(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2024-510230
(P2024-510230A)
(43)公表日　令和6年3月6日(2024.3.6)

(51)国際特許分類		FI			テーマコード（参考）
G06T	*7/00 (2017.01)*	G06T	7/00	350C	5L096
G06V	*10/82 (2022.01)*	G06T	7/00	660B	
G06N	*3/02 (2006.01)*	G06V	10/82		
G06N	*3/0464(2023.01)*	G06N	3/02		
		G06N	3/0464		

審査請求　有　予備審査請求　未請求　（全17頁）

(21)出願番号　特願2023-556536(P2023-556536)
(86)(22)出願日　令和4年3月31日(2022.3.31)
(85)翻訳文提出日　令和5年9月13日(2023.9.13)
(86)国際出願番号　PCT/IB2022/053034
(87)国際公開番号　WO2022/208440
(87)国際公開日　令和4年10月6日(2022.10.6)
(31)優先権主張番号　63/168,467
(32)優先日　令和3年3月31日(2021.3.31)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　63/279,916
(32)優先日　令和3年11月16日(2021.11.16)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　17/701,991
最終頁に続く

(71)出願人　000002185
ソニーグループ株式会社
東京都港区港南１丁目７番１号
(71)出願人　504257564
ソニー コーポレイション オブ アメリカ
アメリカ合衆国 ニューヨーク １００１０， ニューヨーク， マディソン アベニュー ２５
(74)代理人　100092093
弁理士　辻居 幸一
(74)代理人　100109070
弁理士　須田 洋之
(74)代理人　100067013
弁理士　大塚 文昭
(74)代理人
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　顔表情、身体ポーズ形状及び衣服パフォーマンスキャプチャのための暗黙的微分可能レンダラーを用いたマルチビューニューラル人間予測

(57)【要約】
ニューラルヒューマンパフォーマンスキャプチャフレームワーク（ＭＶＳ－ＰＥＲＦ）が、校正されたマルチビュー画像セットから、人物の骨格、体形及び衣服の変位、並びに外観を取り込む。ＭＶＳ－ＰＥＲＦは、単眼人体メッシュ復元（ｍｏｎｏｃｕｌａｒ ｈｕｍａｎ ｍｅｓｈ ｒｅｃｏｖｅｒｙ）において絶対位置を予測する曖昧さに対処し、ＮｅＲＦからのボリューム表現をアニメーションに適したパフォーマンスキャプチャに仲介する。ＭＶＳ－ＰＥＲＦは、マルチビュー画像から特徴マップを抽出して特徴量に融合するモジュール、特徴量を裸の人間パラメータベクトルに回帰して、骨格ポーズ、体形及び表情を含むＳＭＰＬ－Ｘスキンタイト人体メッシュ（ＳＭＰＬ－Ｘ ｓｋｉｎ－ｔｉｇｈｔ ｂｏｄｙ ｍｅｓｈ）を生成するモジュール、ニューラル放射場及び変形場を活用し、微分可能レンダリングを使用して衣服を裸体上の変位として推測するモジュールという３つのモジュールを含む。ＳＭＰＬ－ＸスキンタイトＳ人体メッシュ頂点に補間された変位ベクトルを加算することによって、着衣姿の人体メッシュを取得する。取得

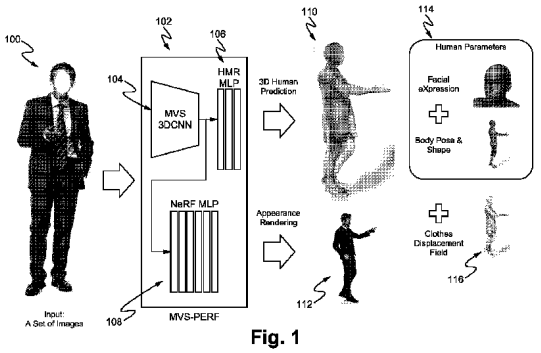

Fig. 1

【特許請求の範囲】
【請求項１】
装置の非一時的なものにプログラムされた方法であって、
画像セットを入力として取得することと、
ニューラルネットワークを使用して前記画像セットを処理することと、
を含み、前記処理は、
前記画像セットを１又は２以上の特徴に符号化することと、
前記特徴を人間パラメータに回帰させることと、
前記ニューラルネットワークを微調整することと、
クエリ３Ｄ光線を、前記画像セットに基づくＲＧＢカラー及び衣服－身体変位に復号することと、
を含む、
ことを特徴とする方法。
【請求項２】
前記画像セットは、サイズＮ×ｗ×ｈ×ｃの４Ｄテンソルを含み、ここで、Ｎはビューの数、ｗは画像の幅、ｈは画像の高さ、ｃは画像のチャネルである、
請求項１に記載の方法。
【請求項３】
前記ニューラルネットワークは、前記画像セットから正面ビューを基準ビューとして選択し、特徴量を抽出する、
請求項１に記載の方法。
【請求項４】
前記ニューラルネットワークは、全ての特徴量を人間のポーズ、形状、表情パラメータに回帰させる、
請求項３に記載の方法。
【請求項５】
前記ニューラルネットワークは、前記パラメータに従って人間の裸体メッシュを生成する、
請求項４に記載の方法。
【請求項６】
前記裸体メッシュは、バウンディングボックス内の占有フィールドに変換される、
請求項５に記載の方法。
【請求項７】
前記ニューラルネットワークは、ビューの各中心からの光線方向に関連する身体メッシュの近くのいずれかの３Ｄ点について、前記ＲＧＢカラーと、裸体の表面を示す３Ｄ変位ベクトルとを生成する、
請求項６に記載の方法。
【請求項８】
カメラビューの全ての画素から放たれる全ての光線を問い合わせることにより、着衣姿の人体の外観がＲＧＢ画像としてレンダリングされ、サンプリングされた点から前記３Ｄ変位ベクトルを使用して裸体を変形させることにより、着衣姿の身体メッシュが取得される、
請求項７に記載の方法。
【請求項９】
前記ニューラルネットワークは、教師ありモード又は自己教師ありモードで実装される、
請求項１に記載の方法。
【請求項１０】
アプリケーションを記憶するように構成された非一時的メモリと、
前記アプリケーションを処理するように構成されたプロセッサと、

を備えた装置であって、前記アプリケーションは、
　画像セットを入力として取得し、
　ニューラルネットワークを使用して前記画像セットを処理する、
ように構成され、前記処理は、
　　前記画像セットを１又は２以上の特徴に符号化することと、
　　前記特徴を人間パラメータに回帰させることと、
　　前記ニューラルネットワークを微調整することと、
　　クエリ３Ｄ光線を、前記画像セットに基づくＲＧＢカラー及び衣服－身体変位に復号することと、
　を含む、
ことを特徴とする装置。
【請求項１１】
　前記画像セットは、サイズＮ×ｗ×ｈ×ｃの４Ｄテンソルを含み、ここで、Ｎはビューの数、ｗは画像の幅、ｈは画像の高さ、ｃは画像のチャネルである、
請求項１０に記載の装置。
【請求項１２】
　前記ニューラルネットワークは、前記画像セットから正面ビューを基準ビューとして選択し、特徴量を抽出する、
請求項１０に記載の装置。
【請求項１３】
　前記ニューラルネットワークは、全ての特徴量を人間のポーズ、形状、表情パラメータに回帰させる、
請求項１２に記載の装置。
【請求項１４】
　前記ニューラルネットワークは、前記パラメータに従って人間の裸体メッシュを生成する、
請求項１３に記載の装置。
【請求項１５】
　前記裸体メッシュは、バウンディングボックス内の占有フィールドに変換される、
請求項１４に記載の装置。
【請求項１６】
　前記ニューラルネットワークは、ビューの各中心からの光線方向に関連する身体メッシュの近くのいずれかの３Ｄ点について、前記ＲＧＢカラーと、裸体の表面を示す３Ｄ変位ベクトルとを生成する、
請求項１５に記載の装置。
【請求項１７】
　カメラビューの全ての画素から放たれる全ての光線を問い合わせることにより、着衣姿の人体の外観がＲＧＢ画像としてレンダリングされ、サンプリングされた点から前記３Ｄ変位ベクトルを使用して裸体を変形させることにより、着衣姿の身体メッシュが取得される、
請求項１６に記載の装置。
【請求項１８】
　前記ニューラルネットワークは、教師ありモード又は自己教師ありモードで実装される、
請求項１０に記載の装置。
【請求項１９】
　アプリケーションを記憶するように構成された非一時的メモリと、
　前記アプリケーションを処理するように構成されたプロセッサと、
を備えた装置であって、前記アプリケーションは、
　　入力画像を特徴に符号化するように構成されたマルチビューステレオ３Ｄ畳み込みニ

ューラルネットワーク（ＭＶＳ－３ＤＣＮＮ）と、
　前記特徴を人間パラメータに回帰させるように構成された人間メッシュ復元多層パーセプトロン（ＨＭＲ　ＭＬＰ）と、
　前記ＭＶＳ－３ＤＣＮＮを微調整するように構成され、クエリ３Ｄ光線（３Ｄ位置及び方向）をＲＧＢカラー及び衣服－身体変位に復号するニューラル輝度場多層パーセプトロン（ＮｅＲＦ　ＭＬＰ）と、
　を含む、
ことを特徴とする装置。
【請求項２０】
　前記画像セットは、サイズＮ×ｗ×ｈ×ｃの４Ｄテンソルを含み、ここで、Ｎはビューの数、ｗは画像の幅、ｈは画像の高さ、ｃは画像のチャネルである、
請求項１９に記載の装置。
【請求項２１】
　前記ＭＶＳ－３ＤＣＮＮは、前記画像セットから正面ビューを基準ビューとして選択し、特徴量を抽出する、
請求項２０に記載の装置。
【請求項２２】
　前記ＨＭＲ　ＭＬＰは、全ての特徴量を人間のポーズ、形状、表情パラメータに回帰させる、
請求項２１に記載の装置。
【請求項２３】
　前記パラメータに従って人間の裸体メッシュを生成するように構成されたモデルをさらに備える、
請求項２２に記載の装置。
【請求項２４】
　前記裸体メッシュは、バウンディングボックス内の占有フィールドに変換される、
請求項２３に記載の装置。
【請求項２５】
　前記ＮｅＲＦ　ＭＬＰは、ビューの各中心からの光線方向に関連する身体メッシュの近くのいずれかの３Ｄ点について、前記ＲＧＢカラーと、裸体の表面を示す３Ｄ変位ベクトルとを生成する、
請求項２４に記載の装置。
【請求項２６】
　カメラビューの全ての画素から放たれる全ての光線を問い合わせることにより、着衣姿の人体の外観がＲＧＢ画像としてレンダリングされ、サンプリングされた点から前記３Ｄ変位ベクトルを使用して裸体を変形させることにより、着衣姿の身体メッシュが取得される、
請求項２５に記載の装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
〔関連出願との相互参照〕
　本出願は、２０２１年１１月１６日に出願された「顔表情、身体ポーズ形状及び衣服パフォーマンスキャプチャのための暗黙的微分可能レンダラーを用いたマルチビューニューラル人間予測（ＭＵＬＴＩＶＩＥＷ　ＮＥＵＲＡＬ　ＨＵＭＡＮ　ＰＲＥＤＩＣＴＩＯＮ　ＵＳＩＮＧ　ＩＭＰＬＩＣＩＴ　ＤＩＦＦＥＲＥＮＴＩＡＢＬＥ　ＲＥＮＤＥＲ　ＦＯＲ　ＦＡＣＩＡＬ　ＥＸＰＲＥＳＳＩＯＮ，　ＢＯＤＹ　ＰＯＳＥ　ＳＨＡＰＥ　ＡＮＤ　ＣＬＯＴＨＥＳ　ＰＥＲＦＯＲＭＡＮＣＥ　ＣＡＰＴＵＲＥ）」という名称の米国仮特許出願シリアル番号第６３／２７９，９１６号、及び２０２１年３月３１日に出願された「顔表情、身体ポーズ形状及び衣服変位のための暗黙的微分可能レンダラーを用いたマルチビ

ューニューラル人間予測（ＭＵＬＴＩＶＩＥＷ　ＮＥＵＲＡＬ　ＨＵＭＡＮ　ＰＲＥＤＩＣＴＩＯＮ　ＵＳＩＮＧ　ＩＭＰＬＩＣＩＴ　ＤＩＦＦＥＲＥＮＴＩＡＢＬＥ　ＲＥＮＤＥＲ　ＦＯＲ　ＦＡＣＩＡＬ　ＥＸＰＲＥＳＳＩＯＮ，　ＢＯＤＹ　ＰＯＳＥ　ＳＨＡＰＥ　ＡＮＤ　ＣＬＯＴＨＥＳ　ＤＩＳＰＬＡＣＥＭＥＮＴ）」という名称の米国仮特許出願シリアル番号第６３／１６８，４６７号の米国特許法第１１９条に基づく優先権の利益を主張するものであり、これらの両文献はその全体が全ての目的で引用により本明細書に組み入れる。

【０００２】

本発明は、娯楽産業のための３次元コンピュータビジョン及びグラフィックスに関する。具体的には、本発明は、映画、ＴＶ、音楽及びゲームコンテンツ制作のための３次元コンピュータビジョン及びグラフィックスを取得して処理することに関する。

【背景技術】

【０００３】

例えばＦａｃｅｂｏｏｋ　ＦｒａｎｋＭｏｃａｐなどの従来のシステムは、単一画像から裸体の形状及びポーズのみを予測する。このようなシステムは、衣服表面を予測することができない。このようなシステムは２Ｄ画像変換法であり、マルチビュー入力に対処することができない。

【０００４】

暗黙的パーツネットワーク（Ｉｍｐｌｉｃｉｔ　Ｐａｒｔ　Ｎｅｔｗｏｒｋ）は、スキャン又は再構成された点群から身体及び衣服の両方を予測するが、３Ｄスキャンを必要とし、入力としてのＲＧＢ画像にも、顔表情及び外観にも対処することができない。また、暗黙的パーツネットワークは、ボクセルを身体又は衣服として識別するラベルのみを予測した後に人間事前モデル（ｈｕｍａｎ　ｐｒｉｏｒ　ｍｏｄｅｌ）を明示的にフィットさせ、低速である。Ｎｅｕｒａｌ　Ｂｏｄｙ及びＡｎｉｍａｔａｂｌｅ　ＮｅＲＦは、ニューラル輝度場（Ｎｅｕｒａｌ　Ｒａｄｉａｎｃｅ　Ｆｉｅｌｄ：ＮｅＲＦ）を使用して、顔表情を含まない衣服人体（ｃｌｏｔｈｅｓ　ｈｕｍａｎ　ｂｏｄｙ）を予測する。しかしながら、これらは低解像度に制限される高密度の潜在コードボリューム（ｄｅｎｓｅ　ｌａｔｅｎｔ　ｃｏｄｅ　ｖｏｌｕｍｅ）の作成を必要とし、従って人体形状が粗くなってしまう。また、これらは、メッシュ頂点の対応関係を含まないボリュメトリックな人体モデルしか復元することができない。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【０００５】

マルチビューニューラル人間予測（Ｍｕｌｔｉｖｉｅｗ　ｎｅｕｒａｌ　ｈｕｍａｎ　ｐｒｅｄｉｃｔｉｏｎ）が、カメラ校正を与えられたマルチビュー画像セットから、骨格、体形、並びに衣服の変位及び外観を含む３Ｄ人間モデルを予測することを含む。

【０００６】

１つの態様では、ニューラルネットワークが、異なるビューからの単一画像又は複数画像であることができる入力画像セットを受け取って、層状３Ｄ人間モデル（ｌａｙｅｒｅｄ　３Ｄ　ｈｕｍａｎ　ｍｏｄｅｌ）を予測する。画像セットは、Ｎ×ｗ×ｈ×ｃのサイズの４Ｄテンソルを含み、ここで、Ｎはビューの数であり、ｗは画像の幅であり、ｈは画像の高さであり、ｃは画像のチャネルである。画像セットのためのカメラ情報は既知である。出力モデルは、内側から外側に向かって、予測されたポーズの骨格、顔表情を含む予測された形状の裸の３Ｄ身体（例えば、ブレンドシェイプ（ｂｌｅｎｄｓｈａｐｅｓ）及び関節回転によってパラメータ化されたＳＭＰＬ－Ｘモデル）、及び入力画像から推測される衣服変位及び外観ＲＧＢ色の３Ｄ場という３つの層を含む。裸の３Ｄ人体メッシュを衣服変位場（ｃｌｏｔｈｅｓ　ｄｉｓｐｌａｃｅｍｅｎｔ　ｆｉｅｌｄ）に従って変形させることによって着衣姿の人体メッシュ（ｃｌｏｔｈｅｄ　ｂｏｄｙ　ｍｅｓｈ）が取得される。

【０００７】

別の態様では、ニューラルネットワークが、入力画像セットを特徴に符号化するマルチビューステレオ３Ｄ畳み込みニューラルネットワーク（ＭＶＳ－３ＤＣＮＮ）、特徴を人間パラメータに回帰させる人間メッシュ復元多層パーセプトロン（ｈｕｍａｎ ｍｅｓｈ ｒｅｃｏｖｅｒｙ ｍｕｌｔｉｌａｙｅｒ ｐｅｒｃｅｐｔｒｏｎ：ＨＭＲ ＭＬＰ）、及びＭＶＳ－３ＤＣＮＮを微調整してクエリ３Ｄ光線（３Ｄ位置及び方向）をＲＧＢカラー及び衣服－身体変位に復号するニューラル輝度場多層パーセプトロン（ｎｅｕｒａｌ ｒａｄｉａｎｃｅ ｆｉｅｌｄ ｍｕｌｔｉｌａｙｅｒ ｐｅｒｃｅｐｔｒｏｎ：ＮｅＲＦ ＭＬＰ）という３つのサブネットワークで構成される。

【０００８】

別の態様では、テスト／推論モードにおいて、層状３Ｄ人間モデルの予測が、訓練データ内のカメラのビュー範囲内で、明示的な数値最適化を伴わずに、小さな入力セットについて、装置に依存せず、完全に自動であり、リアルタイムである。訓練済みニューラルネットワークを用いて予測する際には、ＭＶＳ－３ＤＣＮＮが、マルチビュー画像セットを入力として受け取り、正面ビューを基準ビューとして選択し、特徴量を抽出する。ＨＭＲＭＬＰは、全ての特徴量を人間のポーズ、形状、顔表情パラメータに回帰させる。ＳＭＰＬ－Ｘモデルは、パラメータに従って人間の裸体メッシュを生成する。その後、裸体メッシュは、バウンディングボックス内の占有フィールドに変換される。訓練済みＮｅＲＦＭＬＰは、ビューの各中心からの光線方向に関連する身体メッシュの近くのいずれかの３Ｄ点について、ＲＧＢカラーと、裸体の表面を示す３Ｄ変位ベクトルとを生成する。カメラビュー（入力ビューと同じビュー、又はいずれかの新規ビュー）の全ての画素から放たれる全ての光線を問い合わせることにより、着衣姿の人体の外観をＲＧＢ画像としてレンダリングすることができる。サンプリングされた点から３Ｄ変位ベクトルを使用して裸体を変形させることにより、ＳＭＰＬ－ＸモデルとＳＭＰＬ－Ｘ＋Ｄなどの着衣姿の人体メッシュを取得することができる。

【０００９】

別の態様では、ニューラルネットワークの訓練が、教師あり及び自己教師ありという２つの事例を含む。教師ありの事例では、例えばＨ３６Ｍデータセットなどの、既知の人間パラメータを有するラベル付きデータセットが与えられる。グランドトゥルース（ＧＴ）のパラメータ及び形状を、ＣＮＮ回帰されたパラメータ及び形状と比較する。その差分を形状損失として計算する。一方で、入力画像セット内のサンプリングされた画素から光線を投じ、ＮｅＲＦ ＭＬＰが光線をレンダリングして、パラメータを裸体の密度及び３Ｄ衣服変位の関数である色及び密度に回帰させる。色損失は、サンプリングされた画素色とレンダリングされた色との差分の合計によって計算される。一方で、モーションキャプチャデータセットなどの、ＧＴ人間パラメータが未知である既存のデータセットでは、自己教師あり／自己改善訓練（ｓｅｌｆ－ｉｍｐｒｏｖｉｎｇ ｔｒａｉｎｉｎｇ）が利用される。各訓練反復では、ＭＶＳ ３ＤＣＮＮからパラメータを回帰させた後に、これらをＳＭＰＬｉｆｙＸなどの最適化ベースの人間予測アルゴリズムに送り、明示的数値最適化法（ｅｘｐｌｉｃｉｔ ｎｕｍｅｒｉｃａｌ ｏｐｔｉｍｉｚａｔｉｏｎ ａｐｐｒｏａｃｈｅｓ）によって最適化する。最適化されたパラメータは、ＣＮＮ回帰されたパラメータと比較されて形状損失になる。残りのステップは教師あり訓練と同じであるが、自己改善訓練は教師ありの事例よりも多くのエポック及び長い時間を要する。全体的なニューラルネットワークの訓練は、形状損失及び色損失の両方を最小化するＡｄａｍなどの並列最適化アルゴリズムによって実行され、最適化されたネットワークの重みが出力される。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】いくつかの実施形態によるニューラル人間予測のフローチャートを示す図である。

【図２】いくつかの実施形態による、全てのネットワークＭＶＳ ３ＤＣＮＮ、ＨＭＲＭＬＰ及びＮｅＲＦ ＭＬＰの重みが既知である、テンソル表記によって表される前方予測のワークフローを示す図である。

【図３】いくつかの実施形態による、スーパービジョンを使用してネットワークを訓練するワークフローを示す図である。
【図４】いくつかの実施形態による、自己改善戦略においてネットワークを訓練するワークフローを示す図である。
【図５】いくつかの実施形態による、各ビューのＭＶＳ　３ＤＣＮＮのＮｅＲＦ　ＭＬＰへのアライメントを示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００１１】
ニューラル人間予測が、画像セット（単一の画像又はマルチビュー画像）から骨格のポーズ、体形、並びに衣服の変位及び外観を含む３Ｄ人間モデルを予測することを含む。ニューラル人間予測の実施形態は、ニューラルネットワークの使用方法について説明する。マルチビューニューラル人間予測は、単一画像ベースのモーションキャプチャ（ｍｏｃａｐ）及び人間リフティング（ｈｕｍａｎ　ｌｉｆｔｉｎｇ）を品質及びロバスト性において上回り、メモリコストの高いまばらな点群を入力として受け取って低速で実行する暗黙的パーツネットワークなどの身体衣服予測ネットワークのアーキテクチャを単純化し、３Ｄボリューム全体を符号化するＮｅｕｒａｌ　Ｂｏｄｙなどの潜在コードベースのネットワークの解像度制限を回避する。
【００１２】
図１は、いくつかの実施形態によるニューラル人間予測のフローチャートである。ステップ１００において、被写体の周囲で撮影された写真セットなどの、入力画像セットＩ、単一画像、又はマルチビュー画像を入力として取得する。入力Ｉは、Ｎ×ｗ×ｈ×ｃのサイズの４Ｄテンソルとして表され、Ｎはビューの数であり、ｗ、ｈ、ｃはそれぞれ画像幅、画像高さ及び画像チャンネルである。カメラは既に校正済みであり、従ってカメラ情報（例えば、カメラパラメータ）は全て既知である。画像前処理として、Ｄｅｔｅｃｔｒｏｎ２及びｉｍａｇｅ　Ｇｒａｂ－Ｃｕｔなどの既存の手法を使用して被写体のバウンディングボックス及び前景マスクを抽出する。画像はバウンディングボックスによって切り取られ、同じアスペクト比でｗ×ｈのサイズにズームされる。画像境界は黒で塗りつぶされる。
【００１３】
ニューラルネットワーク（ＭＶＳ－ＰＥＲＦ）１０２は、入力画像セットを特徴に符号化するマルチビューステレオ３Ｄ畳み込みニューラルネットワーク（ＭＶＳ－３ＤＣＮＮ）１０４、特徴を人間パラメータに回帰させる人間メッシュ復元多層パーセプトロン（ＨＭＲ　ＭＬＰ）１０６、及びＭＶＳ－３ＤＣＮＮを微調整してクエリ３Ｄ光線（３Ｄ位置及び方向）をＲＧＢカラー及び衣服－身体変位に復号するニューラル輝度場多層パーセプトロン（ＮｅＲＦ　ＭＬＰ）１０８という３つのコンポーネントで構成される。
【００１４】
ステップ１０４において、深層２Ｄ　ＣＮＮが各ビューから画像特徴を抽出する。各畳み込み層の後には、最後の層を除いてバッチ正規化（ＢＮ）層及び整流化線形ユニット（ｒｅｃｔｉｆｉｅｄ　ｌｉｎｅａｒ　ｕｎｉｔ：ＲｅＬＵ）が続く。２つのダウンサンプリング層も配置される。２Ｄ　ＣＮＮの出力は、ｗ／４×ｈ／４×３２のサイズの特徴マップである。
【００１５】
その後、あるビューを基準ビューとして選択し、その視錐台（ｖｉｅｗ　ｆｒｕｓｔｕｍ）を透視投影及び近遠面（ｎｅａｒ　ｆａｒ　ｐｌａｎｅｓ）に従って被写体の作業空間全体をカバーするように設定する。この錐台を、近い面及び遠い面の両方に平行なｄ個の深度面によって近くから遠くにサンプリングする。全ての特徴マップを各深度面に変換してブレンドする。ｉ＝１、２、．．．、Ｎであるいずれかのビューｉについて、（１をインデックスとする）基準ビューに対する３×３のホモグラフィ画像ワーピング行列（ｈｏｍｏｇｒａｐｈｙ　ｉｍａｇｅ　ｗａｒｐｉｎｇ　ｍａｔｒｉｘ）が以下の数式によって与えられる。

$$H_i(z) = K_i\left(R_i R_1^T + \frac{-R_1^T t_1 + R_i^T t_i}{z} n^T\right) K_i^{-1}$$

【００１６】
ここで、Ｋ，［Ｒ，ｔ］はカメラの固有パラメータ及び外部パラメータを表し、ｚは深度面から基準ビューのカメラ中心までの距離であり、ｎは深度面の法線方向である。
【００１７】
全ての画像が深度面にワープされた後に、全ての特徴の分散

$$\sum_{i=1}^{N} (V_i - \overline{V_i})^2 / N$$

によって座標（ｕ，ｖ，ｚ）におけるコストを決定する。

$\overline{V_i}$

は、全てのビューの平均特徴値である。
コストボリュームのサイズは、ｄ×ｗ／４×ｈ／４である。
【００１８】
ステップ１０６において、人間メッシュ復元多層パーセプトロン（ＨＭＲ　ＭＬＰ）が、フラット化層（ｆｌａｔｔｅｎ　ｌａｙｅｒ）及びドロップアウト層（ｄｒｏｐｏｕｔ　ｌａｙｅｒ）によって分離された３層の線形回帰を含む。ＨＭＲ　ＭＬＰは、ＭＶＳ　３ＤＣＮＮからの特徴量を人体パラメータθ_{reg}１１４に回帰させる。
【００１９】
人体パラメータθ_{reg}は、ＳＭＰＬ－Ｘなどの人体パラメトリックモデルを３Ｄ裸体メッシュ２０２に操作することができる。通常、ＳＭＰＬ－Ｘ表現θ_{reg}は、骨格ポーズ（各関節の３次元回転角）、身長及び体重などの体形を制御するボディブレンドシェイプパラメータ、並びに顔表情を制御するフェイシャルブレンドシェイプパラメータを含む。θ_{reg}は、ブレンドシェイプパラメータを使用してＴポーズメッシュを構築し、これを線形スキニングモデルの骨格ポーズによってポーズメッシュに変形させる。
【００２０】
一方では、ステップ１０８において、コストボリュームがニューラル輝度場（ＮｅＲＦ）などの微分可能なレンダリングＭＬＰに送られる。ＮｅＲＦ　ＭＬＰは、３Ｄ位置ｘ及び方向φによって表されるクエリ光線を４チャンネルカラーＲＧＢσにマッピングする関数Ｍとしてｃ（ｘ、φ）＝Ｍ（ｘ、φ、ｆ；Γ）のように定式化される。ｆは、錐台ＭＶＳ　３ＤＣＮＮ１０４のコストボリュームからＮｅＲＦボリュームへの特徴マップであり、Γは、ＮｅＲＦ　ＭＬＰネットワークの重みであり、σは、３Ｄポイントがメッシュ内に存在する場合の確率の占有密度を表す。裸体の占有密度場σｂは、錐台１０４のメッシュ２０２（図２）を変換することによって直接取得することができる。また、着衣姿の身体の密度場σは、３次元変位ベクトル場Ｄと特徴量マップｆとの関数：σ（Ｄ、ｆ）として表すことができる。３次元変位ベクトル場Ｄ１１６は、着衣姿の身体表面２０４上の点が裸体表面上の点とどのように関連しているかを表す。ＮｅＲＦ　ＭＬＰを訓練すると、変位ベクトル場Ｄも最適化される。
【００２１】
図２は、いくつかの実施形態による、全てのネットワークＭＶＳ　３ＤＣＮＮ、ＨＭＲ　ＭＬＰ及びＮｅＲＦ　ＭＬＰの重みが訓練されて固定された、テンソル表記によって表される前方予測のワークフローである。透視投影画像からの画素の全ての光線２００を問い合わせることによって、外観画像１１２がレンダリングされる。いくつかの実施形態では、３Ｄ人間予測１１０が実装される。人体の近くのサンプリングされた点を問い合わせる

ことによって、変位フィールドＤ１１６が取得される。着衣姿の出力メッシュがテンプレートと同じトポロジーを有する人間パフォーマンスキャプチャタスクでは、各頂点に補間変位ベクトル（ｉｎｔｅｒｐｏｌａｔｅｄ ｄｉｓｐｌａｃｅｍｅｎｔ ｖｅｃｔｏｒ）を追加することによって、裸体メッシュV_b２０２を着衣姿の身体メッシュV_c２０４に変形することができる。

【００２２】

図３は、いくつかの実施形態による、スーパービジョンを用いてネットワークを訓練するワークフローである。Ｈｕｍａｎ３．６Ｍなどの教師あり訓練データセットは、画像入力Ｉ１００だけでなく、グランドトゥルース人間パラメータθ_{gt}３００及び裸体メッシュ$V_{b、gt}$３０２も含み、通常、これらはセンサ又は既存の手法によって取得される。この事例では、予測される裸体とグランドトゥルースとの差分を合計することによって、形状損失３０４が直接取得される。

$$Shapeloss = w_{\theta}\left\|\theta_{reg} - \theta_{gt}\right\|^2 + w_{v}\sum\left\|V_b - V_{b,gt}\right\|^2$$

$$+ w_{j}\sum\left\|J_b - J_{b,gt}\right\|^2 + w_{j,2D}\sum\left\|\Pi(J_b) - \Pi(J_{b,gt})\right\|^2$$

ここで、Ｊは裸体の関節であり、Πは各カメラビューの３Ｄ点の透視投影を表す。ネットワークを効果的に訓練するために、各訓練ステップでは、全てのビューがＭＶＳ ３ＤＣＮＮの基準ビューとして順番に選択される。

【００２３】

一方で、典型的には画像顕著性（ｉｍａｇｅ ｓａｌｉｅｎｃｙ）に比例する不均一なサンプリング戦略を使用して、入力画像セット１００から光線３０６がサンプリングされる。高顕著性領域では多くの光線がサンプリングされ、平坦領域又は背景領域からは少ない光線がサンプリングされる。これらの光線は、ＭＶＳ ３ＤＣＮＮ１０４からの特徴マップと共にＮｅＲＦ ＭＬＰ１０６に送られ、ＮｅＲＦ ＭＬＰ１０６がサンプルの外観ＲＧＢσ色３０８をレンダリングする。入力画像内のサンプリングされた色とレンダリングされた色３０８との全ての差分を合計することによって色損失３１０が計算される。

【００２４】

Ａｄａｍなどの並列化された確率的最適化アルゴリズム（ｐａｒａｌｌｅｌｉｚｅｄ ｓｔｏｃｈａｓｔｉｃ ｏｐｔｉｍｉｚａｔｉｏｎ ａｌｇｏｒｉｔｈｍ）を適用して、形状損失及び色損失の両方を最小化することによって全てのネットワークＭＶＳ ３ＤＣＮＮ、ＨＭＲ ＭＬＰ、ＮｅＲＦ ＭＬＰの重みを訓練する。

【００２５】

図４は、いくつかの実施形態による、自己改善戦略においてネットワークを訓練するワークフローである。この事例では、訓練データセットが、注釈又は人間グランドトゥルースパラメータを含まない人間画像のみを提供する。入力セット１００内の各画像について、回帰されたパラメータθ_{reg}１１４を初期推測として選択することにより、ＳＭＰＬｉｆｙＸアルゴリズムなどの最適化ベースの予測４００を適用する。最適化ベースの予測は、最初に各画像上の人間の２Ｄキーポイントを検出し、非線形最適化を適用して３Ｄ人間にフィットさせる。

これらの２Ｄキーポイントに（θ_{opt}４０２によってパラメータ化された）メッシュ$V_{b,opt}$４０４を適用する。

$$\theta_{opt} = \arg\min\sum\left\|\Pi(V_{b,opt}) - K\right\|^2$$

【００２６】

ここで、Ｋは、キーポイントの検出された２Ｄ位置を示し、合計は全ての対応するキーポイント及び全てのビューを引き継ぐ。

【００２７】
非線形最小二乗最適化は数値的に遅く、フィッティング精度は初期推測θ_{reg}に依存するが、信頼度は高い。十分なフィッティングの反復後には、θ_{opt}がグランドトゥルースに近くなる。従って、自己改善訓練ワークフローは、以下に要約するようにθ_{opt}をグランドトゥルースに向けて効率的に改善することができる。
自己改善訓練ワークフロー：
以下を実行
ＭＶＳ－３ＤＣＮＮからθ_{reg}を計算し、入力ＩからＨＭＲ　ＭＬＰを計算
θ_{reg}を初期推測、Ｉを入力として、ＳＭＰＬｉｆｙＸからθ_{opt}を計算
Ｉから光線をサンプリングし、ＮｅＲＦ　ＭＬＰからサンプリングされた色ｃを計算
ＳｈａｐｅＬｏｓｓ及びＣｏｌｏｒＬｏｓｓを計算
ＳｈａｐｅＬｏｓｓ及びＣｏｌｏｒＬｏｓｓを最小化することによってＭＶＳ　３ＤＣＮＮ、ＨＭＲ　ＭＬＰ及びＮｅＲＦ　ＭＬＰのネットワークの重みを更新
全ての訓練データについて重みが収束するまで反復
【００２８】
図５に、いくつかの実施形態による、各ビューのＭＶＳ　３ＤＣＮＮのＮｅＲＦ　ＭＬＰへのアライメントを示す。
【００２９】
動作時には、例えばゲームスタジオにおけるマーカーレスモーションキャプチャ、又は人間３Ｄ表面再構成ＲＧＢカメラセットアップなどの、商業的及び／又は個人的マーカーレスパフォーマンスキャプチャ用途においてニューラル人間予測を直接適用することができる。マルチビューニューラル人間予測の実施形態の他の用途は、いずれかの拡張と組み合わせることができるリアルタイムバックボーン技術として、例えば深度センシングの入力、３Ｄモデリング、又は新規アニメーションを作成するための出力の使用を組み合わせることができる。マルチビューニューラル人間予測は、ゲーム用途、ＶＲ／ＡＲ用途、及びいずれかのリアルタイムヒューマンインタラクション用途において適用することもできる。マルチビューニューラル人間予測は、使用するハードウェア（例えば、ＧＰＵプロセッサの速度及びＧＰＵメモリのサイズ）に応じて、予測のために少量のビューを処理する際にはリアルタイムとし、より多くのビュー（例えば、２０）の場合には近リアルタイム処理及び予測を実装することができる。
【００３０】
本明細書で説明した方法は、いずれかのコンピュータ装置上に実装することができる。好適なコンピュータ装置の例としては、パーソナルコンピュータ、ラップトップコンピュータ、コンピュータワークステーション、サーバ、メインフレームコンピュータ、ハンドヘルドコンピュータ、携帯情報端末、セルラ／携帯電話機、スマート家電、ゲーム機、デジタルカメラ、デジタルカムコーダ、カメラ付き電話機、スマートホン、ポータブル音楽プレーヤ、タブレットコンピュータ、モバイル装置、ビデオプレーヤ、ビデオディスクライタ／プレーヤ（ＤＶＤライタ／プレーヤ、高精細ディスクライタ／プレーヤ、超高精細ディスクライタ／プレーヤなど）、テレビ、家庭用エンターテイメントシステム、拡張現実装置、仮想現実装置、スマートジュエリ（例えば、スマートウォッチ）、車両（例えば、自動走行車両）、又はその他のいずれかの好適なコンピュータ装置が挙げられる。
【００３１】
顔表情、身体ポーズ形状及び衣服パフォーマンスキャプチャのための暗黙的微分可能レンダラーを用いたマルチビューニューラル人間予測のいくつかの実施形態
１．装置の非一時的なものにプログラムされた方法であって、
画像セットを入力として取得することと、
ニューラルネットワークを使用して画像セットを処理することと、
を含み、処理は、
画像セットを１又は２以上の特徴に符号化することと、
特徴を人間パラメータに回帰させることと、

ニューラルネットワークを微調整することと、
クエリ３Ｄ光線を、画像セットに基づくＲＧＢカラー及び衣服－身体変位に復号することと、
を含む、方法。
【００３２】
２．画像セットは、サイズＮ×ｗ×ｈ×ｃの４Ｄテンソルを含み、ここで、Ｎはビューの数、ｗは画像の幅、ｈは画像の高さ、ｃは画像のチャネルである、条項１の方法。
【００３３】
３．ニューラルネットワークは、画像セットから正面ビューを基準ビューとして選択し、特徴量を抽出する、条項１の方法。
【００３４】
４．ニューラルネットワークは、全ての特徴量を人間のポーズ、形状、表情パラメータに回帰させる、条項３の方法。
【００３５】
５．ニューラルネットワークは、パラメータに従って人間の裸体メッシュを生成する、条項４の方法。
【００３６】
６．裸体メッシュは、バウンディングボックス内の占有フィールドに変換される、条項５の方法。
【００３７】
７．ニューラルネットワークは、ビューの各中心からの光線方向に関連する身体メッシュの近くのいずれかの３Ｄ点について、ＲＧＢカラーと、裸体の表面を示す３Ｄ変位ベクトルとを生成する、条項６の方法。
【００３８】
８．カメラビューの全ての画素から放たれる全ての光線を問い合わせることにより、着衣姿の人体の外観がＲＧＢ画像としてレンダリングされ、サンプリングされた点から３Ｄ変位ベクトルを使用して裸体を変形させることにより、着衣姿の身体メッシュが取得される、条項７の方法。
【００３９】
９．ニューラルネットワークは、教師ありモード又は自己教師ありモードで実装される、条項１の方法。
【００４０】
１０．アプリケーションを記憶するように構成された非一時的メモリと、
アプリケーションを処理するように構成されたプロセッサと、
を備えた装置であって、アプリケーションは、
画像セットを入力として取得し、
ニューラルネットワークを使用して画像セットを処理する、ように構成され、処理は、
画像セットを１又は２以上の特徴に符号化することと、
特徴を人間パラメータに回帰させることと、
ニューラルネットワークを微調整することと、
クエリ３Ｄ光線を、画像セットに基づくＲＧＢカラー及び衣服－身体変位に復号することと、
を含む、装置。
【００４１】
１１．画像セットは、サイズＮ×ｗ×ｈ×ｃの４Ｄテンソルを含み、ここで、Ｎはビューの数、ｗは画像の幅、ｈは画像の高さ、ｃは画像のチャネルである、条項１０の装置。
【００４２】
１２．ニューラルネットワークは、画像セットから正面ビューを基準ビューとして選択し、特徴量を抽出する、条項１０の装置。
【００４３】

１３．ニューラルネットワークは、全ての特徴量を人間のポーズ、形状、表情パラメータに回帰させる、条項１２の装置。
【００４４】
１４．ニューラルネットワークは、パラメータに従って人間の裸体メッシュを生成する、条項１３の装置。
【００４５】
１５．裸体メッシュは、バウンディングボックス内の占有フィールドに変換される、条項１４の装置。
【００４６】
１６．ニューラルネットワークは、ビューの各中心からの光線方向に関連する身体メッシュの近くのいずれかの３Ｄ点について、ＲＧＢカラーと、裸体の表面を示す３Ｄ変位ベクトルとを生成する、条項１５の装置。
【００４７】
１７．カメラビューの全ての画素から放たれる全ての光線を問い合わせることにより、着衣姿の人体の外観がＲＧＢ画像としてレンダリングされ、サンプリングされた点から３Ｄ変位ベクトルを使用して裸体を変形させることにより、着衣姿の身体メッシュが取得される、条項１６の装置。
【００４８】
１８．ニューラルネットワークは、教師ありモード又は自己教師ありモードで実装される、条項１０の装置。
【００４９】
１９．アプリケーションを記憶するように構成された非一時的メモリと、
　アプリケーションを処理するように構成されたプロセッサと、
を備えた装置であって、アプリケーションは、
　　入力画像を特徴に符号化するように構成されたマルチビューステレオ３Ｄ畳み込みニューラルネットワーク（ＭＶＳ－３ＤＣＮＮ）と、
　　特徴を人間パラメータに回帰させるように構成された人間メッシュ復元多層パーセプトロン（ＨＭＲ　ＭＬＰ）と、
　　ＭＶＳ－３ＤＣＮＮを微調整するように構成され、クエリ３Ｄ光線（３Ｄ位置及び方向）をＲＧＢカラー及び衣服－身体変位に復号するニューラル輝度場多層パーセプトロン（ＮｅＲＦ　ＭＬＰ）と、
　を含む、装置。
【００５０】
２０．画像セットは、サイズＮ×ｗ×ｈ×ｃの４Ｄテンソルを含み、ここで、Ｎはビューの数、ｗは画像の幅、ｈは画像の高さ、ｃは画像のチャネルである、条項１９の装置。
【００５１】
２１．ＭＶＳ－３ＤＣＮＮは、画像セットから正面ビューを基準ビューとして選択し、特徴量を抽出する、条項２０の装置。
【００５２】
２２．ＨＭＲ　ＭＬＰは、全ての特徴量を人間のポーズ、形状、表情パラメータに回帰させる、条項２１の装置。
【００５３】
２３．パラメータに従って人間の裸体メッシュを生成するように構成されたモデルをさらに備える、条項２２の装置。
【００５４】
２４．裸体メッシュは、バウンディングボックス内の占有フィールドに変換される、条項２３の装置。
【００５５】
２５．ＮｅＲＦ　ＭＬＰは、ビューの各中心からの光線方向に関連する身体メッシュの近くのいずれかの３Ｄ点について、ＲＧＢカラーと、裸体の表面を示す３Ｄ変位ベクトルと

を生成する、条項２４の装置。
【００５６】
２６．カメラビューの全ての画素から放たれる全ての光線を問い合わせることにより、着衣姿の人体の外観がＲＧＢ画像としてレンダリングされ、サンプリングされた点から３Ｄ変位ベクトルを使用して裸体を変形させることにより、着衣姿の身体メッシュが取得される、条項２５の装置。
【００５７】
本発明の構成及び動作の原理を容易に理解できるように、詳細を含む特定の実施形態に関して本発明を説明した。本明細書におけるこのような特定の実施形態及びこれらの実施形態の詳細についての言及は、本明細書に添付する特許請求の範囲を限定することを意図したものではない。当業者には、特許請求の範囲によって定められる本発明の趣旨及び範囲から逸脱することなく、例示のために選択した実施形態において他の様々な修正を行えることが容易に明らかになるであろう。
【符号の説明】
【００５８】
１００　画像入力Ｉ
１０２　ニューラルネットワーク（ＭＶＳ－ＰＥＲＦ）
１０４　マルチビューステレオ３Ｄ畳み込みニューラルネットワーク（ＭＶＳ－３ＤＣＮＮ）
１０６　人間メッシュ復元多層パーセプトロン（ＨＭＲ　ＭＬＰ）
１０８　ニューラル輝度場多層パーセプトロン（ＮｅＲＦ　ＭＬＰ）
１１０　３Ｄ人間予測
１１２　外観画像
１１４　人体パラメータθ_{reg}
１１６　３次元変位ベクトル場Ｄ
【図面】
【図１】

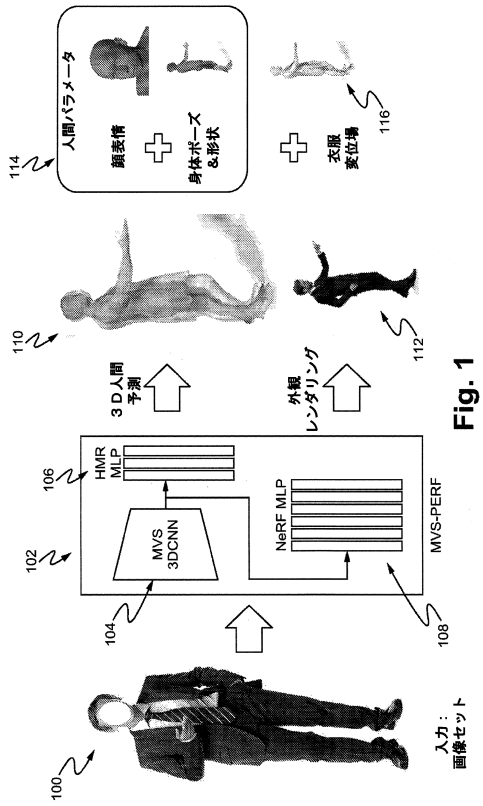

Fig. 1

【図２】

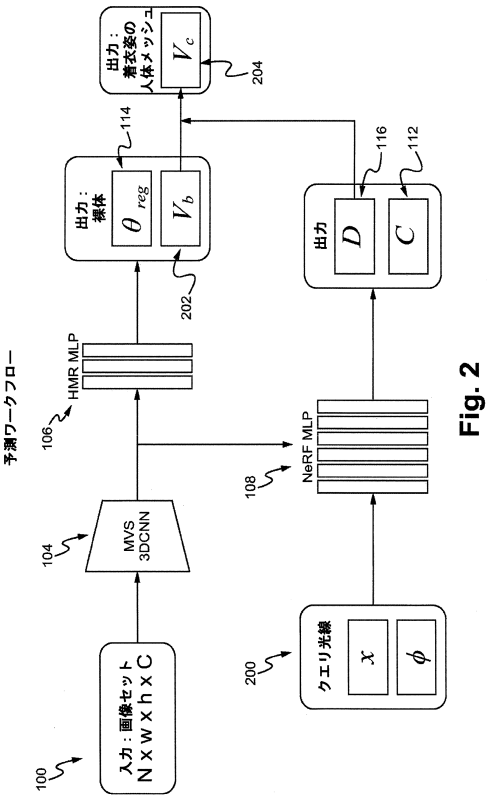

Fig. 2

【図３】

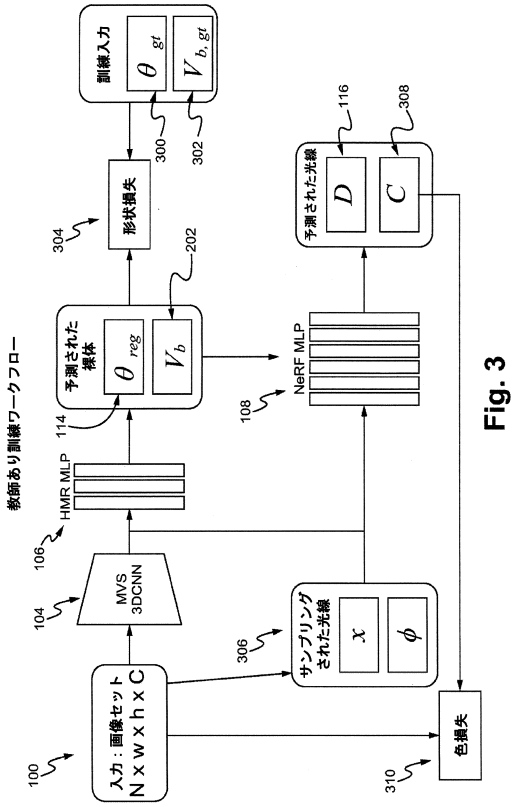

Fig. 3

【図４】

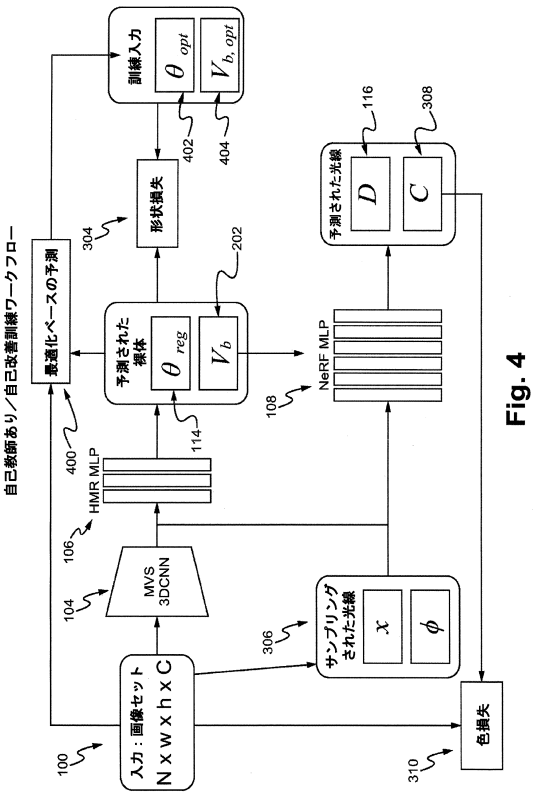

Fig. 4

【図５】

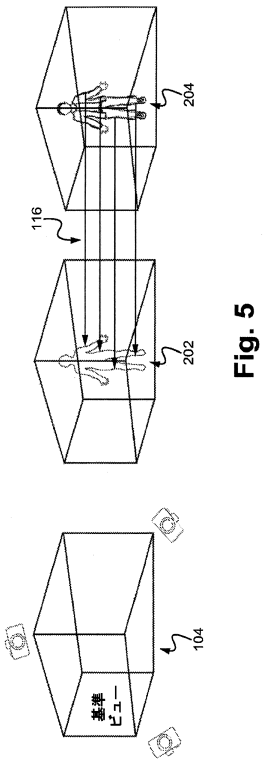

Fig. 5

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2022/053034

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G06V40/10 G06V10/82 G06T15/08 G06T19/20
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G06V G06T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	AMIT RAJ ET AL: "PVA: Pixel-aligned Volumetric Avatars", ARXIV.ORG, CORNELL UNIVERSITY LIBRARY, 201 OLIN LIBRARY CORNELL UNIVERSITY ITHACA, NY 14853, 7 January 2021 (2021-01-07), XP081854400, abstract page 5, section 4.1 page 3, section 3, first paragraph page 5, left-hand column, first paragraph page 4, section 3.2 page 5, section 3.6, first line to section 4.1, last line figure 2 ----- -/--	1-26

[x] Further documents are listed in the continuation of Box C. [ ] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance;; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance;; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
17 June 2022	28/06/2022

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Sagrebin-Mitzel, M

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2022/053034

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	SIDA PENG ET AL: "Neural Body: Implicit Neural Representations with Structured Latent Codes for Novel View Synthesis of Dynamic Humans", ARXIV.ORG, CORNELL UNIVERSITY LIBRARY, 201 OLIN LIBRARY CORNELL UNIVERSITY ITHACA, NY 14853, 29 March 2021 (2021-03-29), XP081901285, the whole document	1-26
A	LI ZHONGGUO ET AL: "Learning to Implicitly Represent 3D Human Body From Multi-scale Features and Multi-view Images", 2020 25TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PATTERN RECOGNITION (ICPR), IEEE, 10 January 2021 (2021-01-10), pages 8968-8975, XP033909971, DOI: 10.1109/ICPR48806.2021.9412556 [retrieved on 2021-04-22] the whole document	1-26
A	SHIH-YANG SU ET AL: "A-NeRF: Surface-free Human 3D Pose Refinement via Neural Rendering", ARXIV.ORG, CORNELL UNIVERSITY LIBRARY, 201 OLIN LIBRARY CORNELL UNIVERSITY ITHACA, NY 14853, 11 February 2021 (2021-02-11), XP081881269, the whole document	1-26

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

フロントページの続き

(32)優先日　令和4年3月23日(2022.3.23)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(81)指定国・地域　AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

（特許庁注：以下のものは登録商標）
１．ＦＡＣＥＢＯＯＫ

上杉 浩
(74)代理人　100141553
弁理士　鈴木 信彦
(72)発明者　ジャン チン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 ９５１１２ サンノゼ ノース ファースト ストリート １７３０ エムエス ３ダブリュ
(72)発明者　シャオ ハンユェン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 ９０００７ ロサンゼルス ウェスト サーティース ストリート １２４７ アパートメント ３１３

Ｆターム（参考）　5L096　FA16 FA67 FA69 HA11 JA11 KA04

【要約の続き】
された輝度場は、入力された被写体のフリービューボリューメトリックレンダリング（ｆｒｅｅ－ｖｉｅｗ ｖｏｌｕｍｅｔｒｉｃ ｒｅｎｄｅｒｉｎｇ）に使用される。
【選択図】　図１