

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5307823号
(P5307823)

(45) 発行日 平成25年10月2日(2013.10.2)

(24) 登録日 平成25年7月5日(2013.7.5)

(51) Int.Cl.

F I

G 0 6 T 15/04 (2011.01)

G 0 6 T 15/04

請求項の数 15 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2010-531573 (P2010-531573)	(73) 特許権者	501176037
(86) (22) 出願日	平成20年10月28日(2008.10.28)		イマジネーション テクノロジーズ リミテッド
(65) 公表番号	特表2011-502312 (P2011-502312A)		イギリス ハートフォードシャー ダブリューディー4 8エルゼット キングスラングリー ホーム パーク エステイト (番地なし)
(43) 公表日	平成23年1月20日(2011.1.20)		
(86) 国際出願番号	PCT/GB2008/003648	(74) 代理人	100092093
(87) 国際公開番号	W02009/056815		弁理士 辻居 幸一
(87) 国際公開日	平成21年5月7日(2009.5.7)	(74) 代理人	100082005
審査請求日	平成23年10月21日(2011.10.21)		弁理士 熊倉 禎男
(31) 優先権主張番号	0721315.0	(74) 代理人	100067013
(32) 優先日	平成19年10月30日(2007.10.30)		弁理士 大塚 文昭
(33) 優先権主張国	英国 (GB)	(74) 代理人	100086771
			弁理士 西島 孝喜

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 データを圧縮及び解凍する方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電子画像データを圧縮する方法であって、

a) コンピュータグラフィックシステム内において、画像データから、各組の各要素が該画像データの複数の要素を代表する少なくとも2組の縮小サイズのデータを発生させる段階、

b) コンピュータグラフィックシステム内において、前記画像データから、該画像データに対する近似を発生させるために前記縮小サイズのデータの組を組み合わせる方法に関する情報を符号化する変調データを発生させる段階、

c) コンピュータグラフィックシステム内において、各フラッグが前記画像データの一定の領域に対応し、かつ各フラッグの値が画像データの対応する領域が不連続を含むか否かの評価に基づいている複数の不連続フラッグを発生させる段階、及び

d) コンピュータグラフィックシステム内において、前記縮小サイズのデータの組、前記変調データ、及び前記不連続フラッグを圧縮データとして格納する段階、を含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記画像データは、カラー画像データであり、前記各不連続フラッグの値は、画像データの前記対応する領域が色不連続を含むか否かの評価に基づいていることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

10

20

前記縮小サイズのデータの組は、前記画像データの個別の部分に対応するブロックに分割され、

前記格納する段階は、前記縮小サイズのデータの組の対応するブロックと一緒に格納する段階を含む、

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

画像データの前記個別の部分は、均一なサイズのものであり、

各不連続フラッグは、画像の各個別の部分にサイズが等しい該画像の区域に関連する、ことを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

各不連続フラッグは、前記画像データの個別の部分からオフセットしているがそれと重なっている該画像データの区域に関連することを特徴とする請求項 3 又は請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

各不連続フラッグは、前記画像データの 4 つの個別の部分と重なっている該画像データの区域に関連することを特徴とする請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記格納する段階は、前記縮小サイズのデータの組のブロックと、前記画像データの同じ部分に対応する変調データのブロックとを単一データブロック内の不連続フラッグと共に格納する段階を含むことを特徴とする請求項 3 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

不連続フラッグとの組合せで前記対応する画像データのための解凍方法を示す変調モードフラッグを発生させて、各データブロックと共に格納する段階を更に含むことを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

各組の各要素が画像データの複数の要素を表す少なくとも 2 組の縮小サイズのデータ、該画像データに対する近似を発生させるために該縮小サイズのデータの組を組み合わせる方法に関する情報を符号化する変調データ、及び各フラッグが該画像データのある一定の区域に対応する複数の不連続フラッグを含む圧縮電子画像データを解凍する方法であって

a) コンピュータグラフィックシステム内において、対応する不連続フラッグの値に依存する縮小サイズのデータの組の各要素のための拡張方法により、各縮小サイズのデータの組を拡張して拡張したデータの組を生成する段階、及び

b) コンピュータグラフィックシステム内において、オリジナル画像データの組に対する近似を発生させるために、変調データを使用して前記拡張したデータの組を組み合わせる段階、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 10】

前記縮小サイズのデータの組は、ブロックに分割され、

前記圧縮データは、各フラッグが前記縮小サイズのデータのブロックに対応する変調データに関連する複数の変調モードフラッグを更に含み、

前記拡張したデータを組み合わせる前記段階は、拡張したデータのブロックを組み合わせ、対応する変調モードフラッグの値を読み取って前記変調データを各ブロックに対して解釈する方法を判断する段階を含み、そして

各不連続フラッグは、前記拡張データのブロックからオフセットしているがそれと重なっている前記画像データの区域に関連することを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

各不連続フラッグは、拡張データの 4 つのブロックと重なっている前記画像データの区域に関連することを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

前記拡張データの組を組み合わせる前記段階は、前記対応する不連続フラッグが関連する前記区域内の要素の位置に応じて該拡張データの組の各要素に対する前記変調データを解釈する段階を含むことを特徴とする請求項 1 0 又は 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

縮小サイズのデータの各ブロックが、単一の色を符号化し、
拡張データの少なくとも 2 つのブロックが、前記画像データの各部分に対応し、
前記拡張データの組を組み合わせる前記段階は、解凍されたデータの各要素に対して、前記対応する不連続フラッグが重なっている縮小サイズのデータの対応するブロックの各々によって前記符号化された色から選択された色又は色の配合を選択する段階を含む、
ことを特徴とする請求項 1 0、1 1、又は 1 2 に記載の方法。

10

【請求項 1 4】

拡張データの各ブロックが、ピクセルの 4 × 4 ブロックであり、
各不連続フラッグは、オフセット区域を形成している拡張データの 4 つの隣接ブロックの各々におけるピクセルの 2 × 2 ブロックと重なっている区域に関連し、
前記オフセット区域内の各ピクセルが、4 つの色の 1 つを取ることができ、
前記オフセット区域内の最上部左ピクセルが、縮小サイズのデータの組の最も近い対によって符号化された 2 つの色の 1 つ又は該 2 つの色の配合だけを取ることができ、
前記オフセット区域の最上部左側に沿った残りのピクセルの各々が、縮小サイズのデータの組の最も近い 2 つの対によって符号化された前記 4 つの色の 1 つを取ることができ、
前記オフセット区域内の残りの 9 ピクセルの各々が、縮小サイズのデータの組の最も近い 4 つの対によって符号化された 4 つの色の 1 つを取ることができる、
ことを特徴とする請求項 1 3 に記載の方法。

20

【請求項 1 5】

各組の各要素が画像データの複数の要素を表す少なくとも 2 組の縮小サイズのデータ、該画像データに対する近似を発生させるために該縮小サイズのデータの組を組み合わせる方法に関する情報を符号化する変調データ、及び各フラッグが該画像データのある一定の区域に対応する複数の不連続フラッグを含む圧縮した電子画像データを解凍するための装置であって、

a) 圧縮データを受け取るための入力、
b) 対応する不連続フラッグの値に依存する縮小サイズのデータの組の各要素のための拡張方法により各縮小サイズのデータの組を拡張して拡張データの組を生成するために前記入力に連結された拡張手段、及び

30

c) オリジナル画像データの組の一部に対する近似を発生させるために変調データを使用して前記拡張データの組を組み合わせるために前記入力及び前記拡張手段に連結された結合器、

を含むことを特徴とする装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、データを圧縮する方法とデータを解凍する方法及び装置とに関する。本発明は、コンピュータグラフィックスシステムに、特に、3 D 表面にテクスチャ画像データを適用することによってテクスチャリングを使用して 3 次元画像を発生させるコンピュータグラフィックスシステムに使用することができる。

40

【背景技術】

【0 0 0 2】

3 D コンピュータグラフィックスでは、Ed Catmull (「曲面のコンピュータディスプレイ」、コンピュータグラフィックス、パターン認識、及びデータ構造に関する IEEE 会議録、1 9 7 5 年 5 月) によって 1 9 7 5 年に最初に紹介されたように、物体上の表面の詳細は、通常、画像ベースのテクスチャの使用を通じて追加される。例えば、煉瓦

50

壁の2Dビットマップ画像は、テクスチャマッピングを使用して、建物の3Dモデルを表す1組の多角形に適用され、その物体の3Dレンダリングに煉瓦で作られた外観を与えることができる。

【0003】

複合的場面は、非常に多くのそのようなテクスチャを含むことがあるので、このデータにアクセスすると2つの関連する問題を引き起こす可能性がある。第1の問題は、単にこれらのテクスチャをメモリに格納するコストである。消費者3Dシステムは、特に、テクスチャ記憶のために利用することができる比較的小さな量のメモリしか持たず、これは、特に、毎テクセル32ビット、すなわち、赤、緑、青、及びアルファ（半透明）成分の各々に対して8ビットのテクスチャが使用される場合、急速に一杯になる可能性がある。

10

【0004】

第2のかつ多くの場合により重大な問題は、帯域幅の問題である。3D場面のレンダリング中に、かなりの量のテクスチャデータにアクセスする必要がある。リアルタイムシステムでは、これが直ちに大きな性能障害になる可能性がある。

【0005】

これらの2つの問題に対する解決法の発見は、一般的にテクスチャ圧縮として公知の特殊な部類の画像圧縮技術をもたらした。一部の既存のシステムの精査は、「低周波数信号変調を使用したテクスチャ圧縮」(S. Fennedy、グラフィクスハードウェア2003)又はその関連特許GB 2 417 384に見出すことができる。一部のより最近の発展は、「iPACKMAN:携帯電話のための高品質低複雑性テクスチャ圧縮」(Strom及びAkenine-Moller、グラフィクスハードウェア2005)及びそのフォローアップ業績、「ETC2:不正な組合せを使用したテクスチャ圧縮」(Strom及びPetterson、グラフィクスハードウェア2007)に著作されている。

20

【0006】

テクスチャデータに特に適する画像データを圧縮及び解凍する1つのシステムは、本明細書においてその内容が引用により組み込まれているGB 2 417 384に説明されている。GB 2 417 384のシステムでは、画像データは、変調データの組と共に2つ又はそれよりも多くの低解像度画像を含む圧縮した形態で格納される。変調データの組は、低解像度画像を組み合わせて解凍画像データを提供する方法を説明する。

【0007】

30

GB 2 417 384の解凍処理をここで図1に関連して簡単に説明する。処理は、通常、色データに適用されるが、ここでは複写の理由でモノクロで示す。圧縮データは、2つの低解像度カラー画像100及び101と、最大解像度であるが精密度の低いスカラー画像102とを含み、変調データの組を形成する。低解像度画像のデータは、好ましくは、双1次又は双3次の補間を使用してアップスケールされ、2つの対応する仮想画像110及び111を生成する。アップスケールされた仮想画像は、最終画像の詳細の多くを欠いていることに注意されたい。

【0008】

それぞれの仮想画像110及び111からのピクセル112及び113と、最大解像度低精密スカラーデータ102からの対応するスカラー値120とは、120に応答して112及び113からのデータを毎テクセルベースで配合/選択して画像全体140の解凍データ141を生成する配合/選択ユニット130に送られる。組合せが行われるモードは、領域毎のベースで選択される。

40

【0009】

参考のために、GB 2 417 384の好ましい実施形態のデータに対する記憶フォーマットが図2に示されている。データは、4bppの実施形態に対してテクセルの4x4群あたり1つの64ビットブロック、又は2bppの実施形態に対してテクセルの8x4群あたり1つの割合で64ビットブロック200に編成される。2つの「基本色」201及び202は、2つの代表色に、又は同等的に図1の低解像度カラー画像100及び101の各々からの単一のピクセルに対応する。低解像度カラー画像からの各単一ピクセルは、

50

解凍画像内のテクセルの（重なる）領域に対応する。各このような領域は、解凍画像内のテクセルの 4×4 （又は 8×4 ）ブロック上のほぼ中心に置かれるが、アップスケール機能のために 4×4 （ 8×4 ）よりも大きい。低解像度画像のアップスケールは、好ましくは、最隣接ピクセルを用いて双1次又は双3次補間を使用して実施される。単一ビットフラグ203は、次に、テクセルの 4×4 （又は 8×8 ）の組に対して変調データ204が解釈される方法を制御する。各フラグによって制御されるテクセルの組は、図7に示されている。

【0010】

GB2417384の4bppの好ましい実施形態は、各領域がテクセルの 4×4 の組である領域あたり2つのモード選択を有する。第1のモードは、各テクセルが、（a）100からのテクセルの色、（b）101のテクセルからの色、（c）100と101の3対1の配合、及び（d）100と101の5対3の配合のうちの1つを選択することを可能にする。第2のモードは、以上の（a）と（b）の選択を可能にするが、（e）100及び101の1対1配合、及び（f）（e）からのRGB値であるが、0、すなわち、完全に透明に設定されたアルファ成分を有するもので（c）と（d）を置換する。

【0011】

図1が単に解凍処理の概念を説明していること、及びアップスケールされた仮想画像110及び111は、実用的な実施形態ではその全体が生成及び格納される見込みが少ないことに注意すべきである。代わりに、要求された最終テクセルを生成するために、仮想画像の小さな区画、好ましくは、 2×2 ピクセル群を「オンザフライ」で生成及び廃棄することができる。

【0012】

GB2417384では、基本色データは、図2に示すように2つの可能なフォーマットのうちの1つにあると考えられる。色201、202の各々は、独立に、フォーマット210が使用される完全に不透明か、又はフォーマット211が使用される部分的又は完全に半透明かのいずれかにすることができる。両方の色201及び202に存在する1ビットのフラグ212は、各代表色に対するフォーマットの選択を判断する。このビットが「1」の場合、不透明モードが選択され、その場合、赤213、緑214、青215チャンネルは、基本色Bに対してそれぞれ5、5、及び5ビット、並びに基本色Aに対してそれぞれ5、5、及び4ビットによって表される。基本色Aに対してビットが減少するのは、単にスペースが理由であることを注意されたい。代替的に、フラグ212が「0」の場合、対応する色は、部分的に透明であり、その色は、3ビットアルファチャンネル216、並びに4ビット赤217、4ビット緑218、及びそれぞれ色201又は202に対する4又は3ビットのいずれかである青フィールド219を含有する。フィールド212によって完全に不透明な色が意味されるので、アルファフィールド216は、完全に不透明な値を符号化する必要がない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】GB2417384

【非特許文献】

【0014】

【非特許文献1】Ed Catmull著「曲面のコンピュータディスプレイ」、コンピュータグラフィック、パターン認識、及びデータ構造に関するIEEE会議録、1975年5月

【非特許文献2】S. Fennedy著「低周波数信号変調を使用したテクスチャ圧縮」、グラフィクスハードウェア2003、

【非特許文献3】Strom及びAkenine-Moller著「iPACKMAN：携帯電話のための高品質低複雑性テクスチャ圧縮」、グラフィクスハードウェア2005

【非特許文献4】Strom及びPettersson著「ETC2：不正な組合せを使

10

20

30

40

50

用したテクスチャ圧縮」、グラフィクスハードウェア2007

【非特許文献5】「複合理論・Jim B1innのコーナ」、IEEEコンピュータグラフィックス及び応用、1994年7月

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

本発明の目的は、GB2417384のテクスチャ圧縮方法を改善することである。特に、この改善は、GB2417384の方法によって特に十分には処理されないある一定の形式の画像又は画像の区画の圧縮に対処すること、及び多数の小さな事前圧縮された部分テクスチャをより大きな解像テクスチャに圧縮する一般的な技術の使用を単純化すること

10

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明は、その様々な態様において、ここで参照すべきである独立請求項において規定されるものである。有利な特徴は、従属請求項に示されている。

第1の態様では、本発明は、電子画像データを圧縮する方法であり、本方法は、a)各組の各要素が画像データの複数の要素を代表する少なくとも2組の縮小サイズのデータを画像データから発生させる段階、b)画像データに対する近似を発生させるために縮小サイズのデータの組を組み合わせる方法に関する情報を符号化する変調データを画像データから発生させる段階、c)各フラッグが画像データのある一定の区域に対応し、かつ各フラッグの値が画像データの対応する区域が大きな不連続を含むか否かの評価に基づいている複数の不連続フラッグを発生させる段階、及びd)縮小サイズデータの組、変調データ、及び不連続フラッグを圧縮データとして格納する段階を含む。

20

【0017】

第2の態様では、本発明は、各組の各要素が画像データの複数の要素を代表する少なくとも2組の縮小サイズのデータ、画像データに対する近似を発生させるために縮小サイズのデータの組を組み合わせる方法に関する情報を符号化する変調データ、及び各フラッグが画像データのある一定の区域に対応する複数の不連続フラッグを含む圧縮した電子画像データを解凍する方法であり、本方法は、a)縮小サイズのデータの組の各要素のための拡張方法が対応する不連続フラッグの値に依存する、拡張したデータの組を生成するために各縮小サイズのデータの組を拡張する段階、及びb)オリジナル画像データの組に対する近似を発生させるために変調データを使用して拡張したデータの組を組み合わせる段階を含む。

30

【0018】

第3の態様では、本発明は、各組の各要素が画像データの複数の要素を代表する少なくとも2組の縮小サイズのデータ、画像データに対する近似を発生させるために縮小サイズのデータの組を組み合わせる方法に関する情報を符号化する変調データ、及び各フラッグが画像データのある一定の区域に対応する複数の不連続フラッグを含む圧縮した電子画像データを解凍するための装置であり、装置は、a)圧縮データを受け取るための入力、b)対応する不連続フラッグの値に依存する縮小サイズのデータの組の各要素のための拡張方法により各縮小サイズのデータの組を拡張して拡張したデータの組を生成するために入力に連結された拡張手段、及びc)オリジナル画像データの組の一部分に対する近似を発生させるために変調データを使用して拡張されたデータの組を組み合わせるために入力及び拡張手段に連結された結合器を含む。

40

【0019】

本発明は、ある一定のテクセルの倍数、例えば、4テクセルの倍数に対するテクセル間で水平及び/又は垂直境界に沿って画像に大きな色不連続がある状況においてGB2417384の方法に対する第1の改善を可能にする。これらは、「自然に」発生する可能性もあるが、それらは、はるかに多くの場合に、多数のより小さなテクスチャ画像が効率性の理由で単一のより大きなテクスチャに集められる「テクスチャ地図」を組み立てる結果

50

である。そのようなテクスチャの例が図4に示されており、大きなテクスチャ180が、181のような多数のより小さなテクスチャで構成されている。テクセルの各4×4（又はより最近では8×8）ブロックが他のブロックとは完全に独立に圧縮されるDirectX及びDXT（S3TCと同等）圧縮方法が一般的のために、これらのより小さな画像、例えば、182の寸法は、一般的に4又は8テクセルの倍数に制限される。GB2417384の方法では、それ自体「境界」がなく、これは、それが他の方法では時として明白なブロックアーチファクトを回避するので（再度、S.Fennedy著「低周波数信号変調を使用したテクスチャ圧縮」、グラフィックスハードウェア2003を参照されたい）、一般的に圧縮をより良好にする。しかし、この短所は、下位画像間の付加的かつ無駄な詰め物テクセル又はコストの高い再圧縮処理のいずれかに頼らなければ、テクスチャ地図を組み立てるのを非常に困難にするということである。

10

【0020】

本発明は、テクセルが2つよりも多い明確に異なる色を有する領域をテクスチャが含有する場合に更に別の改善を可能にする。GB2417384の既存の方法は、この種のテクスチャをあまり良く処理しない。問題が多い画像の事例を図3に示している。これは、隣接する赤、青、及び緑ストライプを含有するテクスチャの小さな区画を示している。この種の領域は、より早期の発明においてだけでなく、S3TC及びiPACKMANのような他の「従来技術」テクスチャ圧縮手法においても表すことが非常に困難であると考えられることに注意されたい。そのような極端に高い色の変化率は、自然の画像では比較的珍しいが、アーティストが描いた画像又は図においてより頻繁になる可能性がある。皮肉なことに、この種の画像は、パレットベースのテクスチャ/テクスチャ圧縮に対してそれ自体に問題があるのではなく、パレットベーステクスチャが、それ自体の欠陥を有している（再度、「低周波数信号変調を使用したテクスチャ圧縮」を参照されたい）。

20

【0021】

本発明の目的は、現存方法のストレージコストを増加させることなく又は品質を阻害することなく、GB2417384の発明の強化することである。実際にGB2417384で使用された代表値の対のある一定の色の組合せが使用されていないことに注目した。特に、各代表色は、その色が100%不透明か又は部分的に（又は全体的に）透明かを示す単一ビットのフラッグを有する。このレベルの柔軟性は、実際に不要であり、従って、2つの不透明度フラッグの1つを別の目的に再割り当てすることによってテクスチャの領域のための新しい圧縮モードを選択することができる。

30

【0022】

テクセルの領域のための好ましい第1の新しいモードは、その領域のある一定のテクセルの間に強い色不連続が起こると仮定される時に使用される。これは、特に事前圧縮されたサブテクスチャからのテクスチャ地図の組み立てを簡略化し、並びに通常画像における少数の事例を強化する。

【0023】

好ましい第2の新しいモードは、示された領域のテクセルに代表色の最隣接する4つの隣接対の部分集合から任意に色を選択させることにより、不連続コンセプトを拡張する。これは、実際にはパレットテクスチャの挙動を部分的に模倣するが、パレットメモリ内へのインディレクションを要求する望ましくない特性を回避する。

40

【0024】

GB2417384の発明の拡張においては、新しい発明が、コストの理由でごく僅かな付加的なハードウェアを用いて、GB2417384を使用して符号化されたデータを依然としてサポートすることができることも非常に望ましい。

【0025】

更に、3Dコンピュータグラフィックでは、2×2隣接テクセルの組を必要とする双1次フィルタをテクスチャデータに適用することが非常に一般的である。従って、2×2隣接テクセルを復号する時に、各ブロックが好ましくは64ビットである圧縮データの最大2×2ブロックを必要とすべきであることが目的である。この目的は、「最小双1次読取

50

要件」と呼ぶことにする。

本発明の実施形態をここで添付図面に従ってより詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】GB2417384の解凍処理の広範な概要を示す図である。

【図2】64ビットユニットに詰め込まれた時のGB2417384の色データのフォーマットを示す図である。

【図3】GB2417384のシステムを含む多くのテクスチャ圧縮システムの問題が多い画像の例を示す図である。

【図4】「テクスチャ地図」テクスチャの例を示す図である。

10

【図5】64ビットユニットに詰め込まれた時の好ましい実施形態の色データのフォーマットを示す図である。

【図6】4×4ブロックのテクセルへの変調ビットのマッピングを示す図である。

【図7】4bpp実施形態のテクセル「モード」領域のアラインメントを示す図である。

【図8】テクスチャ地図において発生するような不連続をサポートする準最適方法を示す図である。

【図9】不連続を有する領域を指示する好ましい4bpp方法を示す図である。

【図10】不連続を表すための基本色の複製を示す図である。

【図11】本発明の4bpp実施形態におけるローカルパレット及びローカルパレットモードのためのパレットからの毎テクセルの選択を示す図である。

20

【図12】本発明の好ましい実施形態で2ビット変調指標を3ビットパレット指標にマップするのに使用されるマッピング関数を示す図である。

【図13】本発明の2bpp実施形態に対するローカルパレット及び毎テクセル選択を示す図である。

【図14】本発明による解凍ユニットを含むレンダリングシステムのブロック図である。

【図15】図14の解凍ユニットのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

本発明の2つの好ましい実施形態を以下に説明する。第1のものは、テクスチャを4ビット毎ピクセル(bpp)で格納し、第2のものは、テクスチャを2bppの割合で格納する。両者の場合、テクスチャの局所的領域に対して異なるモードが選択可能である。

30

【0028】

本発明は、GB2417384に記載された圧縮データフォーマットに基づいている。圧縮データフォーマットは、ウェーブレットフィルタのようなフィルタリング処理を使用して生成され、変調データに関連付けられた2つの低解像度色データの組を含む。圧縮データはまた、図2に示すような1ビット変調モードフラッグを含む。

【0029】

より局所的な「モード」をサポートする際の第1の問題は、付加的なストレージのビットを必要とすることなしに余分なオプションをデータに符号化することである。S3TCでは、例えば、格納されたブロック色の数値的順序付けが追加ビットを意味するのに使用することができる。テクセルの各4×4ブロックが全ての他のそのようなブロックから完全に独立しているために、S3TC及び例えばiPACMAN/ETC2のような手法でこれが実現可能である。これは、圧縮の品質を改善するためにブロックが隣接するデータを共有するので、GB2417384の圧縮法には該当しない。

40

【0030】

図2に示すようなGB2417384の色符号化手法によって提供された柔軟性のレベルが、実際に必要とされるものを遥かに超えていることを本発明者は認めた。それらの色が完全に不透明であるか又は部分的に透明であるかを独立に判断する代表色A及びBの両方を有する機能は不要であり、本発明の好ましい実施形態では、その符号化手法は、図5のものと置換される。GB2417384と同様に、データが好ましくはフォーマット3

50

00の64ビットユニットに更に符号化され、フォーマット200のものを置換する。更に、2つの代表色B301及びA302、変調モードビット303、及び変調データ304が存在する。2つの付加的な1ビットフィールド「Alpha Mode」305及び「ハードフラッグ」306も含められる。これらのフィールドのためのスペースを作るために、色フィールド301及び302の両方のサイズは、図2の符号化に対して1ビットだけ減らされる。

【0031】

アルファモードフラッグ305は、両方の代表色が完全に不透明か、又はA又はA及びBの両方が部分的に透明かを示す。第1の場合には、両方の色が310のフォーマットを用いて符号化され、そうでなければ両方の色がフォーマット311を用いて符号化される。

10

【0032】

赤313、緑314、及び青315フィールドを収容するフォーマット310は、機能的にGB2417384の210のものと同一である。

半透明フォーマット311は、より複雑である。311の赤317、緑318、及び青319フィールドは、GB2417384の211のものと同一の様式と解釈されるが、アルファチャンネルの解釈は異なる。

【0033】

色B301の場合、3ビットアルファフィールド316は、以下の「C」コードによって説明するように8ビットアルファ値に変換される。

20

$temp = (A \ll 3) | 1;$

$Alpha_out = (temp \ll 4) | temp;$

例えば、2進3ビット値0b110は、8ビット2進値0b11011101に変換されるであろう。

【0034】

色A302の場合、以下の「C」コードによって説明するように、3ビットアルファフィールド316Aは、8ビットアルファ値に変換される。

$temp = (A \ll 3) | 0;$

$Alpha_out = (temp \ll 4) | temp;$

この場合、2進3ビット値0b110は、代わりに8ビットアルファ値0b11001100に変換されるであろう。この後者の符号化法は、モード211の場合にGB2417384で普遍的に使用されたものと同じである。

30

色Bは、完全に透明な値0を達成できないが、完全に不透明な値255を符号化することができることに注意されたい。反対に、色Aは、完全な透明を達成することができるが、完全な不透明を達成できない。テクスチャデータを符号化する時に、これらの制限は、実質的に問題ではない。

【0035】

図6は、4×4整列テクセルブロック400のテクセルへの変調フィールド304内のビットのマッピングを示している。テクセルは、データフィールドに対して左から右に及び最上部から最下部に、同時に2ビットずつ、最下位ビットから最上位ビットまでマップされる。例えば、T₀₀、すなわち、ブロック410の最上部左テクセル410には、変調フィールド304内の2つの最下位ビット411が割り当てられる。今後、これらの2つのビットフィールドの各最下位ビットを「f」、及びより上位のビットを「e」420と呼ぶことにする。

40

【0036】

他の新しく導入されたフィールド、不連続フラッグ、又はハードフラッグ306は、新しい符号化モードを可能にするのに使用される。ハードフラッグは、1ビットフラッグであり、従って、2つの値を取ることができる。ハードフラッグの値は、関連する縮小サイズの色データがアップスケールされる方法を判断する。好ましい実施形態では、ハードフラッグが値0を有する場合、色データは、双1次補間を使用して拡張される。ハードフラ

50

ッグが値 1 を有する場合、色データは、簡単な複製を使用して拡張される。

【 0 0 3 7 】

4 b p p の好ましい実施形態を第 1 に説明する。図 4 に示すようなテクスチャ地図のサポートを強化するために、1 0 0 から 1 1 0 及び 1 0 1 から 1 1 1 の変換に示すように、低解像度色データの通常の（双 1 次）補間が、サブテクスチャ境界における色複製と局所的に置換される。これを行う 1 つの方法は、フィールド 3 0 3（又は 2 0 3）によって制御される通常のテクセルモード領域のものと適合するように基本色の複製を設定することである。例示の目的で、これらの領域は、4 b p p m モードの場合に図 7 に示されている。ここで、4 0 1 のようなテクセルで構成されたテクスチャ 4 0 0 は、通常の 4 つのテクセル境界に整列した 4 0 2 のような 4 × 4 領域に分類されたそれらのテクセルを有する。

10

【 0 0 3 8 】

システムが、整列した領域毎の方式（例えば、領域 4 0 2）で補間を複製システムと置換する場合、S 3 T C の挙動をある程度まで模倣することができるであろう。

しかし、これは、準最適な手法である。テクスチャ地図のサブテクスチャの寸法が一般的に 4 又は 8 テクセルの倍数に制限されるので、サブテクスチャの境界は、図 7 に示す縮小サイズのデータの組の各要素に対応するテクセルブロックの縁部と常に整列する。サブテクスチャをテクスチャ地図での使用に適合させるために、全ての境界ブロック（境界の両側の）には、図 8 に示すように色複製を受けなければならないことになる不連続のフラグが立てられる。ここで、6 4 × 6 4 テクスチャ 4 5 0 は、非補間モードを使用するように設定された反転表示した領域 4 5 1 として示された境界付近の全ての 4 × 4 ブロックを有する。これは、先端 4 5 2 で必要な不連続を達成するが、反転表示した領域 4 5 1 の内側縁部 4 5 3 上のピクセル間で不要な不連続を生じるといって望ましくない副作用を有する。これは、4 5 3 の近隣ピクセルの圧縮結果の品質を有意に低下させる可能性がある。

20

【 0 0 3 9 】

より良い手法は、最上部及び左側縁部に沿った不連続を暗示するように、各マーク付けした 4 × 4 領域の縁部の 2 つに沿った不連続を単に暗示することである。テクスチャ地図では、サブテクスチャの最下部及び右縁部は、次に隣接する下部及び右サブテクスチャからの不連続を「継承」するであろう。残念ながら、この手法は、対称ではないので理想的ではない。

【 0 0 4 0 】

30

代わりに、好ましい実施形態では、6 4 ビットデータブロック 3 0 0 の不連続 / ハードフラグ 3 0 6 によって影響される領域は、変調モードフラグ 3 0 3 によって支配される整列した 4 × 4 テクセル領域に対して x 及び y 方向に 2 テクセルだけオフセットしたテクセルの領域に影響を及ぼす。この事例が図 9 に示され、1 つの特別な 6 4 ビットデータブロック 3 0 0 の変調フラグによって制御された整列した 4 × 4 テクセルブロック 4 7 0 を示している（グレーに反転表示されている）。一方、ハードフラグによって影響されるテクセルの領域は、斜交ハッチング領域 4 7 1 で示されている。

【 0 0 4 1 】

これは、各 2 × 2 の組のテクセルが、異なる 6 4 ビットデータブロックに由来することがあるハードフラグと変調モードフラグとの 2 つのフラグによって支配されることを意味する。しかし、いずれかが特定の整列したブロック内のテクセルの場合、変調モードビットは、常に親の 6 4 ビットデータブロックに由来する。最上部左の 2 × 2 テクセル象限 4 8 0 のハードフラグは、そのブロックからその上及び左まで、最上部右象限 4 8 1 の最下部左象限 4 8 2 の上のブロックから最下部右象限 4 8 3 のそのブロックから左まで、及びそれ自体のブロックから得られる。マッピングは、テクスチャの象限の最上部行がテクスチャの最下部行の対応するブロックからそのハードフラグを取得する点でドーナツ状である。同様に、象限の左側の列は、テクスチャの右側末縁部からそのフラグを取得する。

40

この選択は、「最小双 1 次読取要件」を無効にしないことに注意されたい。

【 0 0 4 2 】

50

ハードフラッグ306の値は、関連する画像領域の評価に基づいて選択することができる。データの各ブロックを圧縮する時に、ある一定の閾値よりも上の色データ内の不連続を検出するための簡単なアルゴリズムを使用することができる。1つのそのような手法は、(a)テクスチャデータのローパスフィルタリング、(b)オリジナルソーステクスチャとローパスフィルタデータの間にテクセル毎の差違を含むデルタ画像の計算、(c)デルタ画像テクセルの解析の段階を伴うであろう。例えば、特定の4×4テクセル領域の最下部右コーナに沿ってデルタテクセルのマグニチュードが比較的大きく、かつブロック境界のあらゆる側でデルタベクトルの向きがおおむね反対方向を向いている場合、その領域は、恐らくハードモードを使用する候補である。

【0043】

この実施形態では、色データ、変調データ、及び関連フラッグは、64ビットデータブロック内に一緒に格納される。しかし、色データ、変調データ、及びフラッグは、別々に又はあらゆる組合せで格納することができる。色データ、変調データ、及び関連フラッグは、異なるサイズのデータブロック内に格納されることも可能である。

【0044】

好ましい4bpp実施形態では、各2×2象限の圧縮/解凍モードは、その「変調」及び「ハード」フラッグの組合せによって支配されるが、その概要を以下の表1にまとめている。

【0045】

(表1)

変調フラッグ	ハードフラッグ	符号化モード
0	0	標準：代表色の双1次補間、補間結果の色配合の4つの選択。
1	0	突き抜け：基本色の双1次補間、補間結果の色配合の3つの選択、プラス完全半透明ブラックの選択。
0	1	不連続：標準モードでの色配合の4つの選択を用いた最隣接基本色の反復。
1	1	代替案：いずれか別のモード(本出願に説明される)又は代替的な実施形態、最隣接基本色の反復であるが、「突き抜け」配合の選択を伴うもの。

【0046】

上述の標準モードは、各テクセルに対して、最隣接の4つのA代表色の双1次アップスケールと最隣接の4つのS代表色の双1次補間とが、フィールド304内に格納された毎テクセルの変調値に従って次に配合されるそのテクセルの2つの色を供給するのに使用されるという点で、GB2417384で説明したものと一致する。4bpp実施形態の場合、2つの補間ベースの色の一部の組合せに基づいて4つの利用可能な色の選択を提供する2つのビット毎テクセルが存在する。GB2417384と同様に、この選択は、そのテクセル位置におけるアップスケールA信号、アップスケールB信号、アップスケールA信号とB信号の5対3配合、又はアップスケール値の3対5配合に由来する。

【0047】

突き抜けモードは、GB2417384の突き抜けモードと殆ど同一である。標準モードと同様に、A及びBを表すものは、最大解像度まで双1次的にアップスケールされている。毎テクセル色選択は、更に、そのテクセル位置におけるアップスケールA信号、アップスケールB信号、アップスケールA信号とアップスケールS信号の1対1の配合、又は完全に透明なブラック色のうちの1つである。この最後の選択は、左から掛けないもの(GB2417384によって仮定されたもの)を超える恩典を有するPorter-Duffの左から掛けるアルファ配合モデルを仮定しているという点でGB2417384とは異なっている。[この主題に対する更なる詳細は、本明細書においてその内容が引用により組み込まれている「複合理論」Jim Binnのコーナ、IEEEコンピュー

10

20

30

40

50

タグラフィックス及び応用、1994年7月を参照されたい。]このオプションはまた、返却アルファ値が無視された場合に、符号化すべき独立「ブラック」ピクセルを符号化させる付加的な恩典を有する。

【0048】

不連続モードは、双1次補間を無効にし、代わりに、各テクセルに対してある一定のテクセルを含有する4×4の整列したブロックから代表A及びBベースの色の対を再使用する。標準モードと類似の方式で、各テクセルは、次に、再現された基本色A、再現された基本色B、基本色AとBの5対3の配合、又は再現された基本色の3対5の配合の色から1つを選択することができる。標準モードを配合するのと同じ比率を使用して、同じハードウェアの再使用が可能になる。

10

【0049】

不連続モードの効果の例が図10に示されている。以前のように、右、下、及び右下に隣接ブロックを含む4×4の整列したテクセルブロック500が存在する。各々が4つの隣接する4×4テクセルの組の1つに属する同じ「ハードフラッグ」によって影響される4つの隣接テクセル象限501a及び501bが示されている。これらの4つの象限の各々は、不連続モードを使用するように設定されるように仮定されている。各象限は、最隣接代表/基本色502を再現することによって毎テクセルで基本色を取得する。これは、503で示す「+」形状の暗示不連続をもたらす。ブロック503の場合、この不連続は、境界の最下部右コーナーに沿って位置する。

【0050】

20

この好ましい方法は、強制された不連続の量を最小にし（追加データフラッグを必要とせずに）、かつ対称である。地図に組み込まれるように意図されたサブテクスチャの場合、最上部及び左縁部は、接続しているサブテクスチャから特性を継承することができるので、ブロックのちょうど右側及び最下部の行が「不連続」になるように強制する必要がある。

【0051】

1に設定された両方のフラッグによって意味された残りのモードは、より簡単な実施形態では、非補間ベースの色に対して単に突き抜け色配合モードを適用することができる。好ましい実施形態は、しかし、図11及び12に示すようなテクスチャの領域をサポートするモードを提供することになる。このモードは、好ましい実施形態では「パレット」モードとして公知である。しかし、標準の「パレットテクスチャ」と異なり、別のメモリ又はキャッシュに対して第2のインディレクション又はフェッチがないことに注意されたい。変調データは、4つの隣接ブロックの代表A及びBの対から取られたより広い範囲の色を考慮に入れるように、単にこのモードで他の方法で変換される。好ましい実施形態では、変調データは、利用可能な色を制限するように、ハードフラッグによって影響される領域内の対応するテクセルの位置に応じて解釈される。

30

【0052】

特定ハードフラッグによって影響されるオフセット4×4領域（471のような）では、あらゆるテクセルが、最隣接の4つのブロックの代表A及びBの対で構成された8つの「任意の」近くの色までアクセスする可能性を有する。しかし、最小双1次読取要件に対処するために、ある一定のテクセルは、可能なソース色のより制限された選択権を持たなければならない。更に、フィールド304内には2つの毎テクセル変調ビットしか割り当てがないので、毎テクセルの色の選択は、4つの色だけに制限すべきである。しかし、それらは、2つの基本色の配合に基づく4つの色ではなく、4つの個別の色とすることができる。

40

【0053】

図11は、全ての2×2テクセル象限がパレットモードを使用しているように仮定する各テクセルに対して利用可能な色の選択を示している。図は、左から右に、最上部から最下部への順序でそれぞれブロックP、ブロックQ、ブロックR、及びブロックSと名付けられた1組の2×2の16テクセルの整列したブロック600を示している。内側は、ブ

50

ロックQのハードフラッグによって制御されるオフセット領域601である。4つのブロックに関連するのは、代表色602の対の組であり、それらは、Pa及びPb、Qa及びQb、Ra及びRb、及びSa及びSbと名付けられ、それぞれブロックP、Q、R、及びSから準備されている。この8つの色の組は、オフセット領域601のローカルパレットを形成する。

【0054】

領域601の拡大図610は、各テクセルに利用可能なローカルパレット602の2次選択を示している。最小双1次読取要件に適合するように、オフセット領域の最上部左コーナ620のテクセルは、ブロックP、すなわち、Pa及びPbの代表色だけに頼らなければならない。しかし、4つの色を選択することができるので、他の2つの色は、「標準」モードに関しては、5対3及び3対5の配合から選択される。ここでもまた、最小双1次読取要件の理由で、最上部行621の残りの3つのテクセルは、代表色Pa、Pb、Qa、及びQbからだけ選択することができるが、これは、4つの色の完全な選択を提供する。同様に、左列の残りの3つのテクセルは、代表色Pa、Pb、Ra、Rbからだけ選択することができる。

10

【0055】

残りの9つのテクセルは、そのように制限されず、各々がローカルパターン602から4つの色のあらゆる部分集合を選択することができるが、一部の論理的原理が使用されることが望ましい。これらの原理は、以下に説明する。

【0056】

20

2つだけの「代表テクセル」位置に等しく近いそれらのピクセルは、それらの2対の色の対だけから選択することになる。そのようなテクセル630が4つ存在する。

【0057】

1つのテクセル640は、全ての4つの代表テクセルから等距離にある。色の使用が均等に分配されるように保つために、640がベースの対の各々から1つの色を選択することになる。ベース「A」色がそれらのために左に、「B」色がそれらのために右から使用されることになる。代替的に、しかし等しく重要であるマッピングも選択することができるであろう。

4つの残りのテクセルは、次のように4つの色選択を割り当てられる。第1の2つの色は、テクセルの最も近い代表テクセルから選択される。次に最も近い位置に等しく2つの他の代表の対が存在する。代表Aは、時計回りの代表から選択され、色Bは、反時計回りの代表から選択される。例えば、テクセル645は、Sからの両方の代表(Sa及びSb)、時計回り最隣接であるブロックRからのRa、及びブロックQからのQbを使用する。この最終段階は、代表色を均等に分配する。

30

【0058】

ローカルパレット指標に対する符号化を講じるには、いくらかの注意が必要である。特に、(a)ハードウェア的に「廉価な」符号化を生成すること、及び(b)ブロック間境界の取り扱いに「要注意」の問題を手際よく扱うことの2つを達成することが望ましい。

【0059】

第1の段階は、3ビット指標からローカルパレット602へのマッピングを割り当てることである。明白な順序、すなわち、左から右、最上部から最下部、すなわち、0 Pa、1 Pb、2 Qa、3 Qb、4 Ra...7 Sbは、残念なことにそれ自体廉価な復号機能に向いていない。好ましいマッピングが表2に示されている。

40

【0060】

(表2)

表 2 パレット指標	
符号化	パレット色
0 0 0	P a
0 0 1	P b
0 1 0	S a
0 1 1	S b
1 0 0	Q a
1 0 1	Q b
1 1 0	R a
1 1 1	R b

10

【 0 0 6 1 】

図 1 2 は、フィールド 3 0 4 内に格納された 2 ビット毎テクセル変調データから表 2 の 3 ビットパレット指標へのマッピング関数の最上位図を示している。説明中「e」と「f」の値は、毎テクセル変調値の 2 つのビット 4 2 0 を意味する。図 1 2 はまた、6 0 1 に示すテクセルに加えて、右へのテクセルの次の行と下へのテクセルの次の列を含む。3 D コンピュータグラフィックでは、（解凍された）テクスチャデータの双 1 次フィルタリングを行うことが一般的であることを考えると、2 × 2 の組のテクセルを並行して復号する必要があることになることが普通である。そのような 2 × 2 ブロックの最上部右テクセルが 6 0 1 領域から任意的に選択されるものと考えられる場合、双 1 次テクスチャフィルタリングに必要とされる付加的な 3 つのテクセルは、付加的な列及び / 又は行に配置することができる。

20

【 0 0 6 2 】

オフセット領域 6 0 1 の最上部左テクセル 6 2 0 及び 7 0 0 は、隣接ブロックからの次のそのようなテクセル 6 2 0 Q、6 2 0 R、及び 6 2 0 S と共に、「標準」符号化で定められたのと同じモードを使用して復号されるので更に説明する必要はない。

【 0 0 6 3 】

すぐ右のテクセル 7 0 5 は、最上部行の次の 2 つのテクセルと同様に、続くビットパターン「e 0 f」から形成されたその 3 ビット指標を有する。次の行の最も左のテクセル 7 1 0 は、最も左の列の残りの 2 つのテクセルと同様に、パターン「e e f」から形成された 3 ビット指標を有する。

30

【 0 0 6 4 】

同様に、他のテクセル 7 2 5、7 3 0、7 3 5、7 4 0、7 4 5、7 5 0、7 6 0、及び 7 7 0 は、追加記号に対する以下の定義と殆ど同じ方法で定められる。

記号 e' は、e の補集合を示すために使用される。

特別な記号 h、i、j、k、及び m は、以下の式を表す。

【 0 0 6 5 】

【 数 1 】

$$\begin{aligned}
 h &= e \wedge f & i &= \overline{e \vee f} \\
 k &= e \vee f & m &= \overline{e \wedge f} \\
 j &= e \oplus f
 \end{aligned}$$

40

【 0 0 6 6 】

これらの式は、ハードウェアに実施するのに高価ではない。

どの復号モードがテクセルに適用されるかの選択は、表 1 に説明されているように、特に整列かつオフセットしたブロック及びそれらの整列かつオフセットブロックに関連するフラッグにおけるテクセルの包含によりテクセル毎のベースで行われることに注意されたい。

50

【 0 0 6 7 】

2 b p p 実施形態をここで説明する。各変調フィールドがここでは1組の8 × 4 テクセルを参照する以外は、G B 2 4 1 7 3 8 4 と同様に、データは、再度、図 5 に示すものと同じ構造で6 4 ビットブロックに格納される。代表色も、4 b p p 実施形態のように4 テクセル毎ではなく、x 方向に8 テクセル毎に1つの割合で延びる。

【 0 0 6 8 】

G B 2 4 1 7 3 8 4 では、2 b p p 実施形態の変調データに対して2つの主要な符号化モードが存在した。より簡単なモードは、2つのアップスケール基本色間で簡単に選択する単一ビット毎テクセルを使用する。このモードは、以下に直接マッピング法と呼ぶ。第2のモードは、チェス盤のパターンで第2のテクセル毎に2ビット値を格納し、残りのテクセルの変調値は、それらの水平最隣接部、それらの2つの垂直最隣接部、又は水平最隣接部及び垂直最隣接部の両方の平均に格納された値の平均として推定される。このモードは、以下に推定マッピング法と呼ぶ。

【 0 0 6 9 】

4 b p p 実施形態と同様に、各小さな領域は、変調及びハードフラッグによって支配された4つの実現可能な符号化の選択肢を有する。2 b p p モードの第1の実施形態には、「パレット」モードがない。代わりに、4つのモードは、単に以下のである。

- i) 代表色の双1次アップスケールを伴う直接マッピングモード、
- i i) 代表色の双1次アップスケールを伴う推定マッピング、
- i i i) 最隣接代表色の反復を伴う直接マッピングモード、
- i v) 最隣接代表色の反復を伴う推定マッピング。

【 0 0 7 0 】

図 1 3 a に示すように、第2のより複合的な実施形態では、第4の符号化オプションが、代わりに、2 × 2 ベクトル量子化を使用する。整列したテクセル8 0 0 の2 × 2 ブロック内では、ハードフラッグによって影響を及ぼされたオフセット領域8 0 1 が、2 × 2 ベクトル量子化モードで符号化される。変調データフィールド3 0 0 は、次に、オフセット領域8 2 0 内のテクセルの最上部左の2 × 2 ブロックの代表になる2ビット毎スカラーを使用して符号化された2 × 2 ベクトルに対して全部で8ビットを使用する。その例が8 2 1 であるオフセット領域の最上部行のテクセルの残りの3つの2 × 2 の組は、次に、ブロックPで符号化されたベクトル、又はブロックQで符号化されたベクトル(1ビット毎ベクトルを必要とする)のいずれかによって表現されるように選択することができる。2 × 2 組あたりの付加的な2ビットは、次に、アクセスしたベクトルが追加的に水平に、垂直に、又は両方に反射されるべきか否かを表示する。これは、次に、全部で2 × 2 組あたり3ビットを意味する。最初がP又はQに格納されたものの1つであるべきという制限は、ここでもまた、最小双1次読取要件のためであることに注意されたい。

【 0 0 7 1 】

同様に、オフセット領域の左にある2 × 2 の組8 2 2 は、P又はRからのベクトルの選択を有し、垂直、水平、又は両方に反転されるという付加的なオプションを有する。

その例が8 2 3 である残りの3つの2 × 2 の組は、4つの隣接ブロックのいずれかから選択することができ、同じく反転させることができる。これは、総計が8(格納されたベクトルに対して) + 3 × 3(最上部行) + 1 × 3(左ベクトル) + 3 × 4(最下部行) = 32ビットになり、変調フィールド3 0 0 で利用可能な合計にちょうど合致する。

【 0 0 7 2 】

このモードは、格納されたベクトル及び反転モードのある一定の組合せが余剰であることに注意することによって拡張することができると考えられる。例えば、格納されたベクトル、例えば、P 8 2 0 のベクトルがY軸に沿って対称な場合、このベクトルを選択して水平方向に反転させるように選択することは、余剰である。システムは、そのような事態を検出し、代替ベクトルで置換することができるであろう。そのような1つのオプションは、ベクトルを90度だけ時計回りに回転させることであると考えられる。垂直方向反転を伴うX軸内の対称性は、両軸において対称なままで同じことを行うことができ(すなわ

10

20

30

40

50

ち、ソースベクトルの全ての値が同一である場合)、ソース値を修正するために反転モードの選択を使用することができると考えられる。

【 0 0 7 3 】

一実施形態では、完全に復号された値は、単に補間代表色を変調するのに使用される。別の実施形態では、完全に復号されたベクトル値は、図 1 3 b に示すような 4 b p p マッピング手法の適用を使用して事前選択されたローカルパレットに索引付けするのに使用される。

【 0 0 7 4 】

図 1 4 は、本発明による解凍器アーキテクチャを含むレンダリングシステムの概略図である。レンダリングシステム 1 0 0 0 は、(示していない他のユニットの中でも特に)三角形ラスタリング及び視認性判断エンジン 1 0 0 0 を収容する。これは、各ピクセルのためのテクスチャ及びテクスチャ座標を判断するテクスチャ座標発生ユニット 1 0 0 5 に対して、既知の関連する三角形及びテクスチャ座標データと共にピクセルを供給する。ブロックデータにマップされた要求されたテクスチャ及びテクスチャ座標データは、好ましくは、テクスチャキャッシュユニット 1 0 1 0 に供給され、ユニット 1 0 1 0 は、最終的な双 1 次フィルタリングの 2 x 2 テクセルを抽出するのに必要とされる 2 x 2 データブロックの必要な組を戻す。テクスチャキャッシュが要求されたデータを含みしない場合、それは、最初に外部メモリ 1 0 1 5 からそのデータをフェッチすることになる。

【 0 0 7 5 】

2 x 2 データブロックの戻された組は、2 x 2 テクセルのどの部分集合を解凍するかを判断するために、1 0 0 5 からのテクスチャ座標と共にテクスチャ解凍ユニット 1 0 2 0 に供給される。テクセルの復号された 2 x 2 の組は、次に、双 1 次フィルタリングユニット 1 0 3 0 に供給され、このユニットは、ユニット 1 0 0 5 からの部分テクスチャアドレスビットの組と共に双 1 次フィルタリングを実施する。得られる色値は、次に、データを組み合わせる配合ユニット 1 0 4 0 に供給される。その結果は、フレームバッファ 1 0 5 0 に送られる。

【 0 0 7 6 】

解凍ユニット 1 0 2 0 の挙動の詳細が図 1 5 に示されている。キャッシュからの入力ブロックが分離ユニット 1 1 0 0 によってそれらの要素の色、モード、及び変調ビットに分割され、4 つのターゲットテクセルに対する復号モードが、モード判断ユニット 1 1 1 0 によってモードビットから判断される。

【 0 0 7 7 】

4 つの「A」代表値からの色データは、ユニット 1 1 2 0 内に双 1 次的に補間され、2 x 2 テクセルの組を生成する。ハードエッジモードを使用するあらゆるテクセルに対して、双 1 次的に補間された結果は、関連する代表値と置換される。同様に、4 つの「B」代表値が、ユニット 1 1 2 5 によって補間される。

【 0 0 7 8 】

テクセルの 2 x 2 の組に対する変調ビットは、ユニット 1 1 3 0 によって 2 x 2 ソースデータブロックから抽出される。2 b p p モードの場合、これも、格納されていない値を推定するために補間を含む。

【 0 0 7 9 】

ローカルパレットは、ユニット 1 1 4 0 によって代表色から集められる。

1 1 2 0 に起因する補間 / 反復「A」色、及び 1 1 2 5 に起因する補間 / 反復「B」色は、1 1 4 5 での上述の配合重み付けを使用して、1 1 1 0 からの毎テクセルモード及び 1 1 3 0 からの毎テクセル変調値に従って配合される。

サブパレット選択は、1 1 4 0 からの組み立てたローカルパレット、及び 1 1 3 0 からの変調ビットを使用して 1 1 5 0 によって行われる。

最後に、1 1 5 0 からのパレット色と 1 1 4 5 からの配合された色の間の毎テクセルの選択が、ユニット 1 1 6 0 において行われ、4 つの得られるテクセル値が出力される。

【 符号の説明 】

10

20

30

40

50

【 0 0 8 0 】

3 0 0 フォーマット
 3 0 1 代表色 B
 3 0 2 代表色 A
 3 0 3 変調モードビット

【 図 1 】

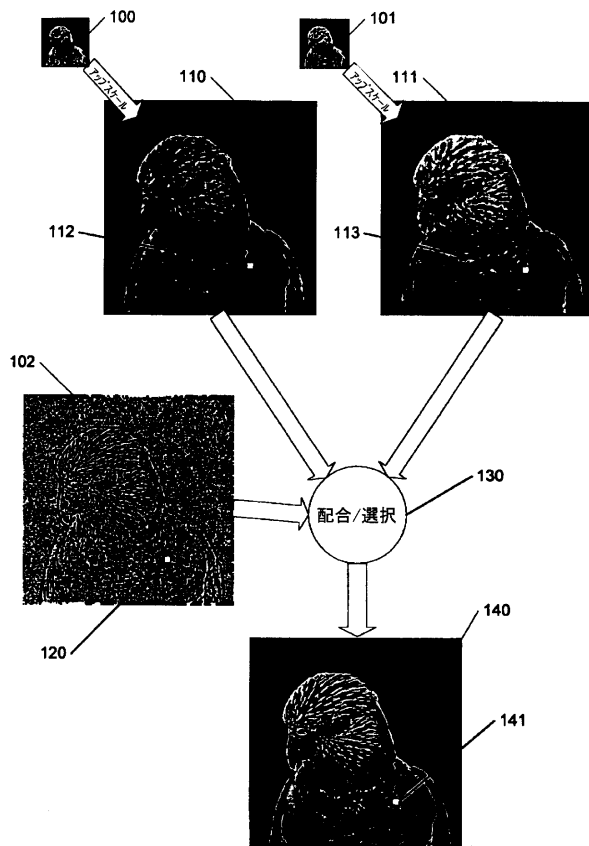


Figure 1

【 図 2 】

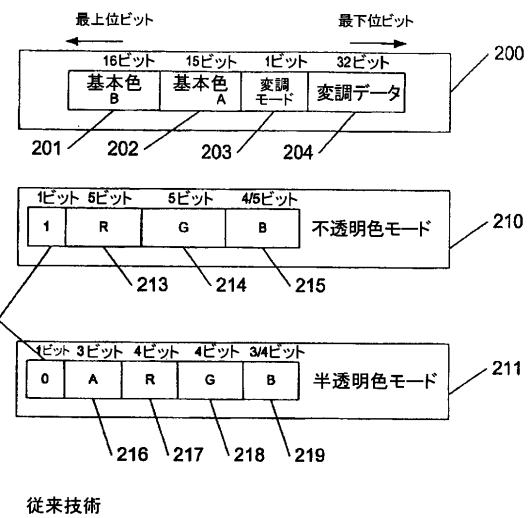


Figure 2

【 図 3 】

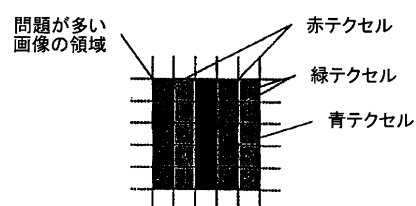


Figure 3

【図 4】

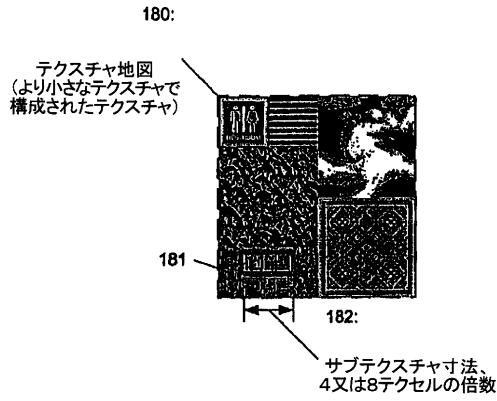


Figure 4

【図 5】

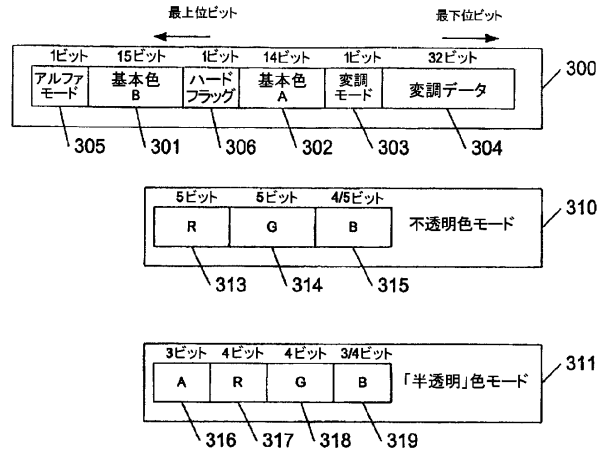


Figure 5

【図 6】

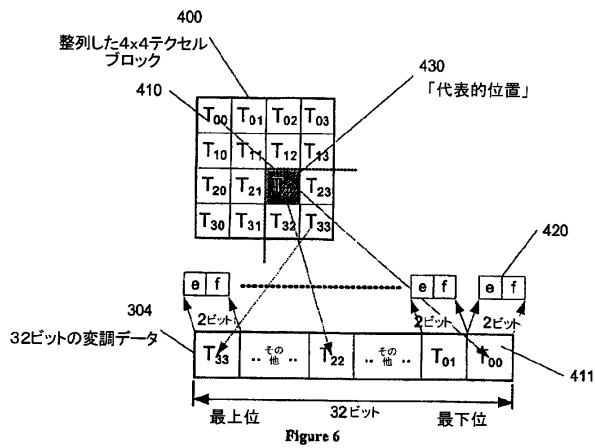


Figure 6

【図 7】

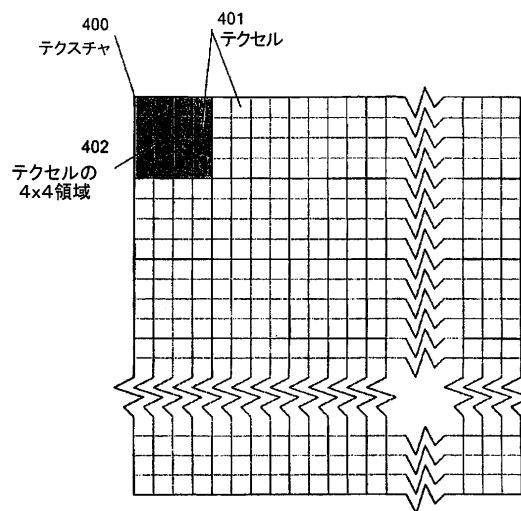


Figure 7

【図 8】

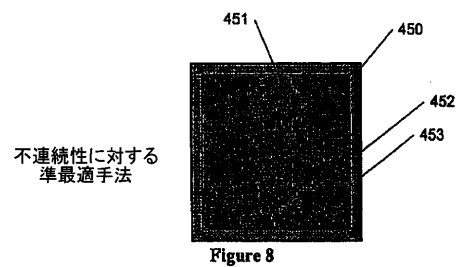


Figure 8

【図 9】

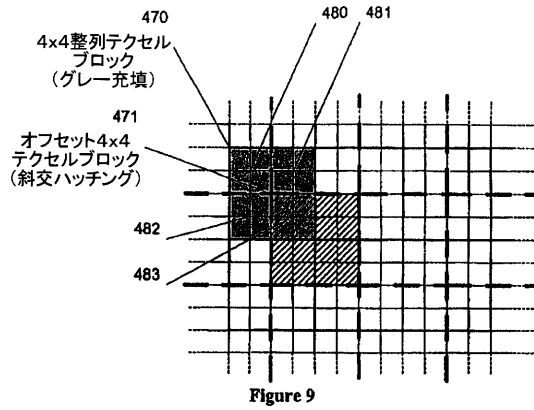


Figure 9

【図 10】

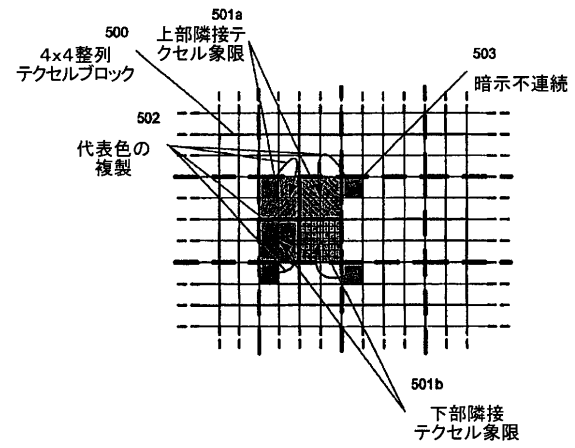


Figure 10

【図 11】

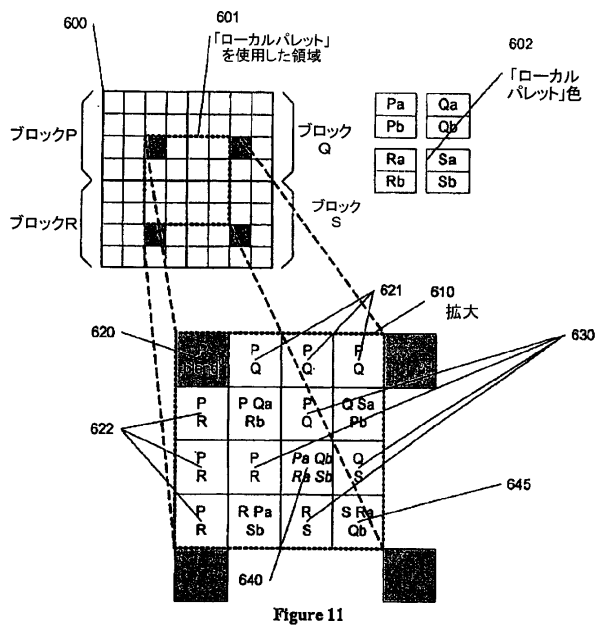


Figure 11

【図 12】

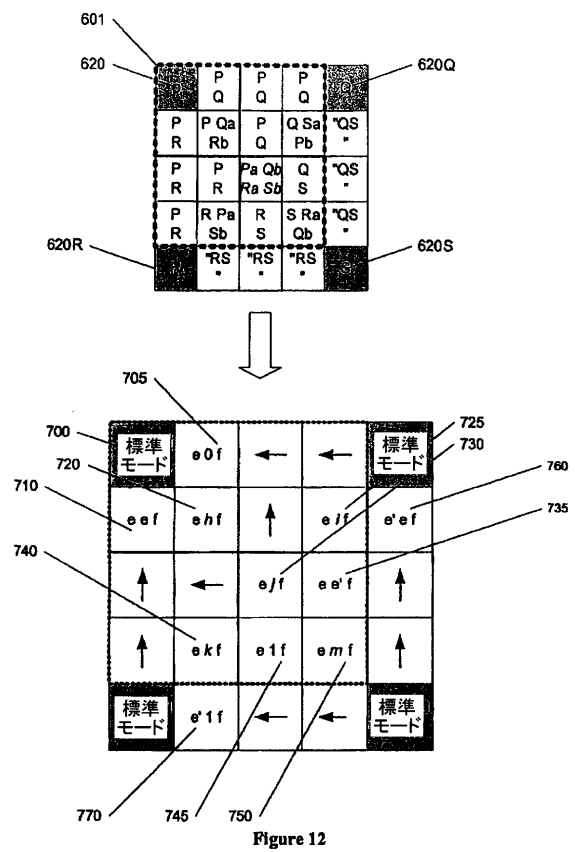


Figure 12

【図13a】

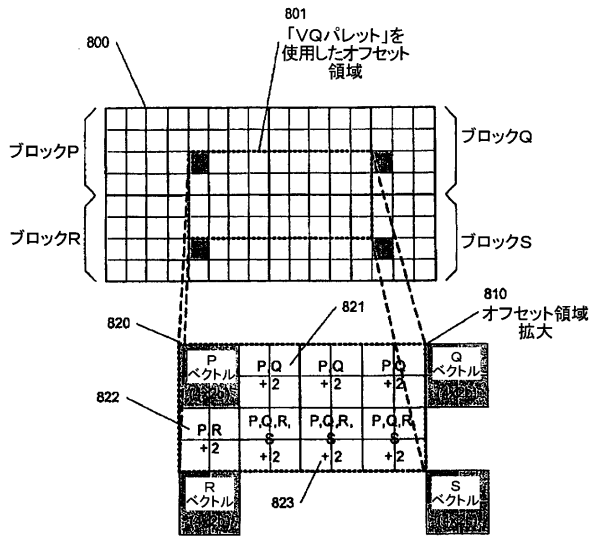


Figure 13a

【図13b】

	PQ	PQ	PQ	PQ	PQ	PQ	PQ	
PR	PQa	PQa	PQa	PQa	QSa	QSa	QSa	QS
PR	RPa	RPa	RPa	RPa	Qb	Qb	Qb	QS
PR	RPa	RPa	RPa	RPa	Qb	Qb	Qb	QS
RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS

Figure 13b

【図14】

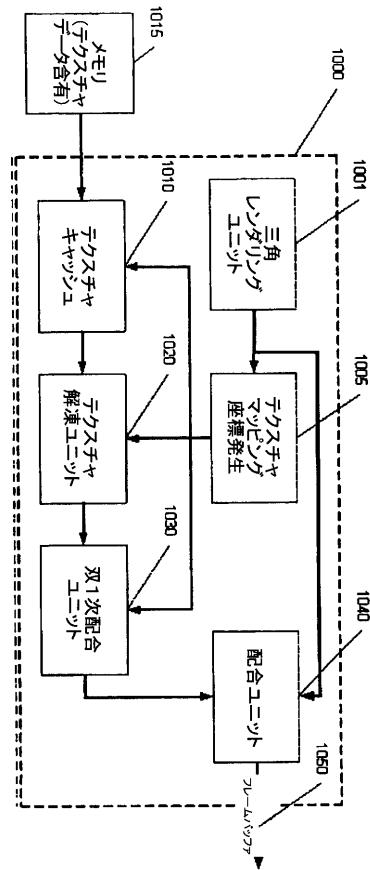


Figure 14

【図15】

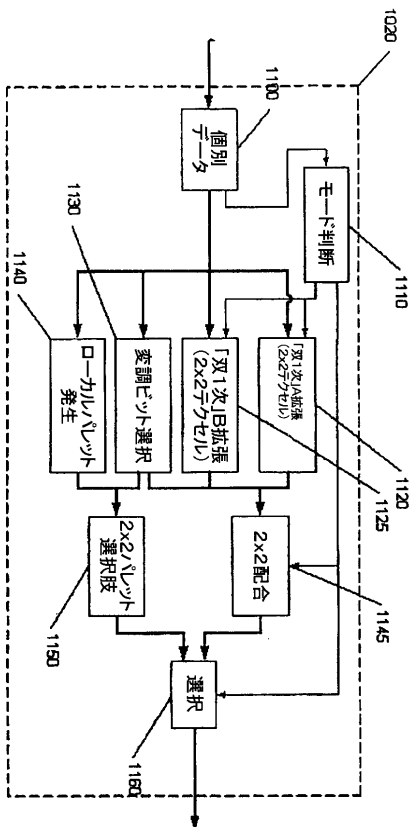


Figure 15

フロントページの続き

(74)代理人 100109070

弁理士 須田 洋之

(74)代理人 100109335

弁理士 上杉 浩

(72)発明者 フェニー サイモン

イギリス エイエル2 3 ジェイワイ セント オルバンズ ワットフォード ロード 99

審査官 千葉 久博

(56)参考文献 特開2007-020208(JP,A)

特開2006-060841(JP,A)

特開昭63-009282(JP,A)

特表2007-529786(JP,A)

特表2005-525616(JP,A)

米国特許第04887151(US,A)

米国特許出願公開第2004/0151372(US,A1)

KUGLER A, "High-performance texture decompression hardware", VISUAL COMPUTER, ドイツ,
SPRINGER, 1997年 1月 1日, Vol.13, No.2, p.51-63

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 15/00 - 15/87

G06T 19/00, 19/20

H03M 3/00 - 11/00

H04N 1/41 - 1/419

H04N 7/12 - 7/137