

(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2010-21843

(P2010-21843A)

(43) 公開日 平成22年1月28日(2010.1.28)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H04N 7/26	(2006.01)	H04N 7/13	Z	5B057
H04N 13/00	(2006.01)	H04N 13/00		5C059
G06T 1/00	(2006.01)	G06T 1/00	315	5C061
				5C159

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2008-181363 (P2008-181363)	(71) 出願人	000004226
(22) 出願日	平成20年7月11日 (2008.7.11)		日本電信電話株式会社
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号
		(71) 出願人	504139662
			国立大学法人名古屋大学
			愛知県名古屋市千種区不老町1番
		(74) 代理人	100087848
			弁理士 小笠原 吉義
		(74) 代理人	100095072
			弁理士 岡田 光由
		(72) 発明者	志水 信哉
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
			本電信電話株式会社内

最終頁に続く

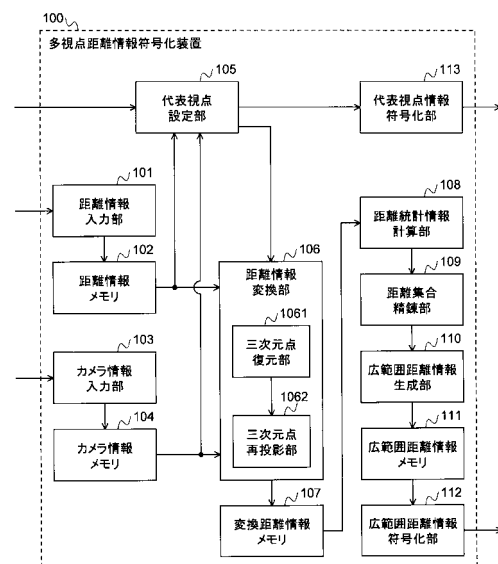
(54) 【発明の名称】 多視点距離情報符号化方法、復号方法、符号化装置、復号装置、符号化プログラム、復号プログラムおよびコンピュータ読み取り可能な記録媒体

(57) 【要約】

【課題】信頼度の低い入力距離情報を排除し、多視点距離情報をいくつかの代表視点における広範囲距離情報に統合することで、効率的な多視点距離情報符号化を実現する。

【解決手段】三次元点復元部1061は、入力された多視点距離情報を構成する各距離情報から、それに対するカメラ情報を用いて被写体上の三次元点を復元する。次に、三次元点再投影部1062は、復元された各三次元点が代表視点カメラによって撮影される投影面上の位置を同定し、その位置に対して代表視点カメラからその三次元点までの距離を割り当てる。距離統計情報計算部108と距離集合精錬部109は、再投影によって得られた距離の中で信頼度の低い距離を持つ被写体上の点を削除する。広範囲距離情報生成部110は、その結果をもとに代表視点カメラの投影面上の位置ごとに代表視点カメラに対する距離情報を生成し、広範囲距離情報符号化部112は、その距離情報を符号化する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

多視点カメラによって撮影された各画像の各画素に対して、カメラからその画素に写っている被写体までの距離を表した距離情報の集合によって表される多視点距離情報を符号化する多視点距離情報符号化方法において、

前記多視点距離情報を構成する各カメラを基準とした距離情報から、各画素に撮影された被写体上の点の三次元座標を計算する三次元座標復元ステップと、

前記三次元座標復元ステップで得られた三次元座標値を持つ被写体上の各点に対して、その点が予め定められたカメラによって撮影される際の投影面上での位置と、そのカメラから被写体上の点までの距離を計算する三次元座標再投影ステップと、

前記予め定められたカメラおよびそのカメラの投影面上の位置ごとに、前記三次元座標再投影ステップによって同じ位置が得られた 1 つまたは複数の被写体上の点に対して、前記三次元座標再投影ステップによって得られた距離の値の平均値および分散を求める距離統計情報計算ステップと、

前記予め定められたカメラおよびそのカメラの投影面上の位置ごとに、前記距離統計情報計算ステップで求められた分散の値が予め定められた値以上の場合、前記距離統計情報計算ステップで求められた平均値によって被写体上の点を 2 つの集合に分け、それぞれの集合において改めて距離の値の分散を求め、大きな分散値を持つ集合に属する被写体上の点を削除する距離集合精練ステップと、

前記予め定められたカメラの投影面上の位置ごとに、前記距離集合精練ステップによって残された被写体上の点を持つ距離の値を用いて、その位置における前記予め定められたカメラに対する距離情報を生成する広範囲距離情報生成ステップと、

前記広範囲距離情報生成ステップで生成された距離情報を符号化する広範囲距離情報符号化ステップと、

を有することを特徴とする多視点距離情報符号化方法。

【請求項 2】

多視点カメラによって撮影された各画像の各画素に対して、カメラからその画素に写っている被写体までの距離を表した距離情報の集合によって表される多視点距離情報を符号化する多視点距離情報符号化方法において、

前記多視点距離情報を構成する各カメラを基準とした距離情報から、各画素に撮影された被写体上の点の三次元座標を計算する三次元座標復元ステップと、

前記三次元座標復元ステップで得られた三次元座標値を持つ被写体上の各点に対して、その点が予め定められたカメラによって撮影される際の投影面上での位置と、そのカメラから被写体上の点までの距離を計算する三次元座標再投影ステップと、

前記予め定められたカメラおよびそのカメラの投影面上の位置ごとに、前記三次元座標再投影ステップによって同じ位置が得られた 1 つまたは複数の被写体上の点に対して、前記三次元座標再投影ステップによって得られた距離の値の集合に対して、各距離の値がその位置において発生する割合を計算し、予め定められた比率以下でしか現れない距離の値を持つ被写体上の点を削除する候補削減ステップと、

前記予め定められたカメラの投影面上の位置ごとに、前記候補削減ステップによって残された被写体上の点を持つ距離の値を用いて、その位置における前記予め定められたカメラに対する距離情報を生成する広範囲距離情報生成ステップと、

前記広範囲距離情報生成ステップで生成された距離情報を符号化する広範囲距離情報符号化ステップと、

を有することを特徴とする多視点距離情報符号化方法。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の多視点距離情報符号化方法において、

撮影を行った多視点カメラの中のいずれかのカメラと同じ位置および向きで、撮影シーンの全背景を視野角内に含む代表視点カメラを、前記予め定められたカメラとして 1 つまたは複数設定する代表視点カメラ設定ステップと、

前記代表視点カメラ設定ステップで設定された代表視点カメラの情報を符号化する代表視点カメラ情報符号化ステップと、を有し、

前記三次元座標再投影ステップでは、前記代表視点カメラ設定ステップで設定された代表視点カメラごとに、前記三次元座標復元ステップで得られた三次元座標値を持つ被写体上の各点に対して、その点が投影される位置と、そのカメラから被写体上の点までの距離を計算し、

前記広範囲距離情報生成ステップでは、前記代表視点カメラ設定ステップで設定された代表視点カメラごとに、そのカメラに対する距離情報を生成すること

を特徴とする多視点距離情報符号化方法。

【請求項 4】

多視点カメラで撮影された各画像の各画素に対して、その画像を撮影したカメラからその画素に写っている被写体までの距離を表した距離情報の集合によって表される多視点距離情報の符号化データを復号する多視点距離情報復号方法において、

符号化データから、1つまたは複数の予め定められたカメラごとに、そのカメラを基準とした広範囲距離情報を復号する広範囲距離情報復号ステップと、

前記広範囲距離情報によって表される各カメラを基準とした距離情報から、各画素に撮影された被写体上の三次元座標を計算する三次元座標復元ステップと、

復号対象の多視点距離情報を構成する距離情報が基準としている復号対象視点カメラごとに、前記三次元座標復元ステップで得られた三次元座標値を持つ被写体上の各点に対して、その点が復号対象視点カメラによって撮影される際の投影面上での位置と、その復号対象視点カメラから被写体上の点までの距離を計算する三次元座標再投影ステップと、

前記復号対象視点カメラおよびその復号対象視点カメラの投影面上の位置ごとに、前記三次元座標再投影ステップによって同じ位置が得られた1つまたは複数の被写体上の点に対して、前記三次元座標再投影ステップによって得られた距離の値の平均値および分散を求める距離統計情報計算ステップと、

前記復号対象視点カメラおよびその復号対象視点カメラの投影面上の位置ごとに、前記距離統計情報計算ステップで求められた分散の値が予め定められた値以上の場合、前記距離統計情報計算ステップで求められた平均値によって被写体上の点を2つの集合に分け、それぞれの集合において改めて距離の値の分散を求め、大きな分散値を持つ集合に属する被写体上の点を削除する距離集合精練ステップと、

前記復号対象視点カメラの投影面上の位置ごとに、前記距離集合精練ステップによって残された被写体上の点を持つ距離の値を用いて、その位置におけるその復号対象視点カメラを基準とした距離情報を生成する多視点距離情報復元ステップと、

を有することを特徴とする多視点距離情報復号方法。

【請求項 5】

多視点カメラで撮影された各画像の各画素に対して、その画像を撮影したカメラからその画素に写っている被写体までの距離を表した距離情報の集合によって表される多視点距離情報の符号化データを復号する多視点距離情報復号方法において、

符号化データから、1つまたは複数の予め定められたカメラごとに、そのカメラを基準とした広範囲距離情報を復号する広範囲距離情報復号ステップと、

前記広範囲距離情報によって表される各カメラを基準とした距離情報から、各画素に撮影された被写体上の三次元座標を計算する三次元座標復元ステップと、

復号対象の多視点距離情報を構成する距離情報が基準としている復号対象視点カメラごとに、前記三次元座標復元ステップで得られた三次元座標値を持つ被写体上の各点に対して、その点が復号対象視点カメラによって撮影される際の投影面上での位置と、その復号対象視点カメラから被写体上の点までの距離を計算する三次元座標再投影ステップと、

前記復号対象視点カメラおよびその復号対象視点カメラの投影面上の位置ごとに、前記三次元座標再投影ステップによって同じ位置が得られた1つまたは複数の被写体上の点に対して、前記三次元座標再投影ステップによって得られた距離の値の集合に対して、各距離の値がその位置において発生する割合を計算し、予め定められた比率以下でしか現れな

10

20

30

40

50

い距離の値を持つ被写体上の点を削除する候補削減ステップと、

前記復号対象視点カメラの投影面上の位置ごとに、前記候補削減ステップによって残された被写体上の点を持つ距離の値を用いて、その位置におけるその復号対象視点カメラを基準とした距離情報を生成する多視点距離情報復元ステップと、

を有することを特徴とする多視点距離情報復号方法。

【請求項 6】

請求項 4 または請求項 5 に記載の多視点距離情報復号方法において、

符号化データから、符号化データに含まれる広範囲距離情報が基準とする 1 つまたは複数の代表視点カメラの情報を復号する代表視点カメラ情報復号ステップを有し、

前記広範囲距離情報復号ステップでは、前記代表視点カメラを基準とした広範囲距離情報を復号すること

を特徴とする多視点距離情報復号方法。

【請求項 7】

多視点カメラによって撮影された各画像の各画素に対して、カメラからその画素に写っている被写体までの距離を表した距離情報の集合によって表される多視点距離情報を符号化する多視点距離情報符号化装置において、

前記多視点距離情報を構成する各カメラを基準とした距離情報から、各画素に撮影された被写体上の点の三次元座標を計算する三次元座標復元手段と、

前記三次元座標復元手段で得られた三次元座標値を持つ被写体上の各点に対して、その点が予め定められたカメラによって撮影される際の投影面上での位置と、そのカメラから被写体上の点までの距離を計算する三次元座標再投影手段と、

前記予め定められたカメラおよびそのカメラの投影面上の位置ごとに、前記三次元座標再投影手段によって同じ位置が得られた 1 つまたは複数の被写体上の点に対して、前記三次元座標再投影手段によって得られた距離の値の平均値および分散を求める距離統計情報計算手段と、

前記予め定められたカメラおよびそのカメラの投影面上の位置ごとに、前記距離統計情報計算手段で求められた分散の値が予め定められた値以上の場合、前記距離統計情報計算手段で求められた平均値によって被写体上の点を 2 つの集合に分け、それぞれの集合において改めて距離の値の分散を求め、大きな分散値を持つ集合に属する被写体上の点を削除する距離集合精練手段と、

前記予め定められたカメラの投影面上の位置ごとに、前記距離集合精練手段によって残された被写体上の点を持つ距離の値を用いて、その位置における前記予め定められたカメラに対する距離情報を生成する広範囲距離情報生成手段と、

前記広範囲距離情報生成手段で生成された距離情報を符号化する広範囲距離情報符号化手段と、

を備えることを特徴とする多視点距離情報符号化装置。

【請求項 8】

多視点カメラによって撮影された各画像の各画素に対して、カメラからその画素に写っている被写体までの距離を表した距離情報の集合によって表される多視点距離情報を符号化する多視点距離情報符号化装置において、

前記多視点距離情報を構成する各カメラを基準とした距離情報から、各画素に撮影された被写体上の点の三次元座標を計算する三次元座標復元手段と、

前記三次元座標復元手段で得られた三次元座標値を持つ被写体上の各点に対して、その点が予め定められたカメラによって撮影される際の投影面上での位置と、そのカメラから被写体上の点までの距離を計算する三次元座標再投影手段と、

前記予め定められたカメラおよびそのカメラの投影面上の位置ごとに、前記三次元座標再投影手段によって同じ位置が得られた 1 つまたは複数の被写体上の点に対して、前記三次元座標再投影手段によって得られた距離の値の集合に対して、各距離の値がその位置において発生する割合を計算し、予め定められた比率以下でしか現れない距離の値を持つ被写体上の点を削除する候補削減手段と、

前記予め定められたカメラの投影面上の位置ごとに、前記候補削減手段によって残された被写体上の点を持つ距離の値を用いて、その位置における前記予め定められたカメラに対する距離情報を生成する広範囲距離情報生成手段と、

前記広範囲距離情報生成手段で生成された距離情報を符号化する広範囲距離情報符号化手段と、

を備えることを特徴とする多視点距離情報符号化装置。

【請求項 9】

多視点カメラで撮影された各画像の各画素に対して、その画像を撮影したカメラからその画素に写っている被写体までの距離を表した距離情報の集合によって表される多視点距離情報の符号化データを復号する多視点距離情報復号装置において、

符号化データから、1つまたは複数の予め定められたカメラごとに、そのカメラを基準とした広範囲距離情報を復号する広範囲距離情報復号手段と、

前記広範囲距離情報によって表される各カメラを基準とした距離情報から、各画素に撮影された被写体上の三次元座標を計算する三次元座標復元手段と、

復号対象の多視点距離情報を構成する距離情報が基準としている復号対象視点カメラごとに、前記三次元座標復元手段で得られた三次元座標値を持つ被写体上の各点に対して、その点が復号対象視点カメラによって撮影される際の投影面上での位置と、その復号対象視点カメラから被写体上の点までの距離を計算する三次元座標再投影手段と、

前記復号対象視点カメラおよびその復号対象視点カメラの投影面上の位置ごとに、前記三次元座標再投影手段によって同じ位置が得られた1つまたは複数の被写体上の点に対して、前記三次元座標再投影手段によって得られた距離の値の平均値および分散を求める距離統計情報計算手段と、

前記復号対象視点カメラおよびその復号対象視点カメラの投影面上の位置ごとに、前記距離統計情報計算手段で求められた分散の値が予め定められた値以上の場合、前記距離統計情報計算手段で求められた平均値によって被写体上の点を2つの集合に分け、それぞれの集合において改めて距離の値の分散を求め、大きな分散値を持つ集合に属する被写体上の点を削除する距離集合精練手段と、

前記復号対象視点カメラの投影面上の位置ごとに、前記距離集合精練手段によって残された被写体上の点を持つ距離の値を用いて、その位置におけるその復号対象視点カメラを基準とした距離情報を生成する多視点距離情報復元手段と、

を備えることを特徴とする多視点距離情報復号装置。

【請求項 10】

多視点カメラで撮影された各画像の各画素に対して、その画像を撮影したカメラからその画素に写っている被写体までの距離を表した距離情報の集合によって表される多視点距離情報の符号化データを復号する多視点距離情報復号装置において、

符号化データから、1つまたは複数の予め定められたカメラごとに、そのカメラを基準とした広範囲距離情報を復号する広範囲距離情報復号手段と、

前記広範囲距離情報によって表される各カメラを基準とした距離情報から、各画素に撮影された被写体上の三次元座標を計算する三次元座標復元手段と、

復号対象の多視点距離情報を構成する距離情報が基準としている復号対象視点カメラごとに、前記三次元座標復元手段で得られた三次元座標値を持つ被写体上の各点に対して、その点が復号対象視点カメラによって撮影される際の投影面上での位置と、その復号対象視点カメラから被写体上の点までの距離を計算する三次元座標再投影手段と、

前記復号対象視点カメラおよびその復号対象視点カメラの投影面上の位置ごとに、前記三次元座標再投影手段によって同じ位置が得られた1つまたは複数の被写体上の点に対して、前記三次元座標再投影手段によって得られた距離の値の集合に対して、各距離の値がその位置において発生する割合を計算し、予め定められた比率以下でしか現れない距離の値を持つ被写体上の点を削除する候補削減手段と、

前記復号対象視点カメラの投影面上の位置ごとに、前記候補削減手段によって残された被写体上の点を持つ距離の値を用いて、その位置におけるその復号対象視点カメラを基準

10

20

30

40

50

とした距離情報を生成する多視点距離情報復元手段と、
を備えることを特徴とする多視点距離情報復号装置。

【請求項 1 1】

請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載の多視点距離情報符号化方法をコンピュータに実行させるための多視点距離情報符号化プログラム。

【請求項 1 2】

請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載の多視点距離情報符号化方法をコンピュータに実行させるための多視点距離情報符号化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 1 3】

請求項 4 から請求項 6 までのいずれか 1 項に記載の多視点距離情報復号方法をコンピュータに実行させるための多視点距離情報復号プログラム。

【請求項 1 4】

請求項 4 から請求項 6 までのいずれか 1 項に記載の多視点距離情報復号方法をコンピュータに実行させるための多視点距離情報復号プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、多視点距離情報の符号化および復号技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

多視点画像とは、複数のカメラで同じ被写体と背景を撮影した複数の画像のことであり、多視点動画像（多視点映像）とは、その動画像のことである。また、ここで言う距離情報とは、ある画像に対して与えられる領域ごとのカメラから被写体までの距離を表す情報である。多視点距離情報とは、多視点画像に対する距離情報であり、通常の距離情報複数個からなる集合となる。カメラから被写体までの距離はシーンの奥行きということもできるため、距離情報は奥行き情報と呼ばれることもある。

【0003】

一般に、このような距離情報は、カメラで撮影された結果の 2 次元平面に対して与えられるため、その距離を画像の画素値にマッピングすることで距離画像として表される。2 次元平面のある点に対する情報としては、1 つの距離という情報のみになるためグレースケール画像として表現することが可能である。なお、距離画像は奥行き画像やデプスマップ (Depth Map) と呼ばれることもある。

【0004】

距離情報の利用用途の 1 つとして立体画像がある。一般的な立体画像の表現は、観測者の右目用の画像と左目用の画像からなるステレオ画像であるが、あるカメラにおける画像とその距離情報とを用いて立体画像を表現することができる（詳しい技術は非特許文献 1 を参照）。

【0005】

このような 1 視点における映像と距離情報とを用いて表現された立体映像を符号化する方法には、MPEG-C Part. 3 (ISO/IEC 23002-3) を使用することが可能である（詳しい内容は非特許文献 2 を参照）。

【0006】

多視点距離情報は、単視点の距離情報を用いて表現可能な立体映像よりも、大きな視差を持った立体映像を表現するのに利用される（詳細は非特許文献 3 を参照）。

【0007】

また、このような立体映像を表現する用途以外に、多視点距離情報は、鑑賞者が撮影カメラの配置を気にせずに自由に視点を移動できる自由視点映像を生成するデータの 1 つとしても使用される。このような撮影カメラとは別のカメラからシーンを見ているとしたと

10

20

30

40

50

きの合成画像を任意視点画像と呼ぶことがあり，Image-based Rendering の分野で盛んにその生成法が検討されている。多視点映像と多視点距離情報とから任意視点映像を生成する代表的な手法としては，非特許文献 4 に記載の手法がある。

【0008】

前述の通り，距離情報はグレースケール動画像とみなすことができ，被写体は実空間上で連続的に存在し，瞬間的に移動することができないため，画像信号と同様に空間的相関および時間的相関を持つといえる。したがって，通常の映像信号を符号化するために用いられる画像符号化方式や動画像符号化方式によって，距離情報は空間的冗長性や時間的冗長性を取り除きながら効率的に符号化される。実際に M P E G - C P a r t . 3 では，既存の動画像符号化方式を用いて符号化を行っている。

10

【0009】

ここで，従来の一般的な映像信号の符号化方式について説明する。一般に被写体の実空間上で空間的および時間的連続性を持つことから，その見え方は空間的および時間的に高い相関をもつ。映像信号の符号化では，そのような相関性を利用して高い符号化効率を達成している。

【0010】

具体的には，符号化対象ブロックの映像信号を既に符号化済みの映像信号から予測して，その予測残差のみを符号化することで，符号化される必要のある情報を減らし，高い符号化効率を達成する。代表的な映像信号の予想の手法としては，単視点映像では，隣接するブロックから空間的に予測信号を生成する画面内予測や，近接時刻に撮影された符号化済みフレームから被写体の動きを推定して時間的に予測信号を生成する動き補償予測があり，多視点映像では，これらの他に別のカメラで撮影された符号化済みフレームから被写体の視差を推定してカメラ間で予測信号を生成する視差補償予測がある。各手法の詳細は非特許文献 5，非特許文献 6 などに記載されている。

20

【0011】

また，多視点距離情報を符号化するにあたって，多視点距離情報を三次元モデルに変換して符号化することもできる。多視点距離情報から三次元モデルを構築する手法としては，非特許文献 7 に記載された技術がある。

【0012】

図 1 2 に，多視点距離情報から三次元モデルを生成して，三次元モデルを符号化する従来手法のフローチャートを示す。

30

【0013】

入力された多視点距離情報を構成する入力視点カメラを表すインデックスを $view$ とし，多視点距離情報を構成する視点数を $numViews$ とする。まず，入力視点カメラごとの距離情報 D_{view} を入力する [X 1]。次に， $view$ を 0 に初期化した後 [X 2]， $view$ に 1 を加算しながら [X 4]， $view$ が $numViews$ になるまで [X 5]，距離情報 D_{view} から被写体の三次元点を復元する [X 3]。すべての入力視点カメラ $view$ の距離情報から復元した被写体の三次元点から三次元モデルを計算し [X 6]，その三次元モデルを符号化する [X 7]。

【0014】

このようにして生成された三次元モデルの符号化データを復号すれば，デコーダ側で任意の視点からの距離情報を求めることができる。

40

【0015】

また，非特許文献 8 には，距離情報を補助情報として用いながら，全体的に効率的な多視点映像符号化を実現するための符号化手法が記載されている。

【非特許文献 1】C. Fehn , P. Kauff , M. Op de Beeck , F. Emst , W. IJsselsteijn , M. Pollefeys , L. Van Gool , E. Ofek and I. Sexton , “ An Evolutionary and Optimised Approach on 3D-TV ” , Proceedings of International Broadcast Conference , pp .357-365 , Amsterdam , The Netherlands , September 2002.

【非特許文献 2】W.H.A. Bruls , C. Varekamp , R. Klein Gunnewiek , B. Barenbrug and

50

A. Bourge , “ Enabling Introduction of Stereoscopic(3D) Video: Formats and Compression Standards ” , Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing , pp.1-89-1-92 , San Antonio , USA , September 2007.

【非特許文献 3】A. Smolic , K. Mueller , P. Merkle , N. Atzpadin , C. Fehn , M. Mueller , O. Schreer , R. Tanger , P. Kauff and T. Wiegand , “ Multi-view video plus depth(MVD) format for advanced 3D video systems ” , Joint Video Team of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6 , Doc. JVT-W100 , San Jose , USA , April 2007 .

【非特許文献 4】C. L. Zitnick , S. B. Kang , M. Uyttendaele , S. A. J. Winder and R. Szeliski , “ High-quality Video View Interpolation Using a Layered Representation ” , ACM Transactions on Graphics , vol.23 , no.3 , pp.600-608 , August 2004. 10

【非特許文献 5】"Editor's Proposed Draft Text Modifications for Joint Video Specification (ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10 AVC), Draft 7" , Document JVT-E02 2d7 , September 2002 .

【非特許文献 6】H. Kimata and M. Kitahara , “ Preliminary results on multiple view video coding(3DAV) ” , document M10976 MPEG Redmond Meeting , July , 2004.

【非特許文献 7】M. I. Fanany , and I. Kumazawa , “ A neural network for recovering 3D shape from erroneous and few depth maps of shaded images ” , Pattern Recognition Lett. , vol.25 , no.4 , pp.377-389 , Mar. 2004.

【非特許文献 8】Shinya Shimizu , Masaki Kitahara , Hideaki Kimata , Kazuto Kamikura and Yoshiyuki Yashima . “ View Scalable Multiview Video Coding using 3-D Warping with Depth Map ” , IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology , Vol.17 , No.11 , pp.1485-1495 , 2007. 20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

被写体は実空間上で連続であるため高い空間相関をもち、瞬間的に移動することが不可能であるため高い時間相関を持つ。したがって、空間相関と時間相関とを利用する既存の映像符号化方式を用いることで、グレースケール画像として表した距離情報を効率的に符号化することが可能である。 30

【0017】

また、カメラ間相関を利用する既存の多視点映像符号化方式を用いることで、グレースケール画像群として表した多視点距離情報を効率的に符号化することが可能である。

【0018】

しかしながら、カメラによって被写体の絶対位置は変化しないため、各カメラの距離情報を符号化する既存の手法を用いた場合、精度良く予測が行えたとしても、本質的には同じ意味を表す情報を重複して符号化していることになるため、効率的な多視点距離情報の符号化を実現することができない。

【0019】

与えられた多視点距離情報から撮影した被写体の三次元モデルを構築して、その三次元モデルを符号化することで、同じ被写体上の点の位置を示す情報を複数回符号化するのを回避することが可能である。多視点距離情報から三次元モデルを構築する手法としては、非特許文献 7 に記載されている方法がある。この方法を用いれば、本質的に同じ意味を持つ情報を重複して符号化しなくてもよい。しかしながら、この方法では、各視点で独立していた多視点距離情報を、1箇所にまとめて独立性を排除して処理を行う。そして、1つの高品質な三次元モデルを構築するためには、グローバルな最適化問題を繰り返し演算などによって解く必要がある。このため、非常に多くの並列化できない演算が必要となってしまうという問題がある。 40

【0020】

さらに、三次元モデルを用いることで同じ情報が重複することはなくなるが、一般的な 50

三次元モデル表現である三次元メッシュモデルでは、静的シーンであってもメッシュの各頂点の三次元座標とそれら頂点の連結情報を符号化しなければならないため、効率的に符号化することができない。動的シーンでは、さらにフレームごとに変化するメッシュ情報である動的三次元メッシュモデルを符号化する必要が生じ、グレースケール映像で表される動的距離情報よりも効率的な符号化が困難である。

【0021】

また、距離の計測において、特殊な距離計測装置ではなく画像から対応点マッチングを用いて距離情報を計測するステレオ法を用いる場合、正確なカメラから被写体までの距離を求めることは困難であり、計測結果には多くの誤った距離情報が含まれる。そのため、前述のような入力された多視点距離情報から1つのモデルなどを生成する場合には、どの距離情報がノイズを含んでいるものかを判別しながら処理をする必要がある。そのような処理は非常に困難であり、多くの演算を必要とする。

10

【0022】

本発明は以上のような事情に鑑みてなされたものであって、画像信号からステレオ法などを用いて生成された多視点距離情報を符号化するにあたって、信頼度の低い入力距離情報を判定しながら多視点距離情報をいくつかの代表視点における広範囲距離情報に統合することで、効率的な多視点距離情報符号化を並列演算可能な手法で実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0023】

20

前述の課題を解決するために、本発明では多視点距離情報を符号化するに当たり、1つまたは複数の代表視点カメラを定め、符号化対象の多視点距離情報から代表視点カメラに対する広範囲距離情報を生成し、その代表視点カメラごとに得られる広範囲距離情報を符号化することで、効率的な多視点距離情報符号化を実現する。

【0024】

多視点距離情報から広範囲距離情報を生成する処理は、次の3段階の処理によって構成される。

(1) まず、入力された多視点距離情報を構成する各距離情報から、それに対するカメラ情報を用いて被写体上の三次元点を復元する。

(2) 次に、復元された各三次元点が代表視点カメラによって撮影される投影面上の位置を同定し、その位置に対して代表視点カメラからその三次元点までの距離を割り当てる。

30

(3) 次に、代表視点カメラの投影面上の位置ごとに複数得られた距離から信頼度の低い距離を持つ被写体上の点を除外し、多視点距離情報を代表視点カメラを基準とする距離情報に統合した広範囲距離情報を求める。

【0025】

つまり、広範囲距離情報の生成処理は入力視点カメラによってサンプリングされた点を逆投影して求める処理と、求められた点を代表視点カメラに対して再投影する処理とを用いて構成される。これらの処理は物理現象を利用しているため、カメラによる射影変換を十分にモデル化することが可能であれば、非常に高い精度で代表視点カメラに対する広範囲距離情報を構築することができる。

40

【0026】

このような処理により多視点距離情報を広範囲距離情報へと変換することによって、入力視点カメラごとに与えられた同じ被写体に対する距離情報が、代表視点カメラにおいては1つの距離情報となるため、本発明によって同じ被写体に対する距離情報は設定した代表視点カメラの個数だけ符号化すればよくなる。つまり、多視点距離情報を構成する入力視点カメラの個数と同じ回数も三次元位置を表す距離情報を符号化するのを避けることができるため、効率的な符号化が可能となる。

【0027】

さらに、多視点距離情報のまま符号化する場合には、撮影空間が複数に分割されるため、その分割された空間をまたぐような相関を利用して符号化することができない。一方、

50

広範囲距離情報に変換して符号化する場合，三次元モデルのように効率的な符号化が困難な表現ではないだけでなく，被写体位置の空間相関や時間相関をシーン全体で利用できるようになるため，その点に関しても本発明によって効率的な符号化の実現が可能になるといえる。

【 0 0 2 8 】

なお，たとえ広範囲距離情報を生成する場合であっても，常に1つの代表視点カメラしか用いない場合には，オクルージョンが発生する部分の距離情報を表現することができない。しかしながら，本発明において，複数の代表視点カメラを設定した場合には，オクルージョンが発生する部分の距離情報を表現することができる。

【 0 0 2 9 】

多視点距離情報には同じ被写体上の点に対する距離が複数含まれているため，広範囲距離情報を生成する過程で，復元した三次元点を代表視点カメラへ再投影すると，同じ位置に対して複数の三次元点が投影される。このとき，各三次元点は必ずしも同じ距離を与えるとは限らない。この距離の揺らぎはサンプリング間隔の違いによる影響，投影処理の精度，ノイズの影響によるものであるため，カメラ投影面上の注目位置を含む予め定められた領域に対して与えられた距離のうち，最も多く現れている距離や中央値，平均値を選択することで，多視点距離情報の測定ノイズを低減し，高品質な広範囲距離情報の生成が可能となる。

【 0 0 3 0 】

また，あるカメラに対して手前に存在する被写体が存在する場合，その被写体よりも遠くに存在する被写体を同じカメラから観測することができない。そのため，カメラ投影面上の注目位置を含む予め定められた領域に対して与えられた距離のうち，最も基準としているカメラに近いことを示す距離を選択することで，物理現象に合致した広範囲距離情報を生成することが可能となる。なお，常に最も近いことを示す距離を選ぶのではなく，明らかに遠方に存在する距離のみを取り除いて平均値などを取ることで，よりノイズにロバストに高品質な広範囲距離情報を生成することも可能となる。

【 0 0 3 1 】

高品質な広範囲距離情報を生成することは，本質的には無駄な情報である測定誤差に対して符号を浪費することがなくなるため，これらの処理によってさらに効率的な多視点距離情報の符号化が実現できるといえる。

【 0 0 3 2 】

復号装置では，以上のようにして生成され符号化された広範囲距離情報を復号し，その広範囲距離情報によって表される各代表視点カメラを基準とした距離情報から，各画素に撮影された被写体上の三次元点を復元し，復号対象の多視点距離情報を構成する距離情報が基準としている復号対象視点カメラごとに，被写体上の各三次元点に対して，その点が復号対象視点カメラによって撮影される際の投影面上での位置と，その復号対象視点カメラから被写体上の点までの距離とを計算することにより，復号対象視点カメラを基準とした距離情報を生成することができる。ここで，復号対象視点カメラを基準とした距離情報とは，目的とする視点位置におけるカメラで撮影された画像の各画素に対して，その画像を撮影したカメラからその画素に写っている被写体までの距離を表す情報である。

【 0 0 3 3 】

本発明における広範囲距離情報の生成処理は，前述の通り，距離情報を用いた逆投影処理，復元された三次元点の再投影処理，複数の候補から1つの値を決定する処理で構成される。逆投影処理および再投影処理は射影変換を用いた処理であり，各カメラで独立した処理であるため，高速な並列演算によって処理することが可能である。また，最後の複数の候補から1つの値を決定する処理は，入力された多視点距離情報に含まれるノイズ成分を除去するために行われる処理であるため，フィルタ演算などの軽量の処理によって構成することができる。

【 0 0 3 4 】

復号時においても，各代表視点カメラに対する処理，または復号対象視点カメラに対す

10

20

30

40

50

る処理を並列に実行することができ、高速演算が可能である。

【0035】

以上のように、本発明では、同じ意味を持つ距離情報を多数重複して符号化しないために、入力された多視点距離情報を小数の代表視点カメラに対する広範囲距離情報へと変換して符号化を行う。この広範囲距離情報は多視点距離情報を視点ごとに独立させたまま処理できるため、符号量削減と並列演算処理とを両立することが可能となる。

【0036】

ステレオ法などを用いて画像信号から距離情報を生成する場合、あるカメラでは撮影されるが、別のカメラでは撮影されないことのある領域を含んだ部分において、正確な距離情報が生成できない。これは画像信号から距離情報を生成する処理では、対応点マッチングを行うことで画像間の対応点を見つけ、三角測量を行うことで距離情報を復元するためである。

【0037】

そのようなステレオ法などで生成された多視点距離情報から復元した被写体の三次元点を代表視点カメラに投影した場合、正しい距離情報が得られていた被写体においては投影面上のほぼ同じ領域に投影された三次元点の持つ距離情報がほぼ一定の値を持つのに対して、ノイズを含んだ距離情報が得られていた被写体においては前景部分に存在する被写体の距離情報と背景部分に存在する被写体の距離情報が混在することになる。つまり、投影面上の同じ領域に対して投影される三次元点のもつ距離情報の分散が、ノイズの少ない領域では非常に小さくなり、ノイズを含む領域では非常に大きくなる。

【0038】

そこで、本発明では、投影面の領域ごとに投影される三次元点のもつ距離の値の分散を求め、分散が大きな領域では平均値を境にして平均値集合を2つに分け、より信頼度の高い三次元点集合のみを対象として広範囲距離情報を生成することで、高品質な広範囲距離情報の生成を可能にする。

【0039】

なお、分散を計算する以外の方法としては、投影面上の同じ領域に対して投影される三次元点の持つ距離に対して発生確率を計算し、発生確率の低い距離を持つ三次元点を除外することで、高品質な広範囲距離情報の生成が可能である。

【0040】

ある代表視点における広範囲距離情報を符号化する際には、既に符号化済みの別の代表視点における広範囲距離情報から、符号化対象の代表視点の広範囲距離情報を予測し、その差分のみを符号化することで、さらに効率的な符号化を実現することが可能である。

【0041】

これは異なる視点であっても、オクルージョンが発生している領域以外においては同じ距離情報を持つため、予測した差分には符号化や測定ノイズに起因する値という小さな値のみが残されることになり、相対的に符号化すべき信号が小さくなることから、効率的な符号化が実現できるといえる。

【発明の効果】

【0042】

本発明によれば、ステレオ法などによって求められた誤った距離情報を多く含む多視点距離情報を符号化する場合に、視点数が非常に多い場合においても、符号化対象の多視点距離情報から撮影シーンを包含する視野角の広い広範囲距離情報を生成することで、同じ意味を持つ距離情報が多数重複して符号化するのを回避した効率的な多視点距離情報符号化を並列演算可能な手法で実現することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0043】

以下、本発明を実施の形態に従って詳細に説明する。なお、以下の説明では、あるカメラに対する距離情報はグレースケール画像として表されるものとする。

【0044】

〔多視点距離情報符号化装置〕

まず、本発明の実施の形態に係る多視点距離情報符号化装置について説明する。図 1 に、多視点距離情報符号化装置の構成例を示す。

【0045】

図 1 に示すように、多視点距離情報符号化装置 100 は、符号化対象となる多視点距離情報を入力する距離情報入力部 101 と、入力された多視点距離情報を格納する距離情報メモリ 102 と、符号化対象の多視点距離情報が対象としているカメラ群のカメラパラメータ等を入力するカメラ情報入力部 103 と、入力された多視点カメラ情報を格納するカメラ情報メモリ 104 と、広範囲距離情報が基準とするカメラを決定する代表視点設定部 105 と、入力された各カメラに対する距離情報を代表視点に対する距離情報へと変換する距離情報変換部 106 と、変換された距離情報群を蓄積する変換距離情報メモリ 107 と、変換距離情報の中の特定の距離の値の平均値および分散を算出する距離統計情報計算部 108 と、求められた距離の値の平均値と分散値から信頼度の低い被写体上の点を削除する距離集合精錬部 109 と、代表視点における広範囲距離情報を生成する広範囲距離情報生成部 110 と、生成された広範囲距離情報群を蓄積する広範囲距離情報メモリ 111 と、広範囲距離情報を予測符号化する広範囲距離情報符号化部 112 と、代表視点群のカメラ情報を符号化する代表視点情報符号化部 113 とを備える。

10

【0046】

距離情報変換部 106 は、距離情報メモリ 102 に格納された各カメラを基準とした距離情報から、各画素に撮影された被写体上の点の三次元座標を計算する三次元点復元部 1061 と、三次元点復元部 1061 で得られた三次元座標値を持つ被写体上の各点に対して、その点が代表視点カメラによって撮影される際の投影面上での位置と、そのカメラから被写体上の点までの距離を計算する三次元点再投影部 1062 とを備える。

20

【0047】

三次元点再投影部 1062 が算出した距離をもとに、広範囲距離情報生成部 110 により代表視点における広範囲距離情報を生成するにあたって、距離統計情報計算部 108 は、代表視点カメラおよびそのカメラの投影面上の位置ごとに、三次元点再投影部 1062 によって同じ位置が得られた 1 つまたは複数の被写体上の点に対して、三次元点再投影部 1062 によって得られた距離の値の平均値および分散を求める。

【0048】

距離集合精錬部 109 は、代表視点カメラおよびそのカメラの投影面上の位置ごとに、距離統計情報計算部 108 で求められた分散の値が予め定められた値以上の場合、距離統計情報計算部 108 で求められた平均値によって被写体上の点を 2 つの集合に分け、それぞれの集合において改めて距離の値の分散を求め、大きな分散値を持つ集合に属する被写体上の点を削除する。残った点を持つ距離を用いて広範囲距離情報が生成される。

30

【0049】

図 2 に、このようにして構成される多視点距離情報符号化装置 100 の実行する処理フローを示す。この処理フローに従って、図 1 に示す多視点距離情報符号化装置 100 が実行する処理について詳細に説明する。

【0050】

まず、距離情報入力部 101 より、符号化対象となる多視点距離情報が入力され、距離情報メモリ 102 に格納される [A1]。以下では符号化対象となる多視点距離情報の各視点の距離情報を、インデックス $view$ を用いて D_{view} と表す。なお、各距離情報に記号 [] で挟まれた位置を特定可能な情報（座標値もしくは座標値に対応付け可能なインデックス）を付加することで、その視点において特定の画素によってサンプリングされた距離情報を示すものとする。

40

【0051】

次に、多視点距離情報が基準としている各カメラのカメラパラメータ等の情報がカメラ情報入力部 103 より入力され、カメラ情報メモリ 104 に格納される [A2]。以下では、 D_{view} が基準としているカメラの内部パラメータ行列を A_{view} 、回転行列を R_{view} 、

50

並進ベクトルを t_{view} で表す。カメラパラメータの表現法には様々なものがあるため、以下で用いる数式は、カメラパラメータの定義に従って変更する必要がある。

【 0 0 5 2 】

なお、本実施例では、画像座標 m と世界座標 M の対応関係が、次の式で得られるカメラパラメータ表現を用いているものとする。

【 0 0 5 3 】

【 数 1 】

$$\tilde{M} = RA^{-1}\tilde{m} + t$$

【 0 0 5 4 】

A , R , t は、それぞれカメラの内部パラメータ行列、回転行列、並進ベクトルを表し、チルダ記号は任意スカラー倍を許した斉次座標を表す。 A と R は 3×3 の行列であり、 t は三次元ベクトルである。

【 0 0 5 5 】

本実施例では、各時刻・各カメラの距離情報は、グレースケール画像として与えられるものとする。そのグレースケール画像の解像度やカメラから被写体までの距離を画素値に対応付けの際に必要な情報も、処理 A 2 で入力されるカメラ情報に含まれるものとする。例えば、対応付けを行う方法によって必要な情報が変化するが、ルックアップテーブル (Look up table) や、最小値 $MinD_{view}$ ・最大値 $MaxD_{view}$ ・ステップ数 $StepD_{view}$ などが距離と画素値の対応付けに必要な情報となる。後者の場合、距離 d を量子化するための計算式 $S_{view}(d)$ は、距離の値そのものを一様量子化する場合には (式 1) で表すことができ、距離の逆数を一様量子化する場合には (式 2) で表すことができる。

【 0 0 5 6 】

【 数 2 】

$$S_{view}(d) = \frac{(d - MinD_{view}) \cdot StepD_{view}}{MaxD_{view} - MinD_{view}} \quad (式1)$$

$$S_{view}(d) = \frac{MaxD_{view} \cdot (d - MinD_{view}) \cdot StepD_{view}}{(MaxD_{view} - MinD_{view}) \cdot d} \quad (式2)$$

【 0 0 5 7 】

符号化対象の多視点距離情報に関する入力が終了した後、代表視点設定部 1 0 5 において、広範囲距離情報を生成する基準となる代表視点カメラの集合 REP を決定し [A 3]、そのカメラ情報を代表視点情報符号化部 1 1 3 で符号化する [A 4]。代表視点カメラとして、予め定められたカメラ群を用いても構わないし、外部から与えても構わないし、入力された多視点距離情報やカメラ情報を用いて適切なカメラ群を決定しても構わない。ただし、多視点距離情報によって表されるシーンのほぼ全てを REP に対する広範囲距離情報がカバーできる必要がある。

【 0 0 5 8 】

例えば、撮影シーンが平面やほぼ無限遠に存在する風景を撮影したものであるならば、 REP は多視点距離情報の基準となっている多視点カメラのうち任意の 1 つのカメラ位置で、その視野角をシーン全体をカバーするように拡大したものとなる。また、何らかの単純な物体がある場合には、入力多視点カメラが 1 次元配列の場合には、基本的に入力多視点カメラのうち両端に存在するカメラと同じ位置で、その視野角が広いものとすることができる。入力情報に応じて自動的に REP を選択する手法の一例は後で詳しく述べる。

【 0 0 5 9 】

なお、シーンに応じて最小の要素数となる REP を選択したほうが符号化効率は高まるが、入力多視点カメラの個数から数を十分に減らすことが可能であれば、符号化対象とな

10

20

30

40

50

る信号の量を減らすことができるため、最小でなくても効率的な多視点距離情報の符号化を実現することが可能である。例えば、両端のみだけでなく、さらに中心のカメラ位置も代表視点カメラに含めても十分効率的な符号化を実現可能である。

【0060】

本実施例では、入力された多視点距離情報に対して毎回代表視点カメラ群を決定することになっているが、時間的に連続したシーンに対する複数の多視点距離情報を符号化する場合には、前回決定された代表視点カメラ群を繰り返し用いることで、代表視点カメラ群の決定処理および代表視点カメラ情報の符号化処理を省略することが可能である。

【0061】

代表視点カメラが決定したならば、入力された多視点距離情報から各代表視点カメラにおける広範囲距離情報を生成し符号化する[A5 - A14]。つまり、REPに含まれる代表視点カメラを識別するインデックスをrepとし、REPの要素数をnumRepsとすると、repを0に初期化した後[A5]、repに1を加算しながら[A13]、repがnumRepsになるまで[A14]、以下の処理[A6 - A12]を繰り返す。

10

【0062】

代表視点カメラごとに行われる処理では、まず、広範囲距離情報の生成が行われ[A6 - A11]、その後、生成された広範囲距離情報の符号化が行われる[A12]。

【0063】

広範囲距離情報の生成処理は、入力視点カメラごとに与えられた距離情報から被写体の三次元点を復元し、その三次元点を代表視点カメラに対して再投影することで、代表視点カメラに対する変換距離情報を生成するステップ[A6 - A10]と、得られた複数の変換距離情報を用いて1つの距離情報を生成するステップ[A11]とからなる。

20

【0064】

入力視点カメラごとに代表視点カメラに対する変換距離情報を生成する処理は、入力された多視点距離情報を構成する入力視点カメラを表すインデックスをview、入力された多視点距離情報を構成する視点数をnumViewsとすると、viewを0に初期化した後[A6]、viewに1を加算しながら[A9]、viewがnumViewsになるまで[A10]、距離情報変換部106内の三次元点復元部1061でviewに対応する距離情報 D_{view} から被写体上の三次元点群を復元し[A7]、距離情報変換部106内の三次元点再投影部1062で復元された三次元点群を代表視点カメラrepに対して再投影することで、変換距離情報 $D'_{rep,view}$ を生成する[A8]。生成された変換距離情報は、変換距離情報メモリ107に格納される。三次元点復元部1061および三次元点再投影部1062で行われる処理の詳細は後で記述する。

30

【0065】

入力された全ての距離情報から代表視点カメラrepに対する変換距離情報が得られたなら、距離統計情報計算部108、距離集合精錬部109および広範囲距離情報生成部110において、変換距離情報を用いて1つの代表視点カメラrepに対する広範囲距離情報 LD_{rep} を生成し、広範囲距離情報メモリ111に格納する[A11]。ここでの処理の詳細は後で記述する。

40

【0066】

生成された広範囲距離情報は、その後、広範囲距離情報符号化部112で符号化される[A12]。ここでの符号化はどのような手法を用いても構わない。例えば、前述の通り距離情報はグレースケール画像とみなすことが可能であるため、JPEGやJPEG2000といった画像符号化手法を用いて効率的に符号化することが可能であるし、時間的に複数のフレームを符号化するのであれば、MPEG-2やH.264/AVCなどの動画符号化方式を用いることで効率的に符号化することができる。また、代表視点カメラが複数存在する場合、非特許文献6や非特許文献8に記載されているような多視点画像符号化手法や多視点映像符号化手法を用いて符号化を行うことで、全体として効率的な符号化を実現することができる。

50

【 0 0 6 7 】

本実施例では、代表視点カメラごとに広範囲距離情報を生成して符号化しているが、先に全ての代表視点カメラに対する広範囲距離情報を生成してから符号化を行っても構わない。また、変換距離情報の生成も代表視点カメラごとに行っているが、まとめて先に変換を行っても構わない。

【 0 0 6 8 】

また、本実施例では、三次元点の復元処理が代表視点カメラごとに繰り返される。しかしながら、三次元点の復元処理は入力視点カメラのみに依存して、代表視点カメラに依存しない処理である。そのため、一度計算された三次元点を蓄積することによって、代表視点カメラが異なる場合であっても入力視点カメラが同じ場合に、蓄積されている三次元点を利用することで、三次元点の復元処理 [A 7] を省略することが可能である。

10

【 0 0 6 9 】

図 3 に、処理 A 7 で行われる距離情報から被写体上の三次元点群を復元する処理の詳細フローを示す。ここでは、入力視点カメラ $view$ に対する距離情報 D_{view} を用いて、被写体上の三次元点群を復元する処理を例にとって説明する。

【 0 0 7 0 】

ここでの処理は、距離情報の画素ごとに行われる。つまり、距離情報の画素インデックスを pix 、画素数を $numPixs$ で表すと、 pix を 0 で初期化した後 [B 1]、 pix に 1 を加算しながら [B 3]、 pix が $numPixs$ になるまで [B 4]、次の (式 3) で表される pix における距離の値を用いた入力視点カメラ $view$ に対する逆投影処理が実行される [B 2]。

20

【 0 0 7 1 】

【 数 3 】

$$g_{pix} = R_{view} A_{view}^{-1} \begin{bmatrix} u_{pix} \\ v_{pix} \\ 1 \end{bmatrix} S_{view}^{-1} (D_{view}[pix]) + t_{view} \quad (式3)$$

【 0 0 7 2 】

なお、 g_{pix} が pix に対する復元された三次元点の座標を表し、 (u_{pix}, v_{pix}) は pix に対する入力された距離情報のグレースケール画像上での位置を表す。

30

【 0 0 7 3 】

図 4 に、処理 A 8 で行われる三次元点群を代表視点カメラに対して再投影することで変換距離情報を生成する処理の詳細フローを示す。ここでは、入力視点カメラ $view$ の距離情報から復元された三次元点集合 $\{g_{pix}\}$ を代表視点カメラ rep に対して再投影することで、変換距離情報 $D'_{rep,view}$ を生成する処理を例にとって説明する。

【 0 0 7 4 】

まず、 $D'_{rep,view}$ の初期化が行われる [C 1]。この初期化では全ての画素に対する値として、最もカメラから遠いことを示す値を代入する。そして三次元点ごとに再投影処理を実行し、得られた画素位置に代表視点 rep からその三次元点までの距離を代入していく。

40

【 0 0 7 5 】

三次元点は入力視点カメラ $view$ に対する距離情報と同じ数だけ存在するため、 pix を 0 で初期化した後 [C 2]、 pix に 1 を加算しながら [C 6]、 pix が $numPixs$ になるまで [C 7]、次の処理を繰り返す [C 3 - C 5]。

【 0 0 7 6 】

三次元点ごとに繰り返される処理では、まず、次の (式 4) に従って三次元点 g_{pix} の投影処理が行われる [C 3]。すなわち、三次元点 g_{pix} を代表視点カメラ rep に対して投影することで、代表視点カメラ rep の投影面に投影される位置 pos と、三次元点 g_{pix} と代表視点カメラ rep との距離 d とを計算する。(式 4) において、 $(x_{pix},$

50

y_{pix} , z_{pix}) は , g_{pix} が投影される代表視点カメラ rep の投影面上の画素位置の齊次座標を表し , z_{pix} が代表視点カメラ rep から g_{pix} までの距離 d を表す。

【 0 0 7 7 】

【 数 4 】

$$\begin{bmatrix} x_{pix} \\ y_{pix} \\ z_{pix} \end{bmatrix} = \mathbf{A}'_{rep} \mathbf{R}'_{rep}^{-1} (\mathbf{g}_{pix} - \mathbf{t}'_{rep}) \quad (式4)$$

【 0 0 7 8 】

10

次に , 三次元座標が代表視点 rep の示すカメラに対して投影されると考えたときに , その被写体がサンプリングされる座標位置 (x_{pix} / z_{pix} , y_{pix} / z_{pix}) において , 既に得られていた距離と現在の処理で得られた距離とを比較する [C 4] 。 具体的には (式 5) で示す比較が行われる。

【 0 0 7 9 】

【 数 5 】

$$z_{pix} < S_{rep}^{-1} \left(D'_{rep,view} \left[\frac{x_{pix}}{z_{pix}}, \frac{y_{pix}}{z_{pix}} \right] \right) \quad (式5)$$

20

【 0 0 8 0 】

比較の結果 , 既に得られていた距離のほうがカメラに近い距離を表していれば , その三次元点に対する処理を終了し , 次の画素に対して処理を行う。一方 , 比較の結果 , 新たに得られた距離 d のほうがカメラに近い距離を表していれば , 次の (式 6) に従って量子化処理を行い , 処理中の三次元点が代表視点カメラ rep の示すカメラに投影される位置 (x_{pix} / z_{pix} , y_{pix} / z_{pix}) の距離情報を更新する [C 5] 。

【 0 0 8 1 】

【 数 6 】

$$D'_{rep,view} \left[\frac{x_{pix}}{z_{pix}}, \frac{y_{pix}}{z_{pix}} \right] = S_{rep} (z_{pix}) \quad (式6)$$

30

【 0 0 8 2 】

なお , 図 4 の変換処理では , 処理 C 5 で量子化処理が行われ , その値を処理 C 4 で逆量子化する可能性がある。演算量の削減のために , 別途画素位置ごとに距離バッファを定義し , 処理 C 5 では , 量子化を行わずに距離の値をそのまま距離バッファに蓄積し , 処理 C 4 では , 逆量子化を行わずに距離バッファに蓄えられた距離の値を用いて比較しても構わない。その場合 , 処理 C 1 では無限遠方を示す距離の値で初期化し , 処理 C 7 の比較が成立しなかった後で , 距離バッファに蓄えられた距離の値を量子化して変換後の距離情報を生成する。

40

【 0 0 8 3 】

本実施例では , 与えられた距離情報から三次元点群を復元する処理と , 三次元点群を代表視点カメラに対して再投影することで変換距離情報を生成する処理とを分離して行った。どちらの処理も入力視点カメラの距離情報ごとに繰り返される処理を持つため , 図 5 で示されるフローに従って連結して行うこともできる。

【 0 0 8 4 】

なお , 本フローではカメラ位置が変化しないにも関わらず逆投影と再投影とを行うことで , 無駄な演算がされるのを防ぐために , カメラパラメータのチェックを行っている [D 2] 。 ただし , カメラパラメータが同一であっても量子化手法に違いが存在する場合 , 異なる距離情報となるため , 量子化手法を考慮した距離情報の複写を行う [D 4] 。 この処

50

理は，具体的には次の（式 7）で表される。

【 0 0 8 5 】

【 数 7 】

$$D'_{rep,view}[pix] = \begin{cases} S_{rep}(S_{view}^{-1}(D_{view}[pix])) & (S_{rep} \neq S_{view}) \\ D_{view}[pix] & (S_{rep} = S_{view}) \end{cases} \quad (式7)$$

【 0 0 8 6 】

図 5 における処理 D 8 は，図 3 に示す処理 B 2 の逆投影処理に対応し，図 5 における処理 D 9，D 10，D 11 は，図 4 に示す処理 C 3，C 4，C 5 の再投影処理に対応している。

10

【 0 0 8 7 】

図 6 に，距離統計情報計算部 108，距離集合精練部 109，広範囲距離情報生成部 110 において行われる処理 A 11 の詳細処理フローを示す。ここでは，代表視点カメラ rep に対して生成された変換距離情報群 $\{D'_{rep,view}\}_{view}$ から，代表視点カメラ rep に対する広範囲距離情報 $L_{D_{rep}}$ を生成する処理を例にとって説明する。

【 0 0 8 8 】

ここでの処理は，広範囲距離情報の画素ごとの処理となる。つまり，広範囲距離情報の画素インデックスを pix とし，代表視点カメラ rep に対する広範囲距離情報の画素数を $numPixs$ とすると， pix を 0 に初期化した後 [E 1]， pix に 1 を加算しながら [E 14]， pix が $numPixs$ になるまで [E 15]，以下の処理 [E 2 - E 13] を繰り返す。

20

【 0 0 8 9 】

画素ごとに繰り返される処理は，画素 pix の広範囲距離情報を計算するに当たって信頼度の高い変換距離情報を与える入力視点カメラ集合を求める処理 [E 2 - E 12] と，求められた入力視点カメラ集合に含まれる入力視点カメラの距離情報を用いて得られた変換距離情報を用いて広範囲距離情報を求める処理 [E 13] とからなる。

【 0 0 9 0 】

信頼度の高い変換距離情報を与える入力視点カメラ集合を求める処理では，まず全ての入力視点カメラからなる集合 V を定義する [E 2]。次に，集合 V に含まれる入力視点カメラの距離情報から生成された画素 pix と同じ位置の変換距離情報の分散 var を計算する [E 3]。その後，分散 var と閾値 th_var との大小を判定する [E 4]。ここで，分散 var が閾値 th_var よりも小さかった場合，現在の集合 V に含まれる入力視点カメラが与える変換距離情報は信頼度が高いと判断して，入力視点カメラ集合を求める処理を終了する。

30

【 0 0 9 1 】

一方，分散 var が閾値 th_var よりも大きかった場合，集合 V に含まれる入力視点カメラの距離情報から生成された画素 pix と同じ位置の変換距離情報の平均 ave を求める [E 5]。そして，平均 ave を閾値として，集合 V を平均 ave より大きな変換距離情報の値を持つカメラの集合 V_1 と，平均 ave 以下の値を持つカメラの集合 V_2 とに分割する [E 6]。

40

【 0 0 9 2 】

次に集合 V_1 ， V_2 に含まれるカメラの数が閾値を超えているかどうかを判定する。 V_1 ， V_2 のどちらを先に判定しても構わないが，本フローでは，まず集合 V_1 に含まれるカメラの個数 $Count(V_1)$ が予め定められた閾値 th_count よりも少ないかどうかを調べる [E 7]。もし，閾値 th_count よりも少ない場合，集合 V_1 はノイズと判断して V_2 を V として，新しく得られた V に含まれる入力視点カメラが信頼度の高い距離情報を与えるかを調べる [E 8]。

【 0 0 9 3 】

集合 V_1 に含まれるカメラの個数 $Count(V_1)$ が閾値 th_count よりも大

50

きければ，集合 V_2 に含まれるカメラの個数 $Count(V_2)$ が予め定められた閾値 th_count よりも少ないかどうかを調べる [E 9]。同様に th_count よりも少なかった場合，集合 V_2 をノイズと判断して V_1 を V として，新しく得られた V に含まれる入力視点カメラが信頼度の高い距離情報を与えるかを調べる [E 10]。

【0094】

集合 V_1 と V_2 がともに十分な個数のカメラを含んでいる場合，集合 V_1 と V_2 それぞれに対して，その集合に含まれる入力視点カメラの距離情報から生成された画素 pix と同じ位置の変換距離情報の分散 var_1 と var_2 とを求める [E 11]。そして var_1 と var_2 の大小を判定し [E 12]，より小さい分散を与える集合を新たな V として， V に含まれる入力視点カメラが信頼度の高い距離情報を与えるかを調べる処理 [E 3 - E 12] を繰り返す。

10

【0095】

信頼度の高い距離情報を与える入力視点カメラ集合 V が得られたら，その集合 V に含まれる入力視点カメラの距離情報から生成された変換距離情報のみを用いて，処理中の画素 pix に対する広範囲距離情報を生成する [E 13]。ここでの処理には様々な方法を用いることができるが，例えば pix に対して与えられた変換距離情報の平均値や中央値を，その画素位置における広範囲距離情報とする方法がある。数式を用いるならば (式 8) や (式 9) で表される。(式 9) における $median()$ は，中央値を返す関数である。

【0096】

20

【数 8】

$$\forall p, LD_{rep}[p] = \frac{1}{Count(V)} \sum_{view \in V} D'_{rep,view}[p] \quad (式8)$$

$$\forall p, LD_{rep}[p] = median_{view \in V}(D'_{rep,view}[p]) \quad (式9)$$

【0097】

また，広範囲距離情報の全ての画素位置に対して，入力された多視点距離情報を構成する距離情報に対応関係を持つとは限らない。そのような画素位置においては，変換距離情報に意味のない値が格納されていると考えられる。したがって，意味のない値を用いて広範囲距離情報を生成するのを避けるために，代表視点カメラ rep の画素 pix に対して対応点を持たない入力視点カメラを初期化の時点で集合 V に含めないようにすることで，より正確な広範囲距離情報を生成することが可能である。

30

【0098】

なお，ここでの説明では全ての入力視点カメラ $view$ からの変換距離情報を同等に扱ったが，変換前と変換後のカメラ位置や向きが近いほど，より正確な距離情報を持っていると考えることができるため，距離情報を求める際に変換前と変換後のカメラ位置や向きの類似度に基づいて重み付け平均値を用いることで，より精度を高めることも可能である。

40

【0099】

さらに，ここでの説明では，処理対象の画素 pix と同じ位置の変換距離情報に対して分散や平均を算出したが，画素 pix を中心とする領域内の画素に対して分散や平均を算出して用いても構わない。一般に同一被写体は実空間上で連続しているため，隣接領域で大きく距離情報が変化することが少ないと考えられる。そのため，このようにすることで，ノイズによって誤った変換距離情報が得られている場合に，そのノイズの影響を少なくすることができる。ただし，大きすぎる領域を設定すると，複数の被写体が領域内に含まれることがあり，広範囲距離情報の生成精度が低下してしまうため，適切な領域を設定する必要がある。

【0100】

50

図7は、入力された多視点カメラ情報および多視点距離情報に応じて代表視点カメラ群REPを決定する手法の一例を示した処理フローである。この処理は、図2に示す処理A3において、代表視点カメラ群を自動的に選択する場合に行う処理である。

【0101】

まず、REPの初期化が行われる[F1]。具体的には、入力された多視点カメラ群の中で、端に位置するカメラと同じ位置で撮影シーン全体を包含する視野角を持ったカメラを初期集合とする。多視点カメラの配置が1次元であれば、両端に位置するカメラと同じ位置のものを含め、2次元であれば対角線上に存在する両端のカメラと同じ位置のものを含める。

【0102】

次に、定められたREPに対して実際に広範囲距離情報を生成し[F2]、その広範囲距離情報群から多視点距離情報を復元し[F3]、その復元率を調べる[F4]。なお、復元率は入力視点ごとに計算され、入力距離情報に対する復元された距離情報が得られた領域の比率で現すことができる。

【0103】

広範囲距離情報を生成する処理は、上述の実施例の処理[A5～A14]の処理と同じである。なお、処理A12の符号化処理は必ずしも行う必要はない。広範囲距離情報群から多視点距離情報を復元する処理は、後に述べる図10に示す実施例の情報[G5～G13]と同じである。

【0104】

そして、計算された復元率が全ての視点において予め定められた閾値を超えているかどうかをチェックする[F5]。もし閾値を超えていれば、そのときのREPを代表視点カメラ集合とし、そうでなければ、最も復元率が低かった視点と同じ位置で撮影シーン全体を包含する視野角を持ったカメラをREPに追加して、処理[F2～F5]を同様に繰り返す。

【0105】

次に、本発明の他の実施の形態に係る多視点距離情報符号化装置について説明する。図8に、本実施の形態の多視点距離情報符号化装置の構成例を示す。

【0106】

本実施の形態における多視点距離情報符号化装置100'と、前述した図1に示す多視点距離情報符号化装置100との違いは、図1に示す距離統計情報計算部108と距離集合精練部109が、候補削減部114に置き替わっていることである。

【0107】

候補削減部114は、代表視点カメラおよびそのカメラの投影面上の位置ごとに、三次元点再投影部1062によって同じ位置が得られた1つまたは複数の被写体上の点に対して、三次元点再投影部1062によって得られた距離の値の集合に対して、各距離の値がその位置において発生する割合を計算し、予め定められた比率以下でしか現れない距離の値を持つ被写体上の点を削除する。このように、投影面上の同じ領域に対して投影される三次元点の持つ距離に対して発生確率を計算し、発生確率の低い距離を持つ三次元点を除外することによっても、高品質な広範囲距離情報の生成を実現することができる。

【0108】

なお、ここで各距離の値が発生する割合を計算するときには、例えば1000から1010までの距離の値を一つの距離の値とみなすというように、距離の値に幅を持たせて、その距離幅に入る値の発生する割合を計算するようにしてもよい。

【0109】

また、前述した実施の形態と同様に、処理対象の画素pixと同じ位置の変換距離情報に対して分散や平均を算出したが、画素pixを中心とする領域内の画素に対して分散や平均を算出して用いても構わない。一般に同一被写体は実空間上で連続しているため、隣接領域で大きく距離情報が変化することが少ないと考えられる。そのため、このようにすることで、ノイズによって誤った変換距離情報が得られている場合に、そのノイズの影響

10

20

30

40

50

を少なくすることができる。ただし、大きすぎる領域を設定すると、複数の被写体が領域内に含まれることがあり、広範囲距離情報の生成精度が低下してしまうため、適切な領域を設定する必要がある。

【 0 1 1 0 】

〔多視点距離情報復号装置〕

次に、本発明の実施の形態に係る多視点距離情報復号装置について説明する。図 9 に、多視点距離情報復号装置の構成例を示す。

【 0 1 1 1 】

図 9 に示すように、多視点距離情報復号装置 2 0 0 は、復号対象の多視点距離情報を復号するのに必要となる広範囲距離情報の符号化データを入力する広範囲距離情報符号化データ入力部 2 0 1 と、入力された広範囲距離情報符号化データを復号する広範囲距離情報復号部 2 0 2 と、復号された広範囲距離情報群を蓄積する広範囲距離情報メモリ 2 0 3 と、広範囲距離情報が基準としている代表視点カメラのカメラ情報の符号化データを入力する代表視点情報符号化データ入力部 2 0 4 と、代表視点情報の符号化データを復号する代表視点情報復号部 2 0 5 と、代表視点情報を用いて広範囲距離情報から多視点距離情報を生成する多視点距離情報生成部 2 0 6 とを備える。

【 0 1 1 2 】

多視点距離情報生成部 2 0 6 は、広範囲距離情報メモリ 2 0 3 に蓄積された広範囲距離情報群によって表される各カメラを基準とした距離情報から、各画素に撮影された被写体上の三次元座標を計算する三次元点復元部 2 0 6 1 と、復号対象の多視点距離情報を構成する距離情報が基準としている復号対象視点カメラごとに、三次元点復元部 2 0 6 1 によって得られた三次元座標値を持つ被写体上の各点に対して、その点が復号対象視点カメラによって撮影される際の投影面上での位置と、その復号対象視点カメラから被写体上の点までの距離を計算し、その位置と距離とを対応付けて蓄積する三次元点再投影部 2 0 6 2 と、復号対象視点カメラおよびその復号対象視点カメラの投影面上の位置ごとに、三次元点再投影部 2 0 6 2 によって同じ位置が得られた 1 つまたは複数の被写体上の点に対して、三次元点再投影部 2 0 6 2 によって得られた距離の値の平均値および分散を求める距離統計情報計算部 2 0 6 3 と、復号対象視点カメラおよびその復号対象視点カメラの投影面上の位置ごとに、距離統計情報計算部 2 0 6 3 で求められた分散の値が予め定められた値以上の場合、距離統計情報計算部 2 0 6 3 で求められた平均値によって被写体上の点を 2 つの集合に分け、それぞれの集合において改めて距離の値の分散を求め、大きな分散値を持つ集合に属する被写体上の点を削除する距離集合精錬部 2 0 6 4 と、復号対象視点カメラの投影面上の位置ごとに、距離集合精錬部 2 0 6 4 によって残された被写体上の点を持つ距離の値を用いて、その位置におけるその復号対象視点カメラを基準とした距離情報を生成する距離情報生成部 2 0 6 5 とを備える。

【 0 1 1 3 】

図 1 0 に、このようにして構成される多視点距離情報復号装置 2 0 0 の実行する処理フローを示す。この処理フローに従って、本実施例の多視点距離情報復号装置 2 0 0 の実行する処理について詳細に説明する。

【 0 1 1 4 】

まず、代表視点情報符号化データ入力部 2 0 4 より、符号化データに含まれる広範囲距離情報群が基準としている代表視点カメラ群を表す情報の符号化データが入力され〔 G 1 〕、代表視点情報復号部 2 0 5 において、代表視点カメラ群 D e c R E P を復号する〔 G 2 〕。

【 0 1 1 5 】

なお、予め定められた代表視点カメラ群を用いる場合には、代表視点情報符号化データ入力部 2 0 4 と代表視点情報復号部 2 0 5 を備える必要はなく、処理 G 1 および G 2 を削除することができる。その場合、以下の説明では、D e c R E P には予め定められた代表視点カメラ群の情報が格納されているとする。

【 0 1 1 6 】

また，時間的に連続な多視点距離情報を復号するような場合，毎回代表視点の変更が行われるとは限らない。そのような場合，新しい代表視点情報符号化データが送られてきたときのみ，処理 G 1 および G 2 を実行し，送られてこなかった場合には，直前に用いた D e c R E P をそのまま用いる。

【 0 1 1 7 】

ここでのカメラを示す情報とは，カメラの内部パラメータ行列 A_r ，回転行列 R_r ，並進ベクトル t_r だけでなく，解像度や距離を画素値に対応付けるのに必要な情報も含まれる。以下では，距離 d を画素値に対応付ける関数を $S_r(d)$ と表す。なお， r は広範囲距離情報を識別するためのインデックスであり，0 から $numDReps - 1$ までの値である。 $numDReps$ は D e c R E P の要素数を表す。

10

【 0 1 1 8 】

次に，広範囲距離情報符号化データ入力部 2 0 1 より，D e c R E P の各代表視点カメラを基準とした広範囲距離情報の符号化データが入力され [G 3]，広範囲距離情報復号部 2 0 2 において広範囲距離情報群 { D e c L D_r } を復号し，広範囲距離情報メモリ 2 0 3 に格納する [G 4]。

【 0 1 1 9 】

ここでの復号方法は入力された符号化データを生成する際に用いられた符号化手法に対する復号手法であれば，どのような手法を用いても構わない。例えば，M P E G - 2 や H . 2 6 4 / A V C などの動画像符号化の国際標準方式に準拠した方式で符号化されている場合，M P E G - 2 や H . 2 6 4 / A V C に準拠した復号方式を用いることとなる。

20

【 0 1 2 0 】

広範囲距離情報の復号が終了したなら，多視点距離情報生成部 2 0 6 にて，復号対象の多視点距離情報を構成する視点カメラごとに距離情報を生成して出力する。つまり，復号対象視点インデックスを v ，復号対象視点数を $numDVIEWS$ とすると， v を 0 に初期化した後 [G 5]， v に 1 を加算しながら [G 1 2]， v が $numDVIEWS$ になるまで [G 1 3]，以下の処理 [G 6 - G 1 1] を繰り返す。

【 0 1 2 1 】

1 つの復号対象視点の距離情報を生成する処理は，代表視点カメラごとに与えられた広範囲距離情報から被写体の三次元点を復元し，その三次元点を復号対象視点カメラに対して再投影することで，復号対象視点カメラに対する変換距離情報を生成するステップ [G 6 - G 1 0] と，得られた複数の変換距離情報を用いて 1 つの距離情報を生成するステップ [G 1 1] とからなる。

30

【 0 1 2 2 】

代表視点カメラごとに入力視点カメラに対する変換距離情報を生成する処理は，代表視点カメラインデックス r を 0 に初期化した後 [G 6]， r に 1 を加算しながら [G 9]， r が $numDReps$ になるまで [G 1 0]，多視点距離情報生成部 2 0 6 内の三次元点復元部 2 0 6 1 で代表視点カメラ r_{rep} に対する広範囲距離情報 D e c L D_r から被写体上の三次元点群を復元し [G 7]，多視点距離情報生成部 2 0 6 内の三次元点再投影部 2 0 6 2 で，復元された三次元点群を復号対象視点カメラ v に対して再投影することで変換距離情報 D e c D' _{v,r} を生成する [G 8]。ここで行われる処理は，前述の図 3 および図 4 を用いて説明を行った処理と同じである。ただし，D' を D e c D' に，入力視点カメラ v_{view} を代表視点カメラ r に，代表視点カメラ r_{rep} を復号対象視点カメラ v に，それぞれ読み替える必要がある。

40

【 0 1 2 3 】

また，距離統計情報計算部 2 0 6 3 および距離集合精錬部 2 0 6 4 が行う処理は，図 1 に示す多視点距離情報符号化装置 1 0 0 の距離統計情報計算部 1 0 8 および距離集合精錬部 1 0 9 が行う処理と同様であり，図 6 に示す処理 [E 3 - E 1 2] と同様な処理を行うことになる。

【 0 1 2 4 】

得られた複数の変換距離情報群 { D e c D' _{v,r} }_r を用いて復号対象視点カメラ v に

50

対する復号距離情報 D_{ecD_v} を生成する処理 [G 1 1] は、図 2 で説明した処理 [A 1 1] と同じである。ただし図 1 0 においては、代表視点カメラを復号対象視点カメラに、入力視点カメラを代表視点カメラにそれぞれ読み替える必要がある。

【 0 1 2 5 】

次に、本発明の他の実施の形態に係る多視点距離情報復号装置について説明する。図 1 1 に、本実施の形態の多視点距離情報復号装置の構成例を示す。

【 0 1 2 6 】

本実施の形態における多視点距離情報復号装置 2 0 0 ' と、前述した図 9 に示す多視点距離情報復号装置 2 0 0 との違いは、図 9 に示す距離統計情報計算部 2 0 6 3 と距離集合精錬部 2 0 6 4 が、候補削減部 2 0 6 6 に置き替わっていることである。

10

【 0 1 2 7 】

候補削減部 2 0 6 6 は、距離情報生成部 2 0 6 5 によって復号対象視点カメラを基準とした距離情報を生成する前に、復号対象視点カメラおよびその復号対象視点カメラの投影面上の位置ごとに、三次元点再投影部 2 0 6 2 によって同じ位置が得られた 1 つまたは複数の被写体上の点に対して、三次元点再投影部 2 0 6 2 によって得られた距離の値の集合に対して、各距離の値がその位置において発生する割合を計算し、予め定められた比率以下でしか現れない距離の値を持つ被写体上の点を削除する処理を行う。これによって、信頼度の低い距離を持つ被写体の点を除外した距離を用いて距離情報を復元することが可能になる。

【 0 1 2 8 】

20

以上説明した処理は、コンピュータとソフトウェアプログラムとによっても実現することができ、そのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して提供することも、ネットワークを通して提供することも可能である。

【 0 1 2 9 】

また、以上の実施の形態では、多視点距離情報符号化装置および多視点距離情報復号装置を中心に説明したが、これらの装置の各部の動作に対応したステップによって、本発明に係る多視点距離情報符号化方法および多視点距離情報復号方法を実現することができる。

【 0 1 3 0 】

以上の実施の形態による作用・効果について説明する。

30

【 0 1 3 1 】

(1) 多視点距離情報の符号量削減

多視点距離情報の符号量が削減される理由は、同じ被写体上の点を示す距離情報を符号化する回数が削減されるからである。これは、例えば図 2 の処理 A 3 , A 8 , A 1 1 の作用による。図 2 の処理 A 3 によって代表視点群、すなわち代表視点カメラの集合を決定する際に、入力視点数よりも少ない数の代表視点カメラを設定する。これにより、同じ位置を示す情報は最大でも代表視点カメラの個数だけの符号化で済むことになる。

【 0 1 3 2 】

また、図 2 の処理 A 8 によって、入力された多視点距離情報から復元した被写体の三次元点群 (図 2 の処理 A 7 で生成される) を代表視点カメラの投影面に対して投影し、同じ被写体上の点は同じ位置の距離情報としてサンプリングされる。図 2 の処理 A 1 1 においては、同じ位置でサンプリングされた複数の距離情報から 1 つの距離情報を生成する。これらの作用によって、多視点距離情報の符号量が削減されることになる。

40

【 0 1 3 3 】

(2) 並列演算可能性向上

各処理がカメラに独立した幾何変換処理またはフィルタ処理で構成可能であることから、並列演算可能性が向上する。これは、例えば図 2 の処理 A 8 , A 1 1 の作用による。図 2 の処理 A 8 の作用として、同じ被写体上の点を同定する処理が各入力視点カメラで並列演算できることが挙げられる。ここでの処理は幾何変換処理である。また、図 2 の処理 A 1 1 の作用として、ある被写体に対して 1 つの距離情報を決定する処理が各代表視点カメ

50

ラで並列演算できることが挙げられる。ここでの処理はフィルタ演算で実現できる。

【 0 1 3 4 】

一方、図 1 2 に示したような従来手法における処理 X 6 は、並列化不可能である。

【 0 1 3 5 】

(3) 符号化効率向上と並列演算可能性向上の両立

この本実施の形態による効果について、2 つの従来手法 (三次元モデルを使用する場合と使用しない場合) と比較して説明する。

〔三次元モデルを使用する場合の従来手法〕

この場合には、同じ被写体上の点を示す距離情報を複数符号化しなくてよい。したがって、符号量の削減は可能である。しかし、入力された多視点距離情報をグローバルに扱うため、並列処理は不可能である。

10

〔三次元モデルを使用しない場合の従来手法〕

この場合には、入力された多視点距離情報を視点ごとに扱うため、並列処理が可能である。しかし、同じ被写体上の点を示す距離情報を複数回符号化する。したがって、符号量削減は不可能である。

〔本発明の実施の形態の場合〕

本発明の実施の形態では、同じ被写体上の点を示す距離情報を複数符号化しなくてよい。したがって、符号量の削減が可能である。さらに、広範囲距離情報はローカルに距離情報を取り扱って生成される。したがって、並列処理が可能になっている。

【 0 1 3 6 】

20

(4) エラーやノイズを含む多視点距離情報に対して高品質な距離情報符号化を実現

本発明の実施の形態によれば、エラーやノイズの多い部分を判定し、より信頼度の高い広範囲距離情報を生成することができる。ステレオなどで求められた距離情報は被写体境界において精度が低いため、本発明が有効となる。これは、例えば図 6 に示す処理 E 3 ~ E 1 2 の作用による。

【 0 1 3 7 】

図 2 の処理 A 8 によって三次元点を再投影した際に、エラーやノイズの多い部分では同じ位置に得られた距離情報の分散が高くなるという性質を持つ。このことから図 6 の処理 E 4 では、入力多視点距離情報で精度が低い部分を判定する。そして、処理 E 5 および処理 E 1 2 において、徐々に候補集合を狭めることで広範囲距離情報の生成精度を向上させる。

30

【 0 1 3 8 】

以上、図面を参照して本発明の実施の形態を説明してきたが、上記実施の形態は本発明の例示に過ぎず、本発明が上記実施の形態に限定されるものでないことは明らかである。したがって、本発明の精神および範囲を逸脱しない範囲で構成要素の追加、省略、置換、その他の変更を行っても良い。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 3 9 】

【図 1】本発明に係る多視点距離情報符号化装置の構成例を示す図である。

【図 2】多視点距離情報符号化処理フローチャートである。

40

【図 3】距離情報から被写体上の三次元点を復元する処理の詳細フローチャートである。

【図 4】復元された被写体上の三次元点を再投影することによって定められたカメラにおける距離情報を生成する処理の詳細フローチャートである。

【図 5】距離情報の変換処理 (被写体上の三次元点復元・復元された三次元点の再投影) の詳細フローチャートである。

【図 6】距離統計情報計算、距離集合精練、広範囲距離情報処理の詳細フローチャートである。

【図 7】代表視点集合 R E P を決定する手法の一例を示した処理フローチャートである。

【図 8】本発明に係る多視点距離情報符号化装置の他の構成例を示す図である。

【図 9】本発明に係る多視点距離情報復号装置の構成例を示す図である。

50

【図 10】多視点距離情報復号処理フローチャートである。

【図 11】本発明に係る多視点距離情報復号装置の他の構成例を示す図である。

【図 12】三次元モデルを生成する従来手法を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0140】

100, 100' 多視点距離情報符号化装置

101 距離情報入力部

102 距離情報メモリ

103 カメラ情報入力部

104 カメラ情報メモリ

10

105 代表視点設定部

106 距離情報変換部

1061 三次元点復元部

1062 三次元点再投影部

107 変換距離情報メモリ

108 距離統計情報計算部

109 距離集合精錬部

110 広範囲距離情報生成部

111 広範囲距離情報メモリ

112 広範囲距離情報符号化部

20

113 代表視点情報符号化部

114 候補削減部

200, 200' 多視点距離情報復号装置

201 広範囲距離情報符号化データ入力部

202 広範囲距離情報復号部

203 広範囲距離情報メモリ

204 代表視点情報符号化データ入力部

205 代表視点情報復号部

206 多視点距離情報生成部

30

2061 三次元点復元部

2062 三次元点再投影部

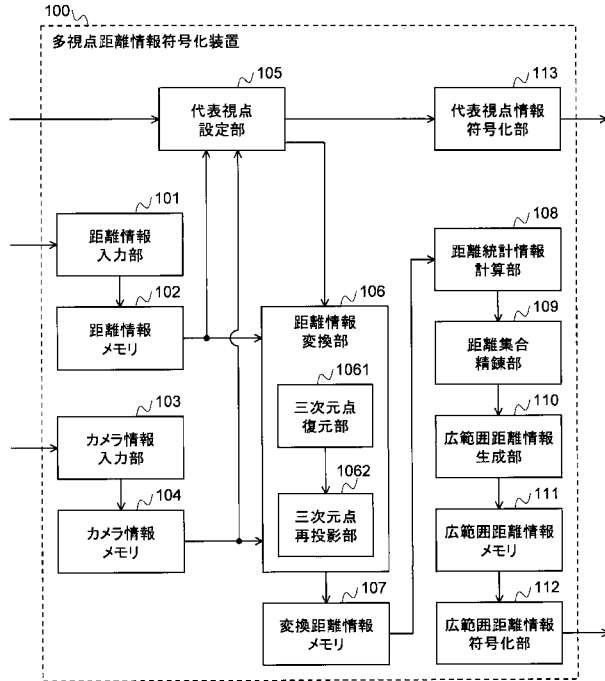
2063 距離統計情報計算部

2064 距離集合精錬部

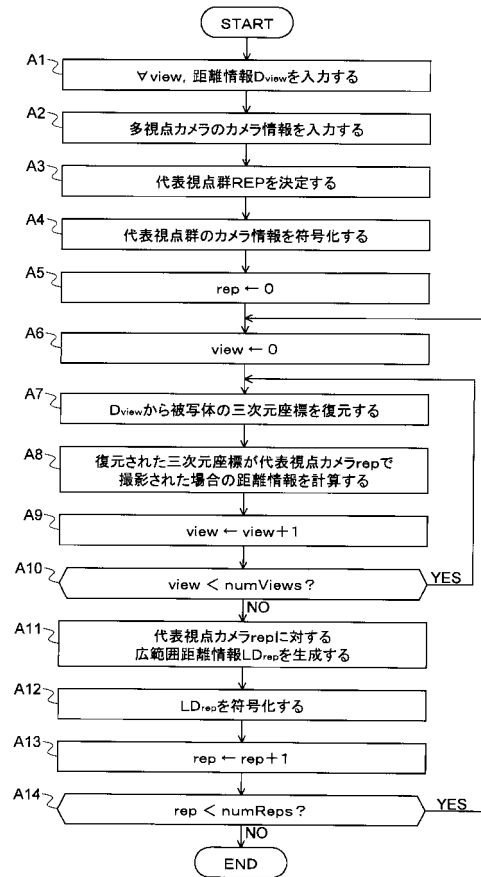
2065 距離情報生成部

2066 候補削減部

【図 1】

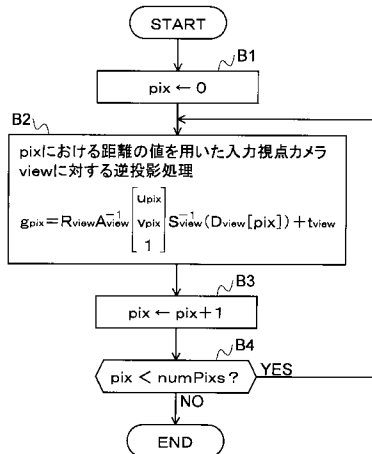


【図 2】



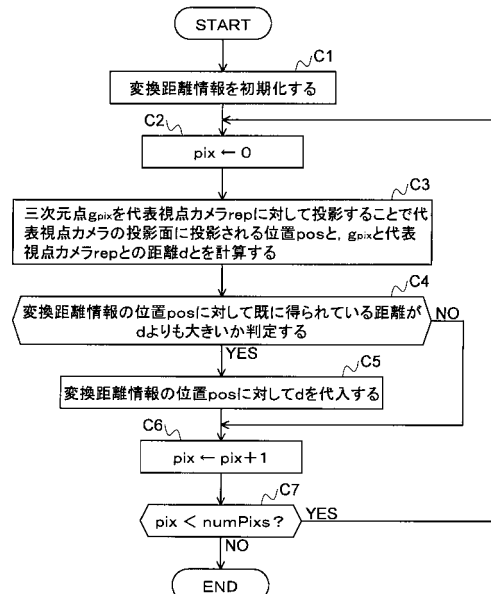
【図 3】

与えられた距離情報から三次元点を復元する処理の詳細処理フロー

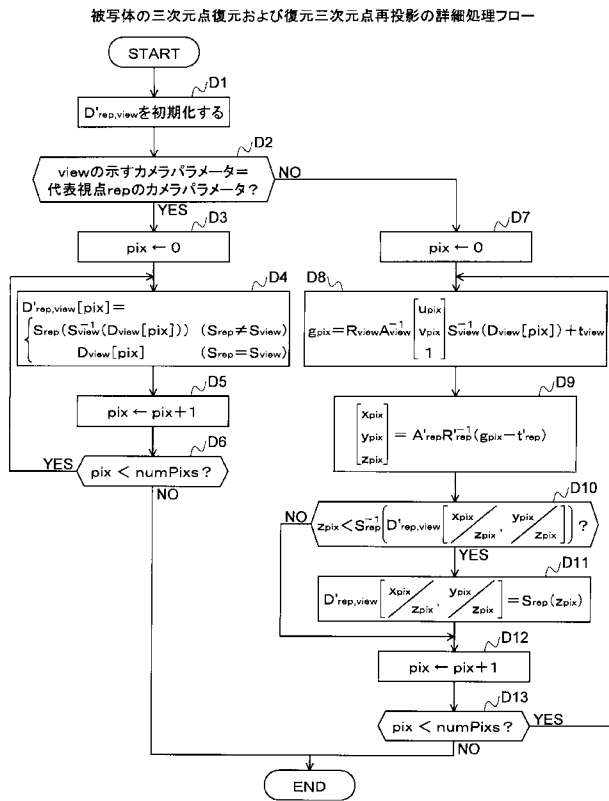


【図 4】

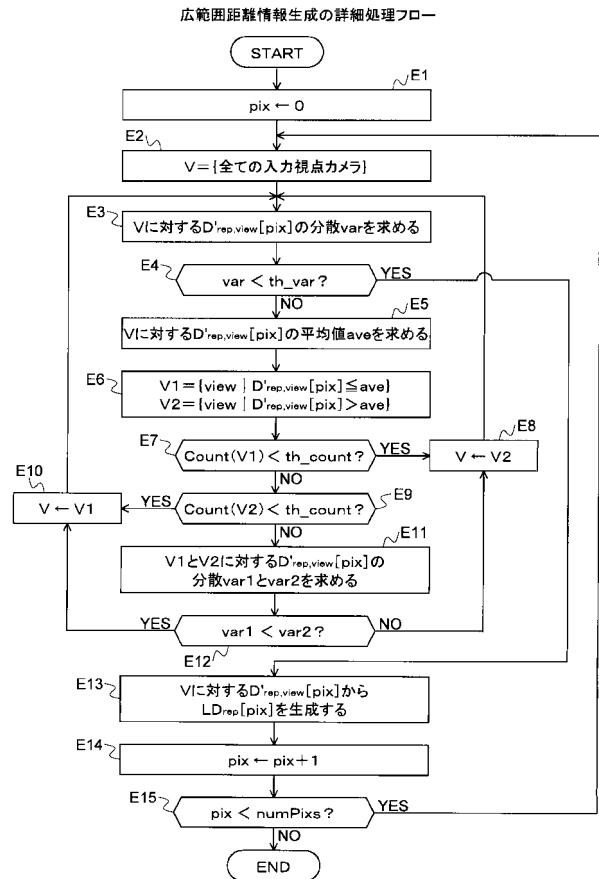
復元された被写体上の点を再投影する処理の詳細処理フロー



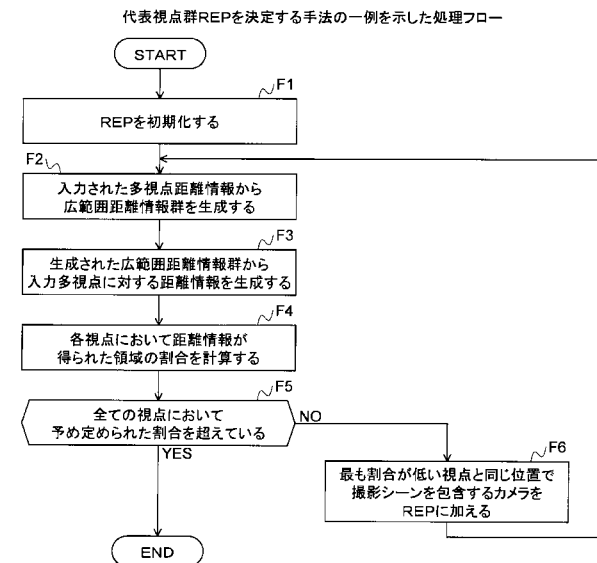
【図5】



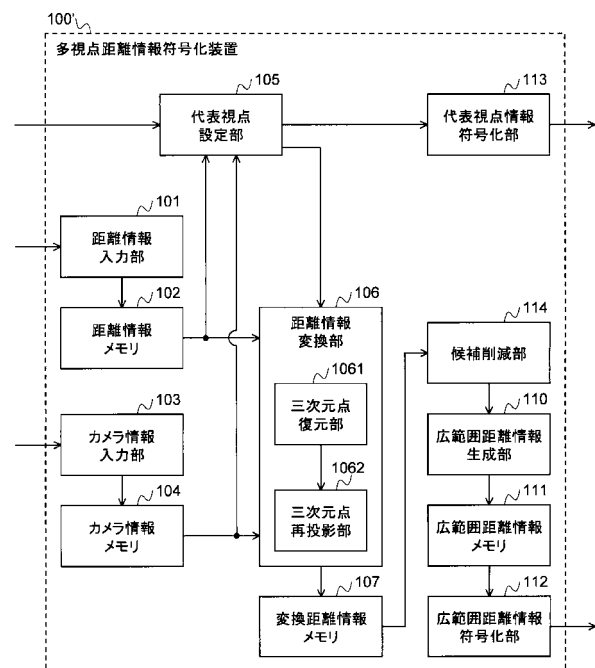
【図6】



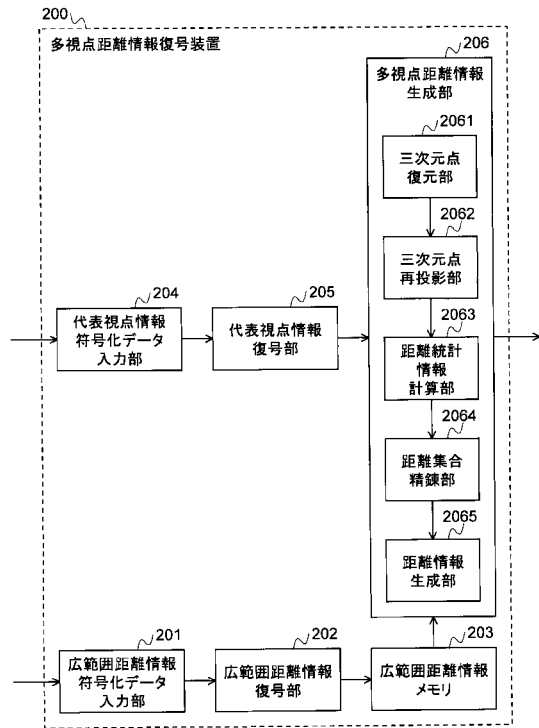
【図7】



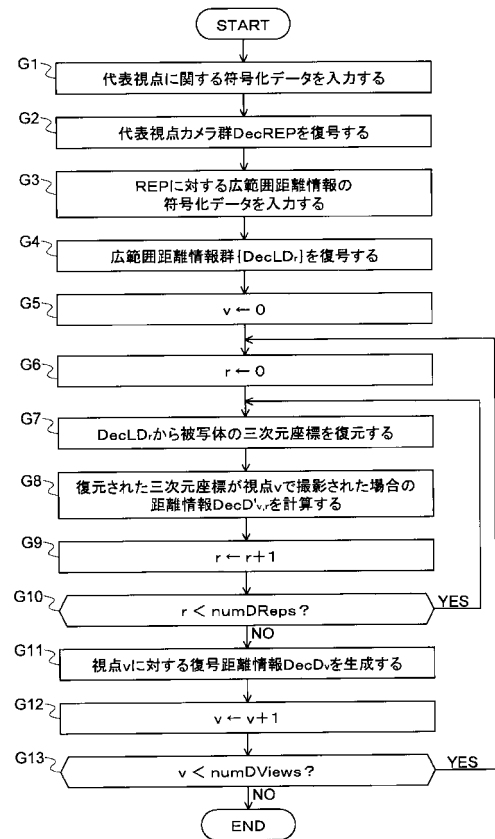
【図8】



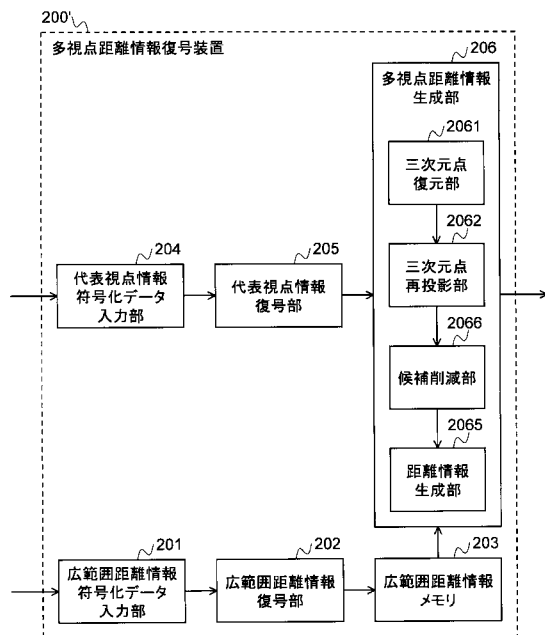
【図 9】



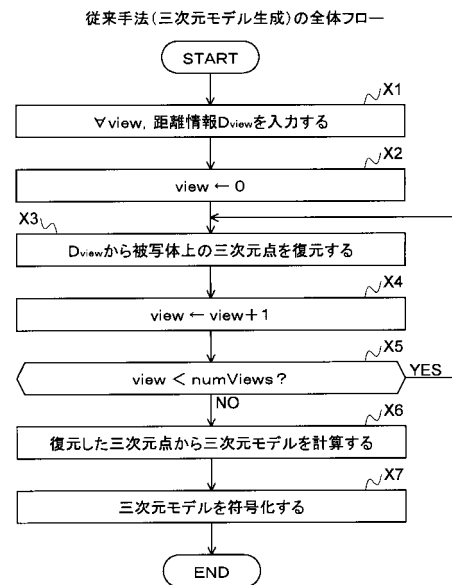
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (72)発明者 木全 英明
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 上倉 一人
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 八島 由幸
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 谷本 正幸
愛知県名古屋市千種区不老町1番 国立大学法人名古屋大学内
- (72)発明者 藤井 俊彰
愛知県名古屋市千種区不老町1番 国立大学法人名古屋大学内

Fターム(参考) 5B057 BA15 DA16 DB02 DC03 DC05
5C059 MA00 PP13 RC00 SS20 SS26 TA00 TB10 TC00 TD04 UA02
UA05
5C061 AA29 AB10 AB12 AB17
5C159 MA00 PP13 RC00 SS20 SS26 TA00 TB10 TC00 TD04 UA02
UA05