

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第5726914号  
(P5726914)

(45) 発行日 平成27年6月3日 (2015.6.3)

(24) 登録日 平成27年4月10日 (2015.4.10)

(51) Int.Cl.

F I

G O 9 G 5 / 3 6 ( 2 0 0 6 . 0 1 )

G O 9 G 5 / 1 0 ( 2 0 0 6 . 0 1 )

G O 9 G 5 / 3 6 5 2 O A

G O 9 G 5 / 3 6 5 1 O M

G O 9 G 5 / 1 0 B

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2012-553899 (P2012-553899)	(73) 特許権者	501263810
(86) (22) 出願日	平成23年2月11日 (2011.2.11)		トムソン ライセンシング
(65) 公表番号	特表2013-520687 (P2013-520687A)		Thomson Licensing
(43) 公表日	平成25年6月6日 (2013.6.6)		フランス国, 92130 イッシー レ
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/000257		ムーリノー, ル ジャンヌ ダルク,
(87) 国際公開番号	W02011/102887		1-5
(87) 国際公開日	平成23年8月25日 (2011.8.25)		1-5, rue Jeanne d' A
審査請求日	平成25年11月21日 (2013.11.21)		rc, 92130 ISSY LES
(31) 優先権主張番号	61/338,532		MOULINEAUX, France
(32) 優先日	平成22年2月19日 (2010.2.19)	(74) 代理人	100107766
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 伊東 忠重
		(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(74) 代理人	100091214
			弁理士 大貫 進介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高ダイナミックレンジのビデオ・トーン・マッピングのためのパラメータ補間

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ディスプレイ装置によって実行される、複数の個々のフレームを有するビデオをトーン・マッピングする方法であって：

前記フレームのフレーム毎の平均ルミナンスに、フレームからフレームにかけての低域通過フィルタを適用する段階と；

フィルタ処理されたフレーム毎の平均ルミナンスのルミナンス勾配を生成して前記個々のフレームについてのルミナンス情報を生成する段階と；

前記個々のフレームを有する前記ビデオを前記個々のフレームについての前記ルミナンス情報に応じてセグメントに分割する段階と；

前記セグメントを静的ルミナンス・セグメントおよび過渡ルミナンス・セグメントに分類する段階と；

前記静的ルミナンス・セグメントについてトーン・マッピング・パラメータ・セットを生成する段階と；

前記過渡ルミナンス・セグメントの少なくとも一つについてのトーン・マッピング・パラメータ・セットを、隣接する静的ルミナンス・セグメントの前記トーン・マッピング・パラメータ・セットに応じて生成する段階と；

前記静的ルミナンス・セグメントおよび過渡ルミナンス・セグメントを、それぞれのトーン・マッピング・パラメータ・セットに従ってトーン・マッピングする段階と；

ルミナンス勾配のピークを検出し、該ピークの関連するバンド幅を決定する段階と；

前記ピークおよび前記関連するバンド幅を、前記分割する段階のための前記ルミナンス情報として使う段階とを含む、  
方法。

【請求項 2】

前記過渡ルミナンス・セグメントの少なくとも一つについてのトーン・マッピング・パラメータ・セットを生成する段階が、前記トーン・マッピング・パラメータ・セットを、二つの隣接する過渡ルミナンス・セグメントのトーン・マッピング・パラメータ・セットから、前記トーン・マッピング・パラメータ・セットにおける少なくとも一つのパラメータ型について補間することによって、生成することを含む、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記少なくとも一つのパラメータ型が、アンカー点、コントラスト・ブースト・レベルまたは露出値のうちの少なくとも一つである、請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

前記過渡ルミナンス・セグメントの開始時点が、ピーク・フレーム番号と対応するバンド幅の半分との差から決定され、前記過渡ルミナンス・セグメントの終了時点が、前記ピーク・フレーム番号と前記バンド幅の半分との和から決定される、請求項 1 記載の方法。

【請求項 5】

少なくとも一つの過渡ルミナンス・セグメントに対して遅延を適用して、前記少なくとも一つの過渡ルミナンス・セグメントの先頭の少なくとも一つのフレームは、その過渡ルミナンス・セグメントについての前記パラメータ・セットを用いてトーン・マッピングされず、前記少なくとも一つの過渡ルミナンス・セグメントにおける後続のフレームはその過渡ルミナンス・セグメントについての前記パラメータ・セットを用いてトーン・マッピングされるようにすることを含む、請求項 1 ないし 4 のうちいずれか一項記載の方法。

【請求項 6】

前記遅延が3ないし6フレームである、請求項 5 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願への相互参照

本願は2010年2月19日に出願された仮特許出願第61/338532号への米国特許法第119条(e)のもとでの出願日の利益を主張するものである。

【0002】

発明の分野

本発明は、低ダイナミックレンジ(LDR: low dynamic range)ディスプレイ上での高ダイナミックレンジ(HDR: high dynamic range)コンテンツのトーン再現に、特に、変動する照明〔ライティング〕条件をもつビデオのためのトーン再現に関する。

【背景技術】

【0003】

現在、たいていのディスプレイ装置は、現実世界のシーンよりも低い、限られたダイナミックレンジをもつ。低ダイナミックレンジ(LDR)ディスプレイ装置に示されるHDRシーンは通例、飽和しているか(写真でいう露出過剰に対応する)、極端に暗い(露出不足に対応する)ことになる。いずれの場合も、無数の詳細が失われることがあるので、望ましくない。

【0004】

HDRビデオ・フォーマットにおける視覚的内容の量は大幅に増加してきた。よって、HDRビデオのためのトーン・マッピングは産業界のみならず学界においても多くの関心を引きつけてきた。しかしながら、静止画のトーン・マッピングに比べ、HDRビデオのトーン・マッピングには比較的非常に少ない努力しか払われていない。

【0005】

比較的静的な照明条件をもつビデオ・シーンについては、既知のパラメータ推定方法はいい性能を発揮してきた。そのような場合、一般に、一組の固定したパラメータが、静的な照明条件をもつ同じビデオ・セグメント中のすべてのフレームに適用される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、ビデオのシーン内で変動する照明条件については、固定したパラメータの組を諸フレームに適用すると、貧弱なトーン・マッピング結果を生じていた。これは、トーン・マッピング・パラメータがフレームによって変わることができるからである。よって、変動する照明をもつ諸シーンにおいてトーン・マッピングを適正かつ効果的に実行できるトーン・マッピング・プロセスが必要とされている。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

低ダイナミックレンジ・ディスプレイでの表示のために高ダイナミックレンジ（HDR）ビデオをトーン・マッピングする方法が、前記HDRビデオにアクセスする段階と；個々のフレームについてのルミナンス情報を生成する段階と；フレームの異なる相続く諸グループを前記ルミナンス情報に応じてセグメントに分割する段階と；前記セグメントを静的ルミナンス・セグメントおよび過渡ルミナンス・セグメントに分類する段階と；前記静的ルミナンス・セグメントについてトーン・マッピング・パラメータ・セットを生成する段階と；前記過渡ルミナンス・セグメントの少なくとも一つについてのトーン・マッピング・パラメータ・セットを、隣接する静的ルミナンス・セグメントの前記トーン・マッピング・パラメータ・セットに応じて生成する段階と；それぞれのトーン・マッピング・パラメータ・セットに従って前記静的ルミナンス・セグメントおよび過渡ルミナンス・セグメントをトーン・マッピングする段階とを含む。本方法はさらに、少なくとも一つのパラメータ型を補間して、前記過渡ルミナンス・セグメントの前記少なくとも一つについての前記トーン・マッピング・パラメータ・セットを、二つの隣接する過渡ルミナンス・セグメントのトーン・マッピング・パラメータ・セットから生成することを含むことができ、前記少なくとも一つのパラメータ型はアンカー点、コントラスト・ブースト・レベルおよび/または露出値であることができる。前記分割する段階は、前記フレームのフレーム・レベルの平均ルミナンスに、フレームごとの低域通過フィルタを適用して前記ルミナンス情報を生成することを含むことができ、あるいは代替的に、前記分割する段階はさらに、フィルタ処理されたフレーム・レベルの平均ルミナンスのルミナンス勾配を生成して前記ルミナンス情報を生成することを含むことができる。前記フレームごとの低域通過フィルタ処理段階のいずれかから得られたピークおよび関連するバンド幅データは、前記諸グループを分割するために使うことができる。さらに、いくつかの過渡ルミナンス・セグメントに対して遅延が適用されることができ、前記少なくとも一つの過渡ルミナンス・セグメントの先頭の少なくとも一つのフレームは、前記過渡ルミナンス・セグメントについての前記パラメータ・セットを用いてトーン・マッピングされず、前記少なくとも一つの過渡ルミナンス・セグメントにおける後続の諸フレームは前記過渡ルミナンス・セグメントについての前記パラメータ・セットを用いてトーン・マッピングされる。

20

30

40

【図面の簡単な説明】

【0008】

本発明についてこれから、付属の図面を参照しつつ説明する。

【図1】本発明に基づくトーン・マッピングのためのパラメータ・セットを決定するためのフローチャートである。

【図2】本発明に基づくビデオ・シーケンス分割のためのフローチャートである。

【図3】フレームごとにビデオ・シーケンスにおいていかに平均ルミナンスが変化しうるかの例を示すグラフである。

【図4】低域通過フィルタ処理後に、フレームごとにビデオ・シーケンスにおいていかに平均ルミナンスが変化しうるかの例を示すグラフである。

50

【図 5】図 4 の低域通過フィルタ処理されたビデオ・シーケンスの勾配を示すグラフである。

【図 6】図 5 の勾配の低域通過フィルタ処理の結果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

本開示は、一般に、変動する照明条件をもついくつかのシーンをもつビデオに関する。概括的なアプローチは、まず、ビデオ中の諸シーンの開始時間および終了時間を検出することで始まることことができる。その後、本アプローチは、静的な照明をもつ前および次のシーンのパラメータ値を補間することによって、変動する照明条件をもつシーンの全フレームについてパラメータを計算することを含む。

10

【 0 0 1 0 】

開示される発明の概括的なシステム図は図 1 として示されている。全体として、パラメータ補間の方式は、まず、二つ以上のシーンをもつHDRビデオ 1 0 1 を取得することによって実行されることができる。次のステップは、ビデオを解析し、シーンまたはセグメントに分割する ( 1 0 2 ) ことを含むことができる。ここでの解析は、セグメントを静的なセグメントまたは過渡的なセグメントに分類することを含む。これに続いて、静的セグメントについてパラメータ・セットを推定する ( 1 0 3 ) 。次いで、過渡セグメントについてのパラメータ・セットが、補間 1 0 4 され、評価 1 0 5 される。評価は、適切なユーザー・インターフェースを使って実行できる。静的セグメントおよび過渡セグメントについての前記パラメータ・セットの適用が満足いくものなら、トーン・マッピングは前記パラメータ・セットに従って実行される ( 1 0 6 ) 。前記パラメータ・セットの適用が満足いくものでないなら、ステップ 1 0 3 、 1 0 4 、 1 0 5 が再実行されて、静的セグメントのための新たなパラメータ・セットが推定され、見出される。

20

【 0 0 1 1 】

図 2 は、本発明に基づくステップ 1 0 2 におけるビデオ・シーケンス分割のためのフローチャートである。ビデオ 1 0 1 が取得され、解析され、静的セグメントおよび過渡セグメントに分割 1 0 2 される。処理の流れは次のようになる：各フレームの平均ルミナンスが計算され ( 2 0 2 ) ；フレームごとの低域通過フィルタ処理 2 0 3 が平均ルミナンス・データに適用され；低域通過フィルタ・ルミナンス・データの勾配が計算され ( 2 0 4 ) ；フレームごとの低域通過フィルタ処理 2 0 5 が勾配データに適用され；フィルタ処理された勾配データからピークが検出され、関連するバンド幅が計算され ( 2 0 6 ) ；過渡セグメントおよび静的セグメントの位置がピークおよびバンド幅データから計算される ( 2 0 7 ) 。

30

【 0 0 1 2 】

図 2 の処理の流れに関し、入力HDRビデオのフレーム・レベルの平均ルミナンスが解析される。各フレームの平均ルミナンスが時間とともに変化しうることを念頭に置くことが重要である。このことは図 3 に示されている。図 3 は、ビデオ・シーケンスにおける種々のフレームにおいて平均ルミナンスがいかに変化しうるかを示している。さらに、ビデオは、平均ルミナンス変化に従って、いくつかのセグメントに分割されることができる。ここで、同じような平均ルミナンスをもつ相続くフレームが静的セグメントを特徴付ける。二つの静的セグメントの間のフレームは、時間とともに徐々に変化する平均ルミナンスを有することがあり、これは過渡セグメントとして特徴付けられることができる。たとえば、図 3 において、同じような平均ルミナンスをもつフレーム 0 ないし 6 0 付近までおよびピークにおけるフレーム 9 0 付近のフレームは静的セグメントであることができ、それらの中間にあるフレームは過渡セグメントをなすことができる。

40

【 0 0 1 3 】

各過渡セグメントの開始時点および終了時点を検出するために、平均ルミナンス・シーケンスの解析に基づく方式が提案される。この方式は次のようなものである。

【 0 0 1 4 】

a ) 図 3 における平均ルミナンス・シーケンス 2 0 3 に低域通過フィルタを適用して、

50

図4に示されるように、ルミナンスを平滑化する。

【0015】

b) 平滑化されたルミナンス・シーケンスの勾配を、図5に示されるように計算し(204)、任意的に、図5の勾配に低域通過フィルタを適用して(205)、図6に示されるようななめらかな勾配を得る。

【0016】

c) 図5における勾配曲線または図6における低域通過フィルタ勾配曲線における各ピークのピークおよびバンド幅を検出する(206)。

【0017】

d) 過渡および静的位置を計算する(207)。

10

【0018】

各過渡領域の開始時点は、ピーク・フレーム番号からバンド幅の半分を引くことによって計算または推定されることができる。該過渡領域の終了時点は、ピーク・フレーム番号にバンド幅の半分を足すことによって計算されることができる。

【0019】

静的セグメントおよび過渡セグメントが位置特定されたのち、静的セグメントのキー・フレームについてのパラメータ・セットが推定され、次いでセグメント全体に適用される。パラメータ・セットは、そこから画像がいくつかの領域にセグメント分割できるアンカー点、各領域についての露出値、コントラスト・ブースト・パラメータおよびHDRトーン・マッピングのための他の任意の必要とされるパラメータを含むことができる。パラメータ・セットに関し、露出値、アンカー点およびコントラスト・ブーストは、いくつもある技法のいずれによって得ることもできるが、コントラスト・ブーストおよびアンカー点について以下でより詳細に論じておく。

20

【0020】

少なくとも一つの実装において、一連のアンカー点 $A_i$  ( $i=1\dots N$ )を、各 $A_i$ が領域を定義するとともに単一露出画像を生成するために使用できるよう定義できる。アンカー点は次のように選ばれることができる。

【0021】

$$A_1 = L_{avg}/E \quad A_{n+1} = 4 \cdot A_n \quad (n=2, \dots, N-1)$$

ここで、上式におけるEは定数であり、たとえば8の値を取ることができる。上式において領域の数Nは下記のように計算でき、そうすればルミナンス範囲全体をカバーできる。

30

【0022】

【数1】

$$N = \left\lceil \left[ \log_2 \left( \max \left( \frac{L_{max} \cdot E}{L_{avg}}, 1 \right) \right) + 1 \right] / 2 \right\rceil + 1$$

Lはルミナンス画像であり、これはHDRデータから計算できる。HDRデータがXYZ色空間にあるとすると、Y成分がルミナンス画像として使用できる。HDRデータがRec.709と同じ原色を使う場合、RGB色空間からの変換は次のようにできる。

40

【0023】

$$L(i, j) = 0.2126 \times R(i, j) + 0.7152 \times G(i, j) + 0.0722 \times B(i, j)$$

入力画像のフォーマットに依存して、RGB(または他の色空間)とルミナンス画像との間の他の変換が使われることもできる。

【0024】

ひとたび各領域のアンカー点がわかれば、各領域について各ピクセルの重みを計算できる。一般に、対応するアンカー点 $A_i$ によって定義される各領域について、単一露出画像に最も近い値をもつピクセルは0.5であり、そのピクセルは、その領域について、他のピク

50

セルよりも大きな重みをもつ。

【 0 0 2 5 】

よって、（アンカー点 $A_n$ によって定義される）領域 $n$ についての位置 $(i, j)$ にあるピクセルの重みは、次のように計算できる。

【 0 0 2 6 】

【数 2】

$$W_n(i, j) = C e^{\frac{\left( s\left( \frac{L(i, j)}{2A_n} \right) - 0.5 \right)^2}{\sigma^2}}$$

10

ここで、 $C$ は規格化因子であり、次のように定義される。

【 0 0 2 7 】

【数 3】

$$C = \frac{1}{\sum_n e^{\frac{\left( s\left( \frac{L(i, j)}{2A_n} \right) - 0.5 \right)^2}{\sigma^2}}}$$

20

上記の計算された重みは、範囲 $[0, 1]$ 内の値を取り、よってルミナンス画像の $N$ 個の領域へのファジーなセグメント分割を定義する。これは、一部のピクセルのみが大きな重みをもつことがありうるものの、各領域が画像中のすべてのピクセルを含みうることを意味する。

【 0 0 2 8 】

線形スケーリングでは、一つのアンカー点を指定できる。ピクセルのルミナンスがそのアンカー点を超える場合、そのピクセルは飽和するまたは1にマッピングされる。そうでない場合、そのピクセルは0と1の間の値にマッピングされる。したがって、線形スケーリング単一露出は、 $A$ をアンカー点として、

【数 4】

$$I(i, j) = S\left(\frac{L(i, j)}{A}\right)$$

30

として定義でき、 $S(x)$ は

【数 5】

$$S(x) = \begin{cases} 1 & x > 1 \\ x^{1/\rho} & \text{それ以外の場合} \end{cases}$$

40

として定義できる。パラメータ  $\rho$  は範囲 $[2.2, 2.4]$ 内の値を取ることができ、トーン・マッピングされた画像が示される出力装置のガンマを表す。結果として得られる画像 $I$ は、量子化され、通常のLDRディスプレイ上に表示されることができる。 $S(x)$ の他の定義も可能であることを注意しておく。たとえば、冪関数の代わりにS字形曲線を使うこともできる。一般に、 $S$ としていかなるグローバル・マッピング曲線を使うこともできる。

【 0 0 2 9 】

もう一つの実装では、重みは二値化され、その結果0か1のどちらかになり、硬セグメント分割になる。

【 0 0 3 0 】

【数 6】

$$p = \underset{n}{\operatorname{ArgMax}}(W_n(i, j)) \quad n = 1, 2, \dots, N$$

$$W_p(i, j) = 1 \quad W_q(i, j) = 0 \quad (q \neq p)$$

ひとたびセグメント分割が行われたらアンカー点 $A_n$ および重み $W_n$ は固定されることを注意しておくことが重要である。

【0031】

10

コントラスト・ブーストは、帯域通過ピラミッドを使うことによって得ることができる。帯域通過ピラミッドは、ラプラシアン・ピラミッドとして知られ、ピラミッドにおける隣り合うレベル間の差を形成することによって得られる。ここで、補間は、解像度の隣り合うレベルにおける表現間で実行され、ピクセルからピクセルへの差の計算を可能にする。 $I_k$ は画像 $I$ のラプラシアン・ピラミッドの一つのレベルであり、 $k = \{1, \dots, K\}$ である。 $k$ はレベルであり、 $K$ はピラミッド中のレベルの数である。 $I$ は、デジタル画像のある色成分を表すことができる。 $I(i, j)$ は、座標 $(i, j)$ におけるピクセルの値を表す。次いで、画像はピラミッド $I^k \cdot B^k$ によって再構成される。ここで、 $B$ は、次の冪関数として特徴付けられるコントラスト・ブーストである。

【0032】

20

【数 7】

$$\begin{cases} B^k(i, j) = 1 & k = K \\ B^k(i, j) = \left( \frac{I^k(i, j)}{\alpha} \right)^{\beta-1} & k = \{1, \dots, K-1\} \end{cases}$$

ここで、形状コントローラは範囲 $[0, 1]$ 内にあり、典型的には0.2から0.4までの間であり、ブースト強度は通例範囲 $[0, 2]$ 内の正数である。 $< 1$ はコントラストを増大させ、 $> 1$ はコントラストを低下させることを注意しておく。これら二つのパラメータを使って、画像にどのくらいの向上(enhancement)を適用するかを制御できる。コントラスト・ブースト・ピラミッド $B^k$  ( $k = \{1, \dots, K\}$ )が異なる定式化を使って計算されることもできることを注意しておくべきである。

30

【0033】

静的セグメントのためにパラメータ・セットが決定されたのち、本発明のある実装は、二つの隣接する静的セグメントのパラメータを補間のために使う。よって、図1に示される次のステップは、過渡セグメントのためにパラメータ・セットを補間すること(104)である。二つの補間方式が利用される。一方は光順応(light adaptation)のない補間であり、他方は光順応のある補間である。

【0034】

光順応のないアプローチについての過渡セグメントについては、前のステップから得られた静的セグメントのパラメータに基づいてパラメータ・セットを補間できる。補間は、次のように、対数領域において線形補間として行うことができる。

40

【0035】

【数 8】

$$A_j = \frac{A_m - A_n}{m - n} \times (j - n) + A_n$$

$$B_j = \frac{B_m - B_n}{m - n} \times (j - n) + B_n$$

$$G_j = \frac{G_m - G_n}{m - n} \times (j - n) + G_n$$

10

ここでA、BおよびGは対数領域でのそれぞれアンカー点、コントラスト・ブースト・レベルおよび露出値を表し、mおよびnは過渡セグメントの開始および終了フレームのインデックスを表し、jは過渡セグメント内に位置する現在フレーム番号である。光順応が考慮されない場合、A、BおよびGの値が過渡セグメントについてのパラメータとして使われる。

【0036】

しかしながら、人間の視覚系は、星の光未満から太陽光までにわたる、光度の膨大な範囲にわたって効果的に機能する。暗から明への変化からのより速い回復または小さな光減衰は、数秒かかることがあるが、明順応と呼ばれる。

20

【0037】

光順応がある実装では、上記のパラメータ補間は、人間の視覚系がいかにして光条件の変化に適応するかをシミュレートするよう実行される。これは、環境がずっと明るくなる時に特に有用である。

【0038】

本質的な発想は、パラメータ補間において遅延因子を導入することである。遷移期間中の最初の数フレームについては、前のシーンからのパラメータが引き続き使われる。その後、対数領域における線形補間が使われる。

30

【0039】

【数 9】

$$A_j = \begin{cases} A_n & n \leq j < l \text{ の場合} \\ \frac{A_m - A_n}{m - l} \times (j - l) + A_n & l \leq j < m \text{ の場合} \end{cases}$$

$$B_j = \begin{cases} B_n & n \leq j < l \text{ の場合} \\ \frac{B_m - B_n}{m - l} \times (j - l) + B_n & l \leq j < m \text{ の場合} \end{cases}$$

40

$$G_j = \begin{cases} G_n & n \leq j < l \text{ の場合} \\ \frac{G_m - G_n}{m - l} \times (j - l) + G_n & l \leq j < m \text{ の場合} \end{cases}$$

ここでA、BおよびGは対数領域でのそれぞれアンカー点、コントラスト・ブースト・レベ

50



ルおよび利得値を表し、mおよびnは過渡セグメントの開始および終了フレームのインデックスを表し、jは過渡セグメント内に位置する現在フレーム番号である。lは照明変化の開始からの時間遅延を表し、これが、人間の視覚系がいかにして急激な照明変化に適応するかをシミュレートする。通例、lの値は3~6フレームに取られる。

【0040】

ひとたび、過渡セグメントについてのパラメータ・セットが得られたら、それがビデオをトーン・マッピングするためにビデオに直接適用されることができる(106)かどうか、パラメータ・セットが評価105されることができる。上述したように、評価は、適切なユーザー・インターフェースを使って実行されることができる。静的セグメントおよび過渡セグメントについての前記パラメータ・セットの適用が満足いくものなら、トーン・マッピングは前記パラメータ・セットに従って実行され(106)、前記パラメータ・セットの適用が満足いくものでないなら、ステップ103、104、105が再実行されて、静的セグメントのための新たなパラメータ・セットが推定され、見出される。ステップ103、104および105の再実行は、勾配データに対して追加的な低域通過フィルタ演算を適用すること、および/または、コントラスト・ブースト・パラメータを修正することを含むことができる。

【0041】

本発明のある種の実施形態を上記に記載してきたが、これらの記述は例解および説明のために与えられているものである。本発明の範囲および精神から外れることなく、上記のシステムおよび方法からのさまざまな変形、変更、修正および乖離を採用してもよい。

いくつかの付記を記載しておく。

〔付記1〕

個々のフレームを有するビデオにアクセスする段階と；

前記個々のフレームについてのルミナンス情報を生成する段階と；

フレームの異なる相続く諸グループを前記ルミナンス情報に応じてセグメントに分割する段階と；

前記セグメントを静的ルミナンス・セグメントおよび過渡ルミナンス・セグメントに分類する段階と；

前記静的ルミナンス・セグメントについてトーン・マッピング・パラメータ・セットを生成する段階と；

前記過渡ルミナンス・セグメントの少なくとも一つについてのトーン・マッピング・パラメータ・セットを、隣接する静的ルミナンス・セグメントの前記トーン・マッピング・パラメータ・セットに応じて生成する段階と；

前記静的ルミナンス・セグメントおよび過渡ルミナンス・セグメントを、それぞれのトーン・マッピング・パラメータ・セットに従ってトーン・マッピングする段階とを含む、方法。

〔付記2〕

少なくとも一つのパラメータ型を補間して、前記過渡ルミナンス・セグメントの前記少なくとも一つについての前記トーン・マッピング・パラメータ・セットを、二つの隣接する過渡ルミナンス・セグメントのトーン・マッピング・パラメータ・セットから生成することを含む、付記1記載の方法。

〔付記3〕

前記少なくとも一つのパラメータ型を、アンカー点、コントラスト・ブースト・レベルまたは露出値からなる群から選択することを含む、付記2記載の方法。

〔付記4〕

前記フレームのフレーム・レベルの平均ルミナンスに、フレームからフレームにかけての低域通過フィルタを適用して前記分割する段階のための前記ルミナンス情報を生成する、付記1記載の方法。

〔付記5〕

前記フレームのフレーム・レベルの平均ルミナンスに、フレームからフレームにかけて

の低域通過フィルタを適用し；

フィルタ処理されたフレーム・レベルの平均ルミナンスのルミナンス勾配を生成して前記分割する段階のための前記ルミナンス情報を生成することを含む、

付記 1 記載の方法。

〔付記 6〕

前記フレームのフレーム・レベルの平均ルミナンスに、フレームからフレームにかけての低域通過フィルタを適用し；

フィルタ処理されたフレーム・レベルの平均ルミナンスのルミナンス勾配を生成し；

前記勾配からピークおよび関連するバンド幅データを検出し；

前記ピークおよび前記関連するバンド幅データを、前記分割する段階のための前記ルミナンス情報として使うことを含む、

付記 1 記載の方法。

〔付記 7〕

前記過渡ルミナンス・セグメントの開始時点が、ピーク・フレーム値と対応するバンド幅の半分との差から決定され、前記過渡ルミナンス・セグメントの終了時点が、ピーク・フレーム値とバンド幅の半分との和から決定される、付記 6 記載の方法。

〔付記 8〕

前記フレームのフレーム・レベルの平均ルミナンスに、フレームからフレームにかけての低域通過フィルタを適用し；

フィルタ処理されたフレーム・レベルの平均ルミナンスのルミナンス勾配を生成して前記分割する段階のための前記ルミナンス情報を生成することを含む、

付記 2 記載の方法。

〔付記 9〕

前記フレームのフレーム・レベルの平均ルミナンスに、フレームからフレームにかけての低域通過フィルタを適用し；

フィルタ処理されたフレーム・レベルの平均ルミナンスのルミナンス勾配を生成し；

前記勾配からピークおよび関連するバンド幅データを検出し；

前記ピークおよび前記関連するバンド幅データを、前記分割する段階のための前記ルミナンス情報として使うことを含む、

付記 2 記載の方法。

〔付記 10〕

前記過渡ルミナンス・セグメントの開始時点が、ピーク・フレーム値と対応するバンド幅の半分との差から決定され、前記過渡ルミナンス・セグメントの終了時点が、ピーク・フレーム値とバンド幅の半分との和から決定される、付記 9 記載の方法。

〔付記 11〕

前記フレームのフレーム・レベルの平均ルミナンスに、フレームからフレームにかけての低域通過フィルタを適用して、前記分割する段階のための前記ルミナンス情報を生成する、付記 2 記載の方法。

〔付記 12〕

前記少なくとも一つのパラメータ型を、アンカー点、コントラスト・ブースト・レベルまたは露出値からなる群から選択することを含む、付記 8 記載の方法。

〔付記 13〕

前記少なくとも一つのパラメータ型を、アンカー点、コントラスト・ブースト・レベルまたは露出値からなる群から選択することを含む、付記 9 記載の方法。

〔付記 14〕

少なくとも一つの過渡ルミナンス・セグメントに対して遅延を適用して、前記少なくとも一つの過渡ルミナンス・セグメントの先頭の少なくとも一つのフレームは、その過渡ルミナンス・セグメントについての前記パラメータ・セットを用いてトーン・マッピングされず、前記少なくとも一つの過渡ルミナンス・セグメントにおける後続の諸フレームはその過渡ルミナンス・セグメントについての前記パラメータ・セットを用いてトーン・マッ

10

20

30

40

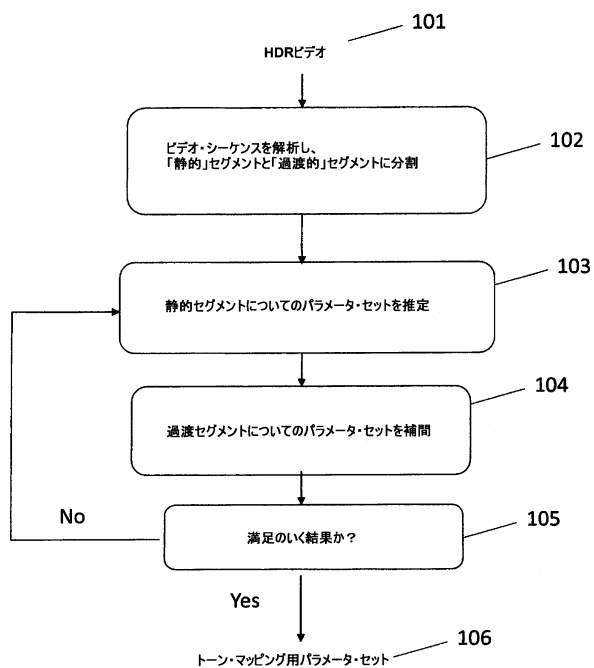
50

ピングされるようにすることを含む、付記 1 記載の方法。

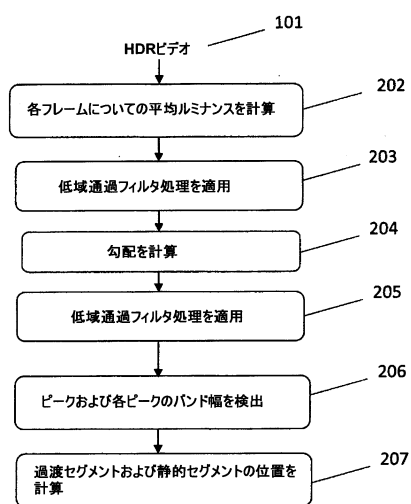
〔付記 1 5〕

前記遅延が3ないし6フレームである、付記 1 4 記載の方法。

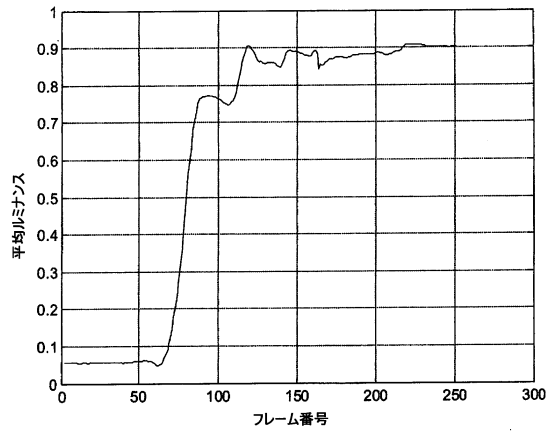
【図 1】



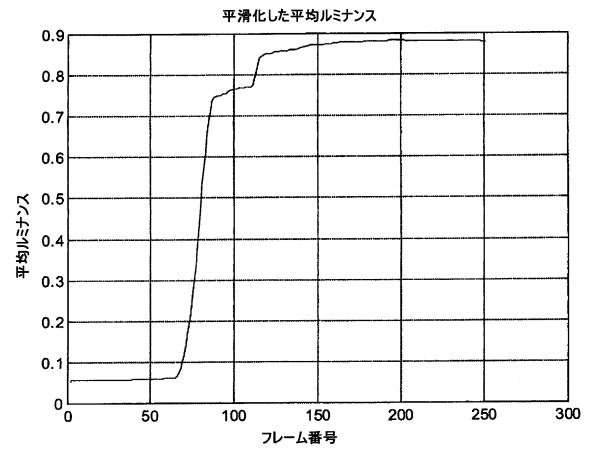
【図 2】



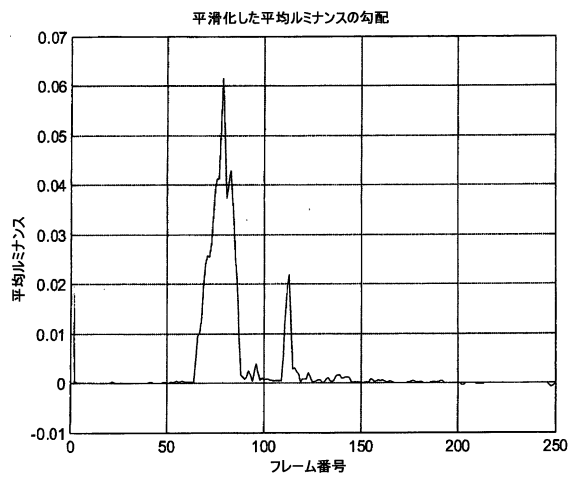
【図 3】



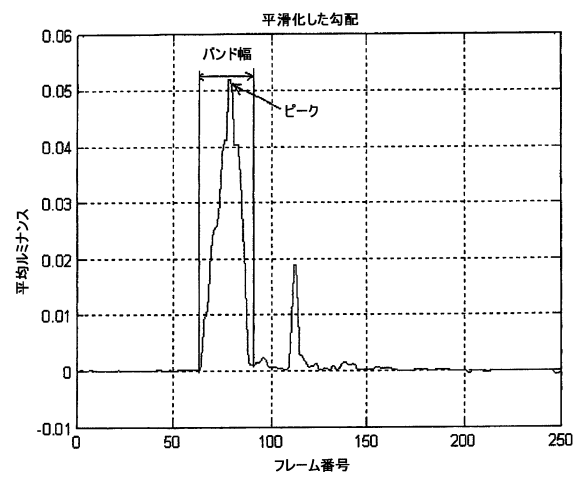
【図 4】



【図 5】



【図 6】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 ザイ, ジェフ  
アメリカ合衆国, ニュージャージー州 08540, プリンストン, マーティン・ロード 401
- (72)発明者 ワン, チェ  
アメリカ合衆国, ニュージャージー州 08536, プレインズボロ, ハンターズ・グレン・ドライヴ 3404

審査官 小川 浩史

- (56)参考文献 特開2008-109669(JP, A)  
特開2002-271756(JP, A)  
特表2012-517622(JP, A)  
特表2012-532335(JP, A)  
特表2012-532367(JP, A)  
国際公開第2011/031331(WO, A1)  
Jiefu Zhai, Joan Llach, Zhe Wang, "A New Tone Mapping Workflow for High Dynamic Range Content", cvmp 2009 THE 6TH EUROPEAN CONFERENCE FOR VISUAL MEDIA PRODUCTION, 2009年11月12日, pp.91-99, DOI 10.1109/CVMP.2009.25

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G09G 5/00 - 5/42