

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6327931号
(P6327931)

(45) 発行日 平成30年5月23日 (2018. 5. 23)

(24) 登録日 平成30年4月27日 (2018. 4. 27)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 F 3 / 0 1 (2006. 01)

G 0 6 F 3 / 0 1 5 1 0

H 0 4 N 5 / 2 2 5 (2006. 01)

G 0 6 F 3 / 0 1 5 7 0

H 0 4 N 5 / 2 3 2 (2006. 01)

H 0 4 N 5 / 2 2 5

G 0 6 F 3 / 0 4 8 1 (2013. 01)

H 0 4 N 5 / 2 3 2

G 0 6 F 3 / 0 4 8 8 (2013. 01)

G 0 6 F 3 / 0 4 8 1 1 5 0

請求項の数 21 (全 46 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-95541 (P2014-95541)
 (22) 出願日 平成26年5月2日 (2014. 5. 2)
 (65) 公開番号 特開2015-212898 (P2015-212898A)
 (43) 公開日 平成27年11月26日 (2015. 11. 26)
 審査請求日 平成29年4月14日 (2017. 4. 14)

(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
 (74) 代理人 100090273
 弁理士 國分 孝悦
 (72) 発明者 大志万 宗士
 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 ▲高▼橋 克幸
 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 小坂 亮
 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、情報処理方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

台上の撮像画像を取得する撮像画像取得手段と、
 前記台上の距離画像を取得する距離画像取得手段と、
 前記撮像画像取得手段により取得された前記台上に載置された立体物の撮像画像と、前記距離画像取得手段により取得された前記立体物の距離画像とに基づいて、前記立体物の立体情報を取得する立体情報取得手段と、
 前記立体情報取得手段により取得された立体情報と、前記立体物のコンテンツ領域の情報とに基づいて、ユーザーが選択可能なコンテンツに対応するコンテンツ領域を示す投射画像を前記立体物のコンテンツ領域に投射する投射手段と、
 前記投射手段により投射された前記投射画像に対するユーザーのジェスチャーに応じて前記コンテンツ領域に対応するコンテンツを再生する再生手段と、
 を有する画像処理装置。

【請求項 2】

前記再生手段は、前記投射手段により投射された前記投射画像に対するユーザーのジェスチャーに応じて前記コンテンツ領域に対応するコンテンツを前記台上で前記立体物が載置された領域以外の領域に投射することで再生する請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記投射手段は、複数のコンテンツ領域のそれぞれを示す投射画像を前記立体物の前記複数のコンテンツ領域のそれぞれのコンテンツ領域に投射し、

前記再生手段は、前記投射手段により投射された前記投射画像に対するユーザーのジェスチャーに応じて前記複数のコンテンツ領域のうちユーザーに選択された前記コンテンツ領域に対応するコンテンツを前記台上で前記立体物が載置された領域以外の領域に投射することで再生する請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記投射手段は、前記立体物に投射された複数の投射画像のうち、前記再生手段により再生されているコンテンツに対応するコンテンツ領域の投射画像を変化させる請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記立体物の撮像画像の歪みを補正する補正手段と、

前記補正手段により補正された撮像画像に基づいて、前記立体情報と前記補正された撮像画像に対応する画像に関連付けられて登録されているコンテンツとを対応付ける対応付け手段と、
を更に有し、

前記対応付け手段により対応付けの結果は、前記立体物のコンテンツ領域の情報に含まれる請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記距離画像取得手段により取得された距離画像に基づいて、前記台上におけるユーザーのジェスチャーを認識する認識手段を更に有し、

前記再生手段は、前記認識手段により認識された前記投射画像に対する前記ユーザーのジェスチャーに応じて前記コンテンツを再生する請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記立体情報取得手段は、前記認識手段により前記ユーザーによる前記立体物へのタッチジェスチャーの終了が認識された場合、再度、前記立体情報を取得する請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記認識手段は、前記ユーザーの手が前記立体物へのタッチ後に所定の高さ以上に離れた場合、前記ユーザーによる前記立体物へのタッチジェスチャーが終了したと認識する請求項 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記認識手段は、前記ユーザーの手が前記立体物へのタッチ後に所定の領域外に移動した場合、前記ユーザーによる前記立体物へのタッチジェスチャーが終了したと認識する請求項 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記投射手段は、前記認識手段により前記ユーザーによる前記立体物へのタッチジェスチャーの終了が認識された後に、前記立体物が所定の領域内にないことが検知された場合、前記立体物を前記所定の領域に戻す旨のエラー表示を投射する請求項 6 乃至 9 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 11】

前記立体情報取得手段は、前記投射手段により投射された前記エラー表示に応じて前記立体物が前記所定の領域に戻されたことが検知された場合、再度、前記立体情報を取得する請求項 10 に記載の画像処理装置。

【請求項 12】

前記再生手段は、前記認識手段により前記ユーザーによる前記立体物へのタッチジェスチャーが認識された場合、前記コンテンツを再生する請求項 6 乃至 11 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 13】

前記再生手段は、前記認識手段により前記ユーザーによる前記立体物へのタッチジェスチャーの終了が認識された場合、前記コンテンツの再生を終了する請求項 6 乃至 11 の何

10

20

30

40

50

れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 1 4】

前記補正手段は、前記立体物の撮像画像の歪みを前記立体情報に基づいて補正する請求項 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 5】

前記補正手段は、前記立体物の歪み値が所定値よりも小さい場合、前記撮像画像から抽出した物体領域を方形に近似して矩形へ射影変換することにより、前記立体物の撮像画像の歪みを補正する請求項 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 6】

前記補正手段は、前記立体物の歪み値が所定値よりも小さい場合であっても、前記コンテンツに対応するコンテンツ領域のサイズが所定値よりも小さい場合、前記立体物の撮像画像の歪みを前記立体情報に基づいて補正する請求項 1 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 7】

前記補正手段は、前記立体物の歪み値が所定値よりも小さい場合であっても、認識された前記ユーザーによるタッチ位置が前記コンテンツに対応するコンテンツ領域の境界線に対して所定値よりも近い場合、前記立体物の撮像画像の歪みを前記立体情報に基づいて補正する請求項 1 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 8】

前記投射手段は、前記投射画像を強調表示して投射する請求項 1 乃至 1 7 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 1 9】

前記画像処理装置は、カメラスキャナである請求項 1 乃至 1 8 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 2 0】

画像処理装置が実行する情報処理方法であって、
台上の撮像画像を取得する撮像画像取得ステップと、
前記台上の距離画像を取得する距離画像取得ステップと、
前記撮像画像取得ステップにより取得された前記台上に載置された立体物の撮像画像と、前記距離画像取得ステップにより取得された前記立体物の距離画像とに基づいて、前記立体物の立体情報を取得する立体情報取得ステップと、
前記立体情報取得ステップにより取得された立体情報と、前記立体物のコンテンツ領域の情報とに基づいて、ユーザーが選択可能なコンテンツに対応するコンテンツ領域を示す投射画像を前記立体物のコンテンツ領域に投射する投射ステップと、
前記投射ステップにより投射された前記投射画像に対するユーザーのジェスチャーに応じて前記コンテンツ領域に対応するコンテンツを再生する再生ステップと、
を含む情報処理方法。

【請求項 2 1】

コンピュータを請求項 1 乃至 1 9 の何れか 1 項に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】

【0 0 0 1】

本発明は、画像処理装置、情報処理方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来、文書をスキャンして電子データとして保存する場合、撮像にラインセンサを用いるラインスキャナと、2次元の撮像センサを用いるカメラスキャナとがある。特に、書画台の上方にカメラを配置し、原稿を上向きに書画台に置いて撮像するカメラスキャナの場合には、1枚の原稿であれば置くだけで素早くスキャンすることができるとともに、本のように厚みのある原稿も容易に書画台に置いてスキャンすることができる。更に、紙や本

10

20

30

40

50

のような文書だけでなく、立体物を書画台上に置いて立体形状をスキャンするカメラスキャナが特許文献1で開示されている。

特許文献1で開示されているカメラスキャナは、撮像するためのカメラとともに投光部を備え、投光部から投光する計測パターンをカメラで撮像し、三角測量の原理により立体形状を測定する。そして、前記カメラスキャナは、書画台上に置かれた物体の立体形状を算出して平面原稿か書籍か立体物かを判別し、それぞれに応じて適切な撮影モードで撮影を行う。

また、特許文献2で開示されているカメラスキャナは、同様の構成を備えるとともに、書画台に物体が置かれていないときから常時投光部により計測パターンを投光し、立体形状を測定し続けることにより、物体が書画台に置かれたことを検知する。

10

【0003】

一方、プロジェクタとカメラや距離センサとを用いたユーザーインターフェイスに関する技術が開示されている。この技術では、プロジェクタによりユーザーインターフェイスを投影することで、紙等の現実の物体上に重畳して表示を行うことができる。このため、ユーザーは現実の物体を電子的データとのインターフェイスとして扱うことが可能となる。

特許文献3では、プロジェクタでコンピュータ画面を机上に投射し、指先でそのコンピュータ画面を操作するユーザーインターフェイスに関する技術が開示されている。指先の検出には赤外線カメラを用いている。そして、この技術では、机上の紙書類や書籍等に印刷されたバーコードを読み取ることによって、電子情報とのリンクを作成することができるようにしている。

20

特許文献4では、色画像と距離画像とが取得できるカメラ、及びプロジェクタを用いた構成のユーザーインターフェイスに関する技術が開示されている。この技術では、距離画像によりプロジェクタ投影面の形状を計測し、投影する画像を変形させることで、投影対象とプロジェクタとの相対位置の変化に応じた投影を行う。また、この技術は、色画像や距離画像を用いて、物体表面の平面への指先によるタッチ操作等のジェスチャー操作を可能にする。また、この技術は、平面である紙文書上をユーザーが指先でポイントし、ユーザーがポイントした箇所のコンテンツを特定し、ジェスチャーに応じた電子的処理を行う。例えば、この技術では、ユーザーが紙文書上の文字列を指でなぞると、なぞった文字列が選択され、プロジェクタによって投影される。

30

特許文献5では、空間上で立体視可能な仮想オブジェクトに対し、ユーザーの指先が空間上で接触したかどうかを判断し、接触した場合に仮想オブジェクトの表示を変化させる技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第4012710号公報

【特許文献2】特許第3954436号公報

【特許文献3】特許第3834766号公報

【特許文献4】特開2013-34168号公報

【特許文献5】特開2012-208705号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1、特許文献2のカメラスキャナにおいては、ユーザーインターフェイス手段が限られているため、ユーザーに対して操作性を向上させることが難しかった。

一方、特許文献3のユーザーインターフェイスシステムでは、指先による直観的な操作を行うことを可能としているものの、机上に置く物の対象が紙書類や書籍のような文書のみであった。そのため、この技術では、机上に置いた文書以外の立体物のような物に対し

50

ての操作や、また、紙書類や書籍といった対象物の特徴に応じて操作性を変えるような動的な制御を行うことが困難であった。

特許文献4のユーザーインターフェイスシステムでは、プロジェクタとの相対位置関係が変化する紙等への投影やタッチ操作を可能としているが、タッチの検出は平面に対して行っており、書籍の曲面形状や複雑な形状の物体へのタッチの検出は困難であった。また、この技術では、平面である紙文書のコンテンツに対してユーザーが指でポイントし、前記コンテンツに対してジェスチャーに応じた処理を施すことを可能にしている。しかし、これも対象は平面であるため、書籍物体のような立体形状を有するものを電子的データへのインターフェイスとして扱うことは困難であった。

特許文献5のシステムでは、仮想的な立体オブジェクトに対するユーザーの指によるタッチ操作を可能にしている。しかし、現実の物体へのタッチ操作は、仮想的な物体へのタッチ操作と異なり、タッチするべき対象が、タッチによって移動したり、歪んだりする。従来のシステムでは、これらの現実にかかる物理的変化まで考慮した物体へのタッチ検出が不可能だった。

本発明は、カメラスキャナ等の画像処理装置におけるユーザーの操作性を向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

そこで、本発明の画像処理装置は、台上の撮像画像を取得する撮像画像取得手段と、前記台上の距離画像を取得する距離画像取得手段と、前記撮像画像取得手段により取得された前記台上に載置された立体物の撮像画像と、前記距離画像取得手段により取得された前記立体物の距離画像とに基づいて、前記立体物の立体情報を取得する立体情報取得手段と、前記立体情報取得手段により取得された立体情報と、前記立体物のコンテンツ領域の情報とに基づいて、ユーザーが選択可能なコンテンツに対応するコンテンツ領域を示す投射画像を前記立体物のコンテンツ領域に投射する投射手段と、前記投射手段により投射された前記投射画像に対するユーザーのジェスチャーに応じて前記コンテンツ領域に対応するコンテンツを再生する再生手段と、を有する。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、カメラスキャナ等の画像処理装置におけるユーザーの操作性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】システム構成の一例を示す図である。

【図2】カメラスキャナの外觀の一例を示す図である。

【図3】カメラスキャナのハードウェア構成の一例を示す図である。

【図4】カメラスキャナの機能構成等の一例を示す図である。

【図5】実施形態1の距離画像取得部の処理の一例を示すフローチャート等である。

【図6】実施形態1のジェスチャー認識部の処理の一例を示すフローチャートである。

【図7】指先検出処理を説明するための模式図である。

【図8】実施形態1の物体検知部の処理の一例を示すフローチャートである。

【図9】平面原稿画像撮影部の処理の一例を示すフローチャートである。

【図10】平面原稿画像撮影部の処理を説明するための模式図である。

【図11A】実施形態1の書籍画像撮影部の処理の一例を示すフローチャート（その1）である。

【図11B】実施形態1の書籍画像撮影部の処理の一例を示すフローチャート（その2）である。

【図12A】書籍画像撮影部の処理を説明するための模式図（その1）である。

【図12B】書籍画像撮影部の処理を説明するための模式図（その2）である。

【図12C】書籍画像撮影部の処理を説明するための模式図（その3）である。

【図 1 3】実施形態 1 の立体形状測定部の処理の一例を示すフローチャートである。
 【図 1 4】立体形状測定部の処理を説明するための模式図である。
 【図 1 5】実施形態 1 のメイン制御部の処理の一例を示すフローチャートである。
 【図 1 6】実施形態 1 の書画台上の投射画面の一例を示す図である。
 【図 1 7】実施形態 1 の処理部の処理の一例を示すフローチャート等である。
 【図 1 8】コンテンツ情報の管理例を示す図である。
 【図 1 9】実施形態 2 の処理部の処理の一例を示すフローチャート等である。
 【図 2 0 A】実施形態 2 のジェスチャー認識部の処理の一例を示すフローチャートである。

【図 2 0 B】手離れ判定処理等を説明するための模式図である。 10

【図 2 1 A】実施形態 3 の処理部の処理の一例を示すフローチャート（その 1）等である。

【図 2 1 B】実施形態 3 の処理部の処理の一例を示すフローチャート（その 2）である。

【図 2 1 C】実施形態 3 の物体検知部の処理の一例を示すフローチャートである。

【図 2 2 A】実施形態 4 の処理部の処理の一例を示すフローチャート（その 1）等である。

【図 2 2 B】実施形態 4 の処理部の処理の一例を示すフローチャート（その 2）である。

【図 2 3 A】実施形態 5 の書籍画像撮影部の処理の一例を示すフローチャート（その 1）である。

【図 2 3 B】書籍画像撮影部の処理を説明するための模式図（その 4）である。 20

【図 2 3 C】実施形態 5 の書籍画像撮影部の処理の一例を示すフローチャート（その 2）である。

【図 2 4】実施形態 6 の書籍画像撮影部の処理の一例を示すフローチャートである。

【図 2 5】実施形態 6 の処理部の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】

【0009】

以下、本発明を実施するための最良の形態について図面を用いて説明する。

<実施形態 1>

図 1 は、一実施形態に係るカメラスキャナ 101 が含まれるシステム構成の一例を示す図である。 30

図 1 に示すように、カメラスキャナ 101 は、イーサネット（登録商標）等のネットワーク 104 にてホストコンピュータ 102 及びプリンタ 103 に接続されている。なお、カメラスキャナ 101 は、画像処理装置の一例である。図 1 のシステム構成において、ホストコンピュータ 102 からの指示により、カメラスキャナ 101 から画像を読み取るスキャン機能や、スキャンデータをプリンタ 103 により出力するプリント機能の実行が可能である。また、ホストコンピュータ 102 を介さず、カメラスキャナ 101 への直接の指示により、スキャン機能、プリント機能の実行も可能である。

【0010】

（カメラスキャナの構成）

図 2 は、一実施形態に係るカメラスキャナ 101 の外観の一例を示す図である。 40

図 2（a）に示すように、カメラスキャナ 101 は、コントローラ部 201、カメラ部 202、腕部 203、短焦点プロジェクタ 207（以下、プロジェクタ 207 という）、距離画像センサ部 208 を含む。カメラスキャナ 101 の本体であるコントローラ部 201 と、撮像を行うためのカメラ部 202、プロジェクタ 207 及び距離画像センサ部 208 は、腕部 203 により連結されている。腕部 203 は関節を用いて曲げ伸ばしが可能である。ここで、カメラ部 202 は、撮像画像を取得する撮像部の一例である。プロジェクタ 207 は、後述するユーザーが操作を行うための操作画面（操作表示）を投射する投射部の一例である。距離画像センサ部 208 は、距離画像を取得する立体測定部の一例である。

図 2（a）には、カメラスキャナ 101 が設置されている書画台 204 も示されている 50

。カメラ部 202 及び距離画像センサ部 208 のレンズは、書画台 204 方向に向けられており、破線で囲まれた読み取り領域 205 内の画像を読み取り可能である。図 2 の例では、原稿 206 は読み取り領域 205 内に置かれているので、カメラスキャナ 101 で読み取り可能である。また、書画台 204 内にはターンテーブル 209 が設けられている。ターンテーブル 209 は、コントローラ部 201 からの指示によって回転することが可能であり、ターンテーブル 209 上に置かれた物体（被写体）とカメラ部 202 との角度を変えることができる。

カメラ部 202 は、単一解像度で画像を撮像するものとしてもよいが、高解像度画像撮像と低解像度画像撮像とが可能なるものとするのが好ましい。

なお、図 2 に示されていないが、カメラスキャナ 101 は、LCD タッチパネル 330 及びスピーカ 340 を更に含むこともできる。

【0011】

図 2 (b) は、カメラスキャナ 101 における座標系を表している。カメラスキャナ 101 では各ハードウェアデバイスに対して、カメラ座標系、距離画像座標系、プロジェクタ座標系という座標系が定義される。これらはカメラ部 202 及び距離画像センサ部 208 の RGB カメラが撮像する画像平面、又はプロジェクタ 207 が投射（投影）する画像平面を XY 平面とし、画像平面に直交した方向を Z 方向として定義したものである。更に、これらの独立した座標系の 3 次元データを統一的に扱えるようにするために、書画台 204 を含む平面を XY 平面とし、この XY 平面から上方に垂直な向きを Z 軸とする直交座標系を定義する。

座標系を変換する場合の例として、図 2 (c) に直交座標系と、カメラ部 202 を中心としたカメラ座標系を用いて表現された空間と、カメラ部 202 が撮像する画像平面との関係を示す。直交座標系における 3 次元点 $P [X, Y, Z]$ は、式 (1) によって、カメラ座標系における 3 次元点 $P_c [X_c, Y_c, Z_c]$ へ変換できる。

【数 1】

$$[X_c, Y_c, Z_c]^T = [R_c | t_c][X, Y, Z, 1]^T \cdots \text{式 (1)}$$

ここで、 R_c 及び t_c は、直交座標系に対するカメラの姿勢（回転）と位置（並進）とによって求まる外部パラメータによって構成され、 R_c を 3×3 の回転行列、 t_c を並進ベクトルと呼ぶ。逆に、カメラ座標系で定義された 3 次元点は式 (2) によって、直交座標系へ変換することができる。

【数 2】

$$[X, Y, Z]^T = [R_c^{-1} | -R_c^{-1} t_c][X_c, Y_c, Z_c, 1]^T \cdots \text{式 (2)}$$

【0012】

更に、カメラ部 202 で撮影される 2 次元のカメラ画像平面は、カメラ部 202 によって 3 次元空間中の 3 次元情報が 2 次元情報に変換されたものである。即ち、カメラ座標系上での 3 次元点 $P_c [X_c, Y_c, Z_c]$ を、式 (3) によってカメラ画像平面での 2 次元座標 $p_c [x_p, y_p]$ に透視投影変換することによって変換することができる。

【数 3】

$$\lambda [x_p, y_p, 1]^T = A [X_c, Y_c, Z_c]^T \cdots \text{式 (3)}$$

ここで、 A は、カメラの内部パラメータと呼ばれ、焦点距離と画像中心等とで表現される 3×3 の行列である。

以上のように、式 (1) と式 (3) とを用いることで、直交座標系で表された 3 次元点群を、カメラ座標系での 3 次元点群座標やカメラ画像平面に変換することができる。なお

、各ハードウェアデバイスの内部パラメータ及び直交座標系に対する位置姿勢（外部パラメータ）は、公知のキャリブレーション手法により予めキャリブレーションされているものとする。以後、特に断りがなく３次元点群と表記した場合は、直交座標系における３次元データ（立体データ）を表しているものとする。

【００１３】

（カメラスキャナのコントローラのハードウェア構成）

図３は、カメラスキャナ１０１の本体であるコントローラ部２０１等のハードウェア構成の一例を示す図である。

図３に示すように、コントローラ部２０１は、システムバス３０１に接続されたＣＰＵ３０２、ＲＡＭ３０３、ＲＯＭ３０４、ＨＤＤ３０５、ネットワークＩ／Ｆ３０６、画像処理プロセッサ３０７、カメラＩ／Ｆ３０８、ディスプレイコントローラ３０９、シリアルＩ／Ｆ３１０、オーディオコントローラ３１１及びＵＳＢコントローラ３１２を含む。

ＣＰＵ３０２は、コントローラ部２０１全体の動作を制御する中央演算装置である。ＲＡＭ３０３は、揮発性メモリである。ＲＯＭ３０４は、不揮発性メモリであり、ＣＰＵ３０２の起動用プログラムが格納されている。ＨＤＤ３０５は、ＲＡＭ３０３と比較して大容量なハードディスクドライブ（ＨＤＤ）である。ＨＤＤ３０５にはコントローラ部２０１の実行する、カメラスキャナ１０１の制御用プログラムが格納されている。ＣＰＵ３０２が、ＲＯＭ３０４やＨＤＤ３０５に格納されているプログラムを実行することにより、カメラスキャナ１０１の機能構成及び後述するフローチャートの処理（情報処理）が実現される。

【００１４】

ＣＰＵ３０２は、電源ＯＮ等の起動時、ＲＯＭ３０４に格納されている起動用プログラムを実行する。この起動用プログラムは、ＣＰＵ３０２がＨＤＤ３０５に格納されている制御用プログラムを読み出し、ＲＡＭ３０３上に展開するためのものである。ＣＰＵ３０２は、起動用プログラムを実行すると、続けてＲＡＭ３０３上に展開した制御用プログラムを実行し、制御を行う。また、ＣＰＵ３０２は、制御用プログラムによる動作に用いるデータもＲＡＭ３０３上に格納して読み書きを行う。ＨＤＤ３０５上には更に、制御用プログラムによる動作に必要な各種設定や、また、カメラ入力によって生成した画像データを格納することができ、ＣＰＵ３０２によって読み書きされる。ＣＰＵ３０２は、ネットワークＩ／Ｆ３０６を介してネットワーク１０４上の他の機器との通信を行う。

画像処理プロセッサ３０７は、ＲＡＭ３０３に格納された画像データを読み出して処理し、またＲＡＭ３０３へ書き戻す。なお、画像処理プロセッサ３０７が実行する画像処理は、回転、変倍、色変換等である。

カメラＩ／Ｆ３０８は、カメラ部２０２及び距離画像センサ部２０８と接続され、ＣＰＵ３０２からの指示に応じてカメラ部２０２から画像データを、距離画像センサ部２０８から距離画像データを取得してＲＡＭ３０３へ書き込む。また、カメラＩ／Ｆ３０８は、ＣＰＵ３０２からの制御コマンドをカメラ部２０２及び距離画像センサ部２０８へ送信し、カメラ部２０２及び距離画像センサ部２０８の設定を行う。

【００１５】

また、コントローラ部２０１は、ディスプレイコントローラ３０９、シリアルＩ／Ｆ３１０、オーディオコントローラ３１１及びＵＳＢコントローラ３１２のうち少なくとも１つを更に含むことができる。

ディスプレイコントローラ３０９は、ＣＰＵ３０２の指示に応じてディスプレイへの画像データの表示を制御する。ここでは、ディスプレイコントローラ３０９は、プロジェクタ２０７及びＬＣＤタッチパネル３３０に接続されている。

シリアルＩ／Ｆ３１０は、シリアル信号の入出力を行う。ここでは、シリアルＩ／Ｆ３１０は、ターンテーブル２０９に接続され、ＣＰＵ３０２の回転開始・終了及び回転角度の指示をターンテーブル２０９へ送信する。また、シリアルＩ／Ｆ３１０は、ＬＣＤタッチパネル３３０に接続され、ＣＰＵ３０２はＬＣＤタッチパネル３３０が押下されたときに、シリアルＩ／Ｆ３１０を介して押下された座標を取得する。

オーディオコントローラ 311 は、スピーカ 340 に接続され、CPU 302 の指示に応じて音声データをアナログ音声信号に変換し、スピーカ 340 を通じて音声を出力する。

USB コントローラ 312 は、CPU 302 の指示に応じて外付けの USB デバイスの制御を行う。ここでは、USB コントローラ 312 は、USB メモリや SD カード等の外部メモリ 350 に接続され、外部メモリ 350 へのデータの読み書きを行う。

【0016】

(カメラスキャナの機能構成)

図 4 (a) は、CPU 302 が制御用プログラムを実行することにより実現されるカメラスキャナ 101 の機能構成 401 の一例を示す図である。また、図 4 (b) は、機能構成 401 の各モジュールの関係をシーケンス図として示したものである。

カメラスキャナ 101 の制御用プログラムは前述のように HDD 305 に格納され、CPU 302 が起動時に RAM 303 上に展開して実行する。

メイン制御部 402 は、制御の中心であり、機能構成 401 内の他の各モジュールを図 4 (b) に示すように制御する。

画像取得部 416 は、画像入力処理を行うモジュールであり、カメラ画像取得部 407、距離画像取得部 408 から構成される。カメラ画像取得部 407 は、カメラ I/F 308 を介してカメラ部 202 が出力する画像データを取得し、RAM 303 へ格納する(撮像画像取得処理)。距離画像取得部 408 は、カメラ I/F 308 を介して距離画像センサ部 208 が出力する距離画像データを取得し、RAM 303 へ格納する(距離画像取得処理)。距離画像取得部 408 の処理の詳細は図 5 を用いて後述する。

【0017】

認識処理部 417 は、カメラ画像取得部 407、距離画像取得部 408 が取得する画像データから書画台 204 上の物体の動きを検知して認識するモジュールであり、ジェスチャー認識部 409、物体検知部 410 から構成される。ジェスチャー認識部 409 は、画像取得部 416 から書画台 204 上の画像を取得し続け、タッチ等のジェスチャーを検知するとメイン制御部 402 へ通知する。物体検知部 410 は、メイン制御部 402 から物体載置待ち処理又は物体除去待ち処理の通知を受けると、画像取得部 416 から書画台 204 を撮像した画像を取得する。そして、物体検知部 410 は、書画台 204 上に物体が置かれて静止するタイミング又は物体が取り除かれるタイミングを検知する処理を行う。ジェスチャー認識部 409、物体検知部 410 の処理の詳細は図 6 ~ 図 8 を用いてそれぞれ後述する。

スキャン処理部 418 は、実際に対象物のスキャンを行うモジュールであり、平面原稿画像撮影部 411、書籍画像撮影部 412、立体形状測定部 413 から構成される。平面原稿画像撮影部 411 は平面原稿、書籍画像撮影部 412 は書籍、立体形状測定部 413 は立体物に、それぞれ適した処理(読み取り処理)を実行し、それぞれに応じた形式のデータ(読み取り画像)を出力する。これらのモジュールの処理の詳細は図 9 ~ 図 14 を用いてそれぞれ後述する。

【0018】

ユーザーインターフェイス部 403 は、メイン制御部 402 からの要求を受け、メッセージやボタン等の GUI 部品を生成する。なお、ここでいう GUI 部品は、操作表示を構成するオブジェクトの一例である。そして、ユーザーインターフェイス部 403 は、表示部 406 へ生成した GUI 部品の表示を要求する。

表示部 406 は、ディスプレイコントローラ 309 を介して、プロジェクタ 207 又は LCD タッチパネル 330 へ要求された GUI 部品の表示を行う。プロジェクタ 207 は、書画台 204 に向けて設置されているため、書画台上に GUI 部品を投射することが可能となっている。また、ユーザーインターフェイス部 403 は、ジェスチャー認識部 409 が認識したタッチ等のジェスチャー操作、又はシリアル I/F 310 を介した LCD タッチパネル 330 からの入力操作、更にそれらの座標を受信する。そして、ユーザーインターフェイス部 403 は、描画中の操作画面の内容と操作座標とを対応させて操作内容(

押下されたボタン等)を判定する。ユーザーインターフェイス部403がこの操作内容をメイン制御部402へ通知することにより、操作者の操作を受け付ける。

ネットワーク通信部404は、ネットワークI/F306を介して、ネットワーク104上の他の機器とTCP/IPによる通信を行う。

データ管理部405は、CPU302が制御用プログラムを実行することにより生成した作業データ等の様々なデータをHDD305上の所定の領域へ保存し、管理する。前記データは、例えば平面原稿画像撮影部411、書籍画像撮影部412、立体形状測定部413が生成したスキャンデータ等である。

処理部414は、カメラスキャナ101におけるコンテンツの再生等、後述するアプリケーション処理における各種の処理を実行する。その際、処理部414は、メイン制御部402を介して、カメラ画像取得部407や距離画像取得部408で取得された画像データ、ジェスチャー認識部409で取得されたジェスチャー情報等、上述した各モジュールの出力データを取得する。アプリケーション処理の詳細については後述する。

【0019】

(距離画像センサ及び距離画像取得部の説明)

図3に距離画像センサ部208の構成を示している。距離画像センサ部208は、赤外線によるパターン投射方式の距離画像センサである。赤外線パターン投射部361は、対象物に、人の目には不可視である赤外線によって3次元測定パターンを投射する。赤外線カメラ362は、対象物に投射した3次元測定パターンを読み取るカメラである。RGBカメラ363は、人の目に見える可視光をRGB信号で撮影するカメラである。

距離画像取得部408の処理を図5(a)のフローチャートを用いて説明する。また、図5(b)~(d)は、パターン投射方式による距離画像の計測原理を説明するための図面である。

距離画像取得部408は、処理を開始すると、S501では図5(b)に示すように赤外線パターン投射部361を用いて赤外線による3次元形状測定パターン(立体形状測定パターン)522を対象物521に投射する。

S502で、距離画像取得部408は、RGBカメラ363を用いて対象物を撮影したRGBカメラ画像523、及び赤外線カメラ362を用いてS501で投射した3次元形状測定パターン522を撮影した赤外線カメラ画像524を取得する。なお、赤外線カメラ362とRGBカメラ363とでは設置位置が異なるため、図5(c)に示すようにそれぞれで撮影される2つのRGBカメラ画像523及び赤外線カメラ画像524の撮影領域が異なる。

S503で、距離画像取得部408は、赤外線カメラ362の座標系からRGBカメラ363の座標系への座標系変換を用いて赤外線カメラ画像524をRGBカメラ画像523の座標系に合わせる。なお、赤外線カメラ362とRGBカメラ363との相対位置や、それぞれの内部パラメータは事前のキャリブレーション処理により既知であるとする。

【0020】

S504で、距離画像取得部408は、図5(d)に示すように、3次元形状測定パターン522とS503で座標変換を行った赤外線カメラ画像524との間での対応点を抽出する。例えば、距離画像取得部408は、赤外線カメラ画像524上の1点を3次元形状測定パターン522上から探索して、同一の点が検出された場合に対応付けを行う。また、距離画像取得部408は、赤外線カメラ画像524の画素の周辺のパターンを3次元形状測定パターン522上から探索し、一番類似度が高い部分と対応付けてもよい。

S505で、距離画像取得部408は、赤外線パターン投射部361と赤外線カメラ362とを結ぶ直線を基線525として三角測量の原理を用いて計算を行うことにより、赤外線カメラ362からの距離を算出する。距離画像取得部408は、S504で対応付けができた画素については、その画素に対応する位置における対象物521と赤外線カメラ362との距離を算出して画素値として保存する。一方、距離画像取得部408は、対応付けができなかった画素については、距離の計測ができなかった部分として無効値を保存する。距離画像取得部408は、これをS503で座標変換を行った赤外線カメラ画像5

24の全画素に対して行うことで、各画素に距離値（距離情報）が入った距離画像を生成する。

【0021】

S506で、距離画像取得部408は、距離画像の各画素にRGBカメラ画像523のRGB値を保存することにより、1画素につきR、G、B、距離の4つの値を持つ距離画像を生成する。ここで取得した距離画像は、距離画像センサ部208のRGBカメラ363で定義された距離画像センサ座標系が基準となっている。

そこでS507で、距離画像取得部408は、図2(b)を用いて上述したように、距離画像センサ座標系として得られた距離情報を直交座標系における3次元点群に変換する。以後、特に指定がなく3次元点群と表記した場合は、直交座標系における3次元点群を示すものとする。

10

なお、本実施形態では上述したように、距離画像センサ部208として赤外線パターン投射方式を採用しているが、他の方式の距離画像センサを用いることも可能である。例えば、2つのRGBカメラでステレオ立体視を行うステレオ方式や、レーザー光の飛行時間を検出することで距離を測定するTOF(Time of Flight)方式を用いてもよい。

【0022】

（本実施形態におけるアプリケーション処理の概要の説明）

ここで、本実施形態のアプリケーション処理の概要を、図17(b)、(c)を用いて説明する。

20

ユーザーは、まず、書画台204上に書籍物体1712を載置する。物体検知部410は、書籍物体1712が置かれたことを認識する。ユーザーがプロジェクタ207により投射されたスキャン実行ボタンを押下すると、書籍画像撮影部412は、書籍画像とその形状情報とを取得する。このとき、書籍画像撮影部412は、書籍の形状情報を利用して書籍画像を引き延ばして保存する。書籍画像が保存されると、ユーザーインターフェイス部403は、プロジェクタ207を介して、書籍物体1712の所定領域をハイライト（強調表示）する。ハイライトされた領域が、図17(b)の領域1713、領域1714である。ユーザーがこの領域を指先でタッチすると、領域に紐付けられたコンテンツが再生される。図17(b)では、ユーザーの手1711が領域1713にタッチしている。図17(b)では、コンテンツが、領域1715にプロジェクタ207により投射されている。コンテンツは、動画や静止画、音声、テキスト、別のアプリケーション等、何でもよい。

30

【0023】

図17(b)では、コンテンツの表示はプロジェクタ207により投射されているが、別途ディスプレイがあり、ディスプレイ上で再生されるような構成であってもよい。また、本システムに別途コンピュータが接続されており、そのコンピュータ内のコンテンツが再生されるようにしてもよい。処理部414は、コンテンツを再生すると、書籍物体1712のどの領域に紐付いたコンテンツが再生されているのかがユーザーにわかるよう、ユーザーインターフェイス部403を介して、再生されているコンテンツが紐付いている書籍物体上の領域の投射画像を変化させる。変化の方法は、色を変える、明るさを変える、塗りつぶす等、ユーザーに変化が伝われば何でもよい。

40

書籍画像撮影部412は、コンテンツとの対応付けにあたり、まずページの特定を行う。スキャンされたデータとは別に、予め書籍の各ページの画像がHDD305のデータベースに登録されている。前記画像は、ネットワーク上の記憶領域におけるデータベースに登録されていてもよい。以降の説明では、これらのデータベースを登録データベースと呼ぶ。各ページの画像の所定領域には、コンテンツが紐付けられている。例えば、図17(c)が登録データベースに予め登録されている書籍のページの画像である。書籍物体1712と画像1716とは同じ書籍画像となる。領域1713が領域1717に対応し、領域1714が領域1718に対応する。この領域1717の領域情報（領域の対角の頂点座標の情報等）にコンテンツが紐付けられている。ユーザーにタッチされた空間座標と登

50

録データベースに登録された画像のコンテンツ領域とが対応付けられれば、処理部414は、書籍(本)へのタッチに基づいてコンテンツを再生することができる。最後に、ユーザーが書籍を書画台から取り除くと、物体検知部410がそれを検知してアプリケーション処理を終了する。なお、上記説明では、処理部414が書籍物体の画像を保存した後、所定箇所をハイライトするものとして説明したが、これに限る必要はない。処理部414は、書籍物体の画像を保存した後、何も投射されていない所定箇所をユーザーがタッチしたことを受け付けることにより、初めてその部分をハイライトするようにしてもよい。

上述したアプリケーション処理を実現する方法について、以下に説明する。

【0024】

(ジェスチャー認識部の説明)

ジェスチャー認識部409の処理の詳細を、図6のフローチャートを用いて説明する。

図6において、ジェスチャー認識部409は、処理を開始すると、S601では初期化処理を行う。初期化処理で、ジェスチャー認識部409は、距離画像取得部408から距離画像を1フレーム取得する。ここで、ジェスチャー認識部409の処理の開始時は書画台204上に対象物が置かれていない状態であるため、初期状態として書画台204の平面の認識を行う。即ち、ジェスチャー認識部409は、取得した距離画像から最も広い平面を抽出し、その位置と法線ベクトル(以降、書画台204の平面パラメータと呼ぶ)とを算出し、RAM303に保存する。

S602で、ジェスチャー認識部409は、S621~622に示す、書画台204上に存在する物体の3次元点群を取得する。

S621で、ジェスチャー認識部409は、距離画像取得部408から距離画像と3次元点群とを1フレーム取得する。

S622で、ジェスチャー認識部409は、書画台204の平面パラメータを用いて、取得した3次元点群から書画台204を含む平面にある点群を除去する。

【0025】

S603で、ジェスチャー認識部409は、S631~S634に示す、取得した3次元点群からユーザーの手の形状及び指先を検出する処理を行う。ここで、S603の処理について、図7に示す、指先検出処理の方法を模式的に表した図を用いて説明する。

S631で、ジェスチャー認識部409は、S602で取得した3次元点群から、書画台204を含む平面から所定の高さ以上にある、肌色の3次元点群を抽出することで、手の3次元点群を得る。図7(a)の701は、抽出した手の3次元点群を表している。

S632で、ジェスチャー認識部409は、抽出した手の3次元点群を、書画台204の平面に射影した2次元画像を生成して、その手の外形を検出する。図7(a)の702は、書画台204の平面に投射した3次元点群を表している。投射は、点群の各座標を、書画台204の平面パラメータを用いてされればよい。また、図7(b)に示すように、投射した3次元点群から、xy座標の値だけを取り出せば、z軸方向から見た2次元画像703として扱うことができる。このとき、ジェスチャー認識部409は、手の3次元点群の各点が、書画台204の平面に投射した2次元画像の各座標のどれに対応するかを、記憶しておくものとする。

【0026】

S633で、ジェスチャー認識部409は、検出した手の外形上の各点について、その点での外形の曲率を算出し、算出した曲率が所定値より小さい点を指先として検出する。図7(c)は、外形の曲率から指先を検出する方法を模式的に表したものである。704は、書画台204の平面に投射された2次元画像703の外形を表す点の一部を表している。ここで、704のような、外形を表す点のうち、隣り合う5個の点を含むように円を描くことを考える。円705、707が、その例である。この円を、全ての外形の点に対して順に描き、その直径(例えば706、708)が所定の値より小さい(曲率が小さい)ことを以て、指先とする。この例では隣り合う5個の点としたが、その数は限定されるものではない。また、ここでは曲率を用いたが、外形に対して楕円フィッティングを行うことで、指先を検出してよい。

10

20

30

40

50

S 6 3 4 で、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、検出した指先の個数及び各指先の座標を算出する。このとき、前述したように、書画台 2 0 4 に投射した 2 次元画像の各点と、手の 3 次元点群の各点との対応関係を記憶しているため、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、各指先の 3 次元座標を得ることができる。今回は、3 次元点群から 2 次元画像に投射した画像から指先を検出する方法を説明したが、指先検出の対象とする画像は、これに限定されるものではない。例えば、距離画像の背景差分や、R G B 画像の肌色領域から手の領域を抽出し、上述と同様の方法（外形の曲率計算等）で、手領域のうちの指先を検出してもよい。この場合、検出した指先の座標は R G B 画像や距離画像といった、2 次元画像上の座標であるため、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、その座標における距離画像の距離情報を用いて、直交座標系の 3 次元座標に変換する必要がある。このとき、指先点となる外形上の点ではなく、指先を検出するときに用いた、曲率円の中心を指先点としてもよい。

10

【 0 0 2 7 】

S 6 0 4 で、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、S 6 4 1 ~ S 6 4 6 に示す、検出した手の形状及び指先からのジェスチャー判定処理を行う。

S 6 4 1 で、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、S 6 0 3 で検出した指先が 1 つかどうか判定する。ジェスチャー認識部 4 0 9 は、指先が 1 つでなければ S 6 4 6 へ進み、ジェスチャーなしと判定する。ジェスチャー認識部 4 0 9 は、S 6 4 1 において検出した指先が 1 つであれば S 6 4 2 へ進み、検出した指先と書画台 2 0 4 を含む平面との距離を算出する。

S 6 5 1 で、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、書画台 2 0 4 上に立体物点群が存在するかどうか判定する。立体物点群は、手領域の 3 次元点群と同じく、直交座標系の座標情報を持った点群データである。立体物点群は、書画台平面上に置かれた物体の 3 次元点群データのことを意味する。図 7 (d) でいえば、7 0 9 の点々が立体物点群を表現している。立体物点群の取得処理は、図 8 の物体検知部 4 1 0 の処理で説明する。ジェスチャー認識部 4 0 9 は、S 6 5 1 で立体物点群が存在した場合は S 6 5 2 へ進み、存在しなかった場合は S 6 4 3 へ進む。

20

S 6 5 2 で、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、検出した指先と立体物点群との距離を算出する。この算出方法を、図 7 (d) の模式図を用いて説明する。ジェスチャー認識部 4 0 9 は、指先点 7 0 8 から立体物点群 7 0 9 の全ての点の座標までの距離を算出し、最も距離が短かった値を指先と立体物点群との距離とする。

30

S 6 5 3 で、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、S 6 5 2 で算出した距離が所定値以下であるか判定し、所定値以下であれば S 6 5 4 へ進んで立体物タッチジェスチャーありと判定する。一方、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、S 6 5 2 で算出した距離が所定値以下でなければ S 6 4 3 へ進む。

【 0 0 2 8 】

S 6 4 3 で、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、S 6 4 2 で算出した距離が所定値以下であるかどうかを判定し、所定値以下であれば S 6 4 4 へ進んで指先が書画台 2 0 4 へタッチした、タッチジェスチャーありと判定する。ジェスチャー認識部 4 0 9 は、S 6 4 3 において S 6 4 2 で算出した距離が所定値以下でなければ S 6 4 5 へ進み、指先が移動したジェスチャー（タッチはしていないが指先が書画台 2 0 4 上に存在するジェスチャー）と判定する。

40

S 6 0 5 で、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、判定したジェスチャーをメイン制御部 4 0 2 へ通知し、S 6 0 2 へ戻ってジェスチャー認識処理を繰り返す。

以上の処理により、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、距離画像に基づいてユーザーのジェスチャーを認識することができる。

【 0 0 2 9 】

（物体検知部の処理）

図 8 のフローチャートを用いて、物体検知部 4 1 0 の処理の説明を行う。

物体検知部 4 1 0 は、処理を開始すると、図 8 (a) の S 8 0 1 では S 8 1 1 ~ S 8 1 3 に示す初期化処理を行う。S 8 1 1 で、物体検知部 4 1 0 は、カメラ画像取得部 4 0 7

50

からカメラ画像を、距離画像取得部408から距離画像をそれぞれ1フレーム取得する。S812で、物体検知部410は、取得したカメラ画像を前フレームカメラ画像として保存する。S813で、物体検知部410は、取得したカメラ画像及び距離画像を書画台背景カメラ画像及び書画台背景距離画像としてそれぞれ保存する。以降、「書画台背景カメラ画像」及び「書画台背景距離画像」と記載した場合は、ここで取得したカメラ画像及び距離画像のことを指す。

S802で、物体検知部410は、物体が書画台204上に置かれたことの検知（物体載置検知処理）を行う。本処理の詳細は図8（b）を用いて後述する。

S803で、物体検知部410は、S802で載置を検知した書画台204上の物体が除去されることの検知（物体除去検知処理）を行う。本処理の詳細は図8（c）を用いて後述する。

10

【0030】

図8（b）は、S802の物体載置検知処理の詳細である。

物体検知部410は、物体載置検知処理を開始すると、S821でカメラ画像取得部407からカメラ画像を1フレーム取得する。

S822で、物体検知部410は、取得したカメラ画像と前フレームカメラ画像との差分を計算してその絶対値を合計した差分値を算出する。

S823で、物体検知部410は、算出した差分値が予め決めておいた所定値以上（閾値以上）かどうかを判定する。物体検知部410は、算出した差分値が所定値未満（閾値未満）であれば書画台204上には物体がないと判定し、S828へ進んで現フレームのカメラ画像を前フレームカメラ画像として保存してからS821へ戻って処理を続ける。物体検知部410は、S823において差分値が所定値以上であればS824へ進み、S821で取得したカメラ画像と前フレームカメラ画像との差分値を、S822と同様に算出する。

20

S825で、物体検知部410は、算出した差分値が予め決めておいた所定値以下であるかどうかを判定する。物体検知部410は、S825において算出した差分値が所定値よりも大きければ書画台204上の物体が動いていると判定し、S828へ進んで現フレームのカメラ画像を前フレームカメラ画像として保存してから、S821へ戻り処理を続ける。物体検知部410は、S825において算出した差分値が所定値以下であればS826へ進む。

30

S826で、物体検知部410は、S825が連続してYESとなった回数から、差分値が所定値以下、即ち書画台204上の物体が静止した状態が予め決めておいたフレーム数続いたかどうかを判定する。物体検知部410は、S826において書画台204上の物体が静止した状態が予め決めておいたフレーム数続いていないと判定したら、S828へ進んで現フレームのカメラ画像を前フレームカメラ画像として保存し、S821へ戻って処理を続ける。物体検知部410は、S826において書画台204上の物体が静止した状態が予め決めておいたフレーム数続いたと判定したら、S841の立体物3次元点群取得処理へ進む。

【0031】

S841で、物体検知部410は、書画台204上に立体物がある場合に立体物点群を算出し、RAM303に保存する。S841で、物体検知部410は、S851～S854に示す処理を実行する。

40

S851で、物体検知部410は、距離画像取得部408から現在の距離画像を1フレーム取得し、RAM303に保存する。

S852で、物体検知部410は、S851で取得した現在の距離画像とS813で取得した書画台背景距離画像との差分二値画像を生成し、書画台204上に置かれた立体物の領域として抽出する。

S853で、物体検知部410は、S852で抽出した立体物の領域を意味する差分領域の大きさ（差分値）が所定値以上かどうか判定する。物体検知部410は、差分値が所定値以上であった場合は立体物ありと判定してS854へ進み、所定値以上でなかった場

50

合は立体物なしと判定して立体物3次元点群取得処理を終了する。

S 8 5 4 で、物体検知部 4 1 0 は、S 8 5 1 で取得した現在の距離画像のうち、S 8 5 2 で抽出した立体物領域の距離画像を3次元点群に変換し、R A M 3 0 3 に保存する。

物体検知部 4 1 0 は、S 8 4 1 の立体物3次元点群取得処理を終え、S 8 2 7 へ進んで物体が置かれたことをメイン制御部 4 0 2 へ通知し、物体載置検知処理を終了する。

【 0 0 3 2 】

図 8 (c) は、S 8 0 3 の物体除去検知処理の詳細である。

物体検知部 4 1 0 は、物体除去検知処理を開始すると、S 8 3 1 ではカメラ画像取得部 4 0 7 からカメラ画像を1フレーム取得する。

S 8 3 2 で、物体検知部 4 1 0 は、取得したカメラ画像と書画台背景カメラ画像との差分値を算出する。

S 8 3 3 で、物体検知部 4 1 0 は、算出した差分値が予め決めておいた所定値以下かどうかを判定する。物体検知部 4 1 0 は、S 8 3 3 において算出した差分値が予め決めておいた所定値よりも大きければ書画台 2 0 4 上にまだ物体が存在するため、S 8 3 1 へ戻って処理を続ける。物体検知部 4 1 0 は、S 8 3 3 において算出した差分値が予め決めておいた所定値以下であれば書画台 2 0 4 上の物体がなくなったため、物体除去をメイン制御部 4 0 2 へ通知し、物体除去検知処理を終了する。

以上の処理により、物体検知部 4 1 0 は、カメラ画像に基づいて書画台 2 0 4 上の物体の載置及び除去を検知することができる。付言すると、物体検知部 4 1 0 は、前記物体が紙等の平面物の場合、距離画像からだけでは書画台 2 0 4 上の物体の載置及び除去を検知することができないが、上述したようにカメラ画像を用いることによって検知することができるようになる。

【 0 0 3 3 】

(平面原稿画像撮影部の説明)

図 9 のフローチャートを用いて、平面原稿画像撮影部 4 1 1 が実行する処理について説明する。図 1 0 は、平面原稿画像撮影部 4 1 1 の処理を説明するための模式図である。

平面原稿画像撮影部 4 1 1 は、処理を開始すると、S 9 0 1 ではカメラ画像取得部 4 0 7 を介してカメラ部 2 0 2 からの画像を1フレーム取得する。ここで、カメラ部 2 0 2 の座標系は図 2 (b) で示したように書画台 2 0 4 に正対していないため、このときの撮影画像は図 1 0 (a) に示すように対象物 1 0 0 1、書画台 2 0 4 とともに歪んでいる。

S 9 0 2 で、平面原稿画像撮影部 4 1 1 は、書画台背景カメラ画像と S 9 0 1 で取得したカメラ画像との画素毎の差分を算出し、差分画像を生成した上で、差分のある画素が黒、差分のない画素が白となるように二値化する。したがって、ここで平面原稿画像撮影部 4 1 1 が生成した差分画像は、図 1 0 (b) の領域 1 0 0 2 のように、対象物 1 0 0 1 の領域が黒色である(差分がある)画像となる。

S 9 0 3 で、平面原稿画像撮影部 4 1 1 は、領域 1 0 0 2 を用いて、図 1 0 (c) のように対象物 1 0 0 1 のみの画像を抽出する。

S 9 0 4 で、平面原稿画像撮影部 4 1 1 は、抽出した原稿領域画像に対して階調補正を行う。

【 0 0 3 4 】

S 9 0 5 で、平面原稿画像撮影部 4 1 1 は、抽出した原稿領域画像に対してカメラ座標系から書画台 2 0 4 への射影変換を行い、図 1 0 (d) のように書画台 2 0 4 の真上から見た画像 1 0 0 3 に変換する。ここで用いる射影変換パラメータは、ジェスチャー認識部 4 0 9 の処理において、前述した図 6 の S 6 0 1 で算出した平面パラメータとカメラ座標系とから求めることができる。なお、図 1 0 (d) に示したように、書画台 2 0 4 上への原稿の置き方により、ここで得られる画像 1 0 0 3 は傾いていることがある。

そこで、S 9 0 6 で、平面原稿画像撮影部 4 1 1 は、画像 1 0 0 3 を矩形近似してからその矩形が水平になるように回転し、図 1 0 (e) で示した画像 1 0 0 4 のように傾きのない画像を得る。平面原稿画像撮影部 4 1 1 は、図 1 0 (f) に示すように、基準ラインに対しての矩形の傾き 1 及び 2 を算出し、傾きが小さい方(ここでは 1)を画像 1

10

20

30

40

50

003の回転角度として決定する。また、平面原稿画像撮影部411は、図10(g)及び図10(h)に示すように、画像1003中に含まれる文字列に対してOCR処理を行い、文字列の傾きから画像1003の回転角度の算出及び天地判定処理をしてもよい。

S907で、平面原稿画像撮影部411は、抽出した画像1004に対して、予め決めておいた画像フォーマット(例えばJPG、TIFF、PDF等)に合わせて圧縮及びファイルフォーマット変換を行う。そして、平面原稿画像撮影部411は、データ管理部405を介してHDD305の所定の領域へファイルとして保存し、処理を終了する。

【0035】

(書籍画像撮影部の処理)

図11A、Bのフローチャートを用いて、書籍画像撮影部412が実行する処理について説明する。図12A、B、Cは、書籍画像撮影部412の処理を説明するための模式図である。

図11A(a)で、書籍画像撮影部412は、処理を開始すると、S1101ではカメラ画像取得部407、距離画像取得部408を用いて、カメラ部202からカメラ画像を、距離画像センサ部208から距離画像を、それぞれ1フレームずつ取得する。ここで得られるカメラ画像の例を図12A(a)に示す。図12A(a)では、書画台204と対象物体1211である撮影対象書籍とを含むカメラ画像1201が得られている。図12A(b)は、ここで得られた距離画像の例である。図12A(b)では、距離画像センサ部208に近いほど濃い色で表されており、対象物体1212上の各画素において距離画像センサ部208からの距離情報が含まれる距離画像1202が得られている。また、図12A(b)において、距離画像センサ部208からの距離が書画台204よりも遠い画素については白で表されており、対象物体1212の書画台204に接している部分(対象物体1212では右側のページ)も同じく白色となる。

【0036】

S1102で、書籍画像撮影部412は、S1111~S1116に示す、取得したカメラ画像と距離画像とから書画台204上に載置された書籍物体の3次元点群(立体情報)を算出する処理(立体情報取得処理)を行う。

S1111で、書籍画像撮影部412は、カメラ画像と書画台背景カメラ画像との画素毎の差分を算出して二値化を行い、図12A(c)のように物体領域1213が黒で示されるカメラ差分画像1203を生成する。

S1112で、書籍画像撮影部412は、カメラ差分画像1203を、カメラ座標系から距離画像センサ座標系への変換を行い、図12A(d)のように距離画像センサ部208から見た物体領域1214を含むカメラ差分画像1204を生成する。

S1113で、書籍画像撮影部412は、距離画像と書画台背景距離画像との画素毎の差分を算出して二値化を行い、図12A(e)のように物体領域1215が黒で示される距離差分画像1205を生成する。ここで、対象物体1211の書画台204と同じ色である部分については、画素値の差が小さくなるためカメラ差分画像1203中の物体領域1213に含まれなくなる場合がある。また、対象物体1212の書画台204と高さが変わらない部分については、距離画像センサ部208からの距離値が書画台204までの距離値と比べて差が小さいため、距離差分画像1205中の物体領域1215には含まれない場合がある。

【0037】

そこで、S1114で、書籍画像撮影部412は、カメラ差分画像1203と距離差分画像1205との和をとって図12A(f)に示す物体領域画像1206を生成し、物体領域1216を得る。ここで物体領域1216は書画台204と比べて色が異なるか又は高さが異なる領域となり、カメラ差分画像1203中の物体領域1213か距離差分画像1205中の物体領域1215の何れか片方のみを使った場合よりも、より正確に物体領域を表している。物体領域画像1206は距離画像センサ座標系であるため、S1115で、書籍画像撮影部412は、距離画像1202から物体領域画像1206中の物体領域1216のみを抽出することが可能である。

S 1 1 1 6 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、S 1 1 1 5 で抽出した距離画像を直交座標系に変換することにより図 1 2 A (g) に示した 3 次元点群 1 2 1 7 を生成する。この 3 次元点群 1 2 1 7 が書籍物体の 3 次元点群である。

S 1 1 0 3 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、取得したカメラ画像と、算出した 3 次元点群とから、書籍画像のゆがみ補正処理を行い、2 次元の書籍画像を生成する。S 1 1 0 3 の処理は、図 1 1 A (b) で詳しく説明する。

【 0 0 3 8 】

図 1 1 A (b) のフローチャートを用いて、S 1 1 0 3 の書籍画像ゆがみ補正処理について説明する。

書籍画像撮影部 4 1 2 は、書籍画像ゆがみ補正処理を開始すると、S 1 1 2 1 では物体領域画像 1 2 0 6 を距離センサ画像座標系からカメラ座標系に変換する。

S 1 1 2 2 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、カメラ画像 1 2 0 1 から物体領域画像 1 2 0 6 中の物体領域 1 2 1 6 をカメラ座標系に変換したものをを用いて物体領域を抽出する。

S 1 1 2 3 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、抽出した物体領域画像を書画台平面へ射影変換する。

S 1 1 2 4 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、射影変換した物体領域画像を矩形近似し、その矩形が水平になるように回転することによって、図 1 2 A (h) の書籍画像 1 2 0 8 を生成する。書籍画像 1 2 0 8 は近似矩形の片方の編が X 軸に平行となっているため、書籍画像撮影部 4 1 2 は、以降で書籍画像 1 2 0 8 に対して X 軸方向へのゆがみ補正処理を行う。

【 0 0 3 9 】

S 1 1 2 5 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、書籍画像 1 2 0 8 の最も左端の点を P とする (図 1 2 A (h) の点 P) 。

S 1 1 2 6 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、書籍物体の 3 次元点群 1 2 1 7 から点 P の高さ (図 1 2 A (h) の h 1) を取得する。

S 1 1 2 7 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、書籍画像 1 2 0 8 の点 P に対して X 軸方向に所定の距離 (図 1 2 A (h) の x 1) 離れた点を Q とする (図 1 2 A (h) の点 Q) 。

S 1 1 2 8 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、3 次元点群 1 2 1 7 から点 Q の高さ (図 1 2 A (h) の h 2) を取得する。

S 1 1 2 9 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、点 P と点 Q との書籍物体上での距離 (図 1 2 A (h) の l 1) を式 (4) によって、直線近似で算出する。

【 数 4 】

$$l1 = \sqrt{x1^2 + (h1 - h2)^2} \cdots \text{式 (4)}$$

S 1 1 3 0 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、算出した距離 l 1 で P Q 間の距離を補正し、図 1 2 A (h) における画像 1 2 1 9 上の点 P ' と点 Q ' との位置に画素をコピーする。

【 0 0 4 0 】

S 1 1 3 1 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、処理を行った点 Q を点 P とし、S 1 1 2 8 に戻って同じ処理を行うことによって図 1 2 A (h) の点 Q と点 R との間の補正を実行することができ、画像 1 2 1 9 上の点 Q ' と点 R ' との画素とする。書籍画像撮影部 4 1 2 は、この処理を全画素について繰り返すことにより、画像 1 2 1 9 はゆがみ補正後の画像となる。

S 1 1 3 2 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、ゆがみ補正処理を全ての点について終えたかどうかを判定し、終えていれば書籍物体のゆがみ補正処理を終了する。以上のようにして、書籍画像撮影部 4 1 2 は、S 1 1 0 2、S 1 1 0 3 の処理を行ってゆがみ補正を行った書籍画像を生成することができる。

書籍画像撮影部 4 1 2 は、ゆがみ補正を行った書籍画像の生成後、S 1 1 0 4 では生成した書籍画像に階調補正を行う。

S 1 1 0 5 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、生成した書籍画像に対して、予め決めておい

10

20

30

40

50

た画像フォーマット（例えばＪＰＥＧ、ＴＩＦＦ、ＰＤＦ等）に合わせて圧縮及びファイルフォーマット変換を行う。

Ｓ１１０６で、書籍画像撮影部４１２は、生成した画像データを、データ管理部４０５を介してＨＤＤ３０５の所定の領域へファイルとして保存する。

【００４１】

Ｓ１１４１で、書籍画像撮影部４１２は、生成した画像データを用いて、Ｓ１１０２で算出した書籍物体３次元点群と、ＨＤＤ３０５中の登録データベースに登録されているコンテンツ情報との対応付け処理を行う。コンテンツ情報については後述する。また、この処理の詳細については、図１１Ｂ（ｃ）を用いて後述する。

Ｓ１１４２で、書籍画像撮影部４１２は、書籍物体に対してプロジェクタ２０７を用いて投射するための画像（投射画像）を生成し、図１１Ａ（ａ）の処理を終了する。この処理の詳細については、図１１Ｂ（ｅ）を用いて後述する。なお、ここで生成される画像が書籍物体に投射されることによりハイライトされる。

次に、Ｓ１１４１で実行するコンテンツ対応付け処理について、図１１Ｂ（ｃ）のフローチャートを用いて説明する。まず前提として、ＨＤＤ３０５の登録データベースに、任意の書籍の画像データが登録されているものとする。登録されている書籍の画像データには、それぞれのページにコンテンツ情報（写真データ、音声データ、動画データ、テキストデータ、その他アプリケーション等、表示・再生・実行可能な任意のもの）が紐付けられている。なお、前記画像データの各ページに紐付けられているコンテンツ情報は、１つであってもよいし、複数であってもよい。また、コンテンツ情報が１つも紐付けられていないページがあってもよい。

【００４２】

図１８（ａ）に、書籍の画像データとコンテンツ情報とが紐付けて保存されている一例が模式的に示されている。例えば、図１８（ａ）の一行目では、書籍番号１の書籍の０ページ目の画像の座標（ x_{a1} , y_{a1} ）, (x_{a2} , y_{a2})を対角の頂点に持つ長方形の領域に対して、画像コンテンツ"/contents/A.jpg"が紐付けられている。このように、コンテンツ情報と、Ｓ１１０２で取得した書籍物体３次元点群の直交座標系での座標とを対応付けるのが、Ｓ１１４１でのコンテンツ対応付け処理である。

図１１Ｂ（ｃ）のＳ１１５１で、書籍画像撮影部４１２は、現在、書画台２０４上に上げられている書籍物体のページ、即ち、Ｓ１１０６で保存した画像が、前述した書籍画像の登録データベース中に存在するかどうか検索する。画像の検索方法としては、既知の方法を用いればよい。例えば、読み取る画像と登録データベースの画像との両方に二次元コードを埋め込み、一致するコードが埋め込まれている画像を探してもよい。また、画像特徴量を抽出し、最も特徴量が類似している画像を選び出してもよい。

Ｓ１１５２で、書籍画像撮影部４１２は、Ｓ１１５１の検索の結果、Ｓ１１０６で保存した画像が登録データベース中に存在した場合は、どの書籍のどのページかを特定したうえで、Ｓ１１５３へ進む。一方、書籍画像撮影部４１２は、Ｓ１１０６で保存した画像が登録データベース中に存在しなかった場合は、コンテンツ対応付け処理を終了する。

【００４３】

Ｓ１１５３で、書籍画像撮影部４１２は、特定したページのコンテンツ領域の数、座標を特定し、一時的にＲＡＭ３０３に保存する。図１８（ａ）で説明すると、例えば、書籍番号１のページ１が開かれていると特定された場合は、コンテンツ領域の数は２つである。書籍画像撮影部４１２は、そのそれぞれについて、コンテンツ領域の座標とコンテンツとの組み合わせ（１８０１及び１８０２）を保存する。

Ｓ１１５４で、書籍画像撮影部４１２は、書籍物体３次元点群を構成する各点の３次元座標のどこにコンテンツ情報とのリンクを持たせるか決定するために、書籍物体３次元点群の引き伸ばし処理を実行する。この処理は、曲面形状を有する書籍物体３次元点群を、３次元空間における物体表面としての各点の相対的関係を維持したまま、平面形状へと変形させる処理である。模式図で説明すれば、図１２Ａ（ｈ）で示されるように、書籍物体を横から見た形状である１２１８を１２１９に変形させることである。このとき、変形前

後で各点の対応を保持しておく。この処理の詳細は、図 1 1 B (d) を用いて後述する。

S 1 1 5 5 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、引き延ばされて平面形状にされた書籍物体 3 次元点群の座標 (2 次元平面での座標) と、登録データベース中の登録画像のコンテンツ領域座標とを比較する。そして、書籍画像撮影部 4 1 2 は、点群中のどの点がコンテンツ領域と対応するかを決定し、コンテンツと対応付けられた点群の座標データを、R A M 3 0 3 に保存する。このとき、後で説明するように、引き延ばされた点群全体のサイズは、登録データベース中の登録された画像のサイズに調整されている。引き延ばされた点群を構成する点それぞれについて、登録画像上のコンテンツ領域内にあるかどうかを判断すれば、引き延ばされた点群のうち、どの点にコンテンツへのリンクを持たせればよいかかわかる。引き伸ばし前と後とで、書籍物体 3 次元点群の対応はそれぞれとれているので、この時点で、引き伸ばし前の書籍物体 3 次元点群とコンテンツ領域との対応が取れたことになる。この状態を模式的に表しているのが、図 1 8 (b) である。コンテンツを有する直交座標には、書籍物体 3 次元点群を構成する点群のうち、コンテンツが対応付けられた点の直交座標が記録される。そのそれぞれの点について、コンテンツへのパスが紐付けられている。

10

【 0 0 4 4 】

S 1 1 5 6 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、S 1 1 5 5 でコンテンツ情報を対応付けられた 3 次元点群のうち、z 座標の値が所定値よりも小さいものを探す。これは、書籍物体が薄い形状を有している場合、立体物へのタッチ検出ではタッチが検出できないことがあるため、平面へのタッチ検出でタッチを検出すべき部分を探す処理である。これを図 1 2 C (q) の模式図で説明する。今、書籍物体 1 2 2 3 に対して、コンテンツ領域 1 2 2 4、1 2 2 5 が対応付けられているものとする。このときの様子を横から見た形状が 1 2 2 6 であり、横から見た際のコンテンツ領域を 1 2 2 7、1 2 2 8 で表している。このとき、1 2 3 1 の区間で示されるような、z 軸方向に所定以上の値を持っているものは立体物へのタッチ検出で指示可能であるが、書画台 2 0 4 に密着している部分、即ち、z 軸方向に所定以上の値を持っていない部分は立体物へのタッチ検出で指示することができない。ここで、例えば、1 2 3 3 の区間は、平面タッチの精度 (例えば 1 c m 程度) である。区間 1 2 3 3 より下に存在する、コンテンツと対応付けられた点群の区間 1 2 3 0、1 2 3 2 に関しては、平面に対するタッチ検出で指示を行えば、上記問題は解決できる。図 1 2 C (r) では、1 2 3 5、1 2 3 6 を合わせた領域が 1 2 2 4 を表しており、1 2 3 4 で表現される平面が、1 2 2 9 の線である。したがって、1 2 3 4 より上にある 1 2 3 5 に対しては立体物へのタッチ検出で指示可能であり、下にある 1 2 3 6 に対しては平面へのタッチ検出により指示可能である。S 1 1 5 6 という z 座標の値が所定値よりも小さい点とは、1 2 2 9 や 1 2 3 4 よりも z 座標が小さい点を言う。ここでは所定値の基準を平面タッチの精度としたが、適当な値をユーザーが設定できるようにしてもよい。

20

30

【 0 0 4 5 】

S 1 1 5 7 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、S 1 1 5 6 で探し出した点を囲む領域 (x y 平面内の領域) を平面タッチ検出用の領域として R A M 3 0 3 に保存し、コンテンツ対応付け処理を終了する。図 1 2 C (s) は、書籍物体 1 2 2 3 を含む書画台 2 0 4 の領域を真上から見た画像 (x y 平面) のうち、平面タッチ検出用の領域を模式的に表している。ここでは、1 2 3 9 が書籍物体 1 2 2 3 の領域であり、1 2 3 7、1 2 3 8 の領域が探し出された平面タッチの対象として保存されるコンテンツ領域である。1 2 4 0 は立体物タッチの領域であるので、保存されない。この領域の保存の方法を模式的に表したのが、図 1 8 (c) である。例えば、ここでは、書籍 1 のページ 1 が開かれているので、コンテンツを有する平面の領域を指す座標 (領域を表す矩形の対角の頂点座標) が、各コンテンツと紐付けられて保存される。S 1 1 5 5 でコンテンツに対応付けられた点群が保存され、S 1 1 5 7 でコンテンツに対応付けられた平面領域が保存されたので、立体物タッチ、平面タッチそれぞれでタッチ検出が可能となる。

40

【 0 0 4 6 】

次に、S 1 1 5 4 で実行する点群引き伸ばし処理について、図 1 1 B (d) を用いて説

50

明する。また、図12A(f)～図12B(p)は、引き延ばしを行う際の点群の扱いに対する模式図を表しており、適宜これも用いて説明する。3次元点群は、任意の視点に切り替えて画像表示することができる。例えば、図12A(g)の書籍物体3次元点群1217は、ユーザーからの視点の画像と考えることができる。

S1161で、書籍画像撮影部412は、書籍物体3次元点群の視点を直行座標系の+z軸方向に設定し、その2次元画像を一時的にRAM303に保存する。図12B(i)がこのときの2次元画像を表している。図12B(i)が示す画像は書画台を真上からみた画像になる。

S1162で、書籍画像撮影部412は、真上から見た画像の書画台領域1220内で、矩形領域の検出を行う。図12B(j)の1221が、S1162で書籍画像撮影部412により検出された矩形の領域を表す。

S1163で、書籍画像撮影部412は、検出した矩形1221の長辺の方向にx'軸を設定する。原点は、例えば、検出した矩形1221の頂点うち、直交座標系の原点に最も近い頂点にとればよい。また、書籍画像撮影部412は、x'軸と同じ原点で、z軸と平行になるz'軸を設定する。図12B(j)の1222が設定されたx'軸、z'軸を表す。検出された矩形1221と書籍物体3次元点群1217とだけを抜き出すと図12B(k)のようになる。

【0047】

S1164で、書籍画像撮影部412は、x'z'平面に対して、書籍物体3次元点群の全点を正射影する。図12B(l)が、書籍物体3次元点群Pmをx'z'平面に正射影する様子を表している。また、正射影された点群をQnとする。ここで、m,nは各点を識別するインデックスであり、0以上の整数とする。また、正射影の前後で、mとnとの間の対応関係はRAM303に保存されるものとする。更に、nはx'軸の値の小さい方の点から順にn=0,1,2・・・と振られているとする。図12B(m)の点々が、x'z'平面に正射影された点群Qnを表している。

S1165で、書籍画像撮影部412は、x'z'平面に正射影した点群の近似曲線を最小二乗法等既存の計算方法を用いて計算する。図12B(m)のLが正射影した点群Qnの近似曲線を表している。

S1166で、書籍画像撮影部412は、Qnの各点を、求めた近似曲線上に乗るようにz軸方向に移動する。図12B(n)が近似曲線L上にQnを移動する様子を表している。図12B(o)の白丸が移動後のQnを表しており、これをRnとする。

【0048】

S1167で、書籍画像撮影部412は、隣り合う全てのRn、即ち、RnとRn+1(n=0,1,2,・・・)とについて、x'座標間の距離を二点間の距離で置き換える。ここで、書籍画像撮影部412は、二点間の距離をlnとすると、x'n+1-x'nの値を、式(5)を用いて置き換える。

【数5】

$$l_n = \sqrt{(x'_{n+1} - x'_n)^2 + (z'_{n+1} - z'_n)^2} \cdots \text{式(5)}$$

図12B(p)が、Rn、xn、znの関係をそれぞれ表している。

S1168で、書籍画像撮影部412は、書籍物体3次元点群Pmのx'座標を、対応するRnのx'座標まで移動させる。この状態でPmを真上から見れば、Pmは引き延ばされた状態となる。

S1169で、書籍画像撮影部412は、S1162と同様にして、引き延ばされた書籍物体3次元点群に対して矩形領域の抽出を行う。

S1170で、書籍画像撮影部412は、登録データベースに登録されている書籍画像のサイズと同じサイズとなるように、抽出した矩形領域の変換処理を行って、点群引き伸ばし処理を終了する。

【 0 0 4 9 】

次に、S 1 1 4 2 で実行する書籍投射用画像作成処理について、図 1 1 B (e) のフローチャートを用いて説明する。また、図 1 2 C (t)、(u) は、保存画像を模式的に表した一例である。

S 1 1 7 1 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、書籍物体 3 次元点群に、コンテンツ情報が対応付けられているかどうか判定する。書籍画像撮影部 4 1 2 は、対応付けられていた場合は S 1 1 7 2 へ進み、対応付けられていなかった場合は書籍投射用画像作成処理を終了する。

S 1 1 7 2 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、コンテンツ領域に対応付けられた点群データを、直交座標系からプロジェクタ平面の座標系へと変換する。このときの変換行列は、図 2 の座標系の部分で説明したようにして求められているものとする。

S 1 1 7 3 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、プロジェクタ平面の座標系へと変換されたコンテンツ領域の画像に対し、輪郭を抽出し、ノイズ除去、エッジの平滑化等の処理を行う。

S 1 1 7 4 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、コンテンツ領域投射用のマスク画像（投射画像）を、各領域がどのコンテンツに対応しているのか関連付けた形で作成し、R A M 3 0 3 に保存する。そして、書籍画像撮影部 4 1 2 は、保存後書籍投射用画像作成処理を終了する。

【 0 0 5 0 】

（立体形状測定部の説明）

図 1 3 のフローチャートを用いて、立体形状測定部 4 1 3 が実行する処理について説明する。図 1 4 は、立体形状測定部 4 1 3 の処理を説明するための模式図である。

立体形状測定部 4 1 3 は、処理を開始すると、S 1 3 0 1 ではシリアル I / F 3 1 0 を介してターンテーブル 2 0 9 へ回転指示を行い、ターンテーブル 2 0 9 を所定の角度ずつ回転させる。ここでの回転角度は小さければ小さいほど最終的な測定精度は高くなるが、その分測定回数が多くなり時間がかかるため、装置として適切な回転角度を予め決めておけばよい。

S 1 3 0 2 で、立体形状測定部 4 1 3 は、書画台 2 0 4 内に設けられたターンテーブル 2 0 9 上の対象物に対して、カメラ部 2 0 2 とプロジェクタ 2 0 7 とを用いて 3 次元点群測定処理を行う。図 1 3 (b) のフローチャートは、S 1 3 0 2 で立体形状測定部 4 1 3 が実行する 3 次元点群測定処理のフローチャートである。

立体形状測定部 4 1 3 は、3 次元点群測定処理を開始すると、S 1 3 1 1 では図 1 4 (a) に示したターンテーブル 2 0 9 上の対象物 1 4 0 1 に対して、プロジェクタ 2 0 7 から 3 次元形状測定パターン 1 4 0 2 を投射する。

S 1 3 1 2 で、立体形状測定部 4 1 3 は、カメラ画像取得部 4 0 7 を介してカメラ部 2 0 2 からカメラ画像を 1 フレーム取得する。

【 0 0 5 1 】

S 1 3 1 3 で、立体形状測定部 4 1 3 は、3 次元形状測定パターン 1 4 0 2 と取得したカメラ画像との間での対応点を図 5 の S 5 0 4 と同様にして抽出する。

S 1 3 1 4 で、立体形状測定部 4 1 3 は、カメラ部 2 0 2 及びプロジェクタ 2 0 7 の位置関係から、カメラ画像上の各画素における距離を算出し、距離画像を生成する。ここでの測定方法は、距離画像取得部 4 0 8 の処理において、図 5 の S 5 0 5 で説明した測定方法と同じである。

S 1 3 1 5 で、立体形状測定部 4 1 3 は、距離画像の各画素について直交座標系への座標変換を行い、3 次元点群を算出する。

S 1 3 1 6 で、立体形状測定部 4 1 3 は、算出した 3 次元点群から書画台 2 0 4 の平面パラメータを用いて書画台平面に含まれる 3 次元点群を除去する。

S 1 3 1 7 で、立体形状測定部 4 1 3 は、残った 3 次元点群の中から位置が大きく外れている点をノイズとして除去し、対象物 1 4 0 1 の 3 次元点群 1 4 0 3 を生成する。ここで、位置が大きく外れている点とは、例えば予め定められた位置よりも外れている点であ

10

20

30

40

50

る。

1318で、立体形状測定部413は、プロジェクタ207から投射している3次元形状測定パターン1402を消灯する。

S1319で、立体形状測定部413は、カメラ画像取得部407を介してカメラ部202からカメラ画像を取得し、その角度から見たときのテクスチャ画像として保存し、3次元点群測定処理を終了する。

【0052】

立体形状測定部413が2回目以降にS1302の3次元点群測定処理を実行した際は、S1301でターンテーブル209を回転させて計測を行っている。そのため、図14(c)に示すようにターンテーブル209上の対象物1401、プロジェクタ207及びカメラ部202の角度が変わっている。そのため、立体形状測定部413は、図14(d)に示すように、S1302で得られた3次元点群1403とは異なる視点から見た3次元点群1404が得られる。つまり、3次元点群1403ではカメラ部202及びプロジェクタ207から死角となつて算出できなかった部分の3次元点群が、3次元点群1404では含まれることになる。逆に、3次元点群1404には含まれない3次元点群が、3次元点群1403に含まれている。そこで、立体形状測定部413は、異なる視点から見た2つの3次元点群1403と3次元点群1404とを重ね合わせる処理を行う。

S1303で、立体形状測定部413は、S1302で測定した3次元点群1404を、ターンテーブルが初期位置から回転した角度分逆回転することにより、3次元点群1403との位置を合わせた3次元点群1405を算出する。

【0053】

S1304で、立体形状測定部413は、S1303で算出された3次元点群と、既に合成された3次元点群との合成処理を行う。3次元点群の合成処理には、特徴点を用いたICP(Iterative Closest Point)アルゴリズムを用いる。ICPアルゴリズムで、立体形状測定部413は、合成対象の2つの3次元点群1403と3次元点群1404とから、それぞれコーナーとなる3次元特徴点を抽出する。そして、立体形状測定部413は、3次元点群1403の特徴点と3次元点群1404の特徴点との対応をとって、全ての対応点同士の距離を算出して加算する。立体形状測定部413は、3次元点群1404の位置を動かしながら対応点同士の距離の和が最小となる位置を繰り返し算出する。立体形状測定部413は、繰り返し回数が上限に達した場合や、対応点同士の距離の和が最小となる位置を算出すると、3次元点群1404を移動してから3次元点群1403と重ね合わせることににより、2つの3次元点群1403と3次元点群1404とを合成する。立体形状測定部413は、このようにして合成後の3次元点群1406を生成し、3次元点群合成処理を終了する。

立体形状測定部413は、S1304の3次元点群合成処理を終了するとS1305ではターンテーブル209が1周回転したかを判定する。立体形状測定部413は、まだターンテーブル209が1周回転していなければ、S1301へ戻ってターンテーブル209を更に回転してからS1302の処理を実行して別の角度の3次元点群を測定する。そして、立体形状測定部413は、S1303～S1304において既に合成した3次元点群1406と新たに測定した3次元点群との合成処理を行う。立体形状測定部413は、このようにS1301からS1305までの処理をターンテーブル209が1周するまで繰り返すことにより、対象物1401の全周3次元点群を生成することができる。

【0054】

S1305で、立体形状測定部413は、ターンテーブル209が1周したと判定するとS1306へ進み、生成した3次元点群から3次元モデルを生成する処理を行う。立体形状測定部413は、3次元モデル生成処理を開始すると、S1331では3次元点群からノイズ除去及び平滑化を行う。

S1332で、立体形状測定部413は、3次元点群から三角パッチを生成することで、メッシュ化を行う。

S1333で、立体形状測定部413は、メッシュ化によって得られた平面へS131

10

20

30

40

50

9で保存したテクスチャをマッピングする。立体形状測定部413は、以上によりテクスチャマッピングされた3次元モデルを生成することができる。

S1307で、立体形状測定部413は、テクスチャマッピング後のデータをVRMLやSTL等の標準的な3次元モデルデータフォーマットへ変換し、データ管理部405を介してHDD305上の所定の領域に格納し、処理を終了する。

【0055】

(メイン制御部の説明)

図15のフローチャートを用いて、メイン制御部402が実行するスキャン処理等について説明する。

図15において、メイン制御部402が処理を開始すると、S1501では書画台204にスキャンの対象物が載置されるのを待つ、物体載置待ち処理を行う。

S1501で、メイン制御部402は、対象物載置待ち処理を開始すると、S1511ではユーザーインターフェイス部403を介して、書画台204にプロジェクタ207によって図16(a)の画面を投射する。図16(a)の画面では、書画台204上に対象物を置くことをユーザーに促すメッセージ1601が投射されている。

S1512で、メイン制御部402は、物体検知部410の処理を起動する。物体検知部410は、図8のフローチャートで説明した処理の実行を開始する。

S1513で、メイン制御部402は、物体検知部410からの物体載置通知を待つ。物体検知部410が図8のS827の処理を実行して物体載置をメイン制御部402へ通知すると、メイン制御部402は、S1513において物体載置通知ありと判定し、物体載置待ち処理を終了する。

【0056】

S1501の物体載置待ち処理を終了すると、メイン制御部402は、続いてS1502のスキャン実行処理を行う。メイン制御部402は、S1502のスキャン実行処理を開始すると、S1531では、図16(b)に示したスキャン開始画面を、ユーザーインターフェイス部403を介して書画台204に投射する。図16(b)において、対象物1611がユーザーによって載置されたスキャン対象物体である。2Dスキャンボタン1612は、平面原稿の撮影指示を受け付けるボタンである。ブックスキャンボタン1613は、書籍原稿の撮影指示を受け付けるボタンである。3Dスキャンボタン1614は、立体形状の測定指示を受け付けるボタンである。スキャン開始ボタン1615は、選択したスキャンの実行開始指示を受け付けるボタンである。ユーザーインターフェイス部403は、前述したようにジェスチャー認識部409から通知されるタッチジェスチャーの座標とこれらのボタンを表示している座標とから、何れかのボタンがユーザーによって押下されたことを検知する。以降、ユーザーインターフェイス部403による検知の説明を省略して「ボタンへのタッチを検知する」と記載する。また、ユーザーインターフェイス部403は、2Dスキャンボタン1612、ブックスキャンボタン1613、3Dスキャンボタン1614のそれぞれを排他的に選択できるようにしている。メイン制御部402は、ユーザーの何れかのボタンへのタッチを検知すると、タッチされたボタンを選択状態とし、他のボタンの選択を解除する。

【0057】

S1532で、メイン制御部402は、スキャン開始ボタン1615へのタッチを検知するまで待つ。メイン制御部402は、S1532でスキャン開始ボタン1615へのタッチを検知したらS1533へ進み、2Dスキャンボタン1612が選択状態かどうかを判定する。

S1533で、メイン制御部402は、2Dスキャンボタン1612が選択状態であればS1534へ進んで平面原稿画像撮影部411の処理を実行して、スキャン実行処理を終了する。

メイン制御部402は、S1533で2Dスキャンボタン1612が選択状態でなければS1535へ進んでブックスキャンボタン1613が選択状態かどうかを判定する。メイン制御部402は、S1535でブックスキャンボタン1613が選択状態であればS

10

20

30

40

50

1 5 3 6へ進んで書籍画像撮影部4 1 2の処理を実行して、スキャン実行処理を終了する。

メイン制御部4 0 2は、S 1 5 3 5でブックスキャンボタン1 6 1 3が選択状態でなければS 1 5 3 7へ進んで3 Dスキャンボタン1 6 1 4が選択状態かどうかを判定する。メイン制御部4 0 2は、S 1 5 3 7で3 Dスキャンボタン1 6 1 4が選択状態であればS 1 5 3 8へ進んで立体形状測定部4 1 3の処理を実行して、スキャン実行処理を終了する。

メイン制御部4 0 2は、S 1 5 3 7で3 Dスキャンボタン1 6 1 4が選択状態でなければ2 Dスキャンボタン1 6 1 2、ブックスキャンボタン1 6 1 3、3 Dスキャンボタン1 6 1 4の何れも選択状態でないということである。そこで、メイン制御部4 0 2は、S 1 5 3 2へ戻り、何れかのボタンが選択状態になってからスキャン開始ボタン1 6 1 5へのタッチを検知するのを待つ。

【0 0 5 8】

S 1 5 0 2のスキャン実行処理を終了すると、メイン制御部4 0 2は、続いてS 1 5 4 1の処理の実行を処理部4 1 4に依頼する。処理部4 1 4は、スキャン実行処理によりスキャンされたデータを、スキャン実行処理に合わせて処理するモジュール。処理部4 1 4は、処理を実行する際に、ジェスチャー認識部4 0 9や物体検知部4 1 0で検知された情報も用いる。本実施形態では特に、処理部4 1 4は書籍物体のスキャンデータに対して処理を実行する。処理部4 1 4が実行する処理の詳細については後述する。

S 1 5 4 1の処理部4 1 4による処理が終了すると、メイン制御部4 0 2は、続いてS 1 5 0 3の物体除去待ち処理を行う。S 1 5 0 3の処理は、S 1 5 2 1、S 1 5 2 2の処理を含む。

メイン制御部4 0 2は、S 1 5 0 3の物体除去待ち処理を開始すると、S 1 5 2 1ではユーザーインターフェイス部4 0 3を介して図1 6 (c)に示したスキャン終了画面を表示する。図1 6 (c)のスキャン終了画面では、スキャンした原稿を除去する旨をユーザーに通知するメッセージ1 6 2 1が投射される。

S 1 5 2 2で、メイン制御部4 0 2は、物体検知部4 1 0からの物体除去通知を受信するのを待つ。ここで、物体除去通知は、物体検知部4 1 0が図8のS 8 3 4で通知するものである。メイン制御部4 0 2は、S 1 5 2 2で物体除去通知があると、物体除去待ち処理を終了する。

S 1 5 0 3の物体除去待ち処理を終了すると、S 1 5 0 4で、メイン制御部4 0 2は、S 1 5 0 3の物体除去待ち処理の実行中に、スキャン終了判定処理を行う。スキャン終了判定は、ネットワークI / F 3 0 6を介してホストコンピュータ1 0 2から送信されるスキャン終了命令や、LCDタッチパネル3 3 0から入力される終了命令、又はタイマー設定(図示なし)等により行われるものとする。メイン制御部4 0 2は、スキャン終了命令を受信した場合はスキャン処理を終了する。メイン制御部4 0 2は、スキャン処理を継続する場合にはS 1 5 0 1へ戻り、図1 6 (a)の初期画面を表示して書画台2 0 4への物体載置を待つ。このようにすることで、ユーザーが複数の原稿をスキャンしたい場合に、書画台2 0 4上の原稿を取り換えたことを検知することができ、複数の原稿のスキャンを連続して実行することができる。

【0 0 5 9】

以上のように、実施形態1では、ユーザーが平面原稿のスキャンを行うか、厚みのある書籍のスキャンを行うか、立体形状測定を行うかを選択することができる。なお、スキャンのモードが3種類全て必要ない場合、例えば、ユーザーの設定等により平面原稿のスキャンと厚みのある書籍のスキャンとの2種類を実行すればよい場合も考えられる。その場合、メイン制御部4 0 2は、ユーザーインターフェイス部4 0 3を介して実行する2つのスキャンを選択できるように表示すればよい。より具体的には、メイン制御部4 0 2は、ユーザーインターフェイス部4 0 3を介して図1 6 (b)において2 Dスキャンボタン1 6 1 2、ブックスキャンボタン1 6 1 3、スキャン開始ボタン1 6 1 5のみを投射する。これにより、2種類のスキャンのモードのうち何れかを選択するユーザー入力を受け付けることができる。また、スキャンのモードが1種類のみであればよい場合、例えば、ユー

10

20

30

40

50

ザーの設定等により平面原稿のスキャンのみ、又は、書籍のスキャンのみを実行すればよい場合も考えられる。その場合、メイン制御部402は、ユーザーインターフェイス部403を介して図16(b)においてスキャン開始ボタン1615のみを投射する。そして、メイン制御部402は、ユーザーのスキャン種類の選択を受け付けることなく、スキャン開始ボタン1615へのタッチを検知したときにスキャンを実行すればよい。また、このようにスキャンのモードが1種類のみである場合、メイン制御部402は、書画台204への物体の載置を検知したとき、図16(b)のようなスキャン操作画面を投射せず、すぐにスキャン処理部418を介してスキャンを実行してもよい。

【0060】

(処理部の処理の説明)

図17(a)のフローチャートを用いて、本実施形態の処理部414が実行する処理について説明する。

S1701で、処理部414は、現在のスキャンモードが書籍画像撮影処理のモードかどうかを確認する。処理部414は、S1701でYESだった場合は書籍処理モードとして、S1702へ進む。一方、処理部414は、S1701でNOだった場合は、その他のモードの処理を実行したうえで処理部の処理を終了する。その他のモードの処理に関しては、本実施形態とは直接関係ないため、ここでの説明を割愛する。

S1702で、処理部414は、書籍情報をRAM303から取得する。書籍情報とは、書籍画像撮影部412によるS1155の処理とS1157の処理とでRAM303に保存された、コンテンツ領域の情報(図18(b)、(c)のような座標とコンテンツとの対応データ)や、S1174の処理で格納された書籍投射用のマスク画像(投射画像)である。このマスク画像にも、コンテンツ情報が紐付いている。

S1703で、処理部414は、ユーザーインターフェイス部403に、取得した書籍投射用のマスク画像と、コンテンツ選択非選択の情報とを渡し、プロジェクタ207による画像の投射を依頼する。ユーザーインターフェイス部403は、マスクのそれぞれの領域のコンテンツの状態が選択状態か非選択状態かに応じてそれぞれの投射画像を作成し、表示部406を介してプロジェクタ207による画像の投射を実行する。その結果、図17(b)の領域1713、領域1714のように、コンテンツ情報を有する領域がハイライト表示される。

【0061】

S1704で、処理部414は、ジェスチャー認識部409から、立体物タッチ検知、又は平面タッチ検知の通知がないかどうかを確認する。処理部414は、どちらかの通知があった場合はS1705へ進み、なかった場合はS1708へ進む。

S1705で、処理部414は、タッチされた位置にコンテンツ情報があるかどうかを確認する。処理部414は、この確認をS1702で取得した書籍情報を用いて行う。処理部414が取得したコンテンツ情報には、図18(b)、(c)で示される、座標情報とコンテンツとが対応付いた情報が含まれる。ジェスチャー認識部409で立体物タッチジェスチャーが検出された場合、処理部414は、図18(b)の表で示されるような、直交座標系で表された3次元座標とコンテンツとの対応付けだけを確認すればよい。このとき、処理部414は、立体物タッチされた座標が、例えば図18(b)の表の中に存在するかどうかを確認すればよい。ジェスチャー認識部409で平面タッチジェスチャーが検出された場合、処理部414は、例えば図18(c)で示されるような表だけを確認すればよい。このとき、処理部414は、図18(c)で定義されたコンテンツを有する平面領域内に、平面タッチ座標が存在するかどうかを判定すればよい。処理部414は、コンテンツ情報があった場合はS1706へ進み、なかった場合はS1708へ進む。

【0062】

S1706で、処理部414は、S1703と同様にして、ユーザーインターフェイス部403に、書籍物体への画像の投射変更を依頼する。

S1707で、処理部414は、S1705において書籍情報(例えば図18(b)、(c)の表)から確認されたコンテンツを実行する。コンテンツ実行の表示は、プロジェ

10

20

30

40

50

クタ207による投射で行われてもよいし、別途設けられたディスプレイ上に表示されてもよい。また、処理部414は、本システムに接続された別のコンピュータ内のコンテンツを再生するようにしてもよい。

S1708で、処理部414は、ユーザーにより終了ボタンが押下されたかどうか、又は、物体検知部410から物体除去検知の通知がなかったかどうかを確認する。ここで終了ボタンは、図16に示す画面構成には図示していないが、アプリケーション実行中は常に所定位置に投射されて配置されるものとする。処理部414は、ユーザーがその領域へタッチしたことを検知すると、アプリケーション処理を終了して初期状態に戻る。処理部414は、上記終了ボタンの押下又は物体除去検知があった場合は図17(a)の処理を終了し、なかった場合はS1704へ戻って処理を繰り返す。

10

【0063】

以上の処理により、立体物である書籍物体のコンテンツに対応付いた領域をユーザーがタッチすることで、前記コンテンツを再生することが可能になる。より具体的には、カメラスキャナ101において、ユーザーが載置する物理的対象物を電子的データとのインターフェイスとすることでユーザーの操作性を向上させることができる。

【0064】

<実施形態2>

(本実施形態におけるアプリケーション処理の概要の説明)

実施形態1では、書画台上に置かれた書籍物体の所定領域にコンテンツ情報が対応付けられているときに、ユーザーが所定領域を指先でタッチすることで、コンテンツを再生するための方法を説明した。実施形態1の処理部414は、書籍物体の形状を点群データとして保持することで、そこへの立体物タッチ検出結果を用いてコンテンツ領域へのタッチを特定する。しかし、書籍物体に対する指先によるタッチが行われたことで、書籍物体が移動したり歪んだりする場合がある。書籍物体が移動したり歪んだりすると、最初に保存した書籍物体3次元点群と、最新の書籍の位置、形状が異なってしまうため、再度、ユーザーがコンテンツ領域へタッチしようとした際、処理部414によるタッチ検出が正しく行えないことがある。図19(b)は、書籍物体3次元点群と書籍物体自体の位置との対応がずれてしまったことを模式的に表す図である。1942が書籍物体3次元点群を表しており、1941はずれてしまった書籍物体自体を表している。本実施形態では、この問題を解決すべく、書籍物体の位置や形状が変化する可能性があるタッチ後に、書籍物体3次元点群を取得し直す制御を加える。これにより、例えば図17(b)で、ユーザーがコンテンツ領域1713をタッチすることで、あるコンテンツを再生した後、連続して1714をタッチし、別のコンテンツを再生するということが可能になる。以下、この方法について説明する。

20

30

【0065】

(処理部の処理の説明)

図19(a)は、本実施形態における処理部414の処理の一例を示すフローチャートである。この処理は、基本的には実施形態1で述べた処理部414の処理と同様の処理である。そのため、既出の処理については説明を割愛する。

処理部414は、S1702で書籍のコンテンツ情報を取得し、S1703でユーザーインターフェイス部403に書籍への投射を指示した後、S1901で立体物タッチの解除が検出されたかどうかを判定する。この方法は、後述するジェスチャー認識部409の処理で説明する。処理部414は、立体物タッチ解除が検出された場合は、S1902へ移行し、書籍情報の更新処理を実行する。なお、ここでいう立体物タッチ解除とは、ユーザーが立体物から手を離してタッチジェスチャーを終了したことを意味する。

40

S1902で、処理部414は、S802とS1912とを実行する。S802の処理は、図8で説明した、物体検知部410の物体載置検知処理である。処理部414は、物体検知部410を介して、この処理を再度このタイミングで行うことにより、手が書籍物体から離された直後の、立体物の3次元点群取得と、カメラ画像とを取得することができる。

50

S 1 9 1 2 で、処理部 4 1 4 は、書籍画像撮影部 4 1 2 を介して、図 1 1 A、B で説明した書籍画像撮影部 4 1 2 の処理を全て実行する。この処理により、処理部 4 1 4 は、書籍物体 3 次元点群取得と、コンテンツ情報との対応付けができ、タッチ直後の書籍情報を取得し直すことができる。

処理部 4 1 4 は、S 1 9 1 2 の処理を終了すると、S 1 7 0 2 へ戻って、再度、書籍情報を取得し直す。また、処理部 4 1 4 は、S 1 9 0 1 で立体物タッチ解除が検出されなかった場合は、S 1 7 0 4 へ移行する。

【 0 0 6 6 】

(ジェスチャー認識部の処理)

上述したように、本実施形態では、処理部 4 1 4 が物体検知部 4 1 0 を介して、タッチ後のタイミングで書籍物体 3 次元点群を取得し直すため、書籍物体から指が離され、書籍物体の形状が取得できる状態になったことを検知する必要がある。物体がタッチによって移動したり歪んだりした際、書籍物体 3 次元点群は元の場所にあるが、指が離される瞬間の物体自体は別の場所にある。そのため、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、書籍物体 3 次元点群から指先が遠のいたことだけで立体物からのタッチ解除を検知することはできない。しかし、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、立体物タッチ検知後に手が所定の高さより高い位置に移動した場合や、立体物タッチ検知後に手が所定領域から出たことを検知することで、立体物タッチ解除検知と判定することができる。ジェスチャー認識部 4 0 9 による立体物タッチ解除検知処理を、図 6 のフローチャートに追加する。図 2 0 A (a) が、書籍物体からの立体物タッチ解除を検知する処理を追加した、ジェスチャー認識部 4 0 9 のジェスチャー判定処理の一例を示すフローチャートである。ジェスチャー判定処理以外の処理は、実施形態 1 で説明した図 6 と変わらないので、既出の処理については説明を割愛する。

【 0 0 6 7 】

まず、図 2 0 A (a) の S 1 9 2 1 で、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、立体物タッチ解除が行われたかどうかの判定処理を行う。この処理の詳細は、図 2 0 A (c)、(d) を用いて後述する。

S 1 9 2 2 で、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、立体物タッチ解除判定があったかどうかを確認する。ジェスチャー認識部 4 0 9 は、立体物タッチ解除判定があった場合は S 1 9 2 3 へ進み、なかった場合は S 6 4 1 へ進む。

S 1 9 2 3 で、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、立体物タッチフラグを偽に設定する。立体物タッチフラグは立体物がタッチされた後であることを示すフラグで、デフォルトでは偽に設定されている。立体物タッチフラグは、後に説明する S 1 9 2 4 で真に設定される。

S 1 9 2 5 で、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、立体物タッチ解除ジェスチャーありと判定し、ジェスチャー判定処理を終了する。S 6 4 1 ~ S 6 4 6、S 6 5 1 ~ S 6 5 4 の処理は、図 6 を用いて上述したため、説明を割愛する。なお、S 6 5 3 の処理で立体物と点群との距離が所定値より小さいと判定された場合は、ジェスチャー認識部 4 0 9 が立体物タッチを検知した場合であり、この場合、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、S 1 9 2 4 へ進んで立体物タッチフラグを真に設定する。

【 0 0 6 8 】

次に、S 1 9 2 1 で実行される、立体物タッチ解除判定処理について、図 2 0 A (c)、(d) のフローチャートを用いて説明する。図 2 0 A (c) は、タッチ後、手が所定の高さ以上になったかどうか判定する処理の一例を示すフローチャートである。図 2 0 A (d) は、タッチ後、手が所定領域からなくなったかどうか判定する処理の一例を示すフローチャートである。ジェスチャー認識部 4 0 9 は、これらのどちらかの処理で立体物タッチ解除判定を行う。また、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、これらの両方の処理を実行し、どちらかに当てはまれば立体物タッチ解除としてもよいし、どちらも当てはまる場合のみ立体物タッチ解除としてもよい。

S 1 9 6 1 で、ジェスチャー認識部 4 0 9 は、立体物タッチフラグが真かどうかを確認

する。ジェスチャー認識部409は、真だった場合はS1962へ進み、偽だった場合は立体物タッチ解除判定処理を終了する。

S1962で、ジェスチャー認識部409は、立体物から手が離れたかどうか判定する。この処理の詳細については、図20A(b)のフローチャートを用いて説明する。

【0069】

S1931で、ジェスチャー認識部409は、手の高さが所定以上になったかどうかを判定する。手の高さの判定には、図6のS631で検出した手領域の点群、又はS634で検出した指先の座標を用いる。手領域の点群のうち、最も低い位置(z座標が小さい位置)にある3次元座標、又は指先座標が見ついている場合、指先座標が最も低い位置にある指先の3次元座標を手の最下点とする。図20B(f)の模式図で説明すれば、手領域の点群を用いた手の最下点から書画台204までの距離が1952である。また、指先点1944から書画台204までの距離が1945である。ジェスチャー認識部409は、これら手の最下点から書画台204までの距離が所定値以上かどうかを確認すればよい。ここでの所定値とは、ユーザーが予め設定した値でもよいし、図20B(f)の書画台204上に置かれている立体物1208(ここでは書籍物体)の一番上(z軸が最大)の点の高さ1946でもよい。ジェスチャー認識部409は、比較の結果、手の高さが所定値以上だった場合はS1932へ進み、手が立体物から離れているかどうかの状態を表す手離れ状態フラグを真に設定する。一方、ジェスチャー認識部409は、手の高さが所定値より低かった場合はS1933へ進み手離れ状態フラグを偽に設定する。

【0070】

S1934で、ジェスチャー認識部409は、直前の処理により、手離れ状態フラグが偽から真に変化したかどうか判定する。ジェスチャー認識部409は、判定の結果がYESの場合(変化したと判定した場合)はS1935へ進んで手が立体物から離れたと判定し、手離れ判定処理を終了する。一方、ジェスチャー認識部409は、結果がNOだった場合(変化していないと判定した場合)はそのまま手離れ判定処理を終了する。

ジェスチャー認識部409は、手離れ判定処理を終了すると、図20A(c)のS1963へ進む。S1963で、ジェスチャー認識部409は、手離れ判定がされたかどうかを確認する。ジェスチャー認識部409は、確認の結果がYESの場合(手離れ判定されたことを確認した場合)はS1964へ移行して立体物タッチが解除されたと判定し、立体物タッチ解除判定処理を終了する。一方、ジェスチャー認識部409は、確認の結果がNOの場合(手離れ判定されたことが確認されなかった場合)はそのまま立体物タッチ解除判定処理を終了する。

【0071】

次に、図20A(d)の立体物タッチ解除判定処理について説明する。図20A(c)の処理では、ジェスチャー認識部409が、手の高さが所定値より高いか否かを判定していたのに対して、この処理では、手の領域が所定領域からなくなったかどうかを判定して立体物タッチ解除の判定を行う。図20A(c)の処理も、言い換えれば高さ方向の所定範囲から手領域がなくなったかどうかを判定する処理であるが、図20A(d)の処理では、ジェスチャー認識部409が、高さ方向のみではない範囲を用いてタッチ解除の判定を行う。

S1961で、ジェスチャー認識部409は、図20A(c)のS1961と同様に立体物タッチフラグの真偽を確かめる。ジェスチャー認識部409は、立体物タッチフラグが真だった場合はS1971へ進み、偽だった場合は立体物タッチ解除判定処理を終了する。

S1971で、ジェスチャー認識部409は、手領域が所定領域から消失したかどうか判定する。この処理の詳細については、図20A(e)のフローチャートを用いて説明する。

【0072】

図20A(e)のS1981で、ジェスチャー認識部409は、所定領域に手が存在するかどうか判定する。この判定方法は、例えば、図20B(h)で模式的に表される。1

10

20

30

40

50

950の範囲は、書画台204上に広がる領域を表している。即ち、書画台204を底面とし、z軸方向に並行に伸びる空間領域である。直行座標系で見れば、ジェスチャー認識部409は、手領域の点群1943が1950の範囲内にあるかどうか判定する。また、ジェスチャー認識部409は、手領域の点群を使わずに、指先が1950の範囲内にあるかどうかを判定してもよい。別の方法として図20B(g)に模式的に表す方法がある。1948、1953の点線で囲まれた領域は、カメラ部202の画角を示している。ジェスチャー認識部409は、この空間領域内に手領域の点群1943があるかどうかを調べればよい。画角の空間領域1948、1953は、カメラの外部パラメータから求めることができる。また単純に、カメラの位置を頂点に、書画台204の平面を底面とした錐の内部空間に対する内外判定でもよい。また、手領域の点群の内外判定だけでなく、指先点1944の内外判定でもよい。内外判定の方法としては、指先点1944から書画台204に垂直におろした距離1945と、その位置での画角1953の書画台204からの高さ1949とを比較することで判定することができる。また、手領域の最下点から書画台に垂直におろした距離1952を用いても、同様の判定処理が可能である。所定領域内に手領域があるかどうかを判定する方法はこれらの方法に限られたものではなく、他の方法を用いてもよい。ジェスチャー認識部409は、これらの判定の何れか、又は複数の組み合わせをS1981で実行し、所定領域に手の領域があると判定した場合はS1982に進み手領域あり状態の判定をし、ないと判定した場合はS1983へ進み手領域なし状態の判定をする。

【0073】

S1984で、ジェスチャー認識部409は、直前の状態の判定で、手領域あり状態からなし状態へ変化したかどうか判定する。ジェスチャー認識部409は、判定の結果がYESだった場合(変化したと判定した場合)はS1985へ移行し、手領域が所定領域から消失したという判定を下し、手領域消失判定処理を終了する。一方、ジェスチャー認識部409は、判定の結果がNOだった場合(変化していないと判定した場合)は、そのまま手領域消失判定処理を終了する。ジェスチャー認識部409は、手領域消失判定処理を終了すると、図20A(d)のS1972へ進む。

S1972で、ジェスチャー認識部409は、手領域消失判定が下されたかどうかを判定する。ジェスチャー認識部409は、判定の結果がYESの場合(手領域消失判定が下されたと判定した場合)は、図20A(c)と同様のS1964へ進み、立体物タッチ解除判定を下して立体物タッチ解除判定処理を終了する。一方、ジェスチャー認識部409は、判定の結果がNOだった場合(手領域消失判定が下されなかったと判定した場合)は、そのまま、立体物タッチ解除判定処理を終了する。

ここでは、ジェスチャー認識部409が、空間座標での手領域が所定領域から出たかどうかを判定したが、物体検知部410のカメラ画像のみを用いて判定してもよい。即ち、ジェスチャー認識部409は、カメラ画像の肌色領域から手領域を抽出しておき、その手領域がカメラ画像からフレームアウトしたかどうかを判定するだけでも、手が所定領域からなくなったかどうかを判定することができる。

【0074】

以上の処理により、書籍物体へのタッチ後に書籍物体が移動したり歪んだりした場合でも、もう一度書籍物体のコンテンツ領域へのタッチを検出することができる。これにより、ユーザーの操作性を向上させることができる。

【0075】

<実施形態3>

(本実施例におけるアプリケーション処理の概要の説明)

実施形態2では、コンテンツ再生のためにユーザーが書籍物体に対するタッチ操作を行った際、書籍物体が移動したり変形したりしても、次のタッチを検出可能とするための方法を説明した。しかし書籍物体の移動や変形の度合いが大きく、そのままではコンテンツ領域との対応付けができなくなることも考えられる。本実施形態では、このような場合に、コンテンツ領域との対応付けに適した位置に書籍物体を置き直させるため、エラー表示

10

20

30

40

50

をユーザーに提示する方法を説明する。図 2 1 A (b) では、書籍物体 2 0 6 1 が書画台 2 0 4 からはみ出した場合に、書籍物体を置き直させる旨のエラー表示 2 0 6 2 がプロジェクタ 2 0 7 からの投射で提示されている。図 2 1 A (c) は、書籍物体 2 0 6 1 の形状が大きく変形している等の理由により、書籍画像撮影部 4 1 2 が書籍物体のページを認識できない場合に、エラー表示 2 0 6 3 がプロジェクタ 2 0 7 から投射されている様子を示している。また、ユーザーのタッチにより物体が移動したり歪んだりした場合、移動や歪みの原因となったユーザーによる書籍物体のコンテンツ領域へのタッチ自体は成立していることもある。そのような場合は、図 2 1 A (d) に示すように、処理部 4 1 4 が領域 2 0 6 5 にコンテンツの再生を行いつつ、次のタッチ検出を可能にするための置き直しを促すエラー表示 2 0 6 4 を表示するようにしてもよい。これらの実現方法について以下に説明する。

10

【 0 0 7 6 】

< 処理部による処理の説明 >

本実施形態における処理部 4 1 4 の処理は、図 2 1 A (a) のフローチャートに示される。この処理は、図 1 9 (a) で示した実施形態 2 における処理部 4 1 4 の処理のフローチャートに S 2 0 0 1 のエラー処理を追加したものである。そのため、既出の処理については説明を割愛する。

S 2 0 0 1 に示されたエラー処理で、処理部 4 1 4 は、エラーがあるかどうかの判定をし、エラーがあった場合は、エラー表示をする処理と、置き直しを待つ処理とを実行する。この処理の詳細については、図 2 1 B を用いて後述する。エラー処理を行うタイミングは、S 1 7 0 1 の後と、S 1 9 0 2 の後との 2 回である。より具体的に説明すると、ひとつは、処理部 4 1 4 が S 1 7 0 1 で書籍処理のモードと判定した直後に S 2 0 0 1 を行う。もうひとつは、処理部 4 1 4 が S 1 9 0 1 で立体物タッチ解除ジェスチャーが実行されたと判定し、S 1 9 0 2 の書籍情報更新処理を終了した後である。処理部 4 1 4 は、S 1 9 0 2 で更新した情報を用いて、書籍の載置状態が、エラー状態ではないかどうかの判定を行う。処理部 4 1 4 は、エラー状態と判定した場合は置き直しを待ち、置き直されたら再び書籍状態の更新を行うので、S 2 0 0 1 の処理後にはエラーのない状態となっている。

20

ここで、処理部 4 1 4 が、S 1 7 0 4、S 1 7 0 5 でコンテンツ領域へのタッチを検知し、S 1 7 0 7 でコンテンツを再生した後を考える。処理部 4 1 4 は、S 1 7 0 8 で終了ボタンへのタッチや書籍の除去を検知しなければ、再び S 1 9 0 1 へ戻って処理を繰り返す。このとき、処理部 4 1 4 は、コンテンツを既に再生しているが、エラーがある場合はコンテンツの再生と同時にエラー表示をすることも可能である。これにより、ユーザーは、コンテンツを確認しながらもエラー表示を確認することができるため、操作性が向上する。

30

【 0 0 7 7 】

次に、S 2 0 0 1 で実行されるエラー処理について、図 2 1 B のフローチャートを用いて説明する。

S 2 0 1 1 で、処理部 4 1 4 は、現在の書画台 2 0 4 上の状態にエラーがあるかどうかを判定する。判定されるエラーは、登録データベースの書籍画像中のどのページが開かれているかというページ画像の認識ができなかったことを表すページ認識エラーと、書籍物体が所定領域外にはみ出していることを表す領域外エラーとがある。それ以外はエラーなしと判定される。このエラー判定処理に関して、S 2 0 2 1 以降の処理で詳述する。

40

S 2 0 2 1 で、処理部 4 1 4 は、物体検知部 4 1 0 に対して、立体物が所定領域の内側にあるかどうかを判定するよう要請する。この処理の詳細については、図 2 1 C の物体検知部領域内外判定処理のフローチャートを用いて後述する。

図 2 1 C の S 8 4 1 の処理は、図 8 (b) で説明した立体物 3 次元点群取得処理である。この処理により、物体検知部 4 1 0 は、現在の書画台 2 0 4 上にある立体物 3 次元点群を取得することができる。

【 0 0 7 8 】

50

次に、S 2 0 4 1 で、物体検知部 4 1 0 は、直前で取得した立体物 3 次元点群が所定領域の外に出ているかどうか判定する。この判定は、図 2 0 B (h)、(g) で説明したような方法、即ち、手領域の点群が所定領域内にあるかどうかを判定する方法と同じような方法で判定することができる。ここで、物体検知部 4 1 0 は、立体物 3 次元点群が一部でも所定領域の外に出ている場合は、所定領域外にあるものと判定してもよい。また、物体検知部 4 1 0 は、取得した 3 次元点群の何パーセントが所定領域の外にあるかで、所定領域の内外判定をしてもよい。ここでの所定領域は、読み取り領域 2 0 5 を底面とするその上の空間が適切であるが、書画台 2 0 4 上の空間や、その他、ユーザーが定義した空間でもよい。物体検知部 4 1 0 は、S 2 0 4 1 の判定の結果が Y E S だった場合（所定領域外に出ていると判定した場合）は S 2 0 4 2 へ進み、N O だった場合（所定領域外に出ていないと判定した場合）は S 2 0 4 4 へ進む。

10

S 2 0 4 2 で、物体検知部 4 1 0 は、所定領域から出ている 3 次元点群の塊が、手領域を含むかどうか判定する。物体検知部 4 1 0 は、手領域を含むかどうかの判定を、その 3 次元点群が肌色の情報を持っているかどうかで判定すればよい。肌色の情報を持った 3 次元点群が所定値以上固まって存在する点群は手領域と判定でき、それにつながった別の色の点群は腕の領域か、手に持たれたものの領域と判定できる。複数の 3 次元点群の塊が検出された場合でも、その少なくともひとつに肌色点群が含まれていれば、S 2 0 4 2 で、物体検知部 4 1 0 は、手が含まれていると判定する。物体検知部 4 1 0 は、S 2 0 4 2 の判定の結果が、Y E S だった場合（手領域を含まないと判定した場合）は S 2 0 4 3 へ進み、N O だった場合（手領域を含むと判定した場合）は S 2 0 4 4 へ進む。

20

【 0 0 7 9 】

S 2 0 4 3 で、物体検知部 4 1 0 は、領域外と判定をして物体検知部領域内外判定処理を終了する。S 2 0 4 4 で、物体検知部 4 1 0 は、領域内と判定して同処理を終了する。物体検知部 4 1 0 は、物体検知部領域内外判定処理を終了すると、図 2 1 B の S 2 0 2 2 へ進む。

S 2 0 2 2 で、処理部 4 1 4 は、直前の処理で、領域内判定されたか領域外判定されたかを確認する。処理部 4 1 4 は、領域内判定だった場合は S 2 0 2 3 へ進む。一方、処理部 4 1 4 は、領域外判定だった場合は S 2 0 2 7 へ進み、領域外エラーの判定を下してエラー判定処理を終了する。

S 2 0 2 3 で、処理部 4 1 4 は、S 2 0 5 1 ~ S 2 0 5 3 に示す、ページ認識できたかどうか判定する処理を実行する。

30

S 2 0 5 1 で、処理部 4 1 4 は、R A M 3 0 3 に格納されている書籍情報を確認し、ページ特定ができているかどうか確認する。処理部 4 1 4 は、ここでページ特定ができていた場合は S 2 0 5 2 でページ認識成功判定を下す。一方、処理部 4 1 4 は、ページ特定ができていなかった場合は S 2 0 5 3 でページ認識失敗判定を下す。処理部 4 1 4 は、それぞれの判定を下した後、ページ認識判定処理を終了し、図 2 1 B の S 2 0 2 4 へ進む。

【 0 0 8 0 】

S 2 0 2 4 で、処理部 4 1 4 は、ページ認識に成功したかどうか判定する。処理部 4 1 4 は、判定の結果が成功だった場合は S 2 0 2 5 でエラーなし判定を下し、エラー判定処理を終了する。一方、処理部 4 1 4 は、判定の結果が失敗だった場合は S 2 0 2 6 でページ認識エラーの判定を下し、エラー判定処理を終了する。

40

このフローチャートでは、処理部 4 1 4 が、領域外エラーとページ認識エラーとの二種類のエラーを判定したが、その他のエラー判定処理があってもよい。例えば、処理部 4 1 4 は、書籍物体 3 次元点群の底面積に対する高さの比を計算し、その値が所定値以上なら、歪み過ぎてしていると判定するエラー判定処理があってもよい。

S 2 0 1 2 で、処理部 4 1 4 は、直前の処理でエラー判定があったかどうかを確認する。処理部 4 1 4 は、エラー判定があった場合は S 2 0 1 3 へ進み、なかった場合は S 2 0 1 6 へ進む。

S 2 0 1 3 で、処理部 4 1 4 は、S 2 0 1 1 で判定されたエラーの種類に応じた投射用画像を作成する。そして、処理部 4 1 4 は、ユーザーインターフェイス部 4 0 3 に対して

50

、プロジェクタ207を用いて、作成した画像を投射するよう指示を行う。ユーザーインターフェイス部403は、指示を受けると、所定の位置にエラー表示を投射する。

【0081】

S2014で、処理部414は、S2031～S2032に示す、ユーザーにより書籍物体が置き直しされるのを待つ処理を行う。置き直しの検知には、物体検知部410による物体除去検知処理と物体載置検知処理とが行われる。

まず、S2031で、物体検知部410は、上述の物体除去検知処理による、物体除去検知の通知があるまで待つ。物体検知部410は、物体除去検知の通知を受け取ると、S2032へ進む。

S2032で、物体検知部410は、上述の物体載置検知処理による、物体載置の通知があるまで待つ。物体検知部410は、物体載置の通知を受け取った場合は、物体除去の後に物体が載置された、即ち、置き直しされたということになるので、置き直し検知処理を終了する。物体検知部410は、置き直し検知処理を終了すると、図21BのS1902へ進む。S1902の処理は、図19で説明した書籍情報更新処理であるため、既出の処理の説明を割愛する。この処理により、処理部414は、書籍の形状やコンテンツ情報を取得しなおすことができる。処理部414は、S1902の処理を終了すると、S2011に戻って再びエラー検知を行う。

処理部414は、S2012でエラー判定がないと判定した場合はS2016へ進む。S2016で、処理部414は、既にエラー表示がされている場合は、ユーザーインターフェイス部403に対して、エラー表示を消すよう指示する。処理部414は、この処理の後、エラー処理を終了する。

【0082】

以上の処理により、書籍物体の移動や変形の度合いに応じてエラー表示を行い、ユーザーに書籍物体の置き直しを促すことが可能になる。これにより、ユーザーの操作性を向上させることができる。

【0083】

<実施形態4>

(本実施形態で実行するアプリケーション処理の概要の説明)

実施形態3では、ユーザーが書籍物体にタッチした後、書籍物体が大きく移動したり、変形したりしてしまい、書籍物体の認識をしづらくなってしまった場合に、エラー表示を提示して、ユーザーによる置き直しを検知する方法を説明した。また、実施形態3では、仮に書籍物体が大きく移動して領域外に出てしまっても、ユーザーによるコンテンツ領域へのタッチが成立していれば、エラー表示と同時にコンテンツも再生させる方法をとった。しかし、この方法では、コンテンツの再生領域やエラー表示の領域が充分に取れないという状況も考えられる。また、それらを混在させたくないという場合もある。本実施形態では、これらの場合を考慮するため、立体物へのタッチが検出されたタイミングではなく、立体物へのタッチ解除が検出されたタイミングでコンテンツを再生する方法について説明する。タッチが検出されたタイミングで、書籍物体が大きく移動したり、変形したりしてしまった場合は、処理部414が、ユーザーインターフェイス部403を介して、ユーザーに対して置き直しを促すエラー表示を行う。模式図で示せば、例えば図22A(b)の状態である。処理部414は、ユーザーによるタッチが成立していた場合は、コンテンツを記憶しておく。そして、処理部414は、ユーザーによる置き直しが検知された時点で、タッチにより成立していたコンテンツの再生を実行する。模式図で示せば、例えば図22A(c)の状態である。領域2143が、コンテンツが再生されている領域である。このような処理を実現するための方法について、以下に説明する。

【0084】

(処理部による処理の説明)

図22A(a)は、本実施形態で、処理部414が実行する処理の一例を示すフローチャートである。このフローチャートは、実施形態3で説明した図21A(a)のフローチャートを、上記のアプリケーション処理が実行されるように変更したものである。そのた

め、既出の処理に関しては説明を割愛する。

図22A(a)のフローチャートは、図21A(a)のフローチャートとは違い、立体物タッチ解除後に、一回目のエラー処理とは処理が異なるエラー処理を行う。また、S1702、S1703の処理をそれぞれのエラー処理の後で行う。更に、コンテンツ再生のタイミングが異なる。まず、書籍物体にユーザーがタッチし、S1704とS1705との判定結果がYESだったとしても、処理部414は、すぐにコンテンツの再生を行わず、S2103に示すように、タッチにより指示されたコンテンツがどれであることを示す情報を一時的にRAM303に記憶する。

処理部414は、S1708を経由してS1901に戻った後、立体物タッチ解除が検出されなければ、S2104へ進む。

S2104で、処理部414は、コンテンツを記憶しているかどうかを確認する。処理部414は、コンテンツの記憶がない場合はS1704へ進む。その処理の先にはS2103があり、処理部414は、コンテンツ領域へのタッチを検出した場合はコンテンツを記憶する。処理部414は、S2104でコンテンツの記憶があった場合は、新たにコンテンツを記憶することなく、S1708へ進んで処理を繰り返す。

S1901で立体物タッチ解除が検出されたとき、処理部414は、S1902を経由してS2101を実行する。S2101で、処理部414は、立体物タッチ解除後のエラー処理を実行する。

【0085】

図22Bは、立体物タッチ解除後のエラー処理の一例を示すフローチャートである。この処理は、実施形態3で説明したS2001のエラー処理の詳細を示す図21Bのフローチャートにおけるエラー判定処理と置き直し待ち処理とが一部異なる。それ以外の処理は、実施形態3のエラー処理と同様の処理であるため、既出の処理についての説明を割愛する。

まず、S2252の置き直し待ち処理について説明する。本実施形態の置き直し待ち処理は実施形態3の置き直し待ち処理とは異なり、処理部414は、S2131で置き直し検知したことをRAM303に一時的に記憶する。

次に、S2251のエラー判定処理について説明する。本実施形態のエラー判定処理が実施形態3のエラー判定処理と異なるのは、まず、物体検知部410がS2121で置き直し検知済みかどうかを確認する点である。物体検知部410は、既に置き直しが検知されていた場合、即ち、図22Bのエラー処理のループの2順目のエラー判定処理だった場合は、S2122へ進む。一方、物体検知部410は、置き直し検知済みではない場合、即ち、上記ループの一回目のエラー判定処理だった場合は、S2021へ進む。S2021以降の処理は、実施形態3におけるS2011の処理と同様の処理であるので、説明を割愛する。

【0086】

S2122の処理は、物体検知部410により既に一度置き直し検知がされていた場合に実行される処理である。この場合、物体検知部410は、意図的にユーザーがそういう置き方をしたものと判定する目的で、エラーなしと判定し、エラー判定処理を終了する。

図22A(a)の説明に戻り、処理部414は、S2001のエラー処理を終了すると、S1702、S1703等を経由して、S2102へ進む。S2102の処理は、処理部414が記憶したコンテンツの再生を行う処理である。S2102の処理は、S2111、S1706、S1707、S2114の処理を含む。

まず、S2111で、処理部414は、コンテンツの記憶があるかどうか確認する。処理部414は、コンテンツの記憶があった場合はS1706へ進む。S1706の処理は、上述したように投射画像を変更する処理である。

次に、S1707で、処理部414は、コンテンツを再生する。S1707の処理についても上述した通りである。

S2114で、処理部414は、一時的にRAM303に記憶したコンテンツの記憶を削除する。処理部414は、これらの処理の後、コンテンツ再生処理を終了する。

10

20

30

40

50

【0087】

以上の処理により、立体物タッチ解除が検出されたタイミングで初めてコンテンツが再生可能になる。また、エラー状態になった場合でもコンテンツを記憶しているため、置き直しを検知したタイミングでコンテンツを再生することが可能になる。これにより、ユーザーの操作性を向上させることができる。

【0088】

<実施形態5>

(本実施形態で実行するアプリケーション処理の概要の説明)

ここまでの実施形態の書籍画像撮影部412は、必ず書籍物体3次元点群を利用して、本の曲面を引き伸ばし、コンテンツとの対応付けを行っていた。しかし、この処理を処理能力の低いプロセッサで実行すると、パフォーマンスが充分に出ず、処理速度が遅くなることも考えられる。そこで本実施形態の書籍画像撮影部412は、書籍物体の曲面の歪み具合が所定より小さい場合は、曲面を引き延ばすことによるコンテンツとの対応付けを実行せず、平面画像処理のみで画像の補正を行い、コンテンツと対応付けを行う。書籍物体の曲面の歪み具合が小さい場合は、平面画像処理のみの補正で充分の精度が出る場合がある。この場合は、書籍物体の形状を平面で近似するという意味である。これにより、曲面を引き延ばす処理を省略でき、処理能力を稼ぐことが可能となる。

【0089】

(書籍画像撮影部の処理の説明)

図23A、Cのフローチャートと、図23Bの模式図を用いて、本実施形態における書籍画像撮影部412の処理を説明する。

図23AのS1102の処理は、図11A(a)で説明した処理と同じ処理である。ここでは、書籍画像撮影部412は、書籍物体3次元点群を取得する。

S2201で、書籍画像撮影部412は、取得した書籍物体3次元点群を利用して、書籍物体の歪み具合を計算する。図23Bは、書籍物体を-y方向から(横から)見た図である。また、図23Bは、書画台204上に書籍物体2241が載置されている様子を表している。ここでは、書籍物体3次元点群が取得できているので、書籍物体の高さ2243(z軸方向に点群が存在する範囲)がわかる。また、書籍物体の幅2242(x軸方向に点群が存在する範囲)がわかる。書籍画像撮影部412は、このzとxとの比 z/x を計算し、この値を歪み具合(歪み値)と定義することができる。また、+z方向からの画像に視点を変換すれば、書籍画像撮影部412は、上から見た書籍物体の面積を求めることが可能である。ここで、書籍画像撮影部412は、 $z/(書籍物体の面積)$ を歪み具合と定義してもよい。

【0090】

S2202で、書籍画像撮影部412は、S2201で求めた歪み具合と、予め決めて置いた歪み具合とを比較する。予め決めておく歪み具合は、カメラ部202の外部パラメータにも依存する。カメラ部202の画角により、本の歪みを引き延ばす補正が必要な歪み具合が変わってくる。したがって、所定の歪み具合は、カメラ部202のキャリブレーション結果等を用いて、コンテンツとの対応付けができる範囲で、ユーザーにより設定されるものとする。書籍画像撮影部412は、S2202で所定値より歪んでいた場合はS1103へ進み、所定値より歪んでいなかった場合はS2203へ進む。

S1103~S1142の処理は、図11A(a)での処理と同じ、歪み補正を用いたコンテンツ対応付けの処理である。

S2203で、書籍画像撮影部412は、書籍物体のカメラ画像を用いて、平面補正処理のみで書籍物体の画像を生成する。この処理の詳細は、図23C(a)のフローチャートを用いて説明する。図23C(a)のS1122は、図11Aでも説明した、カメラ画像から物体領域を抽出する処理である。

S2211で、書籍画像撮影部412は、抽出した物体領域を四角形(方形)で近似する。

S2212で、書籍画像撮影部412は、四角形近似した物体領域の画像を矩形画像へ

10

20

30

40

50

と射影変換して書籍物体平面補正処理を終了する。その後、書籍画像撮影部 4 1 2 は、図 2 3 A の S 1 1 0 4 へ進む。

【 0 0 9 1 】

S 1 1 0 4 ~ S 1 1 0 6 の処理は、図 1 1 A (a) での処理と同様であり、処理の内容は、補正、圧縮等を施してデータを R A M 3 0 3 に保存するまでの処理である。

S 2 2 0 4 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、平面画像のみを用いたコンテンツの対応付け処理を実行する。この処理の詳細は、図 2 3 C (b) のフローチャートを用いて説明する。図 2 3 C (b) の S 1 1 5 1 ~ S 1 1 5 3 の処理は、図 1 1 B (c) の処理と同様である。

S 2 2 2 1 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、登録画像の座標系で特定されたコンテンツ情報と紐付いた領域を、書画台平面上、即ち直行座標系の X Y 平面へ射影変換する。書籍画像撮影部 4 1 2 は、この処理で見つけた X Y 座標上の領域を、書画台平面上のコンテンツと対応付いた領域として、R A M 3 0 3 上の書籍情報に保存する。書籍情報は、図 1 8 で説明したような形式で管理されている。書籍画像撮影部 4 1 2 は、S 2 2 2 1 の処理後、平面コンテンツ対応付け処理を終了し、図 2 3 A の S 2 2 0 5 へ進む。

S 2 2 0 5 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、平面画像として保存されている書籍に対して投射するための U I 画像を作成する。この処理の詳細は、図 2 3 C (c) のフローチャートを用いて説明する。

S 2 2 3 1 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、書籍情報を参照し、現在の書画台 2 0 4 上のコンテンツ領域 (X Y 平面の領域として保存されている) を取得し、それをプロジェクタ投射平面の画像へと変換する。書籍画像撮影部 4 1 2 は、次に S 1 1 7 4 へ進み、投射画像用のマスクを作成・保存する。この処理は、図 1 1 B (e) の処理と同様の処理である。

【 0 0 9 2 】

以上の処理により、書籍物体の歪みに応じて書籍表面の曲面補正を実行するかどうかを決めることができる。これにより、書籍物体の曲面の歪み具合が小さい場合等、平面画像処理のみの補正で十分な精度が出る場合は、曲面を引き延ばす処理を省略でき、処理能力を稼ぐことが可能となる。

【 0 0 9 3 】

< 実施形態 6 >

(本実施形態で実行するアプリケーション処理の概要の説明)

実施形態 5 では、書籍物体表面の曲面形状の歪み具合が小さい場合は、書籍物体 3 次元点群を用いた歪みの補正を実行せず、処理負荷を軽減する方法を説明した。しかし、歪みが小さい場合でも、書籍形状を平面に近似していることになるので、コンテンツ領域が小さい場合や、タッチがコンテンツ領域の境界付近にされた場合は、誤差により、コンテンツ領域へのタッチがうまく判定できない場合もある。そこで、本実施形態では、書籍物体の形状を平面で近似した場合に、コンテンツ領域が所定サイズよりも小さいと判定されたときは、書籍物体 3 次元点群の曲面形状を利用した補正処理、対応付け処理を実行し直す。また、コンテンツ領域の境界付近にタッチされた場合も同様に曲面形状を用いた補正処理、対応付け処理をやり直す。これらを実行する方法を、以下に説明する。

【 0 0 9 4 】

(書籍画像撮影部の処理の説明)

本実施形態の書籍画像撮影部 4 1 2 は、コンテンツ領域が所定値より小さかった場合に、曲面形状を取得して正確な対応付けをやり直す処理を実行する。

図 2 4 は、本実施形態における書籍画像撮影部 4 1 2 の処理の一例を示すフローチャートである。実施形態 5 で説明した図 2 3 A のフローチャートで既出の処理に関しては説明を割愛する。

書籍画像撮影部 4 1 2 は、S 2 2 0 4 の平面コンテンツ対応付け処理を終了すると、S 2 3 0 1 へ進む。S 2 3 0 1 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、登録データベース中の対応付けたページ情報の中に、所定サイズよりも小さいコンテンツ領域があるかどうか確認する

。所定サイズは予め定義されているものとする。書籍画像撮影部 4 1 2 は、所定サイズより小さいコンテンツがあった場合は S 1 1 0 3 へ進み、書籍物体ゆがみ補正処理からやり直す。一方、書籍画像撮影部 4 1 2 は、所定サイズより小さいコンテンツがなかった場合は S 2 2 0 5 へ進む。

【 0 0 9 5 】

(処理部の処理の説明)

本実施形態の処理部 4 1 4 は、タッチされた部分が、コンテンツ領域の境界付近だった場合に、曲面形状を取得して正確な対応付けをやり直す処理を実行する。

図 2 5 (a) は、本実施形態における処理部 4 1 4 の処理の一例を示すフローチャートである。このフローチャートは、図 1 7 (a) で説明した処理部 4 1 4 が実行するフローチャートに、コンテンツ対応付けやり直し処理 (S 2 5 0 1) を追加したフローチャートである。

S 1 7 0 4 で立体物タッチ又は平面タッチが検出された場合に、処理部 4 1 4 が S 2 5 0 1 を実行する流れとなっている。本実施形態では、実施形態 1 における処理部 4 1 4 の処理を表す図 1 7 (a) のフローチャートに S 2 5 0 1 の処理を追加したが、実施形態 2 ~ 5 までの処理部 4 1 4 の処理に S 2 5 0 1 の処理を追加した形で処理部 4 1 4 が処理を実行してもよい。

【 0 0 9 6 】

S 2 5 0 1 のコンテンツ対応付けやり直し処理の詳細を、図 2 5 (b) のフローチャートを用いて説明する。まず、S 2 5 1 1 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、上述した S 2 2 0 1 で計算した書籍の歪み具合が、所定値以下だったかどうかを確認する。そして、書籍画像撮影部 4 1 2 は、R A M 3 0 3 に格納された書籍情報を確認し、取得したコンテンツ領域の情報が、平面領域のみかどうかを確認する。平面領域のみということは、書籍の立体形状を取得せず、平面と近似して補正を行ったことになる。ここで、書籍画像撮影部 4 1 2 は、両方が Y E S だった場合 (歪み具合が所定値以下で、かつ、平面コンテンツのみの場合) は S 2 5 1 2 へ進む。書籍画像撮影部 4 1 2 は、少なくとも一方が N O だった場合 (歪み具合が所定値以下でない、又は、平面コンテンツのみでない場合) は図 2 5 (a) の S 1 7 0 5 へ進む。

S 2 5 1 2 で、書籍画像撮影部 4 1 2 は、タッチ位置がコンテンツの領域付近かどうか判定する。書籍画像撮影部 4 1 2 は、実際にタッチされた点の座標を対応付けに従ってコンテンツ領域と照らし合わせ、タッチ位置がコンテンツ領域の境界線に対して所定画素数 (所定値) 分より近いかどうかで判定できる。書籍画像撮影部 4 1 2 は、判定の結果が Y E S だった場合 (タッチ位置がコンテンツの領域付近の場合) は S 2 5 1 3 へ進み、N O だった場合 (タッチ位置がコンテンツの領域付近でない場合) は処理を終了して図 2 5 (a) の S 1 7 0 5 へ進む。

S 2 5 1 3 では、書籍画像撮影部 4 1 2 が、上述した S 1 1 0 3 ~ S 1 1 4 2 の処理により立体形状 (ゆがみ) を補正してコンテンツの対応付けを行う処理を実行する。

【 0 0 9 7 】

以上の処理により、コンテンツ領域が小さかったり、コンテンツ領域付近がタッチされたりした場合でも、正確にコンテンツ領域へのタッチを検出することができる。これにより、ユーザーの操作性を向上させることができる。

【 0 0 9 8 】

< その他の実施形態 >

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア (プログラム) を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ (又は C P U や M P U 等) がプログラムを読み出して実行する処理である。

【 0 0 9 9 】

以上、上述した各実施形態によれば、カメラスキャナ等の画像処理装置におけるユーザーの操作性を向上させることが可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 0 】

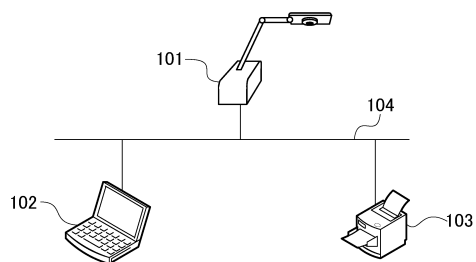
以上、本発明の好ましい形態について詳述したが、本実施形態に係る特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【符号の説明】

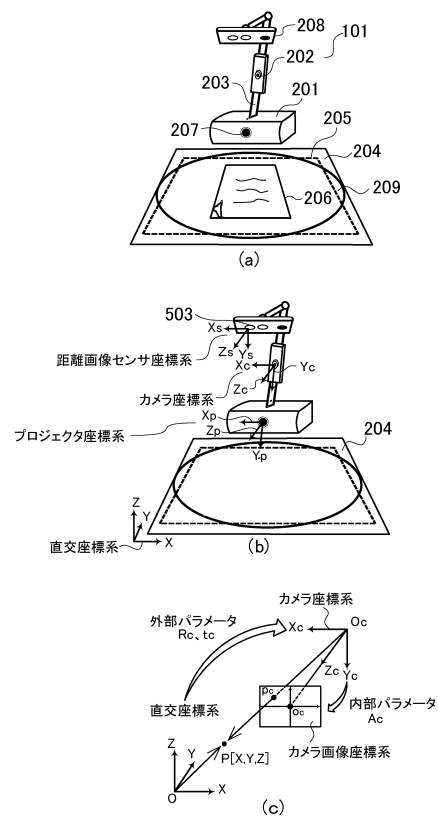
【 0 1 0 1 】

101 カメラスキャナ、201 コントローラ部、202 カメラ部、204 書画台、
207 プロジェクタ、208 距離画像センサ部

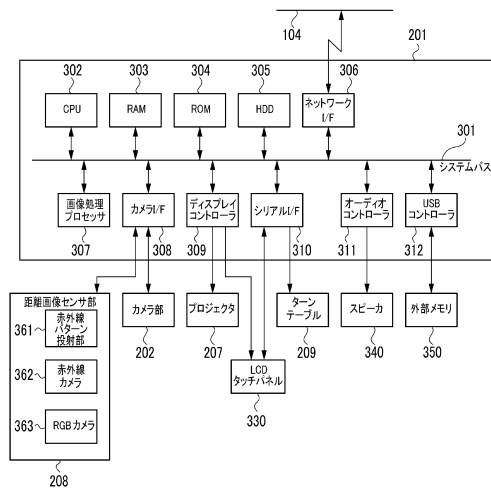
【図 1】



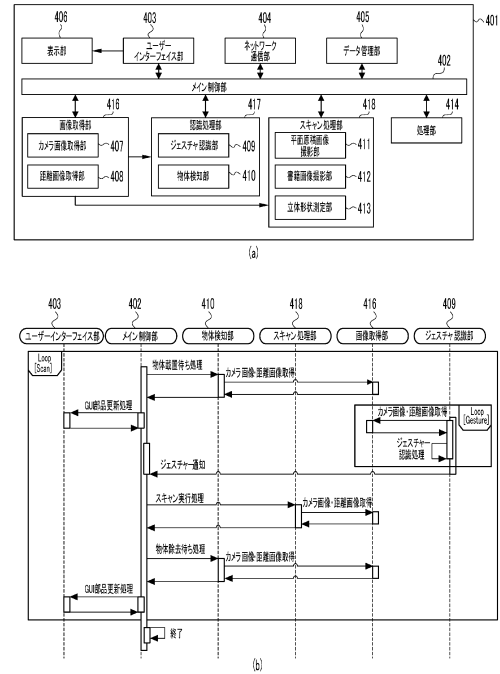
【図 2】



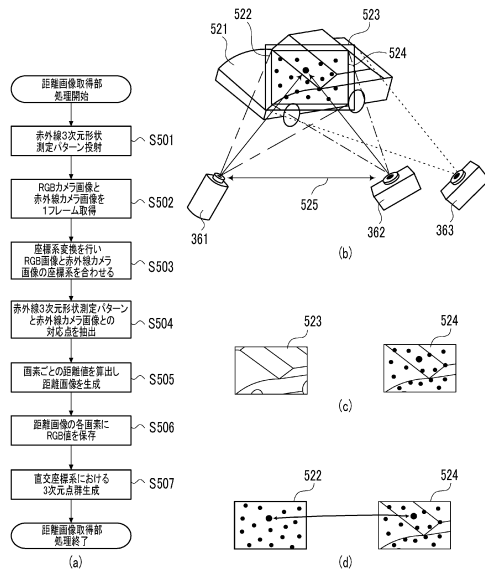
【図 3】



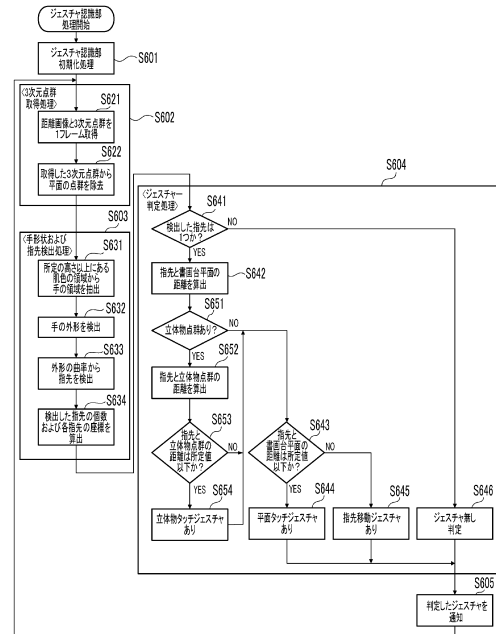
【図 4】



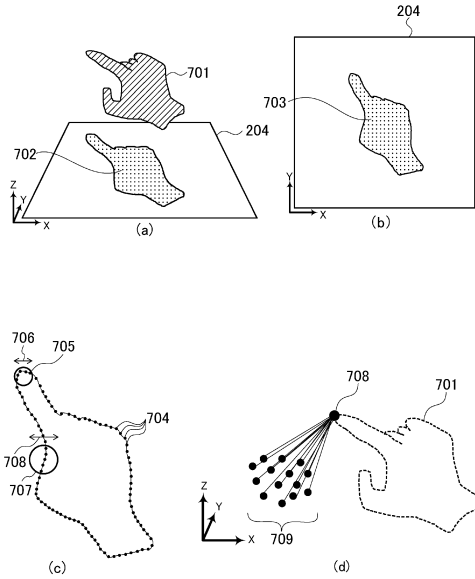
【図 5】



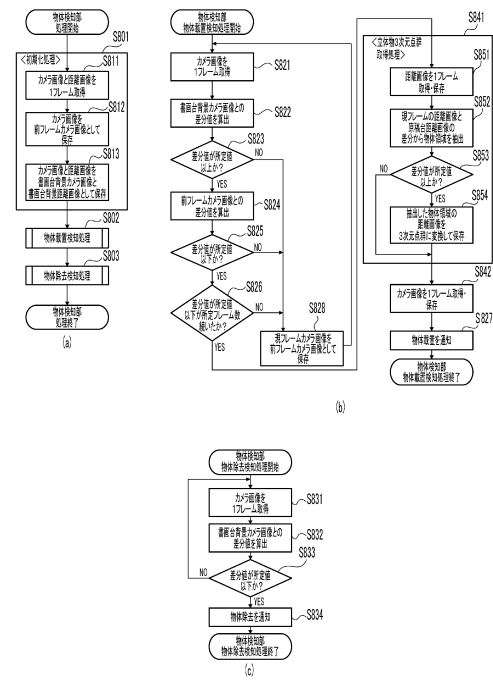
【図 6】



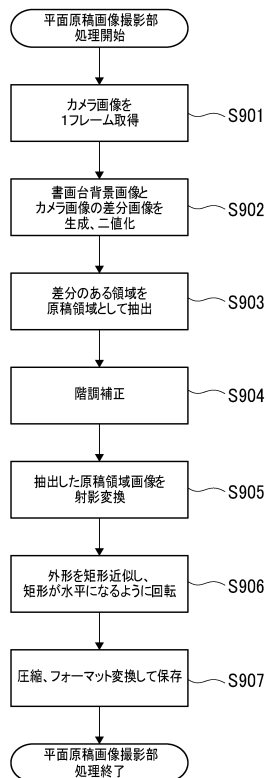
【図 7】



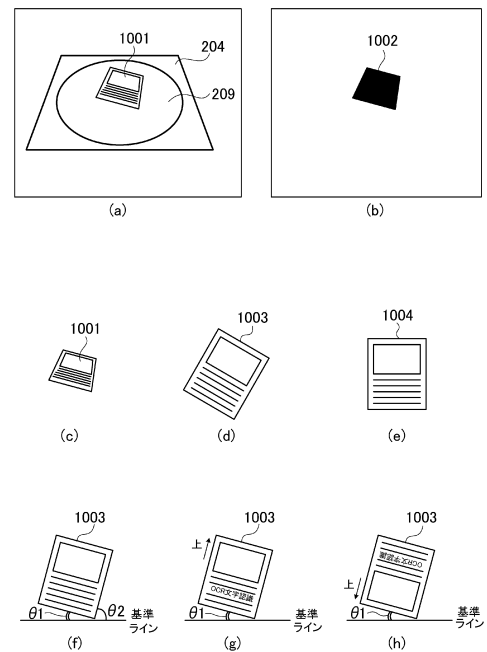
【図 8】



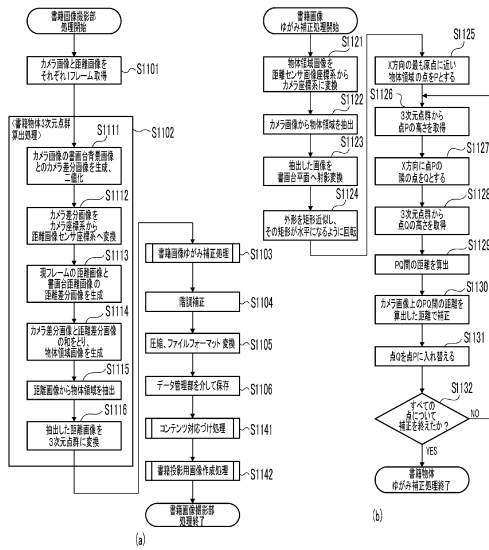
【図 9】



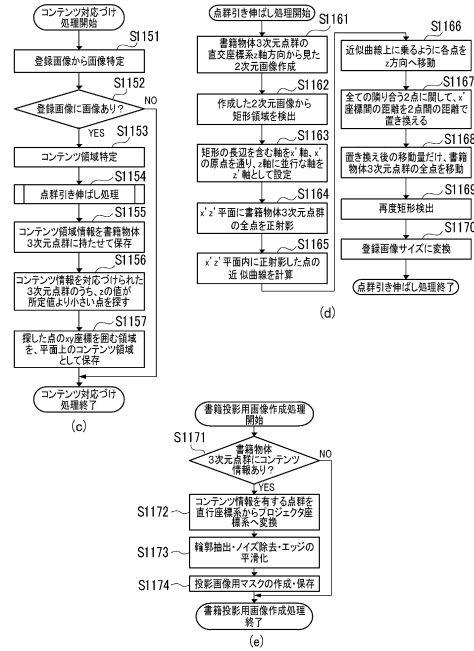
【図 10】



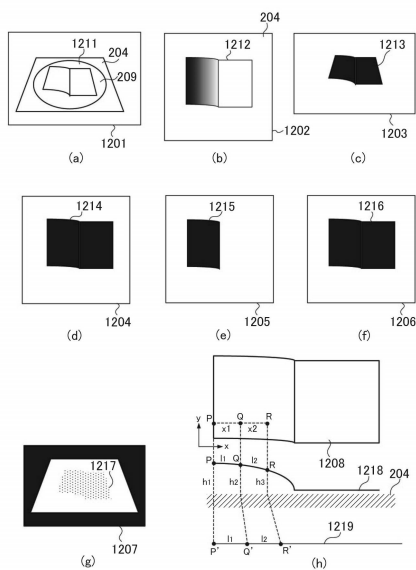
【図 11A】



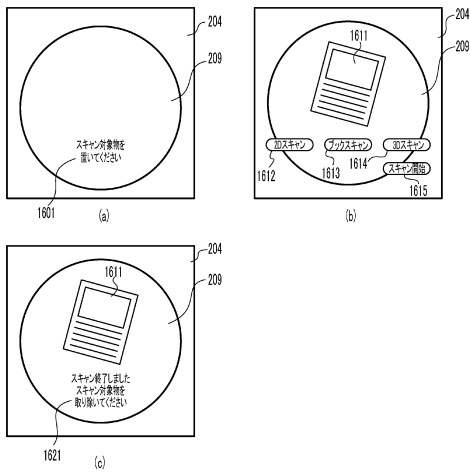
【図 11B】



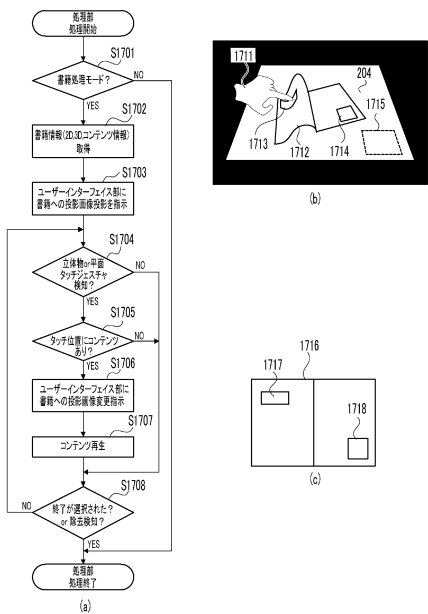
【図 12A】



【図 16】



【図 17】



【図 18】

書籍番号	ページ	登録画像上のコンテンツ領域座標	コンテンツ
1	0	(xa1, ya1), (xa2, ya2)	/contents/A.jpg
1	1	(xb1, yb1), (xb2, yb2)	/contents/B.jpg
1	1	(xc1, yc1), (xc2, yc2)	/contents/C.mp4
1	2	(xd1, yd1), (xd2, yd2)	/contents/D.jpg
1	2	(xe1, ye1), (xe2, ye2)	/contents/E.mp3
1	2	(xf1, yf1), (xf2, yf2)	/contents/F.mp4
1	3	(xg1, yg1), (xg2, yg2)	/contents/G.txt

(a)

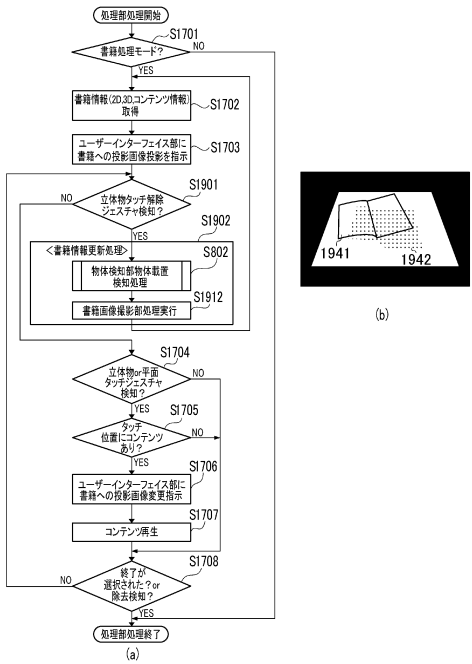
コンテンツを有する直交座標	コンテンツ
(x1, y1, z1)	/contents/B.jpg
(x2, y2, z2)	/contents/B.jpg
(x3, y3, z3)	/contents/B.jpg
(x4, y4, z4)	/contents/C.mp4
(x5, y5, z5)	/contents/C.mp4
(x6, y6, z6)	/contents/C.mp4
(x7, y7, z7)	/contents/C.mp4
(x8, y8, z8)	/contents/C.mp4

(b)

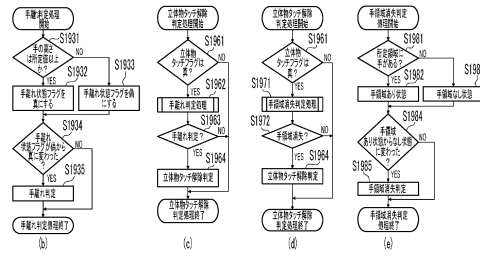
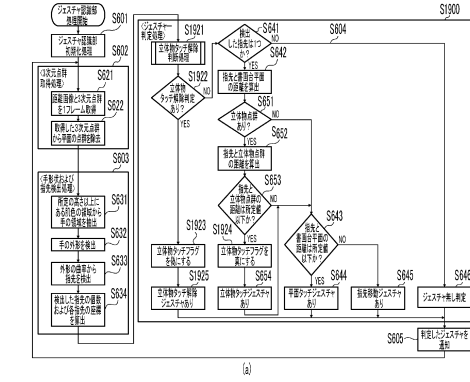
コンテンツを有する平面領域	コンテンツ
(x11, y11), (x12, y12)	/contents/B.jpg
(x21, y21), (x22, y22)	/contents/C.mp4

(c)

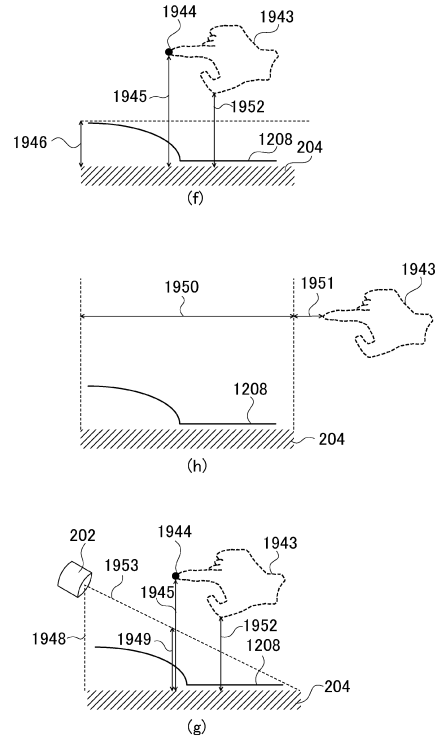
【図 19】



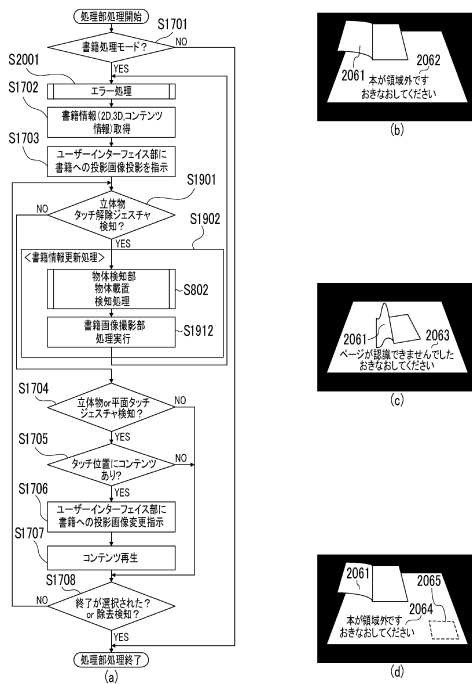
【 図 2 0 A 】



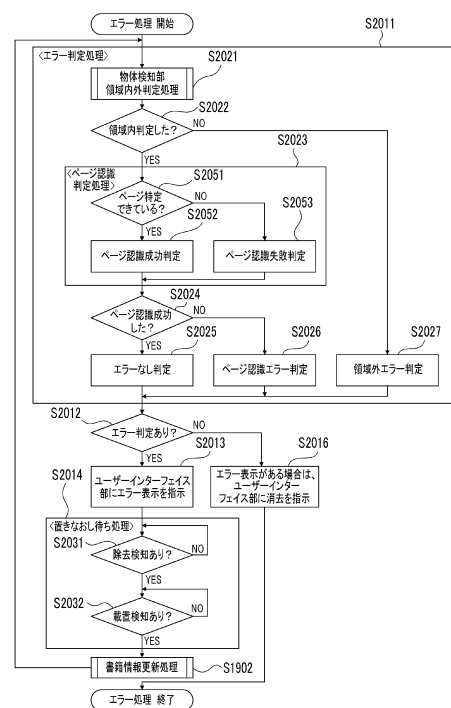
【図 20 B】



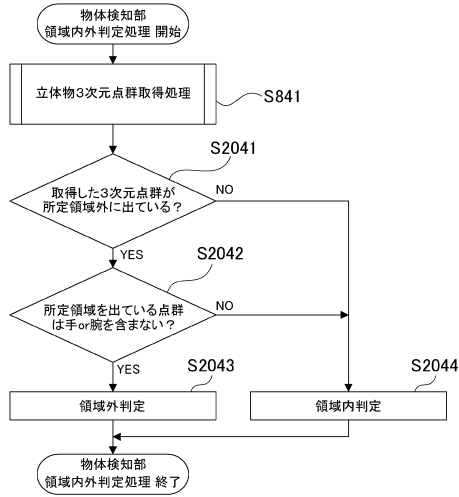
【 図 2 1 A 】



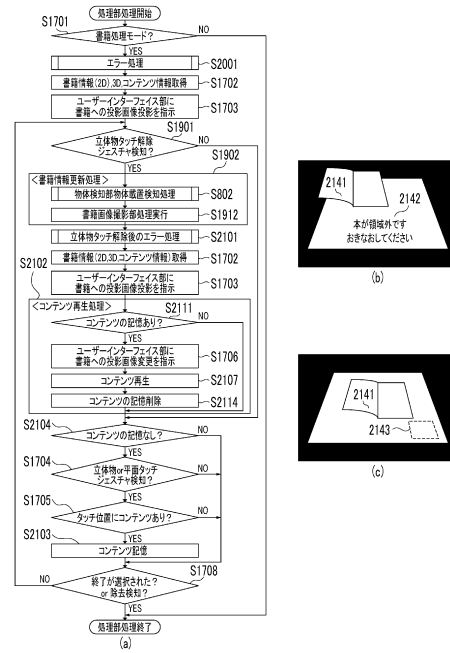
【 図 2 1 B 】



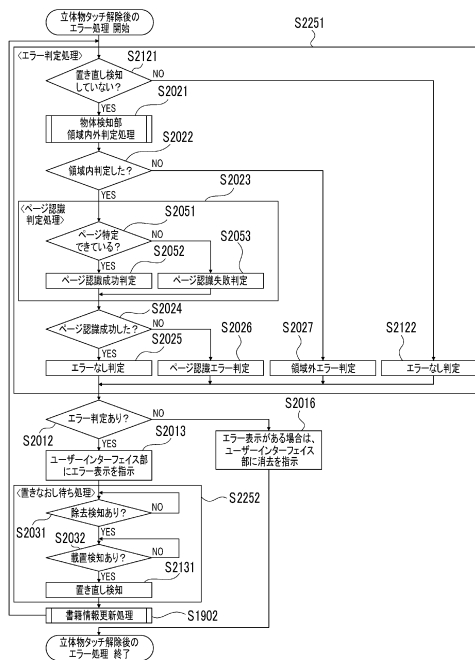
【図 21C】



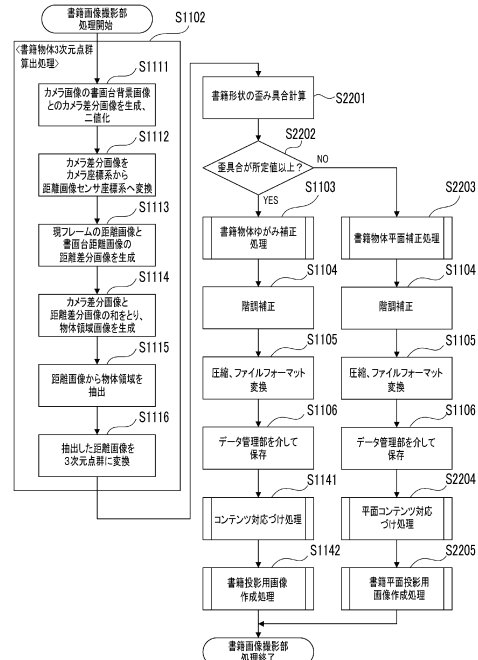
【図 22A】



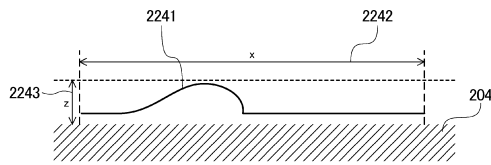
【図 22B】



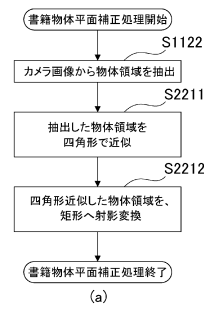
【図 23A】



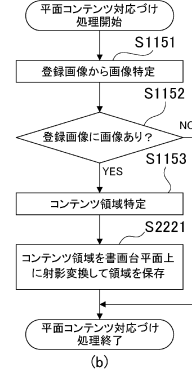
【図 23B】



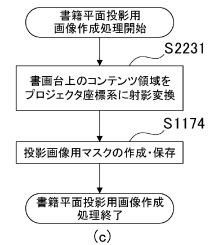
【図 23C】



(a)

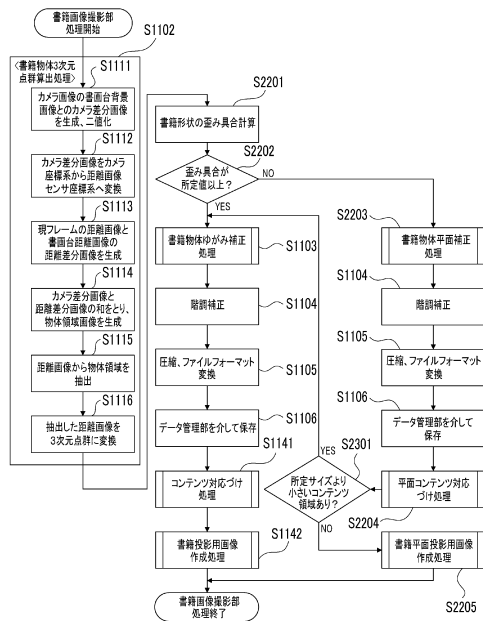


(b)

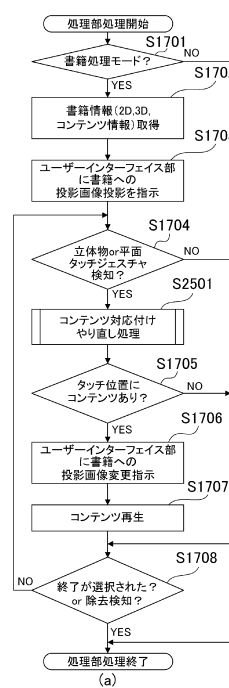


(c)

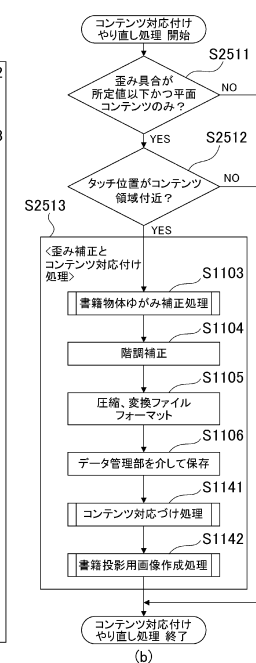
【図 24】



【図 25】



(a)



(b)

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 6 F 3/0346 (2013.01) G 0 6 F 3/0488
G 0 6 F 3/0346 4 2 2

審査官 加内 慎也

(56)参考文献 特開2006-031506(JP,A)
特開2004-213518(JP,A)
特開2009-116769(JP,A)
特開2012-048393(JP,A)
特開2013-250879(JP,A)
特許第3954436(JP,B2)
特許第4012710(JP,B2)
米国特許出願公開第2013/0250379(US,A1)
特開平09-319556(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 6 F 3 / 0 1
G 0 6 F 3 / 0 3 4 6
G 0 6 F 3 / 0 4 8 1
G 0 6 F 3 / 0 4 8 8
H 0 4 N 5 / 2 2 5
H 0 4 N 5 / 2 3 2