

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3694477号

(P3694477)

(45) 発行日 平成17年9月14日(2005.9.14)

(24) 登録日 平成17年7月1日(2005.7.1)

(51) Int. Cl.⁷

G06T 15/70

F I

G06T 15/70

A

請求項の数 20 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2001-357514 (P2001-357514)	(73) 特許権者	390019839
(22) 出願日	平成13年11月22日(2001.11.22)		三星電子株式会社
(65) 公開番号	特開2002-230581 (P2002-230581A)		Samsung Electronics
(43) 公開日	平成14年8月16日(2002.8.16)		Co., Ltd.
審査請求日	平成13年11月22日(2001.11.22)		大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞416
(31) 優先権主張番号	2000-70090		416, Maetan-dong, Yeongtong-gu, Suwon-si
(32) 優先日	平成12年11月23日(2000.11.23)		Gyeonggi-do, Republic of Korea
(33) 優先権主張国	韓国(KR)	(74) 代理人	100064414
(31) 優先権主張番号	2001-40704		弁理士 磯野 道造
(32) 優先日	平成13年7月7日(2001.7.7)	(72) 発明者	張 義 善
(33) 優先権主張国	韓国(KR)		大韓民国 京畿道 水原市 八達区 靈通洞 963-2番地 シンナムシル 双龍アパート 542棟 904号
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 線形近似化法を用いたアニメーション軌跡の圧縮方法及び復元方法並びにその装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

アニメーション軌跡から所定数のブレークポイントを抽出し、前記抽出されたブレークポイントに対応するキー及びキー値を出力する補間分析部と、

前記補間分析部から出力されるキーを符号化するキー符号化部と、

前記補間分析部から出力されるキー値を符号化するキー値符号化部と、

前記キー符号化部、及びキー値符号化部で符号化されたキー、及びキー値を、エントロピー符号化して符号化されたビットストリームとして出力するエントロピーエンコーダと、を具備し、

前記キー符号化部は、前記補間分析部から入力されたキーを、差分パルス符号変調(DPCM)量子化方式によって符号化することを特徴とするアニメーション軌跡の圧縮装置

10

【請求項2】

アニメーション軌跡から所定数のブレークポイントを抽出し、前記抽出されたブレークポイントに対応するキー及びキー値を出力する補間分析部と、

前記補間分析部から出力されるキーを符号化するキー符号化部と、

前記補間分析部から出力されるキー値を符号化するキー値符号化部と、

前記キー符号化部、及びキー値符号化部で符号化されたキー、及びキー値を、エントロピー符号化して符号化されたビットストリームとして出力するエントロピーエンコーダと、を具備し、

20

前記キー値符号化部は、前記補間分析部から入力されたキー値を、差分パルス符号変調(DPCM)量子化方式によって符号化することを特徴とするアニメーション軌跡の圧縮装置。

【請求項3】

前記補間分析部は、元のアニメーション軌跡のブレークポイントの中から抽出された所定数のブレークポイントによって得られるアニメーション軌跡と、元のアニメーション軌跡との差を最小化させる方向に、前記ブレークポイントの個数を決定することを特徴とする請求項1または請求項2に記載のアニメーション軌跡の圧縮装置。

【請求項4】

前記補間分析部は、元のアニメーション軌跡の両端の点を出発点として各ブレークポイントの中から元のアニメーション軌跡との差が最小となるように近似化された軌跡を示すブレークポイントを探し出し、近似化されたアニメーション軌跡が前記元のアニメーション軌跡と近づくまでこのような過程を繰り返すことを特徴とする請求項1または請求項2に記載のアニメーション軌跡の圧縮装置。

10

【請求項5】

前記ブレークポイントは、元のアニメーション軌跡と、近似化されたアニメーション軌跡との面積の差を最小化させるように決定されることを特徴とする請求項4に記載のアニメーション軌跡の圧縮装置。

【請求項6】

前記差分パルス符号変調(DPCM)量子化方式は、現在値と直前値との差を符号化する、あるいは、直前値と更にその直前値との差に直前値を足した近似値と、現在値との差を符号化することを特徴とする請求項1または請求項2に記載のアニメーション軌跡の圧縮装置。

20

【請求項7】

符号化されたビットストリームが入力されると、このビットストリームをエントロピーデコーディングするエントロピーデコーダと、

前記エントロピーデコーディングされた結果が入力されると、そのキーを復号化するキー復号化部と、

前記エントロピーデコーディングされた結果が入力されると、そのキー値を復号化するキー値復号化部と、

30

前記キー復号化部、及びキー値復号化部によって復号化されたキー、及びキー値に基づく線形補間法によって、空のキー値を求めて元のアニメーション軌跡に復元する補間復元部と、を具備し、前記キー復号化部は、前記エントロピーデコーダから入力されたデコーディングされた結果を、差分パルス符号変調(DPCM)逆量子化方式によって復号化することを特徴とするアニメーション軌跡の復元装置。

【請求項8】

符号化されたビットストリームが入力されると、このビットストリームをエントロピーデコーディングするエントロピーデコーダと、

前記エントロピーデコーディングされた結果が入力されると、そのキーを復号化するキー復号化部と、

40

前記エントロピーデコーディングされた結果が入力されると、そのキー値を復号化するキー値復号化部と、

前記キー復号化部、及びキー値復号化部によって復号化されたキー、及びキー値に基づく線形補間法によって、空のキー値を求めて元のアニメーション軌跡に復元する補間復元部と、を具備し、前記キー値復号化部は、前記エントロピーデコーダから入力されたデコーディングされた結果を、差分パルス符号変調(DPCM)逆量子化方式で復号化することを特徴とするアニメーション軌跡の復元装置。

【請求項9】

元のアニメーション軌跡から所定数のブレークポイントを抽出する段階と、

前記抽出されたブレークポイントを用いてキー及びキー値を抽出し、これらを符号化す

50

る段階と、

前記符号化されたキー及びキー値をエントロピー符号化し、これらを符号化してビットストリームを求める段階と、を具備し、前記キーの符号化は差分パルス符号変調(DPCM)量子化方式によることを特徴とするアニメーション軌跡の圧縮方法。

【請求項10】

元のアニメーション軌跡から所定数のブレイクポイントを抽出する段階と、

前記抽出されたブレイクポイントを用いてキー及びキー値を抽出し、これらを符号化する段階と、

前記符号化されたキー及びキー値をエントロピー符号化し、これらを符号化してビットストリームを求める段階と、を具備し、前記キー値の符号化は差分パルス符号変調(DPCM)量子化方式によることを特徴とするアニメーション軌跡の圧縮方法。

10

【請求項11】

符号化されたビットストリームが入力されると、これをエントロピーデコーディングする段階と、

前記エントロピーデコーディングされた結果から、キー及びキー値を復号化する段階と、

前記復号化されたキー及びキー値に基づく線形補間法によって空のキー値を求め、元のアニメーション軌跡を復元する段階と、

を具備し、前記キーの復号化は差分パルス符号変調(DPCM)逆量子化方式によることを特徴とするアニメーション軌跡の復元方法。

20

【請求項12】

符号化されたビットストリームが入力されると、これをエントロピーデコーディングする段階と、

前記エントロピーデコーディングされた結果から、キー及びキー値を復号化する段階と、

前記復号化されたキー及びキー値に基づく線形補間法によって空のキー値を求め、元のアニメーション軌跡を復元する段階と、

を具備し、前記キー値の復号化は差分パルス符号変調(DPCM)逆量子化方式によることを特徴とするアニメーション軌跡の復元方法。

【請求項13】

アニメーション軌跡が符号化されたビットストリームの生成方法において、

アニメーション軌跡の各ブレイクポイントのx、y、z座標に対応するキー値の中で、どの座標軸のキー値が選択されたかを示すアレイ型キーフラグと、

各ブレイクポイントでx、y、z座標に対応するキー値の中から少なくとも1つのキー値が選択されることを示すアレイ型キーと、

各ブレイクポイントで選択されたキー値を示すアレイ型キー値と、をデータフォーマットに含ませることを特徴とするビットストリームの生成方法。

30

【請求項14】

X、Y、Z座標軸に対応する、キー値の最小値と、X、Y、Z座標軸に対応する、キー値の最大値とを更にデータフォーマットに含ませることを特徴とする請求項13に記載のアニメーション軌跡が符号化されたビットストリームの生成方法。

40

【請求項15】

前記アレイ型キーフラグは、M(M n、nは元のキーの個数)個のデータを含むことを特徴とする請求項13に記載のアニメーション軌跡が符号化されたビットストリームの生成方法。

【請求項16】

前記アレイ型キーは、M(M n、nは元のキーの個数)個のデータを含むことを特徴とする請求項13に記載のアニメーション軌跡が符号化されたビットストリームの生成方法。

【請求項17】

50

前記キー値は、 x 軸に対する p ($p = n$ 、 n はキーの個数)個の第1キー値、 y 軸に対する q ($q = n$ 、 n はキーの個数)個の第2キー値及び z 軸に対する r ($r = n$ 、 n はキーの個数)個の第3キー値を具備することを特徴とする請求項13に記載のアニメーション軌跡が符号化されたビットストリームの生成方法。

【請求項18】

(a) 元のアニメーション軌跡の上にあるブレークポイントの中から両端の2個のブレークポイントを選択する段階と、

(b) 前記選択された両端のブレークポイントを除いた残りのブレークポイントの中から1個のブレークポイントを選択する段階と、

(c) 前記選択されたブレークポイントを用いて、前記選択されたブレークポイントを除いた残りのブレークポイントのキー値を補間する段階と、 10

(d) 前記選択されたキー値及び前記補間されたキー値に基づいて近似化された軌跡を形成し、元のアニメーション軌跡と前記近似化されたアニメーション軌跡との差が最小であるアニメーション軌跡を選択し、前記選択されたアニメーション軌跡に対応するブレークポイントを選択する段階と、

(e) 前記選択されたブレークポイントを除いた残りのブレークポイントの中から1個のブレークポイントを選択した後、前記(c)段階を再び繰り返し、前記元のアニメーション軌跡と前記近似化されたアニメーション軌跡との差が許容差よりも小さくなるまで繰り返す段階と、

を含むことを特徴とするアニメーション軌跡のブレークポイント抽出方法。 20

【請求項19】

前記元のアニメーション軌跡と前記近似化されたアニメーション軌跡との差は、元のアニメーション軌跡及び近似化された軌跡によって形成される台形およびネジレ台形の面積の和で表現されることを特徴とする請求項18に記載のアニメーション軌跡のブレークポイント抽出方法。

【請求項20】

前記元のアニメーション軌跡と前記近似化されたアニメーション軌跡との差は、回転インターポレータの場合に、元のアニメーション軌跡に対する回転変換と前記近似化された軌跡に対する回転変換との差である差分回転変換における差分回転角として定義されることを特徴とする請求項18に記載のアニメーション軌跡のブレークポイント抽出方法。 30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、3次元グラフィックスモデルのアニメーションに係り、特にアニメーションに使用されるアニメーション軌跡(path)を、線形近似化の手法を用いて圧縮及び復元する装置、この装置で行われる圧縮及び復元方法、並びにこのためのデータのフォーマットに関する。

【0002】

【従来の技術】

グラフィックスに基づいた3次元アニメーション(animation; 動画)の場合、 40
3次元モデルで表現されたオブジェクト(客体)のアニメーションに対する空間上の動き、回転、モデル自体のモルフィング(morphing)、色の変移などを表現するためにインターポレータ(interpolator)が使用される。

【0003】

図1は、一般の3次元アニメーションにおけるアニメーション軌跡を説明するための図であって、縦軸はキー値(KEY VALUE)を、横軸はキー(KEY)を各々示す。

図1に示すアニメーション軌跡20は3次元モデル10のアニメーションの痕跡を表現したものである。このアニメーション情報の軌跡(アニメーション軌跡)20は、図1に示すように経時的に変化する2次元曲線の形態を有する。アニメーション軌跡20を表現する方式は種々あり、このような様々な方式は1989年に、Prentice Hall 50

社から出版された「Fundamentals of Digital Image Processing」の第9章に開示されている。

【0004】

インターポレータによる表現では図1に示すような曲線状のアニメーション軌跡20を複数のセグメント(分節)を用いて直線状に分けて表現することができる。このような表現において必要な情報は、各直線のブレイクポイント(break point;分節点)または頂点である。

ここで、前記「ブレイクポイント」または「頂点」は、図1に示すアニメーション軌跡20において黒色の点「」で表されている。線形補間(または挿入)(Linear Interpolation)の手法を用いると、これらの各ブレイクポイントから元の曲線を復元することができる。

10

【0005】

図2は、仮想現実モデリング言語(VRML:Virtual Reality Modeling Language)、またはMPEG(Moving Picture Expert Group)-4で使用されるアニメーション軌跡の表現例(Scalar Interpolator)を示す図である。ここで処理されるべき情報はキー及びキー値を含み、与えられた情報から前記線形補間作業が行われる。

【0006】

インターポレータの種類には大別して6種、すなわち、スカラーインターポレータ、位置インターポレータ、回転インターポレータ、座標インターポレータ、法線インターポレータ及び色インターポレータがある。

20

ここで、スカラーインターポレータは、図2に示すように表現することができる。各インターポレータの種類、特徴及び機能を次の表1に示す。表1に示すように、与えられたキーとこれらのキーによるキー値の集合という点において、これらのインターポレータは相等的しい。

【0007】

【表1】

種類	特徴	機能
スカラーインターポレータ	スカラー変化量の線形挿入	広さ、半径、強度などの表現
位置インターポレータ	3次元座標上の球面への線形挿入	3次元空間上の平行移動
回転インターポレータ	3次元座標軸と回転量の線形挿入	3次元空間上の回転
座標インターポレータ	3次元モデルの座標変化量の線形挿入	3次元モルフィング
法線インターポレータ	3次元法線座標の球面への線形挿入	3次元法線ベクトルの変化表現
色インターポレータ	色相情報の線形挿入	色相変化量の表現

30

【0008】

図3は、3次元アニメーションのデータ形式を説明するための図面であって、エンコーダ30、デコーダ40及び3次元アニメーションファイルフォーマット50を示す。

ここで、エンコーダ30からデコーダ40に出力される3次元アニメーションファイルフォーマット50は、モデルデータ、アニメーションデータ、属性、ビデオ/テクスチャー及びサウンドで構成されている。

【0009】

図3を参照すると、インターポレータは3次元アニメーション軌跡を効率よく表現するアニメーションデータに該当する。VRML/MPEG-4で表現される3次元アニメーションデータは、図3に示すような情報で構成される。従来のオーディオ、ビデオ、3次元

40

50

モデルに対しては、標準化された圧縮技術が提供されていたが、アニメーション軌跡を決定するインターポレータの場合には、表現中心の汎用圧縮技術のみが提供されている。オーディオ/ビデオを除いたアニメーションの場合、アニメーション軌跡のデータ量は、3次元モデルと共にデータの大部分を占めることになる。したがって、3次元モデルの圧縮技術と共にアニメーション軌跡に対する圧縮技術が必須である。MPEG-4 BIFS (Binary Format for Scene) でアニメーションに対する基本的な量子化/圧縮方法を提供するが、これはインターポレータのための専用圧縮技術ではない汎用圧縮技術であって、圧縮性能が脆弱という問題点がある。これについては、2000年にニューヨークで開催されたマルチメディア及びエキスポに関する国際会議 (International Conference on multimedia and Expo) の会報に記載されている、Euee S. Jang によって発表された「3D Animation Coding: its History and Framework」で開示されている。

10

【0010】

図4(A)及び図4(B)は各々、前記アニメーション軌跡に対する従来の圧縮装置及び復元装置のブロック図であって、図4(A)に示す従来の圧縮装置はスカラー量子化部60を有して構成され、図4(B)に示す従来の復元装置はスカラー逆量子化部70を有して構成されている。

【0011】

図4(A)に示すスカラー量子化部60は、元のアニメーション軌跡がkey、key_value (ここで、keyはキーを、key_valueはキー値を各々示す。)の形で入力端子IN1を通して入力されてスカラー量子化され、このようにスカラー量子化された結果である符号化されたビットストリームは、出力端子OUT1を通して出力される。また、図4(B)に示すスカラー逆量子化部70は、符号化されたビットストリームを、入力端子IN2を通して入力され、復元されたアニメーション軌跡(key、key_value)の形のデータとして出力端子OUT2を通して出力する。

20

【0012】

従来のMPEG-4 BIFSでのインターポレータの圧縮は、図4(A)に示すようにスカラー量子化を経て実行される。図4(A)に示す従来の圧縮過程は、インターポレータのみならず、BIFSでの圧縮が要求されるあらゆる要素にも共通して提供される方式である。図4(B)に示す従来の復元装置に入力された符号化されたビットストリームは、圧縮の順序を逆に実行することによりスカラー逆量子化部70を経てアニメーション軌跡が復元される。図4(A)及び図4(B)では、インターポレータから提供されるキー及びキー値等が各種類ごとの特性を考慮することなく同じ方式で圧縮されるので、十分な圧縮効果を発揮することができないという問題点がある。

30

【0013】**【発明が解決しようとする課題】**

前記問題点を解決するために、本発明の第1の目的は、インターポレータ形式のアニメーションデータを効率よく圧縮して、迅速なデータの伝送及び記憶を可能にする、線形近似化の手法を用いたアニメーション軌跡の圧縮装置及びその方法を提供することにある。

40

【0014】

また、本発明の第2の目的は、圧縮されたアニメーション軌跡のデータを効率的に復元することができるアニメーション軌跡の復元装置及びその方法を提供することにある。

【0015】

更に、本発明の第3の目的は、アニメーション軌跡データの圧縮に用いられるアニメーション軌跡に対する圧縮用データフォーマットを提供することにある。

【0016】**【課題を解決するための手段】**

前記第1の目的を達成するために、本発明に係る第1の態様は、アニメーション軌跡から所定数のブレイクポイントを抽出し、前記抽出されたブレイクポイントに対応するキー及

50

びキー値を出力する補間分析部と、前記補間分析部から出力されるキーを符号化するキー符号化部と、前記補間分析部から出力されるキー値を符号化するキー値符号化部と、前記キー符号化部、及びキー値符号化部で符号化されたキー、及びキー値を、エントロピー符号化して符号化されたビットストリームとして出力するエントロピーエンコーダとを具備することを特徴とするアニメーション軌跡の圧縮装置を提供する。

【0017】

本発明に係る第2の態様は、前記第1の態様において、補間分析部が、元のアニメーション軌跡のブレイクポイントの中から抽出された所定数のブレイクポイントによって得られるアニメーション軌跡と、元のアニメーション軌跡との差を最小化させる方向に、前記ブレイクポイントの個数を決定することを特徴とするアニメーション軌跡の圧縮装置を提供する。

10

また、本発明に係る第3の態様は、前記第1の態様において、キー符号化部が、補間分析部から入力されたキーを、差分パルス符号変調(DPCM: Differential Pulse Coding Modulation)量子化方式によって符号化することを特徴とするアニメーション軌跡の圧縮装置を提供する。

更に、本発明に係る第4の態様は、前記第1の態様において、キー値符号化部が、補間分析部から入力されたキー値を、差分パルス符号変調(DPCM)量子化方式によって符号化することを特徴とするアニメーション軌跡の圧縮装置を提供する。

【0018】

また、本発明に係る第5の態様は、前記第1の態様において、補間分析部が、元のアニメーション軌跡の両端の点を出発点として、各ブレイクポイントの中から元のアニメーション軌跡との差が最小となるように近似化された軌跡を示すブレイクポイントを探し出し、近似化されたアニメーション軌跡が前記元のアニメーション軌跡と近づくまでこのような過程を繰り返すことを特徴とするアニメーション軌跡の圧縮装置を提供する。

20

更に、本発明に係る第6の態様は、前記第5の態様において、前記ブレイクポイントが、元のアニメーション軌跡と、近似化されたアニメーション軌跡との面積の差を最小化させるように決定されることを特徴とするアニメーション軌跡の圧縮装置を提供する。

そして、本発明に係る第7の態様は、前記第3または第4の態様において、前記差分パルス符号変調(DPCM)量子化方式が、現在値と直前値との差を符号化する、あるいは、直前値と更にその直前値との差に直前値を足した近似値と、現在値との差を符号化することを特徴とするアニメーション軌跡の圧縮装置を提供する。

30

【0019】

前記第2の目的を達成するために、本発明に係る第8の態様は、符号化されたビットストリームが入力されると、このビットストリームをエントロピーデコーディングするエントロピーデコーダと、前記エントロピーデコーディングされた結果が入力されると、そのキーを復号化するキー復号化部と、前記エントロピーデコーディングされた結果が入力されると、そのキー値を復号化するキー値復号化部と、前記キー復号化部、及びキー値復号化部によって復号化されたキー、及びキー値に基づく線形補間の手法によって、空のキー値を求めて元のアニメーション軌跡に復元する補間復元部とを具備することを特徴とするアニメーション軌跡の復元装置を提供する。

40

【0020】

本発明に係る第9の態様は、前記第8の態様において、キー復号化部が、エントロピーデコーダから入力されたデコーディングされた結果を、差分パルス符号変調(DPCM)逆量子化方式によって復号化することを特徴とするアニメーション軌跡の復元装置を提供する。

また、本発明に係る第10の態様は、前記第8の態様において、キー値復号化部が、エントロピーデコーダから入力されたデコーディングされた結果を、差分パルス符号変調(DPCM)逆量子化方式で復号化することを特徴とする請求項8に記載のアニメーション軌跡の復元装置を提供する。

【0021】

50

前記第1の目的を達成するために、本発明に係る第11の態様は、元のアニメーション軌跡から所定数のブレイクポイントを抽出する段階と、前記抽出されたブレイクポイントを用いてキー及びキー値を抽出し、これらを符号化する段階と、前記符号化されたキー及びキー値をエントロピー符号化し、これらを符号化してビットストリームを求める段階とを具備することを特徴とするアニメーション軌跡の圧縮方法を提供する。

【0022】

前記第2の目的を達成するために、本発明に係る第12の態様は、符号化されたビットストリームが入力されると、これをエントロピーデコーディングする段階と、前記エントロピーデコーディングされた結果から、キー及びキー値を復号化する段階と、前記復号化されたキー及びキー値に基づく線形補間の手法によって空のキー値を求め、元のアニメーション軌跡を復元する段階とを具備することを特徴とするアニメーション軌跡の復元方法を提供する。

10

【0023】

前記第3の目的を達成するために、本発明に係る第13の態様は、アニメーション軌跡の各ブレイクポイントのx、y、z座標に対応するキー値の中で、どの座標軸のキー値が選択されたかを示すアレイ型キーフラグと、各ブレイクポイントでx、y、z座標に対応するキー値の中から少なくとも1つのキー値が選択されることを示すアレイ型キーと、各ブレイクポイントで選択されたキー値を示すアレイ型キー値とを具備することを特徴とするアニメーション軌跡が符号化されたビットストリームのデータフォーマットを提供する。

【0024】

本発明に係る第14の態様は、前記第12の態様において、X、Y、Z座標軸に対応するキー値の最小値と、X、Y、Z座標軸に対応する、キー値の最大値とを更に含んで構成されることを特徴とするアニメーション軌跡が符号化されたビットストリームのデータフォーマットを提供する。

20

また、本発明に係る第15の態様は、前記第12の態様において、アレイ型キーフラグが、 M ($M \geq n$ 、 n は元のキーの個数)個のデータを含むことを特徴とするアニメーション軌跡が符号化されたビットストリームのデータフォーマットを提供する。

更に、本発明に係る第16の態様は、前記第12の態様において、前記アレイ型キーが、 M ($M \geq n$ 、 n は元のキーの個数)個のデータを含むことを特徴とするアニメーション軌跡が符号化されたビットストリームのデータフォーマットを提供する。

30

そして、本発明に係る第17の態様は、前記第12の態様において、前記キー値は、x軸に対する p ($p \geq n$ 、 n はキーの個数)個の第1キー値、y軸に対する q ($q \geq n$ 、 n はキーの個数)個の第2キー値及びz軸に対する r ($r \geq n$ 、 n はキーの個数)個の第3キー値を具備することを特徴とするアニメーション軌跡が符号化されたビットストリームのデータフォーマットを提供する。

【0025】

前記第3の目的を達成するために、本発明に係る第18の態様は、(a)元のアニメーション軌跡の上にあるブレイクポイントの中から両端の2個のブレイクポイントを選択する段階と、(b)前記選択された両端のブレイクポイントを除いた残りのブレイクポイントの中から1個のブレイクポイントを選択する段階と、(c)前記選択されたブレイクポイントを用いて、前記選択されたブレイクポイントを除いた残りのブレイクポイントのキー値を補間する段階と、(d)前記選択されたキー値、及び前記補間されたキー値に基づいて近似化された軌跡を形成し、元のアニメーション軌跡と前記近似化されたアニメーション軌跡との差が最小であるアニメーション軌跡を選択し、前記選択されたアニメーション軌跡に対応するブレイクポイントを選択する段階と、(e)前記選択されたブレイクポイントを除いた残りのブレイクポイントの中から1個のブレイクポイントを選択した後、前記(c)段階を再び繰り返し、前記元のアニメーション軌跡と前記近似化されたアニメーション軌跡との差が許容差よりも小さくなるまで繰り返す段階とを含むことを特徴とするアニメーション軌跡のブレイクポイント抽出方法を提供する。

40

【0026】

50

本発明に係る第19の態様は、前記第18の態様において、元のアニメーション軌跡と前記近似化されたアニメーション軌跡との差が、元のアニメーション軌跡、及び近似化された軌跡によって形成される台形、またはネジレ台形の面積の和で表現されることを特徴とするアニメーション軌跡のブレイクポイント抽出方法を提供する。

本発明に係る第20の態様は、前記第18の態様において、元のアニメーション軌跡と前記近似化されたアニメーション軌跡との差が、回転インターポレータの場合に、元のアニメーション軌跡に対する回転変換と前記近似化された軌跡に対する回転変換との差である差分回転変換における差分回転角として定義されることを特徴とするアニメーション軌跡のブレイクポイント抽出方法を提供する。

【0027】

なお、本発明では、VRML/MPEG-4で一般に使用されているインターポレータ表現を用いることができる。このインターポレータが使用される分野は、主にオンラインコンピュータゲーム、アニメーション広告である。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、添付した図面に基づき本発明を詳細に説明する。

図5(A)は本発明に係るアニメーション軌跡の圧縮装置のブロック図である。図5(A)に示すように、本発明に係るアニメーション軌跡の圧縮装置は、補間分析部80、キー符号化部82、キー値符号化部84及びエントロピーエンコーダ86を含んで構成される。また、図5(B)は本発明に係るアニメーション軌跡の復元装置のブロック図である。図5(B)に示すように、本発明に係るアニメーション軌跡の復元装置は、エントロピーデコーダ90、キー復号化部92、キー値復号化部94及び補間復元部96を含んで構成される。

【0029】

図5(A)に示す本発明に係るアニメーション軌跡の圧縮装置に含まれる補間分析部80は、符号化するキーとキー値とを選定するものであり、各種インターポレータの特性を考慮して設計することができる。詳細な説明は後述する。

図6は、図5(A)に示す本発明に係るアニメーション軌跡の圧縮装置において、本発明に係る望ましい1実施形態のブロック図である。本発明に係る1実施形態のアニメーション軌跡の圧縮装置は、図6に示すように、正規化部100及びブレイクポイント最小化部102を含む補間分析部80、差分パルス符号変調(DPCM: Differential Pulse Coding Modulation)量子化部104を含むキー符号化部82、DPCM量子化部106を含むキー値符号化部84及びエントロピーエンコーダ86を含んで構成されている。

【0030】

図7は、図5(B)に示す本発明に係るアニメーション軌跡の復元装置において、本発明に係る望ましい1実施形態のブロック図である。本発明に係る1実施形態のアニメーション軌跡の復元装置は、図7に示すように、エントロピーデコーダ90、DPCM逆量子化部126を含むキー復号化部92、DPCM逆量子化部128を含むキー値復号化部94及びキー及びキー値復元部95を含む補間復元部96を有して構成されている。

【0031】

補間分析部80(図5(A)、図6)の入力として提供されるインターポレータ表現は、キー(K)とキー値(KV)とを含む。図6に示す本発明に係る1実施形態のアニメーション軌跡の圧縮装置において、補間分析部80は、入力端子IN3を通して入力されたアニメーション軌跡が最小のブレイクポイントで表示されるようにブレイクポイントの個数を調節するようになっている。アニメーション軌跡に対する元のブレイクポイントの個数がN個であれば、補間分析部80を経て出るブレイクポイントの個数はM(M<N)個に調整される。すなわち、補間分析部80は、入力端子IN3を通して入力された元のアニメーション軌跡からブレイクポイントを抽出する役割を果たす。

【0032】

10

20

30

40

50

インターポレータでは、キーとキー値は各々正規化して使用される。このため、正規化部 100 (図6)は、入力端子IN3を通して入力した元のアニメーション軌跡で、キー及びキー値を各々正規化してブレイクポイント最小化部102に出力する。VRMLによって支持されるkeyは0以上1以下の値を有する。




【0033】

補間分析部80 (図6)がブレイクポイントの個数を調整する方式としては、調整されたブレイクポイントによって形成されるアニメーション軌跡と元のアニメーション軌跡との差を最小化させる方向でブレイクポイントの個数を決定する方式を採用することができる。このとき、ブレイクポイント最小化部102は、正規化部100から出力される、正規化されたキー及びキー値から最小限のブレイクポイントが抽出されるようにする。例えば、位置インターポレータの場合、実際の軌跡と、補間分析部80を通して決定される量子化された軌跡との間に最小の面積誤差が生じるようにブレイクポイントを決定することができる。

10

【0034】

一方、図6に示すブレイクポイント最小化部102で実行される線形近似化法を用いたブレイクポイントの抽出方法について説明すると次の通りである。

図8から図15は、線形近似化の手法を用いたブレイクポイント抽出の本発明に係る望ましい1実施形態を説明するための図面であって、アニメーション軌跡の上に表示された各点はブレイクポイントを示す。図8は元のアニメーションの軌跡を表し、図9は軌跡の両端の点A、Bを探す状態を表し、図10は元の軌跡と最も近いブレイクポイントを選択する過程を表し、図11は1次抽出されたブレイクポイントA、B、C (図中、白抜きの点「」で示す)を表し、図12は元の軌跡と近い2次ブレイクポイントを抽出する過程を表し、図13は2次抽出されたブレイクポイントA、B、C、D (図中、白抜きの点「」で示す)を表し、図14は3次抽出されたブレイクポイントA、B、C、D、Eを表し、図15は4次抽出されたブレイクポイントA、B、C、D、E、F (図中、白抜きの点「」で示す)を表す。

20

【0035】

与えられた元のアニメーション軌跡が図8に示すような軌跡である場合、元のアニメーション軌跡のブレイクポイント(N個)の中で、元の軌跡との間の差が最小化となるような近似化された軌跡を示すブレイクポイント(M個、 $2 \leq M \leq N$)を探し出す過程が、両端の点A、Bを出発点として繰り返される。このような過程を、図9から図15に示す。その際、前記ブレイクポイントの抽出は、前記のように近似化された軌跡が元の軌跡に十分に近い状態であると判断されるまで反復される。

30

【0036】

以下、元のアニメーション軌跡と、近似化されたアニメーション軌跡との面積の差を用いて、近似化された軌跡と実際の軌跡との間の差を求める方法について、添付した図面を参照しながらに説明する。

図16は、実際のアニメーション軌跡200と近似化されたアニメーション軌跡210との差を求める方法を説明するための図面である。図16を参照すると、前記両者の軌跡の差は、台形またはネジレ台形で表現されている。下記式(1)は図16に示す台形(D TRAPEZOID:台形D)の面積を求める公式であり、下記式(2)は図16に示すネジレ台形(TWISTED TRAPEZOID)の面積を求める公式である。したがって、実際のアニメーション軌跡200と近似化されたアニメーション軌跡210との差は、台形とネジレ台形の面積の和で表現され、これらの台形の面積の和(図16中、破線で囲んだ範囲内の台形またはネジレ台形の和)が下記式(3)で表される前記両者の軌跡の面積差 D_A となる。

40

【0037】

【数1】

$$D_{trapezoid} = \frac{(a+b)h}{2} \quad \dots (1)$$

【 0 0 3 8 】

【 数 2 】

$$D_{twisted_trapezoid} = \frac{1}{2} \frac{(a^2 - b^2)}{a+b} \quad \dots (2)$$

10

【 0 0 3 9 】

【 数 3 】

$$D_A = \sum_i D_{trapezoid} + \sum_j D_{twisted_trapezoid} \quad \dots (3)$$

【 0 0 4 0 】

本発明にあっては、前記式(3)で表される面積差 D_A を最小化させる方向にブレークポイントを抽出するものである。前述したように、ブレークポイント最小化部102が、前記ブレークポイントを抽出するようになっている。すなわち、図6に示す補間分析部80を經由して、アニメーション軌跡の基本的ブレークポイントが抽出される。

20

なお、無損失処理が必要な場合には、前記抽出されたブレークポイントの個数(M)は元のブレークポイントの個数と同一であってもよい。

【 0 0 4 1 】

また、位置インターポレータの場合、キー値がX、Y、Z座標軸の3次元空間上の位置を表示するために、アニメーション軌跡は、X、Y、Z座標軸上の3つの曲線で表される。図6の補間分析部80は、前記座標軸の各軸で独立してブレークポイントの抽出を行なうことができる。その際、前記座標軸の各軸ごとにブレークポイントは異なる。以下に示す表2は、8つのブレークポイントP0、P1、P2、P3、P4、P5、P6、P7を有する実際の軌跡を、補間分析部80を經由させることによって、新たなブレークポイントを抽出した結果を示す。

30

【 0 0 4 2 】

【 表 2 】

ブレークポイント	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Kv _x	0	X	X	X	0	X	X	0
Kv _y	0	X	0	X	0	X	X	0
Kv _z	0	X	0	X	X	0	X	0
Key	0	X	0	X	0	0	X	0
key_flag	7	-	6	-	3	4	-	7

40

【 0 0 4 3 】

表2において、key_flagはキーフラグを、k v_x、k v_y及びk v_zは各々、座標軸X、Y、Zに対応するキー値を示す。

ここで、「0」は各ブレークポイントで当該軸に対応するキー値が選択されたこと(例えば、ブレークポイントP0に対してX軸キー値k v_xが選択されたこと)を意味し、「X」は各ブレークポイントで当該軸に該当するキー値が選択されなかったことを意味する。キーフラグは各ブレークポイントでx、y、z座標に対応するキー値の中で、どの軸のキー値が選択されたかを示し、例えば、「7」はあらゆる軸のキー値が選択されたことを意味し、「6」はx軸のキー値k v_xが選択されず、残りは選択されたことを意味する。

【 0 0 4 4 】

50

表 2 に示すように、ブレークポイント P 1、P 3、P 6 は、X、Y、Z の座標軸に対応するキー値の中からいずれのキー値も選択されず ($k v_x$ 、 $k v_y$ 、 $k v_z$ が「X」で示されている)、不要なブレークポイントであると判定されたものである (キーフラグにおいて、「-」と表示されている)。

【 0 0 4 5 】

また、表 2 の P 0、P 7 は、軌跡の両端の点であり、あらゆる軸でブレークポイントとして抽出された場合を示し、P 2 は X 軸ではブレークポイントとして選択されなかったが、他の軸ではブレークポイントとして選択されたものである。したがって、図 6 の補間分析部 8 0 では、元の 8 つのブレークポイントの代わりに、5 つのブレークポイントに対応するキーが選定され、この選定されたブレークポイントに対応して各軸のキー値が決定される。表 2 ではキーが 5 つ、キー値が 1 1 個必要な場合が示されている。このようなキーとキー値との対応関係は、付加的に伝送されるキーフラグ ($k e y_f l a g$) によって表現される。このような表現によって、キーとキー値の個数は、実際の軌跡に対応する $4 \times 8 = 3 2$ から、1 6 個のキーとキー値、更に 1 つの付加的なキーフラグ ($k e y_f l a g$) に減少することになる。本発明にあっては、このような過程を通して表現の簡素化が実行される。

10

【 0 0 4 6 】

図 2 4 から図 2 9 は、球面の線形近似化法を用いたブレークポイント抽出の、本発明に係る望ましい更に他の実施形態を説明するための図面であって、回転インターポレータでブレークポイント (または「キーフレーム」とも言う。) を減少させる方法に関するものである。

20

【 0 0 4 7 】

図 2 4 は元のアニメーション軌跡の上で、各時間での $n + 1$ 個の各ブレークポイントにおけるキー値 (Q_0 、 Q_1 、 Q_2 、...、 Q_n) を示しており、これらのキー値に対応する点を黒色の点 (図中「 \bullet 」) で示す。図 2 5 に示すように、まずアニメーション軌跡の上にある各ブレークポイントの中から両端の 2 個のブレークポイント (Q_0 、 Q_n) を選択する。このように選択された点を白抜きの点 (図中「 \circ 」) で示す。

【 0 0 4 8 】

図 2 6 は、前記のように選択された両端のブレークポイントを除いた残りのブレークポイントの中から 1 個のブレークポイント (3 番目のブレークポイント) を選択する過程を示す図である。この際、3 番目のブレークポイント候補を選択する方法は全部で $n - 1$ 種ある。図 2 6 は、2 種の候補 (Q_1 、 Q_k) 選択した例を示している。そして、前記 $n - 1$ 種の候補の各々に対して選択された合計で 3 つのブレークポイントを用いて、選択されなかったブレークポイントのキー値を、球面の線形補間法によって補間する。元のアニメーション軌跡を、この補間法によって求めた $n - 1$ 種のアニメーション軌跡の候補と各々比較してアニメーション軌跡の誤差が最小となるアニメーション軌跡を選択し、このアニメーション軌跡の選択によって、 $n - 1$ 種のブレークポイント候補の中から選択されたアニメーション軌跡の候補に対応したブレークポイントを選択する。図 2 7 では、その 1 例として候補 2 の軌跡が選択されたことを示している。軌跡間の誤差は平均誤差 E_m を用いて求められる。

30

40

【 0 0 4 9 】

そして、図 2 8 に示すように、図 2 7 で選択された 3 つのブレークポイントを除いた残りのブレークポイントの中から 1 個のブレークポイントを選択した後、前述した図 2 6、図 2 7 に示すような過程を実行して 4 番目のブレークポイントを選択する。一例として図 2 9 は候補 1 の軌跡が選択されたことを示す。そして、図 2 8 と関連したブレークポイント選択過程を、平均誤差が許容誤差より小さくなるまで反復して元の軌跡のブレークポイントの個数と同一、あるいは元の軌跡のブレークポイントの個数よりも少ない数のブレークポイントを抽出する。

【 0 0 5 0 】

また、前述した平均誤差 E_m は、次のようにして求めることができる。まず、量子化誤差

50

を、元のアニメーション軌跡に対する回転変換と、復元されたアニメーション軌跡に対する回転変換との差の差分回転変換での差分回転角として定義する。すなわち、下記記号 (S1) は回転インターポレータのノードに属した1つのキー値を示し、これを復号化器で復元したキー値を下記記号 (S2) で表す場合 (但し、下記ベクトル (S3) は回転軸を示し、下記記号 (S4) は回転量を示し、その範囲は下記記号 (S5) を満たす。)、下記記号 (S1) と下記記号 (S2) とにより、3次元空間上の任意の位置ベクトル (S6) からベクトル (S7) 及びベクトル (S8) への回転変換が行われるとき、生じる量子化誤差は下記ベクトル (S7) と下記ベクトル (S8) との差から求められる。この量子化誤差は下記式 (E) で表される関係を成立させる。

ここで、下記ベクトル (S6)、ベクトル (S7)、ベクトル (S8) を四元数 (quaternion) で表すと下記式 (5)、(5') で定義される。 10

【0051】

【数4】

$$(\bar{r}, \theta) \quad \dots (S1)$$

【0052】

【数5】

$$(\bar{r}', \theta') \quad \dots (S2)$$

20

【0053】

【数6】

$$\bar{r} \quad \dots (S3)$$

【0054】

【数7】

$$\theta \quad \dots (S4)$$

【0055】

【数8】

$$\theta \in [-\pi, \pi] \quad \dots (S5)$$

30

【0056】

【数9】

$$\bar{x} \quad \dots (S6)$$

【0057】

【数10】

$$\bar{y} \quad \dots (S7)$$

40

【0058】

【数11】

$$\bar{y}' \quad \dots (S8)$$

【0059】

【数12】

50

$$\vec{e}(\vec{x}) = \vec{y} - \vec{y}' \quad \dots (E)$$

【 0 0 6 0 】

【 数 1 3 】

$$\begin{cases} X = (0, \vec{x}) \\ Y = (0, \vec{y}) \\ Y' = (0, \vec{y}') \end{cases} \quad \dots (4)$$

【 0 0 6 1 】

10

回転変換を示す前記 (S 1) と (S 2) とを四元数で表現したものを、各々 Q と Q ' とする場合、下記式 (5)、(5 ') が導出される。

【 0 0 6 2 】

【 数 1 4 】

$$Y = Q * X * Q^* \quad \dots (5)$$

$$X = Q^* * Y * Q \quad \dots (5')$$

【 0 0 6 3 】

前記式 (5)、(5 ') において、A * B の形は A と B との四元数乗算を表し、A * は A の共役複素数を意味する。前記式 (5)、(5 ') によって下記式 (6) が導出される。

20

【 0 0 6 4 】

【 数 1 5 】

$$Y' = Q' * X * Q'^* = Q' * Q^* * Y * Q * Q'^* = Q'' * Y * Q''^* \quad \dots (6)$$

【 0 0 6 5 】

前記式 (6) 中、Q'' は前記ベクトル (S 7) とベクトル (S 8) との回転変換関係を示す値であって下記式 (7) で定義される。

30

【 0 0 6 6 】

【 数 1 6 】

$$Q'' = Q' * Q^* \quad \dots (7)$$

【 0 0 6 7 】

前記式 (7) より、前記ベクトル (S 7) とベクトル (S 8) との差分回転角を θ'' とすれば、四元数変換式と前記式 (7) とから、差分回転角 θ'' は下記式 (8) より求められる。

【 0 0 6 8 】

40

【 数 1 7 】

$$\theta'' = 2 \cos^{-1} q_0'' = 2 \cos^{-1} (Q' \cdot Q), \theta'' \in [0, \pi], q_0'' = Q' \cdot Q \quad \dots (8)$$

【 0 0 6 9 】

前記式 (1 0) 中、「 \cdot 」は内積の演算を意味する。前記式 (8) はアニメーションの全てのブレイクポイントの中で、ある特定時間に現れる瞬時量子化誤差を表す。アニメーションの全区間の量子化誤差を求める式を導出するために特定時間 t における瞬時量子化誤差を表すと下記式 (9) の通りである。

【 0 0 7 0 】

50

【数 18】

$$e(t) = 2 \arccos(Q(t) \cdot Q'(t)) \quad \dots (9)$$

【0071】

前記式(9)を、回転インターポレータがアニメーションを行なう全てのブレイクポイントの区間に拡張し、この全体区間 $[t_0, \dots, t_L]$ に対する平均エラー E_m 及び最大エラー E_p を導出すると下記式(10)の通りである。

【数 19】

$$\begin{cases} E_m = \sqrt{\frac{1}{t_L - t_0} \int_0^t e^2(t) dt} \\ E_p = \max |e(t)| \end{cases} \quad \dots (10)$$

10

【0072】

ここで、平均エラー E_m を求めるために区間 $[t_{i-1}, t_i]$ で、下記式(11)で表される部分和をまず求める。

【0073】

【数 20】

$$E_m^i = \int_{i-1}^i e^2(t) dt = 4 \int_{i-1}^i \arccos^2(Q(t) \cdot Q'(t)) dt \quad \dots (11)$$

20

【0074】

一方、下記式(12)が成り立ち、これより、下記式(13)が導出される。

【0075】

【数 21】

$$4 \arccos^2(Q(t) \cdot Q'(t)) = \phi^2(\alpha), t = t_{i-1} + \alpha(t_i - t_{i-1}) \quad \dots (12)$$

30

【0076】

【数 22】

$$E_m^i = (t_i - t_{i-1}) \int_0^1 \phi^2(\alpha) d\alpha \quad \dots (13)$$

【0077】

前記式(13)において、下記記号(S10)の関数の積分区間 $[0, 1]$ における定積分を算出するのが比較的難しいため、前記式(13)を下記式(14)に近似する。

【0078】

【数 23】

$$\phi^2(\alpha) \quad \dots (S10)$$

40

【0079】

【数 24】

$$\begin{aligned} \phi(\alpha) &\cong \phi(0) + \alpha(\phi(1) - \phi(0)) \\ \phi^2(\alpha) &\cong \phi^2(0) + \alpha^2(\phi(1) - \phi(0))^2 + 2\alpha\phi(0)(\phi(1) - \phi(0)) \end{aligned} \quad \dots (14)$$

【0080】

50

また、下記式 (1 5) が成り立つ。

【 0 0 8 1 】

【 数 2 5 】

$$\cos \frac{\phi(0)}{2} = Q(t_{i-1}) \cdot Q'(t_{i-1}), \quad \cos \frac{\phi(1)}{2} = Q(t_i) \cdot Q'(t_i) \quad \dots (15)$$

【 0 0 8 2 】

前記式 (1 4) に示すように近似化された関数を用いて、部分和 (下記記号 (S 1 1)) を求めると下記式 (1 6) の通りである。

10

【 0 0 8 3 】

【 数 2 6 】

$$E_m^i \quad \dots (S11)$$

【 0 0 8 4 】

【 数 2 7 】

$$E_m^i \cong \frac{1}{3}(t_i - t_{i-1})(\phi^2(0) + \phi^2(1) + \phi(0)\phi(1)) \quad \dots (16)$$

20

【 0 0 8 5 】

前記式 (1 6) を整理すると、下記式 (1 7) の通りである。

【 0 0 8 6 】

【 数 2 8 】

$$E_m^i \cong \frac{4}{3}(t_i - t_{i-1})(\arccos^2(Q(t_{i-1}) \cdot Q'(t_{i-1})) + \arccos^2(Q(t_i) \cdot Q'(t_i)) + \arccos(Q(t_{i-1}) \cdot Q'(t_{i-1})) \arccos(Q(t_i) \cdot Q'(t_i))) \quad \dots (17)$$

30

【 0 0 8 7 】

前記式 (1 7) で表される部分和 (前記記号 (S 1 1)) を全体区間 [t₀、t_L] で積算して平均エラー E_m を求めると下記式 (1 8) の通りである。

【 0 0 8 8 】

【 数 2 9 】

$$E_m \cong \sqrt{\frac{1}{t_L - t_0} \sum_{i=0}^L E_m^i} \quad \dots (18)$$

【 0 0 8 9 】

このとき、最大エラー E_p は、各区間 [t_{i-1}、t_i] における最大エラー (下記記号 (S 1 2)) を下記式 (1 9) で求めたうちの最大値である。

40

【 0 0 9 0 】

【 数 3 0 】

$$E_p^i \quad \dots (S12)$$

【 0 0 9 1 】

【 数 3 1 】

$$E_p^i \cong \max |e(t)| = \max 2 |\arccos(Q(t) \cdot Q'(t))| \quad \dots (19)$$

【 0 0 9 2 】

以上説明した近似化された関数より、下記式 (2 0) が導出される。

【 0 0 9 3 】

【 数 3 2 】

$$E_p^i \cong \max(\phi(0), \phi(1)) = \max\{2 |\arccos(Q(t_{i-1}) \cdot Q'(t_{i-1}))|, 2 |\arccos(Q(t_i) \cdot Q'(t_i))|\} \quad \dots (20)$$

10

【 0 0 9 4 】

前記式 (2 0) より、全体区間 [t_0 、 t_L] の最大値は、下記式 (2 1) の通りである。

【 0 0 9 5 】

【 数 3 3 】

$$E_p^i \cong \max E_p^i, \text{ for } i = 1, 2, \dots, L \quad \dots (21)$$

【 0 0 9 6 】

図 6 に示す補間分析部 8 0 は、キーの個数、正規化されたキー値の最小値と最大値、キーの解像度、キー値の解像度及びキーフラグの情報 1 1 4 を、エントロピーエンコーダ 8 6 に送る。その際、補間分析部 8 0 は、キー 1 1 0 をキー符号化部 8 2 に送り、正規化されたキー値の最小値と最大値、及びキー値に関する情報 1 1 2 をキー値符号化部 8 4 に送る。

20

【 0 0 9 7 】

次に、キー符号化部 8 2、及びキー値符号化部 8 4 で実行されるキー符号化、及びキー値符号化について説明する。キー及びキー値は、各々キー符号化部 8 2 及びキー値符号化部 8 4 を通して D P C M 方式により量子化圧縮が実行される。このように量子化された情報は、その他の情報と共にエントロピーエンコーダ 8 6 を経て最終圧縮されて符号化されたビットストリームとして出力端子 O U T 3 を通じ出力される。例えば、キー符号化部 8 2 の D P C M 量子化部 1 0 4 は、補間分析部 8 0 から入力されたキーを D P C M 量子化方式で符号化 (すなわち、直前値と現在値との差を符号化) し、符号化された結果をエントロピーエンコーダ 8 6 に出力する。その際、キー値符号化部 8 4 の D P C M 量子化部 1 0 6 は、補間分析部 8 0 から入力されたキー値及びキー値の最小値及び最大値を、D P C M 量子化方式で符号化 (すなわち、直前値と現在値との差を符号化) し、このように符号化された結果をエントロピーエンコーダ 8 6 に出力する。

30

【 0 0 9 8 】

図 1 7 は、量子化過程を示す図面であって、一般に使われる D P C M 符号化方式を示す。図 1 7 を参照すると、キーの場合、下記式 (2 2) で表されるように最終誤差 e を量子化して圧縮する。また、図 1 0 は下記式 (2 2) を説明するための図面である。

40

【 0 0 9 9 】

【 数 3 4 】

$$\begin{aligned}
 K_i &= 0, \text{ for } i < 0 \\
 d1 &= K_{i-1} - K_{i-2}, \\
 \hat{K}_i &= K_{i-1} + d1, \\
 d2 &= K_i - \hat{K}_i, \\
 e &= d2
 \end{aligned}
 \quad \dots (22)$$

【0100】

前記式(22)より、直前値 K_{i-1} と、更にその直前値 K_{i-2} との差 d_1 を求めた後、その差 d_1 に直前値 K_{i-1} を加算した近似値(下記記号(S13))と現在値 K_i との差を最終誤差 e とする。一方、簡単には直前値 K_{i-1} と現在値 K_i との差を最終誤差 e と見なしてもよい。

10

【0101】

【数35】

$$\hat{K}_i \quad \dots (S13)$$

【0102】

図18(A)~(E)は、本発明に係る符号化されたビットストリームのフォーマットを示す図面である。図18(A)は、本発明に係る符号化されたビットストリームのフォーマットであって、キーの個数 n_key 、キーの解像度 k_res 、キー値の解像度 kv_res 、キー値の最小値及び最大値 $[min/max]$ (ここで、 $[]$ 内は min と max の配列を意味する。)230、キーフラグ $[key_flag]$ 232、キー $[key]$ 234及びキー値 $[kv]$ 236で構成される。図18(B)は、図18(A)に示すキー値の最小値及び最大値230のフォーマットを示し、図18(C)はキーフラグ232のフォーマットを示し、図18(D)はキー234のフォーマットを示し、図18(E)はキー値236のフォーマットを示す。

20

【0103】

図18(A)に示すアレ型キー値の最大値及び最小値230は、図18(B)に示すように、X、Y、Zの各座標軸に対応する最小値 min_x 、 min_y 、 min_z 及びX、Y、Zの各座標軸に対応する最大値 max_x 、 max_y 、 max_z で構成される。アレ型キーフラグ232は、図18(C)に示すように n 個(n はキーの個数を示す。)のキーフラグ key_flag_0 、 key_flag_1 、 key_flag_2 、...、 key_flag_{n-1} で構成される。

30

【0104】

ここで、前記の表2に示すブレイクポイントP1、P3、P6のように不要であると分類されたブレイクポイントの値(分節値)に対するキー及びキーフラグに関するデータは省略される。したがって、前記アレ型キー及びキーフラグは、元のキーの個数 n よりも少ないデータより構成することができる。このようなアレ型キー234は、図18(D)に示すように、 n 個のキー key_0 、 key_1 、 key_2 、...、 key_{n-1} で構成される。また、このようなアレ型キー値236は、図18(E)に示すように p ($p \leq n$ 、 n はキーの個数)個の第1キー値 kv_X_0 、...、 kv_X_p 、 q ($q \leq n$ 、 n はキーの個数)の第2キー値 kv_Y_0 、...、 kv_Y_q 及び z ($z \leq n$ 、 n はキーの個数)の第3キー値 kv_Z_0 、...、 kv_Z_r で構成される。

40

【0105】

一方、本発明に係るアニメーション復元装置及びその方法は、前記圧縮過程とは逆の順序で実行される。図7に示すエントロピーデコーダ90は、入力端子IN4を通して入力された符号化されたビットストリームを入力してエントロピーデコーディングし、このようにエントロピーデコーディングされた結果をキー復号化部92及びキー値復号化部94に

50

各々出力する。

【0106】

また、キー復号化部92及びキー値復号化部94(図5(B)、図7)は各々、エントロピーデコーディングされた結果の量子化されたキー及びキー値が入力されると、キーフラグのような付加情報を用いて、前記キー及びキー値を量子化される前のデータに復元させる。すなわち、キー復号化部92はエントロピーデコーディングされた結果が入力されるとキーを復号化し、キー値復号化部94はこのようにエントロピーデコーディングされた結果が入力されるとキー値を復号化する。このため、キー復号化部92は、DPCM逆量子化部126として具現することができる。また、キー値復号化部94は、DPCM逆量子化部128として具現することができる。各DPCM逆量子化部126、128は、エントロピーデコーダ90から入力されたデコーディングされたデータをDPCM逆量子化方式で復号化する。

10

【0107】

また、補間復元部96は、キー復号化部92及びキー値復号化部94で復号化されたデータが入力されると、これらを元のアニメーション軌跡に復元させる。補間復元部96は、エントロピーデコーダ90からキーの個数、正規化されたキー値の最小値と最大値、キーの解像度、キー値の解像度及びキーフラグなどの情報124が入力され、キー復号化部92からキー120が入力され、キー値復号化部94から正規化されたキー値の最小値と最大値、及びキー値に関する情報122が入力される。

【0108】

更に、補間復元部96は、入力された情報に基づいて、空のキー値を線形補間法によって復元させる。例えば、前記の表2で、ブレイクポイントP2のX軸キー値は、ブレイクポイントP0、P4のキー値に基づいて線形補間法の過程を通して復元される。このため、補間復元部96はキー及びキー値復元部95として具現され、このように復元されたアニメーション軌跡としてキー、キー値の形で出力端子OUT4を通して出力する。

20

【0109】

図19は、プログラム言語として表現した本発明に係る復号化処理過程を説明するための図面である。図19に示す表は、いわゆるビットストリームシンタックス(syntax)である。

本発明に係る線形近似化法を用いたアニメーション軌跡の圧縮方法、及び従来のMP EG-4BIFSを用いたインターポレータ圧縮方法を添付図面に基づき、比較して説明する。

30

【0110】

図20~図23は、本発明に係る圧縮方法と従来の圧縮方法とを比較するために行なった実験アニメーションシーケンスのグラフであって、縦軸は歪曲度を、横軸はビット数を各々示し、本発明に係るアニメーション軌跡の圧縮方法は太線で、従来の圧縮方法は点線で示されている。図20~図23は互いに異なるアニメーション軌跡を適用したときのシミュレーション結果を示している。図21-図20-図23-図22の順に優れた結果が得られることがわかる。同じビット率であれば、本発明に係る圧縮方法は従来のBIFSの方法よりも優れた画質を得ることができ、また、同じ画質であれば、本発明に係る圧縮方法は従来のBIFSの方法に比べて優れた圧縮率を実現できることがわかる。

40

【0111】

【発明の効果】

以上説明した通りに構成される本発明によれば以下の効果を奏する。

すなわち、アニメーション軌跡に対するインターポレータ表現の核心は、ブレイクポイントを通じた軌跡の単純化であるにもかかわらず、従来のアニメーション軌跡の表現においてはキーの間隔が一定に形成されるため、ブレイクポイントがオーバーサンプリングされるのに対し、本発明によればブレイクポイントの分析を通して、最小のブレイクポイントで単純化され、符号化されたビットストリームを得ることができるので、DPCM方式の圧縮を実行することによってブレイクポイントの間にも線形相関性を高く維持することが

50

でき、このような高い相関性によって効率的に圧縮することが可能な線形近似化法を用いたアニメーション軌跡の圧縮及び復元方法、並びにその装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】一般の 3 次元アニメーションにおいてアニメーション軌跡を説明するための図面である。

【図 2】仮想現実モデリング言語または M P E G - 4 で使われるアニメーション軌跡の表現例を示す。

【図 3】3 次元アニメーションのデータ形式を説明するための図面である。

【図 4】図 4 (A) はアニメーション軌跡に対する従来の圧縮装置のブロック図、図 4 (B) はアニメーション軌跡に対する従来の復元装置のブロック図である。

10

【図 5】図 5 (A) は本発明に係るアニメーション軌跡の圧縮装置のブロック図、図 5 (B) は本発明に係るアニメーション軌跡の復元装置のブロック図である。

【図 6】図 5 (A) に示す本発明に係るアニメーション軌跡の圧縮装置において、本発明の望ましい 1 実施形態のブロック図である。

【図 7】図 5 (B) に示す本発明に係るアニメーション軌跡の復元装置において、本発明の望ましい 1 実施形態のブロック図である。

【図 8】線形近似化法を用いたブレイクポイント抽出の本発明に係る望ましい 1 実施形態を説明するための図面であって、元のアニメーションの軌跡を示す図である。

【図 9】線形近似化法を用いたブレイクポイント抽出の本発明に係る望ましい 1 実施形態を説明するための図面であって、軌跡の両端の点 A、B を探す状態を示す図である。

20

【図 10】線形近似化法を用いたブレイクポイント抽出の本発明に係る望ましい 1 実施形態を説明するための図面であって、元の軌跡と最も近いブレイクポイントを選択する過程を示す図である。

【図 11】線形近似化法を用いたブレイクポイント抽出の本発明に係る望ましい 1 実施形態を説明するための図面であって、1 次抽出されたブレイクポイント A、B、C を示す図である。

【図 12】線形近似化法を用いたブレイクポイント抽出の本発明に係る望ましい 1 実施形態を説明するための図面であって、元の軌跡と近い 2 次ブレイクポイントを抽出する過程を示す図である。

【図 13】線形近似化法を用いたブレイクポイント抽出の本発明に係る望ましい 1 実施形態を説明するための図面であって、2 次抽出されたブレイクポイント A、B、C、D を示す図である。

30

【図 14】線形近似化法を用いたブレイクポイント抽出の本発明に係る望ましい 1 実施形態を説明するための図面であって、3 次抽出されたブレイクポイント A、B、C、D、E を示す図である。

【図 15】線形近似化法を用いたブレイクポイント抽出の本発明に係る望ましい 1 実施形態を説明するための図面であって、4 次抽出されたブレイクポイント A、B、C、D、E、F を示す図である。

【図 16】実際のアニメーション軌跡と近似されたアニメーション軌跡との差を求める方法を説明するための図面である。

40

【図 17】量子化過程を示す図面であって、一般に使われる D P C M 符号化方式を示す。

【図 18】(A) ~ (E) は、本発明に係る符号化されたビットストリームのフォーマットを示す図面である。

【図 19】文法表現に変えて表現した本発明に係る復号化処理過程を説明するための図面である。

【図 20】本発明に係る圧縮方法と従来の圧縮方法とを比較するために行なった実験のアニメーションシーケンスに関するグラフであって、1 例のアニメーション軌跡に適用したときのシミュレーション結果を示す図である。

【図 21】本発明に係る圧縮方法と従来の圧縮方法とを比較するために行なった実験のアニメーションシーケンスに関するグラフであって、1 例のアニメーション軌跡に適用した

50

ときのシミュレーション結果を示す図である。

【図 2 2】本発明に係る圧縮方法と従来の圧縮方法とを比較するために行なった実験のアニメーションシーケンスに関するグラフであって、1例のアニメーション軌跡に適用したときのシミュレーション結果を示す図である。

【図 2 3】本発明に係る圧縮方法と従来の圧縮方法とを比較するために行なった実験のアニメーションシーケンスに関するグラフであって、1例のアニメーション軌跡に適用したときのシミュレーション結果を示す図である。

【図 2 4】元のアニメーション軌跡の上で、各時間での $n + 1$ 個の各ブレイクポイントにおけるキー値 (Q_0 、 Q_1 、 Q_2 、...、 Q_n) を示す図である。

【図 2 5】アニメーション軌跡の上にある各ブレイクポイントの中から両端に該当する 2 10
個のブレイクポイント (Q_0 、 Q_n) を選択する様子を示す図である。

【図 2 6】選択された両端のブレイクポイントを除いた残りのブレイクポイントの中から 1 個のブレイクポイント (3 番目のブレイクポイント) を選択する過程を示す図である。

【図 2 7】候補 2 の軌跡が選択されたことを示す図である。

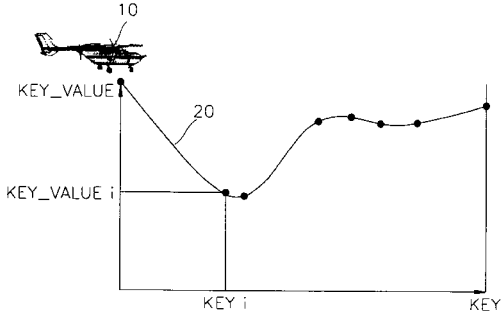
【図 2 8】図 2 7 で選択された 3 つのブレイクポイントを除いた残りのブレイクポイントの中から 1 個のブレイクポイントを選択した後、前述した図 2 6、図 2 7 のような過程を実行して 4 番目のブレイクポイントを選択する様子を示す図である。

【図 2 9】図 2 7 において、候補 1 の軌跡が選択されたことを示す図である。

【符号の説明】

8 0	補間分析部	20
8 2	キー符号化部	
8 4	キー値符号化部	
8 6	エントロピーエンコーダ	
9 0	エントロピーデコーダ	
9 2	キー復号化部	
9 4	キー値復号化部	
9 6	補間復元部	
1 0 0	正規化部	
1 0 2	ブレイクポイント最小化部	
1 0 4、1 0 6	D P C M 量子化部	30
1 1 0	キー	
1 1 2	正規化されたキー値の最小値と最大値、及びキー値に関する情報	
1 1 4	キーフラグの情報	
1 2 2	正規化されたキー値の最小値と最大値、及びキー値に関する情報	
1 2 4	キーの個数、正規化されたキー値の最小値と最大値、キーの解像度、キー値の解像度及びキーフラグなどの情報	
1 2 6	D P C M 逆量子化部	
1 2 8	D P C M 逆量子化部	

【 図 1 】



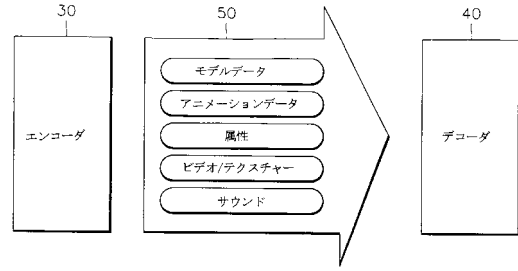
【 図 2 】

```

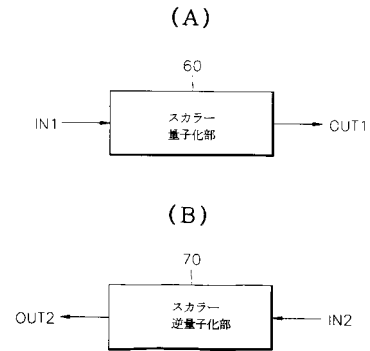
ScalarInterpolator {
  eventin SFFloat set_fraction
  exposedField MFFloat key [ ]
  exposedField MFFloat keyValue [ ]
  eventout SFFloat value_changed
}

```

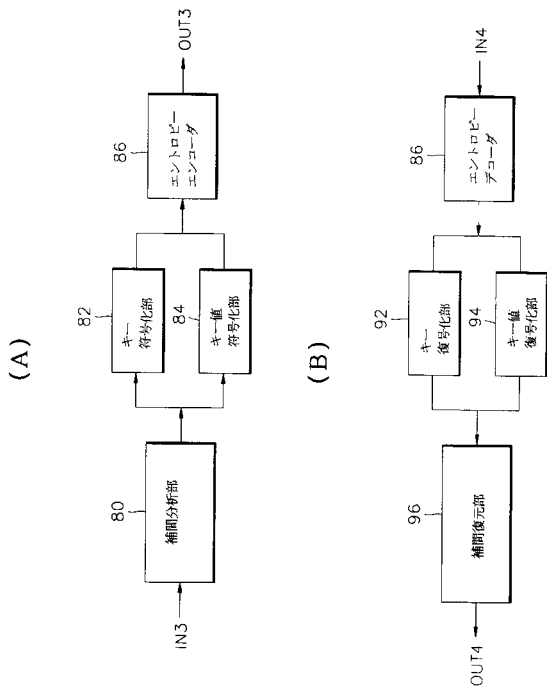
【 図 3 】



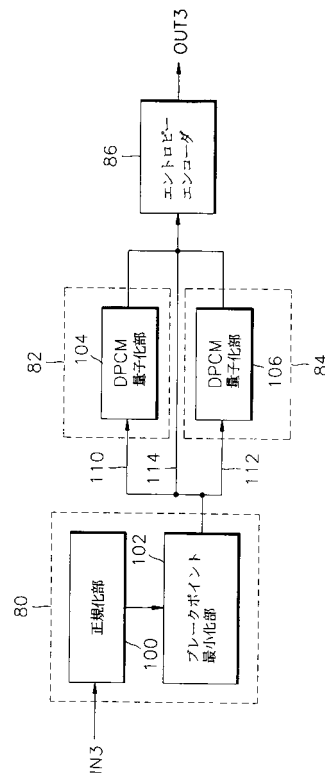
【 図 4 】



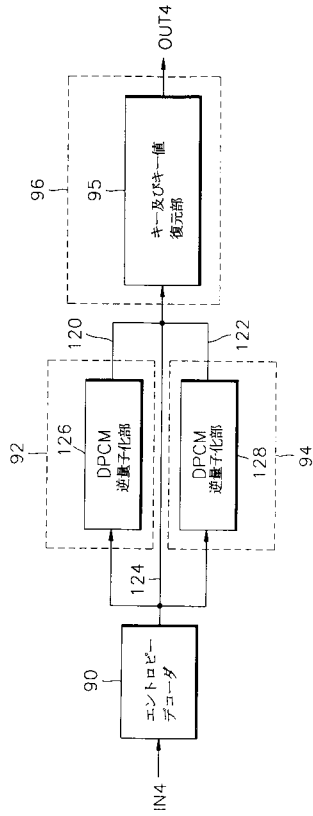
【 図 5 】



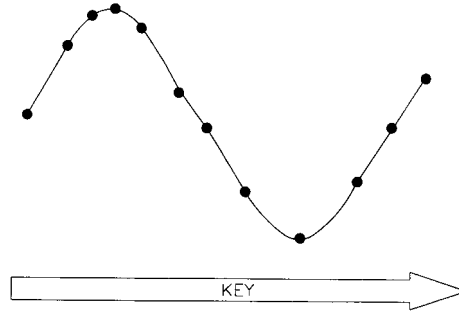
【 図 6 】



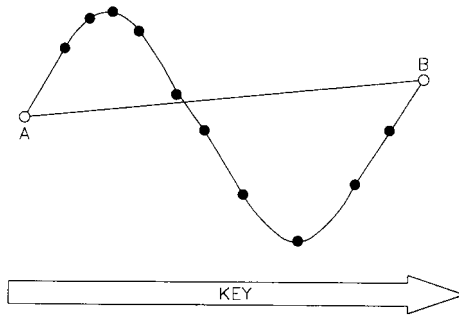
【 図 7 】



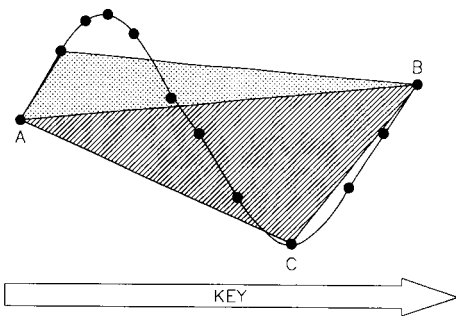
【 図 8 】



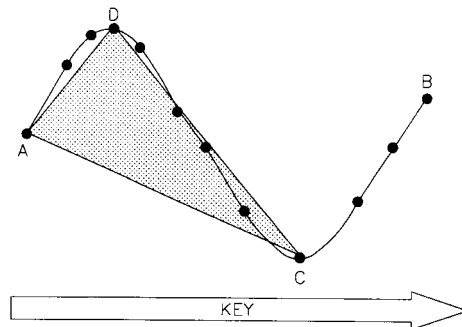
【 図 9 】



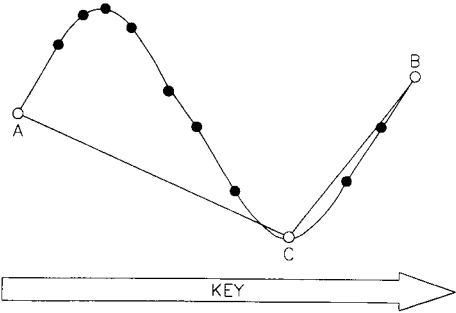
【 図 10 】



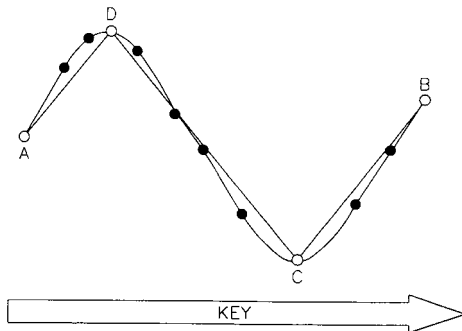
【 図 12 】



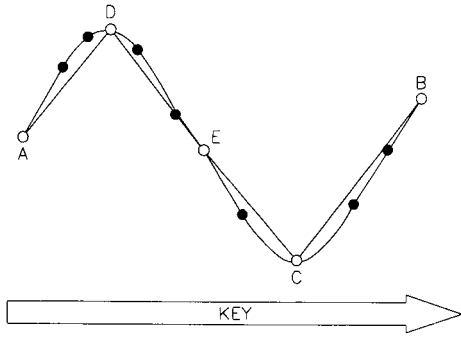
【 図 11 】



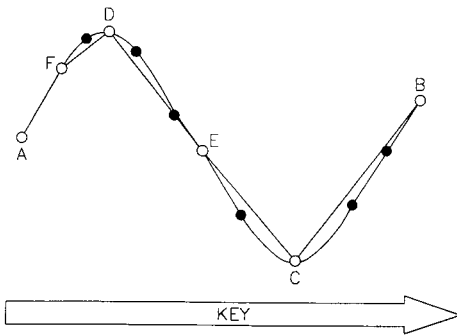
【 図 13 】



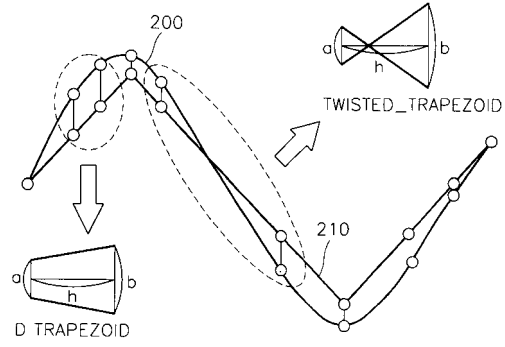
【 図 1 4 】



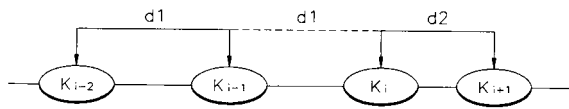
【 図 1 5 】



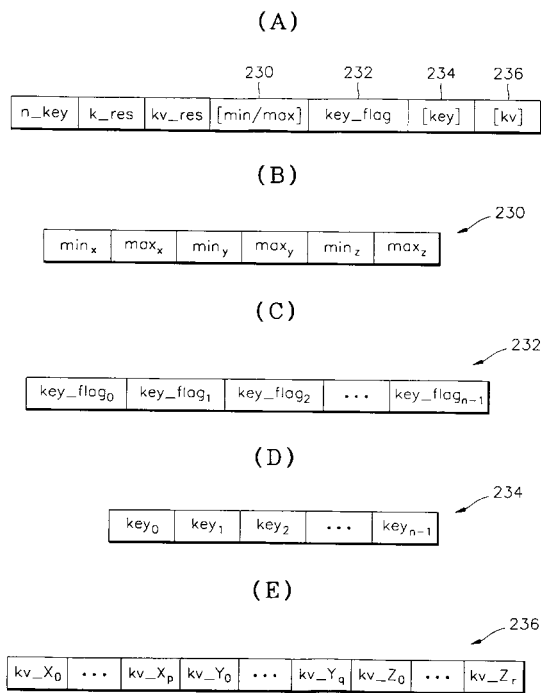
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



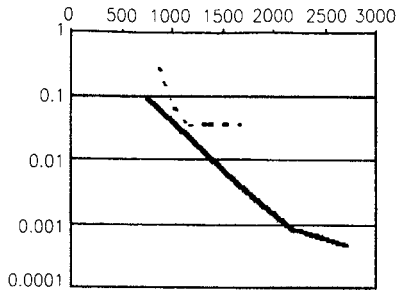
【 図 1 8 】



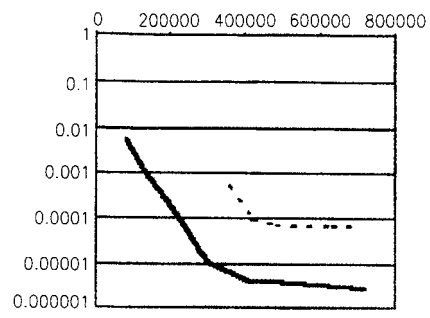
【 図 1 9 】

CompressedPositionInterpolator ()	No. of bits	Mnemonic
{		
decodeAAC_start();		
n_key	16	uimbsf
k_res	16	uimbsf
kv_res	16	uimbsf
min_x	16	uimbsf
max_x	16	uimbsf
min_y	16	uimbsf
max_y	16	uimbsf
min_z	16	uimbsf
max_z	16	uimbsf
for (i=0; i<n_key; i++)		
{		
decodeAAC(key_flag[i], Key_flag_Context);		vicibf
}		
for (i=0; i<n_key; i++)		
{		
decodeAAC(key[i], Key_Context);		vicibf
}		
decipher_key_flag(key_flag);		
for (i=0; i<n_kv_x; i++)		
{		
decodeAAC(kv[i], Kv_Context);		vicibf
Inv_Quantize(kv[i]);		
}		
for (i=0; i<n_kv_y; i++)		
{		
decodeAAC(kv[i], Kv_Context);		vicibf
Inv_Quantize(kv[i]);		
}		
for (i=0; i<n_kv_z; i++)		
{		
decodeAAC(kv[i], Kv_Context);		vicibf
Inv_Quantize(kv[i]);		
}		
decodeAAC_finish();		
}		

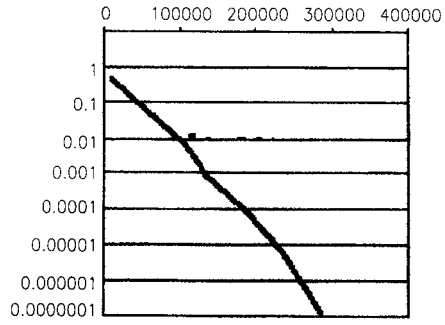
【 図 2 0 】



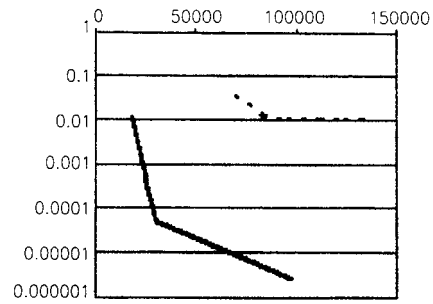
【 図 2 2 】



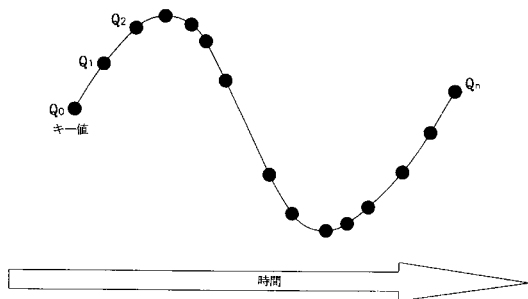
【 図 2 1 】



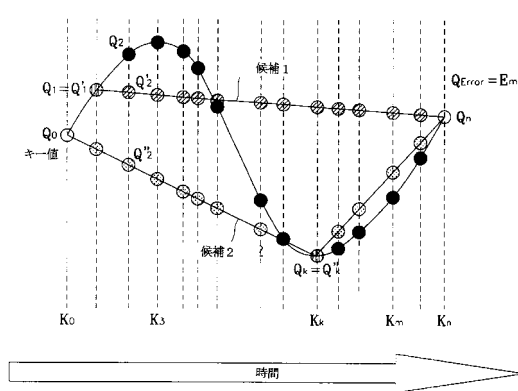
【 図 2 3 】



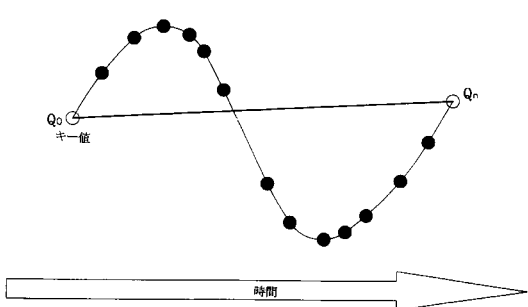
【 図 2 4 】



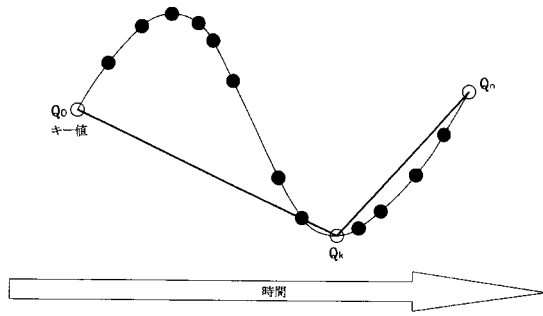
【 図 2 6 】



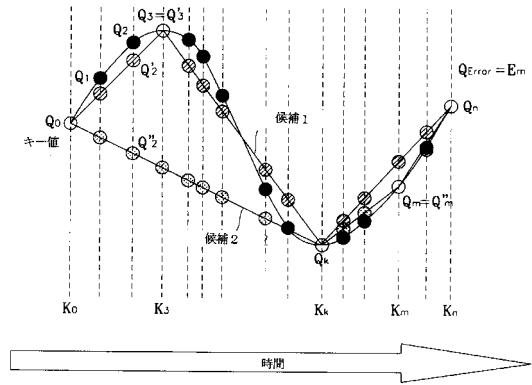
【 図 2 5 】



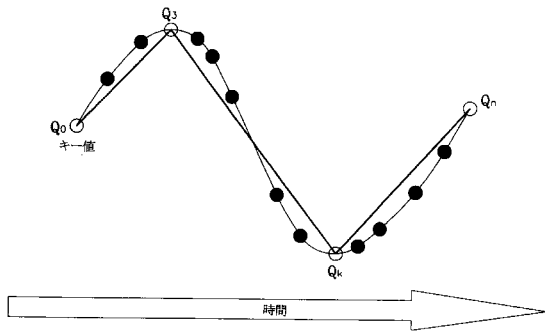
【 図 2 7 】



【 図 2 8 】



【 図 2 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 金 道 均

大韓民国 京畿道 城南市 盆唐区 盆唐洞 175 - 1番地 3層

(72)発明者 禹 相 玉

大韓民国 漢城市 麻浦区 桃花1洞 357番地 現代アパート 111棟 302号

審査官 伊知地 和之

- (56)参考文献 特開2000 - 149039 (JP, A)
特表2002 - 517851 (JP, A)
特開平06 - 162159 (JP, A)
特開平10 - 187999 (JP, A)
特開平8 - 280030 (JP, A)
特開平10 - 136372 (JP, A)
特開平11 - 328440 (JP, A)
国際公開第87 / 04032 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G06T 15/70

CSDB(日本国特許庁)