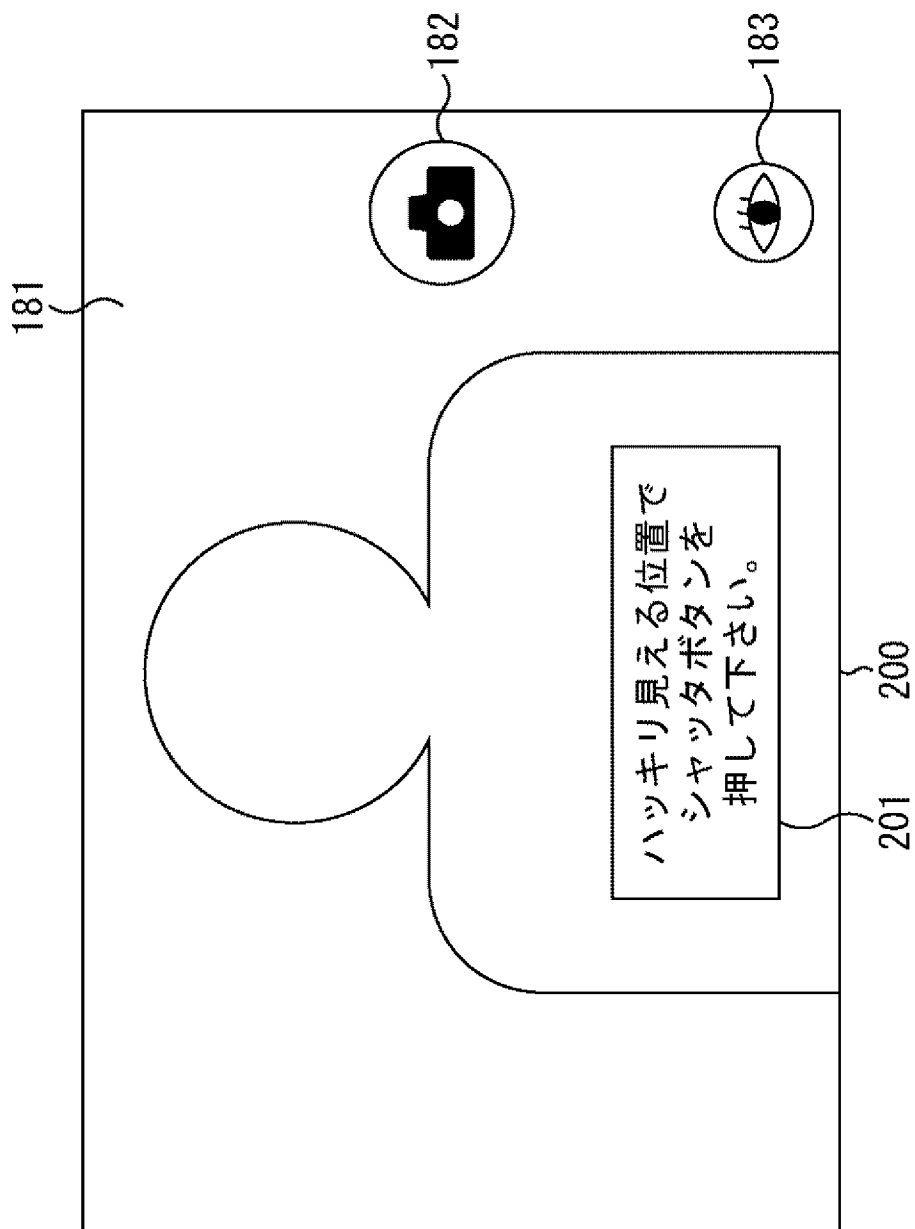
[図14]

図14



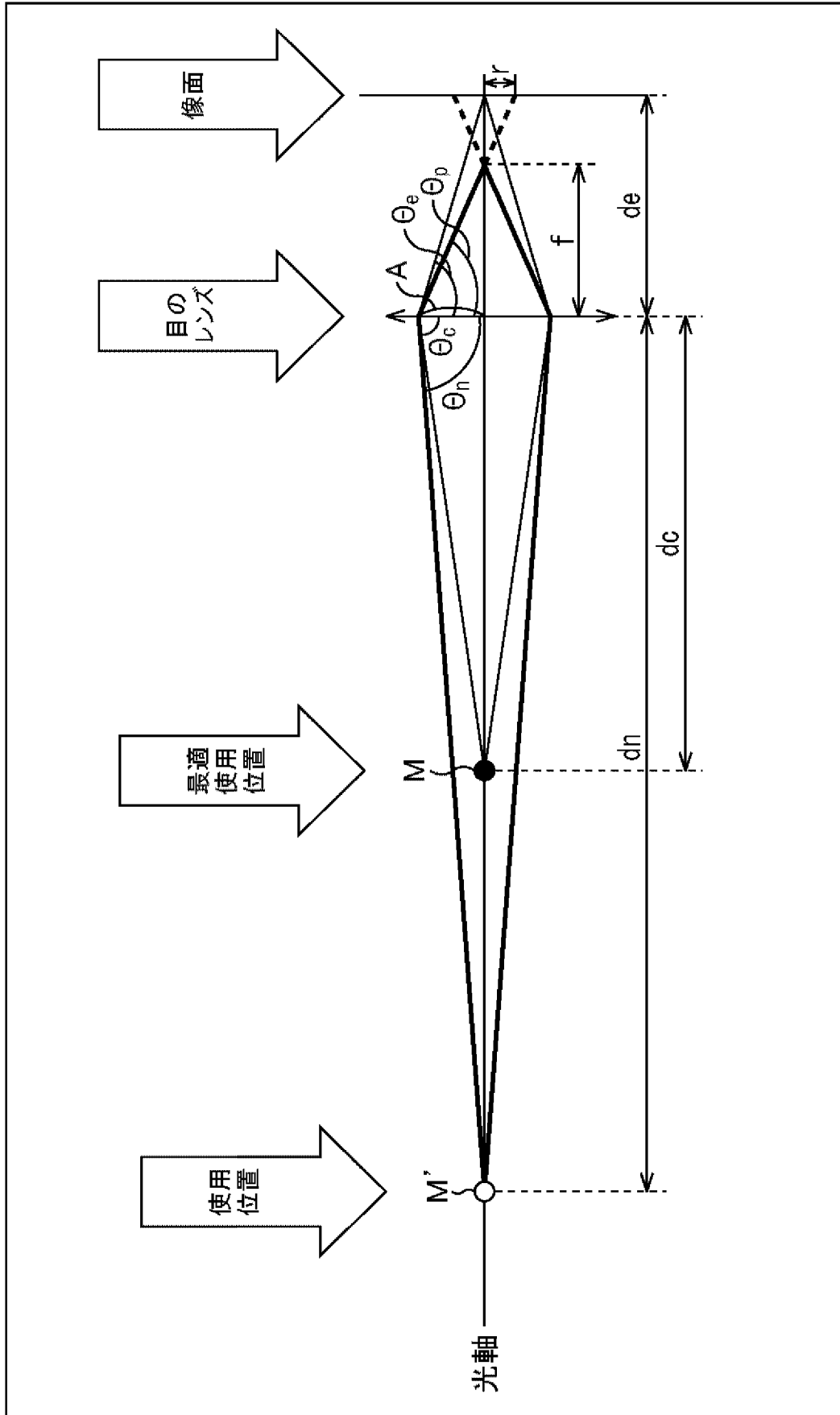
[図15]

図15



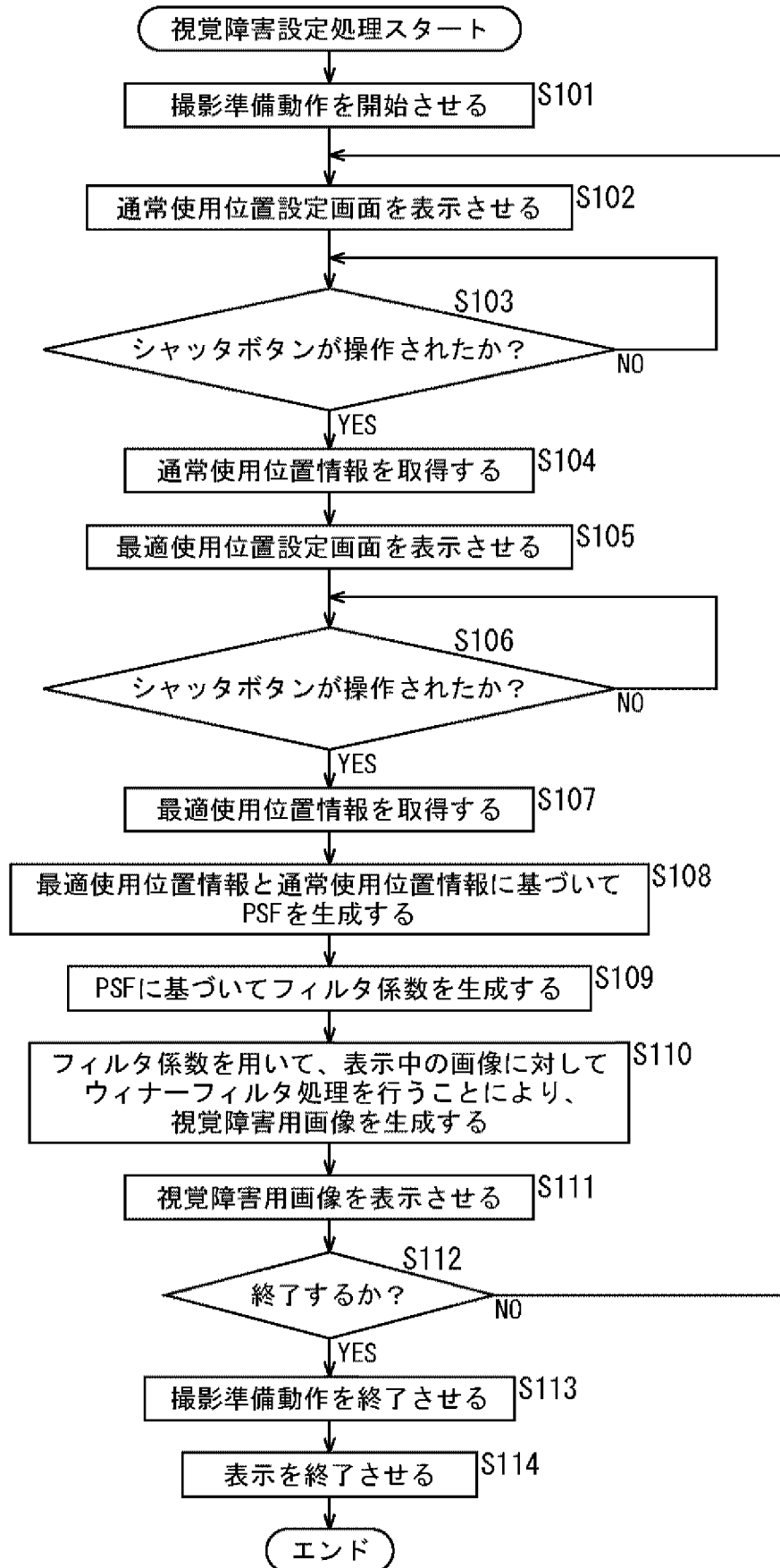
[図16]

図16



[図17]

図17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/083243

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N5/205(2006.01)i, A61B3/02(2006.01)i, G06T5/00(2006.01)i, G09G5/00(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)

H04N5/205, A61B3/02, G06T5/00, G09G5/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

JSTPlus (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2012-063589 A (Nippon Hoso Kyokai), 29 March 2012 (29.03.2012), paragraphs [0035] to [0041], [0065] to [0078]; fig. 1 to 3, 7 to 8 (Family: none)	8-10, 12, 13 1-7, 11
X A	JP 9-097333 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 08 April 1997 (08.04.1997), paragraphs [0067] to [0080], [0087] to [0090]; fig. 1, 6 & US 6160576 A column 11, line 49 to column 13, line 18; column 14, lines 7 to 39; fig. 1, 6 & EP 756246 A1 & DE 69623884 D1	8-10, 12, 13 1-7, 11

☒ 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
17 December 2015 (17.12.15)

Date of mailing of the international search report
28 December 2015 (28.12.15)

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/JP2015/083243

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	Midori AOKI et al., "Jizen Boke Fukugen ni Motozuku Shiryoku Kaso Kyosei Display", SSII2014 Dai 20 Kai Symposium on Sensing via Image Information Koen Ronbunshu, 11 June 2014 (11.06.2014), pages 223-1 to 223-7	8-10, 12, 13 1-7, 11
X A	JP 2013-528115 A (Back In Focus), 08 July 2013 (08.07.2013), paragraphs [0051] to [0071], [0076], [0082], [0108]; fig. 1 to 8 & US 2013/0120390 A1 paragraphs [0051] to [0071], [0076], [0082], [0106]; fig. 1 to 8 & WO 2011/156721 A1 & EP 2580709 A1 & CN 103026367 A & KR 10-2013-0089632 A	1-4, 6-10, 12, 13 5, 11
P, X	JP 2015-094788 A (Fujitsu Ltd.), 18 May 2015 (18.05.2015), paragraphs [0013], [0014], [0038] to [0043], [0072] to [0095], [0159]; fig. 1 to 3, 6, 9 to 12 (Family: none)	1-7
A	JP 2011-095839 A (Olympus Corp.), 12 May 2011 (12.05.2011), entire text; all drawings & US 2012/0195519 A1 & WO 2011/052334 A1	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N5/205(2006.01)i, A61B3/02(2006.01)i, G06T5/00(2006.01)i, G09G5/00(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（I P C））

Int.Cl. H04N5/205, A61B3/02, G06T5/00, G09G5/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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）

JSTPlus (JDreamIII)

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
X A	JP 2012-063589 A（日本放送協会）2012.03.29, 段落 [0035] - [0041] [0065] - [0078]、図1-3, 7-8（ファミリーなし）	8-10, 12, 13 1-7, 11
X A	JP 9-097333 A（株式会社豊田中央研究所）1997.04.08, 段落 [0067] - [0080] [0087] - [0090]、図1, 6 & US 6160576 A, 第11欄第49行-第13欄第18行, 第14欄第7-39行, 図1, 6 & EP 756246 A1 & DE 69623884 D1	8-10, 12, 13 1-7, 11

☒ 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

1 7 . 1 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 8 . 1 2 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

佐田 宏史

5 H

4 1 8 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

C (続き) . 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
X A	青木 翠梨、外 2 名, “事前ボケ復元に基づく視力仮想矯正ディスプレイ”, S S I I 2 0 1 4 第 2 0 回画像センシングシンポジウム 講演論文集, 2014.06.11, pp.223-1 - 223-7	8-10, 12, 13 1-7, 11
X A	JP 2013-528115 A (バック イン フォーカス) 2013.07.08, 段落 [0051] - [0071] [0076] [0082] [0108]、 図 1 - 8 & US 2013/0120390 A1, 段落[0051]-[0071][0076][0082] [0106], 図 1-8 & WO 2011/156721 A1 & EP 2580709 A1 & CN 103026367 A & KR 10-2013-0089632 A	1-4, 6-10, 12, 13 5, 11
P, X	JP 2015-094788 A (富士通株式会社) 2015.05.18, 段落 [0013] [0014] [0038] - [0043] [0072] - [0095] [0159]、図 1 - 3, 6, 9 - 12 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2011-095839 A (オリンパス株式会社) 2011.05.12, 全文、全図 & US 2012/0195519 A1 & WO 2011/052334 A1	1-13