

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-151612

(P2016-151612A)

(43) 公開日 平成28年8月22日(2016.8.22)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
G09G	5/00	(2006.01)	G09G 5/00	510B 5C058
H04N	5/74	(2006.01)	G09G 5/00	550C 5C182
G09G	5/36	(2006.01)	H04N 5/74	Z
			G09G 5/36	520D

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2015-27751 (P2015-27751)
 (22) 出願日 平成27年2月16日 (2015.2.16)

(71) 出願人 504133110
 国立大学法人電気通信大学
 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (72) 発明者 橋本 直己
 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内
 (72) 発明者 酒巻 祥平
 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内
 Fターム(参考) 5C058 BA35 EA02 EA31
 5C182 AA04 AA14 AC03 BA14 BA29
 BA39 BA54 CB11 CB41 DA54

(54) 【発明の名称】 プロジェクションマッピング装置、遅延補償装置、遅延補償方法および遅延補償プログラム

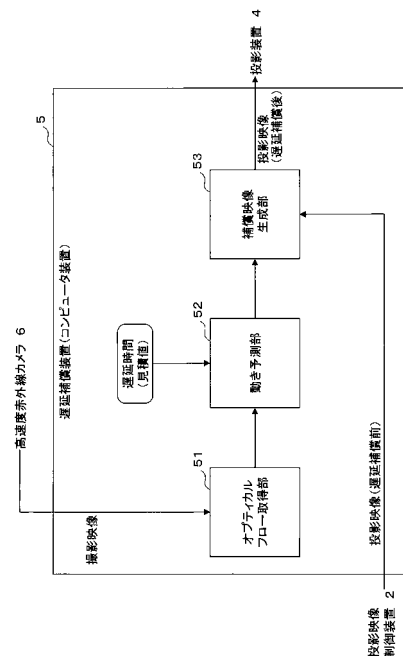
(57) 【要約】

【課題】 プロジェクションマッピングにおいて、動いている物体に映像をズレなく投影する。

【解決手段】 対象物体を検出し、当該対象物体に投影映像を投影するプロジェクションマッピング装置であって、前記対象物体を撮影した撮影映像から、前記対象物体の前記撮影映像上のピクセル単位の単位時間あたりの動きベクトルを求めるオプティカルフロー取得部と、前記検出から前記投影までの遅延時間に基づき、前記動きベクトルから前記撮影映像上のピクセル単位の遅延時間分の動きを求める動き予測部と、前記動きに基づき、前記投影映像に変形を加える補償映像生成部とを備える。

【選択図】 図4

遅延補償装置の構成例を示す図



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

対象物体を検出し、当該対象物体に投影映像を投影するプロジェクションマッピング装置であって、

前記対象物体を撮影した撮影映像から、前記対象物体の前記撮影映像上のピクセル単位の単位時間あたりの動きベクトルを求めるオプティカルフロー取得部と、

前記検出から前記投影までの遅延時間に基づき、前記動きベクトルから前記撮影映像上のピクセル単位の前記遅延時間分の動きを求める動き予測部と、

前記動きに基づき、前記投影映像に変形を加える補償映像生成部とを備えたことを特徴とするプロジェクションマッピング装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のプロジェクションマッピング装置において、

前記撮影は、赤外線カメラにより行う

ことを特徴とするプロジェクションマッピング装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 のいずれか一項に記載のプロジェクションマッピング装置において、

前記撮影は、前記投影映像のフレームレートよりも高いフレームレートで行う

ことを特徴とするプロジェクションマッピング装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のプロジェクションマッピング装置において、

前記オプティカルフロー取得部は、

前記撮影映像を複数のブロックに分割し、時系列画像の位相限定相関によりブロック毎の動きベクトルを取得し、

ブロック単位に動きベクトルの空間的平滑化を行い、

ブロック単位に動きベクトルの時系列的平滑化を行い、

ブロックからピクセル単位の動きベクトルに変換し、

ピクセル単位に動きベクトルの平滑化を行う

ことを特徴とするプロジェクションマッピング装置。

20

【請求項 5】

対象物体を検出し当該対象物体に投影映像を投影するプロジェクションマッピング装置に適用される遅延補償装置であって、

前記対象物体を撮影した撮影映像から、前記対象物体の前記撮影映像上のピクセル単位の単位時間あたりの動きベクトルを求めるオプティカルフロー取得部と、

前記検出から前記投影までの遅延時間に基づき、前記動きベクトルから前記撮影映像上のピクセル単位の前記遅延時間分の動きを求める動き予測部と、

前記動きに基づき、前記投影映像に変形を加える補償映像生成部とを備えたことを特徴とする遅延補償装置。

30

【請求項 6】

対象物体を検出し当該対象物体に投影映像を投影するプロジェクションマッピング装置に適用される遅延補償装置が実行する方法であって、

前記対象物体を撮影した撮影映像から、前記対象物体の前記撮影映像上のピクセル単位の単位時間あたりの動きベクトルを求めるオプティカルフロー取得工程と、

前記検出から前記投影までの遅延時間に基づき、前記動きベクトルから前記撮影映像上のピクセル単位の前記遅延時間分の動きを求める動き予測工程と、

前記動きに基づき、前記投影映像に変形を加える補償映像生成工程とを備えたことを特徴とする遅延補償方法。

40

【請求項 7】

対象物体を検出し当該対象物体に投影映像を投影するプロジェクションマッピング装置に適用される遅延補償装置を構成するコンピュータを、

前記対象物体を撮影した撮影映像から、前記対象物体の前記撮影映像上のピクセル単位

50

の単位時間あたりの動きベクトルを求めるオプティカルフロー取得手段、

前記検出から前記投影までの遅延時間に基づき、前記動きベクトルから前記撮影映像上のピクセル単位の遅延時間分の動きを求める動き予測手段、

前記動きに基づき、前記投影映像に変形を加える補償映像生成手段

として機能させる遅延補償プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プロジェクションマッピング装置、遅延補償装置、遅延補償方法および遅延補償プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

建物等に映像の投影が行われるプロジェクションマッピングが日本でも注目を集め、数多くのイベントが行われるようになってきた。プロジェクションマッピングは、実空間に存在する物体と映像提示とを組み合わせた空間型拡張現実感（SAR：Spatial Augmented Reality）の一態様であり、近年盛んに研究が行われている。

【0003】

プロジェクションマッピングは、非常にインパクトのある表現手法である一方で、現状では、建物等の静止物体に対してしか基本的には投影を行うことができない。動いている物体に映像を投影することが可能になれば、いっそうインパクトを高めることができる。

【0004】

動いている物体に映像を投影するのが困難な理由の一つとして、処理の遅延時間に基づく映像のズレがある。

【0005】

図1は動く対象物体Oへの投影を想定した従来のプロジェクションマッピング装置1の構成例を示す図である。

【0006】

図1において、プロジェクションマッピング装置1は、映像投影制御装置（コンピュータ装置）2とセンサ3と投影装置（プロジェクタ）4とを備えている。センサ3は、人間の動く対象物体Oの外観や深度（距離）を検出する。映像投影制御装置2は、センサ3の検出信号に基づいて対象物体Oの位置・形状・姿勢等を認識し、対象物体Oの所定の部分に投影する映像を生成する。投影装置4は、映像投影制御装置2の生成した映像を対象物体Oを含む空間に投影する。

【0007】

図2は遅延の発生の例を示す図であり、一例として、対象物体Oとして人の手の位置・形状を認識し、何らかのコンテンツの映像を投影するものとしている。センサ3により検出された手の状態から映像投影制御装置2において位置・形状を認識して映像を生成し、投影装置4に映像を出力するまでには処理のための時間を要する。また、投影装置4から実際に投影が行われるまでも時間を要する。その結果、例えば、時刻tでセンサ3により検出された手の状態に合わせて生成された映像は時刻t+1で実際に投影されることになり、その時点の手の位置とズレが生ずることになる。プロジェクションマッピングは、対象物体と映像とがぴったりと合うことが肝要であり、ズレのあるままでは実用に供することはできない。

【0008】

一方、小さなミラーを高速駆動させて実物体を追跡することで、投影遅延そのものをなくす機構が提案されている（非特許文献1）。しかし、専用の装置が必要となるとともに、対象物体の追跡手法が限定的であり、対象が剛体のみであり、一般的なプロジェクションマッピングに応用することはまだ困難である。

【0009】

また、対象物体に取り付けた磁気センサから得られた情報を使って投影遅延を補償する

10

20

30

40

50

手法が提案されている（非特許文献2）。しかし、磁気センサの取り付けが必要となるとともに、剛体のみが対象となり、一般的なプロジェクションマッピングに応用することは困難である。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0010】

【非特許文献1】奥村光平、奥寛雅、石川正俊、"高速光軸制御を用いた動的物体への投影型拡張現実感"、映像情報メディア学会誌、Vol. 67、No. 7、p. J204-J211、(2013)。

【非特許文献2】近藤大祐、後藤敏之、河野誠、木島竜吾、高橋優三、"自由曲面への投影を用いたバーチャル解剖模型"、日本バーチャルリアリティ学会論文誌 10(2)、201-208、2005-06-30。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

上述したように、動いている物体に映像を投影することが要望されているが、処理の遅延時間に基づく映像のズレにより実現が困難であった。

【0012】

本発明は上記の従来の問題点に鑑み提案されたものであり、その目的とするところは、プロジェクションマッピングにおいて、動いている物体に映像をズレなく投影することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記の課題を解決するため、本発明にあつては、対象物体を検出し、当該対象物体に投影映像を投影するプロジェクションマッピング装置であつて、前記対象物体を撮影した撮影映像から、前記対象物体の前記撮影映像上のピクセル単位の単位時間あたりの動きベクトルを求めるオプティカルフロー取得部と、前記検出から前記投影までの遅延時間に基づき、前記動きベクトルから前記撮影映像上のピクセル単位の遅延時間分の動きを求める動き予測部と、前記動きに基づき、前記投影映像に変形を加える補償映像生成部とを備える。

30

【発明の効果】

【0014】

本発明にあつては、プロジェクションマッピングにおいて、動いている物体に映像をズレなく投影することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】動く対象物体への投影を想定した従来のプロジェクションマッピング装置の構成例を示す図である。

【図2】遅延の発生例を示す図である。

【図3】本発明の一実施形態にかかるプロジェクションマッピング装置の構成例を示す図である。

40

【図4】遅延補償装置の構成例を示す図である。

【図5】実施形態の処理例を示すフローチャートである。

【図6】オプティカルフロー取得の説明図である。

【図7】遅延補償の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の好適な実施形態につき説明する。

【0017】

<構成>

50

図3は本発明の一実施形態にかかるプロジェクションマッピング装置10の構成例を示す図である。

【0018】

図3において、プロジェクションマッピング装置10は、図1に示した、遅延時間によりズレの生ずるプロジェクションマッピング装置1に対し、遅延補償装置(コンピュータ装置)5と高速赤外線カメラ6とが追加されたものとなっている。すなわち、映像投影制御装置2から投影装置4へ映像信号が伝達される経路に遅延補償装置5が配置されている。なお、映像投影制御装置2と遅延補償装置5とを同一のコンピュータ装置により構成してもよい。

【0019】

高速赤外線カメラ6は、投影装置4による投影映像に撮影が影響されないようにするとともに、光源が観客に見えないようにするため、赤外線を用いている。なお、必要に応じて赤外線光源を設置することができる。また、高速赤外線カメラ6は、対象物体0の動きの推定を高精度で行えるようにするため、投影装置4のフレームレートよりも高いフレームレートで撮影を行えるようにしている。なお、対象物体0としては、剛体(並進により位置が変わり、回転により姿勢が変化のみ)に限らず、形状が変化する任意のもの(非剛体)とすることができる。

【0020】

図4は遅延補償装置5の構成例を示す図である。図4において、遅延補償装置5は、オプティカルフロー取得部51と動き予測部52と補償映像生成部53とを備えている。

【0021】

オプティカルフロー取得部51は、高速赤外線カメラ6の撮影映像から対象物体0(図3)の撮影映像上のピクセル単位の単位時間あたりの動きベクトルを求める機能を有している。

【0022】

動き予測部52は、予め見積もられてデータとして保持されている遅延時間に基づき、オプティカルフロー取得部51により求められた動きベクトルから撮影映像上のピクセル単位の遅延時間分の動きを求める機能を有している。

【0023】

補償映像生成部53は、動き予測部52により求められた遅延時間分の動きに基づき、映像投影制御装置2からの投影映像に変形を加える機能を有している。

【0024】

<動作>

図5は上記の実施形態の処理例を示すフローチャートである。

【0025】

図5において、遅延補償装置5のオプティカルフロー取得部51は、高速赤外線カメラ6の撮影映像を取得すると(ステップS101)、撮影映像を複数のブロックに分割し、時系列画像の位相限定相関によりブロック毎の単位時間あたりの動きベクトルを取得する(ステップS102)。ブロック毎に動きベクトルを取得するのは、対象物体0の形状や動き等は特定せずに未知のものとして対応するためである。

【0026】

位相限定相関は、フーリエ変換された信号情報のうち位相情報のみを用いて画像間の位相差をサブピクセル精度で求めるものである。図6(a)は、格子状に分割された各ブロックについて取得された動きベクトルを矢印で示している。なお、動きベクトルの取得のための処理は、動きのあるブロック(時系列画像に差があるブロック)についてのみ行えばよい。

【0027】

なお、非剛体の動きに対応するため、原則としてブロックは小さな方が有利であるが、細かく分割しすぎると、ブロック内の画像に特徴がなくなり、動きを推定するのに十分な情報が得られない場合が生じてくる。そのため、ブロック分割時のブロックサイズは可変

10

20

30

40

50

とし、オプティカルフローの精度に応じてブロックサイズの拡大・縮小を行う。

【0028】

次いで、図5に戻り、オプティカルフロー取得部51は、ブロック単位に空間的平滑化を行う(ステップS103)。すなわち、動きベクトルの算出されないブロックについては周囲から補間を行うとともに、異常な値を示す動きベクトルについて周囲のブロックの動きベクトルの値によって平滑化を行う。これにより、安定したフローを求める。

【0029】

次いで、オプティカルフロー取得部51は、ブロック単位に時系列的平滑化を行う(ステップS104)。すなわち、時間的に連続するフレームについて求めた動きベクトルの値に基づいて平滑化を行う。図6(b)は、時刻 t 、 $t+1$ 、 $t+2$ と連続するフレームについて、動きベクトルが異常な変化をしないように、滑らかに変化するようにした例を示している。

10

【0030】

次いで、図5に戻り、オプティカルフロー取得部51は、ブロックからピクセル単位へ動きベクトルを変換する(ステップS105)。すなわち、あるブロック内のピクセルについてはそのブロックと同じ動きベクトルを設定する。図6(c)は、あるブロックについてピクセル単位に動きベクトルを設定した様子を示している。

【0031】

次いで、図5に戻り、オプティカルフロー取得部51は、ピクセル単位に動きベクトルの平滑化を行う(ステップS106)。すなわち、周囲のピクセルの動きベクトルの値によって平滑化を行う。

20

【0032】

次いで、動き予測部52は、見積もられた遅延時間に応じたピクセル単位の動きを予測する(ステップS107)。予測式は単純な等速度モデルによる線形予測を基本とするが、フロー推定が十分に高速(例えば、プロジェクタのフレームレートが60fpsに対してフロー推定が120fps以上)かつ安定して行える場合には、等加速度モデルを用いた予測を行う。

【0033】

次いで、補償映像生成部53は、映像投影制御装置2から入力される投影映像に対し、ピクセル単位に投影映像を変形する(ステップS108)。すなわち、ピクセル毎に求められた動きに従い、ピクセル情報を移動させることで遅延補償後の投影映像を生成する。その際、ピクセル単位での移動では投影映像の全ピクセル情報を埋めることができないため、各ピクセルの近傍ピクセルも含めて移動を行う。補償映像生成部53によりピクセル単位に変形された投影映像は、遅延補償後の投影映像として投影装置4に供給され、投影装置4から対象物体Oを含む空間に対して投影される。

30

【0034】

その後、撮影映像の取得(ステップS101)から処理を繰り返す。

【0035】

図7は上述した実施形態による遅延補償の例を示す図であり、一例として、対象物体Oとして人の手の位置・形状を認識し、何らかのコンテンツの映像を投影するものとしている。例えば、時刻 t でセンサ3により検出された手の位置・形状に基づいて時刻 $t+1$ 付近で映像投影制御装置2から投影映像が出力されたとする。

40

【0036】

一方、遅延補償装置5は、高速度赤外線カメラ6により時刻 t 、 $t+1$ 等の撮影映像から時刻 $t+2$ における手の位置・形状への動きを推定し、映像投影制御装置2の投影映像に対して遅延補償を行い、投影装置4に出力する。その結果、時刻 $t+2$ における実際の手の位置・形状に投影映像がぴったりと合うことになり、ズレはなくなる。

【0037】

なお、図7では遅延補償前の投影映像と遅延補償後の投影映像とを対比するために、遅延補償前の投影映像に遅延補償後の投影映像とを対応付けて示したが、遅延補償後の投影

50

映像は最大で高速度赤外線カメラ6の撮影レートで生成(アップサンプリング)することができるため、投影装置4の更新速度が許す限り、映像出力レートを向上することができる。その結果、対象物体0と投影映像とのズレをよりいっそう軽減することができる。

【0038】

<総括>

以上説明したように、本実施形態によれば、プロジェクションマッピングにおいて、動いている物体に映像をズレなく投影することができる。

【0039】

そのため、動いているものへの映像投影の精度を向上させることが可能となり、現状のプロジェクションマッピングでは静止しているものに投影が限られていた対象を大幅に広げることができる。

10

【0040】

例えば、

- ・触って体験できる博物館の展示や商品ディスプレイ、娯楽
- ・舞台上の役者/アーティストへの映像投影による演出
- ・人体の内部を透過表現するARによる手術補助
- ・模型を使った対話的なデザイン検討
- ・手軽に身近な環境(室内やポータブルプロジェクタ)を使って実現できる簡易AR等に適用することが可能である。

【0041】

20

以上、本発明の好適な実施の形態により本発明を説明した。ここでは特定の具体例を示して本発明を説明したが、特許請求の範囲に定義された本発明の広範な趣旨および範囲から逸脱することなく、これら具体例に様々な修正および変更を加えることができることは明らかである。すなわち、具体例の詳細および添付の図面により本発明が限定されるものと解釈してはならない。

【符号の説明】

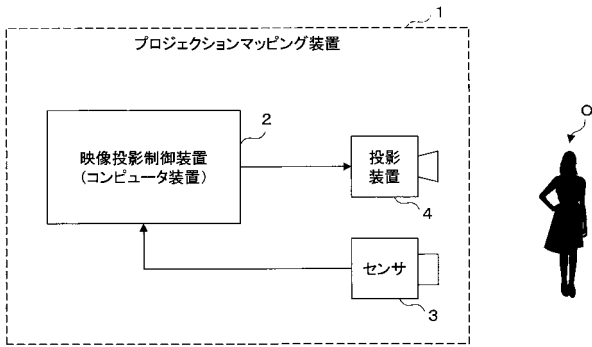
【0042】

- | | |
|------|-----------------|
| 1、10 | プロジェクションマッピング装置 |
| 2 | 映像投影制御装置 |
| 3 | センサ |
| 4 | 投影装置 |
| 5 | 遅延補償装置 |
| 51 | オプティカルフロー取得部 |
| 52 | 動き予測部 |
| 53 | 補償映像生成部 |
| 6 | 高速度赤外線カメラ |

30

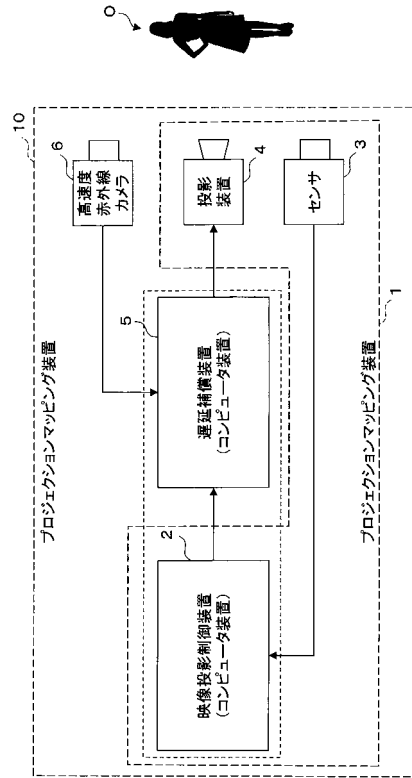
【図1】

動く対象物体への投影を想定した従来のプロジェクションマッピング装置の構成例を示す図



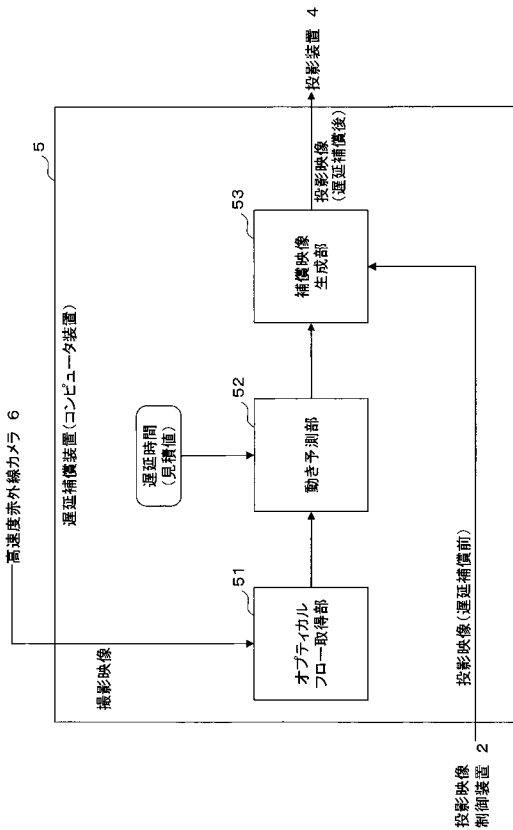
【図3】

本発明の一実施形態にかかるプロジェクションマッピング装置の構成例を示す図



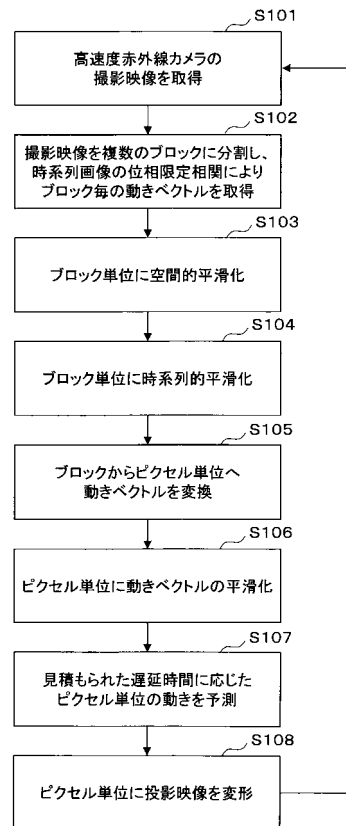
【図4】

遅延補償装置の構成例を示す図



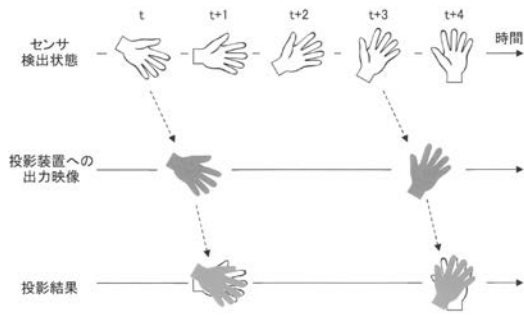
【図5】

実施形態の処理例を示すフローチャート



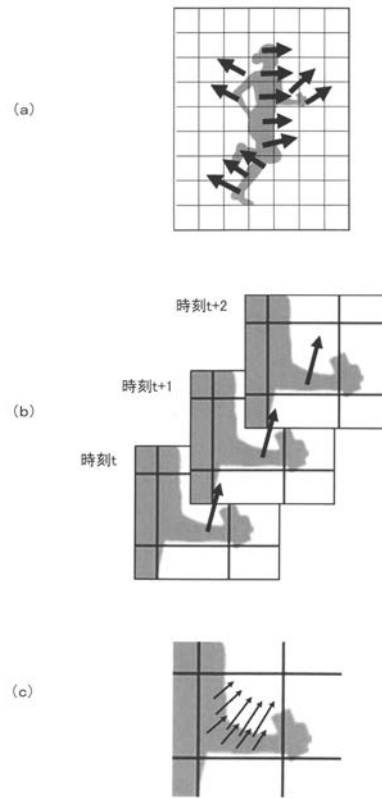
【 図 2 】

遅延の発生例を示す図



【 図 6 】

オプティカルフロー取得の説明図



【 図 7 】

遅延補償の例を示す図

