

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6620426号
(P6620426)

(45) 発行日 令和1年12月18日(2019.12.18)

(24) 登録日 令和1年11月29日(2019.11.29)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 4 N	1/387	(2006.01)	HO 4 N 1/387
HO 4 N	19/467	(2014.01)	HO 4 N 19/467
GO 1 N	21/27	(2006.01)	GO 1 N 21/27 B

請求項の数 8 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2015-108376 (P2015-108376)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成27年5月28日 (2015.5.28)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2016-225728 (P2016-225728A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成28年12月28日 (2016.12.28)	(74) 代理人	100074099
審査請求日	平成30年3月6日 (2018.3.6)		弁理士 大菅 義之
前置審査		(74) 代理人	100121083
			弁理士 青木 宏義
		(74) 代理人	100138391
			弁理士 天田 昌行
		(72) 発明者	加藤 圭造
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報検出装置、情報検出システム、情報検出プログラム、及び情報検出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

色空間における複数の成分に埋め込み情報が重畳された光を反射する物体を撮影した映像情報を記憶する記憶部と、

前記映像情報に含まれる画像の特徴量に基づいて、前記物体の表面の分光反射特性を推定する推定部と、

前記分光反射特性において、複数の波長に対応する複数の色成分のうち第1の色成分の反射率よりも大きな反射率を有する第2の色成分を、前記分光反射特性に基づいて前記第1の色成分よりも強調することによって前記画像から得られる、強調された信号から、前記埋め込み情報を検出する検出部と、

前記検出部が検出した前記埋め込み情報に基づいて、情報を出力する出力部と、を備えることを特徴とする情報検出装置。

【請求項 2】

前記推定部は、前記画像内の前記複数の色成分の特徴量に基づいて、前記複数の色成分の各々に対応する反射率を求め、前記検出部は、前記複数の色成分それぞれに対応する複数の反射率を前記分光反射特性として用いることを特徴とする請求項1記載の情報検出装置。

【請求項 3】

前記推定部は、前記画像を複数の領域に分割し、各領域の特徴量に基づいて各領域に対応する分光反射特性を推定し、前記検出部は、各領域に対応する前記分光反射特性に基づ

いて、前記第2の色成分を強調することを特徴とする請求項1又は2記載の情報検出装置。

【請求項4】

前記検出部は、各領域に対応する前記分光反射特性に基づいて、各領域から得られる複数の成分の信号のうち特定の成分の信号を選択し、前記複数の領域において選択した複数の信号を用いて前記埋め込み情報を検出することを特徴とする請求項3記載の情報検出装置。

【請求項5】

前記検出部は、各領域に対応する前記分光反射特性に基づいて、各領域から得られる複数の成分の信号を重み付けし、前記複数の領域において重み付けした複数の信号を用いて前記埋め込み情報を検出することを特徴とする請求項3記載の情報検出装置。

10

【請求項6】

端末装置と情報処理装置とを備える情報検出システムであって、
前記端末装置は、
色空間における複数の成分に埋め込み情報が重畳された光を反射する物体を撮影した映像情報を記憶する記憶部と、
前記映像情報を前記情報処理装置へ送信する第1の通信部と、
前記情報処理装置から受信した前記埋め込み情報に基づいて、情報を出力する出力部とを含み、

前記情報処理装置は、

20

前記映像情報に含まれる画像の特徴量に基づいて、前記物体の表面の分光反射特性を推定する推定部と、

前記分光反射特性において、複数の波長に対応する複数の色成分のうち第1の色成分の反射率よりも大きな反射率を有する第2の色成分を、前記分光反射特性に基づいて前記第1の色成分よりも強調することによって前記画像から得られる、強調された信号から、前記埋め込み情報を検出する検出部と、

前記検出部が検出した前記埋め込み情報を前記端末装置へ送信する第2の通信部とを含むことを特徴とする情報検出システム。

【請求項7】

色空間における複数の成分に埋め込み情報が重畳された光を反射する物体を撮影した映像情報を記憶する記憶部を参照し、

30

前記映像情報に含まれる画像の特徴量に基づいて、前記物体の表面の分光反射特性を推定し、

前記分光反射特性において、複数の波長に対応する複数の色成分のうち第1の色成分の反射率よりも大きな反射率を有する第2の色成分を、前記分光反射特性に基づいて前記第1の色成分よりも強調することによって前記画像から得られる、強調された信号から、前記埋め込み情報を検出し、

検出した前記埋め込み情報に基づいて情報を出力する、
処理をコンピュータに実行させる情報検出プログラム。

【請求項8】

40

コンピュータが、

色空間における複数の成分に埋め込み情報が重畳された光を反射する物体を撮影した映像情報を記憶する記憶部を参照し、

前記映像情報に含まれる画像の特徴量に基づいて、前記物体の表面の分光反射特性を推定し、

前記分光反射特性において、複数の波長に対応する複数の色成分のうち第1の色成分の反射率よりも大きな反射率を有する第2の色成分を、前記分光反射特性に基づいて前記第1の色成分よりも強調することによって前記画像から得られる、強調された信号から、前記埋め込み情報を検出し、

検出した前記埋め込み情報に基づいて情報を出力する、

50

ことを特徴とする情報検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、情報検出装置、情報検出システム、情報検出プログラム、及び情報検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電子透かしを利用したスマートデバイスへの広告配信等が普及している。

10

電子透かし技術の1つとして、動画像データの画質が劣化しないように透かし情報を動画像データに埋め込む電子透かし埋め込み装置が知られている（例えば、特許文献1を参照）。この電子透かし埋め込み装置は、動画像データ中の各画像に重畳される透かしパターンの面積を、時系列に沿って、電子透かし情報に含まれるシンボルの値に応じて周期的に変化させる。そして、電子透かし埋め込み装置は、各画像とその画像に対応する透かしパターンとが重なる領域に含まれる各画素の値を、透かしパターンに含まれる画素が持つ所定の値に応じて修正する。

【0003】

光無線通信を行う光源から送信される情報を精度良く受信する光無線通信装置も知られている（例えば、特許文献2を参照）。この光無線通信装置は、光無線通信光源を含む1以上の光源を撮影した撮影画像内において、光源の画像を検出し、検出した光源の画像から光無線通信光源の画像の位置情報を取得する。そして、光無線通信装置は、光無線通信光源の画像の位置情報から、光無線通信光源から出力される光が入射される位置である入射位置の情報を取得し、その入射位置において光無線通信光源から光無線通信により送信される情報を取得する。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-142741号公報

【特許文献2】特開2011-009803号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述した従来の電子透かしを利用した情報配信では、物体からの反射光に含まれる情報を安定して検出することは困難である。

【0006】

なお、かかる問題は、電子透かしを利用したスマートデバイスへの情報配信に限らず、物体からの反射光に含まれる埋め込み情報を検出する他の情報検出装置においても生ずるものである。

【0007】

40

1つの側面において、本発明は、物体からの反射光に含まれる埋め込み情報を精度良く検出することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

1つの案では、情報検出装置は、記憶部、検出部、及び出力部を含む。

記憶部は、色空間における複数の成分に埋め込み情報が重畳された光を反射する物体を撮影した映像情報を記憶する。検出部は、物体を含む範囲の分光反射特性に基づき、複数の波長に対応する複数の色成分のうち第1の色成分の反射率よりも大きな反射率を有する第2の色成分を、第1の色成分よりも強調した結果に基づいて、映像情報に含まれる画像から得られる信号を強調し、強調した信号から埋め込み情報を検出する。出力部は、検出

50

部が検出した埋め込み情報に基づいて、情報を出力する。

【発明の効果】

【0009】

実施形態によれば、物体からの反射光に含まれる埋め込み情報を精度良く検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】反射光を利用した情報配信を示す図である。

【図2】対象物体を撮影した画像を示す図である。

【図3】情報検出装置の機能的構成図である。

【図4】情報検出処理のフローチャートである。

【図5】照明装置の構成図である。

【図6】情報検出装置の第1の具体例を示す図である。

【図7】情報検出処理の第1の具体例を示すフローチャートである。

【図8】第1の推定処理のフローチャートである。

【図9】第2の推定処理のフローチャートである。

【図10】画像の分割を示す図である。

【図11】領域間の境界が物体間の境界と一致しない画像を示す図である。

【図12】第1の強調処理のフローチャートである。

【図13】第2の強調処理のフローチャートである。

【図14】4個の領域に分割された画像を示す図である。

【図15】2個の領域に分割された画像を示す図である。

【図16】時間方向にシフトした埋め込み情報を示す図である。

【図17】U成分とV成分の間の干渉を示す図である。

【図18】第3の強調処理のフローチャートである。

【図19】第4の強調処理のフローチャートである。

【図20】情報検出装置の第2の具体例を示す図である。

【図21】情報検出処理の第2の具体例を示すフローチャートである。

【図22】情報検出システムの構成図である。

【図23】端末装置の処理のフローチャートである。

【図24】情報処理装置の処理のフローチャートである。

【図25】情報処理装置のハードウェア構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照しながら、実施形態を詳細に説明する。

特許文献1の電子透かし埋め込み装置を照明装置、プロジェクタ等に対して適用し、物体に照射する光に情報を埋め込むことで、その物体を撮影した映像から物体に関連する埋め込み情報を取得することが可能になる。

【0012】

図1は、物体からの反射光を利用した情報配信の例を示している。照明装置101は、RGB色空間におけるR成分（赤）、G成分（緑）、及びB成分（青）のそれぞれに埋め込み情報が重畳された光を物体102に対して照射する。スマートデバイス103は、物体102により反射された光をカメラで撮影し、撮影した映像を解析することで埋め込み情報を検出し、検出した埋め込み情報を画面に表示する。

【0013】

このような情報配信によれば、映像表示装置を設置していない店舗等においても、商品等の情報を簡単に発信することができる。このため、反射光を利用した情報配信は、今後普及することが予想される。

【0014】

反射光を利用した情報配信では、照射される光の色に対して埋め込み情報が重畳される

10

20

30

40

50

が、物体 102 の表面の分光反射特性により、反射率が低い色の光はあまり反射されないため、その色に重畳された埋め込み情報の検出精度が低下する。このため、反射光から得られる埋め込み情報の検出精度は、物体の分光反射特性に依存して変化し、常に安定して情報を検出できるとは限らない。

【0015】

光の波長を λ とすると、実際に観測される反射光の分光分布 $C(\lambda)$ は、物体に対する入射光の分光分布 $E(\lambda)$ と分光反射率 $R(\lambda)$ との積で表される。

【0016】

$$C(\lambda) = E(\lambda) R(\lambda) \quad (1)$$

【0017】

例えば、イチゴとレモンに対して青の光を照射すると、両方とも光を吸収するため、いずれの画像も暗くなる。一方、緑の光を照射すると、イチゴは光を吸収するのに対して、レモンは光を反射するため、イチゴの画像は暗くなり、レモンの画像は明るくなる。赤の光を照射すると、イチゴとレモンは両方とも光を反射するため、いずれの画像も明るくなる。

【0018】

このように、物体によって分光反射率が異なるため、対象物体の周囲に他の物体が写っている場合、周囲の物体の分光反射率の影響により、埋め込み情報の検出精度が低下することがある。

【0019】

図2は、対象物体を撮影した画像の例を示している。図2の画像内の領域202は、対象物体Jに対応し、領域201は、対象物体Jの周囲に存在する他の物体Iに対応する。領域201の面積は0.75であり、領域202の面積は0.25である。

【0020】

白色の分光分布を有する光のRGB成分に振幅“1”の波状信号を重畳して、信号が重畳された光を対象物体Jに対して照射した場合を考える。この場合、物体の分光反射特性は、光のR成分、G成分、及びB成分のそれぞれの波長に対応する反射率 R_R 、反射率 R_G 、及び反射率 R_B を用いて表すことができる。

【0021】

光のRGB成分に重畳された信号をそれぞれ S_R 、 S_G 、及び S_B とし、物体Iの分光反射特性 (R_{RI}, R_{GI}, R_{BI}) を $(1, 0, 0)$ とし、物体Jの分光反射特性 (R_{RJ}, R_{GJ}, R_{BJ}) を $(1, 1, 1)$ とする。このとき、物体表面における光の吸収により、物体Iからの反射光のRGB成分の信号の振幅 (X_{RI}, X_{GI}, X_{BI}) は $(1, 0, 0)$ となり、物体Jからの反射光のRGB成分の信号の振幅 (X_{RJ}, X_{GJ}, X_{BJ}) は $(1, 1, 1)$ となる。

【0022】

ここで、領域201から得られるRGB成分の信号 (S_{RI}, S_{GI}, S_{BI}) にノイズ (N_{RI}, N_{GI}, N_{BI}) が乗っているとすると、 (S_{RI}, S_{GI}, S_{BI}) は、次式のように表される。

【0023】

$$(S_{RI}, S_{GI}, S_{BI}) = (S_R, 0, 0) + (N_{RI}, N_{GI}, N_{BI}) \quad (2)$$

【0024】

また、領域202から得られるRGB成分の信号 (S_{RJ}, S_{GJ}, S_{BJ}) にノイズ (N_{RJ}, N_{GJ}, N_{BJ}) が乗っているとすると、 (S_{RJ}, S_{GJ}, S_{BJ}) は、次式のように表される。

【0025】

$$(S_{RJ}, S_{GJ}, S_{BJ}) = (S_R, S_G, S_B) + (N_{RJ}, N_{GJ}, N_{BJ}) \quad (3)$$

【0026】

10

20

30

40

50

照射される光に重畳された信号が時系列に変化する場合、撮影画像全体の平均画素値の時系列変化は、全画素の画素値の和の時系列変化と本質的に同じである。その理由は、全画素の画素値の和を画像内の画素の総数で除算すると、撮影画像全体の平均画素値が得られるためである。したがって、平均画素値の時系列変化が表す信号の振幅は、その信号を含む領域の面積に比例すると考えられる。

【 0 0 2 7 】

例えば、撮影画像全体に信号が含まれる場合の振幅が“ 1 ”であるとすると、その信号が撮影画像全体の 7 5 % の領域に含まれる場合は、撮影画像全体から得られる信号の振幅は“ 0 . 7 5 ”になる。図 2 の例では、平均画素値の時系列変化が表す信号 (S R ' , S G ' , S B ') は、次式により求められる。

【 0 0 2 8 】

$$\begin{aligned} & (S R ' , S G ' , S B ') \\ & = \text{領域 } 2 0 1 \text{ の面積} * \text{領域 } 2 0 1 \text{ の信号} + \text{領域 } 2 0 2 \text{ の面積} * \text{領域 } 2 0 2 \text{ の信号} \\ & = 0 . 7 5 * (S R I , S G I , S B I) + 0 . 2 5 * (S R J , S G J , S B J) \\ & = (S R , 0 . 2 5 S G , 0 . 2 5 S B) + 0 . 7 5 * (N R I , N G I , N B I) \\ & \quad + 0 . 2 5 * (N R J , N G J , N B J) \quad (4) \end{aligned}$$

【 0 0 2 9 】

例えば、R G B 成分の各信号に対して、信号 (S R , S G , S B) の 0 . 2 6 倍の大きさの逆符号のノイズが乗っている場合、式 (4) の (S R ' , S G ' , S B ') は、次式のように表される。

【 0 0 3 0 】

$$\begin{aligned} & (S R ' , S G ' , S B ') \\ & = (S R , 0 . 2 5 S G , 0 . 2 5 S B) - 0 . 2 6 * (S R , S G , S B) \\ & = (0 . 7 4 S R , - 0 . 0 1 S G , - 0 . 0 1 S B) \quad (5) \end{aligned}$$

【 0 0 3 1 】

この場合、信号 (S R ' , S G ' , S B ') の G 成分及び B 成分については、ノイズにより信号が打ち消されてしまい、正しい信号が検出されない。

【 0 0 3 2 】

図 3 は、実施形態の情報検出装置の機能的構成例を示している。図 3 の情報検出装置 3 0 1 は、記憶部 3 1 1、検出部 3 1 2、及び出力部 3 1 3 を含む。

【 0 0 3 3 】

記憶部 3 1 1 は、色空間における複数の成分に埋め込み情報が重畳された光を反射する物体を撮影した映像情報を記憶する。検出部 3 1 2 は、記憶部 3 1 1 が記憶する映像情報から埋め込み情報を検出する。出力部 3 1 3 は、検出部 3 1 2 が検出した埋め込み情報に基づいて、情報を出力する。

【 0 0 3 4 】

図 4 は、図 3 の情報検出装置 3 0 1 が行う情報検出処理の例を示すフローチャートである。まず、検出部 3 1 2 は、記憶部 3 1 1 を参照し、物体を含む範囲の分光反射特性に基づき、複数の波長に対応する複数の色成分のうち第 1 の色成分の反射率よりも大きな反射率を有する第 2 の色成分を、第 1 の色成分よりも強調した結果に基づいて、映像情報に含まれる画像から得られる信号を強調する (ステップ 4 0 1) 。

【 0 0 3 5 】

次に、検出部 3 1 2 は、強調した信号から埋め込み情報を検出し (ステップ 4 0 2)、出力部 3 1 3 は、埋め込み情報、又は埋め込み情報により特定される他の情報を出力する (ステップ 4 0 3) 。

【 0 0 3 6 】

このような情報検出装置 3 0 1 によれば、物体からの反射光に含まれる埋め込み情報を精度良く検出することができる。

【 0 0 3 7 】

情報検出装置 3 0 1 は、物体を撮影するためのカメラを含むスマートデバイス、携帯電

10

20

30

40

50

話機、端末装置等であってもよく、サーバのような情報処理装置であってもよい。

【 0 0 3 8 】

図 5 は、実施形態の照明装置の構成例を示している。図 5 の照明装置 5 0 1 は、発光制御部 5 1 1 及び発光部 5 1 2 を含む。発光部 5 1 2 は、例えば、R G B 成分の発光素子を含み、R G B 成分を含む光を物体に対して照射する。発光制御部 5 1 1 は、発光素子の発光量又は位相を制御して、照射される光の R G B 成分を時系列に変化させることで、光に埋め込み情報を重畳する。照射される光の分光分布は、例えば、白色に設定される。

【 0 0 3 9 】

埋め込み情報は、広告、商品説明等の物体に関連する情報であってもよく、物体に関連しない情報であってもよい。また、埋め込み情報は、情報検出装置に出力させる情報を特定するための I D、Uniform Resource Locator (U R L) 等であってもよい。

10

【 0 0 4 0 】

図 6 は、図 3 の情報検出装置 3 0 1 の第 1 の具体例を示している。図 6 の情報検出装置 3 0 1 は、記憶部 3 1 1、検出部 3 1 2、出力部 3 1 3、カメラ 6 0 1、及び推定部 6 0 2 を含む。カメラ 6 0 1 は、物体からの反射光を受光する受光素子を含み、物体を撮影して映像情報 6 1 1 を生成し、映像情報 6 1 1 を記憶部 3 1 1 に格納する。推定部 6 0 2 は、映像情報 6 1 1 を用いて、物体の分光反射特性 6 1 2 を推定し、分光反射特性 6 1 2 を記憶部 3 1 1 に格納する。

【 0 0 4 1 】

図 7 は、図 6 の情報検出装置 3 0 1 が行う情報検出処理の例を示すフローチャートである。まず、カメラ 6 0 1 は、物体を撮影して物体の画像を生成し、その画像を映像情報 6 1 1 として記憶部 3 1 1 に格納する (ステップ 7 0 1)。次に、推定部 6 0 2 は、映像情報 6 1 1 に含まれる画像を用いて、物体の分光反射特性 6 1 2 を推定し、記憶部 3 1 1 に格納する (ステップ 7 0 2)。

20

【 0 0 4 2 】

次に、検出部 3 1 2 は、映像情報 6 1 1 に含まれる画像から得られる信号を、分光反射特性 6 1 2 に基づく強調処理により強調し (ステップ 7 0 3)、強調した信号から埋め込み情報を検出する (ステップ 7 0 4)。そして、検出部 3 1 2 は、所定の情報を取得したか否かをチェックする (ステップ 7 0 5)。

【 0 0 4 3 】

検出部 3 1 2 は、例えば、所定数のシンボルを検出した場合、又は誤り検出の結果が誤りなしである場合に、所定の情報を取得したと判定することができる。また、検出部 3 1 2 は、所定時間の映像からシンボルを検出した場合に、所定の情報を取得したと判定してもよい。

30

【 0 0 4 4 】

所定の情報を取得していない場合 (ステップ 7 0 5 , N O)、情報検出装置 3 0 1 は、ステップ 7 0 1 以降の処理を繰り返す。そして、所定の情報を取得した場合 (ステップ 7 0 5 , Y E S)、出力部 3 1 3 は、所定の情報に対応する埋め込み情報、又は埋め込み情報により特定される他の情報を出力する (ステップ 7 0 6)。

【 0 0 4 5 】

埋め込み情報が他の情報を特定するための I D、U R L 等である場合、検出部 3 1 2 は、埋め込み情報に基づいてサーバ等の外部装置にアクセスし、外部装置からその情報を取得することができる。そして、出力部 3 1 3 は、取得された情報を出力する。出力部 3 1 3 は、例えば、埋め込み情報又は他の情報を表すテキスト、イラスト、画像等を画面に表示することができる。

40

【 0 0 4 6 】

図 8 は、図 7 のステップ 7 0 2 における第 1 の推定処理の例を示すフローチャートである。まず、推定部 6 0 2 は、画像の特徴量を計算する (ステップ 8 0 1)。画像の特徴量としては、例えば、画像内の画素の画素値の平均値、総和、最大値、最小値、最頻値、中央値等の統計値を用いることができる。

50

【 0 0 4 7 】

そして、推定部 6 0 2 は、計算した特徴量を用いて分光反射特性 6 1 2 を推定する（ステップ 8 0 2）。このとき、推定部 6 0 2 は、領域内の R G B 成分の色成分毎に画素値の統計値を計算し、各色成分の統計値から各色成分の反射率を推定する。推定部 6 0 2 は、各色成分の階調範囲に対する統計値の比率を計算し、計算した比率を各色成分の反射率として用いてもよい。

【 0 0 4 8 】

この場合、検出部 3 1 2 は、図 7 のステップ 7 0 3 において、分光反射特性 6 1 2 に基づき R G B 成分のうち特定の色成分の信号を選択し、ステップ 7 0 4 において、選択した色成分の信号から埋め込み情報を検出する。検出部 3 1 2 は、例えば、所定の閾値よりも大きな反射率を有する 1 つ又は複数の色成分を、特定の色成分として選択してもよい。これにより、反射率の大きな色成分ほど埋め込み情報の検出に用いられる確率が高くなるため、反射率の大きな色成分が反射率の小さな色成分よりも強調されることになる。

10

【 0 0 4 9 】

例えば、各色成分の階調範囲が 0 ~ 2 5 5 であり、R G B 成分の平均値が (1 2 8 , 2 5 5 , 6 4) である場合、分光反射特性 (, ,) は、次式により計算される。

【 0 0 5 0 】

$$\begin{aligned} (, ,) &= (1 2 8 / 2 5 5 , 2 5 5 / 2 5 5 , 6 4 / 2 5 5) \\ &= (0 . 5 , 1 . 0 , 0 . 2 5) \quad (1 1) \end{aligned}$$

【 0 0 5 1 】

反射率の閾値が 0 . 5 である場合、R G B 成分のうち G 成分が選択され、G 成分の信号から埋め込み情報が検出される。これにより、R 成分及び B 成分の反射率よりも大きな反射率を有する G 成分が、R 成分及び B 成分よりも強調される。

20

【 0 0 5 2 】

図 9 は、図 7 のステップ 7 0 2 における第 2 の推定処理の例を示すフローチャートである。まず、推定部 6 0 2 は、画像を複数の領域に分割し（ステップ 9 0 1）、各領域の特徴量を計算する（ステップ 9 0 2）。各領域の特徴量としては、例えば、各領域内の画素の画素値の統計値を用いることができる。

【 0 0 5 3 】

そして、推定部 6 0 2 は、各領域の特徴量を用いて各領域の分光反射特性 6 1 2 を推定する（ステップ 9 0 3）。このとき、推定部 6 0 2 は、各領域内の R G B 成分の成分毎に画素値の統計値を計算し、各色成分の統計値から各色成分の反射率を推定する。

30

【 0 0 5 4 】

例えば、図 2 に示した画像を 4 個 (2 × 2) の領域に分割する場合、図 1 0 に示すように、その画像が領域 1 0 0 1 ~ 領域 1 0 0 4 に分割される。このうち、領域 1 0 0 1 ~ 領域 1 0 0 3 は、図 2 の領域 2 0 1 に対応し、領域 1 0 0 4 は領域 2 0 2 に対応する。例えば、領域 1 0 0 1 ~ 領域 1 0 0 3 の各領域内の R G B 成分の平均値が (2 5 5 , 0 , 0) である場合、これらの領域の分光反射特性 (, ,) は、次式により計算される。

【 0 0 5 5 】

$$\begin{aligned} (, ,) &= (2 5 5 / 2 5 5 , 0 / 2 5 5 , 0 / 2 5 5) \\ &= (1 , 0 , 0) \quad (1 2) \end{aligned}$$

40

【 0 0 5 6 】

また、領域 1 0 0 4 内の R G B 成分の平均値が (2 5 5 , 2 5 5 , 2 5 5) である場合、領域 1 0 0 4 の分光反射特性 (, ,) は、次式により計算される。

【 0 0 5 7 】

$$\begin{aligned} (, ,) &= (2 5 5 / 2 5 5 , 2 5 5 / 2 5 5 , 2 5 5 / 2 5 5) \\ &= (1 , 1 , 1) \quad (1 3) \end{aligned}$$

【 0 0 5 8 】

図 1 0 の例では、領域 1 0 0 2 と領域 1 0 0 4 との間の境界が、物体 I と物体 J との間の境界と一致しており、領域 1 0 0 3 と領域 1 0 0 4 との間の境界も、物体 I と物体 J と

50

の間の境界と一致している。しかし、画像を複数の領域に分割する場合、必ずしも、領域間の境界が物体間の境界と一致するとは限らない。

【 0 0 5 9 】

図 1 1 は、領域間の境界が物体間の境界と一致しない画像の例を示している。撮影された画像 1 1 0 1 が物体 I、物体 J、及び背景を含んでおり、画像 1 1 0 1 が領域 1 1 1 1 ~ 領域 1 1 1 4 に分割された場合、領域 1 1 1 1 及び領域 1 1 1 3 は、物体 I と物体 J とを含む。また、領域 1 1 1 2 は、物体 I、物体 J、及び背景を含み、領域 1 1 1 4 は、物体 J と背景とを含む。

【 0 0 6 0 】

例えば、領域 1 1 1 1 内の R G B 成分の平均値が (2 5 5 , 1 3 , 1 3) である場合、領域 1 1 1 1 の分光反射特性 (, ,) は、次式により計算される。

【 0 0 6 1 】

$$\begin{aligned} (\quad , \quad , \quad) &= (2 5 5 / 2 5 5 , 1 3 / 2 5 5 , 1 3 / 2 5 5) \\ &= (1 . 0 , 0 . 0 5 , 0 . 0 5) \end{aligned} \quad (1 4)$$

【 0 0 6 2 】

領域 1 1 1 2 内の R G B 成分の平均値が (2 6 , 2 , 2 3 0) である場合、領域 1 1 1 1 の分光反射特性 (, ,) は、次式により計算される。

【 0 0 6 3 】

$$\begin{aligned} (\quad , \quad , \quad) &= (2 6 / 2 5 5 , 2 / 2 5 5 , 2 3 0 / 2 5 5) \\ &= (0 . 1 , 0 . 0 1 , 0 . 9) \end{aligned} \quad (1 5)$$

【 0 0 6 4 】

領域 1 1 1 3 内の R G B 成分の平均値が (2 5 5 , 1 5 3 , 1 5 3) である場合、領域 1 1 1 1 の分光反射特性 (, ,) は、次式により計算される。

【 0 0 6 5 】

$$\begin{aligned} (\quad , \quad , \quad) &= (2 5 5 / 2 5 5 , 1 5 3 / 2 5 5 , 1 5 3 / 2 5 5) \\ &= (1 . 0 , 0 . 6 , 0 . 6) \end{aligned} \quad (1 6)$$

【 0 0 6 6 】

領域 1 1 1 4 内の R G B 成分の平均値が (2 6 , 2 6 , 2 5 5) である場合、領域 1 1 1 1 の分光反射特性 (, ,) は、次式により計算される。

【 0 0 6 7 】

$$\begin{aligned} (\quad , \quad , \quad) &= (2 6 / 2 5 5 , 2 6 / 2 5 5 , 2 5 5 / 2 5 5) \\ &= (0 . 1 , 0 . 1 , 1 . 0) \end{aligned} \quad (1 7)$$

【 0 0 6 8 】

このように、領域間の境界が物体間の境界と一致しない場合であっても、各領域の特徴量を用いて各領域の分光反射特性 6 1 2 を推定することができる。

【 0 0 6 9 】

図 8 又は図 9 の推定処理において、1 時刻の画像の画素値に基づいて分光反射特性 6 1 2 を推定する代わりに、所定期間における複数時刻の画像の画素値の時間平均に基づいて分光反射特性 6 1 2 を推定してもよい。例えば、埋め込み情報を表す信号が所定の周期を有する波状信号であり、1 周期の信号を平均すると一定値になるような信号である場合、1 周期における複数時刻の画像の画素値の時間平均を用いることができる。これにより、分光反射特性 6 1 2 を精度良く推定することが可能になる。

【 0 0 7 0 】

図 1 2 は、図 7 のステップ 7 0 3 における第 1 の強調処理の例を示すフローチャートである。第 1 の強調処理は、図 9 の推定処理により分光反射特性 6 1 2 が推定された場合に行われる。

【 0 0 7 1 】

まず、検出部 3 1 2 は、各領域の分光反射特性 6 1 2 に基づいて、各領域から特定の成分の信号を選択する (ステップ 1 2 0 1) 。検出部 3 1 2 は、例えば、各領域において所定の閾値よりも大きな反射率を有する 1 つ又は複数の色成分を、特定の成分として選択し

10

20

30

40

50

てもよい。

【0072】

次に、検出部312は、複数の領域において選択した同じ成分の信号の統計値を計算する(ステップ1202)。各領域の面積が同じである場合、統計値としては、複数の信号の総和、平均値、最頻値、二乗和等を用いてもよく、相関検出に基づく統計値を用いてもよい。

【0073】

時刻nにおけるm個の領域において選択した同じ成分の信号 $S_1(n) \sim S_m(n)$ の二乗和を統計値 $S(n)$ として用いた場合、検出部312は、例えば、次式により統計値 $S(n)$ を計算することができる。

【0074】

$$S(n) = \text{sgn}(S_1(n)) * S_1(n)^2 + \text{sgn}(S_2(n)) * S_2(n)^2 + \dots + \text{sgn}(S_m(n)) * S_m(n)^2 \quad (21)$$

【0075】

式(21)の $\text{sgn}(S_i(n))$ ($i = 1 \sim m$)は、信号 $S_i(n)$ の符号を表す。

【0076】

また、相関検出に基づく統計値を用いた場合、検出部312は、例えば、次式の関数 $f(1, 2, \dots, m)$ が最大になる変数1～変数mの値 $\max_1 \sim \max_m$ を求める。

【0077】

【数1】

$$f(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_m) = \sum_{l=n-T}^{l=n} S_1(l-\tau_1) * S_2(l-\tau_2) * \dots * S_m(l-\tau_m) \quad (22)$$

【0078】

式(22)のTは、信号 $S_i(n)$ の周期を表す。そして、検出部312は、 $\max_1 \sim \max_m$ を用いて信号 $S_1(n - \max_1) \sim S_m(n - \max_m)$ を求め、信号 $S_i(n)$ の代わりに信号 $S_i(n - \max_i)$ を用いて、総和、平均値、最頻値、二乗和等を計算する。

【0079】

第1の強調処理を行った場合、図7のステップ704において、検出部312は、計算した統計値を用いて埋め込み情報を検出する。

【0080】

例えば、図10の領域1001～領域1003の分光反射特性(, ,)が(1, 0, 0)であり、反射率の閾値が0.5である場合、領域1001～領域1003においてR成分が選択される。これにより、G成分及びB成分の反射率よりも大きな反射率を有するR成分が、G成分及びB成分よりも強調される。また、領域1004の分光反射特性(, ,)が(1, 1, 1)である場合、領域1004においてR成分、G成分、及びB成分のすべての色成分が選択される。

【0081】

ここで、領域1001から得られるRGB成分の信号(S_{R1}, S_{G1}, S_{B1})にノイズ(N_{R1}, N_{G1}, N_{B1})が乗っているとすると、(S_{R1}, S_{G1}, S_{B1})は、次式のように表される。

【0082】

$$(S_{R1}, S_{G1}, S_{B1}) = (S_{R0}, 0, 0) + (N_{R1}, N_{G1}, N_{B1}) \quad (23)$$

【0083】

領域1002から得られるRGB成分の信号(S_{R2}, S_{G2}, S_{B2})と、領域1003から得られるRGB成分の信号(S_{R3}, S_{G3}, S_{B3})についても、同様に、次式のように表される。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 4 】

$$\begin{aligned} & (S R 2 , S G 2 , S B 2) \\ = & (S R , 0 , 0) + (N R 2 , N G 2 , N B 2) \quad (2 4) \\ & (S R 3 , S G 3 , S B 3) \\ = & (S R , 0 , 0) + (N R 3 , N G 3 , N B 3) \quad (2 5) \end{aligned}$$

【 0 0 8 5 】

また、領域 1 0 0 4 から得られる R G B 成分の信号 (S R 4 , S G 4 , S B 4) にノイズ (N R 4 , N G 4 , N B 4) が乗っているとすると、(S R 4 , S G 4 , S B 4) は、次式のように表される。

【 0 0 8 6 】

$$\begin{aligned} & (S R 4 , S G 4 , S B 4) \\ = & (S R , S G , S B) + (N R 4 , N G 4 , N B 4) \quad (2 6) \end{aligned}$$

【 0 0 8 7 】

領域 1 0 0 1 ~ 領域 1 0 0 3 においては、R 成分の信号 S R 1 ~ 信号 S R 3 がそれぞれ選択され、領域 1 0 0 4 においては、信号 S R 4、信号 S G 4、及び信号 S B 4 が選択される。

【 0 0 8 8 】

したがって、複数の信号の総和を統計値として用いた場合、統計値を表す信号 (S R ' , S G ' , S B ') は、次式により計算される。

【 0 0 8 9 】

$$\begin{aligned} & (S R ' , S G ' , S B ') \\ = & (S R 1 , 0 , 0) + (S R 2 , 0 , 0) + (S R 3 , 0 , 0) \\ & + (S R 4 , S G 4 , S B 4) \\ = & (4 S R + N R 1 + N R 2 + N R 3 + N R 4 , S G + N G 4 , S B + N G 4) \quad (2 7) \end{aligned}$$

【 0 0 9 0 】

例えば、R G B 成分の各信号に対して、信号 (S R , S G , S B) の 0 . 2 6 倍の大きさの逆符号のノイズが乗っている場合、式 (2 7) の (S R ' , S G ' , S B ') は、次式のように表される。

【 0 0 9 1 】

$$\begin{aligned} & (S R ' , S G ' , S B ') \\ = & (4 S R - 4 * 0 . 2 6 S R , S G - 0 . 2 6 S G , S B - 0 . 2 6 S B) \\ = & (2 . 9 6 S R , 0 . 7 4 S G , 0 . 7 4 S B) \quad (2 8) \end{aligned}$$

【 0 0 9 2 】

この場合、信号 (S R ' , S G ' , S B ') の G 成分及び B 成分についても、ノイズにより信号が打ち消されることはなく、正しい信号が検出される。

【 0 0 9 3 】

このように、反射率の閾値を適切に設定して、信号強度がノイズ強度よりも大きいと推定される色成分のみを選択することで、埋め込み情報の検出結果に対するノイズの影響を抑制することができる。特に、撮影した画像内に複数の物体が写っている場合であっても、埋め込み情報を精度良く検出することが可能になる。

【 0 0 9 4 】

このとき、画像をより細かく分割して領域の数を増加させることで、領域間の境界が物体間の境界と一致する可能性が高くなるため、色成分を精度良く選択することが可能になる。各領域において、信号強度がノイズ強度よりも小さいと推定される色成分は使用されないため、処理時間が削減されるとともに誤検出が抑制される。

【 0 0 9 5 】

図 1 3 は、図 7 のステップ 7 0 3 における第 2 の強調処理の例を示すフローチャートである。第 2 の強調処理も、図 9 の推定処理により分光反射特性 6 1 2 が推定された場合に行われる。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 6 】

まず、検出部 3 1 2 は、各領域の分光反射特性 6 1 2 に基づいて、各領域から得られる複数の成分の信号を重み付けする（ステップ 1 3 0 1）。検出部 3 1 2 は、例えば、各領域における複数の色成分の反射率を重みとして用いて、複数の色成分の信号を重み付けしてもよい。

【 0 0 9 7 】

次に、検出部 3 1 2 は、複数の領域において重み付けした同じ成分の信号の統計値を計算する（ステップ 1 3 0 2）。各領域の面積が同じである場合、統計値としては、複数の信号の総和、平均値、最頻値、二乗和等を用いてもよく、相関検出に基づく統計値を用いてもよい。

10

【 0 0 9 8 】

第 2 の強調処理を行った場合、図 7 のステップ 7 0 4 において、検出部 3 1 2 は、計算した統計値を用いて埋め込み情報を検出する。

【 0 0 9 9 】

図 1 4 は、4 個の領域に分割された画像の例を示している。領域 1 4 0 1 ~ 領域 1 4 0 4 の R G B 成分の平均値 (R , G , B) と、(R , G , B) から推定された分光反射特性 (, ,) とが、以下のような値である場合を考える。

【 0 1 0 0 】

領域 1 4 0 1

(R , G , B) = (2 5 5 , 0 , 0)

20

(, ,) = (1 , 0 , 0)

領域 1 4 0 2

(R , G , B) = (1 4 5 , 1 9 0 , 2 3 2)

(, ,) = (0 . 5 5 , 0 . 7 6 , 0 . 9 1)

領域 1 4 0 3

(R , G , B) = (1 4 6 , 2 0 8 , 8 0)

(, ,) = (0 . 5 7 , 0 . 8 2 , 0 . 3 1)

領域 1 4 0 4

(R , G , B) = (2 5 5 , 2 5 5 , 2 5 5)

(, ,) = (1 , 1 , 1)

30

【 0 1 0 1 】

この場合、検出部 3 1 2 は、領域 1 4 0 1 ~ 領域 1 4 0 4 から得られる R G B 成分の信号 (S R 1 , S G 1 , S B 1) ~ 信号 (S R 4 , S G 4 , S B 4) に対して、それぞれの領域における分光反射特性 (, ,) を重みとして乗算することができる。これにより、各領域において、ある色成分の反射率よりも大きな反射率を有する別の色成分が、ある色成分よりも強調される。

【 0 1 0 2 】

領域 1 4 0 1 ~ 領域 1 4 0 4 において重みが乗算された信号の総和を統計値として用いた場合、統計値を表す信号 (S R ' , S G ' , S B ') は、次式により計算される。

【 0 1 0 3 】

(S R ' , S G ' , S B ')

40

= (1 * S R 1 , 0 * S G 1 , 0 * S B 1)

+ (0 . 5 5 * S R 2 , 0 . 7 6 * S G 2 , 0 . 9 1 * S B 2)

+ (0 . 5 7 * S R 3 , 0 . 8 2 * S G 3 , 0 . 3 1 * S B 3)

+ (1 * S R 4 , 1 * S G 4 , 1 * S B 4)

= (S R 1 , 0 , 0)

+ (0 . 5 5 S R 2 , 0 . 7 6 S G 2 , 0 . 9 1 S B 2)

+ (0 . 5 7 S R 3 , 0 . 8 2 S G 3 , 0 . 3 1 S B 3)

+ (S R 4 , S G 4 , S B 4)

= (S R 1 + 0 . 5 5 S R 2 + 0 . 5 7 S R 3 + S R 4 ,

50

$$\begin{aligned}
 &0.76SG2 + 0.82SG3 + SG4, \\
 &0.91SB2 + 0.31SB3 + SB4) \quad (31)
 \end{aligned}$$

【0104】

このように、各領域の分光反射特性に基づいて複数の成分の信号を重み付けすることで、埋め込み情報の検出結果に対するノイズの影響を抑制することができる。このとき、画像をより細かく分割して領域の数を増加させることで、領域間の境界が物体間の境界と一致する可能性が高くなるため、複数の成分の信号を精度良く重み付けすることが可能になる。

【0105】

次に、信号とノイズの比に基づいてノイズの影響を最小化する重み付け方法について説明する。ここでは、簡単のため、図15に示すように、画像が2個の領域に分割されている場合を考える。領域1501及び領域1502の分光反射特性(r_1 , r_2 , r_3)を、それぞれ、(r_1 , r_1 , r_1)及び(r_2 , r_2 , r_2)とする。

10

【0106】

まず、R成分の信号について考える。領域1501から得られるR成分の信号SR1に、全領域に一樣に分布するホワイトノイズNが乗っているとすると、信号SR1は、次式のように表される。

【0107】

$$SR1 = r_1 * SR + N \quad (32)$$

【0108】

また、領域1502から得られるR成分の信号SR2にホワイトノイズNが乗っているとすると、信号SR2は、次式のように表される。

20

【0109】

$$SR2 = r_2 * SR + N \quad (33)$$

【0110】

領域1501及び領域1502におけるそれぞれの色成分の信号を式(32)及び式(33)と同様の計算式で表すことで、各領域において、ある色成分の反射率よりも大きな反射率を有する別の色成分が、ある色成分よりも強調されることになる。

【0111】

ここで、信号SR1に対する重みを1とし、信号SR2に対する重みをwとして、領域1501及び領域1502において重みが乗算された信号の総和を統計値として用いた場合、統計値を表す信号SR'は、次式のように表される。

30

【0112】

$$\begin{aligned}
 SR' &= SR1 + w * SR2 \\
 &= (r_1 * SR + N) + w * (r_2 * SR + N) \\
 &= (r_1 + w * r_2) SR + (1 + w) N \quad (34)
 \end{aligned}$$

【0113】

信号SR'に含まれる信号成分のパワーに対するノイズ成分のパワーの比率Qは、次式のように表される。

【0114】

$$Q = ((r_1 + w * r_2)^2 NP) / ((r_1 + w * r_2)^2 SP) \quad (35)$$

40

【0115】

式(35)のNPは、ノイズNの二乗の時間平均を表し、SPは、信号SRの二乗の時間平均を表す。NP、SP、 r_1 、及び r_2 はwに依存しないため、式(35)の比率Qが最小になるwの値が、ノイズの影響を最小化する重みとなり、次式のように表される。

【0116】

$$w = r_2 / r_1 \quad (36)$$

【0117】

同様にして、G成分の信号SG2に対する重みは r_2 / r_1 となり、B成分の信号SB2に対する重みは r_2 / r_1 となる。したがって、領域1502における信号SR2、信

50

号SG2、及び信号SB2に対する重みは、それぞれ、 $2/1$ 、 $2/1$ 、及び $2/1$ となる。これらの重みを用いた場合、統計値を表す信号(SR', SG', SB')は、次式により計算される。

【0118】

$$\begin{aligned} & (SR', SG', SB') \\ = & (SR1 + (2/1)SR2, SG1 + (2/1)SG2, \\ & SB1 + (2/1)SB2) \quad (37) \end{aligned}$$

【0119】

反射率 r_1 が0である場合、 $2/1$ は無限大になるが、この場合は信号SR1及び信号SR2に対する重みを、それぞれ、0及び2に置き換えることで、信号SR'を計算することができる。反射率 r_1 又は反射率 r_1 が0である場合についても、反射率 r_1 が0である場合と同様である。

10

【0120】

図12又は図13の強調処理によれば、反射率が低い色成分に重畳された埋め込み情報は、検出結果に対する寄与が小さくなるため、物体の分光反射特性に依らずに埋め込み情報を検出するためには、埋め込み情報を冗長化することが望ましい。例えば、RGB成分それぞれに対して同じ埋め込み情報を重畳することで、埋め込み情報を冗長化することができる。また、複数の色成分の間で埋め込み情報を時間方向にシフトさせてもよい。

【0121】

図16は、時間方向にシフトした埋め込み情報の例を示している。この例では、埋め込み情報がデータDA、データDB、及びデータDCに分割され、R成分に対してデータDA、データDB、及びデータDCが順番に重畳される。また、G成分に対してデータDB、データDC、及びデータDAが順番に重畳され、B成分に対してデータDC、データDA、及びデータDBが順番に重畳される。

20

【0122】

図16(a)の場合、RGB成分のすべての反射率が高いため、破線の矩形1601が示すように、最初のサイクルにおいて、R成分、G成分、及びB成分の信号からデータDA、データDB、及びデータDCを検出することができる。

【0123】

一方、図16(b)の場合、B成分の反射率が低いため、破線の矩形1602が示すように、最初のサイクルにおいて、R成分及びG成分の信号からデータDA及びデータDBが検出される。続いて、2番目のサイクルにおいて、R成分及びG成分の信号からデータDB及びデータDCが検出される。

30

【0124】

ところで、照明装置501は、RGB色空間以外に、XYZ色空間、YUV色空間、HLS色空間等の他の色空間における複数の成分に対して、埋め込み情報を重畳することも可能である。例えば、U成分及びV成分の範囲を-128~127にスケーリングしたYUV色空間におけるYUV成分からRGB成分への変換は、次式により表される。

【0125】

$$\begin{aligned} R &= 1.000Y + 1.402V & (41) \\ G &= 1.000Y - 0.344U - 0.714V & (42) \\ B &= 1.000Y + 1.772U & (43) \end{aligned}$$

40

【0126】

このようにスケーリングされたYUV色空間は、YCbCr色空間とも呼ばれる。以下では、スケーリングされたYUV色空間を、単にYUV色空間と記すことがある。Y成分は輝度信号を表し、U成分及びV成分は色差信号を表す。RGB成分からYUV成分への変換は、次式により表される。

【0127】

$$\begin{aligned} Y &= 0.299R + 0.587G + 0.114B & (44) \\ U &= -0.169R - 0.331G + 0.500B & (45) \end{aligned}$$

50

$$V = 0.500R - 0.419G - 0.081B \quad (46)$$

【0128】

YUV色空間のYUV成分に対して埋め込み情報を重畳する場合、図5の発光制御部511は、埋め込み情報を表すYUV成分の信号を、式(41)~式(43)に従ってRGB成分の信号に変換する。そして、発光制御部511は、RGB成分の信号により発光部512を制御することで、照射される光のRGB成分を時系列に変化させる。

【0129】

この場合、図6の推定部602は、図8又は図9の推定処理により分光反射特性612を推定する。次に、検出部312は、映像情報611に含まれる画像のRGB成分の画素値を、式(44)~式(46)に従ってYUV成分の信号に変換するとともに、分光反射特性612に基づいてYUV成分の信号を強調する。そして、検出部312は、強調したYUV成分の信号から埋め込み情報を検出する。

10

【0130】

推定された分光反射特性612が(, ,)である場合、式(44)~式(46)のRGB成分にそれぞれの色成分の反射率を乗算することで、次式が得られる。

【0131】

$$Y = *0.299R + *0.587G + *0.114B \quad (47)$$

$$U = - *0.169R - *0.331G + *0.500B \quad (48)$$

$$V = *0.500R - *0.419G - *0.081B \quad (49)$$

【0132】

20

例えば、図8の推定処理により分光反射特性612が推定された場合、検出部312は、画像のRGB成分の画素値を、式(47)~式(49)に従ってYUV成分の信号に変換し、YUV成分のうち特定の成分の信号を選択することができる。このとき、検出部312は、所定の閾値よりも大きな振幅を有する1つ又は複数の成分の信号を、特定の成分の信号として選択してもよい。

【0133】

式(44)~式(46)の代わりに式(47)~式(49)を用いることで、RGB色空間において、ある色成分の反射率よりも大きな反射率を有する別の色成分が、ある色成分よりも強調される。また、信号を復号するYUV色空間において、特定の成分の信号を選択することで、選択された成分の信号が他の成分の信号よりも強調される。

30

【0134】

ここで、RGB色空間からYUV色空間への変換の非対称性により、YUV色空間のある成分に重畳された信号が減衰したり、他の成分へ干渉したりすることがある。

【0135】

図17は、U成分とV成分の間の干渉の例を示している。U成分又はV成分に振幅が“1”の正弦波の信号を重畳し、式(41)~式(43)に従ってYUV成分の信号からRGB成分の信号に変換した後に、式(47)~式(49)に従ってRGB成分の信号からYUV成分の信号に変換する場合を考える。

【0136】

例えば、U成分に正弦波の信号が重畳されており、(, ,) = (1.0, 0.6, 0)である場合、図17(a)に示すように、画像から得られるYUV成分の信号において、U成分からV成分への干渉が生じる。

40

【0137】

また、V成分に正弦波の信号が重畳されており、(, ,) = (1.0, 0.6, 0)である場合、図17(b)に示すように、画像から得られるYUV成分の信号において、V成分からU成分への干渉が生じる。

【0138】

そこで、検出部312は、YUV色空間の成分間における干渉を考慮して、YUV成分の信号を強調する。この場合、例えば、以下のような手順で、YUV成分のうち特定の成分の信号が選択される。

50

【 0 1 3 9 】

まず、検出部 3 1 2 は、埋め込み情報を表す信号 $(Y, U, V) = (0, 1, 0)$ を、式 (4 1) ~ 式 (4 3) に従って RGB 成分の信号に変換した後、式 (4 7) ~ 式 (4 9) に従って YUV 成分の信号 (Y_u, U_u, V_u) に変換する。

【 0 1 4 0 】

同様に、検出部 3 1 2 は、埋め込み情報を表す信号 $(Y, U, V) = (0, 0, 1)$ を、式 (4 1) ~ 式 (4 3) に従って RGB 成分の信号に変換した後、式 (4 7) ~ 式 (4 9) に従って YUV 成分の信号 (Y_v, U_v, V_v) に変換する。そして、検出部 3 1 2 は、次の不等式が成り立つか否かをチェックする。

【 0 1 4 1 】

$$UD = |U_u| - |U_v| > \text{閾値} \quad (5 1)$$

$$VD = |V_v| - |V_u| > \text{閾値} \quad (5 2)$$

【 0 1 4 2 】

検出部 3 1 2 は、不等式 (5 1) が成り立つ場合、U 成分の信号を選択し、不等式 (5 2) が成り立つ場合、V 成分の信号を選択することで、埋め込み情報の検出に適した成分の信号を選択することができる。例えば、図 1 7 の例において、閾値が 0.5 である場合、次の不等式が成り立つ。

【 0 1 4 3 】

$$UD = |0.07| - |0.10| = -0.03 < 0.5 \quad (5 3)$$

$$VD = |0.88| - |0.09| = 0.79 > 0.5 \quad (5 4)$$

【 0 1 4 4 】

そこで、検出部 3 1 2 は、YUV 成分のうち V 成分の信号のみを選択し、V 成分の信号から埋め込み情報を検出する。

【 0 1 4 5 】

さらに、Y 成分にも埋め込み情報が重畳される場合、検出部 3 1 2 は、まず、埋め込み情報を表す信号 $(Y, U, V) = (1, 0, 0)$ を、式 (4 1) ~ 式 (4 3) に従って RGB 成分の信号に変換する。次に、検出部 3 1 2 は、RGB 成分の信号を、式 (4 7) ~ 式 (4 9) に従って YUV 成分の信号 (Y_y, U_y, V_y) に変換する。そして、検出部 3 1 2 は、不等式 (5 1) 及び不等式 (5 2) の代わりに、次の不等式が成り立つか否かをチェックする。

【 0 1 4 6 】

$$YD = |Y_y| - |Y_u| - |Y_v| > \text{閾値} \quad (5 5)$$

$$UD = |U_u| - |U_y| - |U_v| > \text{閾値} \quad (5 6)$$

$$VD = |V_v| - |V_y| - |V_u| > \text{閾値} \quad (5 7)$$

【 0 1 4 7 】

検出部 3 1 2 は、不等式 (5 5) が成り立つ場合、Y 成分の信号を選択し、不等式 (5 6) が成り立つ場合、U 成分の信号を選択し、不等式 (5 7) が成り立つ場合、V 成分の信号を選択する。これにより、埋め込み情報の検出に適した成分の信号を選択することができる。

【 0 1 4 8 】

YUV 成分それぞれに異なる振幅の信号が重畳される場合は、振幅の比率に応じて信号 (Y, U, V) の値を変更すればよい。例えば、U 成分及び V 成分の振幅の比率が 1 : 2 である場合、検出部 3 1 2 は、信号 (Y_u, U_u, V_u) を計算する際に、信号 $(Y, U, V) = (0, 1, 0)$ を用い、信号 (Y_v, U_v, V_v) を計算する際に、信号 $(Y, U, V) = (0, 0, 2)$ を用いる。

【 0 1 4 9 】

図 1 8 は、図 7 のステップ 7 0 3 における第 3 の強調処理の例を示すフローチャートである。第 3 の強調処理は、図 9 の推定処理により分光反射特性 6 1 2 が推定された場合に行われる。

【 0 1 5 0 】

10

20

30

40

50

まず、検出部 3 1 2 は、各領域の分光反射特性 6 1 2 に基づいて、各領域における Y U V 成分の信号の振幅を推定する（ステップ 1 8 0 1）。このとき、検出部 3 1 2 は、例えば、上述した信号（ Y_y, U_y, V_y ）、信号（ Y_u, U_u, V_u ）、及び信号（ Y_v, U_v, V_v ）を計算し、 $|Y_y|$ 、 $|Y_u|$ 、 $|Y_v|$ 、 $|U_u|$ 、 $|U_y|$ 、 $|U_v|$ 、 $|V_v|$ 、 $|V_y|$ 、及び $|V_u|$ を求める。

【 0 1 5 1 】

次に、検出部 3 1 2 は、各領域の分光反射特性 6 1 2 に基づき、各領域の R G B 成分の画素値を、式（4 4）～式（4 6）に従って Y U V 成分の信号に変換する（ステップ 1 8 0 2）。

【 0 1 5 2 】

次に、検出部 3 1 2 は、各領域から Y U V 成分のうち特定の成分の信号を選択する（ステップ 1 8 0 3）。このとき、検出部 3 1 2 は、例えば、不等式（5 5）～不等式（5 7）を用いて、1 つ又は複数の成分の信号を選択することができる。

【 0 1 5 3 】

次に、検出部 3 1 2 は、複数の領域において選択した同じ成分の信号の統計値を計算する（ステップ 1 8 0 4）。

【 0 1 5 4 】

このように、不等式（5 5）～不等式（5 7）の閾値を適切に設定して、信号強度がノイズ強度よりも大きいと推定される成分のみを選択することで、埋め込み情報の検出結果に対するノイズの影響を抑制することができる。

【 0 1 5 5 】

図 1 9 は、図 7 のステップ 7 0 3 における第 4 の強調処理の例を示すフローチャートである。第 4 の強調処理も、図 9 の推定処理により分光反射特性 6 1 2 が推定された場合に行われる。図 1 9 のステップ 1 9 0 1 及びステップ 1 9 0 2 の処理は、図 1 8 のステップ 1 8 0 1 及びステップ 1 8 0 2 の処理と同様である。

【 0 1 5 6 】

ステップ 1 9 0 2 に続いて、検出部 3 1 2 は、各領域の分光反射特性 6 1 2 に基づいて、各領域から得られる複数の成分の信号を重み付けする（ステップ 1 9 0 3）。このとき、検出部 3 1 2 は、例えば、不等式（5 5）～不等式（5 7）の左辺の Y D、U D、及び V D を、それぞれ、Y 成分、U 成分、及び V 成分の重みとして用いて、複数の成分の信号を重み付けしてもよい。これにより、各領域において、各成分の信号がその信号の重みに応じて強調される。

【 0 1 5 7 】

次に、検出部 3 1 2 は、複数の領域において重み付けした同じ成分の信号の統計値を計算する（ステップ 1 9 0 4）。

【 0 1 5 8 】

図 1 4 に示したように、画像が 4 個の領域に分割され、領域 1 4 0 1 ～領域 1 4 0 4 の R G B 成分の平均値（ R, G, B ）と、（ R, G, B ）から推定された分光反射特性（ r, g, b ）とが、以下のような値である場合を考える。

【 0 1 5 9 】

領域 1 4 0 1

$$(R, G, B) = (255, 0, 0)$$

$$(r, g, b) = (1, 0, 0)$$

領域 1 4 0 2

$$(R, G, B) = (145, 190, 232)$$

$$(r, g, b) = (0.55, 0.76, 0.91)$$

領域 1 4 0 3

$$(R, G, B) = (146, 208, 80)$$

$$(r, g, b) = (0.57, 0.82, 0.31)$$

領域 1 4 0 4

10

20

30

40

50

$$(R, G, B) = (255, 255, 255)$$

$$(\quad, \quad, \quad) = (1, 1, 1)$$

【0160】

U成分及びV成分に埋め込み情報が重畳されている場合、検出部312は、不等式(51)及び不等式(52)の左辺のUD及びVDを、それぞれ、U成分及びV成分の重みとして用いることができる。この場合、検出部312は、領域1401～領域1404から得られるU成分及びV成分の信号(SU1, SV1)～信号(SU4, SV4)に対して、各領域におけるU成分及びV成分の重みを乗算する。

【0161】

領域1401～領域1404において重みが乗算された信号の総和を統計値として用いた場合、統計値を表す信号(SU', SV')は、次式により計算される。

【0162】

$$(SU', SV')$$

$$= (-0.24 * SU1, 0.70 * SV1)$$

$$+ (0.84 * SU2, 0.59 * SV2)$$

$$+ (0.31 * SU3, 0.57 * SV3)$$

$$+ (1.0 * SU4, 1.0 * SV4)$$

$$= (-0.24 SU1 + 0.84 SU2 + 0.31 SU3 + SU4, \\ 0.7 SV1 + 0.59 SV2 + 0.57 SV3 + SV4) \quad (61)$$

【0163】

このように、各領域の分光反射特性から推定されたYUV成分の信号の振幅に基づいて、複数の成分の信号を重み付けすることで、埋め込み情報の検出結果に対するノイズの影響を抑制することができる。

【0164】

次に、信号とノイズの比に基づいてノイズの影響を最小化する重み付け方法について説明する。図15に示したように、画像が2個の領域に分割され、領域1501及び領域1502の分光反射特性(, ,)が、それぞれ、(1, 1, 1)及び(2, 2, 2)である場合を考える。

【0165】

光のYUV成分に重畳された信号をそれぞれSY、SU、及びSVとする。また、領域1501における(YD, UD, VD)を(y1, u1, v1)とし、領域1502における(YD, UD, VD)を(y2, u2, v2)とする。

【0166】

まず、Y成分の信号について考える。領域1501から得られるY成分の信号SY1に、全領域に一樣に分布するホワイトノイズNが乗っているとすると、信号SY1は、次式のように表される。

【0167】

$$SY1 = y1 * SY + N \quad (62)$$

【0168】

また、領域1502から得られるY成分の信号SY2にホワイトノイズNが乗っているとすると、信号SY2は、次式のように表される。

【0169】

$$SY2 = y2 * SY + N \quad (63)$$

【0170】

ここで、信号SY1に対する重みを1とし、信号SY2に対する重みをwとして、領域1501及び領域1502において重みが乗算された信号の総和を統計値として用いた場合、統計値を表す信号SY'は、次式のように表される。

【0171】

$$SY' = SY1 + w * SY2$$

$$= (y1 * SY + N) + w * (y2 * SY + N)$$

10

20

30

40

50

$$= (y_1 + w y_2) S Y + (1 + w) N \quad (64)$$

【0172】

信号 $S Y'$ に含まれる信号成分のパワーに対するノイズ成分のパワーの比率 Q は、次のように表される。

【0173】

$$Q = ((1 + w)^2 N P) / ((y_1 + w y_2)^2 S P) \quad (65)$$

【0174】

式(65)の $N P$ は、ノイズ N の二乗の時間平均を表し、 $S P$ は、信号 $S Y$ の二乗の時間平均を表す。 $N P$ 、 $S P$ 、 y_1 、及び y_2 は w に依存しないため、式(65)の比率 Q が最小になる w の値が、ノイズの影響を最小化する重みとなり、次式のように表される。

【0175】

$$w = y_2 / y_1 \quad (66)$$

【0176】

同様にして、 U 成分の信号 $S U_2$ に対する重みは u_2 / u_1 となり、 V 成分の信号 $S V_2$ に対する重みは v_2 / v_1 となる。したがって、領域 1502 における信号 $S Y_2$ 、信号 $S U_2$ 、及び信号 $S V_2$ に対する重みは、それぞれ、 y_2 / y_1 、 u_2 / u_1 、及び v_2 / v_1 となる。これらの重みを用いた場合、統計値を表す信号 ($S Y'$ 、 $S U'$ 、 $S V'$) は、次式により計算される。

【0177】

$$\begin{aligned} & (S Y', S U', S V') \\ = & (S Y_1 + (y_2 / y_1) S Y_2, S U_1 + (u_2 / u_1) S U_2, \\ & S V_1 + (v_2 / v_1) S V_2) \end{aligned} \quad (67)$$

【0178】

y_1 が 0 である場合、 y_2 / y_1 は無限大になるが、この場合は信号 $S Y_1$ 及び信号 $S Y_2$ に対する重みを、それぞれ、0 及び y_2 に置き換えることで、信号 $S Y'$ を計算することができる。 u_1 又は v_1 が 0 である場合についても、 y_1 が 0 である場合と同様である。

【0179】

図 20 は、図 3 の情報検出装置 301 の第 2 の具体例を示している。図 20 の情報検出装置 301 は、図 6 の情報検出装置 301 から推定部 602 を除いた構成を有する。この場合、情報検出装置 301 の外部に設けられた分光測定器が、物体を含む範囲の分光反射特性 612 を測定し、測定した分光反射特性 612 を情報検出装置 301 に送信する。そして、情報検出装置 301 は、受信した分光反射特性 612 を記憶部 311 に格納する。

【0180】

記憶部 311 は、事前に測定された分光反射特性 612 を記憶していてもよく、カメラ 601 が物体を撮影したときに分光測定器から受信した分光反射特性 612 を記憶してもよい。また、カメラ 601 が物体を撮影したときに、分光測定器が分光反射特性 612 を測定して画面に表示し、ユーザが、入力装置を介して、表示された分光反射特性 612 を情報検出装置 301 に入力してもよい。

【0181】

図 21 は、図 20 の情報検出装置 301 が行う情報検出処理の例を示すフローチャートである。図 21 のステップ 2101 ~ 及びステップ 2105 の処理は、図 7 のステップ 701 及びステップ 703 ~ ステップ 706 の処理と同様である。

【0182】

この場合、検出部 312 は、ステップ 2102 において、分光反射特性 612 に基づき、色空間における複数の成分の信号のうち特定の成分の信号を選択し、ステップ 2103 において、選択した成分の信号から埋め込み情報を検出する。複数の成分の信号は、RGB 成分の信号であってもよく、YUV 成分の信号であってもよい。

【0183】

このような情報検出処理によれば、分光反射特性 612 を推定する処理が省略されるた

10

20

30

40

50

め、情報検出装置 3 0 1 の負荷が軽減される。

【 0 1 8 4 】

図 2 2 は、物体を撮影する装置と、撮影した画像から埋め込み情報を検出する装置とを分離した情報検出システムの構成例を示している。図 2 2 の情報検出システムは、端末装置 2 2 0 1 及び情報処理装置 2 2 0 2 を含む。端末装置 2 2 0 1 は、出力部 3 1 3、カメラ 6 0 1、通信部 2 2 1 1、及び記憶部 2 2 1 2 を含み、情報処理装置 2 2 0 2 は、記憶部 3 1 1、検出部 3 1 2、推定部 6 0 2、及び通信部 2 2 2 1 を含む。

【 0 1 8 5 】

端末装置 2 2 0 1 の記憶部 2 2 1 2 は、映像情報 6 1 1 を記憶し、通信部 2 2 1 1 と通信部 2 2 2 1 は、通信ネットワークを介して互いに情報を送受信することができる。

10

【 0 1 8 6 】

図 2 3 は、図 2 2 の端末装置 2 2 0 1 が行う処理の例を示すフローチャートである。図 2 3 のステップ 2 3 0 1、ステップ 2 3 0 4、及びステップ 2 3 0 5 の処理は、図 7 のステップ 7 0 1、ステップ 7 0 5、及びステップ 7 0 6 の処理と同様である。

【 0 1 8 7 】

ステップ 2 3 0 1 に続いて、通信部 2 2 1 1 は、映像情報 6 1 1 に含まれる画像を情報処理装置 2 2 0 2 へ送信する（ステップ 2 3 0 2）。そして、通信部 2 2 1 1 は、情報処理装置 2 2 0 2 から埋め込み情報を受信し、端末装置 2 2 0 1 は、受信した埋め込み情報に基づいて、ステップ 2 3 0 4 以降の処理を行う。

【 0 1 8 8 】

図 2 4 は、図 2 2 の情報処理装置 2 2 0 2 が行う処理の例を示すフローチャートである。図 2 4 のステップ 2 4 0 2 ~ ステップ 2 4 0 4 の処理は、図 7 のステップ 7 0 2 ~ ステップ 7 0 4 の処理と同様である。

20

【 0 1 8 9 】

まず、通信部 2 2 2 1 は、端末装置 2 2 0 1 から画像を受信し、記憶部 3 1 1 は、受信した画像を映像情報 6 1 1 として記憶する（ステップ 2 4 0 1）。次に、情報処理装置 2 2 0 2 は、映像情報 6 1 1 に含まれる画像に基づいて、ステップ 2 4 0 2 ~ ステップ 2 4 0 4 の処理を行う。ステップ 2 4 0 4 に続いて、通信部 2 2 2 1 は、画像から検出された埋め込み情報を端末装置 2 2 0 1 へ送信する（ステップ 2 4 0 5）。

【 0 1 9 0 】

このような情報検出システムによれば、端末装置 2 2 0 1 は、画像を撮影して送信するだけで済むため、端末装置 2 2 0 1 の負荷が大幅に軽減される。

30

【 0 1 9 1 】

図 5 の照明装置 5 0 1 の構成は一例に過ぎず、照明装置 5 0 1 の用途又は条件に応じて一部の構成要素を省略又は変更してもよい。例えば、発光部 5 1 2 は、R G B 成分以外の色成分の発光素子を含んでいてもよい。また、照明装置 5 0 1 の代わりに、プロジェクタ等の映像投影装置を用いて、埋め込み情報が重畳された光を物体に照射してもよい。

【 0 1 9 2 】

図 3、図 6、及び図 2 0 の情報検出装置 3 0 1 の構成は一例に過ぎず、情報検出装置 3 0 1 の用途又は条件に応じて一部の構成要素を省略又は変更してもよい。例えば、図 6 及び図 2 0 の情報検出装置 3 0 1 において、映像情報 6 1 1 を外部の装置から受信する場合は、カメラ 6 0 1 を省略することができる。図 6 の情報検出装置 3 0 1 において、分光反射特性 6 1 2 を推定する処理が外部の装置により行われる場合は、推定部 6 0 2 を省略することができる。

40

【 0 1 9 3 】

図 4、図 7 ~ 図 9、図 1 2、図 1 3、図 1 8、図 1 9、及び図 2 1 のフローチャートは一例に過ぎず、情報検出装置 3 0 1 の構成又は条件に応じて一部の処理を省略又は変更してもよい。例えば、図 7 及び図 2 1 の情報検出処理において、映像情報 6 1 1 を外部の装置から受信する場合は、ステップ 7 0 1 及びステップ 2 1 0 1 の処理を省略することができる。図 7 の情報検出処理において、分光反射特性 6 1 2 を推定する処理が外部の装置に

50

より行われる場合は、ステップ702の処理を省略することができる。

【0194】

図8及び図9の推定処理において、推定部602は、RGB成分の画素値の代わりに、他の色成分の画素値を用いて分光反射特性612を推定してもよい。RGB色空間又はYUV色空間の代わりに、XYZ色空間、HLS色空間等の他の色空間の成分に埋め込み情報が重畳される場合は、図18及び図19の強調処理において、検出部312は、YUV色空間の代わりに他の色空間を用いて信号を強調する。

【0195】

図22の情報検出システムの構成は一例に過ぎず、情報検出システムの用途又は条件に応じて一部の構成要素を省略又は変更してもよい。例えば、端末装置2201において、映像情報611を外部の装置から受信する場合は、カメラ601を省略することができる。情報処理装置2202において、分光反射特性612を推定する処理が外部の装置により行われる場合は、推定部602を省略することができる。

10

【0196】

図23及び図24のフローチャートは一例に過ぎず、情報検出システムの構成又は条件に応じて一部の処理を省略又は変更してもよい。例えば、端末装置2201が映像情報611を外部の装置から受信する場合は、図23のステップ2301の処理を省略することができる。

【0197】

端末装置2201が分光反射特性612を推定して情報処理装置2202へ送信する場合は、図24のステップ2402の処理を省略することができる。さらに、端末装置2201が信号を強調して情報処理装置2202へ送信する場合は、ステップ2403の処理も省略することができる。

20

【0198】

図9の推定処理において、端末装置2201がステップ901及びステップ902の処理を行って、各領域の特徴量を情報処理装置2202へ送信する場合は、推定部602は、ステップ903の処理のみを行えばよい。

【0199】

図2、図10、図11、図14、及び図15の画像は一例に過ぎず、情報検出装置301又は情報検出システムの構成又は条件に応じて別の画像を用いてもよい。例えば、画像を複数の領域に分割する場合、領域の数は2以上の整数であればよく、領域の形状は矩形以外の形状であってもよい。

30

【0200】

図3、図6、及び図20の情報検出装置301と、図22の端末装置2201及び情報処理装置2202は、例えば、図25に示すような情報処理装置(コンピュータ)を用いて実現可能である。

【0201】

図25の情報処理装置は、Central Processing Unit(CPU)2501、メモリ2502、入力装置2503、出力装置2504、補助記憶装置2505、媒体駆動装置2506、及びネットワーク接続装置2507を含む。これらの構成要素はバス2508により互いに接続されている。

40

【0202】

メモリ2502は、例えば、Read Only Memory(ROM)、Random Access Memory(RAM)、フラッシュメモリ等の半導体メモリである。メモリ2502は、情報検出装置301、端末装置2201、又は情報処理装置2202が行う処理のためのプログラム及びデータを格納する。メモリ2502は、記憶部311又は記憶部2212として用いることができる。

【0203】

情報処理装置が情報検出装置301又は情報処理装置2202である場合、CPU2501(プロセッサ)は、例えば、メモリ2502を利用してプログラムを実行することに

50

より、検出部 3 1 2 及び推定部 6 0 2 として動作する。

【 0 2 0 4 】

入力装置 2 5 0 3 は、例えば、キーボード、ポインティングデバイス等であり、ユーザ又はオペレータからの指示や情報の入力に用いられる。出力装置 2 5 0 4 は、例えば、表示装置、プリンタ、スピーカ等であり、ユーザ又はオペレータへの問い合わせや処理結果の出力に用いられる。処理結果は、所定の情報に対応する埋め込み情報、又は埋め込み情報により特定される他の情報であってもよい。出力装置 2 5 0 4 は、出力部 3 1 3 として用いることができる。

【 0 2 0 5 】

補助記憶装置 2 5 0 5 は、例えば、磁気ディスク装置、光ディスク装置、光磁気ディスク装置、テープ装置等である。補助記憶装置 2 5 0 5 は、ハードディスクドライブ又はフラッシュメモリであってもよい。情報処理装置は、補助記憶装置 2 5 0 5 にプログラム及びデータを格納しておき、それらをメモリ 2 5 0 2 にロードして使用することができる。補助記憶装置 2 5 0 5 は、記憶部 3 1 1 又は記憶部 2 2 1 2 として用いることができる。

10

【 0 2 0 6 】

媒体駆動装置 2 5 0 6 は、可搬型記録媒体 2 5 0 9 を駆動し、その記録内容にアクセスする。可搬型記録媒体 2 5 0 9 は、メモリデバイス、フレキシブルディスク、光ディスク、光磁気ディスク等である。可搬型記録媒体 2 5 0 9 は、Compact Disk Read Only Memory (C D - R O M)、Digital Versatile Disk (D V D)、Universal Serial Bus (U S B) メモリ等であってもよい。ユーザ又はオペレータは、この可搬型記録媒体 2 5 0 9 にプログラム及びデータを格納しておき、それらをメモリ 2 5 0 2 にロードして使用することができる。

20

【 0 2 0 7 】

このように、プログラム及びデータを格納するコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、メモリ 2 5 0 2、補助記憶装置 2 5 0 5、及び可搬型記録媒体 2 5 0 9 のような、物理的な（非一時的な）記録媒体である。

【 0 2 0 8 】

ネットワーク接続装置 2 5 0 7 は、Local Area Network (L A N)、インターネット等の通信ネットワークに接続され、通信に伴うデータ変換を行う通信インタフェースである。情報処理装置は、ネットワーク接続装置 2 5 0 7 を介して外部の装置からプログラム及びデータを受信し、それらをメモリ 2 5 0 2 にロードして使用することができる。ネットワーク接続装置 2 5 0 7 は、通信部 2 2 1 1 又は通信部 2 2 2 1 として用いることができる。

30

【 0 2 0 9 】

情報処理装置が情報検出装置 3 0 1 又は端末装置 2 2 0 1 である場合、情報処理装置はカメラ 6 0 1 のような撮像装置を含んでいてもよく、マイク及びスピーカのような通話用の装置を含んでいてもよい。

【 0 2 1 0 】

なお、情報処理装置が図 2 5 のすべての構成要素を含む必要はなく、用途や条件に応じて一部の構成要素を省略することも可能である。例えば、ユーザ又はオペレータからの指示や情報の入力を行わない場合は、入力装置 2 5 0 3 を省略してもよい。情報処理装置が可搬型記録媒体 2 5 0 9 又は通信ネットワークにアクセスしない場合は、媒体駆動装置 2 5 0 6 又はネットワーク接続装置 2 5 0 7 を省略してもよい。

40

【 0 2 1 1 】

開示の実施形態とその利点について詳しく説明したが、当業者は、特許請求の範囲に明確に記載した本発明の範囲から逸脱することなく、様々な変更、追加、省略をすることができるであろう。

【 0 2 1 2 】

図 1 乃至図 2 5 を参照しながら説明した実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

50

(付記 1)

色空間における複数の成分に埋め込み情報が重畳された光を反射する物体を撮影した映像情報を記憶する記憶部と、

前記物体を含む範囲の分光反射特性に基づき、複数の波長に対応する複数の色成分のうち第 1 の色成分の反射率よりも大きな反射率を有する第 2 の色成分を前記第 1 の色成分よりも強調した結果に基づいて、前記映像情報に含まれる画像から得られる信号を強調し、強調した信号から前記埋め込み情報を検出する検出部と、

前記検出部が検出した前記埋め込み情報に基づいて、情報を出力する出力部と、を備えることを特徴とする情報検出装置。

(付記 2)

前記検出部は、前記物体を含む範囲の分光反射特性に基づいて特定の成分の信号を選択し、選択した信号から前記埋め込み情報を検出することを特徴とする付記 1 記載の情報検出装置。

(付記 3)

前記画像の特徴量に基づいて前記分光反射特性を推定する推定部をさらに備えることを特徴とする付記 1 記載の情報検出装置。

(付記 4)

前記推定部は、前記画像内の前記複数の色成分の特徴量に基づいて、前記複数の色成分の各々に対応する反射率を求め、前記検出部は、前記複数の色成分それぞれに対応する複数の反射率を前記分光反射特性として用いることを特徴とする付記 3 記載の情報検出装置。

(付記 5)

前記推定部は、前記画像を複数の領域に分割し、各領域の特徴量に基づいて各領域に対応する分光反射特性を推定し、前記検出部は、各領域に対応する前記分光反射特性に基づいて、前記画像から得られる前記信号を強調することを特徴とする付記 3 又は 4 記載の情報検出装置。

(付記 6)

前記検出部は、各領域に対応する前記分光反射特性に基づいて、各領域から得られる複数の成分の信号のうち特定の成分の信号を選択し、前記複数の領域において選択した複数の信号を用いて前記埋め込み情報を検出することを特徴とする付記 5 記載の情報検出装置。

(付記 7)

前記検出部は、各領域に対応する前記分光反射特性に基づいて、各領域から得られる複数の成分の信号を重み付けし、前記複数の領域において重み付けした複数の信号を用いて前記埋め込み情報を検出することを特徴とする付記 5 記載の情報検出装置。

(付記 8)

前記色空間は、前記複数の色成分によって規定され、各領域から得られる複数の成分の信号は、前記複数の色成分の信号であることを特徴とする付記 6 又は 7 記載の情報検出装置。

(付記 9)

前記色空間は、複数の色差成分によって規定され、各領域から得られる複数の成分の信号は、前記複数の色差成分の信号であることを特徴とする付記 6 又は 7 記載の情報検出装置。

(付記 10)

端末装置と情報処理装置とを備える情報検出システムであって、

前記端末装置は、

色空間における複数の成分に埋め込み情報が重畳された光を反射する物体を撮影した映像情報を記憶する記憶部と、

前記映像情報を前記情報処理装置へ送信する第 1 の通信部と、

前記情報処理装置から受信した前記埋め込み情報に基づいて、情報を出力する出力部と

10

20

30

40

50

を含み、

前記情報処理装置は、

前記物体を含む範囲の分光反射特性に基づき、複数の波長に対応する複数の色成分のうち第1の色成分の反射率よりも大きな反射率を有する第2の色成分を前記第1の色成分よりも強調した結果に基づいて、前記映像情報に含まれる画像から得られる信号を強調し、強調した信号から前記埋め込み情報を検出する検出部と、

前記検出部が検出した前記埋め込み情報を前記端末装置へ送信する第2の通信部とを含むことを特徴とする情報検出システム。

(付記11)

前記情報処理装置は、前記画像の特徴量に基づいて前記分光反射特性を推定する推定部をさらに含むことを特徴とする付記10記載の情報検出システム。

10

(付記12)

色空間における複数の成分に埋め込み情報が重畳された光を反射する物体を撮影した映像情報を記憶する記憶部を参照し、

前記物体を含む範囲の分光反射特性に基づき、複数の波長に対応する複数の色成分のうち第1の色成分の反射率よりも大きな反射率を有する第2の色成分を前記第1の色成分よりも強調した結果に基づいて、前記映像情報に含まれる画像から得られる信号を強調し、

強調した信号から前記埋め込み情報を検出し、

検出した前記埋め込み情報に基づいて情報を出力する、
処理をコンピュータに実行させる情報検出プログラム。

20

(付記13)

前記コンピュータは、前記画像の特徴量に基づいて前記分光反射特性を推定することを特徴とする付記12記載の情報検出プログラム。

(付記14)

コンピュータが、

色空間における複数の成分に埋め込み情報が重畳された光を反射する物体を撮影した映像情報を記憶する記憶部を参照し、

前記物体を含む範囲の分光反射特性に基づき、複数の波長に対応する複数の色成分のうち第1の色成分の反射率よりも大きな反射率を有する第2の色成分を前記第1の色成分よりも強調した結果に基づいて、前記映像情報に含まれる画像から得られる信号を強調し、

強調した信号から前記埋め込み情報を検出し、

検出した前記埋め込み情報に基づいて情報を出力する、
ことを特徴とする情報検出方法。

30

(付記15)

前記コンピュータは、前記画像の特徴量に基づいて前記分光反射特性を推定することを特徴とする付記14記載の情報検出方法。

【符号の説明】

【0213】

101、501 照明装置

102 物体

103 スマートデバイス

201、202、1001～1004、1111～1114、1401～1404、1501、1502 領域

301 情報検出装置

311 記憶部

312 検出部

313 出力部

511 発光制御部

512 発光部

601 カメラ

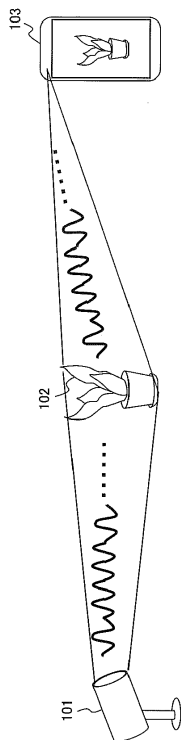
40

50

- 6 0 2 推定部
- 6 1 1 映像情報
- 6 1 2 分光反射特性
- 1 6 0 1、1 6 0 2 矩形
- 2 5 0 1 C P U
- 2 5 0 2 メモリ
- 2 5 0 3 入力装置
- 2 5 0 4 出力装置
- 2 5 0 5 補助記憶装置
- 2 5 0 6 媒体駆動装置
- 2 5 0 7 ネットワーク接続装置
- 2 5 0 8 バス
- 2 5 0 9 可搬型記録媒体

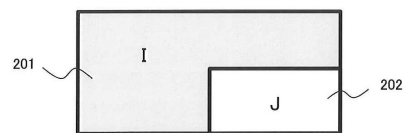
【図 1】

反射光を利用した情報配信を示す図



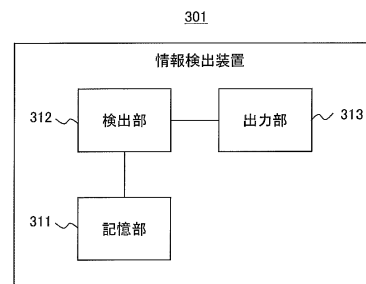
【図 2】

対象物体を撮影した画像を示す図



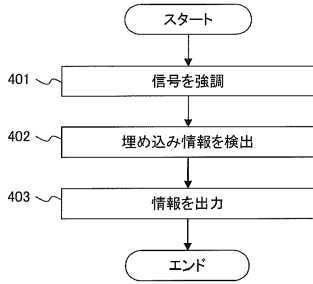
【図 3】

情報検出装置の機能的構成図



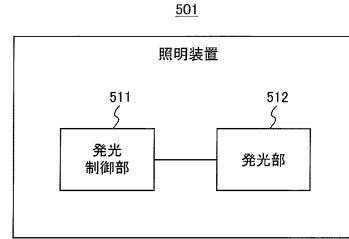
【図4】

情報検出処理のフローチャート



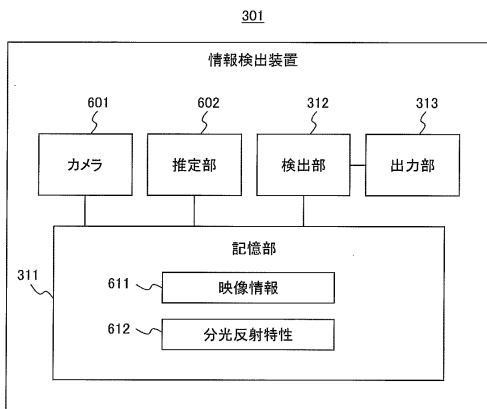
【図5】

照明装置の構成図



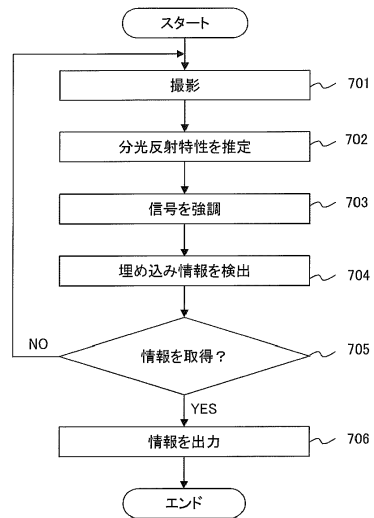
【図6】

情報検出装置の第1の具体例を示す図



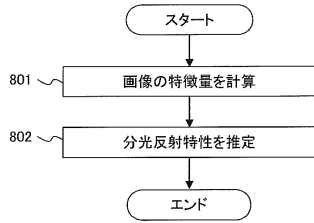
【図7】

情報検出処理の第1の具体例を示すフローチャート



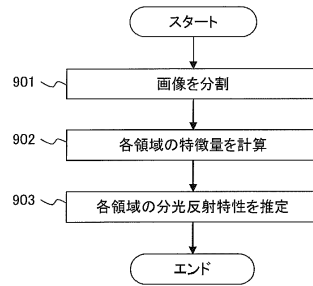
【図8】

第1の推定処理のフローチャート



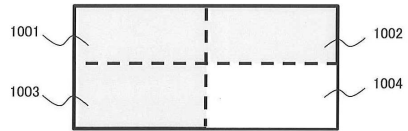
【図9】

第2の推定処理のフローチャート



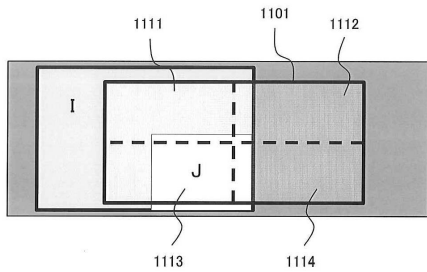
【図10】

画像の分割を示す図



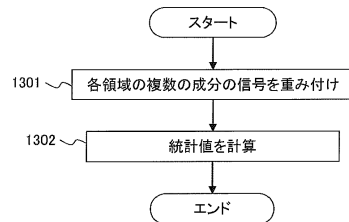
【図11】

領域間の境界が物体間の境界と一致しない画像を示す図



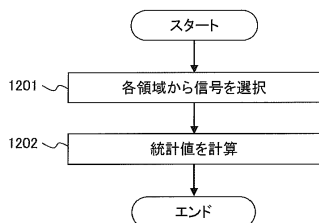
【図13】

第2の強調処理のフローチャート



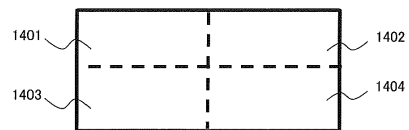
【図12】

第1の強調処理のフローチャート



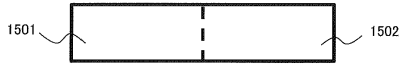
【図14】

4個の領域に分割された画像を示す図



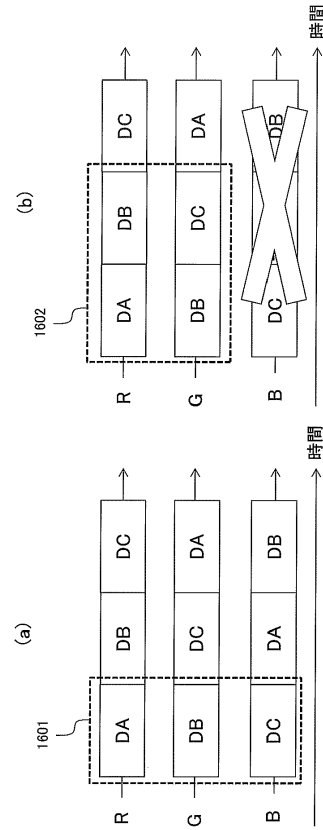
【図15】

2つの領域に分割された画像を示す図



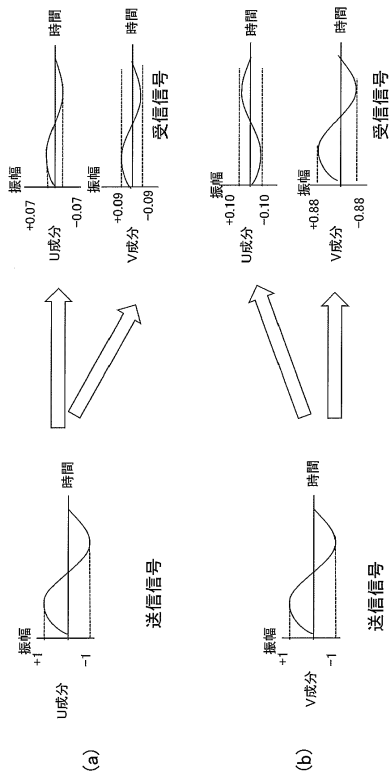
【図16】

時間方向にシフトした埋め込み情報を示す図



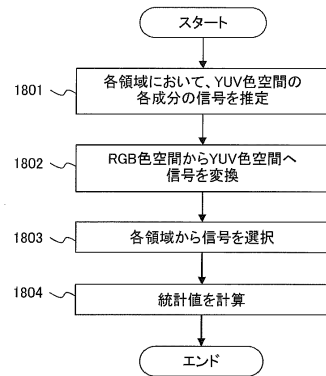
【図17】

U成分とV成分の間の干渉を示す図



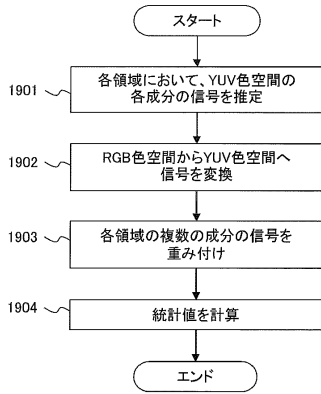
【図18】

第3の強調処理のフローチャート



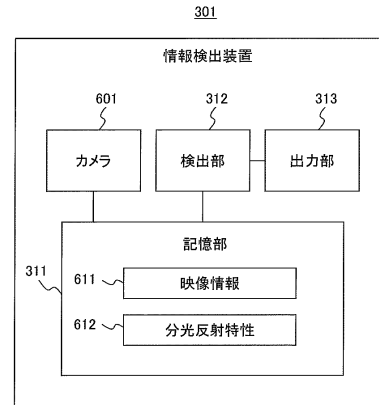
【図19】

第4の強調処理のフローチャート



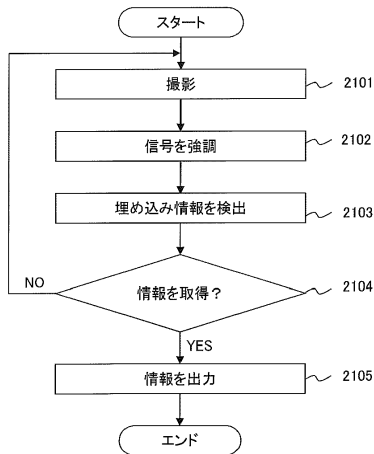
【図20】

情報検出装置の第2の具体例を示す図



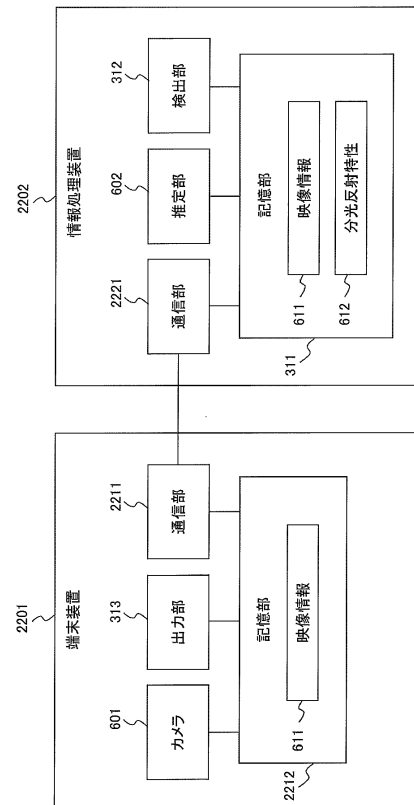
【図21】

情報検出処理の第2の具体例を示すフローチャート



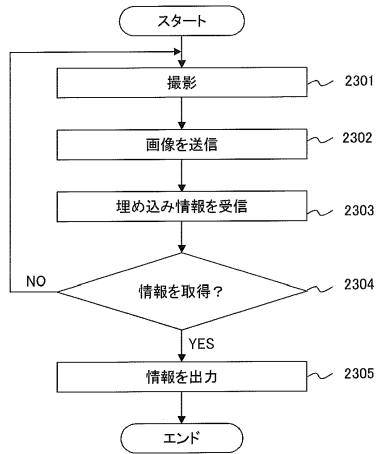
【図22】

情報検出システムの構成図



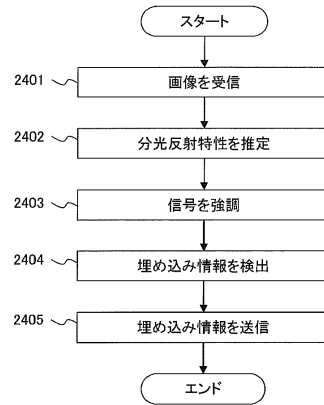
【図 2 3】

端末装置の処理のフローチャート



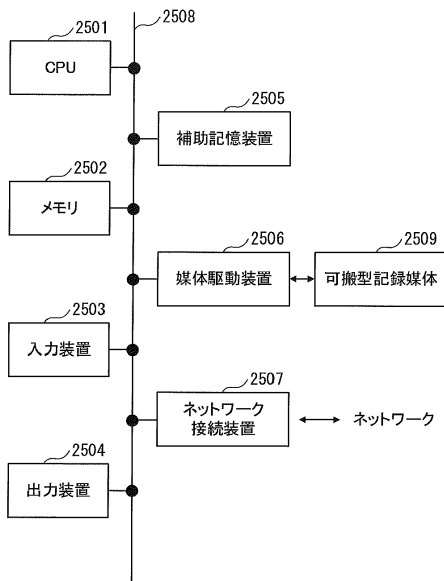
【図 2 4】

情報処理装置の処理のフローチャート



【図 2 5】

情報処理装置のハードウェア構成図



フロントページの続き

- (72)発明者 倉木 健介
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 田中 竜太
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 豊田 好一

- (56)参考文献 特開2007-243386(JP,A)
特表2014-533030(JP,A)
国際公開第02/035850(WO,A1)
特開2005-303829(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------|
| H04N | 1/387 |
| G01N | 21/27 |
| H04N | 19/467 |