

(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
2015 年 5 月 28 日(28.05.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/075952 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 5/00 (2006.01) *H04N 5/21* (2006.01)
H04N 1/409 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/050489
- (22) 国際出願日: 2014 年 1 月 15 日(15.01.2014)
- (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 2013-242835 2013 年 11 月 25 日(25.11.2013) JP
- (71) 出願人: 日本システムウェア株式会社(NIPPON SYSTEMWARE CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1508577 東京都渋谷区桜丘町 3 1 番 1 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 近藤 健(KONDOU, Tsuyoshi); 〒1508577 東京都渋谷区桜丘町 3 1 番 1 1 号 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 磯野 富彦(ISONO, Tomihiko); 〒1020072 東京都千代田区飯田橋 2-1 1-10 山田ラインビル I I I 8 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, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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.

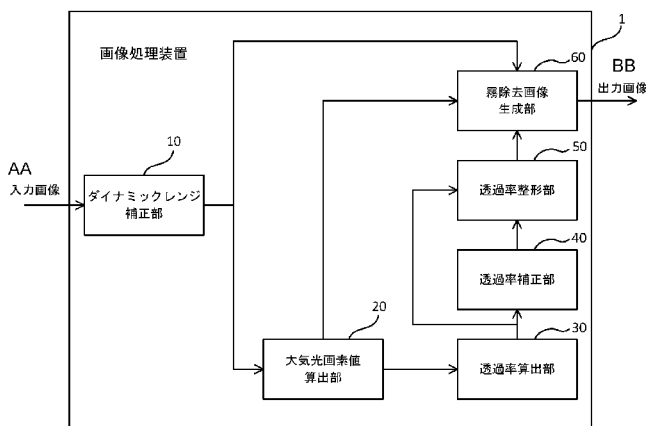
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,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

(54) 発明の名称: 画像処理装置、画像処理方法、及び制御プログラム



- 1 Image processing device
10 Dynamic range correcting unit
20 Atmospheric light pixel value calculating unit
30 Transmissivity calculating unit
40 Transmissivity correcting unit
50 Transmissivity shaping unit
60 Dehazed image generating unit
AA Input image
BB Output image

(57) Abstract: [Problem] To remove haze in an image rapidly and with a low processing load. [Solution] A image processing device is provided with: a dark channel image generating unit (20) which generates a dark channel image on the basis of an input image; a transmissivity image generating unit (30) which generates a transmissivity image on the basis of an atmospheric light pixel value and the dark channel image generated by the dark channel image generating unit (20); a transmissivity correcting unit (40) which corrects the transmissivity image generated by the transmissivity image generating unit (30); and a dehazed image generating unit (60) which removes haze in the input image on the basis of the input image, the atmospheric light pixel value, and the transmissivity image that has been corrected by the transmissivity correcting unit (40).

(57) 要約: 【課題】低い処理負担で高速に画像中の霧を除去する。【解決手段】入力画像に基づいてダークチャネル画像を生成するダークチャネル画像生成部 20 と、ダークチャネル画像生成部 20 により生成されたダークチャネル画像と大気光画素値とに基づいて透過率画像を生成する透過率画像生成部 30 と、透過率画像生成部 30 により生成された透過率画像を補正する透過率補正部 40 と、透過率補正部 40 により補正された透過率画像と大気光画素値と入力画像とに基づいて入力画像中の霧を除去する

霧除去画像生成部 60 と、備える。

明 細 書

発明の名称：画像処理装置、画像処理方法、及び制御プログラム
技術分野

[0001] 本発明は、画像中の霧を除去する画像処理装置、画像処理方法、及び制御プログラムに関する。

背景技術

[0002] 画像中の霧を除去する画像処理方法として、例えば非特許文献1に記載された方法が知られている。この画像処理方法においては、画像処理装置が入力画像の各画素（各ピクセル）の画素値（R，G，B）を、大気光の画素値（R，G，B）で割ることによって入力画像を補正する。また、画像処理装置は、ダークチャネル(Dark Channel)という局所領域におけるR，G，Bの最小値を用いて、補正した入力画像の霧の密度を推定する。そして、画像処理装置は、霧の密度から粗い精度の透過率を算出する。さらに、画像処理装置は、ソフトマッティングという手法を用いて細かい精度の透過率を算出する。画像処理装置は、この透過率を用いて画像中の霧を除去する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 非特許文献1：K. He, J. Sun and X. Tang, “Single Image Haze Removal Using Dark Channel Prior” CVPR, 2009

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述したように、画像処理装置は、局所領域においてダークチャネルを求める。この局所領域は、透過率が一定とみなされる領域であることが望ましい。しかし、上記した非特許文献1に記載された方法では、ダークチャネルを求める画素を中心とした予め定められた大きさの領域とされている。このため、局所領域内における透過率は一定ではなくムラがある。従って、上記

した非特許文献 1 の方法では、画像処理装置はソフトマッティングにより均一化処理を行うが、ソフトマッティングは処理負荷が高く、処理時間がかかってしまう。

[0005] 本発明は、前述した事情に鑑みてなされたものであり、低い処理負担で高速に画像中の霧を除去する画像処理装置、画像処理方法、及び制御プログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するために、本発明では、入力画像に基づいてダークチャンネル画像を生成するダークチャンネル画像生成部と、ダークチャンネル画像生成部により生成されたダークチャンネル画像と大気光画素値とに基づいて透過率画像を生成する透過率画像生成部と、透過率画像生成部により生成された透過率画像を補正する透過率補正部と、透過率補正部により補正された透過率画像と大気光画素値と入力画像とに基づいて入力画像中の霧を除去する霧除去画像生成部と、備える画像処理装置が提供される。

[0007] また、本発明では、透過率補正部は、透過率画像を所定領域に分割し、分割した各所定領域の各画素の透過率の平均値により 2 値化を行い、各所定領域における 2 値化された各値の個数と各所定領域内の各値の透過率の平均値とに基づいて、各所定領域内の各画素の透過率を選択する。このような構成によれば、ソフトマッティングと比較して処理負担をかけずに透過率の均一化を行うことができる。

[0008] また、本発明では、透過率補正部は、透過率画像に対してモルフォロジー処理を実行する。このような構成によっても、処理負担をかけずに透過率の均一化を行うことができる。

[0009] また、本発明では、透過率補正部により補正された透過率画像の各画素の透過率と透過率画像生成部により生成された透過率画像の各画素の透過率とを乗算し、乗算した値の平方根演算を行うことで透過率画像を整形する透過率整形部を備え、霧除去画像生成部は、透過率整形部により整形された透過

率画像と大気光画素値と入力画像とに基づいて入力画像中の霧を除去する。

このような構成によれば、透過率補正部による透過率画像の補正を行った場合におけるハローの発生を抑制することができる。

[0010] また、本発明では、入力画像のレンジを拡大するレンジ補正部を備え、ダークチャネル画像生成部は、レンジ補正部によりレンジが拡大された画像に基づいてダークチャネル画像を生成し、霧除去画像生成部は、透過率補正部により補正された透過率画像と大気光画素値とレンジ補正部によりレンジが拡大された画像とに基づいて画像中の霧を除去する。このような構成によれば、入力画像のダイナミックレンジを拡大して画像中の霧を低減することができる。

[0011] また、本発明では、レンジ補正部は、入力画像の領域のレンジを拡大する第1レンジ補正部と、入力画像を複数の領域に分割し、分割した複数の領域のレンジを拡大する第2レンジ補正部と、第1レンジ補正部によりレンジが拡大された画像と第2レンジ補正部によりレンジが拡大された画像とを合成する合成部と、を有する。このような構成によれば、複数階層においてレンジの拡大が行われた画像を合成し、より確実に霧の低減を実現することができる。

[0012] また、本発明では、合成部は、第1レンジ補正部によりレンジが拡大された画像に第1係数を乗算し、第2レンジ補正部によりレンジが拡大された画像に第2係数を乗算し、それらの画像を加算する。このような構成によれば、各画像における重み付けを行った上で画像の合成を行うことができる。

[0013] また、本発明では、第2レンジ補正部は、レンジを拡大した画像に対して補間処理を実行する。従って、分割した領域間における画素値の連続性を持たせることができる。

[0014] 本発明では、画像中の霧を除去する画像処理方法であって、入力画像に基づいてダークチャネル画像を生成するダークチャネル画像生成ステップと、ダークチャネル画像生成ステップにより生成されたダークチャネル画像と大気光画素値とに基づいて透過率画像を生成する透過率画像生成ステップと、

透過率画像生成ステップにより生成された透過率画像を補正する透過率補正ステップと、透過率補正ステップにより補正された透過率画像と大気光画素値と入力画像とに基づいて入力画像中の霧を除去する霧除去画像生成ステップと、含む画像処理方法が提供される。

[0015] 本発明では、画像処理装置の演算装置に、入力画像に基づいてダークチャンネル画像を生成するダークチャンネル画像生成処理と、ダークチャンネル画像生成処理により生成されたダークチャンネル画像と大気光画素値とに基づいて透過率画像を生成する透過率画像生成処理と、透過率画像生成処理により生成された透過率画像を補正する透過率補正処理と、透過率補正処理により補正された透過率画像と大気光画素値と入力画像とに基づいて入力画像中の霧を除去する霧除去画像生成処理と、を実行させる制御プログラムが提供される。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、低い処理負担で高速に画像中の霧を除去することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]第1実施形態に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。

[図2]図1に示すダイナミックレンジ補正部の構成を示すブロック図である。

[図3]第1実施形態に係る画像処理方法を説明するためのフローチャートである。

[図4]1エリア分割拡大部、4エリア分割拡大部、及び9エリア分割拡大部によるヒストグラムの生成対象の領域を示す図である。

[図5]エリア分割拡大部が生成するヒストグラムの一例を示す図である。

[図6]バイリニア補完処理を説明するための図である。

[図7]透過率補正部による透過率補正処理を示すフローチャートである。

[図8]第2実施形態に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。

[図9]第2実施形態に係る画像処理方法を説明するためのフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。ただし、本発明はこれに限定されるものではない。また、図面においては、実施形態を説明するため、一部分を大きくまたは強調して記載するなど適宜縮尺を変更して表現することがある。

[0019] <第1実施形態>

図1は、第1実施形態に係る画像処理装置1の構成を示すブロック図である。図1に示す画像処理装置1は、画像処理として画像中の霧を除去する処理を行う装置である。ここで、霧とは微細な水粒が大気中に浮遊していることによって視程が小さくなる現象をいう。霧のことを靄や霞などともいう。なお、霧に限定されず、大気中の微粒子により画像中の被写体が見えにくくなる現象が含まれる。また、画像には静止画、動画が含まれる。画像処理装置1は、図1に示すように、ダイナミックレンジ補正部（レンジ補正部）10、大気光画素値算出部（ダークチャネル画像生成部）20、透過率算出部（透過率画像生成部）30、透過率補正部40、透過率整形部50、及び霧除去画像生成部60を備えている。ダイナミックレンジ補正部10は、画像のダイナミックレンジを拡大する処理（前処理）を行う。このような処理が行われることにより、画像中の霧が低減される。

[0020] 図2は、図1に示すダイナミックレンジ補正部10の構成を示すブロック図である。図2に示すように、ダイナミックレンジ補正部10は、1エリア分割拡大部（第1レンジ補正部）11、4エリア分割拡大部（第2レンジ補正部）12、9エリア分割拡大部（第2レンジ補正部）13、及びエリア合成部（合成部）14を有している。入力画像の各画素の画素値は、途中で分岐して1エリア分割拡大部11、4エリア分割拡大部12、及び9エリア分割拡大部13にそれぞれ出力される。

[0021] 1エリア分割拡大部11は、入力画像の全領域のダイナミックレンジを拡大する。図2に示すように、1エリア分割拡大部11は、第1ヒストグラム生成部11a、レンジ算出部11b、及びレンジ拡大部11cを含んでいる

。第1ヒストグラム生成部11aは、入力画像の全領域のヒストグラムを生成する。ヒストグラムは、どのような明るさの画素がどれくらいあるかを示す表である（図5参照）。レンジ算出部11bは、第1ヒストグラム生成部11aが生成した入力画像の全領域のヒストグラムを用いて入力画像のノイズ成分を除去（削除）する。レンジ拡大部11cは、レンジ算出部11bが入力画像のノイズ成分を除去したレンジを所定のレンジに拡大するレンジ拡大処理を行う。そして、レンジ拡大部11cは、レンジ拡大後の各画素の画素値をエリア合成部14に出力する。

[0022] 4エリア分割拡大部12は、入力画像の領域を4つの領域（エリア）に分割し、分割した4つの領域それぞれのダイナミックレンジを拡大する。図2に示すように、4エリア分割拡大部12は、第2ヒストグラム生成部12a、レンジ算出部12b、及びレンジ拡大部12cを含んでいる。第2ヒストグラム生成部12aは、入力画像の領域を4つの領域に分割し、分割した4つの領域それぞれのヒストグラムを生成する。レンジ算出部12bは、第2ヒストグラム生成部12aが生成した4つの領域のヒストグラムを用いて、4つの領域それぞれのノイズ成分を除去（削除）する。レンジ拡大部12cは、レンジ算出部12bがノイズ成分を除去した4つの領域のレンジをそれぞれ所定のレンジに拡大するレンジ拡大処理を行う。また、レンジ拡大部11cは、レンジ拡大処理において領域間のバイリニア補間処理を行うことによりレンジ拡大後の画素値の連続性を持たせる。そして、レンジ拡大部12cは、レンジ拡大後の各画素の画素値をエリア合成部14に出力する。

[0023] 9エリア分割拡大部13は、入力画像の領域を9つの領域（エリア）に分割し、分割した9つの領域それぞれのダイナミックレンジを拡大する。図2に示すように、9エリア分割拡大部13は、第3ヒストグラム生成部13a、レンジ算出部13b、及びレンジ拡大部13cを含んでいる。第3ヒストグラム生成部13aは、入力画像の領域を9つの領域に分割し、分割した9つの領域それぞれのヒストグラムを生成する。レンジ算出部13bは、第3ヒストグラム生成部13aが生成した9つの領域のヒストグラムを用いて、

9つの領域それぞれのノイズ成分を除去（削除）する。レンジ拡大部13cは、レンジ算出部13bがノイズ成分を除去した9つの領域のレンジをそれぞれ所定のレンジに拡大するレンジ拡大処理を行う。また、レンジ拡大部13cは、レンジ拡大処理において領域間のバイリニア補間処理を行うことによりレンジ拡大後の画素値の連続性を持たせる。そして、レンジ拡大部13cは、レンジ拡大後の各画素の画素値をエリア合成部14に出力する。

[0024] エリア合成部14は、1エリア分割拡大部11、4エリア分割拡大部12、及び9エリア分割拡大部13によるダイナミックレンジの拡大後の画素値を合成する。具体的には、エリア合成部14は、各エリア分割拡大部11、12、13からのレンジ拡大後の各画素の画素値をそれぞれ入力する。そして、エリア合成部14は、入力した画素値に所定の係数を乗算し、乗算した値を足し合わせる。エリア合成部14により合成された各画素の画素値は、大気光画素値算出部20及び霧除去画像生成部60に出力される。

[0025] 図1の説明に戻り、大気光画素値算出部20は、ダイナミックレンジ補正部10から出力された霧画像（霧を含む画像）の各画素の画素値に基づいてダークチャネル画像を生成する。また、大気光画素値算出部20は、霧画像の大気光画素値を算出する。大気光は大気中の粒子による散乱光である。画像の画素値のうち、大気中の粒子による散乱光の成分が大気光画素値である。

[0026] 具体的には、大気光画素値算出部20は、各画素におけるR、G、Bの中で最も小さな値（R、G、Bの各チャネルのうちの最小値）を各画素の代表値（ダークチャネル値）としてダークチャネル画像を生成する。なお、上記した非特許文献1に記載されているダーク・チャネル・プライア(Dark Channel Prior)に基づく方法では、局所領域（15×15画素の領域）内のすべての画素のすべてのチャネルの値の最小値をダークチャネル値としていたが、本実施形態では、各画素のダークチャネル値（ $\min J^0(y)$ ）をそのまま使用している。このように、局所領域（15×15画素の領域）内のすべての画素のすべてのチャネルの値の最小値を使用するのではなく、各画素のダ

ークチャンネル値を使用することで、処理の簡素化を実現している。

[0027] また、大気光画素値算出部20は、入力画像の全領域において代表値（ダークチャンネル値）の最も小さな画素の値を大気光画素値とする。このように、本実施形態では、大気光画素値算出部20は、入力画像の全領域に対して1つの大気光画素値を算出する。大気光画素値算出部20は、ダークチャンネル画像の各画素の画素値及び大気光画素値を透過率算出部30及び霧除去画像生成部60に出力する。

[0028] 透過率算出部30は、大気光画素値算出部20からのダークチャンネル画像の各画素の画素値及び大気光画素値を用いて各画素の透過率を算出する。すなわち、透過率算出部30は、次の式（1）に画素ごとのダークチャンネル値（Dark）と大気光画素値（A）とを代入することにより画素ごとの透過率（dtrans）を算出する。

[0029]
$$dtrans = 1 - \omega \times Dark / A \cdots (1)$$

[0030] ここで、 ω は霧除去の強さを制御するためのパラメータである。透過率算出部30は、各画素の透過率から透過率画像を生成する。そして、透過率算出部30は、透過率画像（各画素の透過率）を透過率補正部40及び透過率整形部50に出力する。

[0031] 透過率補正部40は、透過率算出部30から出力された透過率画像（初期透過率画像）を補正する。具体的には、透過率補正部40は、初期透過率画像を膨張処理（dilation）により透過率の均一化を行い、透過率均一化画像を生成する。また、透過率補正部40は、透過率均一化画像と初期透過率画像とにより透過率補正画像を生成する。透過率補正部40は、生成した透過率補正画像を透過率整形部50に出力する。なお、透過率補正部40が実行する処理の詳細は後述する（図7参照）。

[0032] 透過率整形部50は、透過率算出部30から出力された透過率画像と透過率補正部40から出力された透過率補正画像とに基づいて透過率画像の整形処理を行う。すなわち、透過率整形部50は、透過率補正部40による補正前の透過率画像（各画素の透過率）と透過率補正部40による補正後の透過

率画像（各画素の透過率）とを乗算した後に、その値の平方根をとることにより透過率画像を整形する。透過率整形部50は、整形した透過率画像を霧除去画像生成部60に出力する。

[0033] 霧除去画像生成部60は、大気光画素値算出部20から出力される大気光画素値、透過率整形部50から出力された整形後の各画素の透過率（整形後の透過率画像）、及びダイナミックレンジ補正部10から出力される霧画像の各画素の画素値に基づいて、画像中の霧を除去する霧除去処理を実行する。

[0034] なお、画像処理装置1におけるダイナミックレンジ補正部10、大気光画素値算出部20、透過率算出部30、透過率補正部40、透過率整形部50、及び霧除去画像生成部60は、CPU（Central Processing Unit）などの演算装置が制御プログラムに基づいて処理を実行することにより実現される。

[0035] 次に、画像処理装置1が実行する画像処理方法について説明する。図3は、第1実施形態に係る画像処理方法を説明するためのフローチャートである。なお、以下の説明では、画像処理装置1が動画（映像）中の霧を除去する場合について説明する。

[0036] 図3に示す処理において、ダイナミックレンジ補正部10は、入力画像のダイナミックレンジを補正する（ステップS1）。図4は、1エリア分割拡大部11、4エリア分割拡大部12、及び9エリア分割拡大部13によるヒストグラムの生成対象の領域を示す図である。図4（A）は、入力画像である動画の1フレームの領域を示している。また、図4（B）は、1エリア分割拡大部11（第1ヒストグラム生成部11a）によるヒストグラムの生成対象の領域を示している。また、図4（C）は、4エリア分割拡大部12（第2ヒストグラム生成部12a）によるヒストグラムの生成対象の4つの領域（エリア0、エリア1、エリア2、エリア3）を示している。また、図4（D）は、9エリア分割拡大部13（第3ヒストグラム生成部13a）によるヒストグラムの生成対象の9つの領域（エリア0、エリア1、エリア2、

エリア3、エリア4、エリア5、エリア6、エリア7、エリア8)を示している。

[0037] 第1ヒストグラム生成部11aは、図4(B)に示すように、入力画像の領域を分割せずに、入力画像の領域においてヒストグラムを生成する。第2ヒストグラム生成部12aは、図4(C)に示すように、入力画像の領域を4つの領域に分割し、それぞれの領域においてヒストグラムを生成する。第3ヒストグラム生成部13aは、入力画像の領域を9つの領域に分割し、それぞれの領域においてヒストグラムを生成する。なお、図4(B)に示す領域を0階層の領域といい、図4(C)に示す各領域を1階層の領域といい、図4(D)に示す領域を2階層の領域という。

[0038] 図5は、エリア分割拡大部11, 12, 13が生成するヒストグラムの一例を示す図である。例えば、図5に示すヒストグラムは、第1ヒストグラム生成部11aが入力画像の領域(図4(B))において生成するヒストグラムとする。図5に示すヒストグラムにおいて、横軸は画素の明るさ(輝度レベル、照度、階調)を示している。横軸の「0」は最も暗く(真っ黒)、右に行くほど明るくなる。横軸の「255」が最も明るい(真っ白)。縦軸はその明るさの画素がどれくらいあるかを示している(つまり、縦軸は同じ明るさの画素数を示している)。

[0039] レンジ算出部11bは、明るさ「0」から横軸の右方向に画素数(ピクセル数)を順次加算していく。レンジ算出部11bは、加算した画素数が予め設定された設定値画素数を超えたか否かを判定する。そして、レンジ算出部11bは、加算した画素数が設定値画素数を超えた明るさの値の直前の値を最小値 Y_{min} とする。なお、 Y は色のない画像(輝度1チャンネルの画像)の画素値(輝度)を示している。すなわち、 Y はR, G, Bのいずれか1つに相当する。また、レンジ算出部11bは、明るさ「255」から横軸の左方向に画素数を順次加算していく。レンジ算出部11bは、加算した画素数が設定値画素数を超えたか否かを判定する。そして、レンジ算出部11bは、加算した画素数が設定値画素数を超えた明るさの値の直前の値を最大値 Y

maxとする。

[0040] 設定値画素数はmax側（255側）及びmin側（0側）のノイズ分を判定するための値である。設定値画素数は、領域内のすべての画素数の例えば1～3%程度の画素数とされる。本実施形態では、設定値画素数は、領域内のすべての画素数の1%の画素数とされている。

[0041] レンジ算出部12bも、4つの領域（エリア0、エリア1、エリア2、エリア3）のそれぞれに対して、レンジ算出部11bと同様に、加算した画素数が設定値画素数を超えたか否かを判定して最小値Yminと最大値Ymaxを算出する。また、レンジ算出部12bも、9つの領域（エリア0、エリア1、エリア2、エリア3、エリア4、エリア5、エリア6、エリア7、エリア8）のそれぞれに対して、レンジ算出部11bと同様に、加算した画素数が設定値画素数を超えたか否かを判定して最小値Yminと最大値Ymaxを算出する。

[0042] なお、レンジ算出部11b～13aは、R、G、Bのそれぞれにおいて（ $Y_{max} - Y_{min} < minval$ （minvalは5～15の範囲内の値）である場合は、最小値Yminを0（ $Y_{min} = 0$ ）とし、最大値Ymaxを255（ $Y_{max} = 255$ ）とする。本実施形態では、minvalを10としている。このように、画素値（輝度）の変化がほとんどない領域（色がほとんど均一な領域）についてはダイナミックレンジの拡大を行わないようにする。これにより、誤ったダイナミックレンジの拡大（誤動作）を防止することができる。

[0043] レンジ拡大部11cは、入力画像の領域の各画素の画素値PixVal、入力画像の領域の最小値Ymin、及び入力画像の領域の最大値Ymaxに基づいて、入力画像の領域の各画素の目標値（TargetValue）を算出する。具体的には、レンジ拡大部11cは、次の式（2）に、画素値PixVal、最小値Ymin、及び最大値Ymaxを代入することにより目標値（TargetValue）を算出する。

[0044] $TargetValue = (PixVal - Ymin) * 255 / (Ymax - Ymin)$

$$a \times - Y_{min}) \cdots (2)$$

[0045] なお、レンジ拡大部11cは、ブランク中（今回のフレームと次のフレームとの間の期間）に画素値 $P i x V a l$ の0～255に対して入力画像の領域のテーブル $T a b l e (R, G, B)$ を作成する。レンジ拡大部11cは、テーブル $T a b l e (R, G, B)$ において、最小値 Y_{min} 以下の画素値には0を設定し、最大値 Y_{max} 以上の画素値には255を設定する。

[0046] レンジ拡大部11cは、画像のホワイトバランス調整を行う場合は、最小値 Y_{min} 及び最大値 Y_{max} として R, G, B のそれぞれの値を用いる。一方、レンジ拡大部11cは、画像のホワイトバランス調整を行わない場合は、最大値 Y_{max} として、 R, G, B それぞれの最大値 Y_{max} の中の最も大きな値を R, G, B 共通で用いる。すなわち、 $Y_{max} = \max (R_{max}, G_{max}, B_{max})$ とする（レンジ拡大部11cは $R_{max}, G_{max}, B_{max}$ のうちの最大値を選択する）。また、レンジ拡大部11cは、画像のホワイトバランス調整を行わない場合は、最小値 Y_{min} として、 R, G, B それぞれの最小値 Y_{min} の中の最も小さな値を R, G, B 共通で用いる。すなわち、 $Y_{min} = \min (R_{min}, G_{min}, B_{min})$ とする（レンジ拡大部11cは $R_{min}, G_{min}, B_{min}$ のうちの最小値を選択する）。

[0047] その後、レンジ拡大部11cは、上記の式（2）で算出した各画素の画素値（すなわち目標値（ $T a r g e t V a l u e$ ））をエリア合成部14に出力する。

[0048] レンジ拡大部12cも、4つの領域（エリア0、エリア1、エリア2、エリア3）のそれぞれに対して、レンジ拡大部11cと同様に、各画素の画素値（すなわち目標値（ $T a r g e t V a l u e$ ））を算出する。この場合も、レンジ拡大部12cは、画像のホワイトバランス調整の有無に対応した最小値 Y_{min} 及び最大値 Y_{max} を用いて目標値を算出する。また、レンジ拡大部13cも、9つの領域（エリア0、エリア1、エリア2、エリア3、エリア4、エリア5、エリア6、エリア7、エリア8）のそれぞれに対して

、レンジ拡大部 11c と同様に、各画素の画素値（すなわち目標値（Target Value））を算出する。この場合も、レンジ拡大部 13c は、画像のホワイトバランス調整の有無に対応した最小値 Y_{min} 及び最大値 Y_{max} を用いて目標値を算出する。

[0049] レンジ拡大部 12c 及びレンジ拡大部 13c は、分割された領域間の画素値の連続性を持たせるために、領域間においてバイリニア補間処理を行う。バイリニア補間は、求める位置の周辺の 2×2 画素（4 画素）を用いて、画素値（輝度値）を直線的に補間して画素値を求める。レンジ拡大部 12c 及びレンジ拡大部 13c は、それぞれ、第 2 ヒストグラム生成部 12a 及び第 3 ヒストグラム生成部 13a が分割した各領域の中心位置の画素値に基づいて、バイリニア補間で各画素のレンジ拡大値（Tex p Value；レンジ拡大後の画素値）を算出する。

[0050] 図 6 は、バイリニア補完処理を説明するための図である。図 6 において、P はバイリニア補間処理を行う画素を示す。A, B, C, D は、4 つの領域の中心位置の画素を示している。図 4 (C) に示す領域においては、A はエリア 0 の中心位置の画素、B はエリア 1 の中心位置の画素、C はエリア 2 の中心位置の画素、D はエリア 3 の中心位置の画素となる。また、図 4 (D) においては、例えば、A はエリア 3 の中心位置の画素、B はエリア 4 の中心位置の画素、C はエリア 6 の中心位置の画素、D はエリア 7 の中心位置の画素となる。a は画素 P から画素 A 又は B までの y 方向の距離、b は画素 P から画素 C 又は D までの y 方向の距離、c は画素 P から画素 A 又は C までの x 方向の距離、d は画素 P から画素 B 又は D までの x 方向の距離を示している。

[0051] レンジ拡大部 12c 及びレンジ拡大部 13c は、次の式 (3) に、画素 A, B, C, D の画素値と距離 a, b, c, d を代入することによりレンジ拡大値（Tex p Value；レンジ拡大後の画素値）を算出する。

[0052]
$$\text{Tex p Value} = ((A * d + B * c) * b + (C * d + D * c) * a) / ((c + d) * (a + b)) \cdots (3)$$

[0053] なお、上記の式（３）において、 A 、 B 、 C 、 D は各領域における画素値（Pixel Value）の拡張された値のテーブルTable引きの値である。

[0054] 実際には、 x 方向に対しては、 $A(x)$ までは0で、その後、 $B(x)$ まで+1ずつカウントアップするカウンタ（up counter（ c ））と、 $A(x)$ までは（ $c+d$ ）で、その後、 $B(x)$ まで-1ずつカウントダウンするカウンタ（down counter（ d ））とを用意する。また、 y 方向に対しては、 $A(y)$ までは0で、その後、 $C(y)$ まで+1ずつカウントアップするカウンタ（up counter（ a ））と、 $A(y)$ までは（ $a+b$ ）で、その後、 $C(y)$ まで-1ずつカウントダウンするカウンタ（down counter（ b ））とを用意する。そして、レンジ拡大部12c及びレンジ拡大部13cは、これらのカウンタを用いてバイリニア補間処理の演算を行う。

[0055] このように、バイリニア補間処理では、各領域の中心位置の画素値の比から中間位置の画素値を求めることができる。その後、レンジ拡大部12cは、上記の式（３）で算出した各画素の画素値（すなわちレンジ拡大値（Tex p Value））をエリア合成部14に出力する。また、レンジ拡大部13cは、上記の式（３）で算出した各画素の画素値（すなわちレンジ拡大値（Tex p Value））をエリア合成部14に出力する。

[0056] エリア合成部14は、1エリア分割拡大部11から出力された画素値 A_1 と、4エリア分割拡大部12から出力された画素値 A_4 と、9エリア分割拡大部13から出力された画素値 A_9 とを入力する。エリア合成部14は、画素値 A_1 に係数 α_1 を乗算し、画素値 A_4 に係数 α_4 を乗算し、画素値 A_9 に係数 α_9 を乗算する。そして、エリア合成部14は、画素値 A_1 、 A_4 、 A_9 に係数 α_1 、 α_4 、 α_9 を乗算した値をそれぞれ足し合わせて（加算して）合成画素値を算出する。すなわち、エリア合成部14は、次の式（４）に、画素値 A_1 、 A_4 、 A_9 と係数 α_1 、 α_4 、 α_9 とを代入することにより合成画素値を算出する。

[0057] 合成画素値 = $A_1 * \alpha_1 + A_4 * \alpha_4 + A_9 * \alpha_9 \dots (4)$

[0058] ここで、 $\alpha_1 + \alpha_4 + \alpha_9 = 1.0$ とする。本実施形態では、係数 α_1 は0.5、係数 α_4 は0.3、係数 α_9 は0.2としている。このような係数の値を設定することにより、エリア合成部14は、階層ごとに重み付けした画素値を合成（統合）することができる。

[0059] 図3の説明に戻り、大気光画素値算出部20は、ダイナミックレンジ補正部10から出力された霧画像の各画素の画素値に基づいてダークチャネル画像を生成する（ステップS2）。具体的には、大気光画素値算出部20は、各画素におけるR、G、Bの中で最も小さな値（R、G、Bの各チャンネルのうちの最小値）を各画素のダークチャネル値（ r, g, b ）としてダークチャネル画像を生成する。また、大気光画素値算出部20は、入力画像の全領域においてダークチャネル値の最小値を大気光画素値（ $atmos_r, atmos_g, atmos_b$ ）として取得する（ステップS3）。

[0060] 透過率算出部30は、大気光画素値算出部20からのダークチャネル画像の各画素の画素値（ r, g, b ）及び大気光画素値（ $atmos_r, atmos_g, atmos_b$ ）を用いて各画素の透過率（ $dtrans$ ）を算出する。具体的には、透過率算出部30は、次の式（5）に、ダークチャネル画像の各画素の画素値（ r, g, b ）と大気光画素値（ $atmos_r, atmos_g, atmos_b$ ）とを代入することにより画素ごとの透過率（ $dtrans$ ）を算出する。

[0061] $dtrans = 1 - lomega * dtmplA / 100.0 \dots (5)$

[0062] ここで、式（5）は上記した式（1）に相当する。 $lomega$ は上記した式（1）の ω に相当する。 $dtmplA > (r / atmos_r)$ であれば、 $dtmplA$ は $r / atmos_r$ である（ $dtmplA = r / atmos_r$ ）。 $dtmplA > (g / atmos_g)$ であれば、 $dtmplA$ は $g / atmos_g$ である（ $dtmplA = g / atmos_g$ ）。 $dtmplA > (b / atmos_b)$ であれば、 $dtmplA$ は $b / atmos_b$ である（

$d t m p l A = b / a t m o s b$)。 $d t m p l A > (r / a t m o s r)$ でない場合、 $d t m p l A > (g / a t m o s g)$ でない場合、 及び $d t m p l A > (b / a t m o s b)$ でない場合、 $d t m p l A$ は 1. 0 である ($d t m p l A = 1. 0$)。

[0063] 透過率算出部 30 は、上記のように算出した各画素の透過率からなる透過率画像を透過率補正部 40 及び透過率整形部 50 に出力する。

[0064] 透過率補正部 40 は、透過率算出部 30 から出力された透過率画像（初期透過率画像）を補正する（ステップ S5）。透過率補正部 40 が実行する透過率補正処理について図 7 を参照して説明する。図 7 は、透過率補正部による透過率補正処理を示すフローチャートである。図 7 に示す処理において、透過率補正部 40 は、ループ回数 ($n l o o p$) を初期化する（ステップ S11）。すなわち、透過率補正部 40 は、 $n l o o p$ に初期値 0 を代入する。次に、透過率補正部 40 は、透過率画像の領域において 3×3 画素の領域 ($3 \times 3 w i n d o w$) を形成する（ステップ S12）。そして、透過率補正部 40 は、各 3×3 画素の領域 ($3 \times 3 w i n d o w$) 内の透過率の平均値を取得する（ステップ S13）。

[0065] 次に、透過率補正部 40 は、各 3×3 画素の領域において平均値による各画素の 2 値化を行う（ステップ S14）。すなわち、透過率補正部 40 は、各 3×3 画素の領域において各画素の透過率が平均値よりも高い画素 ($H i g h$ 画素) と低い画素 ($L o w$ 画素) とに分ける。透過率補正部 40 は、 $H i g h$ 画素を「1」とし、 $L o w$ 画素を「0」とする。また、透過率補正部 40 は、 $H i g h$ 画素の透過率の平均値 ($h a v e$) を取得し、 $L o w$ 画素の透過率の平均値 ($l a v e$) を取得する（ステップ S15）。また、透過率補正部 40 は、各 3×3 画素の領域において $H i g h$ 画素の個数 ($h c n t$) と $L o w$ 画素の個数 ($l c n t$) とをカウントする。また、透過率補正部 40 は、透過率画像全体の透過率の平均値 ($a a v e$) を算出する。そして、透過率補正部 40 は、以下の条件により、各 3×3 画素の領域の画素における透過率 ($T t r a n s$) を決定する（ステップ S16）。なお、 $a b$

$s()$ は $()$ 内の絶対値を表す。また、 $Ctrans$ は 3×3 画素の領域の中央の画素の透過率を表す。

[0066] まず、透過率補正部40は、Low画素の個数 ($lcnt$) が7以上であれば ($lcnt \geq 7$)、透過率 ($Ttrans$) をLow画素の平均値 ($lave$) とする。また、透過率補正部40は、High画素の個数 ($hcnt$) が7以上であれば ($hcnt \geq 7$)、透過率 ($Ttrans$) をHigh画素の平均値 ($have$) とする。また、透過率補正部40は、 $(have - lave) * 255 > 20$ で、 $abs(aave - Ctrans) < 5$ であれば、透過率 ($Ttrans$) を 3×3 画素の領域の中央の画素の透過率 $Ctrans$ とする。また、透過率補正部40は、 $Ctrans > (lave + have) / 2.0$ であれば、透過率 ($Ttrans$) をHigh画素の平均値 ($have$) とする。また、透過率補正部40は、その他の場合であれば、透過率 ($Ttrans$) をLow画素の平均値 ($lave$) とする。

[0067] その後、透過率補正部40は、ループ回数をインクリメントする ($nloop = nloop + 1$) (ステップS17)。透過率補正部40は、ループ回数が3であるか否かを判定し ($nloop = 3?$) (ステップS18)、ループ回数が3になるまでステップS11～S17の処理を繰り返し実行する。透過率補正部40は、ループ回数が3であると判定した場合は、透過率補正処理を終了する。透過率補正部40は、図7に示すようにして決定した透過率 ($Ttrans$) を透過率整形部50に出力する。

[0068] 図3の説明に戻り、透過率整形部50は、透過率算出部30から出力された各画素の透過率 ($dtrans$) と透過率補正部40から出力された各画素の透過率 ($Ttrans$) とを入力する。そして、透過率整形部50は、それらの透過率 ($dtrans$, $Ttrans$) を次の式(6)に代入することにより各画素の整形後の透過率 ($Mtrans$) を算出する(ステップS6)。すなわち、透過率整形部50は、補正前の透過率 ($dtrans$) と補正後の透過率 ($Ttrans$) とを用いて透過率画像を整形する。なお

、式（６）において、 $\text{sqrt}()$ は（）内の平方根を求めることを意味する。

[0069] $\text{Mtrans} = \text{sqrt}(\text{dtrans} * \text{Ttrans}) \cdots (6)$

[0070] その後、透過率整形部５０は、整形後の透過率（ Mtrans ）を霧除去画像生成部６０に出力する。次に、霧除去画像生成部６０は、大気光画素値算出部２０から出力される大気光画素値（ atmosr , atmosg , atmosb ）、透過率整形部５０から出力された整形後の各画素の透過率（ Mtrans ）、及びダイナミックレンジ補正部１０から出力される霧画像の各画素の画素値（ r , g , b ）に基づいて、画像中の霧を除去する霧除去処理を実行する（ステップＳ７）。具体的には、霧除去画像生成部６０は、次の式（７－１）～（７－３）に、大気光画素値（ atmosr , atmosg , atmosb ）、透過率（ Mtrans ）及び画素値（ r , g , b ）を代入することにより画像中の霧を除去した各画素の画素値（ newR , newG , newB ）を算出する。

[0071] $\text{newR} = (r - \text{atmosr}) / \text{Mtrans} + \text{atmosr} \cdots (7-1) ;$

$\text{newG} = (g - \text{atmosg}) / \text{Mtrans} + \text{atmosg} \cdots (7-2) ;$

$\text{newB} = (b - \text{atmosb}) / \text{Mtrans} + \text{atmosb} \cdots (7-3) ;$

[0072] なお、透過率補正部４０が図７に示したような処理を実行した場合は、透過率整形部５０による処理を省略してもよい。この場合、透過率補正部４０は、透過率（ Ttrans ）を霧除去画像生成部６０に出力し、霧除去画像生成部６０は、大気光画素値算出部２０から出力される大気光画素値（ atmosr , atmosg , atmosb ）、透過率補正部４０から出力された各画素の透過率（ Ttrans ）、及びダイナミックレンジ補正部１０から出力される霧画像の各画素の画素値（ r , g , b ）に基づいて、画像中の霧を除去する霧除去処理を実行する。

- [0073] 以上に説明したように、第1実施形態では、入力画像に基づいてダークチャンネル画像を生成するダークチャンネル画像生成部20と、ダークチャンネル画像生成部20により生成されたダークチャンネル画像と大気光画素値とに基づいて透過率画像を生成する透過率画像生成部30と、透過率画像生成部30により生成された透過率画像を補正する透過率補正部40と、透過率補正部40により補正された透過率画像と大気光画素値と入力画像とに基づいて入力画像中の霧を除去する霧除去画像生成部60と、備える。このような構成によれば、低い処理負担で高速に画像中の霧を除去することができる。
- [0074] また、第1実施形態では、透過率補正部40は、透過率画像を所定領域（例えば3×3画素の領域）に分割し、分割した各所定領域の各画素の透過率の平均値により2値化を行い、各所定領域における2値化された各値の個数と各所定領域内の各値の透過率の平均値とに基づいて、各所定領域内の各画素の透過率を選択する。このような構成によれば、ソフトマッティングと比較して処理負担をかけずに透過率の均一化を行うことができる。
- [0075] また、第1実施形態では、透過率補正部40により補正された透過率画像の各画素の透過率と透過率画像生成部30により生成された透過率画像の各画素の透過率とを乗算し、乗算した値の平方根演算を行うことで透過率画像を整形する透過率整形部50を備え、霧除去画像生成部60は、透過率整形部50により整形された透過率画像と大気光画素値と入力画像とに基づいて入力画像中の霧を除去する。このような構成によれば、透過率補正部40による透過率画像の補正を行った場合におけるハローの発生を抑制することができる。
- [0076] また、第1実施形態では、入力画像のレンジを拡大するレンジ補正部10を備え、ダークチャンネル画像生成部20は、レンジ補正部10によりレンジが拡大された画像に基づいてダークチャンネル画像を生成し、霧除去画像生成部60は、透過率補正部40により補正された透過率画像と大気光画素値とレンジ補正部10によりレンジが拡大された画像とに基づいて画像中の霧を除去する。このような構成によれば、入力画像のダイナミックレンジを拡大

して画像中の霧を低減することができる。

[0077] また、第1実施形態では、レンジ補正部10は、入力画像の領域のレンジを拡大する第1レンジ補正部11と、入力画像を複数の領域に分割し、分割した複数の領域のレンジを拡大する第2レンジ補正部12と、第1レンジ補正部11によりレンジが拡大された画像と第2レンジ補正部12によりレンジが拡大された画像とを合成する合成部14と、を有する。このような構成によれば、複数階層においてレンジの拡大が行われた画像を合成し、より確実に霧の低減を実現することができる。

[0078] また、第1実施形態では、合成部14は、第1レンジ補正部11によりレンジが拡大された画像に第1係数を乗算し、第2レンジ補正部12によりレンジが拡大された画像に第2係数を乗算し、それらの画像を加算する。このような構成によれば、各画像における重み付けを行った上で画像の合成を行うことができる。また、第1実施形態では、第2レンジ補正部12は、レンジを拡大した画像に対して補間処理を実行するので、分割した領域間における画素値の連続性を持たせることができる。

[0079] <第2実施形態>

上記した第1実施形態では、透過率補正部40が図7に示したような透過率補正処理を実行していたが、第2実施形態では、透過率モルフォロジー処理部40Aが透過率補正処理（膨張処理、モルフォロジー処理）を実行する。

[0080] 図8は、第2実施形態に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。図8に示す画像処理装置1Aは、図1に示した画像処理装置1における透過率補正部40に代えて透過率モルフォロジー処理部40Aを設けている。その他の構成については、図1で説明した構成と同様であるため、重複する説明を省略する。

[0081] 透過率モルフォロジー処理部40Aは、透過率算出部30から出力された透過率画像に対してモルフォロジー処理を実行する。具体的には、透過率モルフォロジー処理部40Aは、透過率画像の領域において3×3画素の領域

(3×3 window) を形成する。そして、透過率モルフォロジー処理部 40A は、各 3×3 画素の領域 (3×3 window) 内の透過率の平均値を取得する。また、透過率モルフォロジー処理部 40A は、各 3×3 画素の領域において平均値による各画素の 2 値化を行う。そして、透過率モルフォロジー処理部 40A は、各 3×3 画素の領域内の注目画素 (中央の画素) の近傍の 8 画素のうち、1 つの画素でも High 画素があれば注目画素の透過率を、 3×3 画素の領域内の High 画素の透過率の平均値 (have) とする。このような処理をモルフォロジー処理という。

[0082] 図 9 は、第 2 実施形態に係る画像処理方法を説明するためのフローチャートである。なお、図 9 に示す処理において、ステップ S5A 以外の処理は、図 3 に示した処理と同様であるため、重複する説明を省略する。

[0083] ステップ S5A において、透過率モルフォロジー処理部 40A は、透過率画像に対して、モルフォロジー処理を実行する。上記したように、透過率モルフォロジー処理部 40A は、各 3×3 画素の領域内の注目画素 (中央の画素) の近傍の 8 画素のうち、1 つの画素でも High 画素があれば注目画素の透過率を、 3×3 画素の領域内の High 画素の透過率の平均値 (have) とする。このように、透過率モルフォロジー処理部 40A がモルフォロジー処理 (単純な多値膨張処理) を実行した場合は、透過率整形部 50 による処理が必要となる。

[0084] 以上のように、第 2 実施形態では、透過率補正部 40 は、透過率画像に対してモルフォロジー処理を実行する。このような構成によっても、処理負担をかけずに透過率の均一化を行うことができる。

[0085] 以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明の技術的範囲は、上記の実施形態に記載の範囲には限定されない。本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、上記の実施形態に、多様な変更または改良を加えることが可能である。また、上記の実施形態で説明した要件の 1 つ以上は、省略されることがある。そのような変更または改良、省略した形態も本発明の技術的範囲に含まれる。また、上記した実施形態や変形例の構成を適宜組み合わせて適用することも

可能である。

[0086] 上記した第1実施形態及び第2実施形態において、揺らぎ吸収装置は、オーディオI/P変換装置2AやオーディオI/P変換装置6Aだけでなく、オーディオI/P変換装置1BやオーディオI/P変換装置5Bであってもよい。すなわち、オーディオI/P変換装置1BはオーディオI/P変換装置2Aと同一構成とされ、オーディオI/P変換装置5BもオーディオI/P変換装置6Aと同一構成とされてもよい。

[0087] また、上記した第1実施形態において、ダイナミックレンジ補正部10は、3つの階層で画像のレンジ拡大を行っていたが、2以上の階層で画像のレンジ拡大を行う構成であればよい。

[0088] また、上記した第1実施形態において、透過率補正部40は透過率画像を3×3画素の領域に分割していたが（ステップS12参照）、3×3画素に限定されず、異なる画素数の領域であってもよい。また、補間処理はバイリニア補間処理を用いていたが、その他の補間処理であってもよい。

符号の説明

- [0089] 1, 1A 画像処理装置
- 10 ダイナミックレンジ補正部（レンジ補正部）
 - 11 1エリア分割拡大部（第1レンジ補正部）
 - 12 4エリア分割拡大部（第2レンジ補正部）
 - 13 9エリア分割拡大部（第2レンジ補正部）
 - 14 エリア合成部（合成部）
 - 20 大気光画素値算出部（ダークチャネル画像生成部）
 - 30 透過率算出部（透過率画像生成部）
 - 40 透過率補正部
 - 40A 透過率モルフォロジー処理部
 - 50 透過率整形部
 - 60 霧除去画像生成部

請求の範囲

- [請求項1] 入力画像に基づいてダークチャネル画像を生成するダークチャネル画像生成部と、
- 前記ダークチャネル画像生成部により生成された前記ダークチャネル画像と大気光画素値とに基づいて透過率画像を生成する透過率画像生成部と、
- 前記透過率画像生成部により生成された前記透過率画像を補正する透過率補正部と、
- 前記透過率補正部により補正された透過率画像と前記大気光画素値と前記入力画像とに基づいて前記入力画像中の霧を除去する霧除去画像生成部と、備える画像処理装置。
- [請求項2] 前記透過率補正部は、前記透過率画像を所定領域に分割し、分割した各所定領域の各画素の透過率の平均値により2値化を行い、前記各所定領域における2値化された各値の個数と前記各所定領域内の各値の透過率の平均値とに基づいて、前記各所定領域内の各画素の透過率を選択する請求項1記載の画像処理装置。
- [請求項3] 前記透過率補正部は、前記透過率画像に対してモルフォロジー処理を実行する請求項1記載の画像処理装置。
- [請求項4] 前記透過率補正部により補正された前記透過率画像の各画素の透過率と前記透過率画像生成部により生成された前記透過率画像の各画素の透過率とを乗算し、乗算した値の平方根演算を行うことで前記透過率画像を整形する透過率整形部を備え、
- 前記霧除去画像生成部は、前記透過率整形部により整形された前記透過率画像と前記大気光画素値と前記入力画像とに基づいて前記入力画像中の霧を除去する請求項2または請求項3記載の画像処理装置。
- [請求項5] 入力画像のレンジを拡大するレンジ補正部を備え、
- 前記ダークチャネル画像生成部は、前記レンジ補正部によりレンジが拡大された画像に基づいてダークチャネル画像を生成し、

前記霧除去画像生成部は、前記透過率補正部により補正された前記透過率画像と前記大気光画素値と前記レンジ補正部によりレンジが拡大された前記画像とに基づいて前記画像中の霧を除去する請求項 1 から請求項 4 のうちいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項6]

前記レンジ補正部は、
前記入力画像の領域のレンジを拡大する第 1 レンジ補正部と、
前記入力画像を複数の領域に分割し、分割した複数の領域のレンジを拡大する第 2 レンジ補正部と、
前記第 1 レンジ補正部によりレンジが拡大された画像と前記第 2 レンジ補正部によりレンジが拡大された画像とを合成する合成部と、を有する請求項 5 記載の画像処理装置。

[請求項7]

前記合成部は、前記第 1 レンジ補正部によりレンジが拡大された画像に第 1 係数を乗算し、前記第 2 レンジ補正部によりレンジが拡大された画像に第 2 係数を乗算し、それらの画像を加算する請求項 6 記載の画像処理装置。

[請求項8]

前記第 2 レンジ補正部は、レンジを拡大した画像に対して補間処理を実行する請求項 6 または請求項 7 記載の画像処理装置。

[請求項9]

画像中の霧を除去する画像処理方法であって、
入力画像に基づいてダークチャネル画像を生成するダークチャネル画像生成ステップと、
前記ダークチャネル画像生成ステップにより生成された前記ダークチャネル画像と大気光画素値とに基づいて透過率画像を生成する透過率画像生成ステップと、
前記透過率画像生成ステップにより生成された前記透過率画像を補正する透過率補正ステップと、
前記透過率補正ステップにより補正された透過率画像と前記大気光画素値と前記入力画像とに基づいて前記入力画像中の霧を除去する霧除去画像生成ステップと、含む画像処理方法。

[請求項10]

画像処理装置の演算装置に、

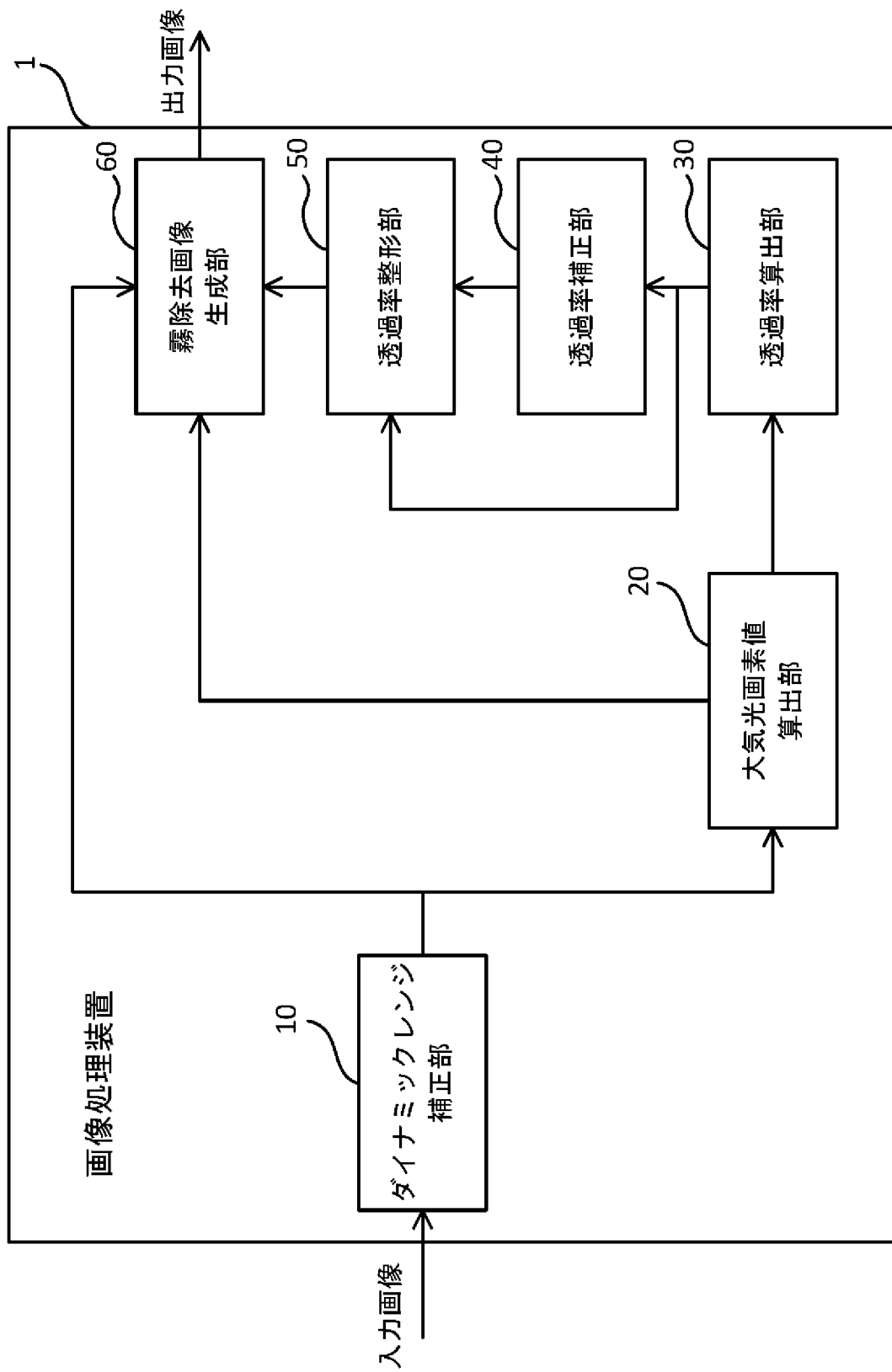
入力画像に基づいてダークチャネル画像を生成するダークチャネル画像生成処理と、

前記ダークチャネル画像生成処理により生成された前記ダークチャネル画像と大気光画素値とに基づいて透過率画像を生成する透過率画像生成処理と、

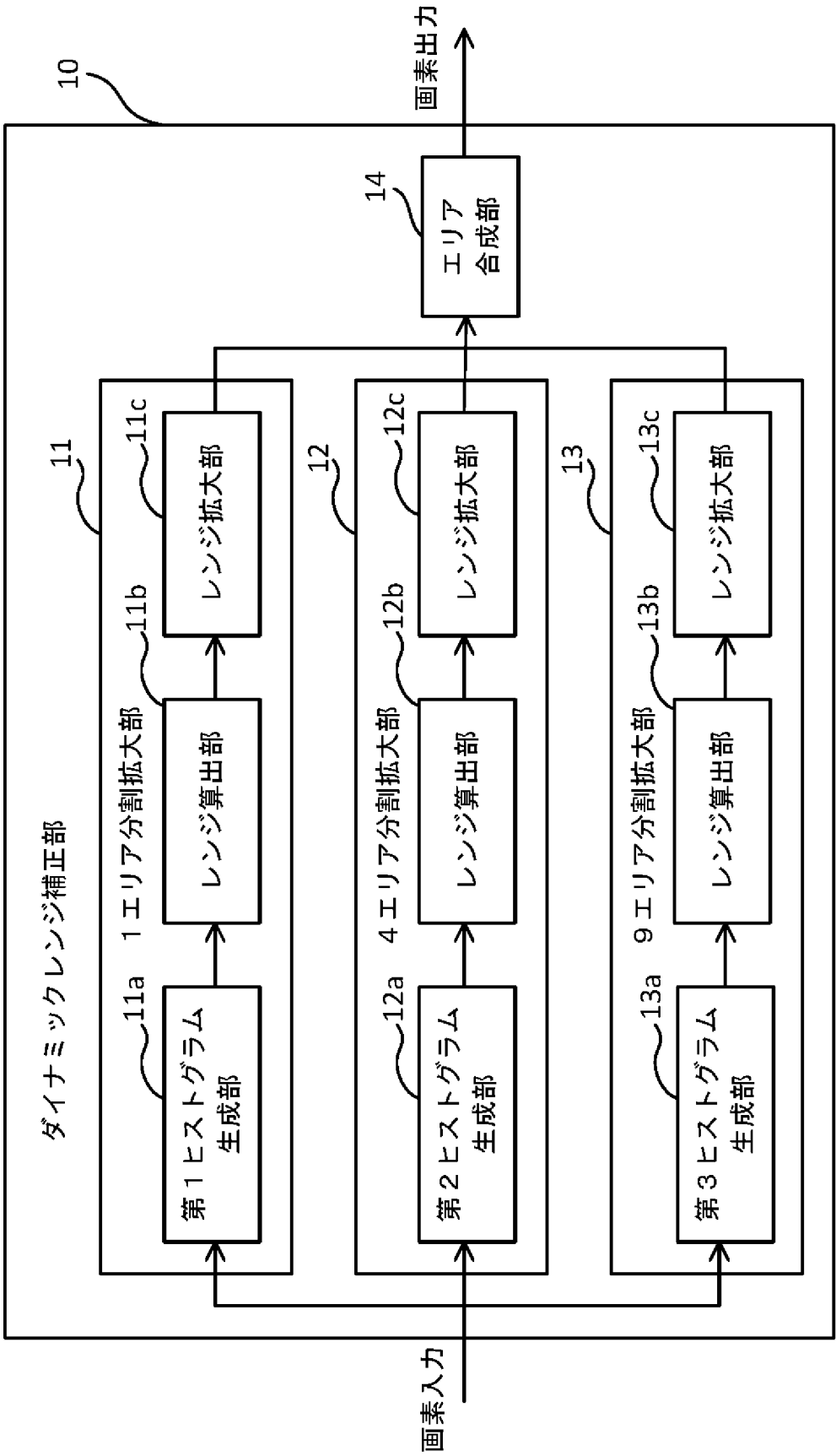
前記透過率画像生成処理により生成された前記透過率画像を補正する透過率補正処理と、

前記透過率補正処理により補正された透過率画像と前記大気光画素値と前記入力画像とに基づいて前記入力画像中の霧を除去する霧除去画像生成処理と、 を実行させる制御プログラム。

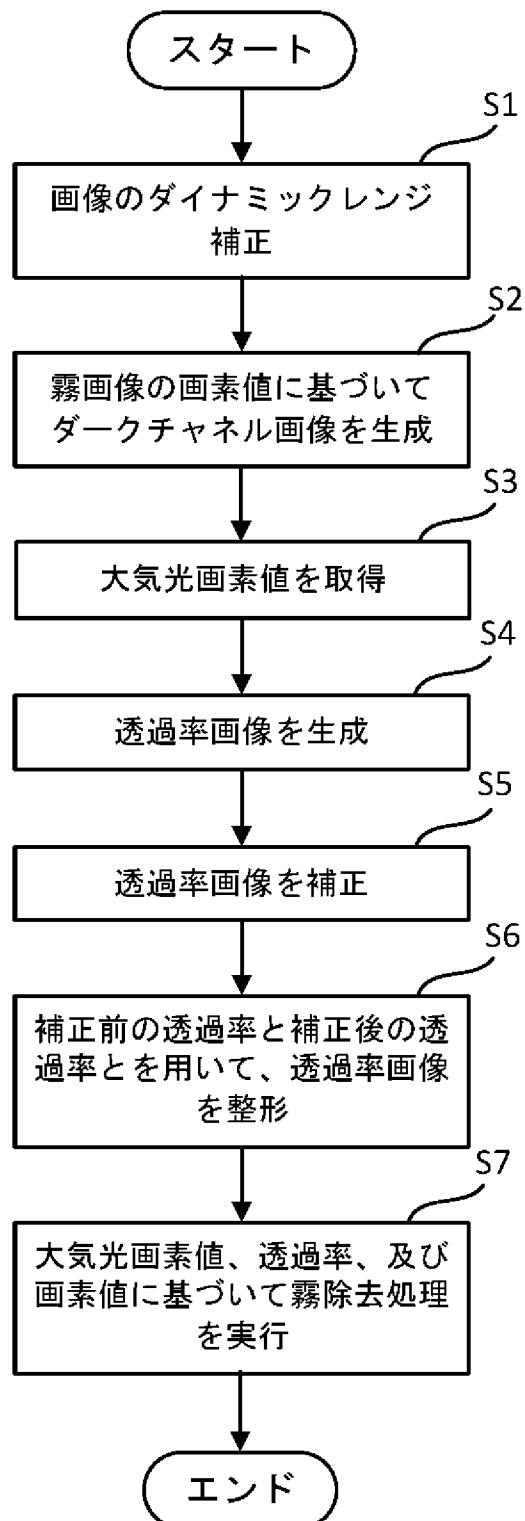
[図1]



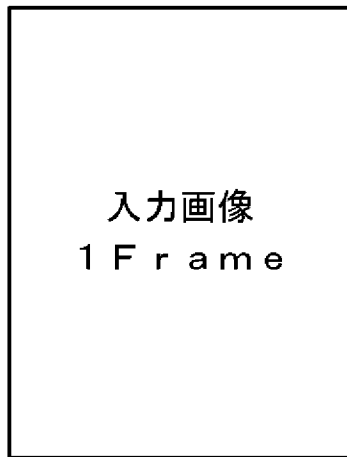
[図2]



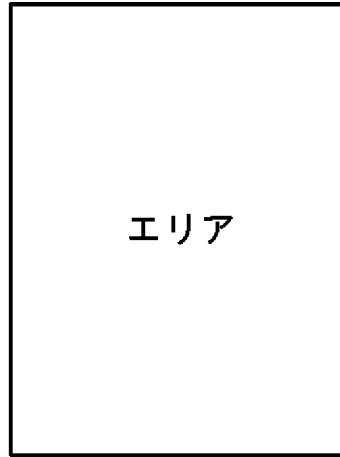
[図3]



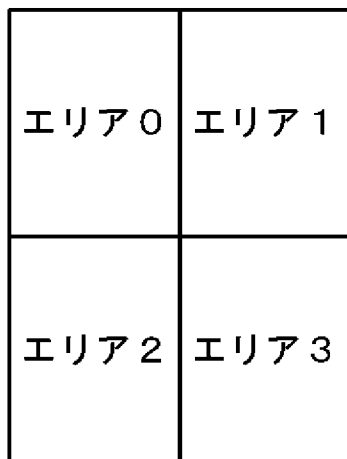
[図4]



(A)



(B) 0階層

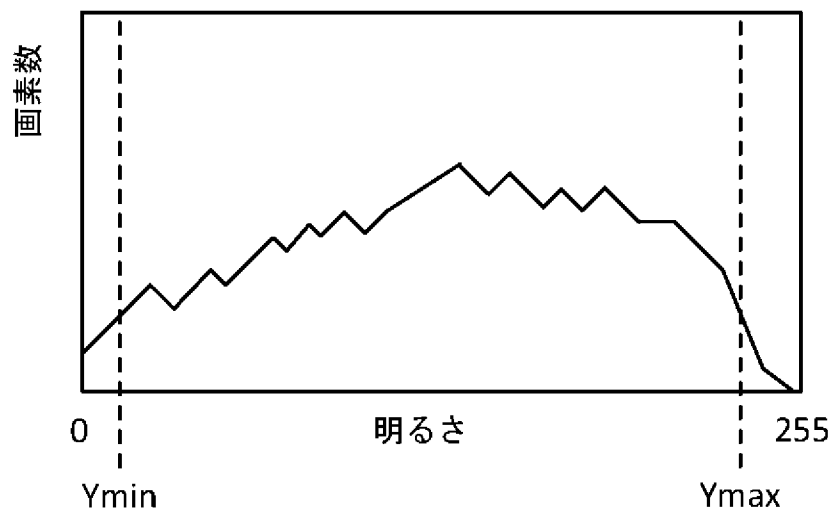


(C) 1階層

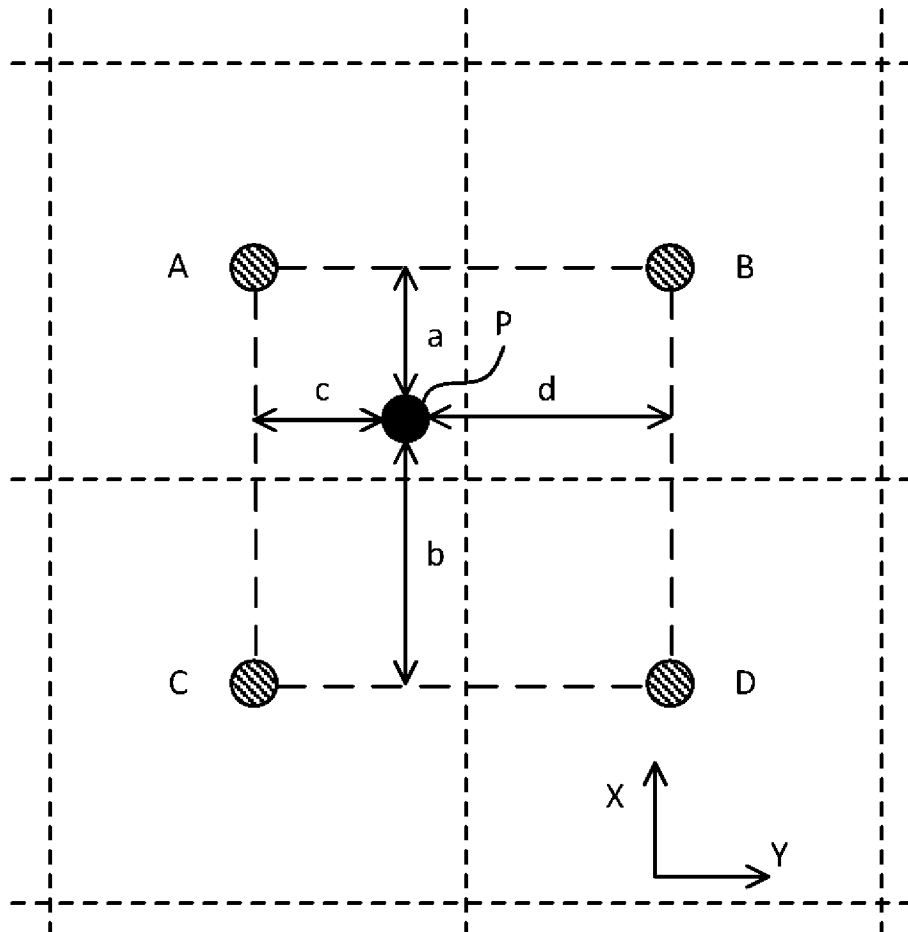


(D) 2階層

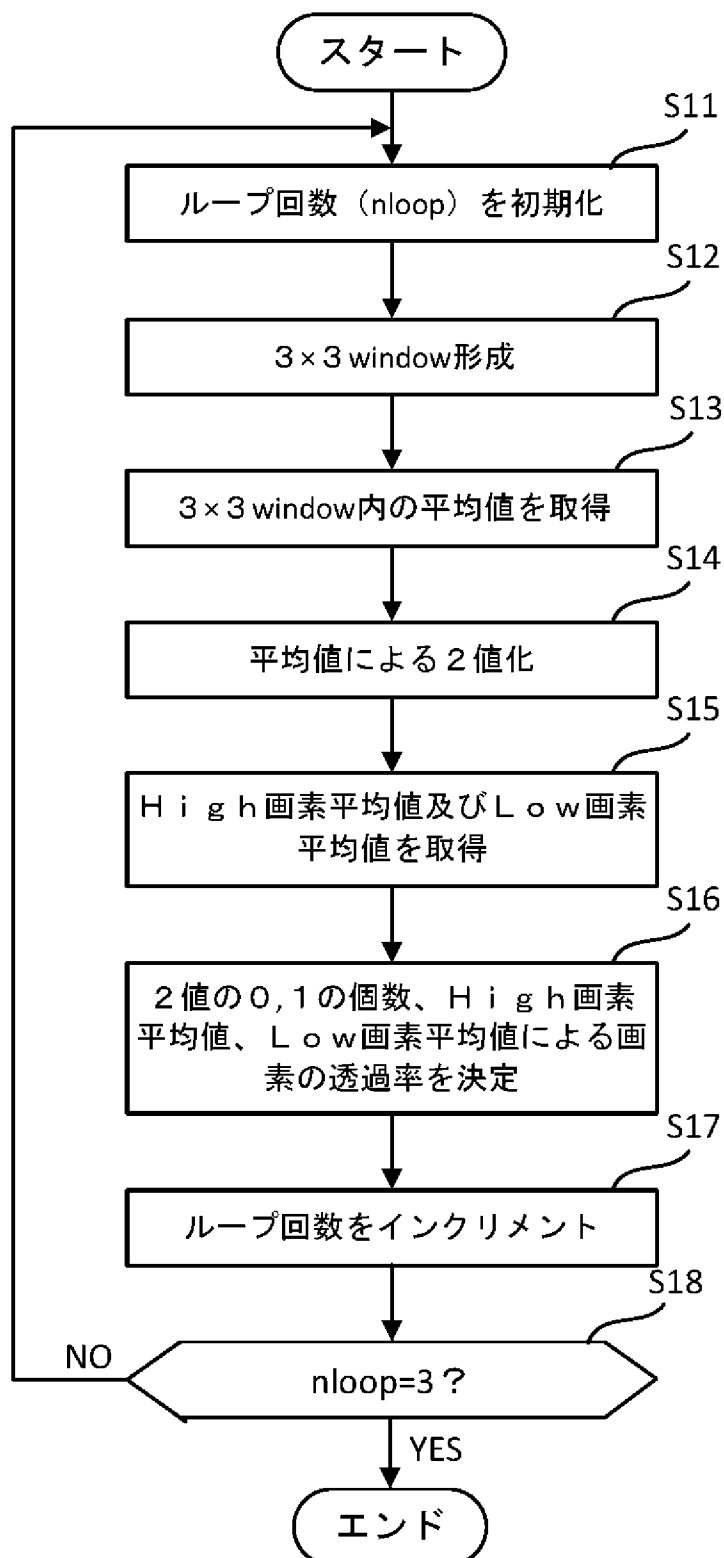
[図5]



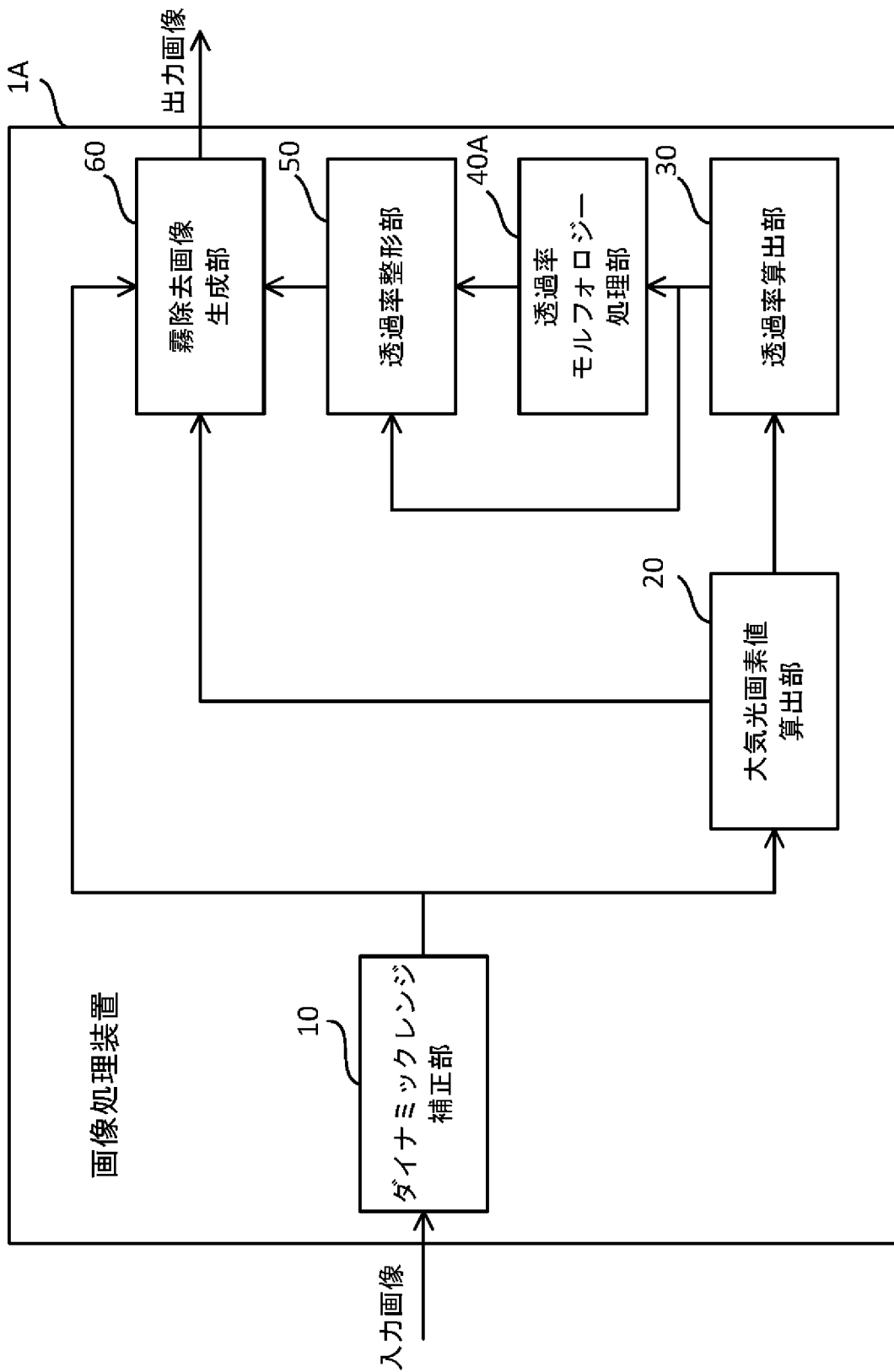
[図6]



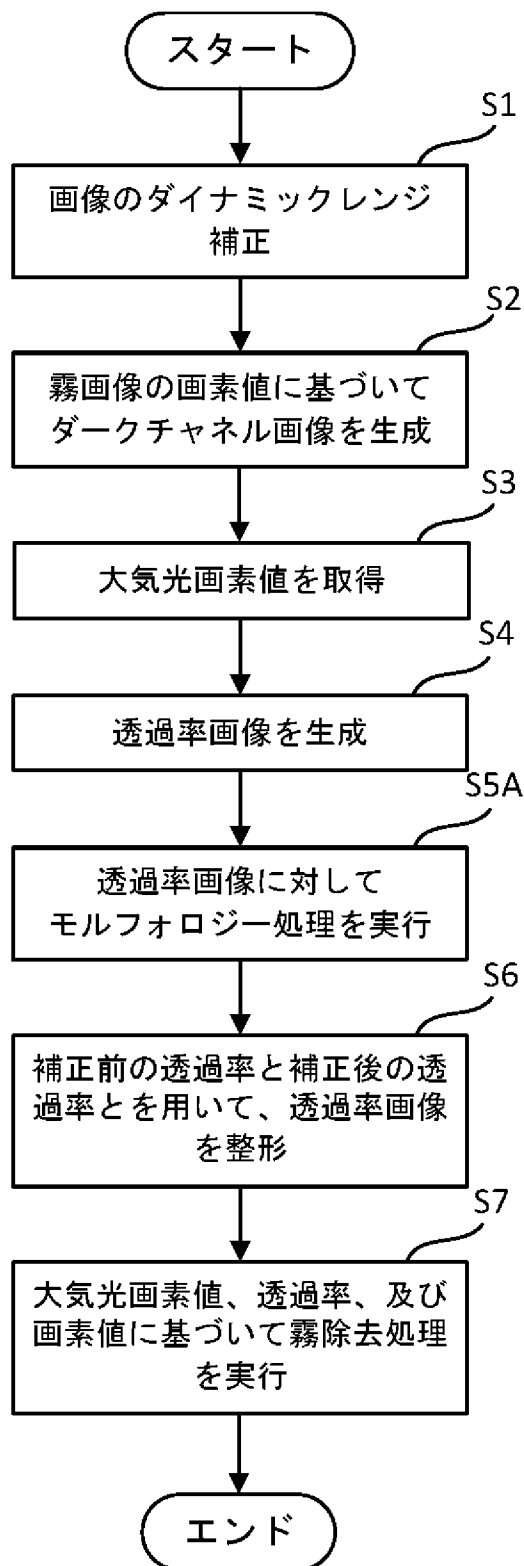
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/050489

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T5/00(2006.01)i, H04N1/409(2006.01)i, H04N5/21(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)

G06T5/00, H04N1/409, H04N5/21

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
Y A	JP 2013-058202 A (Fujitsu Ltd.), 28 March 2013 (28.03.2013), paragraphs [0023] to [0038]; fig. 1 to 2 & US 2013/0071043 A1 & EP 2568438 A2 & CN 102999883 A	1, 5, 9, 10 2-4, 6-8
Y A	JP 2012-221237 A (Olympus Corp.), 12 November 2012 (12.11.2012), paragraph [0047]; fig. 7 (Family: none)	1, 5, 9, 10 2-4, 6-8

☒ 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
01 April, 2014 (01.04.14)

Date of mailing of the international search report
08 April, 2014 (08.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/050489

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Shin'ichiro HIROOKA et al., "Real-time Image Visibility Enhancement Technology under Bad Weather Condition for Video Cameras", IPSJ SIG Notes Consumer Devices and Systems(CDS), 05 September 2013 (05.09.2013), vol.2013-CDS-8, no.1, pages 1 to 6, URL:https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=95137&item_no=1&page_id=13&block_id=8	5
A	JP 2011-003048 A (Casio Computer Co., Ltd.), 06 January 2011 (06.01.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	Akira MIZUNO et al., "Local Adaptive High-Speed Single Image Dehazing", ITE Technical Report, 21 May 2012 (21.05.2012), vol.36, no.20, pages 9 to 12	1-10
A	US 2011/0188775 A1 (Jian Sun, Kaiming He, Xiao-Ou Tang), 04 August 2011 (04.08.2011), paragraphs [0029] to [0066], [0081] to [0086]; fig. 2 (Family: none)	1-10
A	WO 2013/018101 A1 (INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY, KHARAGPUR), 07 February 2013 (07.02.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	WO 2013/029337 A1 (FUJITSU LTD.), 07 March 2013 (07.03.2013), entire text; all drawings & CN 102968760 A	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06T5/00(2006.01)i, H04N1/409(2006.01)i, H04N5/21(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. G06T5/00, H04N1/409, H04N5/21

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
Y A	JP 2013-058202 A（富士通株式会社）2013.03.28, 段落【0023】 －【0038】、図1－2 & US 2013/0071043 A1 & EP 2568438 A2 & CN 102999883 A	1, 5, 9, 10 2-4, 6-8
Y A	JP 2012-221237 A（オリンパス株式会社）2012.11.12, 段落【0047】、図7（ファミリーなし）	1, 5, 9, 10 2-4, 6-8

☒ 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

0 1 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 8 . 0 4 . 2 0 1 4

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 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 3 1

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
Y	廣岡 慎一郎、外 2 名, “悪環境下におけるビデオカメラ向けリアルタイム視認性向上技術”, 情報処理学会 研究報告 コンシューマ・デバイス&システム (CDS), 2013.09.05, Vol.2013-CDS-8, No.1, p.1-6, URL:https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=95137&item_no=1&page_id=13&block_id=8	5
A	JP 2011-003048 A (カシオ計算機株式会社) 2011.01.06, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10
A	水野 暁、外 3 名, “単一画像を用いた局所適応型高速霧補正技術”, 映像情報メディア学会技術報告, 2012.05.21, Vol.36, No.20, p.9-12	1-10
A	US 2011/0188775 A1 (Jian Sun, Kaiming He, Xiao-Ou Tang) 2011.08.04, 段落 [0029] - [0066] [0081] - [0086]、図 2 (No Family)	1-10
A	WO 2013/018101 A1 (INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY, KHARAGPUR) 2013.02.07, 全文、全図 (No Family)	1-10
A	WO 2013/029337 A1 (FUJITSU LIMITED) 2013.03.07, 全文、全図 & CN 102968760 A	1-10