

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4710081号
(P4710081)

(45) 発行日 平成23年6月29日(2011.6.29)

(24) 登録日 平成23年4月1日(2011.4.1)

(51) Int.Cl.		F I			
G06T 1/00	(2006.01)	G06T 1/00	340B		
G06T 15/04	(2011.01)	G06T 1/00	315		
		G06T 15/00	300		

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2004-339402 (P2004-339402)	(73) 特許権者	393031586
(22) 出願日	平成16年11月24日(2004.11.24)		株式会社国際電気通信基礎技術研究所
(65) 公開番号	特開2006-146810 (P2006-146810A)		京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
(43) 公開日	平成18年6月8日(2006.6.8)	(74) 代理人	100067828
審査請求日	平成19年9月19日(2007.9.19)		弁理士 小谷 悦司
	(出願人による申告)平成16年度独立行政法人情報通信研究機構、研究テーマ「超高速知能ネットワーク社会に向けた新しいインタラクション・メディアの研究開発」に関する委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受ける特許出願	(74) 代理人	100096150
			弁理士 伊藤 孝夫
		(74) 代理人	100109438
			弁理士 大月 伸介
		(72) 発明者	北原 格
			京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
			株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
		(72) 発明者	小暮 潔
			京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
			株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像作成システム及び画像作成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

空間内の所定位置に固定され、撮影対象物を含む画像を撮影する複数の固定撮影手段と、

前記複数の固定撮影手段により撮影された画像から撮影対象物の3次元モデルを作成するモデル作成手段と、

前記モデル作成手段により作成された撮影対象物の3次元モデルを用いて、撮影対象物の観察に適した仮想カメラ視点から撮影対象物を見た仮想画像を作成する画像作成手段とを備え、

前記複数の固定撮影手段は、

撮影対象物を含む可視光画像を撮影する複数の可視光撮影手段と、

撮影対象物から発せられる赤外線を撮影する複数の赤外線撮影手段とを含み、

前記モデル作成手段は、前記複数の可視光撮影手段によって撮影された可視光画像より前記複数の赤外線撮影手段によって撮影された赤外線画像を優先して撮影対象物の3次元モデルを作成し、

前記画像作成手段は、前記複数の可視光撮影手段によって撮影された可視光画像から撮影対象物のテクスチャを抽出し、抽出したテクスチャを撮影対象物の3次元モデルにレンダリングすることにより、撮影対象物を仮想カメラ視点から見た仮想画像を作成することを特徴とする画像作成システム。

【請求項2】

前記画像作成手段は、撮影対象物の周りを旋回する仮想カメラ視点から見た仮想画像を作成することを特徴とする請求項1記載の画像作成システム。

【請求項3】

前記画像作成手段は、撮影対象物が移動している場合に撮影対象物を追跡する仮想カメラ視点から見た仮想画像を作成し、撮影対象物が停止している場合に撮影対象物の周りを旋回する仮想カメラ視点から見た仮想画像を作成することを特徴とする請求項2記載の画像作成システム。

【請求項4】

前記モデル作成手段は、前記複数の赤外線撮影手段によって撮影された赤外線画像を用いて撮影対象物の3次元基本モデルを作成し、前記複数の可視光撮影手段によって撮影された可視光画像を用いて3次元基本モデルを修正することにより、撮影対象物の3次元モデルを作成することを特徴とする請求項1記載の画像作成システム。

10

【請求項5】

空間内の所定位置に固定された複数の固定撮影手段により撮影された撮影対象物を含む画像を取得する取得ステップと、

前記複数の固定撮影手段により撮影された画像から撮影対象物の3次元モデルを作成する作成ステップと、

前記作成ステップにおいて作成された撮影対象物の3次元モデルを用いて、撮影対象物の観察に適した仮想カメラ視点から撮影対象物を見た仮想画像を作成する画像作成ステップとを含み、

20

前記複数の固定撮影手段は、

撮影対象物を含む可視光画像を撮影する複数の可視光撮影手段と、

撮影対象物から発せられる赤外線を撮影する複数の赤外線撮影手段とを含み、

前記作成ステップは、前記複数の可視光撮影手段によって撮影された可視光画像より前記複数の赤外線撮影手段によって撮影された赤外線画像を優先して撮影対象物の3次元モデルを作成するステップを含み、

前記画像作成ステップは、前記複数の可視光撮影手段によって撮影された可視光画像から撮影対象物のテクスチャを抽出し、抽出したテクスチャを撮影対象物の3次元モデルにレンダリングすることにより、撮影対象物を仮想カメラ視点から見た仮想画像を作成するステップを含むことを特徴とする画像作成方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮影対象物を撮影した実写画像から撮影対象物の観察に適した仮想カメラ視点における仮想画像を作成する画像作成システム及び画像作成方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

人間は、映像センサにより撮影された映像を一覧するだけで撮影対象空間において行われているイベントを理解及び把握することができる。このため、人間の監視や行動記録を目的とした多くのシステムに映像センサが導入されている。

40

【0003】

また、ビデオ機器の軽量化及び小型化に伴い、人間の行動記録を観察の対象とした研究が活発に行われている。例えば、各人物および環境に取り付けられた多数のカメラと赤外線タグ等の他のセンサとから構成される移動体検出装置を用いて各人物の移動位置を検出し、人間の行動及び人間同士のインタラクションを記録及び解析するシステムが開発されている（非特許文献1参照）。

【0004】

上記のように作業員である人間にカメラを装着して撮影を行う場合、一本の映像により作業員の移動した全ての空間の記録が可能であり、作業員が見たものをそのまま記録することができるとともに、最低限の映像量で作業員の行動範囲をカバーすることができる。

50

また、環境にカメラを取り付けて撮影を行う場合、被写体である作業者を取り囲む環境を含め概観の観測が可能であるため、第三者でも比較的容易に空間で行われたイベントを把握することができる。

【非特許文献1】角康之他、「複数センサ群による協調的なインタラクションの記録」、インタラクション 2003、2003年、p.255 - p.262

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、作業者にカメラを装着して撮影を行う場合、獲得された映像はあくまでも作業者の主観的な映像であるため、観察者が映像の背景にあるコンテキストを共有しない第三者の場合はその内容を把握することは容易でなく、また、作業者の動き（手ブレ等）に伴い映像のブレが発生して視認が困難となる。また、環境にカメラを取り付けて撮影を行う場合、作業者の見たものをそのまま記録することが困難であり、また、作業者の行動範囲を全てカバーするためには膨大な映像量が必要となる。

【0006】

本発明の目的は、撮影対象物の動きによる画像ブレがなく且つ第三者による理解が容易な視点から見た画像を少ない映像量で作成することができる画像作成システム及び画像作成方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る画像作成システムは、空間内の所定位置に固定され、撮影対象物を含む画像を撮影する複数の固定撮影手段と、複数の固定撮影手段により撮影された画像から撮影対象物の3次元モデルを作成するモデル作成手段と、モデル作成手段により作成された撮影対象物の3次元モデルを用いて、撮影対象物の観察に適した仮想カメラ視点から撮影対象物を見た仮想画像を作成する画像作成手段とを備え、複数の固定撮影手段は、撮影対象物を含む可視光画像を撮影する複数の可視光撮影手段と、撮影対象物から発せられる赤外線を撮影する複数の赤外線撮影手段とを含み、モデル作成手段は、複数の可視光撮影手段によって撮影された可視光画像より複数の赤外線撮影手段によって撮影された赤外線画像を優先して撮影対象物の3次元モデルを作成し、画像作成手段は、複数の可視光撮影手段によって撮影された可視光画像から撮影対象物のテクスチャを抽出し、抽出したテクスチャを撮影対象物の3次元モデルにレンダリングすることにより、撮影対象物を仮想カメラ視点から見た仮想画像を作成するものである。

【0008】

本発明に係る画像作成システムにおいて、空間内の所定位置に固定された複数の固定撮影手段により撮影対象物を含む画像が撮影され、撮影された画像から撮影対象物の3次元モデルが作成され、作成された撮影対象物の3次元モデルを用いて撮影対象物の観察に適した仮想カメラ視点から撮影対象物を見た仮想画像が作成されるので、撮影対象物の動きによる画像ブレがなく且つ第三者による理解が容易な視点から見た画像を少ない映像量で作成することができる。

また、可視光画像より赤外線画像を優先して撮影対象物の3次元モデルを作成しているので、可視光画像から撮影対象物の輪郭を安定的に抽出できない場合でも、赤外線画像により撮影対象物の輪郭を安定的に抽出することができ、撮影対象物の3次元モデルを高精度且つ安定的に作成することができる。また、可視光画像から撮影対象物のテクスチャを抽出し、抽出したテクスチャを撮影対象物の3次元モデルにレンダリングしているので、よりリアルな撮影対象物の3次元モデルを作成することができ、リアルな仮想画像を作成することができる。

【0009】

画像作成手段は、撮影対象物の周りを旋回する仮想カメラ視点から見た仮想画像を作成することが好ましい。この場合、撮影対象物の周りを旋回する仮想カメラ視点から見た仮想画像が作成されるので、撮影対象物の作業内容を第三者が容易に理解することができる

10

20

30

40

50

【0010】

画像作成手段は、撮影対象物が移動している場合に撮影対象物を追跡する仮想カメラ視点から見た仮想画像を作成し、撮影対象物が停止している場合に撮影対象物の周りを旋回する仮想カメラ視点から見た仮想画像を作成することが好ましい。

【0011】

この場合、撮影対象物が移動している場合に撮影対象物を追跡する仮想カメラ視点から見た仮想画像が作成され、撮影対象物が停止している場合に撮影対象物の周りを旋回する仮想カメラ視点から見た仮想画像が作成されるので、撮影対象物を取り囲む環境を含め概観の観測が可能となり、空間で行われたイベントを第三者が容易に把握することができる。とともに、撮影対象物の作業内容を第三者が容易に理解することができる。

10

【0014】

モデル作成手段は、複数の赤外線撮影手段によって撮影された赤外線画像を用いて撮影対象物の3次元基本モデルを作成し、複数の可視光撮影手段によって撮影された可視光画像を用いて3次元基本モデルを修正することにより、撮影対象物の3次元モデルを作成することが好ましい。

【0015】

この場合、赤外線画像を用いて撮影対象物の3次元基本モデルを作成し、可視光画像を用いて3次元基本モデルを修正しているので、可視光画像を用いて赤外線画像により撮影されにくい部分を補間することができ、撮影対象物の3次元モデルをより高精度に作成することができる。

20

【0016】

本発明に係る画像作成方法は、空間内の所定位置に固定された複数の固定撮影手段により撮影された撮影対象物を含む画像を取得する取得ステップと、複数の固定撮影手段により撮影された画像から撮影対象物の3次元モデルを作成する作成ステップと、作成ステップにおいて作成された撮影対象物の3次元モデルを用いて、撮影対象物の観察に適した仮想カメラ視点から撮影対象物を見た仮想画像を作成する画像作成ステップとを含み、複数の固定撮影手段は、撮影対象物を含む可視光画像を撮影する複数の可視光撮影手段と、撮影対象物から発せられる赤外線を撮影する複数の赤外線撮影手段とを含み、作成ステップは、複数の可視光撮影手段によって撮影された可視光画像より複数の赤外線撮影手段によって撮影された赤外線画像を優先して撮影対象物の3次元モデルを作成するステップを含み、画像作成ステップは、複数の可視光撮影手段によって撮影された可視光画像から撮影対象物のテクスチャを抽出し、抽出したテクスチャを撮影対象物の3次元モデルにレンダリングすることにより、撮影対象物を仮想カメラ視点から見た仮想画像を作成するステップを含むものである。

30

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、空間内の所定位置に固定された複数の固定撮影手段により撮影対象物を含む画像が撮影され、撮影された画像から撮影対象物の3次元モデルが作成され、作成された撮影対象物の3次元モデルを用いて撮影対象物の観察に適した仮想カメラ視点から撮影対象物を見た仮想画像が作成されるので、撮影対象物の動きによる画像ブレがなく且つ第三者による理解が容易な視点から見た画像を少ない映像量で作成することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の一実施の形態による画像作成システムについて図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の一実施の形態による画像作成システムの構成を示すブロック図である。

【0019】

図1に示す画像作成システムは、3台の赤外線カメラ11～13、3台の赤外線用処理部21～23、3台の可視光カメラ31～33、3台の可視光用処理部41～43、3次

50

元モデル作成部 5 1、仮想画像作成部 5 2 及び表示部 5 3 を備える。なお、赤外線カメラ、赤外線用処理部、可視光カメラ及び可視光用処理部の台数は、上記の例に特に限定されず、4 台以上のカメラ及び処理部を用いてもよい。

【 0 0 2 0 】

赤外線カメラ 1 1 ~ 1 3 は、赤外線、特に遠赤外線に対して感度を有するサーマルカメラ（例えば、日本アビオニクス株式会社製 I R - 3 0 ）等から構成され、空間内の所定位置、例えば、部屋の天井の四隅のうち所定の三箇所に固定される。赤外線カメラ 1 1 ~ 1 3 の各々は、撮影対象物である人物から発せられる遠赤外線を撮影して遠赤外線画像を赤外線用処理部 2 1 ~ 2 3 へ出力する。

【 0 0 2 1 】

なお、本実施の形態では、遠赤外線を用いて撮影された遠赤外線画像を用いているが、この例に特に限定されず、赤外線を用いて撮影された赤外線画像等の他の波長域の画像を用いてもよい。また、赤外線カメラ 1 1 ~ 1 3 の取り付け位置は、上記の例に特に限定されず、種々の変更が可能であり、3 台の場合、それぞれの撮影方向が互いに直交する位置に設置されることが好ましい。この点に関して可視光カメラ 3 1 ~ 3 3 も同様である。

【 0 0 2 2 】

可視光カメラ 3 1 ~ 3 3 は、可視光に対して感度を有する通常のビデオカメラ（例えば、ソニー株式会社製 E V - 1 0 0 ）等から構成され、空間内の所定位置、例えば、部屋の天井の四隅のうち所定の三箇所に固定される。可視光カメラ 3 1 ~ 3 3 の各々は、撮影対象物である人間を含む画像を撮影して可視光画像を可視光用処理部 4 1 ~ 4 3 及び仮想画像作成部 5 2 へ出力する。

【 0 0 2 3 】

赤外線用処理部 2 1 ~ 2 3、可視光用処理部 4 1 ~ 4 3 及び 3 次元モデル作成部 5 1 はそれぞれ、コンピュータ等から構成され、後述する画像作成プログラムの該当部分を実行することにより、赤外線用処理部、可視光用処理部及び 3 次元モデル作成部として機能する。赤外線用処理部 2 1 ~ 2 3、可視光用処理部 4 1 ~ 4 3 及び 3 次元モデル作成部 5 1 は、可視光カメラ 3 1 ~ 3 3 によって撮影された可視光画像より赤外線カメラ 1 1 ~ 1 3 によって撮影された遠赤外線画像を優先して人間の 3 次元モデルデータを作成し、3 次元モデルデータを仮想画像作成部 5 2 へ出力する。

【 0 0 2 4 】

具体的には、赤外線用処理部 2 1 ~ 2 3 は、赤外線カメラ 1 1 ~ 1 3 によって撮影された遠赤外線画像を背景領域と前景領域（人物領域）とに分離し、人物領域を特定する遠赤外線画像領域分割結果データを 3 次元モデル作成部 5 1 へ出力する。赤外線カメラ 1 1 ~ 1 3 は、照明の変化に影響されないという特性を有し、撮影対象物である人間は、一般的に背景領域に比べて温度が高く、その温度が一定に保たれるという特性を有しているため、背景領域と人物領域とを容易且つ高精度に分離することができる。

【 0 0 2 5 】

可視光用処理部 4 1 ~ 4 3 は、赤外線カメラ 1 1 ~ 1 3 の遠赤外線画像による領域分割結果の補助及び補間を目的として、可視光カメラ 3 1 ~ 3 3 によって撮影された可視光画像に対して背景差分及びフレーム間差分を用いた領域分割処理を実行して背景領域と前景領域（人物領域）に分離し、人物領域を特定する可視光画像領域分割結果データを 3 次元モデル作成部 5 1 へ出力する。また、可視光用処理部 4 1 ~ 4 3 は、後述する人物の追跡処理のために、人物領域の代表カラー値を算出して 3 次元モデル作成部 5 1 へ出力する。

【 0 0 2 6 】

このように、赤外線用処理部 2 1 ~ 2 3 及び可視光用処理部 4 1 ~ 4 3 は、撮影した画像をそのまま送信するのではなく、データ容量の少ない領域分割結果データを送信しているため、伝送容量を抑え、システムの処理速度を向上することができる。

【 0 0 2 7 】

3 次元モデル作成部 5 1 は、遠赤外線画像領域分割結果データを用いて人物の 3 次元基本モデルデータを作成し、さらに、可視光画像領域分割結果データを用いて 3 次元基本モ

10

20

30

40

50

デルデータを修正することにより、人物の3次元モデルデータを作成して仮想画像作成部52へ出力する。また、3次元モデル作成部51は、作成した3次元モデルを含む3次元空間を人物が存在する高さの平面でスライスすることにより人物の位置を検出して位置データを仮想画像作成部52へ出力する。

【0028】

仮想画像作成部52は、コンピュータ等から構成され、後述する画像作成プログラムの該当部分を実行することにより、仮想画像作成部として機能する。仮想画像作成部52は、可視光カメラ31～33により撮影された可視光画像から人物のテクスチャ情報を抽出して人物の3次元モデルにレンダリングする。また、仮想画像作成部52は、人物の位置データを基に人物が移動しているか否かを判断し、レンダリングされた人物画像を予め記憶している背景画像に合成することにより、人物が移動している場合に人物を追跡する仮想カメラ視点から見た仮想画像を作成し、人物が停止している場合に人物の周りを旋回する仮想カメラ視点から見た仮想画像を作成する。

10

【0029】

表示部53は、液晶表示装置等から構成され、仮想画像作成部52により作成された仮想画像を表示する。なお、表示部53に代えて又は付加して画像記憶装置を設け、作成した仮想画像を記憶するようにしてもよい。この場合、後述する追跡モード又は旋回モード等により作成された仮想画像が順次連続的に記憶される。例えば、旋回モード、追跡モード、旋回モードへの遷移に応じて仮想画像が記憶される。

【0030】

なお、本実施の形態では、赤外線用処理部21～23、可視光用処理部41～43、3次元モデル作成部51及び仮想画像作成部52を個別のコンピュータから構成する例を説明したが、この例に特に限定されず、これらの各処置を1台又は他の台数のコンピュータで実行したり、複数台のコンピュータで並列的に処理する等の種々の変更が可能である。また、各部を専用のハードウェアにより構成することも可能である。

20

【0031】

上記の構成により、本実施の形態では、人物（作業員）を追跡しながら、その周囲を衛星のように飛び回る鳥瞰視点から撮影し、常に作業員に付き添いながら撮影を行ったような仮想画像を作成できるので、あらゆる場所における作業内容を一本の連続した映像で記録することができるとともに、第三者による観察を容易にすることができる。また、赤外線カメラ11～13及び可視光カメラ31～33は、作業員の体に取り付けられていないため、作成された仮想画像がぶれることもない。

30

【0032】

本実施の形態では、赤外線カメラ11～13及び可視光カメラ31～33が固定撮影手段の一例に相当し、赤外線用処理部21～23、可視光用処理部41～43及び3次元モデル作成部51がモデル作成手段の一例に相当し、仮想画像作成部52が画像作成手段の一例に相当する。また、可視光カメラ31～33が可視光撮影手段の一例に相当し、赤外線カメラ11～13が赤外線撮影手段の一例に相当する。

【0033】

次に、上記のように構成された画像作成システムによる画像作成処理について説明する。図2は、図1に示す画像作成システムによる画像作成処理を説明するためのフローチャートである。なお、図1に示す画像作成システムによる画像作成処理は、実際には、各コンピュータにおいて画像作成プログラムの該当部分を並列的に実行することにより実現されているが、説明を容易にするために、各処理がシーケンス的に実行されているものとして以下に説明する。

40

【0034】

まず、ステップS1において、赤外線用処理部21～23は、赤外線カメラ11～13により撮影された遠赤外線画像を多視点映像として取得し、可視光用処理部41～43及び仮想画像作成部52は、可視光カメラ31～33により撮影された可視光画像を多視点映像として取得する。

50

【 0 0 3 5 】

次に、ステップ S 2 において、赤外線用処理部 2 1 ~ 2 3 は、赤外線カメラ 1 1 ~ 1 3 によって撮影された遠赤外線画像を背景領域と人物領域とに分離し、人物領域を表す遠赤外線画像領域分割結果データを 3 次元モデル作成部 5 1 へ出力し、可視光用処理部 4 1 ~ 4 3 は、可視光カメラ 3 1 ~ 3 3 によって撮影された可視光画像を背景領域と人物領域とに分離し、人物領域を特定する可視光画像領域分割結果データを 3 次元モデル作成部 5 1 へ出力する。また、可視光用処理部 4 1 ~ 4 3 は、人物領域の代表カラー値を算出して 3 次元モデル作成部 5 1 へ出力する。

【 0 0 3 6 】

次に、ステップ S 3 において、3 次元モデル作成部 5 1 は、3 次元データの表現方式として 3 次元空間を分割格子で表すボクセルデータ形式を用い、Shape from Silhouette 法により多視点映像（赤外線画像）の輪郭情報（遠赤外線画像領域分割結果データ）を融合して人物の 3 次元基本モデルデータを作成する。

10

【 0 0 3 7 】

図 3 は、Shape from Silhouette 法による 3 次元形状復元処理を説明するための模式図である。図 3 に示すように、3 次元モデル作成部 5 1 は、カメラ C n の射影変換行列を P n とすると、下記の式 (1) を用いて 3 次元空間 I 1 中の点 (X , Y , Z) を多視点映像 I 2 上の点 (u , v) に射影し、遠赤外線画像領域分割結果データを用いて、その写像が人物領域か背景領域かの判定を行う。

$$(u , v , 1) ^ T = P n (X , Y , Z , 1) ^ T \dots (1)$$

20

【 0 0 3 8 】

3 次元モデル作成部 5 1 は、写像が背景領域に含まれる場合には 3 次元点 (X , Y , Z) に物体すなわち人物が存在しないと判断し、写像が人物領域に含まれる場合には 3 次元点 (X , Y , Z) に人物が存在すると判断し、同様の処理を全ての入力視点画像について行って 3 次元形状を推定する。

【 0 0 3 9 】

また、3 次元点 (X , Y , Z) において形状推定処理を行うためには、膨大な計算コスト及びデータ量が必要となるため、3 次元モデル作成部 5 1 は、Octree 構造を用いて階層的にボクセルサイズを変動させることにより、冗長なボクセルと推定処理とを取り除き、計算速度を向上させている。

30

【 0 0 4 0 】

図 4 は、Octree データによる 3 次元形状の表現方法を説明するための模式図であり、(a) はグリッドブロックを示し、(b) は Octree 構造を示している。図 4 に示すように、階層レベル 0 のボクセル A は 8 つのサブボクセル（その一つがボクセル B ）に分割され、階層レベル 1 のボクセルは 8 つのサブボクセル（その一つがボクセル C ）に分割され、階層レベル 2 のボクセルは 8 つのサブボクセル（その一つがボクセル D ）に分割され、一つのボクセルは各階層で 8 つのサブボクセルに順次分割される。

【 0 0 4 1 】

3 次元モデル作成部 5 1 は、ボクセルの各コーナー、各辺・各面・ボクセル自体の中点の 2 7 点を用いて各ボクセルが人物領域又は背景領域に位置するかを判定する。すなわち、3 次元モデル作成部 5 1 は、全ての判定点が背景領域に含まれた場合はそのボクセルを empty ボクセルと判定し、全ての判定点が人物領域に含まれた場合はそのボクセルを full ボクセルと判定し、これら以外の場合はそのボクセルを 8 つのサブボクセルに分割し、同様の判定処理を階層的に繰り返す。

40

【 0 0 4 2 】

また、上記の判定において、本実施の形態では、撮影された全ての遠赤外線画像について上記の条件を満たす場合（AND 条件を満たす場合）に empty ボクセル又は full ボクセルの判定を行い、一つでも条件を満たさない画像がある場合は、そのボクセルを 8 つのサブボクセルに分割し、同様の判定処理を階層的に繰り返す。この場合、カメラの数が少ない場合でも、高精度に 3 次元モデルを作成することができる。なお、カメラの数

50

が多い場合、多数決処理により上記の判定を行うようにしてもよい。

【0043】

次に、ステップS4において、3次元モデル作成部51は、ステップS3においてemptyボクセルと判定されたボクセルに対して、上記と同様にShape from Silhouette法により多視点映像(可視光画像)の輪郭情報(可視光画像領域分割結果データ)を融合することにより、3次元基本モデルデータを修正して3次元モデルデータを作成し、仮想画像作成部52へ出力する。

【0044】

次に、ステップS5において、3次元モデル作成部51は、作成した3次元モデルを含む3次元空間を人物が位置する高さの平面でスライスすることにより人物の位置を検出する。図5は、3次元モデル作成部51による人物の位置検出処理を説明するための模式図である。図5に示すように、3次元モデル作成部51は、人物1(例えば、身長170cm)がほぼ一定の高さY(例えば、120cm)の平面2に存在すると仮定し、作成した3次元モデルを含む3次元空間をその平面3でスライスすることにより、2次元平面モデルを抽出する。次に、3次元モデル作成部51は、その平面モデル上の領域をラベルリングして成長させ、一連のモデルフレームにおいてラベリングされた領域の中心を追跡することにより、人物の位置を検出して人物の位置データを仮想画像作成部52へ出力する。この場合、Octree構造の再構築処理が不要となり、人物の位置検出を高速に行うことができる。

【0045】

上記の処理により、3次元モデル作成部51は、モデリングパラメータ、人物の3次元位置及びOctreeモデルのノード情報を仮想画像作成部52へ出力する。なお、人物が複数等の場合、すなわち撮影対象物が複数の場合、各撮影対象物を特定するためのID番号を付与してこのID番号も併せて仮想画像作成部52へ出力するようにしてもよい。

【0046】

次に、ステップS6において、仮想画像作成部52は、Projective Texture Mapping法を用いて、可視光カメラ31~33により撮影された可視光画像から人物のテクスチャ情報を抽出して人物の3次元モデルにレンダリングする。ここで、Projective Texture Mapping法は、多視点カラーカメラにより撮影された画像を仮想プロジェクタによりコンピュータ・グラフィック空間中に投影して3次元物体にテクスチャ情報を付加する手法であり、シリコングラフィックス社製のOpenGLの関数として組み込まれている。したがって、3次元形状の解像度に関わらず、撮影した高精細なカラー情報を付加することができるとともに、グラフィックアクセラレータを活用することにより高速処理が可能となる。

【0047】

次に、ステップS7において、仮想画像作成部52は、ステップS5で求めた人物の位置が所定期間内に所定範囲以上動いたか否かを判断し、人物の位置が所定範囲以上動いて人物が移動していると判断した場合はステップS8へ処理を移行し、人物の位置が所定範囲内にあり人物が停止していると判断した場合はステップS9へ処理を移行する。

【0048】

人物が移動していると判断した場合、ステップS8において、仮想画像作成部52は、仮想カメラが人物を追跡しながら人物の後方上部から撮影する追跡モードによる仮想画像を作成する。一方、人物が停止していると判断した場合、ステップS9において、仮想画像作成部52は、仮想カメラが衛星のように人物の周りを巡回しながら人物を撮影する巡回モードによる仮想画像を作成する。

【0049】

図6は、追跡モードを説明するための模式図であり、図7は、巡回モードを説明するための模式図である。追跡モードでは、図6に示すように、被写体(人間)IOが時刻tから時刻t+1の間に位置(X, Y, Z)から位置(X+sX, Y, Z+sZ)へ移動するとき(高さは一定)、仮想カメラVCは、被写体IOから高さhだけ上空を同じ量(X方

10

20

30

40

50

向に s_X 、 Z 方向に s_Z) だけ平行に (位置 $(X', Y+h, Z')$ から位置 $(X'+s_X, Y+h, Z'+s_Z)$) へ移動する。このとき、仮想カメラ VC は、常に被写体 IO の注目点 AP を撮影している。一方、旋回モードでは、図 7 に示すように、時刻 t から時刻 $t+1$ の間、被写体 IO の位置は (X, Y, Z) に固定されており、仮想カメラ VC は、被写体 IO から高さ h だけ上空を、被写体 IO の水平位置 (X, Z) に垂直な線を中心軸として半径 r で旋回する (時刻 t の位置 $(X+r\cos\theta, Y+h, Z+r\sin\theta)$ 、時刻 $t+1$ の位置 $(X+r\cos\phi, Y+h, Z+r\sin\phi)$ 、ここで、 $\theta = r \times \cos$ 、 $\phi = r \times \sin$ 、 θ, ϕ = 時刻 $t, t+1$ の回転角度)。このとき、仮想カメラ VC は、常に被写体 IO の注目点 AP を撮影している。なお、半径 r 、高さ h 等は、予め実験等で用途に応じて求めたものを用いたり、また、半径 r 、高さ h 、旋回の形状及び範囲等を変更できるようにしてもよい。

10

【0050】

ここで、撮影空間は、本画像作成システム (コンピュータ) 内部に仮想化 (CG化) されているので、仮想カメラの位置を指定することにより、その位置から見た仮想画像を作成することができる。すなわち、固定カメラ (赤外線カメラ 11 ~ 13 及び可視光カメラ 31 ~ 33) の映像から復元された 3次元モデルから 3次元モデルの位置を求め、予め用意している背景の CGモデルから背景の位置を求め、図 6 及び図 7 を用いて説明した上記の手法により 3次元モデルの位置を基準に仮想カメラの視点位置を算出することにより、3次元空間内での位置 (座標) が求められ、それらの位置情報を用いて仮想カメラの視点位置から見た仮想画像を合成することができる。

【0051】

20

次に、ステップ S10 において、表示部 53 は、仮想画像作成部 52 により作成された画像を表示する。したがって、人物が移動している場合に人物を追跡する仮想カメラ視点から見た仮想画像が表示され、人物が停止した場合に人物の周りを旋回する仮想カメラ視点から見た仮想画像が表示されるので、人物を取り囲む環境を含め概観の観測が可能となり、第三者が空間で行われた人物のイベントを容易に把握することができるとともに、人物の作業内容をも容易に理解することができる。

【0052】

次に、上記の画像作成装置により作成された 3次元モデル及び仮想画像について説明する。図 8 は、3台の赤外線用処理部 21 ~ 23 による遠赤外線画像の背景領域と人物領域との分離結果の一例を示す図であり、図 9 は、3台の可視光用処理部 41 ~ 43 による可視光画像の背景領域と人物領域との分離結果の一例を示す図であり、図 10 は、図 8 及び図 9 に示す分離結果を用いて 3次元モデル作成部 51 により作成した 3次元モデルを示す図である。

30

【0053】

図 8 の (a) ~ (c) に示すように、遠赤外線画像では、人物領域の大部分 (図中の白色部分) を高精度に且つ安定的に分離することができた。一方、図 9 の (a) ~ (c) に示すように、可視光画像では、人物領域 (図中の白色部分) を安定的に分離することができなかったが、人物の下肢部分等の一部は遠赤外線画像より高精度に分離することができた。この結果、図 10 に示すように、人物の 3次元モデルを高精度且つ安定的に作成することができた。

40

【0054】

図 11 は、図 10 に示す 3次元モデルを用いて仮想画像作成部 52 により作成した仮想画像の一例を示す図である。図 11 の (a) ~ (d) に示すように、種々の仮想カメラ視点から見た人物のリアルな仮想画像を約 10 フレーム / sec で作成することができた。なお、図 11 に示す例は、旋回モードにより作成された仮想画像であり、各画像の旋回半径はそれぞれ異なるものである。

【0055】

上記のように、本実施の形態では、3台の赤外線カメラ 11 ~ 13 及び 3台の可視光カメラ 31 ~ 33 により人物を含む遠赤外線画像及び可視光画像が撮影され、撮影された遠赤外線画像及び可視光画像から赤外線用処理部 21 ~ 23、可視光用処理部 41 ~ 43 及

50

び3次元モデル作成部51により人物の3次元モデルが作成され、作成された3次元モデルを用いて人物の観察に適した仮想カメラ視点から人物を見た仮想画像が仮想画像作成部52により作成されるので、人物の動きによる画像ブレがなく且つ第三者による理解が容易な視点から見た画像を、少ない映像量で且つリアルタイムに作成することができる。

【0056】

また、可視光画像より遠赤外線画像を優先して3次元モデルを作成しているので、可視光画像から人物領域を安定的に抽出できない場合でも、遠赤外線画像により人物領域を安定的に抽出することができ、3次元モデルを高精度且つ安定的に作成することができる。さらに、可視光画像から人物のテクスチャ情報を抽出し、抽出したテクスチャ情報を3次元モデルにレンダリングしているため、リアルな仮想画像をリアルタイムで作成することができる。

10

【0057】

なお、上記の説明では、赤外線カメラ及び可視光カメラを用いたが、この例に特に限定されず、照明等の撮影条件が安定している場合は可視光カメラのみを用いたり、また、赤外線カメラに代えて立体視の撮影が可能なステレオカメラ等を用いてもよい。

【0058】

また、仮想画像の仮想カメラ視点として、人物を追跡する仮想カメラ視点及び人物の周りを旋回する仮想カメラ視点を用いたが、この例に特に限定されず、例えば、人物が手作業をしている場合に手元をズームする仮想カメラ視点等の人物の観察に適した他の仮想カメラ視点を用いてもよい。

20

【0059】

また、本発明は、映像でモニタリングする業務全般に適用することができ、例えば、痴呆者の行動、看護師の行動、銀行のキャッシュコーナーにおける人物の行動等の監視システムに用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】本発明の一実施の形態による画像作成システムの構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示す画像作成システムによる画像作成処理を説明するためのフローチャートである。

【図3】Shape from Silhouette法による3次元形状復元処理を説明するための模式図である。

30

【図4】Octreeデータによる3次元形状の表現方法を説明するための模式図である。

【図5】図1に示す3次元モデル作成部による人物の位置検出処理を説明するための模式図である。

【図6】追跡モードを説明するための模式図である。

【図7】旋回モードを説明するための模式図である。

【図8】図1に示す3台の赤外線用処理部による遠赤外線画像の背景領域と人物領域との分離結果の一例を示す図である。

【図9】図1に示す3台の可視光用処理部による可視光画像の背景領域と人物領域との分離結果の一例を示す図である。

40

【図10】図8及び図9に示す分離結果を用いて3次元モデル作成部により作成した3次元モデルを示す図である。

【図11】図10に示す3次元モデルを用いて仮想画像作成部により作成した仮想画像の一例を示す図である。

【符号の説明】

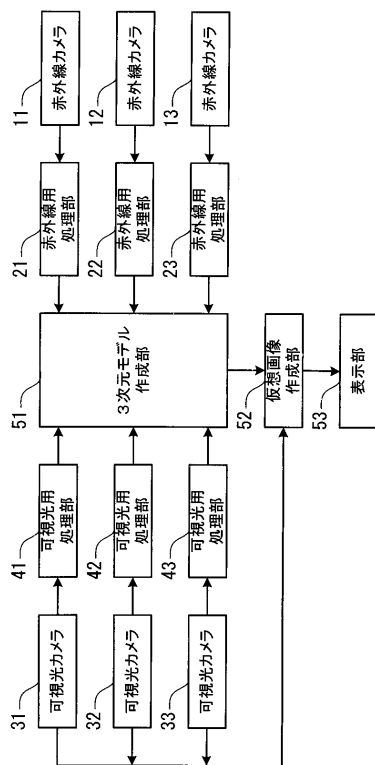
【0061】

- 11～13 赤外線カメラ
- 21～23 赤外線用処理部
- 31～33 可視光カメラ

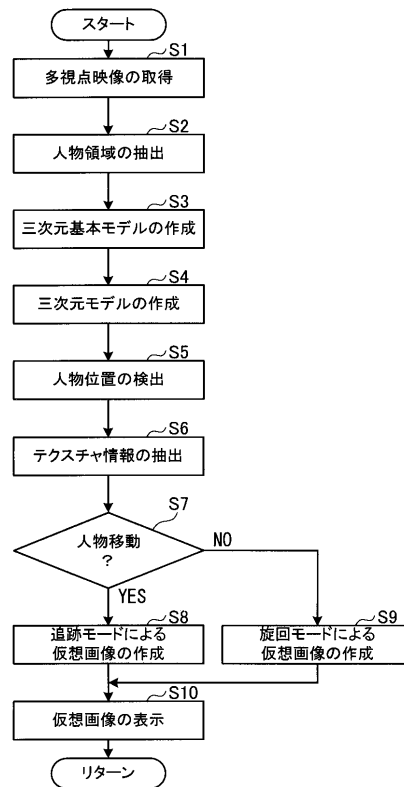
50

- 4 1 ~ 4 3 可視光用処理部
- 5 1 3次元モデル作成部
- 5 2 仮想画像作成部

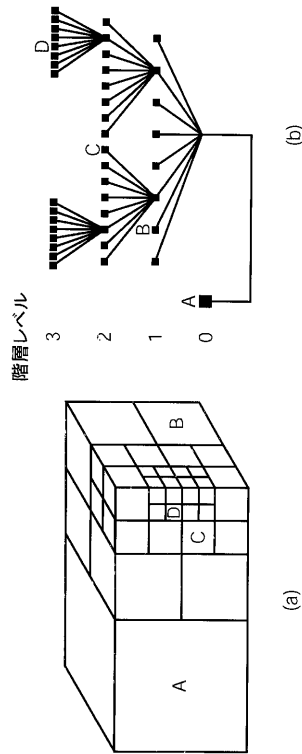
【図1】



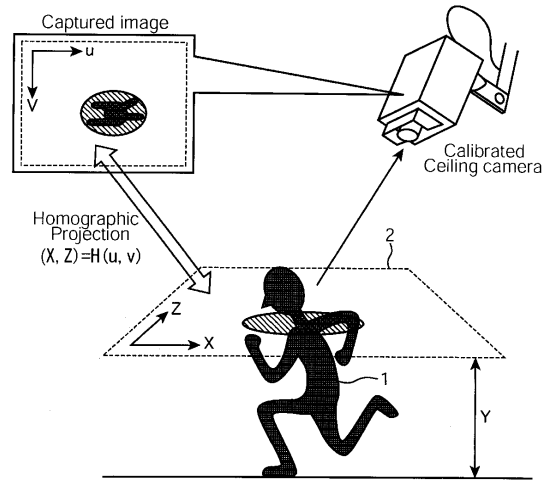
【図2】



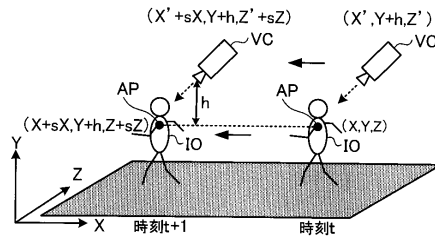
【 図 4 】



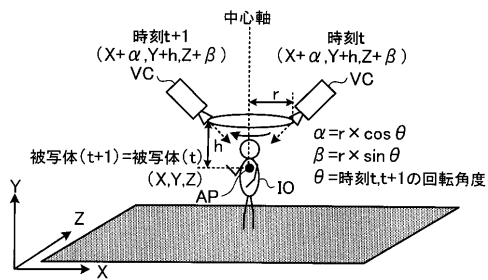
【 図 5 】



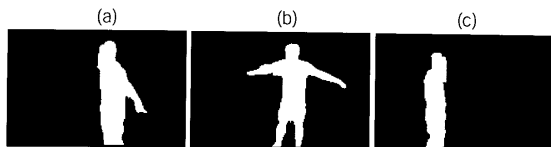
【 図 6 】



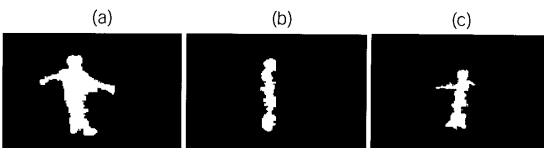
【 図 7 】



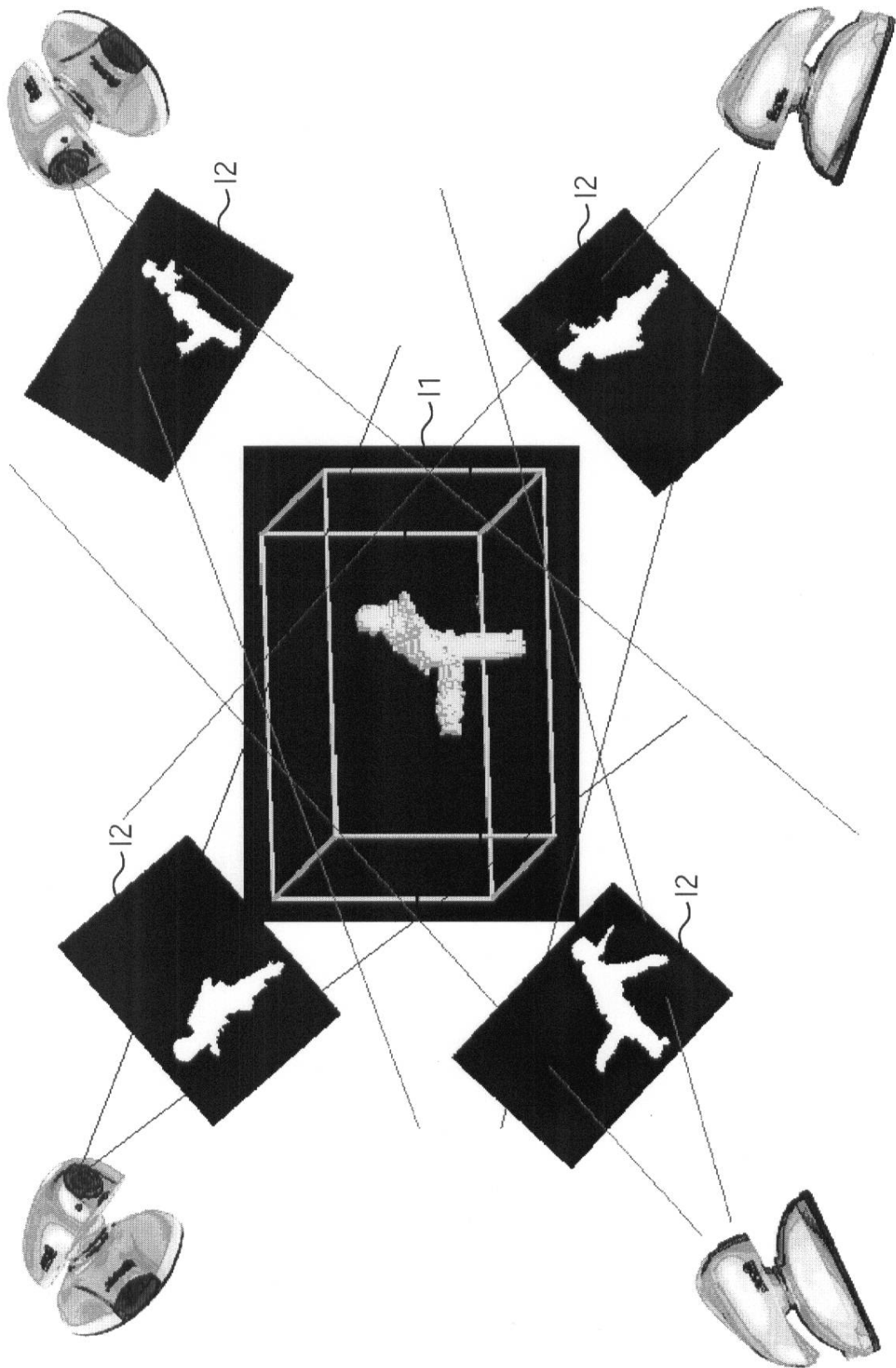
【 図 8 】



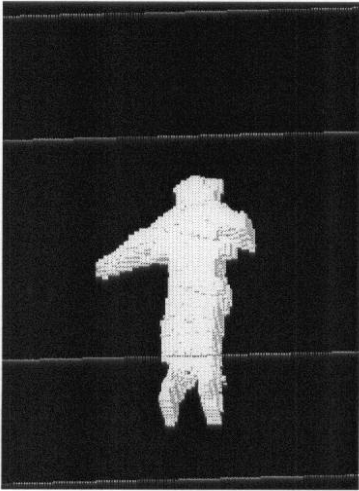
【 図 9 】



【図3】



【図 10】



【 図 1 1 】

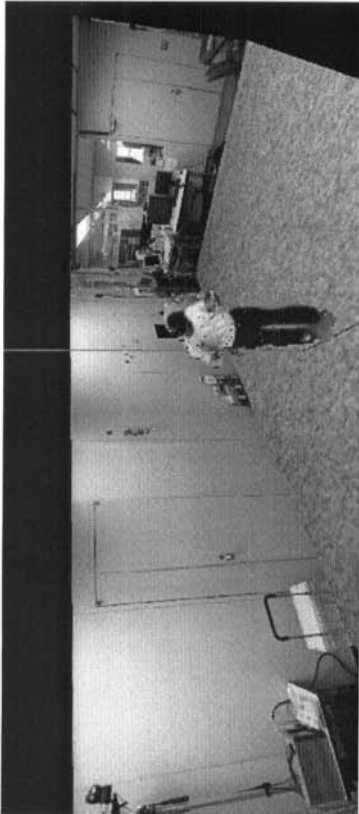
(b)



(d)



(a)



(c)



フロントページの続き

(72)発明者 萩田 紀博

京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

審査官 鹿野 博嗣

(56)参考文献 特開平06-105231(JP,A)

特開2002-032744(JP,A)

特開2001-082940(JP,A)

片山 美和 Miwa Katayama, 多視点ハイビジョンカメラによる任意視点映像生成システムの試
作, 電子情報通信学会2002年総合大会講演論文集 情報・システム2 PROCEEDINGS OF THE
2002 IEICE GENERAL CONFERENCE, 日本, 電子情報通信学会, 2002年 3月 7日, 160

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 1/00

G06T 15/04