

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7114335号
(P7114335)

(45)発行日 令和4年8月8日(2022.8.8)

(24)登録日 令和4年7月29日(2022.7.29)

(51)国際特許分類	F I			
H 0 4 N 9/73 (2006.01)	H 0 4 N	9/73	A	
G 0 6 T 1/00 (2006.01)	G 0 6 T	1/00	3 4 0 A	
G 0 6 T 11/80 (2006.01)	G 0 6 T	11/80	A	
H 0 4 N 5/232(2006.01)	H 0 4 N	5/232	2 9 0	
H 0 4 N 9/04 (2006.01)	H 0 4 N	9/04	B	
請求項の数 6 (全15頁)				

(21)出願番号	特願2018-98699(P2018-98699)	(73)特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	平成30年5月23日(2018.5.23)	(74)代理人	100090273 弁理士 國分 孝悦
(65)公開番号	特開2019-205055(P2019-205055 A)	(72)発明者	平井 信也 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(43)公開日	令和1年11月28日(2019.11.28)	(72)発明者	田島 香 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
審査請求日	令和3年5月24日(2021.5.24)	(72)発明者	松井 駿 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		審査官	大室 秀明
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 画像処理装置、画像処理装置の制御方法、及び、プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

仮想光を照射した影響を撮像画像に反映させる画像処理装置であって、
前記仮想光の影響を前記撮像画像に反映させる前に、前記仮想光の影響を反映させた場合の前記撮像画像に対する第1のホワイトバランス係数を決定する第1の決定手段と、
前記第1の決定手段により決定された前記第1のホワイトバランス係数を用いて、前記撮像画像のホワイトバランスを調整する調整手段と、
前記調整手段によってホワイトバランスが調整された前記撮像画像に対して、前記仮想光の影響を前記撮像画像の部分領域に反映させる補正を行う補正手段と、を有する画像処理装置。

【請求項2】

前記第1の決定手段は、前記仮想光の影響を反映させた場合の前記部分領域の輝度値と、前記撮像画像の前記部分領域に含まれない領域の輝度値と、に基づいて、前記第1のホワイトバランス係数を決定する請求項1記載の画像処理装置。

【請求項3】

前記第1の決定手段は、
前記部分領域の色情報に基づいて、第2のホワイトバランス係数を決定し、
前記撮像画像の前記部分領域に含まれない領域の色情報に基づいて、第3のホワイトバランス係数を決定し、
前記第2のホワイトバランス係数と、前記第3のホワイトバランス係数と、前記仮想光

の影響を反映させた場合の前記部分領域の輝度値と、前記撮像画像の前記部分領域に含まれない領域の輝度値と、に基づいて、前記第 1 のホワイトバランス係数を決定する請求項 1 又は 2 記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記撮像画像における環境光の分布情報に基づいて、前記仮想光の光源である仮想光源の色特性を決定する第 2 の決定手段と、

前記調整手段によってホワイトバランスが調整された前記撮像画像における環境光の分布情報に基づいて、前記仮想光源の色特性を決定する第 3 の決定手段と、を更に有し、

前記第 1 の決定手段は、前記第 2 の決定手段によって決定された前記仮想光源の色特性に応じた前記仮想光の前記部分領域への影響に基づいて、第 1 のホワイトバランス係数を決定し、

10

前記補正手段は、前記調整手段によってホワイトバランスが調整された前記撮像画像を対象として、前記第 3 の決定手段によって決定された前記仮想光源の色特性に基づいて、前記仮想光の影響を、前記部分領域に反映させる補正を行う請求項 1 乃至 3 何れか 1 項記載の画像処理装置。

【請求項 5】

仮想光を照射した影響を撮像画像に反映させる画像処理装置の制御方法であって、

前記仮想光の影響を前記撮像画像に反映させる前に、前記仮想光の影響を反映させた場合の前記撮像画像に対するホワイトバランス係数を決定する決定ステップと、

前記決定ステップにより決定された前記ホワイトバランス係数を用いて、前記撮像画像のホワイトバランスを調整する調整ステップと、

20

前記調整ステップにおいてホワイトバランスが調整された前記撮像画像に対して、前記仮想光の影響を前記撮像画像の部分領域に反映させる補正を行う補正ステップと、を含む画像処理装置の制御方法。

【請求項 6】

コンピュータを、請求項 1 乃至 4 何れか 1 項記載の画像処理装置の各手段として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、画像処理装置、画像処理装置の制御方法、及び、プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、撮像画像の被写体像に外部から仮想の照明が加えられたように、撮像画像に対して所定の画像処理を行う擬似的なライティング処理が知られている（特許文献 1）。これにより、環境光によって生じた被写体の陰影を、撮像後に調整することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2010 - 135996 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ここで、仮想光によって被写体の陰影を補正するリライティング処理では、被写体を照射する光の色は、環境光の色と仮想光源の色によって決まる。このため、部分的な被写体領域の明るさの補正をする際に、仮想光源の色特性によっては、例えば環境光の分布によって、部分的な被写体領域の明るさの補正をする際にリライティング前の画像に生じているカラーバランスのずれや色ムラが強調されることがある。また、例えば仮想光源を照射した部分と照射しない部分との色バランスがくずれることがある。上記の例のように、部分的な被写体領域の明るさの補正をする際に、仮想光源の色特性によっては、環境光の分

50

布によって、画質が不自然になることがある。特許文献1の技術では、リライティング処理の色パラメータを、ユーザの手動操作によって決定しているが、画像を見ながら、仮想光源の色特性を局所的に設定するのは困難である。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の画像処理装置は、仮想光を照射した影響を撮像画像に反映させる画像処理装置であって、前記仮想光の影響を前記撮像画像に反映させる前に、前記仮想光の影響を反映させた場合の前記撮像画像に対する第1のホワイトバランス係数を決定する第1の決定手段と、前記第1の決定手段により決定された前記第1のホワイトバランス係数を用いて、前記撮像画像のホワイトバランスを調整する調整手段と、前記調整手段によってホワイト
バランスが調整された前記撮像画像に対して、前記仮想光の影響を前記撮像画像の部分領域に反映させる補正を行う補正手段と、を有する。

10

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、環境光と仮想光源の色味の違いによる画質の不自然さを簡易に目立ちにくくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】デジタルカメラの構成の一例を示す図である。

【図2】画像処理部の構成の一例を示す図である。

【図3】第1の画像処理の一例を示すフローチャートである。

【図4】撮像画像の一例を示す図である。

【図5】画像処理部の構成の一例を示す図である。

【図6】第2の画像処理の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0008】

(第1の実施形態)

図1を参照して、第1の実施形態のデジタルカメラ100の構成について説明する。図1は、デジタルカメラ100の構成の一例を示す図である。デジタルカメラ100は、画像処理装置の一例である。

30

図1において、レンズ群101は、フォーカスレンズを含むズームレンズである。絞り機能を備えるシャッター102が、レンズ群101と撮像部103との間に設けられている。撮像部103は、レンズ群101によって撮像面に形成される光学像を画素単位の電気信号に変換するCCD/CMOSイメージセンサを代表とする撮像素子を有する。A/D変換器104は、撮像部103が出力するアナログ信号をデジタル信号(画像データ)に変換する。

【0009】

画像処理部105は、A/D変換器104から出力される画像データに対し、色補間(デモザイク)、ホワイトバランス調整、補正等の各種画像処理を行う。また、画像処理部105は、撮像された画像に対するリライティング処理も行う。リライティング処理は、例えば仮想的な光源から照射された仮想光の効果を付与することによって、被写体の陰影を補正する処理である。画像メモリ106は、画像データを一時的に記憶する。メモリ制御部107は、画像メモリ106の読み書きを制御する。D/A変換器108は、画像データをアナログ信号に変換する。表示部109は、LCDや有機ELディスプレイ等の表示装置を有し、各種GUIやライブビュー画像、記憶媒体112から読み出して再生した画像等を表示する。コーデック部110は、画像メモリ106に記憶されている画像データを記憶媒体112に記録するために予め定められた方法で符号化したり、画像ファイルに含まれる符号化画像データを例えば表示のために復号したりする。

40

【0010】

インタフェース(I/F)111は、例えば半導体メモリカードやカード型ハードディ

50

スク等の着脱可能な記憶媒体 112 を、デジタルカメラ 100 と機械的及び電氣的に接続する。システム制御部 50 は、例えば CPU や MPU 等のプログラマブルなプロセッサであってよい。システム制御部 50 は、例えば不揮発性メモリ 121 や内蔵する不揮発性メモリに記録されたプログラムを実行して必要なブロックや回路を制御することにより、デジタルカメラ 100 の機能を実現する。

顔検出部 113 は、撮像された画像に含まれる顔領域を検出し、検出された顔領域のそれぞれについて、位置、大きさ、信頼度等の顔情報を求めることが可能である。顔検出部 113 は、ニューラルネットワークに代表される学習を用いた手法、目、鼻、口等の特徴部位を、画像領域からテンプレートマッチングを用い探し出し類似度が設定値より高ければ顔とみなす手法等、任意の方法を用いて顔領域を検出する。

10

【0011】

操作部 120 は、ユーザがデジタルカメラ 100 に各種の指示を入力するためのボタンやスイッチ等の入力デバイスである。表示部 109 がタッチディスプレイである場合、タッチパネルは操作部 120 に含まれる。また、音声入力や視線入力等、非接触で指示を入力するタイプの入力デバイスが操作部 120 に含まれてもよい。

不揮発性メモリ 121 は、電氣的に消去・記録可能な、例えば EEPROM 等であってよい。不揮発性メモリ 121 には、各種の設定値、GUI データ等が記録される。システム制御部 50 が MPU や CPU である場合には、不揮発性メモリ 121 には、システム制御部 50 が実行するためのプログラムが記録される。

システムメモリ 122 は、システム制御部 50 の動作用の定数、変数、不揮発性メモリ 121 から読みだしたプログラム等を展開するために用いられる。

20

以上、デジタルカメラ 100 の構成について説明したが、必ずしもこの構成に限定されない。例えば、装置制御やデータの記憶等は、必ずしも 1 つのハードウェアで行う必要はなく、複数のハードウェアが処理を分担し、1 つの手段として機能してもよい。逆に、1 つのハードウェアが種々の処理を行うことで、複数の手段として機能してもよい。

【0012】

次に、図 2 を参照して、画像処理部 105 のリライティング処理に係る機能構成について説明する。図 2 は、画像処理部 105 のリライティング処理に係る機能構成の一例を示す図である。図 2 に示す機能ブロックの 1 つ以上は、マイクロプロセッサとソフトウェアの組み合わせによって実現されてもよい。この場合、マイクロプロセッサは、例えば不揮発性メモリ 121 や内蔵する不揮発性メモリに記録されたプログラムを実行して必要なブロックや回路を制御することにより、図 3 や図 6 の処理等を実現する。マイクロプロセッサは、複数あってもよい。また、図 2 に示す機能ブロックの 1 つ以上は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) や PLD (Programmable Logic Device) 等のハードウェアで実現されてもよい。PLD には FPGA (Field-Programmable Gate Array)、PLA (Programmable Logic Array) 等が含まれる。

30

画像処理部 105 は、リライティング処理を第 1 の画像及び第 2 の画像の何れに対しても実施できる。第 1 の画像は、リライティング処理の実行が指定された状態で撮像された画像である。第 2 の画像は、メニュー画面等からリライティング処理の実施が指示された、例えば記憶媒体 112 に記録済の画像である。また、画像処理部 105 は、リライティング処理において撮像時の情報が必要な場合、不揮発性メモリ 121 又はシステムメモリ 122 から読み出したり、画像ファイルのヘッダ等から取得したりする。

40

【0013】

リライティング処理部としての画像処理部 105 は、画像信号生成部 201 とホワイトバランス調整部 202 と環境光状態検出部 203 と仮想光源制御部 204 と仮想光源信号付加部 205 とガンマ処理部 206 とを有する。

図 1 の A/D 変換器 104 から画像処理部 105 に入力された画像信号は、画像信号生成部 201 に入力される。画像信号生成部 201 は、画素あたり 1 色 (R、G、B のいずれ

50

れか1つ)の情報を有する画像信号に同時化処理(デモザイク処理)を行い、各画素が3色(RGB)の情報(画素値R、G、B)を有する画像信号を生成する。画像信号生成部201は、生成した画像信号をホワイトバランス調整部202へ出力する。画像信号生成部201によって生成される画像信号は、撮像画像のデータである。

ホワイトバランス調整部202は、画像信号生成部201から入力された撮像画像の画素値R、G、Bからホワイトバランスゲイン値を算出し、撮像画像の画素値R、G、Bにホワイトバランスゲインを適用して、ホワイトバランスゲインの調整を行う。ホワイトバランス調整部202は、ホワイトバランス調整が行われた撮像画像を仮想光源信号付加部205及び環境光状態検出部203へ出力する。

【0014】

環境光状態検出部203は、ホワイトバランス調整部202から入力された撮像画像の画素値R、G、Bに基づき、撮像時に被写体を照らしている環境光の状態を表す評価値を算出する。ここで、環境光とは、撮像時に被写体を照射した光源であり、太陽光や室内照明等、デジタルカメラ100の制御対象外の光源と、デジタルカメラ100が制御する光源とを含む。デジタルカメラ100が制御する光源として、デジタルカメラ100に内蔵されたフラッシュ、及び、外部フラッシュの何れか、又は、両方がある。環境光状態検出部203は、算出した評価値を仮想光源制御部204へ出力する。

仮想光源制御部204は、環境光状態検出部203によって算出された環境光の状態を表す評価値に基づいて、被写体をリライティングする仮想光源の色特性を表すパラメータであるAr、Ag、Abを決定し、仮想光源信号付加部205へ出力する。環境光状態検出部203と仮想光源制御部204の動作については後述する。Ar、Ag、Abは、仮想光源の3色(RGB)の強度を表す。

【0015】

仮想光源信号付加部205は、仮想光源制御部204によって算出された仮想光源の色特性を表すパラメータと、仮想光源の照射方向と、強度等のリライティング処理に必要なパラメータとに基づいて、リライティング処理を行う。仮想光源信号付加部205は、リライティング処理によって、ホワイトバランス調整部202から入力された撮像画像の画素値R、G、Bに対して、仮想光源から仮想的に被写体に照射される仮想光の影響を反映させる。仮想光源信号付加部205は、リライティング処理後の撮像画像を、ガンマ処理部206へ出力する。仮想光源信号付加部205が出力するデータは、リライティング処理が行われた撮像画像のデータである。

ガンマ処理部206は、仮想光源信号付加部205によって入力されたリライティング処理後の撮像画像に対して、ガンマ補正を適用し、メモリ制御部107を通じて画像メモリ106へ出力する。

【0016】

次に、図3、図4を参照して、第1の画像処理について説明する。図3は、第1の画像処理の一例を示すフローチャートである。図4は、撮像画像の一例を示す図である。第1の画像処理は、環境光状態検出部203と仮想光源制御部204で、環境光の特性を解析して、仮想光源の色特性を表すパラメータを決定する処理である。本実施形態では、顔領域の暗い領域に対してリライティング処理を行う例について説明を行う。

S301において、環境光状態検出部203は、ホワイトバランス調整部202から入力された撮像画像から、リライティング対象領域の抽出を行う。本実施形態では、図4に示すように、環境光状態検出部203は、リライティング対象領域を人物の顔領域401とする。リライティング対象領域を、RL領域とも呼ぶ。環境光状態検出部203は、リライティング対象領域が顔領域の場合、顔の器官(目、鼻、口等)や顔の輪郭情報、肌の色情報等を用いて、顔領域401を抽出する。S301の処理は、環境光状態検出部203以外の、例えば顔検出部113が行ってもよい。リライティング対象領域は、撮像画像の部分領域の一例である。

【0017】

S302において、環境光状態検出部203は、ホワイトバランス調整部202から入

10

20

30

40

50

力された撮像画像を複数のブロックに分割し、ブロックごとの平均輝度値を算出する。ブロックごとの平均輝度値は、環境光の状態を表す評価値である。また、ブロックごとの平均輝度値は、撮像画像における環境光の分布情報の一例である。ブロックごとの平均輝度値を算出する処理は、分布情報を取得する取得処理の一例である。

S 3 0 3において、環境光状態検出部 2 0 3は、S 3 0 2で算出したブロックごとの平均輝度値に基づいて、ホワイトバランス調整部 2 0 2から入力された撮像画像における環境光の状態を解析する。環境光状態検出部 2 0 3は、環境光の状態として、環境光の分布の状態を解析する。より具体的には、環境光状態検出部 2 0 3は、ブロックごとに、環境光が十分に照射されているか否かを判定する。環境光状態検出部 2 0 3は、ブロックの平均輝度値が定められた輝度閾値以上である場合、そのブロックにおいて、環境光が十分に照射されていると判定する。定められた輝度閾値は、適正露出の明るさを表す。S 3 0 3でのブロックの平均輝度値は、環境光の強度の一例である。定められた輝度閾値は、定められた強度の一例である。

【 0 0 1 8 】

S 3 0 4において、仮想光源制御部 2 0 4は、照射ブロック割合が、定められた第 1 の閾値 T H 1 以上か否かを判定する。照射ブロック割合は、ライティング対象領域のブロックの数に対する、ライティング対象領域の中の環境光が十分に照射されていると判定されたブロックの数の割合である。仮想光源制御部 2 0 4は、照射ブロック割合が、第 1 の閾値 T H 1 以上と判定した場合、処理を S 3 0 5に進め、第 1 の閾値 T H 1 未満と判定した場合、処理を S 3 0 6に進める。第 1 の閾値 T H 1 は、画像処理部 1 0 5 の記憶領域に記憶されていてもよく、不揮発性メモリ 1 2 1 等に記憶されていてもよい。

S 3 0 4の後に S 3 0 5が実行される場合、ライティング対象領域の被写体に、環境光が十分に照射されているとみなせるので、仮想光源の色特性を調整する必要がない。そのため、仮想光源制御部 2 0 4は、S 3 0 5において、仮想光源の色特性を表すパラメータである A_r 、 A_g 、 A_b を、 $A_r : A_g : A_b = 1 : 1 : 1$ となるように決定する。これにより、仮想光源の各色 (R、G、B) の強度が等しくなるように、仮想光源の色特性が決定される。

【 0 0 1 9 】

S 3 0 6において、仮想光源制御部 2 0 4は、照射ブロック割合が、定められた第 2 の閾値 T H 2 以上か否かを判定する。仮想光源制御部 2 0 4は、照射ブロック割合が、第 2 の閾値 T H 2 以上と判定した場合、処理を S 3 0 7に進め、第 2 の閾値 T H 2 未満と判定した場合、処理を S 3 0 8に進める。第 2 の閾値 T H 2 は、第 1 の閾値 T H 1 未満の値である。第 2 の閾値 T H 2 は、画像処理部 1 0 5 の記憶領域に記憶されていてもよく、不揮発性メモリ 1 2 1 等に記憶されていてもよい。

【 0 0 2 0 】

S 3 0 7では、ライティング対象領域について、環境光が十分に照射されている領域と、十分に照射されていない領域とが混在しているとみなせる。そこで、S 3 0 7において、仮想光源制御部 2 0 4は、ライティング対象領域の中で環境光の照射されている領域と、そうでない領域との R G B の構成比に基づいて、仮想光源の色特性を決定する。

より具体的には、仮想光源制御部 2 0 4は、ライティング対象領域の中の環境光が十分に照射されている領域について、画素値 R の積分値と画素値 G の積分値と画素値 B の積分値とを求める。そして、仮想光源制御部 2 0 4は、求めた積分値の比率を、ライティング対象領域の中の環境光が十分に照射されている領域の画素値 R と画素値 G と画素値 B との構成比を表す値である R_1 、 G_1 、 B_1 とする。また、仮想光源制御部 2 0 4は、ライティング対象領域の中の環境光が十分に照射されていない領域について、画素値 R の積分値と画素値 G の積分値と画素値 B の積分値とを求める。そして、仮想光源制御部 2 0 4は、求めた積分値の比率を、ライティング対象領域の中の環境光が十分に照射されていない領域の画素値 R と画素値 G と画素値 B との構成比を表す値である R_2 、 G_2 、 B_2 とする。次いで、仮想光源制御部 2 0 4は、仮想光源の色特性を表すパラメータである A_r 、 A_g 、 A_b を、 $A_r : A_g : A_b = R_1 / R_2 : G_1 / G_2 : B_1 / B_2$ となるよう

に決定する。このように仮想光源の色特性を決定することにより、顔の暗い部分の明るさを補正しつつ、色のバランスが顔の環境光の当たっている領域の色に近づくような制御ができる。リライティング対象領域の中の環境光が十分に照射されている領域は、第1の領域の一例である。リライティング対象領域の中の環境光が十分に照射されていない領域は、第2の領域の一例である。画素値は、色情報の一例である。

【0021】

仮想光源制御部204は、リライティング対象領域の中の環境光が十分に照射されている領域における環境光の強度が高いほど、この領域の画素値を表すR1、G1、B1の重みが大きくなるように、Ar、Ag、Abを決定してもよい。また、仮想光源制御部204は、リライティング対象領域の中の環境光が十分に照射されている領域のブロックの数が多いほど、この領域の画素値を表すR1、G1、B1の重みが大きくなるように、Ar、Ag、Abを決定してもよい。

10

【0022】

S308において、仮想光源制御部204は、リライティング対象領域の平均輝度値と、リライティング対象領域の周囲の領域の平均輝度値とを比較する。仮想光源制御部204は、リライティング対象領域の周囲の領域の平均輝度値が、リライティング対象領域の平均輝度値より、定められた第3の閾値TH3以上高い場合、処理をS309に進める。仮想光源制御部204は、リライティング対象領域の周囲の領域の平均輝度値が、リライティング対象領域の平均輝度値より、定められた第3の閾値TH3以上高くない場合、処理をS305に進める。

20

S308において、リライティング対象領域の周囲の領域の平均輝度値が、リライティング対象領域の平均輝度値より、定められた第3の閾値TH3以上高いと判定された場合は、次のような場合が想定される。すなわち、リライティング対象領域の全体が暗く、かつ、リライティング対象領域の周囲の領域が明るい場合であり、逆光のようなシーンが想定される。この場合、リライティング対象領域には、環境光が当たっていないため、ホワイトバランス調整部202において、適切に色の特性が調整されていない場合がある。そのため、仮想光源の色特性を調整しないと、リライティング処理前のホワイトバランスのずれが強調されてしまい、画質が不自然になることがある。

【0023】

そこで、S309において、仮想光源制御部204は、リライティング対象領域の周囲の領域のRGBの構成比に基づいて、環境光の色の特性を推定し、仮想光源の色特性を設定する。

30

より具体的には、仮想光源制御部204は、リライティング対象領域の周囲の領域について、画素値Rの積分値と画素値Gの積分値と画素値Bの積分値とを求める。そして、仮想光源制御部204は、求めた積分値の比率を、リライティング対象領域の周囲の領域の画素値Rと画素値Gと画素値Bとの構成比を表す値であるR3、G3、B3とする。また、仮想光源制御部204は、リライティング対象領域について、画素値Rの積分値と画素値Gの積分値と画素値Bの積分値とを求める。そして、仮想光源制御部204は、求めた積分値の比率を、リライティング対象領域の画素値Rと画素値Gと画素値Bとの構成比を表す値であるR2、G2、B2とする。次いで、仮想光源制御部204は、仮想光源の色特性を表すパラメータであるAr、Ag、Abを、 $Ar : Ag : Ab = R3 / R2 : G3 / G2 : B3 / B2$ となるように決定する。このように仮想光源の色特性を決定することにより、顔の暗い部分の明るさを補正しつつ、色のバランスが顔の環境光の当たっている領域の色に近づくような制御ができる。

40

仮想光源制御部204は、被写体領域の輝度値における環境光の強度と被写体領域の周囲の領域の輝度値における環境光の強度との差が大きいほど、被写体領域の画素値を表すR2、G2、B2の重みが大きくなるように、Ar、Ag、Abを決定してもよい。被写体領域の輝度値は、被写体領域の環境光の強度の一例である。また、被写体領域の周囲の領域の輝度値は、被写体領域の周囲の領域の環境光の強度の一例である。

【0024】

50

S 3 0 8 において、リライティング対象領域の周囲の領域の平均輝度値が、リライティング対象領域の平均輝度値より、定められた第 3 の閾値 T H 3 以上高くはないと判定された場合は、次のような場合が想定される。すなわち、リライティング対象領域、及び、その周囲の領域について何れも環境光が十分に当たっていないと想定される。この場合は、リライティング処理によって、リライティング対象領域のみ色味が不自然になることはないので、仮想光源の色特性は調整しない。すなわち、S 3 0 5 において、仮想光源制御部 2 0 4 は、 $A r : A g : A b = 1 : 1 : 1$ となるように、仮想光源の色特性を設定する。

以上、環境光状態検出部 2 0 3 と仮想光源制御部 2 0 4 とにより、環境光の特性を解析して、仮想光源の色特性を決定する処理について説明した。図 3 で仮想光源の色特性を表すパラメータを決定する処理は、仮想光源の色特性を表すパラメータを決定する決定処理の一例である。

10

【 0 0 2 5 】

次に、仮想光源信号付加部 2 0 5 が行うリライティング処理について説明する。仮想光源信号付加部 2 0 5 は、処理対象画像のリライティング対象領域に対して、リライティング処理によって仮想光源から照射される仮想光の影響が反映された撮像画像を生成する。処理対象画像は、ホワイトバランス調整部 2 0 2 によって入力された撮像画像である。仮想光源信号付加部 2 0 5 は、リライティング処理として、処理対象画像のリライティング対象領域を対象として、仮想光源から照射される仮想光の影響が反映された画素値 $R o u t$ 、 $G o u t$ 、 $B o u t$ を、以下の式 1 ~ 3 に従って算出する。

$$R o u t = [R t + A r \times \cos (\quad) \times (1 / D ^ 2) \times R v] / M \quad \dots (式 1)$$

20

$$G o u t = [G t + A g \times \cos (\quad) \times (1 / D ^ 2) \times G v] / M \quad \dots (式 2)$$

$$B o u t = [B t + A b \times \cos (\quad) \times (1 / D ^ 2) \times B v] / M \quad \dots (式 3)$$

ここで、 $R t$ 、 $G t$ 、 $B t$ は、処理対象画像のリライティング対象領域の各画素の画素値である。 $A r$ 、 $A g$ 、 $A b$ は、図 3 の処理で決定された仮想光源の色特性を表すパラメータである。 D は、仮想光源とリライティング対象領域の被写体との距離である。 $R v$ 、 $G v$ 、 $B v$ は、光源反射色である。 M は、リライティング後の出力 RGB 値を正規化するための予め設定された係数である。角度 θ は、仮想光源制御部 2 0 4 が決定した仮想光の照射方向と、処理対象画像の被写体の法線ベクトルがなす角度である。ここで、角度 θ は、リライティング対象領域の各画素に対して被写体の法線ベクトルを算出し、法線方向のベクトルの方向と仮想光源照射方向とから算出することができる。

30

【 0 0 2 6 】

仮想光源の色の強度を表す $A r$ 、 $A g$ 、 $A b$ の比率を変更することにより、仮想光源の色特性を制御することができる。本実施形態では、この $A r$ 、 $A g$ 、 $A b$ の比率を制御して、仮想光の影響が反映された処理対象画像の出力 RGB 値である画素値 $R o u t$ 、 $G o u t$ 、 $B o u t$ を調整し、処理対象の被写体の明るさ、陰影、色を好適に補正することを目的としている。

本実施形態では、角度 θ の決定方法については詳細に説明しないが、例えば特願 2 0 1 4 - 1 9 7 5 0 6 に記載されているような手法を用いて角度 θ を決定すればよい。これは、画像中の被写体領域の陰影状態を表す評価値を算出し、その評価値に基づいて仮想光源の位置（被写体に対しての角度）や強度を設定するものである。ただし、その他の手法を用いて角度 θ を決定してもよい。

40

【 0 0 2 7 】

ここで、光源反射色 $R v$ 、 $G v$ 、 $B v$ の比率が元の画素値 $R t$ 、 $G t$ 、 $B t$ の比率と同じ場合は、式 1 ~ 3 を下記の式 4 ~ 6 のように簡略化できる。

$$R o u t = [R t \times (1 + A r \times \cos (\quad) \times (1 / D ^ 2))] / M \quad \dots (式 4)$$

$$G o u t = [G t \times (1 + A g \times \cos (\quad) \times (1 / D ^ 2))] /$$

50

M . . . (式5)

$$B_{out} = [B_t \times (1 + A_b \times \cos(\quad) \times (1/D^2))] /$$

M . . . (式6)

本実施形態では、光源反射色 R_v 、 G_v 、 B_v の比率が元の画素値 R_t 、 G_t 、 B_t の比率と同じであるとして、仮想光源信号付加部 205 は、簡略化された上記の式 4 ~ 6 を用いて、リライティングを行う。ここで説明した仮想光源信号付加部 205 が行うリライティング処理は、仮想光の影響を被写体領域に反映させる補正を行う補正処理の一例である。

【0028】

以上説明したように、デジタルカメラ 100 は、環境光の分布に基づいて、仮想光源の色特性を自動的に制御し、被写体の明るさ、陰影、色を好適に補正することができる。そして、ユーザが特別な操作をすることなく、環境光と仮想光源の色味の違いによる色バランスのずれ等の画質の不自然さを簡易に目立ちにくくすることができる。

第 1 の実施形態では、リライティング対象の領域を顔領域としているが、これ以外の被写体に対しても以上のような仮想光源の色特性の算出方法は有効である。

また、第 1 の実施形態では、適正露出のレベルを基準に、撮像画像の輝度分布を解析することで、撮像画像における環境光の影響を判定する。しかし、これ以外の方法で撮像画像における環境光の影響を判定してもよい。例えば、環境光状態検出部 203 は、撮像画像をブロック分割し、ブロックごとのヒストグラムからコントラスト判定し、コントラストから、環境光の影響を判定してもよい。また、環境光状態検出部 203 は、入力画像をブロック分割し、ブロックごとの画素値 R 、 G 、 B の比率の分布を求めることで、環境光の色を推定し、環境光の影響を判定してもよい。

【0029】

(第 2 の実施形態)

次に、第 2 の実施形態のデジタルカメラ 100 について説明する。第 1 の実施形態と同様の点についての説明は省略する。

まず、図 5 を参照して、第 2 の実施形態の画像処理部 105 について説明する。図 5 は、画像処理部 105 の構成の一例を示す図である。第 2 の実施形態の画像処理部 105 は、画像信号生成部 201 と第 1 のホワイトバランス調整部 501 と環境光状態検出部 203 と第 1 の仮想光源制御部 502 と第 2 のホワイトバランス調整部 503 と第 2 の仮想光源制御部 504 とを有する。また、第 2 の実施形態の画像処理部 105 は、仮想光源信号付加部 205 とガンマ処理部 206 とを有する。

【0030】

第 2 の実施形態の画像信号生成部 201 と仮想光源信号付加部 205 とガンマ処理部 206 とは、第 1 の実施形態と同様である。ただし、第 2 の実施形態の画像信号生成部 201 は、生成した画像信号を第 1 のホワイトバランス調整部 501、及び、第 2 のホワイトバランス調整部 503 へ出力する。第 1 のホワイトバランス調整部 501 は、第 1 の実施形態のホワイトバランス調整部 202 と同様である。ただし、第 1 のホワイトバランス調整部 501 は、ホワイトバランス調整後の各画素の画素値 R 、 G 、 B を環境光状態検出部 203 へ出力する。環境光状態検出部 203 と第 1 の仮想光源制御部 502 と第 2 のホワイトバランス調整部 503 と第 2 の仮想光源制御部 504 と仮想光源信号付加部 205 とが行う処理は、次の図 6 を参照して説明する。

第 2 の実施形態では、第 2 のホワイトバランス調整部 503 によって、仮想光源の色特性の決定後に、環境光、及び、仮想光源光に基づいて画像全体の色バランスを調整することが可能となる。

【0031】

次に、図 6 を参照して、第 2 の画像処理について説明する。図 6 は、第 2 の画像処理の一例を示すフローチャートである。

S601 において、環境光状態検出部 203 は、図 3 の S301 と同様に、ホワイトバランス調整部 202 から入力された撮像画像からリライティング対象領域の抽出を行う。

S 6 0 2において、環境光状態検出部 2 0 3は、S 6 0 1で抽出したリライティング対象領域を除く全領域に対し画素単位で輝度値を算出し、平均値を求めることで、平均輝度値 Y_o を算出する。

【 0 0 3 2 】

S 6 0 3において、環境光状態検出部 2 0 3は、リライティング対象領域における環境光の色、及び、リライティング対象領域に含まれない領域における環境光の色を算出する。より具体的には、環境光状態検出部 2 0 3は、リライティング対象領域の各画素についての画素値 R 、 G 、 B の平均値 R_i 、 G_i 、 B_i を算出して、リライティング対象領域における環境光の色とする。また、環境光状態検出部 2 0 3は、リライティング対象領域に含まれない領域の各画素についての画素値 R 、 G 、 B の平均値 R_o 、 G_o 、 B_o を算出して、リライティング対象領域に含まれない領域における環境光の色とする。例えば、逆光等で人物が暗いシーンにおいてストロボ発光した場合は、リライティング対象領域の内外における環境光の色は異なる。以下では、逆光シーンでストロボ発光した場合を想定して説明する。なお、環境光の色をより高精度に推定するために、環境光状態検出部 2 0 3は、白色被写体領域を検出して、その領域内での色の平均値を算出することで、環境光の色としてもよい。平均値 R_i 、 G_i 、 B_i 、 R_o 、 G_o 、 B_o には、後に説明する平均輝度値 Y_i とは異なり、仮想光の影響は反映されていない。

10

【 0 0 3 3 】

S 6 0 4において、第 1 の仮想光源制御部 5 0 2は、仮想光源を決定し、リライティング領域内の輝度を算出する。より具体的には、第 1 の仮想光源制御部 5 0 2は、仮想光源の色特性を表すパラメータである A_r 、 A_g 、 A_b を、 $A_r = A_g = A_b = 1$ とする。そして、第 1 の仮想光源制御部 5 0 2は、環境光状態検出部 2 0 3を介して第 1 のホワイトバランス調整部 5 0 1から取得した撮像画像のリライティング対象領域について、次の処理を行う。すなわち、第 1 の仮想光源制御部 5 0 2は、このリライティング対象領域について、第 1 の実施形態で説明した式 4 ~ 6 を用いて、画素ごとに、仮想光源から照射される仮想光の影響が反映された画素値 R_{out} 、 G_{out} 、 B_{out} を算出する。これにより、元の環境光（ストロボ光）の色バランスを保った状態で、仮想光源から被写体に仮想的に照射される仮想光の影響をリライティング対象領域に反映できる。そして、第 1 の仮想光源制御部 5 0 2は、リライティング対象領域の画素値 R_{out} 、 G_{out} 、 B_{out} に基づいて、リライティング対象領域の平均輝度値 Y_i を算出する。平均輝度値 Y_i は、仮想光の影響が反映された場合のリライティング対象領域の輝度値である。

20

30

【 0 0 3 4 】

S 6 0 5において、第 2 のホワイトバランス調整部 5 0 3は、S 6 0 3で算出された色の情報に基づいて、次の式 7、8 を用いて、リライティング対象領域内において適切なホワイトバランス係数 WB_{i_r} 、 WB_{i_b} を算出する。ホワイトバランス係数 WB_{i_r} 、 WB_{i_b} は、第 2 のホワイトバランス係数の一例である。

$$WB_{i_r} = G_i / R_i \quad \dots \quad (\text{式 7})$$

$$WB_{i_b} = G_i / B_i \quad \dots \quad (\text{式 8})$$

また、第 2 のホワイトバランス調整部 5 0 3は、S 6 0 3で算出された色の情報に基づいて、次の式 9、式 10 を用いて、リライティング対象領域外において適切なホワイトバランス係数 WB_{o_r} 、 WB_{o_b} を算出する。ホワイトバランス係数 WB_{o_r} 、 WB_{o_b} は、第 3 のホワイトバランス係数の一例である。

40

$$WB_{o_r} = G_o / R_o \quad \dots \quad (\text{式 9})$$

$$WB_{o_b} = G_o / B_o \quad \dots \quad (\text{式 10})$$

第 2 のホワイトバランス調整部 5 0 3は、第 1 の仮想光源制御部 5 0 2を介して、環境光状態検出部 2 0 3から S 6 0 3で算出された色の情報を取得する。

【 0 0 3 5 】

S 6 0 6において、第 2 のホワイトバランス調整部 5 0 3は、リライティング領域内外の色バランスを考慮した最終的なホワイトバランス係数を算出する。より具体的には、第 2 のホワイトバランス調整部 5 0 3は、次の式 11、式 12 によって、リライティング領

50

域内外の色バランスを考慮したホワイトバランス係数 WB_r 、 WB_b を算出する。式11、式12では、S604で算出したライティング領域内の輝度値 Y_i と、S602で算出したライティング領域外の輝度値 Y_o と、S605で算出したホワイトバランス係数とが用いられる。ホワイトバランス係数 WB_r 、 WB_b は、第1のホワイトバランス係数の一例である。ホワイトバランス係数 WB_r 、 WB_b を算出する処理は、第1のホワイトバランス係数を決定する第1の決定処理の一例である。

$$WB_r = WB_i_r \cdot Y_i / (Y_i + Y_o) + WB_o_r \cdot (1 - Y_i / (Y_i + Y_o)) \quad \dots \quad (式11)$$

$$WB_b = WB_i_b \cdot Y_i / (Y_i + Y_o) + WB_o_b \cdot (1 - Y_i / (Y_i + Y_o)) \quad \dots \quad (式12)$$

そして、第2のホワイトバランス調整部503は、算出した WB_r 、 WB_b を使用して、第1のホワイトバランス調整部501から取得した撮像画像の各画素の画素値を調整することで、撮像画像のホワイトバランスを調整する。第2のホワイトバランス調整部503は、ホワイトバランスが調整された撮像画像を第2の仮想光源制御部504に出力する。ホワイトバランスは、色バランスの一例である。

【0036】

S607において、第2の仮想光源制御部504は、仮想光源の色特性を表すパラメータである A_r 、 A_g 、 A_b を、 $A_r = A_g = A_b = 1$ とする。

そして、仮想光源信号付加部205は、第2の仮想光源制御部504を介して第2のホワイトバランス調整部503から取得した撮像画像のライティング対象領域について、次の処理を行う。すなわち、仮想光源信号付加部205は、このライティング対象領域について、第1の実施形態で説明した式4~6を用いて、画素ごとに、画素値 R_{out} 、 G_{out} 、 B_{out} を算出する。これにより、仮想光源から被写体に仮想的に照射される仮想光の影響を、第2のホワイトバランス調整部503によりホワイトバランスが調整された画像のライティング対象領域に反映できる。S607で再度、式4~6を用いて、画素ごとに、画素値 R_{out} 、 G_{out} 、 B_{out} を算出するのは、第2のホワイトバランス調整部503でホワイトバランス係数が変更されることで、式4~6の画素値 R_t 、 G_t 、 B_t が変わるためである。第2のホワイトバランス調整部503の処理は、仮想光の影響を被写体領域に反映させる補正を行う補正処理の一例である。仮想光源信号付加部205は、ライティング対象領域について仮想光の影響を反映させた撮像画像をガンマ処理部206に出力する。

【0037】

以上説明したように、デジタルカメラ100は仮想光の影響を踏まえたホワイトバランスの調整を自動的に行う。したがって、撮像画像に仮想光の影響を反映させた場合に、ユーザが特別な操作をすることなく、環境光と仮想光源の色味の違いによる色バランスのずれ等の画質の不自然さを簡易に目立ちにくくすることができる。

第2の実施形態では、仮想光源の色特性を表す A_r 、 A_g 、 A_b が全て1である場合で説明したが、 A_r 、 A_g 、 A_b の少なくとも2つの値が異なるように、仮想光源の色特性を任意に設定してもよい。

また、第1の実施形態で説明した図3の第1の画像処理によって、 A_r 、 A_g 、 A_b を決定してもよい。この場合、環境光状態検出部203は、第1の実施形態の環境光状態検出部203が行う処理も実行し、環境光の状態を表す評価値を、第1の仮想光源制御部502、及び、第2の仮想光源制御部504に出力する。第1の仮想光源制御部502は、第1のホワイトバランス調整部501から環境光状態検出部203を介して取得した撮像画像に基づいて、第1の実施形態の仮想光源制御部204と同様に、 A_r 、 A_g 、 A_b を決定する。第1の仮想光源制御部502が A_r 、 A_g 、 A_b を決定する処理は、仮想光源の色特性を表すパラメータを決定する第2の決定処理の一例である。第2の仮想光源制御部504は、第2のホワイトバランス調整部503から取得した撮像画像に基づいて、第1の実施形態の仮想光源制御部204と同様に、 A_r 、 A_g 、 A_b を決定する。第2の仮想光源制御部504が A_r 、 A_g 、 A_b を決定する処理は、仮想光源の色特性を表すパラ

10

20

30

40

50

メータを決定する第3の決定処理の一例である。仮想光源信号付加部205は、処理対象画像のリライティング対象領域に対して、リライティング処理によって仮想光源から照射される仮想光の影響が反映された撮像画像を生成する。処理対象画像は、第2のホワイトバランス調整部503によってホワイトバランスの調整がされた撮像画像である。

【0038】

(変形例)

上記の実施形態では、撮像できるデジタルカメラ100を対象として説明した。しかし、デジタルカメラ100の代わりに、図3の第1の画像処理、リライティング処理、図5の第2の画像処理が実行できる画像処理装置を使用してもよい。この画像処理装置は、撮像の機能はなくてもよい。

【0039】

(その他の実施形態)

本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路(例えば、ASIC)によっても実現可能である。

【0040】

以上、本発明を実施形態と共に説明したが、上記実施形態は本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

また、上記の実施形態を任意に組み合わせてもよい。

【0041】

以上、上述した実施形態によれば、環境光と仮想光源の色味の違いによる画質の不自然さを簡易に目立ちにくくすることができる。

【符号の説明】

【0042】

- 100 デジタルカメラ
- 105 画像処理部
- 202 ホワイトバランス調整部
- 203 環境光状態検出部
- 204 仮想光源制御部
- 501 第1のホワイトバランス調整部
- 203 環境光状態検出部
- 502 第1の仮想光源制御部
- 503 第2のホワイトバランス調整部
- 504 第2の仮想光源制御部

10

20

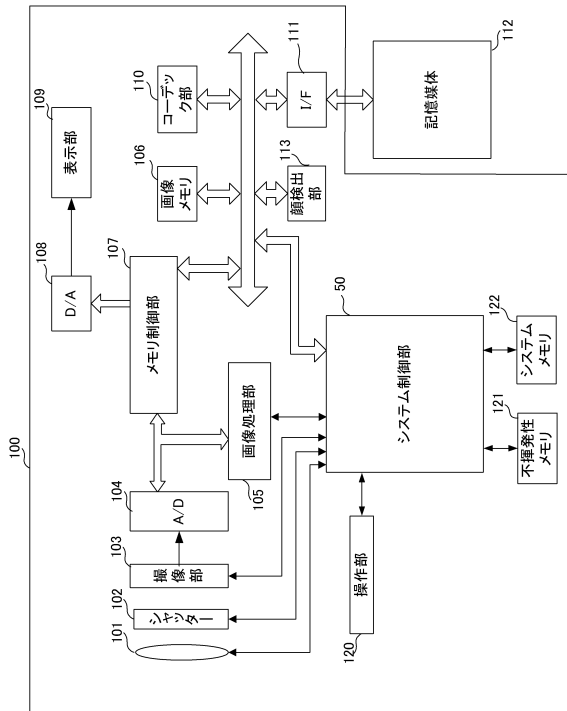
30

40

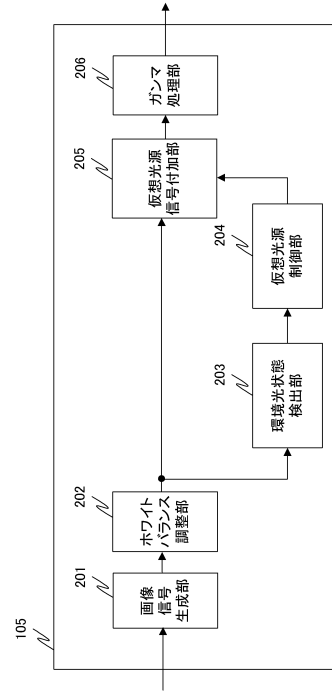
50

【図面】

【図 1】



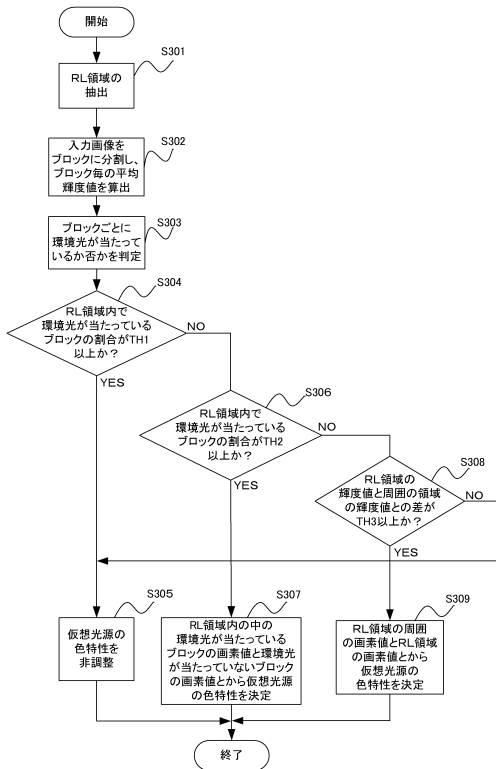
【図 2】



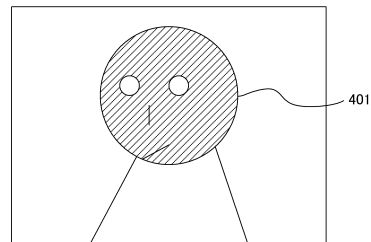
10

20

【図 3】



【図 4】

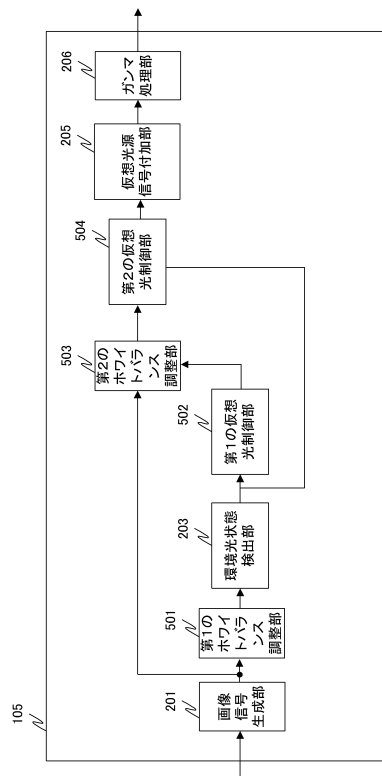


30

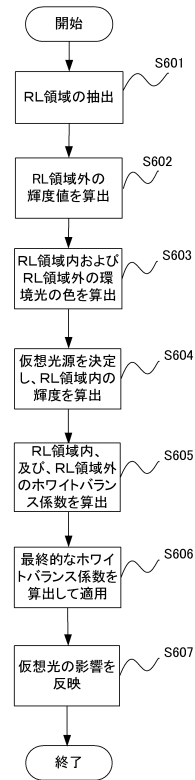
40

50

【図5】



【図6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2017-138927 (JP, A)
国際公開第 2017/217296 (WO, A1)
特開 2017-147658 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- G06T 1/00 - 1/40
 - G06T 3/00 - 7/90
 - G06T 11/60 - 13/80
 - G06T 17/05
 - G06T 19/00 - 19/20
 - G06V 10/00 - 20/90
 - G06V 30/418
 - G06V 40/16
 - G06V 40/20
 - H04N 5/222 - 5/257
 - H04N 9/04 - 9/11
 - H04N 9/44 - 9/78