

(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2004-46846  
(P2004-46846A)

(43) 公開日 平成16年2月12日(2004.2.12)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
G06T 7/20	G06T 7/20 C	5B057
G06T 1/00	G06T 7/20 100	5C023
G06T 7/00	G06T 1/00 330A	5L096
HO4N 5/262	G06T 7/00 300H	
	HO4N 5/262	
審査請求 未請求 請求項の数 44 O L (全 27 頁)		

(21) 出願番号 特願2003-177749 (P2003-177749)  
 (22) 出願日 平成15年6月23日 (2003.6.23)  
 (31) 優先権主張番号 188667  
 (32) 優先日 平成14年7月2日 (2002.7.2)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 000005496  
 富士ゼロックス株式会社  
 東京都港区赤坂二丁目17番22号  
 (74) 代理人 100079049  
 弁理士 中島 淳  
 (74) 代理人 100084995  
 弁理士 加藤 和詳  
 (72) 発明者 ジョナサン フート  
 アメリカ合衆国 94304 カリフォル  
 ニア州 パロ アルト ヒルビュー アベ  
 ニュー 3400 ビルディング 4 エ  
 フェックス パロ アルト ラボラトリー  
 インコーポレイテッド内

最終頁に続く

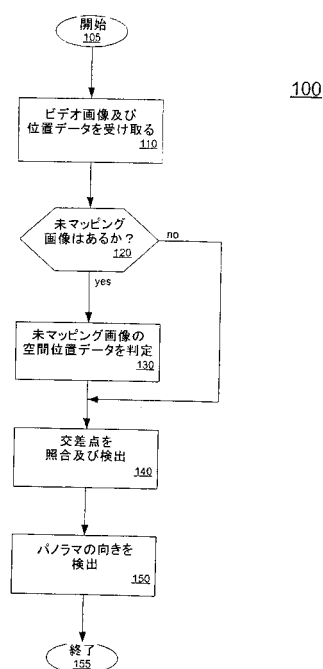
(54) 【発明の名称】 交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスに表示される交差点及びこのような交差点における2つのビデオシーケンス間の向きを検出する方法、コンピュータプログラム、及び装置、

(57) 【要約】

【課題】異なる方向から交差点を通過して移動中に捕捉された2つの別個のパノラマビデオシーケンス間の交差点を検出する方法の提供。

【解決手段】交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスに表示される交差点を検出する方法は、交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスの各々が該ビデオフレームシーケンス間の交差点の画像を示す複数のフレームを含む、交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータを受け取る工程(110)と、2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータのみを用いて、各パノラマビデオフレームシーケンスから交差点フレームを検出する工程(140)であって、交差点が各パノラマビデオフレームシーケンスからの交差点フレームで構成される、交差点フレームを検出する工程(140)と、を含む。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

交差する 2 つのパノラマビデオフレームシーケンスに表示されるような交差点を検出する方法であって、

前記交差する 2 つのパノラマビデオフレームシーケンスの各々が該ビデオフレームシーケンス間の交差点の画像を示す複数のフレームを含む、前記交差する 2 つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータを受け取る工程と、

前記 2 つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータのみを用いて、各前記パノラマビデオフレームシーケンスから交差点フレームを検出する工程であって、前記交差点が各前記パノラマビデオフレームシーケンスからの前記交差点フレームで構成される、前記交差点フレームを検出する前記工程と、

を含む方法。

**【請求項 2】**

各前記パノラマビデオフレームシーケンスから交差点フレームを検出する前記工程が、各前記パノラマビデオフレームシーケンスから最も類似したフレーム画像を検出することを、含む、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 3】**

最も類似したフレーム画像を検出する前記工程が、

各前記フレームを少なくとも 1 つのストリップに分割し、前記フレームが複数の横列に分割されると共に前記少なくとも 1 つのストリップが各前記横列と関連づけられる工程と、各ストリップに対する識別値を決定する工程と、

前記 2 つのシーケンスからの互いに最も近いフレームを判定するために、各前記フレーム内の対応する前記横列での前記ストリップ間の距離値を決定する工程であって、前記距離値の取得が、各前記ストリップの前記識別値を処理することを含む、前記距離値を決定する前記工程と、

を含む、請求項 2 に記載の方法。

**【請求項 4】**

前記識別値が、前記ストリップ内に含まれる画素の画素値の平均強度である、請求項 3 に記載の方法。

**【請求項 5】**

前記距離値を得る前記工程が、

各前記フレームの対応する前記横列での前記ストリップと関連づけられたフーリエスペクトルデータを受け取る工程と、

各前記パノラマビデオフレームシーケンスの前記フレーム間の距離値を導出するために前記フーリエスペクトルデータを比較する工程と、

を含む、請求項 3 に記載の方法。

**【請求項 6】**

フレーム間の最も短い距離値を有する前記フレームと関連づけられる前記交差点を決定する工程

を更に含む、請求項 5 に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記距離値が、ユークリッド距離、コサイン距離及び正規化距離の 1 つである、請求項 5 に記載の方法。

**【請求項 8】**

前記距離値が重みづけされる、請求項 7 に記載の方法。

**【請求項 9】**

前記重みづけされた距離値が、フーリエスペクトルの高帯域及び低帯域を減少させる重みを含む、請求項 8 に記載の方法。

**【請求項 10】**

交差する 2 つのパノラマビデオフレームシーケンスに表示されるような交差点を検出する

10

20

30

40

50

方法であって、

交差点の画像を示す複数のフレームを各シーケンスが含む2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータの第1のセットであって、画素データ及び、各前記シーケンスの少なくとも1つの前記フレームと関連づけられた位置データを含む前記第1のデータセットを受け取る工程と、

位置データとまだ関連づけられていない任意のフレームの欠落した位置データを判定する工程と、

前記2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータの前記第1のセットのみを用いて交差点を検出する工程と、

を含む方法。

10

【請求項11】

前記交差点を検出する前記工程が、

各前記フレームの前記位置データを比較することにより、前記2つのパノラマビデオフレームシーケンス間の概略的な交差点を判定する工程と、

1組の近傍フレームを有する近傍を判定する工程であって、前記近傍が前記概略的な交差点を含み、前記近傍フレームが、前記概略的な交差点に関するパラメータの範囲内に位置する各前記パノラマビデオシーケンスからのフレームを含む、前記近傍を判定する前記工程と、

各前記パノラマビデオフレームシーケンスからの最も類似したフレーム画像を判定するために、前記近傍フレームから導出されたデータを比較する工程と、

20

を含む、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

データを比較する前記工程が、

前記パノラマビデオフレームからストリップを取り出す工程と、

各前記ストリップに対する識別値を決定する工程と、

画像間の距離値を決定するために前記識別値を処理する工程と、

を含む、請求項11に記載の方法。

【請求項13】

前記パラメータが、前記概略的な交差点フレームからの最小距離である、請求項12に記載の方法。

30

【請求項14】

前記パラメータが、前記概略的な交差点フレームからの最小時間である、請求項12に記載の方法。

【請求項15】

欠落した位置データを判定する前記工程が、フレームと関連づけられた位置データを用いた補間の実行を含む、請求項10に記載の方法。

【請求項16】

前記位置データが、衛星に基づく地理的測位システムデータ、慣性航法データ、無線標識データ及びランドマーク三角測量データの1つである、請求項10に記載の方法。

【請求項17】

40

交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスに表示されるような交差点における、2つのビデオシーケンス間の向きを検出する方法であって、

前記交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスの各々が該ビデオフレームシーケンス間の交差点の画像を示す複数のフレームを含む、前記交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータを受け取る工程と、

前記2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータのみを用いて、各前記パノラマビデオフレームシーケンスから、前記交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンス間で最も類似したフレーム画像を含む交差点フレームを検出する工程と、

前記2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータのみを用いて、前記パノラマビデオシーケンスの交差点フレーム間の相対的向きを検出する工程と、

50

を含む方法。

【請求項 18】

相対的向きを検出する前記工程が、  
前記フレームを少なくとも1つのストリップに分割し、前記フレームが複数の横列に分割されると共に前記少なくとも1つのストリップが各前記横列と関連づけられる工程と、  
各ストリップに対する識別値を決定する工程と、  
画像間の前記相対的向きを判定するために前記識別値を処理する工程と、  
を含む、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記識別値を処理する前記工程が、  
前記ストリップの前記識別値と関連づけられたフーリエスペクトルデータを受け取る工程と、  
前記フレームの前記対応する横列と関連づけられた前記フーリエスペクトル間の位相差の傾斜として前記相対的向きを判定する工程と、  
を含む、請求項 18 に記載の方法。

10

【請求項 20】

前記識別値を処理する前記工程が、  
前記ストリップの前記識別値と関連づけられたフーリエスペクトルデータを受け取る工程と、  
前記第1及び第2のパノラマビデオ画像の前記識別データ間の相互相関の最大値を前記フーリエスペクトルから導出することにより、前記相対的向きを判定する工程と、  
を含む、請求項 18 に記載の方法。

20

【請求項 21】

前記相互相関の最大値を導出する前記工程が、  
1組のデータセットを導出するために複素共役を用いてフーリエスペクトルを処理する工程と、  
前記データセットの逆DFTを行う工程と、  
を含む、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 22】

前記距離値が重みづけされる、請求項 21 に記載の方法。

30

【請求項 23】

前記重みづけされた距離値が、前記フーリエスペクトルの高帯域及び低帯域を減少させる重みを含む、請求項 22 に記載の方法。

【請求項 24】

交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスに表示されるような交差点における、  
2つのビデオシーケンス間の向きを検出する方法であって、  
交差点で交差する別個のパノラマビデオフレームシーケンスにそれぞれ関連づけられた2つの交差パノラマビデオフレームであって、前記ビデオフレームシーケンス間で最も類似した画像を示す前記交差パノラマビデオフレームを表す画素データを受け取る工程と、  
前記2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表す画素データのみを用いて、前記パノラマビデオシーケンスの前記交差パノラマビデオフレーム間の相対的向きを検出する工程と、  
を含む方法。

40

【請求項 25】

相対的向きを検出する前記工程が、  
前記フレームを少なくとも1つのストリップに分割し、前記フレームが複数の横列に分割されると共に前記少なくとも1つのストリップが各前記横列と関連づけられる工程と、  
各ストリップに対する識別値を決定する工程と、  
画像間の前記相対的向きを判定するために前記識別値を処理する工程と、  
を含む、請求項 24 に記載の方法。

50

## 【請求項 26】

前記識別値を処理する前記工程が、  
前記ストリップの前記識別値と関連づけられたフーリエスペクトルデータを受け取る工程と、  
前記フレームの前記対応する横列と関連づけられた前記フーリエスペクトル間の位相差の傾斜として前記相対的向きを判定する工程と、  
を含む、請求項 25 に記載の方法。

## 【請求項 27】

前記識別値を処理する前記工程が、  
前記ストリップの前記識別値と関連づけられたフーリエスペクトルデータを受け取る工程 10  
と、  
前記第 1 及び第 2 のパノラマビデオ画像の前記識別データ間の相互相関の最大値を前記フーリエスペクトルから導出することにより、前記相対的向きを判定する工程と、  
を含む、請求項 25 に記載の方法。

## 【請求項 28】

相互相関の最大値を導出する前記工程が、  
1 組のデータセットを導出するために複素共役を用いてフーリエスペクトルを処理する工程と、  
前記データセットの逆 DFT を行う工程と、  
を含む、請求項 27 に記載の方法。 20

## 【請求項 29】

前記距離値が、前記フーリエスペクトルの高帯域及び低帯域を減少させるよう重みづけされる、請求項 28 に記載の方法。

## 【請求項 30】

交差する 2 つのパノラマビデオフレームシーケンス間の交差点及び向きを検出する方法であって、  
前記交差する 2 つのパノラマビデオフレームシーケンスの各々が該ビデオフレームシーケンス間の交差点の画像を示す複数のフレームを含む、前記 2 つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータの第 1 のセットであって、画素データ及び、各前記シーケンスの少なくとも 1 つの前記フレームと関連づけられた位置データを含む前記第 1 のデータセットを、受け取る工程と、 30  
位置データとまだ関連づけられていない任意のフレームの位置データを判定する工程と、  
各前記フレームの位置データを比較することにより、前記 2 つのパノラマビデオフレームシーケンス間の交差点の概略推定を判定する工程と、  
1 組の近傍フレームを有する近傍を判定する工程であって、前記近傍が前記概略的な交差点を含み、前記近傍フレームが、前記交差点の概略推定のパラメータの範囲内の各前記パノラマビデオシーケンスからのフレームを含む、前記近傍を判定する前記工程と、  
前記近傍フレームを複数の画素からなる少なくとも 1 つの各ストリップに分割し、前記フレームが複数の横列に分割されると共に前記少なくとも 1 つのストリップが各前記横列と関連づけられる工程と、 40  
各前記ストリップに対する識別値を決定する工程と、  
各前記フレームの対応する横列での前記ストリップと関連づけられたフーリエスペクトルデータを受け取る工程と、  
前記パノラマビデオシーケンスの前記フレーム間の距離値を導出するために前記フーリエスペクトルデータを比較する工程と、  
前記フーリエスペクトルデータを用いて最も短い距離値を有するフレーム間の相対的向きを判定する工程と、  
を含む方法。

## 【請求項 31】

前記相対的向きを判定する前記工程が、前記フレームの前記対応する横列と関連づけられ 50

た前記フーリエスペクトル間の位相差の傾斜を導出する工程を含む、請求項 30 に記載の方法。

【請求項 32】

前記相対的向きを判定する前記工程が、前記第 1 及び第 2 のパノラマビデオ画像の前記識別データ間の相互相関の最大値を前記フーリエスペクトルから導出する工程を含む、請求項 30 に記載の方法。

【請求項 33】

前記識別値が、前記ストリップ内に含まれる画素の画素値の平均強度である、請求項 30 に記載の方法。

【請求項 34】

交差する 2 つのパノラマビデオフレームシーケンス間の交差点及び向きを決定するためにサーバコンピュータで実行されるコンピュータプログラムであって、

前記交差する 2 つのパノラマビデオフレームシーケンスの各々が該ビデオフレームシーケンス間の交差点の画像を示す複数のフレームを含む、前記 2 つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータの第 1 のセットであって、画素データ及び、各前記シーケンスの少なくとも 1 つの前記フレームと関連づけられた位置データを含む、前記第 1 のデータセットを受け取るための機能と、

位置データにまだ関連づけられていない任意のフレームの位置データを判定するための機能と、

各前記フレームの位置データを比較することにより、前記 2 つのパノラマビデオフレームシーケンス間の交差点の概略推定を判定するための機能と、

1 組の近傍フレームを有する近傍を判定するための機能であって、前記近傍が前記概略的な交差点を含み、前記近傍フレームが、前記交差点の概略推定のパラメータの範囲内の各前記パノラマビデオシーケンスからのフレームを含む、前記近傍を判定するための前記機能と、

前記近傍フレームを複数の画素からなる少なくとも 1 つの各ストリップに分割するための機能であって、前記フレームが複数の横列に分割されると共に前記少なくとも 1 つのストリップが各前記横列と関連づけられる、前記近傍フレームを分割するための機能と、

各前記ストリップに対する識別値を決定するための機能と、

各前記フレームの対応する横列での前記ストリップと関連づけられたフーリエスペクトルデータを受け取るための機能と、

前記パノラマビデオシーケンスの前記フレーム間の距離値を導出するために前記フレームの前記対応する横列と関連づけられた前記フーリエスペクトルデータを比較するための機能と、

前記フーリエスペクトルデータを用いて最も短い距離値を有するフレーム間の相対的向きを判定するための機能と、

を含む、コンピュータプログラム。

【請求項 35】

前記相対的向きを判定するための前記機能が、前記フレームの前記対応する横列と関連づけられた前記フーリエスペクトル間の位相差の傾斜を導出するための機能を含む、請求項 34 に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 36】

前記相対的向きを判定するための前記機能が、前記第 1 及び第 2 のパノラマビデオ画像の前記識別データ間の相互相関の最大値を前記フーリエスペクトルから導出するための機能を含む、請求項 34 に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 37】

交差する 2 つのパノラマビデオフレームシーケンスに表示されるような交差点を検出するためにサーバコンピュータで実行されるコンピュータプログラムであって、

前記交差する 2 つのパノラマビデオフレームシーケンスの各々が該ビデオフレームシーケンス間の交差点の画像を示す複数のフレームを含む、前記交差する 2 つのパノラマビデオ

10

20

30

40

50

フレームシーケンスを表す画素情報を受け取るための機能と、  
前記フレームを複数の画素を含む少なくとも1つの各ストリップに分割し、前記フレームが複数の横列に分割されると共に前記少なくとも1つのストリップが各前記横列と関連づけられる、前記フレームを分割するための機能と、  
各ストリップに対する識別値を決定するための機能と、  
各前記フレームの対応する横列での前記ストリップと関連づけられたフーリエスペクトルデータを受け取るための機能と、  
各前記フレーム間の距離値を導出するために前記フレームの前記対応する横列と関連づけられた前記フーリエスペクトルデータを比較する機能と、  
を含む、コンピュータプログラム。

10

**【請求項38】**

交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスに表示されるような交差点における、2つのビデオシーケンス間の向きを検出するためにサーバコンピュータで実行されるコンピュータプログラムであって、  
前記交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスの各々が該ビデオフレームシーケンス間の交差点の画像を示す複数のフレームを含む、前記交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータを受け取るための機能と、前記2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータのみを用いて、各前記パノラマビデオフレームシーケンスから、前記交差するパノラマビデオフレームシーケンス間で最も類似したフレーム画像を含む交差点フレームを検出するための機能と、  
前記フレームを少なくとも1つのストリップに分割し、前記フレームが複数の横列に分割されると共に前記少なくとも1つのストリップが各前記横列と関連づけられる、前記フレームを分割するための機能と、  
各ストリップに対する識別値を決定するための機能と、  
前記ストリップの前記識別値と関連づけられたフーリエスペクトルデータを受け取るための機能と、  
前記フーリエスペクトルデータを用いて前記交差点フレーム間の相対的向きを判定するための機能と、  
を含む、コンピュータプログラム。

20

**【請求項39】**

前記相対的向きを判定するための前記機能が、前記フレームの前記対応する横列と関連づけられた前記フーリエスペクトルデータ間の位相差の傾斜を判定するための機能を含む、請求項38に記載のコンピュータプログラム。

30

**【請求項40】**

前記相対的向きを判定するための前記機能が、前記第1及び第2のパノラマビデオ画像の前記識別データ間の相互相関の最大値を前記フーリエスペクトルデータから導出するための機能を含む、請求項38に記載のコンピュータプログラム。

**【請求項41】**

前記相互相関の最大値を導出する前記機能が、  
第2のデータセットを導出するために複素共役を用いて前記フーリエスペクトルデータを処理するための機能と、  
前記第2のデータセットの逆DFTを行うための機能と、  
を含む、請求項38に記載のコンピュータプログラム。

40

**【請求項42】**

プロセッサと、  
該プロセッサと接続された、交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンス間の交差点及び向きを判定する方法を実行する装置をプログラムするためのプログラムコードを含むプロセッサの読み取り可能な記憶媒体と、  
を含む、交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンス間の交差点及び向きを判定する装置であって、

50

前記交差する２つのパノラマビデオフレームシーケンスの各々が該ビデオフレームシーケンス間の交差点の画像を示す複数のフレームを含む、前記２つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータの第１のセットであって、画素データ及び、各前記シーケンスの少なくとも１つの前記フレームと関連づけられた位置データを含む前記第１のデータセットを、受け取る工程と、  
 位置データとまだ関連づけられていない任意のフレームの位置データを判定する工程と、各前記フレームの位置データを比較することにより、前記２つのパノラマビデオフレームシーケンス間の交差点の概略推定を判定する工程と、  
 １組の近傍フレームを有する近傍を判定する工程であって、前記近傍が前記概略的な交差点を含み、前記近傍フレームが、前記交差点の概略推定のパラメータの範囲内の各前記パノラマビデオシーケンスからのフレームを含む、前記近傍を判定する前記工程と、  
 前記近傍フレームを複数の画素からなる少なくとも１つの各ストリップに分割する工程であって、前記フレームが複数の横列に分割されると共に前記少なくとも１つのストリップが各前記横列と関連づけられる、前記工程と、  
 各前記ストリップに対する識別値を決定する工程と、  
 各前記フレームの対応する横列での前記ストリップと関連づけられたフーリエスペクトルデータを受け取る工程と、  
 各前記フレーム間の距離値を導出するために前記フレームの前記対応する横列と関連づけられた前記フーリエスペクトルデータを比較する工程と、  
 最も短い距離値を間に有するパノラマビデオフレーム間の相対的向きを前記フーリエスペクトルデータを用いて判定する工程と、  
 を前記方法が含む、装置。

【請求項４３】

第１のビデオフレームシーケンスを供給する工程と、  
 前記第１のビデオフレームシーケンスと第２のビデオフレームシーケンスが交差点において交差すると共に相対的な向きを有し、前記交差点が前記第１のビデオフレームシーケンスの第１の交差点フレーム及び前記第２のビデオフレームシーケンスの第２の交差点フレームと関連づけられ、前記第１及び第２の交差点フレームが最も類似した画像を有するフレームとして判定される、前記第２のビデオフレームシーケンスを供給する工程と、  
 前記第１ビデオフレームシーケンスの前記第１の交差点フレームまでの１組のフレームと、前記第２ビデオフレームシーケンスの前記第２の交差点フレームから開始する１組のフレームとで構成される合成ビデオフレームシーケンスであって、前記２つの交差点フレーム間の画面転換が前記相対的向きを用いて決定され、前記交差点及び前記相対的向きが前記ビデオフレームシーケンスの画素情報のみを用いて判定される、前記合成ビデオフレームシーケンスを生成する工程と、  
 を含む、合成ビデオフレームシーケンスを生成する方法。

【請求項４４】

前記第１及び第２のビデオフレームシーケンスがパノラマビデオフレームシーケンスである、請求項４３に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般的にはビデオ画像処理に関し、詳細には、ビデオシーケンス内の交差点情報の検出に関する。即ち、交差する２つのパノラマビデオフレームシーケンスに表示される交差点及びこのような交差点における２つのビデオシーケンス間の向きを検出する方法、コンピュータプログラム、及び装置、並びに、合成ビデオフレームシーケンスを生成する方法に関する。

【０００２】

【従来技術】

近年、ビデオの用途が、カムコーダー、テレビ及びコンピュータと共に用いるように拡大



している。その結果、パノラマビデオの用途も拡大している。パノラマビデオの一般的な用途の1つは、経路に沿った移動を表すためのものである。経路は、道、建物の廊下、又は抽象的な空間における何らかの経路であってよい。

#### 【0003】

一方向の経路に沿った移動の表現は簡単である。経路に沿った移動を表示するビデオシーケンスがユーザに提供され、それによってユーザが経路を“進む”ことができる。ビデオに表示される交差点に関しては、より困難な問題が生じる。経路を進んでいるユーザが、ビデオに表示されるように交差点の別の経路を通る移動を見られるようにするための効率的な基準を見出す際に、問題が生じる。交差点において進行可能な経路のあらゆる組み合わせをビデオに捕捉する（捕らえる）ことは、データ記憶、データ処理、並びに、ビデオの捕捉に必要な時間及びリソースが故に、非現実的である。別の可能な解決法は、交差点の各方向に沿った単一のビデオシーケンス（従って、2つの道が交差する交差点に対しては2つのビデオシーケンス）を提供することである。交差点で方向転換が必要な場合には、ユーザに対して表示されているビデオシーケンスが、交差点への入口が表示されているビデオシーケンスから、交差点から出る所望の経路が表示されているビデオシーケンスへと変更されてもよい。交差点におけるビデオを提供するこの方法では、幾つかの問題が生じる。

10

#### 【0004】

この問題は、2つの部分に分けることができる。第1の部分は、パノラマビデオに交差点がいつ出現するかの検出である。交差点は、ビデオ中で異なる時間に異なる方向から生じる同じ場所の画像である。例えば、一方が南北方向で一方が東西方向の2つの道が交差する交差点は、パノラマビデオでは、東西方向及び南北方向から捕捉され得る。各方向に沿って交差点を通して移動するパノラマビデオシーケンスは、異なる時間に異なる方向から同じ場所を捕捉する。

20

#### 【0005】

交差点を検出する1つの方法は、1つのシーケンスの全てのビデオフレームを調べ、手作業で交差点にラベル付けすることである。現実的な観点からは、大規模なアプリケーションでは、この処理は、市街道路地図上の交差点にラベル付けする場合のように、非常に退屈且つ時間のかかるものである。また、この方法は、30Hzで表示されるビデオフレームでは僅か30分の1秒間隔で捕捉されることもある画像の選択を、肉眼に依存するので、手作業による交差点の選択は、自動化された方法よりも精度が劣る。更に、プロセッサで解析されるビデオフレームに付加的な情報を追加すると、より高い処理能力が必要になる。

30

#### 【0006】

問題の第2の部分は、別個のパノラマビデオシーケンスに滑らかな画面転換を与える方法の決定である。1つのビデオシーケンスから別のビデオシーケンスへの変更が単一のビデオシーケンスであるかのように見えるようにするために、滑らかな画面転換が望ましい。1つの解決法は、各ビデオシーケンスに、交差点に関しビデオシーケンスが捕捉される角度を示すための、対応する交差点フレームにおける向き（配向）のデータを、ラベル付けすることである。交差点データの追加と共に、交差点の向きのデータを追加することは、大規模なアプリケーションでは、市街道路地図上の交差点にラベル付けする場合のように、非常に退屈且つ時間のかかるものである。更に、プロセッサで解析されるビデオフレームに付加的な情報を追加すると、より高い処理能力が必要になる。

40

#### 【0007】

##### 【非特許文献1】

パジドラ・トマス (Pajdra Tomas) 及びバクラブ・フラバク (Vaclav Hlavac) 著, 「画像に基づく位置確認のためのパノラマ画像の零位相表現 (Zero Phase Representation of Panoramic Images for Image Based Localization)」, シュプリンガー・フェアラーク (Springer Verlag), 1999年9月, p. 550

50

- 5 5 7

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ここで必要なのは、異なる方向から交差点を通過して移動中に捕捉された2つの別個のパノラマビデオシーケンス間の交差点の、交差点検出システムである。このシステムは、交差点がある場所及び交差点を示す画像の向きを決定するものであるべきである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の態様は、交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスに表示されるような交差点を検出する方法であって、前記交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスの各々が該ビデオフレームシーケンス間の交差点の画像を示す複数のフレームを含む、前記交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータを受け取る工程と、前記2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータのみを用いて、各前記パノラマビデオフレームシーケンスから交差点フレームを検出する工程であって、前記交差点が各前記パノラマビデオフレームシーケンスからの前記交差点フレームで構成される、前記交差点フレームを検出する前記工程と、を含む方法である。

10

本発明の第2の態様は、上記第1の態様の方法において、各前記パノラマビデオフレームシーケンスから交差点フレームを検出する前記工程が、各前記パノラマビデオフレームシーケンスから最も類似したフレーム画像を検出することを含む。

本発明の第3の態様は、上記第2の態様の方法において、最も類似したフレーム画像を検出する前記工程が、各前記フレームを少なくとも1つのストリップに分割し、前記フレームが複数の横列に分割されると共に前記少なくとも1つのストリップが各前記横列と関連づけられる工程と、各ストリップに対する識別値を決定する工程と、前記2つのシーケンスからの互いに最も近いフレームを判定するために、各前記フレーム内の対応する前記横列での前記ストリップ間の距離値を決定する工程であって、前記距離値の取得が、各前記ストリップの前記識別値を処理することを含む、前記距離値を決定する前記工程と、を含む。

20

本発明の第4の態様は、上記第3の態様の方法において、前記識別値が、前記ストリップ内に含まれる画素の画素値の平均強度である。

本発明の第5の態様は、上記第3の態様の方法において、前記距離値を得る前記工程が、各前記フレームの対応する前記横列での前記ストリップと関連づけられたフーリエスペクトルデータを受け取る工程と、各前記パノラマビデオフレームシーケンスの前記フレーム間の距離値を導出するために前記フーリエスペクトルデータを比較する工程と、を含む。

30

本発明の第6の態様は、上記第5の態様の方法において、フレーム間の最も短い距離値を有する前記フレームと関連づけられる前記交差点を決定する工程を更に含む。

本発明の第7の態様は、上記第5の態様の方法において、前記距離値が、ユークリッド距離、コサイン距離及び正規化距離の1つである。

本発明の第8の態様は、上記第7の態様の方法において、前記距離値が重みづけされる。

本発明の第9の態様は、上記第8の態様の方法において、前記重みづけされた距離値が、フーリエスペクトルの高帯域及び低帯域を減少させる重みを含む。

40

本発明の第10の態様は、交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスに表示されるような交差点を検出する方法であって、交差点の画像を示す複数のフレームを各シーケンスが含む2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータの第1のセットであって、画素データ及び、各前記シーケンスの少なくとも1つの前記フレームと関連づけられた位置データを含む前記第1のデータセットを受け取る工程と、位置データとまだ関連づけられていない任意のフレームの欠落した位置データを判定する工程と、前記2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータの第1のセットのみを用いて交差点を検出する工程と、を含む方法である。

本発明の第11の態様は、上記第10の態様の方法において、前記交差点を検出する前記工程が、各前記フレームの前記位置データを比較することにより、前記2つのパノラマビ

50

デオフレームシーケンス間の概略的な交差点を判定する工程と、1組の近傍フレームを有する近傍を判定する工程であって、前記近傍が前記概略的な交差点を含み、前記近傍フレームが、前記概略的な交差点に関するパラメータの範囲内に位置する各前記パノラマビデオシーケンスからのフレームを含む、前記近傍を判定する前記工程と、各前記パノラマビデオフレームシーケンスからの最も類似したフレーム画像を判定するために、前記近傍フレームから導出されたデータを比較する工程と、を含む。

本発明の第12の態様は、上記第11の態様の方法において、データを比較する前記工程が、前記パノラマビデオフレームからストリップを取り出す工程と、各前記ストリップに対する識別値を決定する工程と、画像間の距離値を決定するために前記識別値を処理する工程と、を含む。

10

本発明の第13の態様は、上記第12の態様の方法において、前記パラメータが、前記概略的な交差点フレームからの最小距離である。

本発明の第14の態様は、上記第12の態様の方法において、前記パラメータが、前記概略的な交差点フレームからの最小時間である。

本発明の第15の態様は、上記第10の態様の方法において、欠落した位置データを判定する前記工程が、フレームと関連づけられた位置データを用いた補間の実行を含む。

本発明の第16の態様は、上記第10の態様の方法において、前記位置データが、衛星に基づく地理的測位システムデータ、慣性航法データ、無線標識データ及びランドマーク三角測量データの1つである。

本発明の第17の態様は、交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスに表示されるような交差点における、2つのビデオシーケンス間の向きを検出する方法であって、前記交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスの各々が該ビデオフレームシーケンス間の交差点の画像を示す複数のフレームを含む、前記交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータを受け取る工程と、前記2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータのみを用いて、各前記パノラマビデオフレームシーケンスから、前記交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンス間で最も類似したフレーム画像を含む交差点フレームを検出する工程と、前記2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータのみを用いて、前記パノラマビデオシーケンスの交差点フレーム間の相対的向きを検出する工程と、を含む方法である。

20

本発明の第18の態様は、上記第17の態様の方法において、相対的向きを検出する前記工程が、前記フレームを少なくとも1つのストリップに分割し、前記フレームが複数の横列に分割されると共に前記少なくとも1つのストリップが各前記横列と関連づけられる工程と、各ストリップに対する識別値を決定する工程と、画像間の前記相対的向きを判定するために前記識別値を処理する工程と、を含む。

30

本発明の第19の態様は、上記第18の態様の方法において、前記識別値を処理する前記工程が、前記ストリップの前記識別値と関連づけられたフーリエスペクトルデータを受け取る工程と、前記フレームの前記対応する横列と関連づけられた前記フーリエスペクトル間の位相差の傾斜として前記相対的向きを判定する工程と、を含む。

本発明の第20の態様は、上記第18の態様の方法において、前記識別値を処理する前記工程が、前記ストリップの前記識別値と関連づけられたフーリエスペクトルデータを受け取る工程と、前記第1及び第2のパノラマビデオ画像の前記識別データ間の相互相関の最大値を前記フーリエスペクトルから導出することにより、前記相対的向きを判定する工程と、を含む。

40

本発明の第21の態様は、上記第20の態様の方法において、前記相互相関の最大値を導出する前記工程が、1組のデータセットを導出するために複素共役を用いてフーリエスペクトルを処理する工程と、前記データセットの逆DFTを行う工程と、を含む。

本発明の第22の態様は、上記第21の態様の方法において、前記距離値が重みづけされる。

本発明の第23の態様は、上記第22の態様の方法において、前記重みづけされた距離値が、前記フーリエスペクトルの高帯域及び低帯域を減少させる重みを含む。

50

本発明の第24の態様は、交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスに表示されるような交差点における、2つのビデオシーケンス間の向きを検出する方法であって、交差点で交差する別個のパノラマビデオフレームシーケンスにそれぞれ関連づけられた2つの交差パノラマビデオフレームであって、前記ビデオフレームシーケンス間で最も類似した画像を示す前記交差パノラマビデオフレームを表す画素データを受け取る工程と、前記2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表す画素データのみを用いて、前記パノラマビデオシーケンスの前記交差パノラマビデオフレーム間の相対的向きを検出する工程と、を含む方法である。

本発明の第25の態様は、上記第24の態様の方法において、相対的向きを検出する前記工程が、前記フレームを少なくとも1つのストリップに分割し、前記フレームが複数の横列に分割されると共に前記少なくとも1つのストリップが各前記横列と関連づけられる工程と、各ストリップに対する識別値を決定する工程と、画像間の前記相対的向きを判定するために前記識別値を処理する工程と、を含む。

10

本発明の第26の態様は、上記第25の態様の方法において、前記識別値を処理する前記工程が、前記ストリップの前記識別値と関連づけられたフーリエスペクトルデータを受け取る工程と、前記フレームの前記対応する横列と関連づけられた前記フーリエスペクトル間の位相差の傾斜として前記相対的向きを判定する工程と、を含む。

本発明の第27の態様は、上記第25の態様の方法において、前記識別値を処理する前記工程が、前記ストリップの前記識別値と関連づけられたフーリエスペクトルデータを受け取る工程と、前記第1及び第2のパノラマビデオ画像の前記識別データ間の相互相関の最大値を前記フーリエスペクトルから導出することにより、前記相対的向きを判定する工程と、を含む。

20

本発明の第28の態様は、上記第27の態様の方法において、相互相関の最大値を導出する前記工程が、1組のデータセットを導出するために複素共役を用いてフーリエスペクトルを処理する工程と、前記データセットの逆DFTを行う工程と、を含む。

本発明の第29の態様は、上記第28の態様の方法において、前記距離値が、前記フーリエスペクトルの高帯域及び低帯域を減少させるよう重みづけされる。本発明の第30の態様は、交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンス間の交差点及び向きを検出する方法であって、前記交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスの各々が該ビデオフレームシーケンス間の交差点の画像を示す複数のフレームを含む、前記2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータの第1のセットであって、画素データ及び、各前記シーケンスの少なくとも1つの前記フレームと関連づけられた位置データを含む前記第1のデータセットを、受け取る工程と、位置データとまだ関連づけられていない任意のフレームの位置データを判定する工程と、各前記フレームの位置データを比較することにより、前記2つのパノラマビデオフレームシーケンス間の交差点の概略推定を判定する工程と、1組の近傍フレームを有する近傍を判定する工程であって、前記近傍が前記概略的な交差点を含み、前記近傍フレームが、前記交差点の概略推定のパラメータの範囲内の各前記パノラマビデオシーケンスからのフレームを含む、前記近傍を判定する前記工程と、前記近傍フレームを複数の画素からなる少なくとも1つの各ストリップに分割し、前記フレームが複数の横列に分割されると共に前記少なくとも1つのストリップが各前記横列と関連づけられる工程と、各前記ストリップに対する識別値を決定する工程と、各前記フレームの対応する横列での前記ストリップと関連づけられたフーリエスペクトルデータを受け取る工程と、前記パノラマビデオシーケンスの前記フレーム間の距離値を導出するために前記フーリエスペクトルデータを比較する工程と、前記フーリエスペクトルデータを用いて最も短い距離値を有するフレーム間の相対的向きを判定する工程と、を含む方法である。

30

40

本発明の第31の態様は、上記第30の態様の方法において、前記相対的向きを判定する前記工程が、前記フレームの前記対応する横列と関連づけられた前記フーリエスペクトル間の位相差の傾斜を導出する工程を含む。

本発明の第32の態様は、上記第30の態様の方法において、前記相対的向きを判定する

50

前記工程が、前記第 1 及び第 2 のパノラマビデオ画像の前記識別データ間の相互相関の最大値を前記フーリエスペクトルから導出する工程を含む。

本発明の第 3 3 の態様は、上記第 3 0 の態様の方法において、前記識別値が、前記ストリップ内に含まれる画素の画素値の平均強度である。

本発明の第 3 4 の態様は、交差する 2 つのパノラマビデオフレームシーケンス間の交差点及び向きを決定するためにサーバコンピュータで実行されるコンピュータプログラムであって、前記交差する 2 つのパノラマビデオフレームシーケンスの各々が該ビデオフレームシーケンス間の交差点の画像を示す複数のフレームを含む、前記 2 つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータの第 1 のセットであって、画素データ及び、各前記シーケンスの少なくとも 1 つの前記フレームと関連づけられた位置データを含む、前記第 1 のデータセットを受け取るための機能と、位置データにまだ関連づけられていない任意のフレームの位置データを判定するための機能と、各前記フレームの位置データを比較することにより、前記 2 つのパノラマビデオフレームシーケンス間の交差点の概略推定を判定するための機能と、1 組の近傍フレームを有する近傍を判定するための機能であって、前記近傍が前記概略的な交差点を含み、前記近傍フレームが、前記交差点の概略推定のパラメータの範囲内の各前記パノラマビデオシーケンスからのフレームを含む、前記近傍を判定するための前記機能と、前記近傍フレームを複数の画素からなる少なくとも 1 つの各ストリップに分割するための機能であって、前記フレームが複数の横列に分割されると共に前記少なくとも 1 つのストリップが各前記横列と関連づけられる、前記近傍フレームを分割するための機能と、各前記ストリップに対する識別値を決定するための機能と、各前記フレームの対応する横列での前記ストリップと関連づけられたフーリエスペクトルデータを受け取るための機能と、前記パノラマビデオシーケンスの前記フレーム間の距離値を導出するために前記フレームの前記対応する横列と関連づけられた前記フーリエスペクトルデータを比較するための機能と、前記フーリエスペクトルデータを用いて最も短い距離値を有するフレーム間の相対的向きを判定するための機能と、を含む、コンピュータプログラムである。

10

20

本発明の第 3 5 の態様は、上記第 3 4 の態様のコンピュータプログラムにおいて、前記相対的向きを判定するための前記機能が、前記フレームの前記対応する横列と関連づけられた前記フーリエスペクトル間の位相差の傾斜を導出するための機能を含む。

本発明の第 3 6 の態様は、上記第 3 4 の態様のコンピュータプログラムにおいて、前記相対的向きを判定するための前記機能が、前記第 1 及び第 2 のパノラマビデオ画像の前記識別データ間の相互相関の最大値を前記フーリエスペクトルから導出するための機能を含む。

30

本発明の第 3 7 の態様は、交差する 2 つのパノラマビデオフレームシーケンスに表示されるような交差点を検出するためにサーバコンピュータで実行されるコンピュータプログラムであって、前記交差する 2 つのパノラマビデオフレームシーケンスの各々が該ビデオフレームシーケンス間の交差点の画像を示す複数のフレームを含む、前記交差する 2 つのパノラマビデオフレームシーケンスを表す画素情報を受け取るための機能と、前記フレームを複数の画素を含む少なくとも 1 つの各ストリップに分割し、前記フレームが複数の横列に分割されると共に前記少なくとも 1 つのストリップが各前記横列と関連づけられる、前記フレームを分割するための機能と、各ストリップに対する識別値を決定するための機能と、各前記フレームの対応する横列での前記ストリップと関連づけられたフーリエスペクトルデータを受け取るための機能と、各前記フレーム間の距離値を導出するために前記フレームの前記対応する横列と関連づけられた前記フーリエスペクトルデータを比較する機能と、を含む、コンピュータプログラムである。

40

本発明の第 3 8 の態様は、交差する 2 つのパノラマビデオフレームシーケンスに表示されるような交差点における、2 つのビデオシーケンス間の向きを検出するためにサーバコンピュータで実行されるコンピュータプログラムであって、前記交差する 2 つのパノラマビデオフレームシーケンスの各々が該ビデオフレームシーケンス間の交差点の画像を示す複数のフレームを含む、前記交差する 2 つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデー

50

タを受け取るための機能と、前記2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータのみを用いて、各前記パノラマビデオフレームシーケンスから、前記交差するパノラマビデオフレームシーケンス間で最も類似したフレーム画像を含む交差点フレームを検出するための機能と、前記フレームを少なくとも1つのストリップに分割し、前記フレームが複数の横列に分割されると共に前記少なくとも1つのストリップが各前記横列と関連づけられる、前記フレームを分割するための機能と、各ストリップに対する識別値を決定するための機能と、前記ストリップの前記識別値と関連づけられたフーリエスペクトルデータを受け取るための機能と、前記フーリエスペクトルデータを用いて前記交差点フレーム間の相対的向きを判定するための機能と、を含む、コンピュータプログラムである。

本発明の第39の態様は、上記第38の態様のコンピュータプログラムにおいて、前記相対的向きを判定するための前記機能が、前記フレームの前記対応する横列と関連づけられた前記フーリエスペクトルデータ間の位相差の傾斜を判定するための機能を含む。

本発明の第40の態様は、上記第38の態様のコンピュータプログラムにおいて、前記相対的向きを判定するための前記機能が、前記第1及び第2のパノラマビデオ画像の前記識別データ間の相互相関の最大値を前記フーリエスペクトルデータから導出するための機能を含む。

本発明の第41の態様は、上記第38の態様のコンピュータプログラムにおいて、前記相互相関の最大値を導出する前記機能が、第2のデータセットを導出するために複素共役を用いて前記フーリエスペクトルデータを処理するための機能と、前記第2のデータセットの逆DFTを行うための機能と、を含む。

本発明の第42の態様は、プロセッサと、該プロセッサと接続された、交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンス間の交差点及び向きを判定する方法を実行する装置をプログラムするためのプログラムコードを含むプロセッサの読み取り可能な記憶媒体と、を含む、交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンス間の交差点及び向きを判定する装置であって、前記交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスの各々が該ビデオフレームシーケンス間の交差点の画像を示す複数のフレームを含む、前記2つのパノラマビデオフレームシーケンスを表すデータの第1のセットであって、画素データ及び、各前記シーケンスの少なくとも1つの前記フレームと関連づけられた位置データを含む前記第1のデータセットを、受け取る工程と、位置データとまだ関連づけられていない任意のフレームの位置データを判定する工程と、各前記フレームの位置データを比較することにより、前記2つのパノラマビデオフレームシーケンス間の交差点の概略推定を判定する工程と、1組の近傍フレームを有する近傍を判定する工程であって、前記近傍が前記概略的な交差点を含み、前記近傍フレームが、前記交差点の概略推定のパラメータの範囲内の各前記パノラマビデオシーケンスからのフレームを含む、前記近傍を判定する前記工程と、前記近傍フレームを複数の画素からなる少なくとも1つの各ストリップに分割する工程であって、前記フレームが複数の横列に分割されると共に前記少なくとも1つのストリップが各前記横列と関連づけられる、前記工程と、各前記ストリップに対する識別値を決定する工程と、各前記フレームの対応する横列での前記ストリップと関連づけられたフーリエスペクトルデータを受け取る工程と、各前記フレーム間の距離値を導出するために前記フレームの前記対応する横列と関連づけられた前記フーリエスペクトルデータを比較する工程と、最も短い距離値を間に有するパノラマビデオフレーム間の相対的向きを前記フーリエスペクトルデータを用いて判定する工程と、を前記方法が含む、装置である。

本発明の第43の態様は、第1のビデオフレームシーケンスを供給する工程と、前記第1のビデオフレームシーケンスと第2のビデオフレームシーケンスが交差点において交差すると共に相対的な向きを有し、前記交差点が前記第1のビデオフレームシーケンスの第1の交差点フレーム及び前記第2のビデオフレームシーケンスの第2の交差点フレームと関連づけられ、前記第1及び第2の交差点フレームが最も類似した画像を有するフレームとして判定される、前記第2のビデオフレームシーケンスを供給する工程と、前記第1ビデオフレームシーケンスの前記第1の交差点フレームまでの1組のフレームと、前記第2ビデオフレームシーケンスの前記第2の交差点フレームから開始する1組のフレームとで構

10

20

30

40

50

成される合成ビデオフレームシーケンスであって、前記2つの交差点フレーム間の画面転換が前記相対的向きを用いて決定され、前記交差点及び前記相対的向きが前記ビデオフレームシーケンスの画素情報のみを用いて判定される、前記合成ビデオフレームシーケンスを生成する工程と、を含む、合成ビデオフレームシーケンスを生成する方法である。本発明の第44の態様は、上記第44の態様の方法において、前記第1及び第2のビデオフレームシーケンスがパノラマビデオフレームシーケンスである。

**【0010】**

一実施形態では、本発明は、2つ以上のパノラマビデオシーケンス内の交差点を検出するシステムを提供する。ビデオ画像及び対応する位置データが受け取られる。全ての画像が確実に位置データを含むように、画像及び位置データを処理してもよい。ビデオ画像から2つの経路間の交差点が導出される。ビデオ画像から、2つの経路間の向きが判定されてもよい。

10

**【0011】**

一実施形態では、2つの経路間の交差点の検出は、各フレーム画像と関連づけられた位置データを用いて2つの画像間の概略的な交差点を導出することを含む。次に、2つの画像に対する近傍が判定される。次に、近傍内の各画像が複数のストリップに分割される。ストリップ値の横列を構成するために、各ストリップから識別ベクトルが導出される。ストリップ値は周波数領域に変換され、周波数領域内のストリップ間の距離値が得られ、画像間の距離値が最小となる画像から交差点が判定される。

**【0012】**

一実施形態では、2つのパノラマ画像の相対的向きの検出は、フーリエ領域内の画像を表す信号の位相を用いることを含む。2つの画像のフーリエ表現間の位相差の傾斜を、2つの候補画像の相対的向きとみなしてもよい。別の実施形態では、2つのパノラマ画像の相対的向きの検出は、画像を表す2つのベクトルの循環相互相関(circular cross correlation)を行うことを含む。

20

**【0013】****【発明の実施の形態】**

一実施形態では、本発明は、交差点を捕捉した2つ以上のパノラマビデオシーケンス内で交差点を検出するシステムを提供する。ビデオ画像及び対応する位置データが受け取られる。全ての画像が確実に位置データを含むように、画像及び位置データを処理してもよい。ビデオ画像から2つの経路間の交差点が導出される。一実施形態では、交差点は、各パノラマビデオフレームシーケンスからの、交差点の最も類似した画像を示すフレームを含むものとして判定される。ビデオ画像から、2つの経路の相対的な向きが判定されてもよい。一実施形態では、交差点の検出及び向きの検出の実行は、周波数領域内における画像情報の処理を含む。本発明を適用可能な領域としては、少なくとも2つのビデオシーケンスに表示された共通点又は共通画像が識別又は処理される、パノラマベースの仮想現実感システムや、ビデオ画像を表示する任意のアプリケーションが挙げられる。

30

**【0014】**

本発明は、交差点が、類似の垂直位置及び空間位置であるが任意の角度から捕捉又は表示された、2つ以上のパノラマビデオシーケンスにおける交差点の検出に用いられてもよい。パノラマカメラは、360度毎に周期的に反復される円筒形のパノラマ画像を供給してもよい。同じ空間位置において同じ円筒軸で撮影された2つのパノラマ画像は、相対的な向きが異なる。本開示では、カメラの回転はパノラマ画像の縦列方向に対応し、高さは横列方向に対応する。

40

**【0015】**

図1には、本発明の一実施形態による、交差点で捕捉されたビデオシーケンスの画像を照合する方法100が示されている。方法100は、開始ステップ105で開始する。次に、ステップ110で、ビデオ画像及び位置データが受け取られる。一実施形態では、ビデオ画像は、表示対象の交差点を含む経路から捕捉された、パノラマビデオフレームのシーケンスである。各パノラマビデオシーケンスは、その交差点の複数の画像を含んでも良い

50

。本明細書で用いる「経路」は、視覚的に示されて、ユーザが何らかの方法でトラバース（横行）又は移動し得る、空間内の領域として定義される。空間は、抽象的なものであっても、現実のものであってもよい。本明細書で用いる「交差点」は、2つ以上の経路間の共通点として定義される。一実施形態では、ユーザは各経路をトラバースしてもよい。ステップ110で受け取られたビデオフレームシーケンスは、その交差点で移動可能な各経路を表してもよい。一実施形態では、1つの経路のトラバース可能な各方向に対する個別のビデオフレームシーケンスは必要ない。例えば、双方向通行の道に沿って捕捉された単一のパノラマビデオフレームシーケンスを、正送り又は逆送りでプレイバックして、道に沿ったいずれかの方向への移動を表してもよい。一実施形態では、受け取られたパノラマビデオフレームシーケンスは、本明細書に参照して援用する米国特許出願第60/325,172号に開示されている、Fly Aboutパノラマビデオカメラシステムを用いて捕捉された形式であってもよい。

10

**【0016】**

ステップ110では、ビデオ画像シーケンスに加えて、空間位置データも受け取られる。空間位置データにより、ビデオ画像に空間位置を関連づけることができる。本発明の一実施形態では、空間位置データは、ビデオに関連づけられた地理的な位置を表すデータで構成されてもよい。空間位置データは、全ての画像と関連づけられてもよく、又はそれより少ない画像と関連づけられてもよい。一実施形態では、空間位置データは、グローバル・ポジショニング・システム（GPS）データ等の、衛星に基づく地理的測位システムで構成されてもよい。都市近郊でビデオ画像を捕捉中に集められたGPSデータ200は、図2に示すように見える場合もあろう。図2では、水平軸は経度に対応し、垂直軸は緯度に対応する。捕捉されたGPSデータ210は、市街道路や空間内の他の点を概略的に示してもよい。一実施形態では、1Hzで供給され且つ30Hzのフレーム率で生じるビデオフレームにスタンプされたGPSデータは、30個のビデオフレーム毎に1つの割合でGPSデータがスタンプされたビデオフレーム位置を与える。ビデオ画像に空間位置を関連づけるために、GPSに加えて、他のタイプの位置データを用いることもできる。これらの方法は、慣性航法、無線標識、及びランドマーク三角測量を含むが、これらに限定されない。

20

**【0017】**

ステップ110でビデオ画像及び空間位置データが受け取られたら、ステップ130で、空間位置データと関連づけられていない任意のフレームの位置が判定される。一実施形態では、空間位置データがスタンプされたパノラマ画像フレームと、スタンプされていないパノラマ画像フレームとがある場合には、スタンプされていないフレームの空間位置は、直線補間又は他の補間法によって推定されてもよい。例えば、ビデオシーケンスのフレームが30Hzのフレーム率で生じ、フレームには1Hzで供給される空間位置データがスタンプされている場合には、位置がスタンプされた前のフレームから10フレーム後に生じるフレームは、直線補間によって、その前の位置がスタンプされたフレームと、その次の位置がスタンプされたフレームとの間の距離の3分の1の距離であると仮定される。このフレームには、タイムスタンプされたフレーム間の、そのフレームを含むビデオシーケンスによって表される経路に沿った、3分の1の距離に対応する位置データがスタンプされてもよい。一実施形態では、交差点近傍であるとみなされる画像のみに対して、位置情報が判定される。フレームに位置データを関連づけるために、距離と共に速度又は加速度を用いた他の補間方法を用いてもよい。補間に加えて、空間位置データが関連づけられていないフレームの位置の判定に、他の数値推定方法を用いることもできる。

30

40

**【0018】**

ステップ130で追加の空間位置データが判定されたら、操作はステップ140に進み、そこで、パノラマビデオ画像シーケンスの交差点が判定される。パノラマビデオシーケンスの交差点は、画像自体を用いて判定される。一実施形態では、パノラマビデオフレームシーケンスの交差点は、2つのシーケンス内で最も類似した交差点画像を有するフレームを検出することによって判定される。交差点検出のステップについては、図3を参照して

50



詳細に説明する。2つのビデオシーケンス間で交差点が判定されたら、ステップ150で、パノラマの向きが検出される。向きの検出については後で詳細に説明する。2つのパノラマビデオシーケンスの向きが検出されたら、処理はステップ155で終了する。

#### 【0019】

図3は、本発明の一実施形態による、2つのパノラマビデオシーケンス間で交差点を検出する方法300を示している。方法300は、開始ステップ305で開始する。次に、ステップ310で、少なくとも2つの経路の交差点の概略推定が決定される。一実施形態では、各経路と関連づけられたフレームの位置データが比較され、互いに最も近いフレームが判定される。これらの2つのフレームは、交差点の概略推定を構成する。次に、ステップ320で、交差点らしきものを有する複数の近傍フレームを有する近傍が判定される。一実施形態では、交差点の概略推定の、あるパラメータ値の範囲内の全てのフレームが、近傍の一部として選択される。パラメータ値の例としては時間又は空間位置が挙げられ、近傍フレームは、交差点の概略推定を構成するある時間内のフレーム内に生じるか、又は、そのフレームが、交差点の概略推定と関連づけられた位置から特定の距離以内に存在する位置と関連づけられていることを示す位置データを有する。例えば、近傍は、検出された交差点の概略推定を構成するいずれかのフレームの、2秒以内に捕捉された全てのフレームで構成されてもよい。近傍のサイズは任意である。しかし、近傍は、実際の交差点を含みそうな多くのフレームを含みつつ、処理リソースで処理可能なよう十分小さくなるように選択されるべきである。

10

#### 【0020】

図4は、本発明の一実施形態による、経路交差点近傍400を示している。経路交差点400は、x方向に沿った第1経路410と、y方向に沿った第2経路420と、それぞれ $x_1$ 、 $x_2$ 及び $x_3$ とラベル付けされた第1経路位置データ点411、412及び413と、それぞれ $y_1$ 、 $y_2$ 、 $y_3$ 、 $y_4$ 及び $y_5$ とラベル付けされた第2経路位置データ点421、422、423、424及び425と、近傍境界430とを含む。図4に示される例では、 $x_2$ 及び $y_3$ の点に概略的な交差点が存在すると判定された。次に、点線430で囲まれる全てのフレームが、交差点近傍であると判定された。

20

#### 【0021】

2つの経路の交差点を判定する場合には、2組の候補パノラマ画像からのデータ点は、次のように表されてもよい。

30

$$X = \{ X_1, X_2, X_3, \dots, X_M \}$$

$$Y = \{ Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_N \}$$

式中、M及びNは、それぞれX及びYのセット中の画像数である。2つの最も近いフレーム画像は、次式に従って判定されてもよい。

$$(i^*, j^*) = \arg \min ( \text{距離} ( X_i, Y_j ) ) \quad (1)$$

$$(1 \leq i \leq M, 1 \leq j \leq N)$$

式中、i及びjはフレームインデックスであり、 $X_{i^*}$ 及び $Y_{j^*}$ は、2つの経路の交差点として理解される。

#### 【0022】

本発明の一実施形態では、2つのパノラマフレーム間の距離は、フーリエ変換を用いて計算されてもよい。フーリエ変換の大きさは位相に対して不変であるので、フーリエ変換は照合のために良好に作用する。一実施形態では、フーリエ変換を適用するために、各画像が複数の横列に分割されてもよい。次に、各横列から1組の値を導出してもよい。一実施形態では、フーリエ変換を、各パノラマ画像の画素値の特定の横列に適用してもよい。次に、近傍内の複数の異なるフレームから導出されたフーリエスペクトルを比較して、最も近い画像を判定してもよい。しかし、実際上の制約により、そのようなスペクトル照合を直接適用できない場合がある。カメラの撮影軸の違いやカメラ位置のずれ等の制約により、パノラマ画像及び画像内の横列において変化が生じる場合がある。

40

#### 【0023】

本発明の別の実施形態では、フーリエ変換は、パノラマ画像の一部のみに適用される。

50

この実施形態では、H本の画素の横列とW本の画素の縦列を有するパノラマ画像が、R本のストリップ及びC本の縦列に分割される（RはHより小さく、CはWより小さい）。従って、各ストリップは、 $H/R$ に等しい数の画素の横列及び $W/C$ に等しい数の画素の縦列で構成される。1つの画像が分割されるべきストリップR及び縦列Cの数は、画像内のディテール、原画像の解像度、照明の変化及びカメラのずれ等の影響を含む幾つかの要因に左右される。一実施形態では、1つ以上のストリップが互いに重なっていてもよい。この工程は、図3のステップ330として示されている。

【0024】

近傍の画像のストリップが構成されたら、ステップ340に示されるように、各ストリップに識別値が割当てられる。2つの経路の交差点等の、類似の視覚画像を示すストリップの識別値は、類似したものであるべきである。一実施形態では、識別値は、各縦列位置における各ストリップの画像強度の平均値である。1組の画素を表すことに加え、パノラマ画像ストリップを平均化すると、横列の画像が平滑化される。平均画像強度は、幾つかの方法で決定できる。白黒画像では、平均強度値は、特定の縦列におけるストリップ内の全画素の値を平均化することによって決定されてもよい。カラー画像では、平均強度値は、1つのストリップ内の画素の各RGB成分から導出された値を平均化することによって導出されてもよい。例えば、画素の赤、緑及び青成分の値を合計、又は何らかの方法で重みづけして、画素値を決定することもできよう。各縦列位置における各ストリップの画素値が平均化されることにより、各ストリップの平均画素値の横列が構成される。従って、 $P = \{ P_{i,j} \}$ 、 $1 < i < H/R$ 、 $1 < j < C$ の場合のパノラマ画像ストリップのマトリックスでは、対応する平均列は、 $R_{AV} = (P_1, P_2, \dots, P_j, P_c)$ であり、式中、 $P_j$ は次式の通りである。

【数1】

$$P_j = \sum_{i=1}^{\frac{H}{R}} P_{i,j} \quad (2)$$

【0025】

図5では、 $A_1 \sim A_R$ 及び $B_1 \sim B_R$ は、それぞれ、本発明の一実施形態に従った、パノラマ画像A及びBの平均列を表す。

【0026】

平均画素値からストリップ及び平均列が決定されたら、ステップ350に示されるように、平均列の値が周波数領域に変換される。周波数領域への変換は、本発明のステップを実行するハードウェア又はソフトウェアによって実行されてもよく、又は、外部ソースによって実行され、本発明のシステムに送信されてもよい。本発明の一実施形態では、各平均列に対して離散フーリエ変換(DFT)が実行され、フーリエスペクトルデータが導出される。フーリエスペクトルは、フーリエ振幅(マグニチュード)、フーリエ位相差、又はそれらの両方で構成されてもよい。一実施形態では、DFTの振幅(マグニチュード)は、ストリップの一次元テクスチャとして解釈される。一実施形態では、平均列のDFTは、高速フーリエ変換(FFT)を用いて計算される。従って、一次元テクスチャ係数ベクトル $S_A$ は、次式のように計算できる。

$$S_A = |FFT(A)|$$

【0027】

パノラマ画像が横列方向に空間的な制約を有する場合には、一次元テクスチャではなく二次元テクスチャを用いてもよい。

【0028】

平均列の値のFFTの実行後、及び/又は横列内のストリップと関連づけられたフーリエスペクトルデータの受け取り後、ステップ360で、2つのパノラマ画像間の距離が計算される。一実施形態では、画像Aのストリップ $A_i$ 及び画像Bのストリップ $B_j$ が、それ

ぞれ一次元テクスチャベクトル  $S_{A_i}$  及び  $S_{B_j}$  を有するとすると、距離値は次式のように定義される。

【数 2】

$$\text{Distance}(A_i, B_j) = \frac{\|S_{A_i} - S_{B_j}\|_M}{\text{Max}(\|S_{A_i}\|_M, \|S_{B_j}\|_M)} \quad (3)$$

【0029】

式中、 $S_{A_i} - S_{B_j}$  は、 $S_{A_i}$  及び  $S_{B_j}$  の中間帯域の間のユークリッド距離であり、 $\|S_{A_i}\|_M$  及び  $\|S_{B_j}\|_M$  は、中間帯域内のベクトル  $S_{A_i}$  及び  $S_{B_j}$  の大きさ（振幅）である。 $\text{Max}(\|S_{A_i}\|_M, \|S_{B_j}\|_M)$  という項は、2つのベクトル間の距離値を正規化するために用いられる。この正規化という特徴は、平均列の複数の対が比較される場合に、距離値が、より高い中間周波数エネルギーを有する対に向けてバイアスされるのを防止するために有用である。平均値又は分散を含む他の正規化を用いてもよい。式(3)では、パノラマ画像の平均列から導出された中間帯域周波数が比較される。類似の場所から捕捉された画像は、類似の中間周波数と、式(3)の対応する低い距離値とを有する。コサインや内積等の他の距離値を用いてもよく、本発明の範囲内であると考えられる。

【0030】

上述した本発明の実施形態では、テクスチャ係数は、中間周波数へと切り詰められる。この方法には複数の長所がある。画像スペクトルの低周波及びDC成分は、しばしば、照明の変化の影響を非常に受けやすい。従って、2つの異なる画像における、同じ場所での照明の違いの影響を最小限にするために、低周波成分を除去してもよい。高周波スペクトルの除去は、ノイズの低減、及び、同じ場所における異なるオブジェクト（例えば、一方の画像では交差点に車が存在し、他方では存在しない等）の影響の低減に有用である。

【0031】

次に、2つのパノラマ画像間の距離値を、2つの画像の対応する横列位置における一次元テクスチャベクトル間の距離の合計として計算できる。

【数 3】

$$\text{Distance}(A, B) = \sum_{i=1}^{\frac{H}{R}} \text{Distance}(A_i, B_i) \quad (4)$$

【0032】

式(4)の距離値に基づき、式(1)を用いて、交差点を含む2つの経路から最も近いフレームを検出できる。この工程は、ステップ370として示されている。式(4)の平均値ではなく、異常値の場合には、メディアンフィルタを含む他の距離値及び平均化方法を本発明に用いてもよい。他の距離値及び平均化方法も、本発明の範囲内であると考えられる。交差点を構成する2つの最も近いフレームが判定されたら、ステップ375で方法300が終了する。

【0033】

一実施形態では、2つの最も近いフレームが検出されたら、各画像のパノラマの向きが判定されてもよい。パノラマの向きを用いて、経路間の相対角度、及び、一方の画像を他方の画像と一致させるのに必要な回転量を判定してもよい。各経路の向きの概略推定を決定する1つの方法は、フレームの空間位置データの導関数を得ることによるものである。この導関数は、各経路の空間的な方向を与える。しかし、位置データではなくパノラマ画像データを調べるといふ、より正確な方法を用いることもできる。

【0034】

10

20

30

40

50

パノラマ画像データを用いるた1つの方法は、一旦、平均列をフーリエ領域に変換してから、信号の位相を用いる。上述したように、2つのパノラマ画像は、複数の横列及び複数の縦列の複数のストリップに分割される。各ストリップから、ストリップ内の画素の強度等の、識別用の数値が得られる。従って、第1画像Aは、Wの時間を有する信号  $a[n]$  で表されてもよく、このストリップはWの幅を有する。同様に、第2画像Bは、Wの時間を有する信号  $b[n]$  で表されてもよく、このストリップは同じWの幅を有する。A及びBからのストリップはパノラマ画像中の類似の場所で得られたものであるが、カメラは、円筒軸の周囲をラジアン の量だけ回転しているので、 $b[n] = a[(n - d) \bmod W]$  となる。ここで、 $d = W / 2$  である。次に、各ストリップに対してDFTが実行される。 $a[n]$  及び  $b[n]$  のそれぞれのフーリエスペクトル  $A[k]$  及び  $B[k]$  は、 $B[k] = A[k] \exp(-j d k^2 / W)$  によって関係づけられる。 $A[k]$  と  $B[k]$  との間の位相差は、次式のように表すことができる。

10

$D[k] = \text{Arg}(A[k]) - \text{Arg}(B[k]) = d k^2 / W = k$   
 式中、 $\text{Arg}(A[k])$  及び  $\text{Arg}(B[k])$  は、それぞれ  $A[k]$  及び  $B[k]$  の複素値のラジアン位相を示す。 $A[k]$  と  $B[k]$  との間の位相差は  $k$  において線形であり、 $k = 0$  では0の値を有する。この線形関係の傾斜は  $k$  である。従って、2つのパノラマ画像間の回転角度を、位相差  $D[k] / k$  の傾斜から直接、又は、位相差の組に対して線形適応した非重みづけ最小二乗誤差から、決定されてもよい。

【数4】

20

$$\theta = \frac{\sum_{k=0}^{W-1} kD[k]}{\sum_{k=0}^{W-1} k^2} \quad (5)$$

【0035】

または、バイアスされていない最良の線形推定量は、次式によって与えられる。

【数5】

30

$$\theta = \frac{\sum_{k=0}^{W-1} \text{var}(D[k])^{-1} kD[k]}{\sum_{k=0}^{W-1} \text{var}(D[k])^{-1} k^2} \quad (6)$$

【0036】

式中、 $\text{var}(D[k])$  は、周波数ビン  $k$  における位相差推定値の分散を表す。データ列(シリーズ)の線形適応は、一般的に、式(5)の閉ループ様式で実行できる。しかし、この実施形態では、位相差は  $\bmod 2$  が知られているのみであるため不明瞭なので、位相接続法(アンラッピング)も有用であろう。所与の周波数  $k$  における位相差のアンラッピングに適した2 の倍数は、傾斜 の現在の推定値によって異なる。従って、本発明の一実施形態では、式(5)における誤差関数を最小にする最良の傾斜 は、 の各候補値について位相差を適切にアンラッピングし、その仮の値に対する線形適応の二乗誤差を推定し、誤差が最小になる の値を選択することにより、明示的に探索される。これは、次式のように表すことができる。

40

【数6】

$$\theta = \arg_{\theta} \min \sum_{k=0}^{W-1} G[k] |\theta k - \text{unwrap}(D[k], \theta)|^2 \quad (7)$$

## 【0037】

関数  $\text{unwrap}(D[k], \theta)$  は、 $D[k]$  の各値に 2 の適切な整数の倍数を加え、現在の値に基づく線形推定からの逸脱を最小にする。 $G[k]$  は任意の重みづけ関数であり、幾つかの周波数の寄与を他の周波数よりも強調するために用いられてもよい。例えば、ノイズを有する周波数は、ローパス重みづけ、又は各周波数成分におけるノイズレベル情報を与える画像データ自体から導出される重みづけ（各周波数をその周波数のパワーで重みづけする等）によって、強調されないようにしてもよい。

## 【0038】

本発明の別の実施形態では、最低周波数ピン及び初期傾斜値推定値 0 から増分的に開始する  $D[k]$  に対する線形適応を実行することにより、式(7)の反復探索法は避けられる。二番目に高い周波数のピンでは、位相差が、現在の推定値に基づいてアンラッピングされる。次に、傾斜の推定値が、新たにアンラッピングされた値に更新される。このように、画像の各ストリップについて、回転が推定される。推定された回転の平均値又は中央値を用いて、画像の回転の最終的な推定値が決定される。更に別の実施形態では、次式に従って、各ストリップについての位相適応誤差を合計し、位相適応誤差の合計を最小にする回転を求めることにより、式(7)における誤差を、全ての画像ストリップに対して同時に最小化してもよい。

## 【数7】

$$\theta = \arg_{\theta} \min \sum_j \sum_{k=0}^{W-1} G_j[k] |\theta k - \text{unwrap}(D_j[k], \theta)|^2 \quad (8)$$

## 【0039】

式中、 $D_j[k]$  はストリップ  $j$  の位相差であり、 $G_j[k]$  はストリップ  $j$  に対する重みづけ関数であり、全ての入手可能なストリップに対してアウターサム(outer sum)が行われる。

## 【0040】

本発明の別の実施形態では、位相差  $d$  は、 $a[n]$  及び  $b[n]$  の循環相互相関  $c[s]$  の最大値に対応するシフト  $d$  を求めることによって決定されてもよい。この場合、次式となる。

## 【数8】

$$c[s] = \frac{1}{W} \sum_{n=0}^{W-1} a[n] b[n-s] \quad (9)$$

## 【0041】

従って、 $C[k] = \text{DFT}\{c[s]\}$  は  $C[k] = A[k] B^*[k]$  を満足する。式中、 $*$  は複素共役が行われることを示し、 $c[s]$  は、 $C[k]$  の逆 DFT を行って計算されてもよい。 $c[s]$  が最大になる  $s$  の値が、回転  $d$  の推定値として得られる。一実施形態では、 $d$  の計算は、対応するパノラマ画像の各帯域について行われる。パノラマ画像

間の回転の全体の推定に、dの値の平均値又は中央値を用いる。

【0042】

本発明の別の実施形態では、重みづけ関数を相互相関として実施することにより、相関プロセスの精度を高めてもよい。周波数領域における相互相関を任意の関数G[k]で重みづけして、ある周波数の寄与を所望に応じて増減させてもよい(高いノイズを有する周波数の寄与を減少させる等)。重みづけ関数を用いると、一般化された相互相関は、次式のように表すことができる。

$$c[s] = \text{IDFT}\{G[k]A[k]B^*[k]\} \quad (10)$$

【0043】

重みづけ関数は、先験的な知識から導出されてもよく、又は、位置合わせされた2つの画像の統計からダイナミックに導出されてもよい。先験的な知識に基づく重みづけ関数の例としては、低周波よりもノイズが多いことがわかっている高周波を除去するためのローパスフィルタの使用が挙げられよう。ダイナミックな重みづけ関数の例としては、G[k]を、各周波数における分散又はノイズの推定値の逆数と等しくしてもよい。重みづけ関数の更に別の例では、G[k]を、各周波数において画像データから推定された、大きさを二乗したコヒーレンス関数として実施してもよく、次式のように表される。

【数9】

$$G[k] = \text{Cohere}[k] = \frac{|A[k]B^*[k]|^2}{|A[k]|^2|B[k]|^2} \quad (11)$$

【0044】

一実施形態では、本発明を、1つの交差点に関する合成パノラマビデオフレームシーケンスの生成に用いてもよい。この実施形態では、上述したように画像自体から導出された向き及び交差点情報を用いて、2つの交差するビデオフレームシーケンスを組み合わせてもよい。本明細書で論じるための例として、南北方向及び東西方向を有する交差点において、第1のパノラマビデオシーケンスは、交差点を南北方向に移動中に捕捉されたフレームを含むと共に、第1の交差点フレームを含むと仮定する。また、交差点を東西方向に移動中に捕捉されたフレームを有する第2のパノラマシーケンスは、第2の交差点フレームを含む。第1の交差点フレーム及び第2の交差点フレームは、シーケンス間で最も類似した画像を有する2つのフレームとなるように決定され、それにより、シーケンスの交差点と関連づけられる。2つの交差点フレームが既知である場合には、合成フレームシーケンスは、共通の交差点を有する異なるビデオフレームシーケンスからのフレームを含むように生成されてもよい。一実施形態では、合成ビデオシーケンスは、第1パノラマビデオフレームシーケンスからの、第1シーケンスの交差点フレームまでのフレームを含んでもよい。第1ビデオシーケンスの交差点フレームまで到達したら、合成パノラマビデオフレームシーケンスの次のフレームは、第2ビデオシーケンスからの交差点フレームであってもよい。次に、合成ビデオシーケンス内のフレームは、第2ビデオシーケンスの交差点フレームの後に位置するフレームで構成されてもよい。従って、合成ビデオシーケンスは、第1シーケンスが第1パノラマビデオフレームシーケンスから得られたものであって、第1シーケンスの第1の交差点フレームまでの連続フレームで構成され、第2シーケンスが第2パノラマビデオフレームシーケンスから得られたものであって、第2の交差点フレームから開始する連続フレームで構成される、2つのフレームシーケンスで構成されてもよい。上述したように画像自体を用いて導出された検出情報を用いて、ユーザが指示する任意の方向で交差点を通る移動を描写するフレームを有する、合成パノラマビデオシーケンスを作ることができる。

【0045】

別の実施形態では、合成パノラマビデオシーケンスの2つの交差点フレーム間の画面転換

を、ビデオフレームシーケンスと関連づけられた相対的向き情報を用いて滑らかにすることができる。画像の視界が突然2つの交差点フレーム間の相対的向きの量だけシフトするような画面転換を設ける代わりに、画像の視界を回転させることによって画面転換を滑らかにしてもよい。一方のフレームシーケンスから他方のフレームシーケンスへの“転回”効果を与えるために、向き情報を用いて平滑化効果を得てもよい。

**【0046】**

ビデオフレームシーケンスの向きが揃えられたら、交差点における唐突な画面転換のアーチファクトを低減するために、2つのビデオストリームをゆっくりとクロスフェードすることができる。これには、一致するパノラマ等の一致するシーケンス間でクロスフェードが行われるように、交差点の前後のタイムウインドウについて、相対的向きの検出が必要となる場合がある。

10

**【0047】**

一実施形態では、たとえ両方のビデオフレームシーケンスが、パノラマ画像を表す捕捉された画像データを含んでいても、ユーザに対して表示される実際の画像は、全パノラマデータよりも少なくともよい。従って、フレームが示される際にユーザに対して道の画像の360度の視界を提供する代わりに、ユーザに対して示される画像は、連続フレームが捕捉された方向（即ち、北から南又は東から西）を向いた90度の視界のみを提供してもよい。

**【0048】**

本実施形態では、第1及び第2のパノラマビデオシーケンスは、フレーム画像の中央部の1/4に縮小された視界を表示してもよい。本発明の別の実施形態では、縮小視界は、パノラマビデオから得られたものではないビデオを含んでもよい。縮小視界は、他のビデオ形式の4:3のアスペクト比のビデオから得られてもよい。例示目的で、以下の議論では、第1及び第2のビデオシーケンスがパノラマ形式であると仮定する。縮小視界を表示している第1パノラマビデオフレームシーケンスが第1の交差点フレームに到達したら、第1の交差点フレームの視界が、第2パノラマビデオフレームシーケンスの第2の交差点フレームの表示視界（フレーム画像の中央部1/4）と類似するまで、第1の交差点フレームの表示視界を調節又は回転してもよい。時間をかけた滑らかな回転を与えるために、合成ビデオフレームシーケンスは第1の交差点フレームの複数のフレームを含んでもよく、フレームの視界内のシフトを与えるために、各フレームで第1又は第2の交差点フレーム内の異なる視界が与えられる。視界の回転量は、上述したようにフレーム画像データから導出された相対的向きに対応する。或いは、交差点フレームの両方の視界を、両者の間の相対的向きの中間部付近の視点で一致するまで、互いに向けて回転させてもよい。

20

30

**【0049】**

2つの交差するパノラマビデオフレームシーケンスから合成パノラマビデオフレームシーケンスを生成する本発明の別の実施形態では、第1パノラマビデオフレームシーケンスからのフレームが表示される。第1シーケンスで表示されているフレームが第1の交差点フレームに近づいたら、現在表示されているフレームの視界が、交差点フレーム間の相対的向きに向かう方向にシフトされてもよい。次に、それらの相対的向きを部分的に補償するために、各パノラマビデオフレームシーケンスからの交差点フレームの視界が僅かに調節され、続いて、第2パノラマビデオフレームシーケンスの第2の交差点フレームの直後の複数フレームの視界が、シーケンス間の向きが完全に補償されるまで調節される。従って、相対的向きを補償するために交差点フレームのみの視界を調節する代わりに、交差点フレーム自体と共に交差点フレームの最も近くに位置する複数のフレームの視界を調節することにより、相対的向きを徐々に補償する。これにより、視界の変化がより滑らか且つより緩やかなビデオフレームシーケンスが提供される。この実施形態は、ユーザが最終的に向かう方向のより細かなディテールを有する視界を提供し、その方向へと導く方向変換地点にユーザが近づくと、この方向は最終的にフレームの第2シーケンスによって捕捉される。このタイプの緩やかな視界変更は、車を運転中の人々が、実際に曲がる前に曲がろうとする方向を見ることと似ている。視界変更又は補償の量は、生成される合成ビデオフレ

40

50

ムシーケンスがフレームシーケンス間の滑らかな画面転換を与えるように、数学的に又は手作業で決定されてもよい。更に、2つの交差点フレームの画像間の任意の不一致を補償するために、画像の平均化及び平滑化技術を用いてもよい。

【0050】

一実施形態では、本発明は、2つ以上のビデオシーケンスから交差点を検出するシステムを提供する。ビデオ画像及び位置データが受け取られる。全画像が確実に位置データを含むように、画像及び位置データを処理してもよい。ビデオ画像から2つの経路間の交差点が導出される。ビデオ画像から2つの経路間の向きが判定されてもよい。一実施形態では、交差点の検出及び向きの検出の実行は、周波数領域内の画像情報の処理を含む。一実施形態では、画像はパノラマビデオ画像である。

10

【0051】

コンピュータ技術の当業者には明らかなように、専用に設計された集積回路又は他の電子部品で構成される実施形態に加えて、本発明は、本開示の教示に従ってプログラムされた、従来の汎用又は専用デジタルコンピュータ又はマイクロプロセッサを用いて、簡便に実施されてもよい。

【0052】

ソフトウェア技術の当業者には明らかなように、熟練したプログラマは、本開示の教示に基づき、適切なソフトウェアコーディングを容易に準備可能である。当業者には容易にわかるように、本発明は、特定用途向け集積回路(AASIC)を準備することによって、又は、従来のコンポーネント回路の適切なネットワークを相互接続することによって実施されてもよい。

20

【0053】

本発明は、本発明の任意の処理を実行するようコンピュータをプログラムするために使用可能な、命令が格納された記憶媒体である、コンピュータプログラムを含む。記憶媒体は、フレキシブルディスク、光ディスク、DVD、CD-ROM、マイクロドライブ、及び光磁気ディスクを含む任意のタイプのディスク、並びに、ROM、RAM、EPROM、EEPROM、DRAM、VRAM、フラッシュメモリ装置、磁気又は光学カード、ナノシステム(分子メモリICを含む)、又は、命令及び/又はデータの格納に適した任意のタイプの媒体又は装置を含み得るが、これらに限定されない。

【0054】

コンピュータ読み取り可能媒体の任意のものに格納された本発明としては、汎用/専用コンピュータ又はマイクロプロセッサのハードウェアを制御し、コンピュータ又はマイクロプロセッサと、本発明の結果を利用する人間のユーザ又は他の機構との間の、対話型操作を可能にするソフトウェアが挙げられる。このようなソフトウェアとしては、装置のドライバ、OS及びユーザアプリケーションが挙げられるが、これらに限定されない。究極的には、このようなコンピュータ読み取り可能媒体は、付加モデルの表現及び再構成の少なくとも一方を実行するソフトウェアを更に含む。

30

【0055】

汎用/専用コンピュータ又はマイクロプロセッサのプログラミング(ソフトウェア)に含まれるのは、ソース画像の平面分離、前景色及び背景色の少なくとも一方の平均化、色の置換、及び第2の平面に誤差を送ることによる1つの平面内における色の置換によって生じた誤差の補償、格納、結果の送信、並びに、本発明の処理に従った画像の再構成を含むがこれらに限定されない、本発明の教示を実施するソフトウェアモジュールである。

40

【0056】

図面及び特許請求の範囲を再検討することにより、本発明の他の特徴、態様及び目的を得ることができる。本発明の他の実施形態も開発可能であり、それらも本発明及び特許請求の範囲の精神及び範囲に含まれることを理解されたい。

【0057】

上述した本発明の好ましい実施形態の説明は、实例及び説明の目的で与えたものである。網羅的であること又は開示された正確な形態に本発明を限定することは意図しない。当業

50



者には多くの変形及び変更が明らかであることは、明白である。これらの実施形態は、本発明の原理及び実際上の用途を最も良く説明するために選択及び記載されたものであり、これにより、他の当業者が、本発明を、様々な実施形態について、考えられる特定の用法に適した様々な変形例と共に理解できるようにするものである。本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲及びそれらと同等のものによって定義されるように意図される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態による、交差点で捕捉されたビデオシーケンスの画像を照合する方法を示す図である。

【図 2】本発明の一実施形態による、グラフィカルな形式で記録された地理的データを示す図である。

【図 3】本発明の一実施形態による、ビデオシーケンス内で交差点を検出する方法を示す図である。

【図 4】本発明の一実施形態による、地理的データ点を有する経路の交差点を示す図である。

【図 5】本発明の一実施形態による、ストリップ分割を有するパノラマ画像を示す図である。

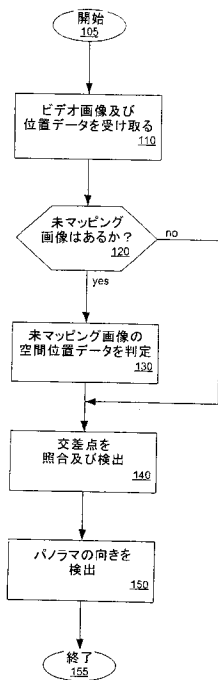
【符号の説明】

- 4 0 0 経路交差点近傍
- 4 1 0 第 1 経路
- 4 2 0 第 2 経路

10

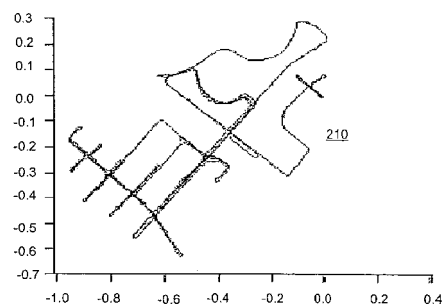
20

【 図 1 】



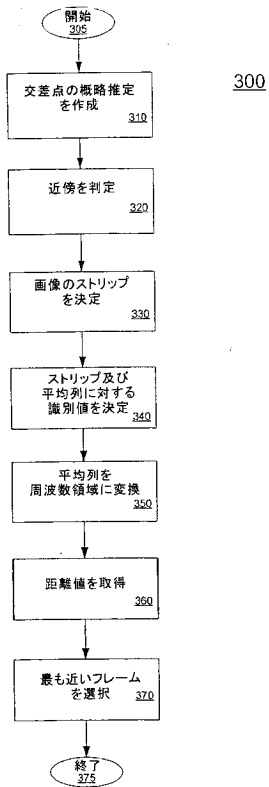
100

【 図 2 】

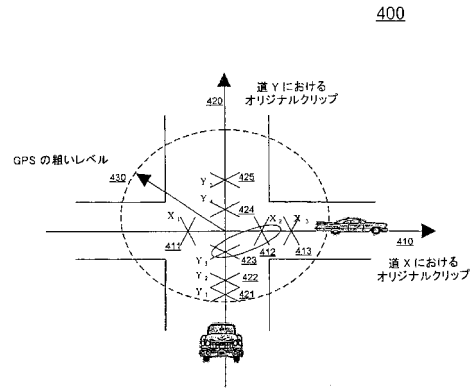


200

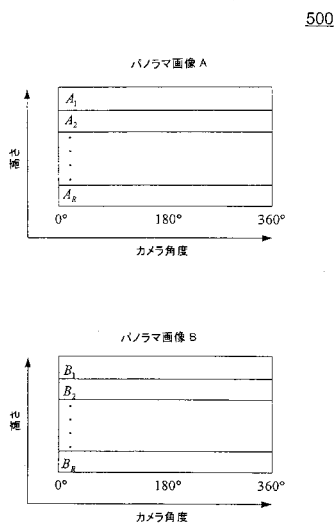
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



---

 フロントページの続き

(72)発明者 ドナルド キンバー

アメリカ合衆国 9 4 3 0 4 カリフォルニア州 パロ アルト ヒルビュー アベニュー 3 4  
0 0 ビルディング 4 エフエックス パロ アルト ラボラトリー インコーポレイテッド内

(72)発明者 シンディン スン

アメリカ合衆国 9 4 3 0 4 カリフォルニア州 パロ アルト ヒルビュー アベニュー 3 4  
0 0 ビルディング 4 エフエックス パロ アルト ラボラトリー インコーポレイテッド内

(72)発明者 ジョン アドコック

アメリカ合衆国 9 4 3 0 4 カリフォルニア州 パロ アルト ヒルビュー アベニュー 3 4  
0 0 ビルディング 4 エフエックス パロ アルト ラボラトリー インコーポレイテッド内

F ターム(参考) 5B057 AA16 CA08 CA12 CA16 CA19 CB08 CB12 CB16 CE02 CE06  
CG10 DA07 DB02 DB09 DC22 DC30 DC32 DC34 DC36 DC38  
5C023 AA11 BA01 BA11 CA03  
5L096 AA11 CA05 EA05 EA33 EA35 EA39 FA14 FA23 FA32 FA34  
FA46 FA66 FA81 HA02 HA13 JA05

(54)【発明の名称】交差する2つのパノラマビデオフレームシーケンスに表示される交差点及びこのような交差点における2つのビデオシーケンス間の向きを検出する方法、コンピュータプログラム、及び装置、並びに、合成ビデオフレームシーケンスを生成する方法