

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6768343号  
(P6768343)

(45) 発行日 令和2年10月14日 (2020. 10. 14)

(24) 登録日 令和2年9月25日 (2020. 9. 25)

(51) Int. Cl.	F I
<b>H04N 1/60 (2006.01)</b>	H04N 1/60 160
<b>G06T 1/00 (2006.01)</b>	G06T 1/00 510
<b>B41J 2/52 (2006.01)</b>	B41J 2/52
<b>B41J 2/525 (2006.01)</b>	B41J 2/525
<b>B41J 2/205 (2006.01)</b>	B41J 2/205

請求項の数 15 (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-93162 (P2016-93162)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成28年5月6日 (2016. 5. 6)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2017-201758 (P2017-201758A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成29年11月9日 (2017. 11. 9)	(74) 代理人	110001243
審査請求日	令和1年5月7日 (2019. 5. 7)		特許業務法人 谷・阿部特許事務所
		(72) 発明者	落合 孝
			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
		(72) 発明者	石川 尚
			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
		(72) 発明者	山田 顕季
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力画像の信号成分に応じた複数次元のルックアップテーブルを用いた補間処理によって、前記入力画像の各画素値を入力値として、出力デバイスが扱う信号成分に対応する出力値に色分解する色分解処理手段を備え、

前記ルックアップテーブルの各格子点の少なくとも一部には、前記複数次元の次元毎に、各格子点間の变化特性を表す情報が対応付けられ、

前記色分解処理手段は、前記变化特性を表す情報に基づいて前記補間処理を行うことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記色分解処理手段は、前記变化特性を表す情報に基づいて導出した重み係数を用いた多面体補間により、前記出力値を決定することを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記变化特性を表す情報は、格子点間における出力値の非線形性を示す数式であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記变化特性を表す情報は、格子点間における出力値の非線形性を示す、所定数の入力値と出力値とを対応付けたテーブルであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の画像処理装置。

**【請求項 5】**

それぞれ異なる内容の変化特性を識別するインデックス値によって、前記ルックアップテーブルの各格子点に前記変化特性を表す情報が対応付けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

**【請求項 6】**

前記インデックス値は、前記ルックアップテーブルの各格子点と関連付けられて、前記ルックアップテーブルに格納されていることを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理装置。

**【請求項 7】**

前記出力デバイスは、印刷装置であり、

10

前記出力デバイスが扱う信号成分に対応する出力値は、前記印刷装置における印刷出力に使用する色材の量を表す色材値である

ことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の画像処理装置。

**【請求項 8】**

前記印刷装置は、前記色材としてインクを用いるインクジェット方式の印刷装置であり、

前記インデックス値は、前記インクの種類に応じて、前記ルックアップテーブルにおける一部の格子点とだけ対応付けられることを特徴とする請求項 7 に記載の画像処理装置。

**【請求項 9】**

前記ルックアップテーブルは、前記インクの種類毎に設けられることを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。

20

**【請求項 10】**

前記色分解を行う前に、前記入力画像の各画素値を入力値とする 1 次元のルックアップテーブルを用いて非線形な変換を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

**【請求項 11】**

前記入力画像の信号成分は、R G B であり、

前記ルックアップテーブルは、R 軸、G 軸、B 軸の次元毎に、各格子点間の変化特性を表す情報が各格子点に対応付けられている

ことを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

30

**【請求項 12】**

前記入力画像の信号成分は、C M Y K であり、

前記ルックアップテーブルは、C 軸、M 軸、Y 軸及び K 軸の次元毎に、各格子点間の変化特性を表す情報が各格子点に対応付けられている

ことを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

**【請求項 13】**

前記入力画像の信号成分には、画像の色を表す色成分に加え、画像の光沢を表す光沢成分を含むことを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載の画像処理装置。

**【請求項 14】**

入力画像の信号成分に応じた複数次元のルックアップテーブルを用いた補間処理によって、前記入力画像の各画素値を入力値として、出力デバイスが扱う信号成分に対応する出力値に色分解する色分解処理の方法であって、

40

前記ルックアップテーブルの各格子点の少なくとも一部には、前記複数次元の次元毎に、各格子点間の変化特性を表す情報が対応付けられ、

前記色分解処理では、前記変化特性を表す情報に基づいて前記補間処理を行うことを特徴とする方法。

**【請求項 15】**

コンピュータを、請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置として機能させるためのプログラム。

**【発明の詳細な説明】**

50

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、入力画像信号を、出力デバイスが扱う複数の色成分に対応する信号に変換する画像処理に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

インクジェット方式や電子写真方式に代表されるプリンタは、画像信号（通常はRGBの色信号）を入力として受け取り、その色信号をプリンタに搭載された色材の量を表す信号に変換することで印刷データを生成している。この変換は一般的に、色分解処理あるいは色変換処理と呼ばれており、入力画像の信号成分に応じた次元数の多次元LUTと補間処理とを組み合わせたものがある。

10

## 【0003】

上記方式において使用する多次元LUTは、通常は、装置の記憶容量を節約するため、入力色空間を間引いた格子点上の値（入力値に対応する出力値）のみを保持する。そして、3次元LUTから直接得ることができない格子点間の出力値を、補間処理によって導出する。このとき、補間処理において誤差が生じ、格子点間の色再現精度が低下するという問題がある。

## 【0004】

この問題に対しては、入力色によって補間処理を切り替えることで補間処理の誤差を低減する技術が提案されている。特許文献1には、無彩色グラデーション保証線上の入力色の場合は非線形変換を行い、それ以外の入力色の場合は線形変換を行う手法が開示されている。また、特許文献2には、グレー軸以外は立方体補間を行い、グレー軸は四面体補間を行うといった具合に、補間の単位格子を切り替える手法が開示されている。さらに、特許文献3には、3次元LUTによる変換の前に1次元LUTによる非線形な変換を行うことで補間処理の誤差を低減する手法が開示されている。より詳細には、RGBの色毎に異なる1次元LUTを備え、RGBの色信号を各一次元の軸方向に対して格子点の間隔を不均等化することで、格子点間での出力信号の線形性を高める手法である。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

30

【特許文献1】特開2000-165689号公報

【特許文献2】特開2009-177285号公報

【特許文献3】特開2014-187604号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

しかしながら、多次元LUTと補間処理とを組み合わせた方式による色分解処理において、単位格子内の出力特性は単位格子の位置（アドレス）によって異なることがわかっていく。例えば、入力画像の信号成分がRGBの色信号の場合、より高精度な補間を行うためには、各単位格子内のRGB軸毎に、補間の变化特性が異なるようにする必要がある。この点、例えば、特許文献1及び特許文献2の技術の場合、無彩色方向と無彩色以外の方向とで補間の線形性を変えること、RGBの色毎に補間の単位格子を変えることは可能であるが、RGB軸方向に補間方法を変えることはできない。また、特許文献3の技術では、RGB軸方向に対して補間方法（格子点の間隔）を異ならせることができるが、3次元LUTにおける単位格子毎にRGB軸方向のそれぞれの補間方法を変えることはできない。また、最も精度を高めたい特定の色領域かつ軸方向が分かったとした場合、上述の各特許文献の手法では、特定の軸方向に合わせて、RGBすべての軸方向の格子点間隔または補間方法の精度を一律に高める必要がある。そのため、計算負荷や回路規模の増大を引き起こしてしまう。

40

## 【課題を解決するための手段】

50

## 【 0 0 0 7 】

本発明に係る画像処理装置は、入力画像の信号成分に応じた複数次元のルックアップテーブルを用いた補間処理によって、前記入力画像の各画素値を入力値として、出力デバイスが扱う信号成分に対応する出力値に色分解する色分解処理手段を備え、前記ルックアップテーブルの各格子点には、前記複数次元の次元毎に、各格子点間の变化特性を表す情報が対応付けられ、前記色分解処理手段は、前記变化特性を表す情報に基づいて前記補間処理を行うことを特徴とする。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 0 8 】

本発明によれば、多次元 L U T と補間処理とを組み合わせた方式による色分解処理において、補間処理に伴う誤差をより低減し、滑らかな階調性を実現できる。

10

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 実施例 1 に係る印刷システムの構成の一例を示したブロック図である。

【 図 2 】 実施例 1 に係る印刷処理の大まかな流れを示すフローチャートである。

【 図 3 】 実施例 1 に係る色分解処理の詳細を示すフローチャートである。

【 図 4 】 ( a ) は単位格子の模式図、( b ) は四面体の模式図である。

【 図 5 】 R G B 値の上位 4 ビットと単位格子の位置とを対応付けたテーブルの一例である。

。

【 図 6 】 四面体における注目 R G B 値の相対位置を導出する様子を示す模式図である。

20

【 図 7 】 R G B 値の下位 4 ビットと相対位置とを対応付けたテーブルの一例である。

【 図 8 】 入力画像データの R G B 値と、K のインク値及びインデックス値の対応関係を示したテーブルの一例である。

【 図 9 】 インデックス値に対応付けられた変化特性式をグラフで示した図である。

【 図 1 0 】 6 つの四面体についての各 4 つの格子点と、それに対応する重み係数をまとめたテーブルの一例である。

【 図 1 1 】 補間値 ( インク値 ) の変化を示すグラフである。

【 図 1 2 】 3 次元の色分解 L U T 作成の流れを示すフローチャートである。

【 図 1 3 】 インデックス値作成の流れを示すフローチャートである。

【 図 1 4 】 3 次元の色分解 L U T における格子点上のインク値をグラフ化したものである

30

。

【 図 1 5 】 R G B 各軸方向のインク値の変化を示すグラフである。

【 図 1 6 】 ( a ) は入力画像データが C M Y K 色空間の場合における K のインク値及びインデックス値の対応関係を示したテーブルの一例、( b ) は入力画像データが R G B 色空間であって、さらに光沢の情報を持つ場合のクリアインクのインク値及びインデックス値の対応関係を示したテーブルの一例である。

【 図 1 7 】 実施例 2 に係る印刷システムの構成の一例を示したブロック図である。

【 図 1 8 】 非線形変換 L U T の一例を示す図である。

【 図 1 9 】 実施例 2 に係る印刷処理の大まかな流れを示すフローチャートである。

【 図 2 0 】 実施例 2 に係る色分解処理の詳細を示すフローチャートである。

40

【 図 2 1 】 非線形変換 L U T 作成の流れ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 】

## 【 0 0 1 0 】

以下、本発明の実施例について、図面を参照して説明する。なお、以下の実施例は本発明を限定するものではなく、また、本実施例で説明されている特徴の組み合わせの全てが本発明の解決手段に必須のものとは限らない。なお、同一の構成については、同じ符号を付して説明する。

## 【 実施例 1 】

## 【 0 0 1 1 】

本実施例では、複数次元の L U T を用いた補間処理に基づく色分解処理を行うことを前

50

提に、各格子点に対応付けられた格子点間の变化特性を表す情報に基づいて、格子点間における出力値を補間処理で求める例について説明する。なお、本明細書における各実施例では、インクジェット方式のプリンタによって印刷出力する場合を例に説明を行うものとするが、プリンタの方式はこれに限定されない。例えば、電子写真方式のプリンタや、昇華型のプリンタ、紫外線を照射することで硬化する色材を用いたUVプリンタ、3次元物体を形成する3Dプリンタであってもよい。また、ディスプレイやプロジェクタなどの画像表示装置に対しても適用可能である。また、写真編集ソフトウェア、CG制作ソフトウェアなどの画像処理ソフトウェアに対しても適用可能である。

#### 【0012】

(出力装置の構成)

10

図1は、本実施例に係る印刷システムの構成の一例を示したブロック図である。印刷システムは、画像処理装置10と印刷装置(プリンタ)20とで構成され、プリンタインターフェース又は回路によって接続されている。画像処理装置10は例えば一般的なパーソナルコンピュータであり、以下に述べる画像処理機能は、インストールされたプリンタドライバによって実現される。すなわち、以下に説明する画像処理装置10の各部は、コンピュータ内のCPUがメモリ(ROMなど)やハードディスク(HDD)に格納された所定のプログラムを実行することにより実現されることになる。なお、プリンタ20が画像処理装置10を内包する構成であってもよい。

#### 【0013】

画像処理装置10は、入力端子101を介して印刷対象の画像を表す画像データの入力を受け付ける。入力された画像データはカラーマッチング処理部102に送られる。ここで、入力画像データは、各画素をRGBそれぞれ8ビット(256階調)の色信号で表したRGB画像データであるものとする。

20

#### 【0014】

カラーマッチング処理部102は、入力画像データに対するカラーマッチング処理を行い、RGB画像の色を補正する。カラーマッチング処理により、異なる色再現特性を有するプリンタや記録媒体を用いた場合にも、統一的な色再現を得ることができる。カラーマッチング処理に際しては、不図示のHDD等に格納された3次元のカラーマッチングLUT103が用いられる。カラーマッチングLUT103は、RGBそれぞれが256階調で表された入力値を、 $17 \times 17 \times 17$ 点に間引いた格子点上のみに出力値(RGB値)を記述したLUTである。格子点間の出力値は線形補間により導出される。

30

#### 【0015】

色分解処理部104は、カラーマッチング処理部102で補正されたRGB画像データから、プリンタ20が備える色材の色(ここではCMYKの4色)に対応した、4プレーンの8ビットインク値画像を生成する。色分解処理に際しては、不図示のHDD等に格納された、色分解LUT105a、変化特性識別情報DB105b及び変化特性情報DB105cを参照した補間処理が行われる。色分解LUT105aは、入力画像の信号成分に応じた次元数の多次元LUT(ルックアップテーブル)であり、当該入力画像の各画素値を出力デバイスが扱う信号成分に対応する出力値(ここでは、色材の量を表す色材値としてのインク値)に変換するのに用いる。本実施例の場合、 $17 \times 17 \times 17$ 点に間引いた格子点上にインク値が記述された3次元LUTであり、インクの種類毎(ここではCMYK)に用意される。変化特性識別情報DB105bは、各格子点間で異なり得る変化特性を、格子点間それぞれについて指定するための識別情報(本実施例ではインデックス値)を格納したデータベースである。そして、このインデックス値は、入力画像の色成分に応じた複数の次元(ここではRGBの3つの次元)それぞれにおいて、各格子点間に割り当てられる。本実施例の場合、インデックス値は、R軸、G軸、B軸の次元毎に各格子点と関連付けられて、隣接する格子点との間の変化特性を識別する0~4の数値が割り当てられることになる。ただし、各軸の位置座標で最大値(255)となる格子点には、次の格子点がない(格子点間が存在しない)ため、インデックス値の割り当ては行わない。すなわち、 $17 \times 17 \times 17$ 個の全格子点のうち $16 \times 16 \times 16$ 個分のインデックス値が用意される(後述の図8を

40

50

参照)。変化特性情報DB105cは、格子点間での変化特性を表す情報(ここでは数式)を格納したデータベースである。本実施例では、上述のインデックス値に対応付けられた、それぞれ異なる特性を表す5種類の数式データが格納されている。

#### 【0016】

アウトプットガンマ(OPG)処理部106は、色分解処理部104で生成されたインク値画像に対し、ガンマ補正処理を施す。ガンマ補正処理に際しては、不図示のHDD等に格納された1次元のOPGLUT107を参照する。OPGLUT107は、CMYKそれぞれのインクのみを用いて記録した場合に、インク値画像の画素値に対して印刷物の明度が線形に変化するように、インク種毎に予め値が設定されている。なお、明度の評価値としてはCIELABで規定されたL\*を用いる。

10

#### 【0017】

ハーフトーン処理部108は、OPG処理部106によって得られた各色のインク値画像の画素値を2値(または2値以上で入力階調数より少ない階調数)に変換するハーフトーン処理(量子化処理)を行う。ハーフトーン処理には、例えば公知のディザマトリクス法などが用いられる。ハーフトーン処理によって得られたハーフトーン画像データは、出力端子109を介してプリンタ20へ送られる。

#### 【0018】

インクジェット方式のプリンタ20は、記録ヘッド111を記録媒体112に対して相対的に縦横に移動することにより、画像処理装置10で生成されたハーフトーン画像データに従った画像を記録媒体上に形成する。記録ヘッド111は、複数の記録素子(ノズル)を有する。本実施例ではシアン(C)、マゼンタ(M)、イエロー(Y)、ブラック(K)の4色のインクを記録ヘッド111に搭載している。移動部113は、ヘッド制御部114の制御下で、記録ヘッド111を移動させる。搬送部115は、ヘッド制御部114の制御下で、記録媒体112を搬送する。なお、本実施例では、記録媒体112上で記録ヘッド111によって複数回の走査を行って画像を完成させるマルチパス記録方式を用いるものとする。パス分解処理部116は、画像処理装置10で生成された各色のハーフトーン画像データ及び、パスマスクDB117から取得したパスマスクに基づき、各インク色の走査データを生成する。インク色選択部118は、生成された各色の走査データに基づき、記録ヘッド111に搭載されるインク色の中から、インク色を選択する。

20

#### 【0019】

(印刷処理の概要)

次に、本実施例に係る印刷システムにおける印刷処理の概要について説明する。図2は、本実施例に係る印刷システムにおける印刷処理の大まかな流れを示すフローチャートである。

30

#### 【0020】

まず、ステップ201で、RGB画像データが入力端子101を介して取得される。取得したRGB画像データはカラーマッチング処理部102に送られる。続くステップ202では、カラーマッチング処理部102が、3次元のカラーマッチングLUT103を参照して、カラーマッチング処理を行う。

#### 【0021】

次に、ステップ203では、色分解処理の対象とするインクの種類(注目インク種)が、CMYK4色の中から決定される。そして、ステップ204では、色分解処理部104が、カラーマッチング処理が施されたRGB画像データに対し色分解処理を行なって、注目インク種についてのインク値画像データを生成する。注目インク種が例えばシアンであれば、シアンに対応したインク値画像データが生成される。この色分解処理においては、注目インク種に対応する上述の色分解LUTと、インデックス値によって紐づけられた格子点間の変化特性を示す数式を用いた補間処理によって、格子点間のインク値が求められる。この場合において、色分解LUT105a、変化特性識別情報DB105b及び変化特性情報DB105cは、それぞれ別々の格納領域(HDDやメモリ)に保存されていてもよいし、1つにまとめて保存されていてもよい。この色分解処理の詳細については後述

40

50

する。

【 0 0 2 2 】

次に、ステップ 2 0 5 で、O P G 処理部 1 0 6 が、色分解処理によって得られたインク値画像データに対し、ガンマ補正処理を施す。このガンマ補正処理では、注目インク種に対応する 1 次元の O P G L U T 1 0 7 が適用される。例えば注目インク種がシアンの場合であれば、シアンインクのみを用いて記録した場合に、インク値画像の画素値に対して印刷物の明度が線形に変化するように予め値が設定された O P G L U T 1 0 7 が用いられる。

【 0 0 2 3 】

ステップ 2 0 6 では、C M Y K の全てのインク種について、O P G 処理までが完了したかどうか判定される。すべてのインク種について処理が完了している場合には、ステップ 2 0 7 へ進む。一方、未処理のインク種がある場合には、ステップ 2 0 3 に戻って次のインク種を注目インク種に決定して、ステップ 2 0 4 ~ 2 0 6 の各処理を繰り返す。なお、本実施例では注目インク種の順番を、シアン、マゼンタ、イエロー、ブラックの順とするが、これに限定されない。

【 0 0 2 4 】

ステップ 2 0 7 では、ハーフトーン処理部 1 0 8 が、O P G 処理がなされた各インク色の画像データに対しハーフトーン処理を行って、ハーフトーン画像データに変換する。このハーフトーン画像データは、画像全体、或いは単位記録領域毎のバンド幅分といった任意のサイズで、出力端子 1 0 9 より出力され、プリンタ 2 0 に送られる。

【 0 0 2 5 】

ステップ 2 0 8 では、入力端子 1 1 0 を介して入力されたハーフトーン画像データがパス分解処理部 1 1 6 へ送られて、各インク色について走査データに変換される。そして、ステップ 2 0 9 で、各インク色について走査データに基づいた画像形成が開始される。具体的には、各走査データに適合するインク色がインク色選択部 1 1 8 により選択され、当該選択されたインク色に基づき記録ヘッド 1 1 1 が記録媒体 1 1 2 に対して移動しながら、一定の駆動間隔で、各ノズルを駆動して記録媒体上に画像を記録する。記録媒体 1 1 2 は、走査毎に所定の搬送量だけ搬送され、画像全体が形成される。

【 0 0 2 6 】

以上が、本実施例の印刷システムにおける印刷処理の概要である。

【 0 0 2 7 】

( 色分解処理 )

次に、本実施例の特徴である、3 次元 L U T と補間処理とを組み合わせた色分解処理の詳細について説明する。図 3 は、本実施例に係る色分解処理の詳細を示すフローチャートである。なお、補間処理には、処理対象色値を囲むどの格子点の情報を利用するかによって様々な種類があるが、本実施例では四面体補間を例に説明を行うものとする。

【 0 0 2 8 】

ステップ 3 0 1 では、カラーマッチング処理部 1 0 2 から受け取った、カラーマッチング処理が施された R G B 色空間の入力画像データから、処理対象として注目する R G B 値 ( 以下、注目 R G B 値 ) が取得される。

【 0 0 2 9 】

次に、ステップ 3 0 2 では、注目 R G B 値の上位ビットに基づき、当該注目 R G B 値が属する単位格子及び四面体が決定される。ここで上位ビットは、R G B 各値が 8 ビットで表される値の上位 4 ビットである。図 4 において、( a ) は単位格子の模式図であり、同 ( b ) は四面体の模式図である。はじめに、単位格子の決定について説明する。四面体補間を用いた色分解処理では、入力色空間が R G B 各軸に沿って複数の単位格子に分割され、更にその単位格子が四面体により分割される。どの単位格子に属するかの決定にあたっては、注目 R G B 各値の上位ビットが参照される。ここでは、図 5 に示すような、R G B 値の上位 4 ビットと単位格子の位置とを対応付けたテーブルを用いる。具体的には、入力画像データの R G B 各値 ( 8 ビット ) について、その上位 4 ビットを参照し、R G B 色空間

10

20

30

40

50

全体で $16 \times 16 \times 16$ 個存在する単位格子のうち、いずれの単位格子に属するかを決定する。例えば、注目RGB値におけるR値の上位4ビットが“0111”のとき、R軸において、単位格子の始点の位置が“112”で終点の位置が“128”と決定される。なお、上位4ビットの値を10進数に変換した数値によって何番目（上の例では10進数に変換した数値が7であり順番としては8番目）の単位格子に属するかを決定してもよい。次に、四面体の決定について説明する。四面体の決定に際しては、まず注目RGB値についてR、G、B相互の大小関係を求める。そして、求めた大小関係に基づいて、図4(b)中の6通りの四面体401～406の中から、1つの四面体を決定する。図4(b)に示す6通りの四面体401～406のそれぞれは、単位格子を構成する8個の格子点のうちの黒丸で示した4個の格子点で構成される。このとき、四面体401～406のそれぞれが決定される際の大小関係については、各図の下側に付与している。例えば、四面体401は、注目RGB値が「R G B」の条件を満たす四面体であり、他の四面体402～406も、R、G、Bの大小関係から一義に決まる四面体である。この場合において、6通りの四面体401～406はいずれも、2個の格子点 $P_K(0,0,0)$ 及び $P_W(1,1,1)$ を含む。なお、注目RGB値が四面体の境界に位置する場合には境界を含む複数の四面体が候補となり得るが、候補となる四面体のいずれを用いてもよく、例えば、大小関係を求める際に最初に条件を満たした四面体を選択すればよい。このようにして、注目RGB値が属する単位格子と四面体が決定される。図3のフローの説明に戻る。

#### 【0030】

ステップ303では、決定された四面体を構成する頂点（4つの格子点）のインク値が、色分解LUT105aを参照して取得される。

#### 【0031】

ステップ304では、注目RGB値の下位ビットを参照し、ステップ302で決定された四面体における注目RGB値の相対位置が導出される。ここでの下位ビットは、RGB各値が8ビットで表される値の下位4ビットである。図6は、四面体における注目RGB値の相対位置を導出する様子を示す模式図である。いま、注目RGB値を $P(r,g,b)$ とすると、その相対位置 $f_R$ 、 $f_G$ 、 $f_B$ は、注目RGB値の下位ビットを参照して以下のように求められる。ここでは、RGB値の下位4ビットと相対位置とを対応付けたテーブル（図7を参照）を用いて、RGB各軸とも16段階の相対位置を求めている。例えば、注目RGB値におけるR値の下位4ビットが“0100”のとき、その相対位置 $f_R$ は“4/16”となる。或いは下位4ビットの値を10進数に変換し、0～15の値を相対位置の分子としてもよい。さらには、以下の式(1)～式(3)を用いて相対位置を求めることもできる。この場合において、格子点 $P_K$ の位置が $(r_0, g_0, b_0)$ 、格子点 $P_W$ の位置が $(r_1, g_1, b_1)$ で表されるものとする。

$$f_R = (r - r_0) / (r_1 - r_0) \quad \cdots \quad \text{式(1)}$$

$$f_G = (g - g_0) / (g_1 - g_0) \quad \cdots \quad \text{式(2)}$$

$$f_B = (b - b_0) / (b_1 - b_0) \quad \cdots \quad \text{式(3)}$$

上記式(1)～(3)から明らかなように、相対位置 $f_R$ 、 $f_G$ 、 $f_B$ の各値は“0～1”の間の割合で表される値である。図3のフローの説明に戻る。

#### 【0032】

ステップ305では、ステップ302で決定された四面体に対応する変化特性識別情報としてのインデックス値が、変化特性識別情報DB105bからRGBの各軸分取得される。上述のとおり本実施例におけるインデックス値は、5通りの変化特性を示す数式のいずれかを指定する“0～4”の値である。図8は、ブラックインクについての、入力画像データのRGB値と、インク値及びインデックス値の対応関係を示したテーブルの一例である。前述の通り、各格子点におけるインク値は色分解LUT105aに格納され、インデックス値は変化特性識別情報DB105bに格納されている。入力画像データのRGB値に対応する、ブラックインクについてのインデックス値 $C_K(R,G,B)$ は、以下の式(4)で表される。

$$C_K(R,G,B) = \{C_{K_R}(R,G,B), C_{K_G}(R,G,B), C_{K_B}(R,G,B)\} \quad \cdots \quad \text{式(4)}$$



このように、各格子点のインク値と共に、各格子点が属する四面体におけるインデックス値が、R G B 各軸方向に対して用意される。例えば、R G B 値が(0,0,0)の格子点が属する四面体については、インデックス値 $C_K(0,0,0) = \{2,2,3\}$ のように、R 軸、G 軸、B 軸の各々のインデックス値が用意される。そして、他のインク色（シアン、マゼンタ、イエロー）についても、インク値及びインデックス値と、入力画像データのR G B 値とを対応付けた同様のテーブルが用意される。この場合において、シアン、マゼンタ、イエローの各インデックス値は、それぞれ以下の式（５）～式（７）で表される。

$$C_C(R,G,B) = \{C_{C_R}(R,G,B), C_{C_G}(R,G,B), C_{C_B}(R,G,B)\} \quad \dots \quad \text{式（５）}$$

$$C_M(R,G,B) = \{C_{M_R}(R,G,B), C_{M_G}(R,G,B), C_{M_B}(R,G,B)\} \quad \dots \quad \text{式（６）}$$

$$C_Y(R,G,B) = \{C_{Y_R}(R,G,B), C_{Y_G}(R,G,B), C_{Y_B}(R,G,B)\} \quad \dots \quad \text{式（７）}$$

10

#### 【 0 0 3 3 】

ステップ 3 0 6 では、ステップ 3 0 5 で取得した R G B 各軸分のインデックス値に対応する変化特性情報としての変化特性式が、変化特性情報 D B 1 0 5 c から取得される。上述のとおり変化特性式は、R G B 各軸の相対位置とインデックス値とを入力した場合に出力値が求まる変換式であり、上記インデックス値と対応付けられている。インデックス値 c を“0～4”の５段階、R G B 軸の各軸を x (x は R、G、B のいずれかを示す) とすると、変化特性式  $f'_x(c)$  は、以下の式（８）～式（１２）で表される。

- ・インデックス値が 0 の場合

$$f'_x(0) = 1 - (1 - f_x)^{2.5} \quad \dots \quad \text{式（８）}$$

- ・インデックス値が 1 の場合

$$f'_x(1) = 1 - (1 - f_x)^{1.4} \quad \dots \quad \text{式（９）}$$

- ・インデックス値が 2 の場合

$$f'_x(2) = f_x \quad \dots \quad \text{式（１０）}$$

- ・インデックス値が 3 の場合

$$f'_x(3) = f_x^{1.4} \quad \dots \quad \text{式（１１）}$$

- ・インデックス値が 4 の場合

$$f'_x(4) = f_x^{2.5} \quad \dots \quad \text{式（１２）}$$

20

上記式（８）～式（１２）における右辺の指数は、変化特性の変化の程度を制御するためのもので、この指数によって各変化特性における変化の程度を調整することができる。また、変化特性式は、上記式（８）～式（１２）に限定されるものではなく、 $f_x$  に対する  $f'_x$  の値が一意に決定される増加・連続関数であればよい。また、本実施例では、上記式（８）～式（１２）を、各インク色で共通に使用するが、格子点間での変化特性がインク色によって大きく異なる場合には、インク色毎に別々の変化特性式を用意してもよい。図 9 は、インデックス値に対応付けられた上記式（８）～式（１２）の変化特性式を、 $f_x$  に対する  $f'_x$  のグラフで示した図である。図 9 から明らかなように、“0～4”の各インデックス値に対し、各グラフは、上に凸（程度大）、上に凸（程度小）、線形、下に凸（程度小）、下に凸（程度大）の特徴を有している。図 3 のフローの説明に戻る。

30

#### 【 0 0 3 4 】

ステップ 3 0 7 では、ステップ 3 0 4 で導出した注目 R G B 値の相対位置とステップ 3 0 6 で取得した変化特性式とに基づき、ステップ 3 0 2 で決定された四面体を構成する 4 つの格子点の重み係数が導出される。図 1 0 は、図 4 (b) で示した 6 つの四面体 4 0 1 ～ 4 0 6 についての各 4 つの格子点と、それに対応する重み係数をまとめたテーブルである。ここで、重み係数  $w_1 \sim w_4$  は、その合計が 1.0 になるように設定されている。前述のとおりどの四面体に属するかは R G B の大小関係で決定され、当該決定された四面体の 4 つの格子点  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 、 $P_4$  について、図 1 0 に示された内容の重み係数  $w_1$ 、 $w_2$ 、 $w_3$ 、 $w_4$  が導出されることになる。

40

#### 【 0 0 3 5 】

ステップ 3 0 8 では、注目 R G B 値に対応する出力値が四面体補間による補間処理によって導出される。具体的には、ステップ 3 0 3 で取得された 4 つの格子点のインク値と、ステップ 3 0 7 で導出された重み係数とを用いた積和演算が実行される。この積和演算で

50

求まる補間値（インク値） $V$ は、以下の式（13）で表される。

$$V = (w_i \times P_i) = w_1 \times P_1 + w_2 \times P_2 + w_3 \times P_3 + w_4 \times P_4 \quad \cdots \text{式(13)}$$

例えば、 $(P_1, P_2, P_3, P_4) = (100, 120, 100, 80)$ 、 $(w_1, w_2, w_3, w_4) = (0.4, 0.3, 0.2, 0.1)$ であるとき、補間値 $V$ は、 $0.4 \times 100 + 0.3 \times 120 + 0.2 \times 100 + 0.1 \times 80 = 104$ となる。

【0036】

ステップ309では、入力画像データ内のすべての画素値（RGB値）について、処理が完了したかどうか判定される。全画素値について処理が完了している場合には、色分解処理を終了する。一方、未処理の画素値がある場合はステップ301に戻って次の注目RGB値を決定して処理を続行する。

【0037】

10

以上が、本実施例に係る色分解処理の内容である。上述した色分解処理によって、入力画像データの各RGB値に対応する補間値（インク値）を得ることができる。図11は、本実施例の補間処理によって得られる補間値（インク値）の変化を示すグラフである。各グラフは、横軸が入力値（RGBのいずれか）で、縦軸が補間処理によって得られる出力値（インク値）を表している。図11（a）の縦に並んだ5つのグラフは、格子点間でインク値が増加する場合のグラフであり、インデックス値が大きくなるに従って上に凸から下に凸へとその特性が変化しているのが分かる。また、図11（b）の縦に並んだ5つのグラフは、格子点間でインク値が減少する場合のグラフであり、インデックス値が大きくなるに従って下に凸から上に凸へとその特性が変化しているのが分かる。インデックス値を制御することで、格子点間におけるインク値の変化特性が異なる補間処理を実現することができる。

20

【0038】

<色分解LUT及びインデックス値の作成方法>

続いて、上述の色分解処理で用いる、多次元LUTと変化特性識別情報としてのインデックス値の作成方法について説明する。本実施例では、RGB色空間の入力画像データに対応する $17 \times 17 \times 17$ 個の格子点を持つ3次元LUTと、上述した“0~4”までのいずれかの値を有するインデックス値を作成する場合について説明する。

【0039】

（色分解LUTの作成）

図12は、本実施例に係る、3次元の色分解LUT作成の流れを示すフローチャートである。この処理は、CMYKのインク種毎に行われる。

30

【0040】

ステップ1201では、作成対象の3次元LUTが初期化される。具体的には、プリンタ20の開発者等によって予め設計された補間のターゲットとなる3次元LUT（格子点数： $65 \times 65 \times 65$ ）に基づき、実際の色分解処理で用いる3次元LUT（格子点数： $17 \times 17 \times 17$ ）の各格子点に対して暫定的なインク値を設定する。本実施例の場合、ターゲットLUTにおける格子点値を間引くことで、対象3次元LUTの各格子点に初期値が与えられる。なお、補間のターゲットとなる3次元LUT（ターゲットLUT）は、プリンタ20の開発者等によって予め用意される。ターゲットLUTは、実際の色分解処理で用いる3次元LUTの格子点間における変化特性を再現すべく、実際の色分解処理で用いる3次元LUTの格子点よりも多くの格子点を有している。

40

【0041】

ステップ1202では、作成対象3次元LUTの全格子点の中から、処理対象とする格子点（注目格子点 $p$ ）が1つ決定される。処理開始直後の段階では、例えば位置（0,0,0）の格子点が注目格子点 $p$ として選択される。

【0042】

ステップ1203では、変数 $s$ の値が初期化される。ここで、変数 $s$ は、最適な格子点値（インク値）を見つけるための変動幅を表す変数である。初期値をどのような値にするかは任意であるが、本実施例では“10”が設定される。

【0043】

50

ステップ1204では、注目格子点pにおけるインク値と変数sで与えられる変動幅とを用いて、L0、L1、L2の3種類のLUTを作成する。L0は注目格子点pのインク値そのままに変動を加えないLUT、L1は注目格子点pのインク値に+sした場合のLUT、L2は注目格子点pのインク値に-sした場合のLUTである。

【0044】

ステップ1205では、ステップ1204で得られた3種類のLUT(L0、L1、L2)をそれぞれ用いて補間値を算出した場合の、それぞれの評価値E0、E1、E2が導出される。ここで、評価値には、例えば、ターゲットLUTの格子点値(ターゲット値)と、その対応する格子点位置における本方法で算出した補間値(インク値)との差分を求め、当該差分を平方した値の合計(差分二乗和)を用いる。この場合、誤差が少ないほど評価値は小さくなるため、E0、E1、E2のうち最も評価値が小さいものが最良の評価値となる。なお、評価方法は任意であり、上述の差分二乗和を用いるのに代えて、誤差の最大値を用いた評価を行ってもよい。また、インク値から $L * a * b *$ などの均等色空間の値に変換してから誤差を評価してもよい。また、インク値や $L * a * b *$ の変化の滑らかさを評価値として用いてもよい。さらには、これらの評価値を積和演算により組み合わせた総合評価値を用いてもよい。

10

【0045】

ステップ1206では、ステップ1205で導出した評価値E0、E1、E2が比較される。そして、評価値が最良(ここでは、最小)のLUTが、現時点で最良のLUTとして保持(更新)される。

20

【0046】

ステップ1207では、最良の評価値が収束したかどうか判定される。判定の基準としては、現時点で保持されている最良のLUTの評価値が、変動なしの評価値E0と等しければ収束したと見做す。判定の結果、最良の評価値が収束していなければステップ1203へ戻り、処理を続行する。一方、最良の評価値が収束していればステップ1208へ進む。

【0047】

ステップ1208では、変数sの値が更新される。本実施例では、それまでの値を“2”で割った値を新たな変数sの値とする。ただし、段階的に小さい値にできればよく、変数sの更新のやり方はこれに限定されない。

30

【0048】

ステップ1209では、変数sの値が“1.0”未満であるかどうか判定される。変数sの値が“1.0”以上であればステップ1203へ戻り、処理を続行する。一方、変数sの値が“1.0”未満であればステップ1210へ進む。

【0049】

ステップ1210では、作成対象3次元LUTの全ての格子点について処理が完了したかどうか判定される。未処理の格子点があればステップ1202に戻り、次の格子点を注目格子点pに決定して処理を続行する。一方、全ての格子点について処理が完了していれば本処理を終了する。

40

【0050】

以上のようにして、最適な格子点値(インク値)を有する3次元の色分解LUTが作成される。

【0051】

(インデックス値の作成)

図13は、本実施例に係る、インデックス値作成の流れを示すフローチャートである。なお、以下の処理の実行時には、前述した5種類の変化特性式が予め作成され、読み込み可能な状態に用意されているものとする。

【0052】

ステップ1301では、インデックス値が初期化される。具体的には、色分解処理で用いる3次元LUTの全格子点それぞれにおけるインデックス値の初期値として、格子点間

50

の変化が線形である場合の変化特性式を指し示す“2”が設定される。

【0053】

ステップ1302では、3次元LUTの全格子点の中から、注目する格子点（注目格子点p）が1つ決定される。処理開始直後の段階では、例えば位置（0,0,0）の格子点が注目格子点pとして選択される。

【0054】

ステップ1303では、インデックス値を表す変数iと、インデックス値の個数を表す定数Nが設定される。本実施例では、変数iの初期値として“0”、定数Nの値として“5”が設定される。

【0055】

ステップ1304では、インデックス値が変数iのときの変化特性式に基づき、注目格子点pの補間値が導出される。

【0056】

ステップ1305では、インデックス値が変数iのときの評価値が導出される。この評価値も、3次元LUTの格子点値の最適化時と同様、ターゲットLUTの格子点値（ターゲット値）と、その対応する格子点位置における本方法で算出した補間値（インク値）との差分を求め、当該差分を平方した値の合計（差分二乗和）を用いる。

【0057】

ステップ1306では、すべてのインデックス値の評価が完了したかどうか判定される。未評価のインデックス値があれば（変数iの値がN-1未満の場合）、変数iをインクリメント（ $i = i + 1$ ）してステップ1304へ戻り、次のインデックス値iについての処理を続行する。一方、全てのインデックス値の評価が完了していれば（変数iの値がN-1に達した場合）、ステップ1307へ進む。

【0058】

ステップ1307では、各インデックス値（変数iが0~4）における評価値に基づいて、評価値が最良となる変数iが、注目格子点pにおけるインデックス値として決定される。

【0059】

ステップ1308では、3次元LUTの全格子点についての処理が完了したかどうか判定される。未処理の格子点があればステップ1302に戻り、次の格子点を注目格子点pに決定して処理を続行する。一方、全ての格子点について処理が完了していれば本処理を終了する。

【0060】

以上のようにして、3次元LUTの各格子点におけるインデックス値が作成される。

【0061】

（本実施例の効果）

以下、本実施例において、格子点間の出力値の変化特性（非線形性）を各単位格子のRGB軸毎に制御することの効果について説明する。図14は、3次元の色分解LUTにおける格子点上のインク値をグラフ化したものである。図14において、（a）は入力RGBのB値が“0”のとき、同（b）は“144”のときにおける、R軸及びB軸の格子点（その数は $9 \times 9$ ）上のインク値をプロットしたものである。入力RGBに対するインク値CMYKは4次元の情報であるため、可視化の都合上、入力の一次元であるB値を一定値に固定し、B値が異なる場合の例を2つ示している。入力されるRGB値によって、格子点間でのインク値の変化特性が単位格子のRGB軸毎に異なり得ることが、両グラフの比較から分かる。このとき、図14（a）における格子点Pは、RGB値が（0,144,0）の格子点であり、以下、この格子点Pに着目して詳細に説明する。

【0062】

図15は、RGB各軸方向のインク値の変化を示すグラフである。図15において、（a）～（c）はそれぞれ、R軸、G軸、B軸方向におけるインク値の変化を表している。図15（a）～（c）における黒丸が上述の格子点Pを示し、当該格子点Pの各軸にお

10

20

30

40

50

る正の方向に隣接する格子点を、それぞれ  $P'_R$ 、 $P'_G$ 、 $P'_B$  としている。図 15 ( a ) ~ ( c ) から、各軸方向における格子点間  $P - P'_R$ 、 $P - P'_G$ 、 $P - P'_B$  は、それぞれインク値の変化の特性が異なっているのが分かる。特に、インク値が入り始める領域に格子点  $P$  が位置する図 15 ( b ) の場合、より滑らかにインク値を増加させることが望ましいことが理解できる。

#### 【 0 0 6 3 】

上記の事実を踏まえ、本実施例では、格子点毎に各軸方向で異なる変化特性を実現すべく、格子点間の変化特性の情報（変化特性式）を各格子点に持たせるようにしている。そして、この変化特性情報そのものを各格子点に対して持たせるのではなく、変化特性情報を識別するインデックス値として持たせることで、その情報量を少なくしている。また、本実施例の手法の場合、格子点間の変化特性を RGB 軸毎に変化させる際に、補間対象の単位格子に含まれる格子点とそれに対応するインデックス値と変化特性式のみを参照する。そのため、周辺のより広い範囲の格子点も参照して補間する高次の補間方法、例えば、スプライン補間、ベジェ補間、NURBS 等と比べて、参照点及び計算量が少なくなる。

#### 【 0 0 6 4 】

本実施例では、インデックス値を色分解 LUT の全格子点（各軸の位置座標で最大値となる格子点を除く）に対して持たせたが、一部の格子点に対してのみ持たせる構成であってもよい。例えば、淡インクは中間調領域の格子点のみ、濃インクは暗部領域の格子点のみにインデックス値を持たせるようにしてもよい。

#### 【 0 0 6 5 】

また、本実施例では、プリンタ 20 で用いる全インク種についてインデックス値及び変化特性式を用意したが、一部のインク色についてのみ用意する構成であってもよい。例えば、CMYK4色のうち、イエローを除く3色（シアン、マゼンタ、ブラック）についてのみ用意してもよい。

#### 【 0 0 6 6 】

また、インデックス値及び変化特性式を RGB 軸の一部の軸のみ有する構成であってもよい。例えば、シアンインクは G、B 軸のみ、マゼンタインクは R、B 軸のみ、イエローインクは R、G 軸のみ有する構成であってもよい。この場合、補間処理の精度が多少落ちる場合もあるが、保持する情報量を削減することができる。

#### 【 0 0 6 7 】

また、格子点間の補間処理の手法も、多面体補間であれば広く適用可能であり、四面体以外の立体的な構造、例えばピラミッド、プリズム、立方体、直方体等を用いる他の手法であってもよい。

#### 【 0 0 6 8 】

また、記録ヘッド 111 の構成として、シアン（C）、マゼンタ（M）、イエロー（Y）、ブラック（K）の4色のインクを備える例を示したが、インクの数や種類はこれらに限定されない。濃度の薄い淡インク、レッドやグリーン等の特色インク、白色インクを用いてもよい。また、無色透明のクリアインクや、金属調のメタリックインクを用いてもよい。

#### 【 0 0 6 9 】

また、入力画像データを RGB のカラー画像としたが、これに限定されず、例えば CMYK のカラー画像であってもよい。この場合、インデックス値は、C 軸、M 軸、Y 軸、K 軸の次元毎に各格子点に対して割り当てられることになる。さらには、色以外の成分、例えば光沢を表す成分や距離を表す成分を含んでもよい。これらの場合、色分解処理で用いる多次元 LUT は 4 次元以上の LUT となる。図 16 ( a ) は、入力画像データが CMYK 色空間の場合の色分解 LUT とその各格子点値に設定されるインデックス値の一例を示すテーブルである。そして、図 16 ( b ) は、入力画像データが RGB 色空間であっても、さらに光沢の情報を持つ場合の色分解 LUT とその各格子点値に設定されるインデックス値の一例を示すテーブルである。図 16 ( b ) のテーブルにおいて、入力画像データにおける X が光沢成分を示しており、その値が大きいほど光沢性が高く（正反射光量が多い）、

10

20

30

40

50

より多くのクリアインクを使用する（インク値が大きい）ことを表している。図16（b）は、カラー暗部側の光沢性が高く、カラー明部側の光沢性が低いという場合の一例である。このように、入力画像データが持つ成分に応じた色分解LUTとインデックス値を用意することで、同様の効果を得ることができる。

#### 【0070】

さらに、RGB軸毎の変化特性式を用いて格子点間の補間演算を行ったが、変化特性式に代えて、予め用意した有限なエントリー数の変化特性テーブルを使用してもよい。変化特性テーブルとしては、所定数（例えば10個）の入力値と出力値との関係を規定する、前述の各変化特性式のグラフ（図9を参照）の特徴を持つLUTが考えられる。変化特性式に代えてこのようなテーブルを用いる場合、指数演算を行う必要がなくなるので、処理負荷をさらに軽減することができる。

10

#### 【0071】

以上説明したように本実施例によれば、入力画像データを色分解処理する際に用いる多次元LUTにおいて、当該入力画像データの各入力成分及び格子点間毎に、非線形な変化特性を持たせることができる。これにより、例えばRGBの各軸方向で格子点間での補間の変化特性が異なる場合においても、補間演算による精度悪化を低減し、各格子点間での階調性の滑らかさを向上させることができる。

#### 【実施例2】

#### 【0072】

実施例1では、3次元LUTを用いた補間処理によって色分解を行う際に、各単位格子内のRGB軸毎に格子点間での補間の変化特性を異ならせる例を説明した。次に、3次元LUTを用いた補間処理による色分解を行う前に、1次元LUTを用いた非線形な変換を行うことで補間演算の精度をより高める態様について、実施例2として説明する。なお、実施例1と共通の部分については説明を簡易化または省略し、以下では差異点を中心に説明するものとする。

20

#### 【0073】

（装置の構成）

図17は、本実施例に係る印刷システムの構成の一例を示したブロック図である。実施例1の図1と異なるのは、非線形変換部1700がカラーマッチング処理部102と色分解処理部104との間に挿入され、非線形変換部1700が参照する非線形変換LUT1701が追加されている点である。

30

#### 【0074】

非線形変換部1700は、カラーマッチング処理後の画像データに対する非線形変換を行う。非線形変換処理は、プリンタ20が備える各インク色について行われる。いま、記録ヘッド111は、シアン（C）、マゼンタ（M）、イエロー（Y）、ブラック（K）の4色のインクを搭載している。非線形変換処理に際しては、不図示のHDD等に格納された1次元の非線形変換LUTが用いられる。図18は、非線形変換LUTの一例を示し、横軸が入力のRGB値であり、縦軸が出力（非線形変換後）のRGB値である。LUT1801はシアン、LUT1802はマゼンタ、LUT1803はイエロー、LUT1804はブラックにそれぞれ対応している。各LUTは、17個の格子点上のみにそれぞれ8ビットの入力値に対応した出力値が記述されている。

40

#### 【0075】

（印刷処理の概要）

次に、本実施例に係る印刷システム100における印刷処理の概要について説明する。図19は、本実施例に係る印刷システム100における印刷処理の大まかな流れを示すフローチャートである。

#### 【0076】

ステップ1901～1903は、実施例1の図2のフローにおけるステップ201～203と同じである。すなわち、入力されたRGB画像データ（S1901）に対してカラーマッチング処理が施されると（S1902）、当該RGB画像データは非線形変換部1

50

700に送られ、色分解処理の対象とする注目インク種が決定される(S1903)。

【0077】

ステップ1904では、非線形変換部1700が、ステップ1903で決定された注目インク種に応じた非線形変換LUTが取得される。ここでは、シアンに対応したLUT1801が取得されたものとする。

【0078】

ステップ1905では、非線形変換部1700が、ステップ1904で取得した非線形変換LUTを用いて、カラーマッチング処理が施された画像データを、出力値の色成分毎の特性(非線形性)に応じた画像データに変換する。注目インク種がシアンであれば、シアンの特性(非線形性)に応じた画像データに変換される。

10

【0079】

以降のステップ1906~1911は、実施例1の図2のフローにおけるステップ204~209と同じである。ただし、ステップ1906における色分解処理の内容は実施例1とは異なるので、以下では、本実施例の色分解処理について説明する。

【0080】

(色分解処理の詳細)

図20は、本実施例に係る色分解処理の詳細を示すフローチャートである。

【0081】

ステップ2001では、非線形変換部1700から受け取った、非線形変換処理が施された注目インク種についての画像データから、処理対象とする注目RGB値が取得される。

20

【0082】

ステップ2002では、非線形変換による格子点の不均等化位置が取得される。この不均等化位置の情報は、均等な間隔の格子点が、非線形変換部1700における非線形変換によって不均等な間隔の格子点となるときの各格子点の位置を事前に計算によって求め、HDD等に保持しておけばよい。

【0083】

ステップ2003では、ステップ2002で取得した格子点の不均等化位置を参照し、注目RGB値が属する単位格子及び四面体が決定される。

【0084】

30

ステップ2004では、ステップ2002で取得した格子点の不均等化位置に対する注目RGB値の位置を正規化した上で、ステップ2003で決定された四面体における注目RGB値の相対位置が導出される。以降のステップ2006~2010は、実施例1の図3のフローにおけるステップ305~309と同じであるので説明を省く。

【0085】

以上が、本実施例に係る色分解処理の内容である。このように本実施例の色分解処理では、入力画像データを出力色毎に非線形変換し、格子点の間隔を不均等化する。そして、各格子点間の位置関係(距離)を正規化した上で、注目RGB値の相対位置を導出している。これにより、格子点の位置関係(距離)が異なる単位格子であっても、実施例1と同様の变化特性情報(变化特性式)を用いた補間処理を行うことができる。

40

【0086】

(非線形変換LUTの作成方法)

続いて、非線形変換処理で用いる1次元LUTの作成方法について説明する。図21は、非線形変換LUT作成の流れを示すフローチャートである。

【0087】

ステップ2101では、本フローにおけるルーチン(S2102~S2104)のループ回数を表す変数*i*と、ループ回数*i*の上限を規定する定数*N*がセットされる。ここでは、変数*i*に“1”、定数*N*に“1000”がセットされるものとする。なお、定数*N*の値は任意である。

【0088】

50

ステップ 2 1 0 2 では、非線形変換 L U T が初期化される。この初期化では、非線形変換 L U T の 17 個の格子点の位置と初期値が設定される。格子点の位置は、0、16、32、・ ・ ・、240、255 の均等間隔とする。そして、各格子点の初期値は “ 0 ~ 255 ” のいずれかの値が乱数によって与えられる。ただし、各格子点の値は格子点位置に対して単調増加になるように設定される。このように初期値を乱数によって与え、所定のループ回数だけ以下に述べる最適化処理を繰り返すことによって、より高精度の L U T を得ることができる。

【 0 0 8 9 】

ステップ 2 1 0 3 では、非線形変換 L U T の最適化処理が実行される。この非線形変換 L U T の最適化処理は、実施例 1 の図 1 2 で説明した、色分解 L U T の作成処理におけるステップ 1 2 0 2 ~ 1 2 1 0 における処理と同様の処理である。

10

【 0 0 9 0 】

ステップ 2 1 0 4 では、ループ回数  $i$  の値が上限に達したかどうか判定される。上限に達していなければ（変数  $i$  の値が  $N$  未満の場合）、変数  $i$  をインクリメント（ $i = i + 1$ ）してステップ 2 1 0 2 へ戻り、処理を続行する。一方、ループ回数  $i$  の値が上限に達していれば（変数  $i$  の値 =  $N$ ）、本処理を終える。

【 0 0 9 1 】

以上のようにして、最適な格子点値（出力 R G B 値）を有する非線形変換 L U T が作成される。

【 0 0 9 2 】

本実施例によれば、色変換処理の前に非線形変換を行うことで、色変換処理で用いる多次元 L U T の格子点間隔が不均等化される。このように格子点間隔が不均等な場合でも多次元の入力画像データの成分毎に、各格子点間の变化特性を持たせることができ、補間演算の精度をより高めることができる。

20

【 0 0 9 3 】

〔 その他の実施例 〕

また、本発明は、上述の実施例の 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、A S I C）によっても実現可能である。

【 符号の説明 】

30

【 0 0 9 4 】

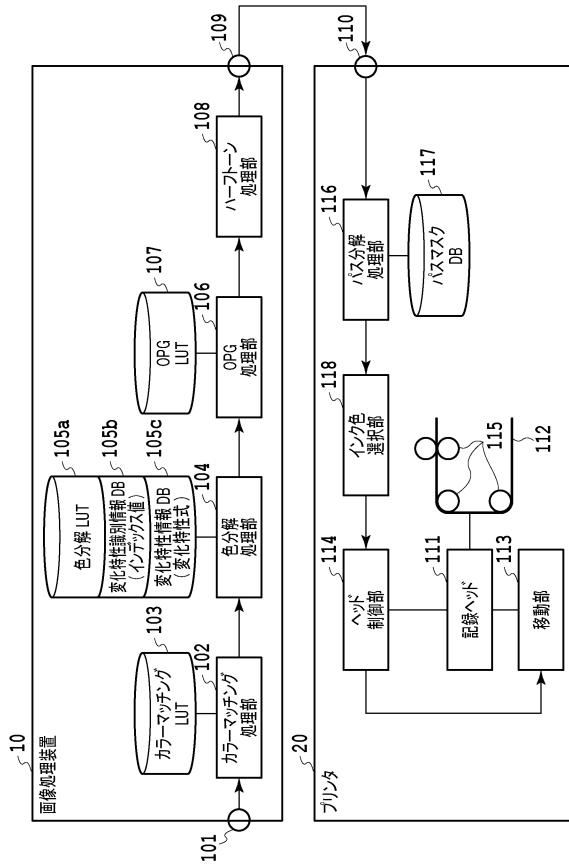
画像処理装置 1 0

色分解処理部 1 0 4

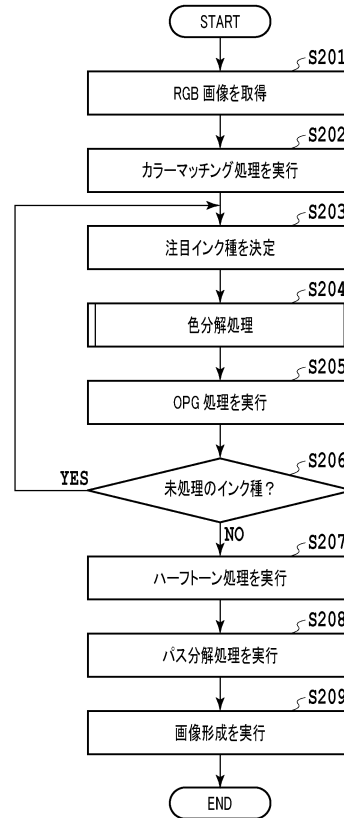
色分解 L U T 1 0 5 a



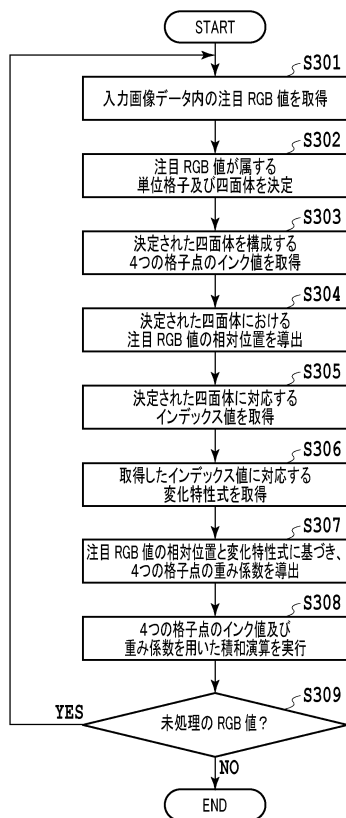
【図 1】



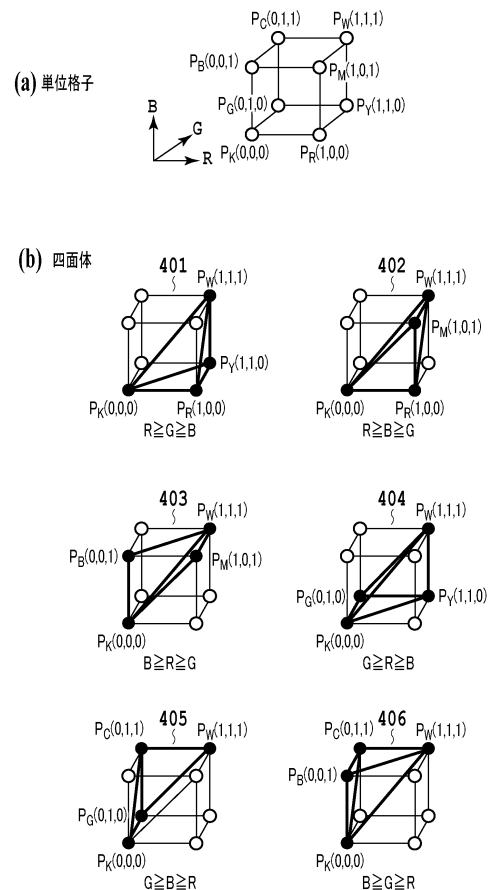
【図 2】



【図 3】



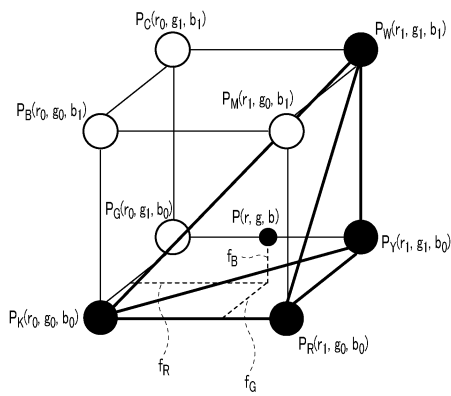
【図 4】



【図 5】

上位 4 ビット	単位格子の位置 (始点～終点)
0000	0～16
0001	16～32
0010	32～48
0011	48～64
0100	64～80
0101	80～96
0110	96～112
0111	112～128
1000	128～144
1001	144～160
1010	160～176
1011	176～192
1100	192～208
1101	208～224
1110	224～240
1111	240～255

【図 6】



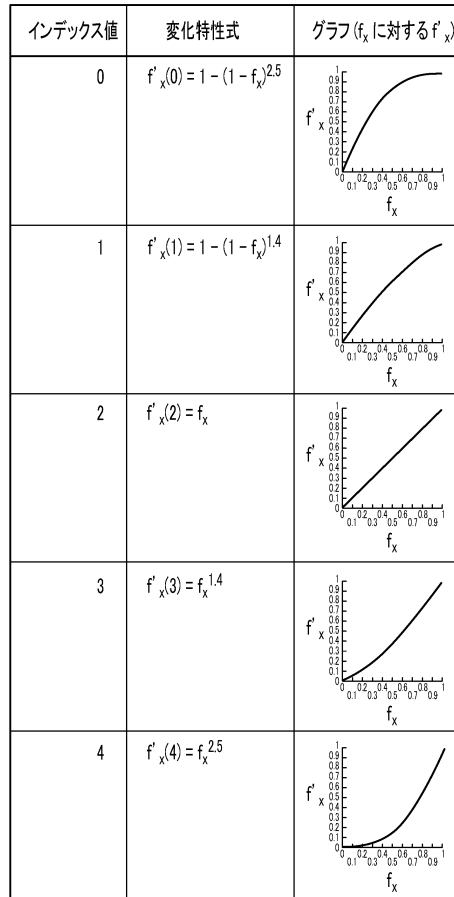
【図 7】

下位 4 ビット	相対位置 (f_R, f_G, f_B)
0000	0
0001	1/16
0010	2/16
0011	3/16
0100	4/16
0101	5/16
0110	6/16
0111	7/16
1000	8/16
1001	9/16
1010	10/16
1011	11/16
1100	12/16
1101	13/16
1110	14/16
1111	15/16

【図 8】

入力画像データ			インク種:Bk			
R	G	B	インク値	インデックス値		
				C.K_R	C.K_G	C.K_B
0	0	0	252	2	2	3
0	0	16	236	2	2	2
0	0	32	221	2	2	2
・	・	・	・	・	・	・
・	・	・	・	・	・	・
・	・	・	・	・	・	・
0	0	224	28	2	2	1
0	0	240	12	2	2	0
0	0	255	0	-	-	-
・	・	・	・	・	・	・
・	・	・	・	・	・	・
・	・	・	・	・	・	・
255	255	240	18	2	2	1
255	255	255	0	-	-	-

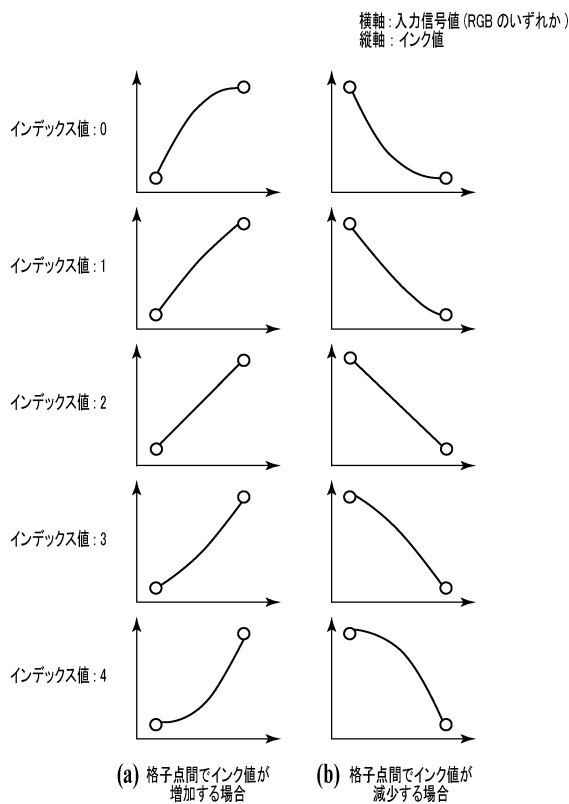
【図 9】



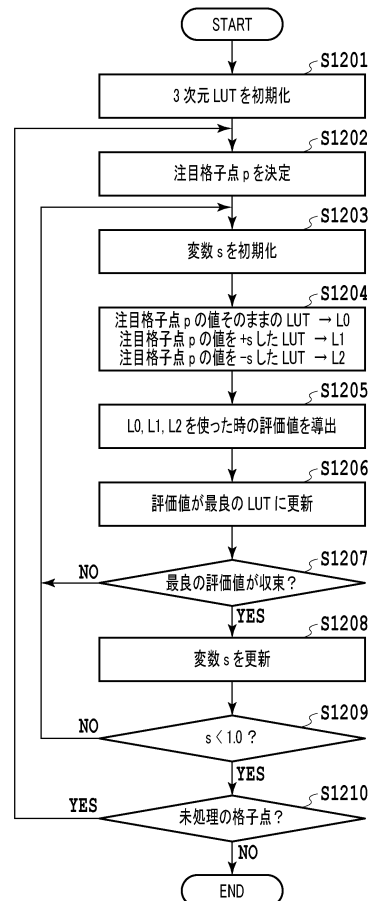
【図 10】

四面体	条件	四格子点				四格子点の重み係数			
		P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	w <sub>1</sub>	w <sub>2</sub>	w <sub>3</sub>	w <sub>4</sub>
401	$R \geq B$	P <sub>K</sub>	P <sub>R</sub>	P <sub>W</sub>	P <sub>W</sub>	$1 - f'_R$	$f'_B$	$f'_R - f'_B$	$f'_G - f'_B$
402	$R \geq G$	P <sub>K</sub>	P <sub>R</sub>	P <sub>M</sub>	P <sub>W</sub>	$1 - f'_R$	$f'_G$	$f'_R - f'_G$	$f'_B - f'_G$
403	$B \geq G$	P <sub>K</sub>	P <sub>B</sub>	P <sub>M</sub>	P <sub>W</sub>	$1 - f'_B$	$f'_G$	$f'_B - f'_R$	$f'_R - f'_G$
404	$G \geq B$	P <sub>K</sub>	P <sub>G</sub>	P <sub>Y</sub>	P <sub>W</sub>	$1 - f'_G$	$f'_B$	$f'_G - f'_R$	$f'_R - f'_B$
405	$G \geq R$	P <sub>K</sub>	P <sub>G</sub>	P <sub>C</sub>	P <sub>W</sub>	$1 - f'_G$	$f'_R$	$f'_G - f'_B$	$f'_B - f'_R$
406	$B \geq R$	P <sub>K</sub>	P <sub>B</sub>	P <sub>C</sub>	P <sub>W</sub>	$1 - f'_B$	$f'_R$	$f'_B - f'_G$	$f'_G - f'_R$

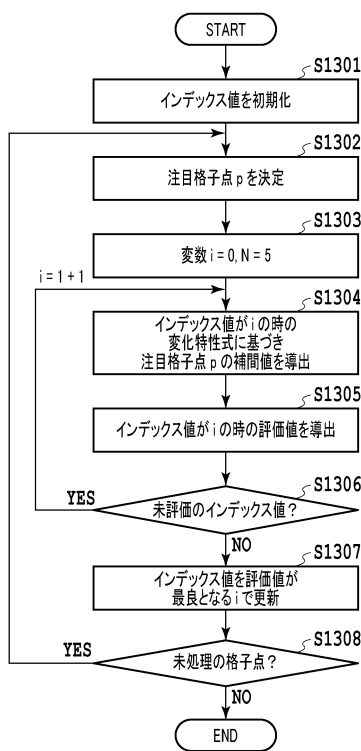
【図 11】



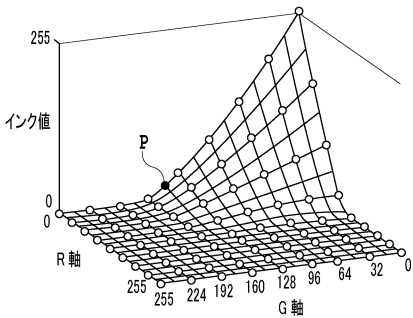
【図 12】



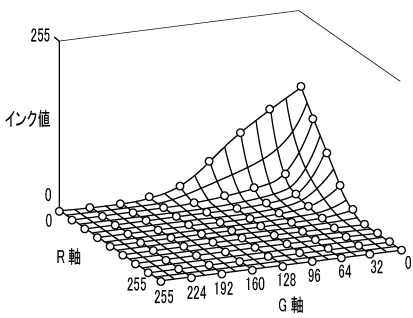
【図 13】



【図 14】

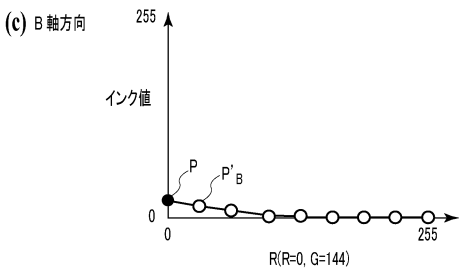
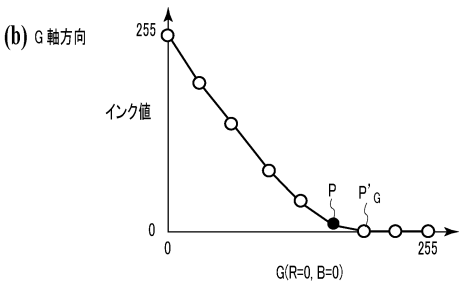
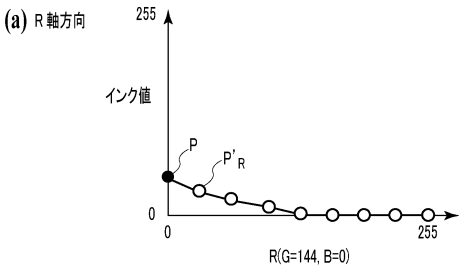


(a) B = 0



(b) B = 144

【図 15】



【図 16】

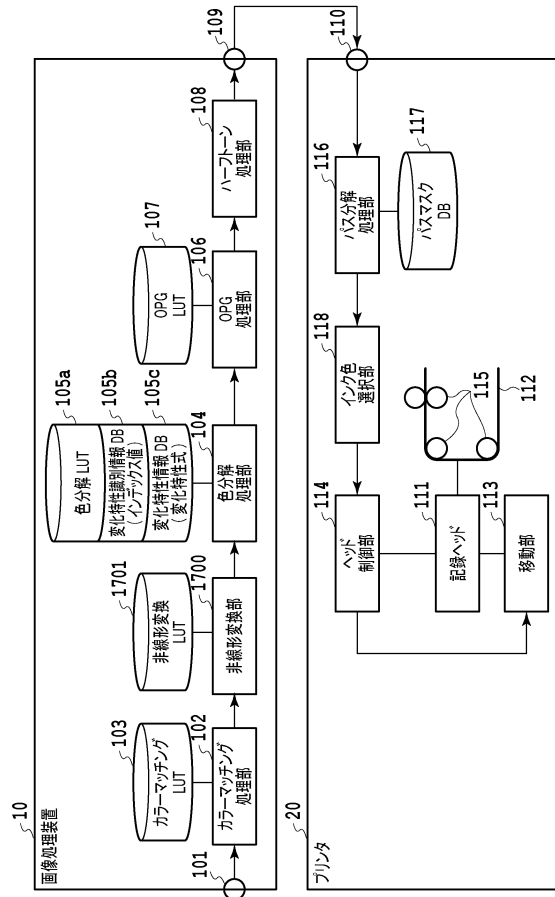
a)

入力画像データ				インク種：K				
C	M	Y	K	インク値	インデックス値			
					C <sub>KC</sub>	C <sub>KM</sub>	C <sub>KY</sub>	C <sub>KK</sub>
0	0	0	0	255	2	2	2	3
0	0	0	16	224	2	2	2	4
0	0	0	32	203	2	2	2	2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
0	0	0	224	0	2	2	2	2
0	0	0	240	0	2	2	2	2
0	0	0	255	0	－	－	－	－
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
255	255	255	240	8	2	2	2	3
255	255	255	255	0	－	－	－	－

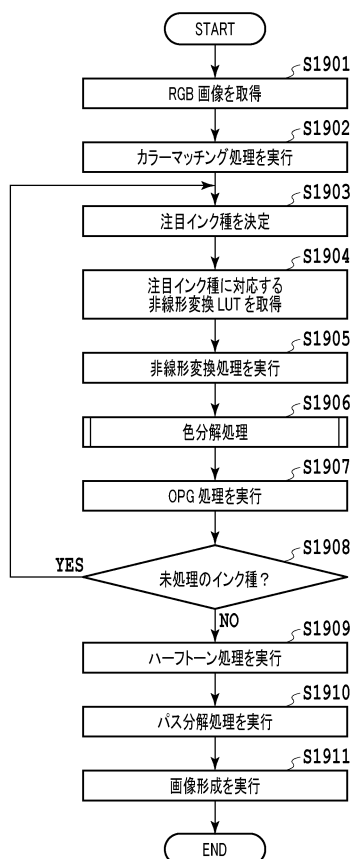
b)

入力画像データ				インク種：CI				
R	G	B	X	インク値	インデックス値			
					C <sub>CI<sub>R</sub></sub>	C <sub>CI<sub>G</sub></sub>	C <sub>CI<sub>B</sub></sub>	C <sub>CI<sub>X</sub></sub>
0	0	0	250	230	2	2	3	4
0	0	16	240	220	2	2	3	3
0	0	32	235	217	2	2	2	2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
0	0	224	220	180	2	2	2	2
0	0	240	210	176	1	2	1	2
0	0	255	200	172	－	－	－	－
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
255	255	240	35	25	2	2	3	2
255	255	255	30	0	－	－	－	－

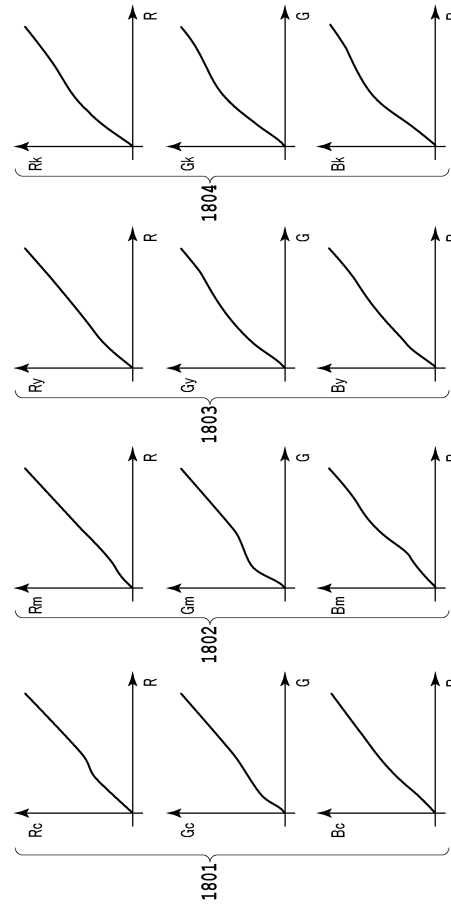
【 図 1 7 】



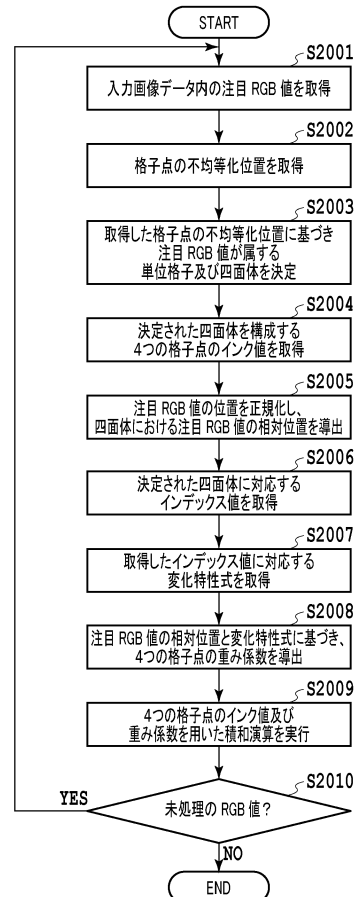
【 図 1 9 】



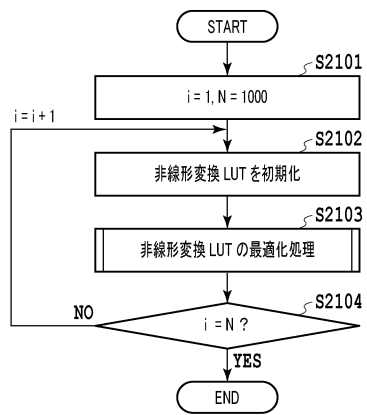
【 図 1 8 】



【 図 2 0 】



【図 21】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 4 1 J 2/21 (2006.01) B 4 1 J 2/21

審査官 豊田 好一

(56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 0 3 9 4 3 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 1 6 5 6 8 9 ( J P , A )  
特開 2 0 1 2 - 1 3 4 6 0 2 ( J P , A )  
特開 2 0 1 4 - 1 8 7 6 0 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 6 - 1 5 7 4 1 6 ( J P , A )  
特開 2 0 1 3 - 0 0 0 9 2 6 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 N 1 / 4 6 - 6 2  
B 4 1 J 2 / 2 0 5  
B 4 1 J 2 / 2 1  
B 4 1 J 2 / 5 2  
B 4 1 J 2 / 5 2 5  
G 0 6 T 1 / 0 0