(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年11月17日(17.11.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/239186 A1

(51) 国際特許分類:
H04N 9/12 (2006.01)　*H04N 5/66* (2006.01)
G06T 5/00 (2006.01)　*H04N 9/64* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2021/018210

(22) 国際出願日：　2021年5月13日(13.05.2021)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(71) 出願人：日本電信電話株式会社 (**NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION**) [JP/JP]；〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目５番１号 Tokyo (JP).

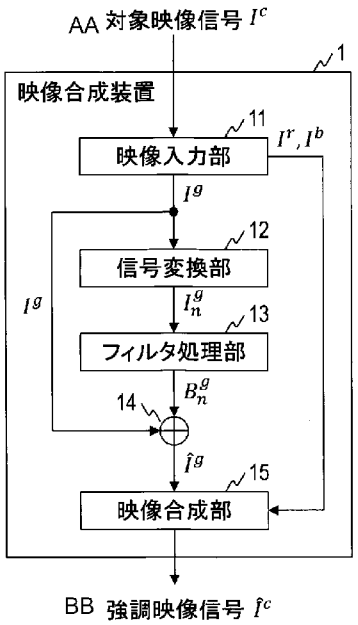
(72) 発明者：武田　翔一郎 (**TAKEDA, Shoichiro**)；〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目９番１１号 ＮＴＴ 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 丹羽 健太(**NIWA, Kenta**)；〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目９番１１号 ＮＴＴ 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 志水 信哉(**SHIMIZU, Shinya**)；〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目９番１１号 ＮＴＴ 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 山本 奏(**YAMAMOTO, Susumu**)；〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目９番１１号 ＮＴＴ 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人：中尾　直樹，外 (**NAKAO, Naoki** et al.)；〒1600022 東京都新宿区新宿三丁目１番２２号 新宿ＮＳＯビル６階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) **Title:** VIDEO SYNTHESIZING DEVICE, VIDEO SYNTHESIZING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称：　映像合成装置、映像合成方法、およびプログラム



1　Video synthesizing device
11 Video input unit
12 Signal conversion unit
13 Filter processing unit
15 Video synthesizing unit
AA Subject video signal
BB Emphasized video signal

図1

(57) **Abstract:** The present invention facilitates implementation of video emphasis processing. In the present invention, a video input unit (11) extracts a color signal from an subject video signal. A signal conversion unit (12) extracts, from the color signal, a target color signal that corresponds to a desired color change. A filter processing unit (13) applies a weighted emphasis time frequency bandpass filter to the target color signal to thereby generate an emphasized minute color signal in which the desired color change included in the target color signal is emphasized. An addition unit (14) generates an

WO 2022/239186 A1

[続葉有]

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

emphasized target color signal in which the emphasized minute color signal is added to the target color signal. A video synthesizing unit (15) adds the emphasized target color signal and a color signal other than the target color signal together and synthesizes an emphasized video in which the desired color change included in the subject video signal is emphasized.

(57) 要約：映像強調処理の実装を容易にする。映像入力部（１１）は、対象映像信号から色信号を抽出する。信号変換部（１２）は、色信号から所望の色変化に対応する目的色信号を抽出する。フィルタ処理部（１３）は、目的色信号に対して重み付き強調時間周波数バンドパスフィルタを適用することで目的色信号に含まれる所望の色変化を強調した強調微小色信号を生成する。加算部（１４）は、目的色信号に強調微小色信号を加算した強調目的色信号を生成する。映像合成部（１５）は、強調目的色信号と目的色信号以外の色信号とを加算して対象映像信号に含まれる所望の色変化を強調した強調映像を合成する。

明　細　書

発明の名称 ： 映像合成装置、映像合成方法、およびプログラム

技術分野

[0001] この発明は、映像中の微小な変化を強調する映像強調技術に関する。

背景技術

[0002] Video Magnificationは、入力映像から目的とする微小な変化（色変化や運動）のみを検出し、検出された微小な変化を強調して可視化する映像強調技術である（例えば、非特許文献１－３参照）。Video Magnificationを応用すれば、例えば、一見動きのない人間の顔の映像を入力とし、脈動による血管の微細な起伏や顔色の変化等を強調した映像を合成することができる。Video Magnificationは、（１）時間周波数バンドパスフィルタ処理、（２）重み付き強調フィルタ処理、および（３）加算処理からなる多段階的な処理で構成される。（１）時間周波数バンドパスフィルタ処理では、任意の時間周波数帯域における微小な変化を表す時系列信号を映像信号から検出する。（２）重み付き強調フィルタ処理では、得られた時系列信号の中から微小な成分のみを強調した強調微小信号を生成する。（３）加算処理では、元の映像信号に強調微小信号を加算する。Video Magnificationは、これらの多段階的な処理を実行することで、入力映像中の微小な変化のみを強調して可視化した映像を得ることができる。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：Yichao Zhang, Silvia L. Pintea, and Jan C. van Gemert, ”Video Acceleration Magnification,” IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2017.

非特許文献2：Shoichiro Takeda, Kazuki Okami, Dan Mikami, Megumi Isogai, Hideaki Kimata, ”Jerk-Aware Video Acceleration Magnification,” IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition

, 2018.

非特許文献3：Xiu Wu, Xuezhi Yang, Jing Jin, Zhao Yang, ”Amplitude-Based Filtering for Video Magnification in Presence of Large Motion,” IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2018.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、非特許文献１－３は、上記のような多段階的な処理を用いているため、アルゴリズムの複雑性を招いている。アルゴリズムの複雑性は、アルゴリズムの可読性の低下や実装の難しさ、および計算量の増加に繋がる。また、Video Magnificationの働きやその効果が難解なものになるため、アルゴリズムを適用した際の挙動やその結果を予測または解釈することがユーザにとって困難となる。さらに、個々の処理自体の性能も不十分であり、ユーザが意図したものとは異なる微小な変化が強調されたり、強調時にアーチファクト（ノイズ）が発生したりするという課題も存在する。

[0005] この発明の目的は、上記のような技術的課題に鑑みて、映像中の微小な変化を強調する映像強調処理の実装を容易にすることである。

課題を解決するための手段

[0006] この発明の第一の態様の映像合成装置は、入力映像から所定の解像度の色信号を抽出する信号変換部と、色信号に対して重み付き強調時間周波数バンドパスフィルタを適用することで色信号に含まれる微小な色変化を強調した強調微小色信号を生成するフィルタ処理部と、色信号と強調微小色信号とを用いて入力映像中の微小な色変化を強調した強調映像を合成する映像合成部と、を含む。

[0007] この発明の第二の態様の映像合成装置は、入力映像から所望の運動変化に対応する位相信号を抽出する信号変換部と、位相信号に対して自己加算型重み付き強調時間周波数バンドパスフィルタを適用することで位相信号に含まれる微小な位相変化を強調した強調微小位相信号を生成するフィルタ処理部

と、位相信号と強調微小位相信号とを用いて入力映像中の微小な運動変化を強調した強調映像を合成する映像合成部と、を含む。

発明の効果

[0008] この発明は、従来技術で多段階的に行われる複数の処理を１個のフィルタ処理に統合する。したがって、この発明によれば、映像中の微小な変化を強調する映像強調処理の実装を容易にすることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図１は第一実施形態の映像合成装置の機能構成を例示する図である。

[図2]図２は第一実施形態の映像合成方法の処理手順を例示する図である。

[図3]図３は第二実施形態の映像合成装置の機能構成を例示する図である。

[図4]図４は第二実施形態の映像合成方法の処理手順を例示する図である。

[図5]図５はコンピュータの機能構成を例示する図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、この発明の実施の形態について詳細に説明する。なお、図面中において同じ機能を有する構成部には同じ番号を付し、重複説明を省略する。

[0011] なお、文中で使用する記号「^」等は、本来直後の文字の真上に記載されるべきものであるが、テキスト記法の制限により、当該文字の直前に記載する。数式中においてはこれらの記号は本来の位置、すなわち文字の真上に記述している。

[0012] ［第一実施形態］

この発明の第一実施形態は、映像中の任意の時間周波数帯域における微小な色変化を検出し、検出された微小な色変化を強調した映像を合成する映像合成装置およびその方法である。第一実施形態の映像合成装置１は、図１に示すように、対象映像信号を入力とし、対象映像信号中の微小な色変化を強調した強調映像信号を出力する。映像合成装置１は、映像入力部１１、信号変換部１２、フィルタ処理部１３、加算部１４、および映像合成部１５を備える。この映像合成装置１が図２に示す各ステップの処理を実行することにより、第一実施形態の映像合成方法が実現される。

[0013] 映像合成装置は、例えば、中央演算処理装置（CPU: Central Processing Unit）、主記憶装置（RAM: Random Access Memory）などを有する公知又は専用のコンピュータに特別なプログラムが読み込まれて構成された特別な装置である。映像合成装置は、例えば、中央演算処理装置の制御のもとで各処理を実行する。映像合成装置に入力されたデータや各処理で得られたデータは、例えば、主記憶装置に格納され、主記憶装置に格納されたデータは必要に応じて中央演算処理装置へ読み出されて他の処理に利用される。映像合成装置が備える各処理部は、少なくとも一部が集積回路等のハードウェアによって構成されていてもよい。

[0014] 以下、図２を参照して、第一実施形態の映像合成装置１が実行する映像合成方法について説明する。

[0015] 映像合成装置１には、対象映像信号が入力される。対象映像信号は、例えばＲＧＢ信号やＹＩＱ信号などのデジタル映像信号である。本実施形態では、対象映像信号はＲＧＢ信号であるものとし、式（１）で表されるものとする。

[0016] [数1]

$$I^c(x,y,t), c \in \{r,g,b\} \quad \cdots(1)$$

[0017] ここで、(x, y)はピクセル位置、tは時間フレームのインデックスを表す。映像合成装置１に入力された対象映像信号I^c(x, y, t)は、映像入力部１１へ入力される。

[0018] ステップＳ１１において、映像入力部１１は、入力された対象映像信号I^c(x, y, t)から、強調対象とする微小な色変化に対応する１個以上の色信号を選択する。以降の説明では、緑に対応する色信号を選択したものとし（すなわち、c=g）、選択された色信号（以下、「目的色信号」とも呼ぶ）をI^g(x, y, t)と表す。赤に対応する色信号を選択する場合には、目的色信号をI^r(x, y, t)と読み替えればよい。同様に、青に対応する色信号を選択する場合には、目的色信号をI^b(x, y, t)と読み替えればよい。映像入力部１１は、目的色信号I^g(x, y, t)を信号変換部１２および加算部１４へ出力し、目的色信号I^g(x, y,

t)以外の色信号$I^r(x, y, t)$, $I^b(x, y, t)$を映像合成部１５へ出力する。

[0019] ステップＳ１２において、信号変換部１２は、映像入力部１１から目的色信号$I^g(x, y, t)$を受け取り、その目的色信号$I^g(x, y, t)$を多重解像度表現に変換する。例えば、式（２）で定義されるガウシアンピラミッドと呼ばれる多重解像度表現に変換すればよい。

[0020] [数2]

$$\left\{I_n^g(x,y,t) \mid n = 1,\dots,N\right\} \quad \cdots(2)$$

[0021] ここで、Nは解像度の数を表し、nは解像度のインデックスを表す。

[0022] 信号変換部１２は、多重解像度表現に変換された目的色信号$\{I_n^g(x, y, t) \mid n=1,\cdots,N\}$から所定の解像度nの色信号$I_n^g(x, y, t)$を選択する。信号変換部１２は、選択した解像度nの目的色信号$I_n^g(x, y, t)$をフィルタ処理部１３へ出力する。

[0023] ステップＳ１３において、フィルタ処理部１３は、信号変換部１２から解像度nの目的色信号$I_n^g(x, y, t)$を受け取り、式（３）に示すように、ユーザが任意に選択した所定の強調率$\alpha \in R$および時間周波数$f_t \in R$に基づいて、解像度nの目的色信号$I_n^g(x, y, t)$に対して重み付き強調時間周波数バンドパスフィルタ処理を適用する。

[0024] [数3]

$$B_n^g(x,y,t) = \sum_{k=-K}^{K} A(d;\varepsilon)sLoG(k;\sigma)\cdot I_n^g(x,y,t-k) \quad \cdots(3)$$

[0025] ここで、$B_n^g(x, y, t)$は、時間周波数f_tにおける微小な色信号のみを強調率αで強調した強調微小色信号を表す。$k \in [-K, K]$はフィルタ処理を行う範囲を表す。すなわち、フィルタ処理の窓幅は2K+1となる。パラメータd, ε, σについては後述する。フィルタ処理部１３は、生成した強調微小色信号$B_n^g(x, y, t)$を加算部１４へ出力する。

[0026] 以下、フィルタ処理部１３の処理について、より詳しく説明する。式（３）において、時間周波数バンドパスフィルタ処理を実現する部分はsLoG(k;

σ)である。また、重み付き強調フィルタ処理を実現する部分はA(d; ε)である。以下、順番に説明する。

[0027] ≪時間周波数バンドパスフィルタ処理≫

式（３）におけるsLoG(k; σ)の役割に関して説明する。まず、LoG(k; σ)はLoG (Laplacian of Gaussian) と呼ばれるフィルタである。LoGフィルタは、式（４）のようにガウス関数の二階微分の形で定義される.

[0028] [数4]

$$LoG(k;\sigma) = -\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}\frac{k^2-\sigma^2}{\sigma^4}\exp\left(-\frac{k^2}{2\sigma^2}\right) \quad \cdots(4)$$

[0029] LoGフィルタを色信号に畳み込むことで、時間周波数バンドパスフィルタ処理を行うことができる。ここで、最適な窓幅2K+1とLoG(k; σ)のパラメータσをどのように選べばよいのか、という点が問題になる。非特許文献１，２では、画像マッチング分野で用いられているLoG(k; σ)の窓幅2K+1=fs/4ftとパラメータσ=fs/4(2)$^{1/2}$ftを採用している。しかしながら、時間周波数バンドパスフィルタ処理という観点では、この窓幅2K+1とパラメータσは相応しくなく、時間周波数選択性が悪いという課題がある。そこで、本実施形態では、時間周波数バンドパスフィルタ処理にとって最適な窓幅2K+1とパラメータσを設定することを考える。

[0030] まず、最適な窓幅2K+1の設定方法に関して説明する。対象映像信号のサンプリング周波数をf_sとおくと、時間周波数のトレードオフの関係から、LoG(k; σ)の周波数分解能Δfは式（５）を満たす。

[0031] [数5]

$$\Delta f = \frac{f_s}{2K+1} \quad \cdots(5)$$

[0032] つまり、窓幅を大きく取ればLoG(k; σ)の周波数分解能が向上することがわかる。しかし、窓幅を大きく取るほど計算コストがかかる。そのため、本発明では式（６）のように窓幅を適応的に設定する。

[0033]

[数6]

$$2K+1=\frac{2f_s}{f_t} \Leftrightarrow \Delta f=\frac{f_t}{2} \quad \cdots(6)$$

[0034] その結果、LoG(k; σ)の周波数ビンは、式（７）のように設定される。

[0035] [数7]

$$\left\{f=m\Delta f=\frac{mf_t}{2} \mid m=0,\ldots,2K\right\} \quad \cdots(7)$$

[0036] このように構成することにより、直流（DC: Direct Current）成分はf=0に割り当てられ、DC成分以外の$f=f_t$よりも低い周波数帯成分のすべてが$f=f_t/2$に割り当てられる。そのため、DC成分を明確に分離して考えることができるようになり、最低限度の理想的な周波数分解能を得ることができる。

[0037] 次に、最適なパラメータσの設定方法を説明する。時間周波数バンドパスフィルタ処理という観点では、LoG(k; σ)は時間周波数f_tにおいて最大の周波数応答を持つことが望ましい。したがって、本実施形態では、式（８）の最適化問題を解くことで最適なパラメータσを求める。

[0038] [数8]

$$f_t=\underset{f>0}{\operatorname{argmax}}\,\mathrm{F}_{2K+1}[LoG(k;\sigma)](f) \quad \cdots(8)$$

[0039] ここで、$\mathrm{F}_{2K+1}[\cdot](f)$は一次元フーリエ変換を表す。式（８）の最適化問題は、式（９）のような閉形式で解くことが可能である。

[0040] [数9]

$$\frac{\partial}{\partial f}\mathrm{F}_{2K+1}[LoG(k;\sigma)](f_t)=0 \Leftrightarrow \sigma=\frac{\sqrt{2}}{2\pi f_t} \quad \cdots(9)$$

[0041] 上記のように求めた最適なパラメータσにより、LoG(k; σ)は時間周波数f_tにおいて最大の周波数応答を持つことができる。

[0042] LoG(k; σ)は、時間周波数f_tにおいて最大の周波数応答を持ちつつ、その値を１に正規化することで、強調率αを適用すると微小な色変化は純粋にα倍されるようになり、強調度合いをコントロールしやすくなる。したがって、L

oG(k; σ)をスケーリングしたsLoG(k; σ)を式（10）のように定義する。

[0043] [数10]

$$sLoG(k;\sigma)=\frac{LoG(k;\sigma)}{|\mathrm{F}_{2K+1}[LoG(k;\sigma)](f_t)|} \quad \cdots(10)$$

[0044] ≪重み付き強調フィルタ処理≫

式（３）におけるA(d; ε)の役割に関して説明する。まず、A(d; ε)は式（11）～（13）のように定義される。

[0045] [数11]

$$A(d;\varepsilon)=(\alpha-1)\exp\left(-\frac{d^2}{2\sigma_a^2}\right) \quad \cdots(11)$$

$$d=I_n^c(x,y,t)-\frac{1}{2K+1}\sum_{k=-K}^{K}I_n^c(x,y,t-k) \quad \cdots(12)$$

$$\sqrt{2\ln 2}\,\sigma_a=\varepsilon \quad \cdots(13)$$

[0046] 式（11）～（13）に示すとおり、A(d; ε)は、色信号I_n^c(x, y, t)の変動量dに基づいて強調率αを重み付けするものであり、微小な色変化のみを強調するために必要なものである。ここで、$(2\ \ln\ 2)^{1/2}\sigma_a=\varepsilon$は半値半幅を示しており、d=εのとき、強調率はちょうど半分のA(d; ε)=(α-1)/2となるように設計されている。このように構成することで、ユーザが選択する色信号の値εを基準にして、色信号の変動量dがεよりも大きすぎる場合には強調率が０になり、微小な色信号のみを強調することが可能になる。

[0047] 最終的に，式（10）～（13）に基づいて式（３）のフィルタ処理を行うことで、時間周波数f_tにおける微小な色信号のみを強調率αで強調した強調微小色信号B_n^g(x, y, t)を得ることができる。

[0048] ステップＳ１４において、加算部１４は、映像入力部１１から目的色信号I^g(x, y, t)を、フィルタ処理部１３から強調微小色信号B_n^g(x, y, t)を受け取り、強調微小色信号B_n^g(x, y, t)を元の解像度にアップサンプリングした信号B^g(x, y, t)を目的色信号I^g(x, y, t)に加算した強調目的色信号$\hat{I}^g$(x, y, t)を生成する。加算部１４は、生成した強調目的色信号$\hat{I}^g$(x, y, t)を映像合成

部１５へ出力する。

[0049] ステップＳ１５において、映像合成部１５は、加算部１４から強調目的色信号$\hat{I}^g(x, y, t)$を、映像入力部１１から目的色信号$I^g(x, y, t)$以外の色信号$I^r(x, y, t)$，$I^b(x, y, t)$を受け取り、それらの信号$\hat{I}^g(x, y, t)$，$I^r(x, y, t)$，$I^b(x, y, t)$を組み合わせることで、強調映像信号$\hat{I}^c(x, y, t)$を生成する。映像合成部１５は、生成した強調映像信号$\hat{I}^c(x, y, t)$を映像合成装置１の出力とする。

[0050] ［第二実施形態］

この発明の第二実施形態は、映像中の任意の時間周波数帯域における微小な運動を検出し、検出された微小な運動を強調した映像を合成する映像合成装置およびその方法である。第二実施形態の映像合成装置２は、図３に示すように、対象映像信号を入力とし、対象映像信号中の微小な運動を強調した強調映像信号を出力する。映像合成装置２は、映像入力部２１、信号変換部２２、フィルタ処理部２３、および映像合成部２４を備える。この映像合成装置２が図４に示す各ステップの処理を実行することにより、第二実施形態の映像合成方法が実現される。

[0051] 以下、図４を参照して、第二実施形態の映像合成装置２が実行する映像合成方法について説明する。

[0052] 映像合成装置２には、対象映像信号が入力される。本実施形態では、対象映像信号はＹＩＱ信号であるものとし、式（14）で表されるものとする。

[0053] [数12]

$$I^c(x,y,t), c \in \{y,i,q\} \quad \cdots(14)$$

[0054] ここで、(x，y)はピクセル位置、tは時間フレームのインデックスを表す。映像合成装置２に入力された対象映像信号$I^c(x, y, t)$は、映像入力部２１へ入力される。

[0055] ステップＳ２１において、映像入力部２１は、入力された対象映像信号$I^c(x, y, t)$から、輝度信号$I^y(x, y, t)$を選択する。映像入力部２１は、輝度信号$I^y(x, y, t)$を信号変換部２２へ出力し、輝度信号$I^y(x, y, t)$以外の信号$I^i(x,$

y, t), I^q(x, y, t)を映像合成部２４へ出力する。

[0056] ステップＳ２２において、信号変換部２２は、映像入力部２１から輝度信号I^y(x, y, t)を受け取り、その輝度信号I^y(x, y, t)を複数の帯域周波数$\omega \in \Omega$と複数の方向$\theta \in \Theta$における解析信号に変換する。この解析信号は、式（15）で表される。

[0057] [数13]

$$\left\{R^{y}_{\omega,\theta}(x,y,t) \mid \omega \in \Omega, \theta \in \Theta\right\} \quad \cdots(15)$$

[0058] ここで、ある周波数ω、ある方向θの解析信号は、式（16）となる。

[0059] [数14]

$$\begin{aligned} R^{y}_{\omega,\theta}(x,y,t) &= A^{y}_{\omega,\theta}(x,y,t)\exp\left(i\phi^{y}_{\omega,\theta}(x,y,t)\right) \\ &= \psi_{\omega,\theta}(x,y) * I^{y}(x,y,t) \end{aligned} \quad \cdots(16)$$

[0060] ここで、$R_{\omega,\theta}{}^y$(x, y, t)は解析信号、$A_{\omega,\theta}{}^y$(x, y, t)は振幅信号、$\phi_{\omega,\theta}{}^y$(x, y, t)は位相信号を表す。$\psi_{\omega,\theta}$(x, y)はCSF（Complex Steerable Filter）と呼ばれるフィルタ群である。なお、解析信号への変換手法は上記に限定されるものではなく、例えば、リース変換（Riesz Transform）を用いた変換を使用してもよい。

[0061] 信号変換部２２は、解析信号{$R_{\omega,\theta}{}^y$(x, y, t) | $\omega \in \Omega, \theta \in \Theta$}から映像中の局所的な運動を表す位相信号$\phi_{\omega,\theta}{}^y$(x, y, t)を選択する。信号変換部２２は、選択した位相信号$\phi_{\omega,\theta}{}^y$(x, y, t)をフィルタ処理部２３へ出力し、振幅信号$A_{\omega,\theta}{}^y$(x, y, t)を映像合成部２４へ出力する。

[0062] ステップＳ２３において、フィルタ処理部２３は、信号変換部２２から位相信号$\phi_{\omega,\theta}{}^y$(x, y, t)を受け取り、式（17）に示すように、ユーザが任意に選択した所定の強調率$\alpha \in$Rおよび時間周波数$f_t \in$Rに基づいて、位相信号$\phi_{\omega,\theta}{}^y$(x, y, t)に対して自己加算型重み付き強調時間周波数バンドパスフィルタ処理を適用する。

[0063]

[数15]

$$\hat{\phi}^{y}_{\omega,\theta}(x,y,t)=\sum_{k=-K}^{K}\left(A(d;\varepsilon)sLoG(k;\sigma)+\delta(k)\right)\cdot\phi^{y}_{\omega,\theta}(x,y,t-k)\quad\cdots(17)$$

[0064] ここで、$\hat{\phi}_{\omega,\theta}{}^{y}(x, y, t)$はフィルタ処理部２３の出力であり、時間周波数$f_t$における微小な位相信号のみを強調率$\alpha$で強調した信号を元の位相信号に加算した強調位相信号を表す。式（17）の$sLoG(k; \sigma)$は式（10）である。式（17）の$A(d; \varepsilon)$は、位相信号の場合、式（18）～（20）のように定義される。

[0065] [数16]

$$A(d;\varepsilon)=(\alpha-1)\exp\left(-\frac{d^2}{2\sigma_a^2}\right)\quad\cdots(18)$$

$$d=\phi^{y}_{\omega,\theta}(x,y,t)-\frac{1}{2K+1}\sum_{k=-K}^{K}\phi^{y}_{\omega,\theta}(x,y,t-k)\quad\cdots(19)$$

$$\sqrt{2\ln 2}\,\sigma_a=\varepsilon\omega\quad\cdots(20)$$

[0066] ここで、$(2 \ln 2)^{1/2}\sigma_a=\varepsilon\omega$はフーリエ変換のシフト定理から導出されるものであり、ユーザが選択する局所的な運動εを周波数ωにおける位相信号$\varepsilon\omega$に変換するものである。このように構成することで、ユーザが選択する局所的な運動εを基準にして、位相信号の変動量dが$\varepsilon\omega$よりも大きすぎる場合には強調率が０になり、微小な位相信号のみを強調することが可能になる。

[0067] また、$\delta(k)$は式（21）で定義される。

[0068] [数17]

$$\delta(k)=\begin{cases}1, & k=0,\\ 0, & \text{otherwise.}\end{cases}\quad\cdots(21)$$

[0069] これは、位相信号$\phi_{\omega,\theta}{}^{y}(x, y, t)$をそのまま通過させるものである。結果として、式（17）は式（22）のように書き改めることができる。

[0070] [数18]

$$\hat{\phi}^{y}_{\omega,\theta}(x,y,t)=\phi^{y}_{\omega,\theta}(x,y,t)+\sum_{k=-K}^{K}A(d;\varepsilon)sLoG(k;\sigma)\cdot\phi^{y}_{\omega,\theta}(x,y,t-k)\quad\cdots(22)$$

[0071] すなわち、δ(k)によって、元の位相信号φ$_{\omega,\theta}^{y}$(x, y, t)にA(d; ε)sLoG(k; σ)による重み付き強調フィルタリング処理の結果を加算する手順を１個のフィルタ処理に統合していることになる。これにより、元の位相信号φ$_{\omega,\theta}^{y}$(x, y, t)をメモリ上に保存する必要性がなくなり、これに関連するメモリ使用量を２分の１に削減しつつ、位相信号φ$_{\omega,\theta}^{y}$(x, y, t)から強調位相信号^φ$_{\omega,\theta}^{y}$(x, y, t)へ直接的に変換することが可能になる。

[0072] ステップＳ２４において、映像合成部２４は、信号変換部２２から振幅信号A$_{\omega,\theta}^{y}$(x, y, t)を、フィルタ処理部２３から強調位相信号^φ$_{\omega,\theta}^{y}$(x, y, t)を受け取り、式（23）～（24）により、微小な運動が強調された強調解析信号^R$_{\omega,\theta}^{y}$(x, y, t)を生成する。

[0073] [数19]

$$\left\{\hat{R}^{y}_{\omega,\theta}(x,y,t) \mid \omega \in \Omega, \theta \in \Theta\right\} \quad \cdots(23)$$

$$\hat{R}^{y}_{\omega,\theta}(x,y,t) = A^{y}_{\omega,\theta}(x,y,t)\exp\left(i\hat{\phi}^{y}_{\omega,\theta}(x,y,t)\right) \quad \cdots(24)$$

[0074] 次に、映像合成部２４は、強調解析信号^R$_{\omega,\theta}^{y}$(x, y, t)の集合から微小な運動のみが強調された強調輝度信号^I^{y}(x, y, t)を生成する。そして、映像合成部２４は、映像入力部２１から輝度信号I^{y}(x, y, t)以外の信号I^{i}(x, y, t), I^{q}(x, y, t)を受け取り、強調輝度信号^I^{y}(x, y, t)を信号I^{i}(x, y, t), I^{q}(x, y, t)と組み合わせることで、強調映像信号^I^{c}(x, y, t)を生成する。映像合成部２４は、生成した強調映像信号^I^{c}(x, y, t)を映像合成装置２の出力とする。

[0075] ［発明の効果］

この発明では、映像中の微小な変化を強調する映像強調処理のアルゴリズムを単純化した。具体的には、従来のVideo Magnificationで実行される多段階的な処理を、単一のフィルタ処理に統合した。これにより、アルゴリズムの可読性を向上し、実装を容易にすることができた。また、単一のフィルタ処理に統合する中で、従来の多段階的な処理に含まれる各処理を見直すことで、Video Magnification自体の性能向上を行い、ユーザが期待する微小な色

変化および運動を強調することを可能にし、かつ、強調時に発生するアーチファクトの発生を低減した。さらに、微小な運動を強調する場合には、メモリ使用量の節約も同時に実現した。

[0076] 以上、この発明の実施の形態について説明したが、具体的な構成は、これらの実施の形態に限られるものではなく、この発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜設計の変更等があっても、この発明に含まれることはいうまでもない。実施の形態において説明した各種の処理は、記載の順に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的にあるいは個別に実行されてもよい。

[0077] ［プログラム、記録媒体］

上記実施形態で説明した各装置における各種の処理機能をコンピュータによって実現する場合、各装置が有すべき機能の処理内容はプログラムによって記述される。そして、このプログラムを図５に示すコンピュータの記憶部１０２０に読み込ませ、演算処理部１０１０、入力部１０３０、出力部１０４０などに動作させることにより、上記各装置における各種の処理機能がコンピュータ上で実現される。

[0078] この処理内容を記述したプログラムは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録しておくことができる。コンピュータで読み取り可能な記録媒体は、例えば、非一時的な記録媒体であり、磁気記録装置、光ディスク等である。

[0079] また、このプログラムの流通は、例えば、そのプログラムを記録したDVD、CD-ROM等の可搬型記録媒体を販売、譲渡、貸与等することによって行う。さらに、このプログラムをサーバコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを介して、サーバコンピュータから他のコンピュータにそのプログラムを転送することにより、このプログラムを流通させる構成としてもよい。

[0080] このようなプログラムを実行するコンピュータは、例えば、まず、可搬型記録媒体に記録されたプログラムもしくはサーバコンピュータから転送され

たプログラムを、一旦、自己の非一時的な記憶装置である補助記録部１０５０に格納する。そして、処理の実行時、このコンピュータは、自己の非一時的な記憶装置である補助記録部１０５０に格納されたプログラムを一時的な記憶装置である記憶部１０２０に読み込み、読み込んだプログラムに従った処理を実行する。また、このプログラムの別の実行形態として、コンピュータが可搬型記録媒体から直接プログラムを読み込み、そのプログラムに従った処理を実行することとしてもよく、さらに、このコンピュータにサーバコンピュータからプログラムが転送されるたびに、逐次、受け取ったプログラムに従った処理を実行することとしてもよい。また、サーバコンピュータから、このコンピュータへのプログラムの転送は行わず、その実行指示と結果取得のみによって処理機能を実現する、いわゆるASP（Application Service Provider）型のサービスによって、上述の処理を実行する構成としてもよい。なお、本形態におけるプログラムには、電子計算機による処理の用に供する情報であってプログラムに準ずるもの（コンピュータに対する直接の指令ではないがコンピュータの処理を規定する性質を有するデータ等）を含むものとする。

[0081] また、この形態では、コンピュータ上で所定のプログラムを実行させることにより、本装置を構成することとしたが、これらの処理内容の少なくとも一部をハードウェア的に実現することとしてもよい。

請求の範囲

[請求項1] 入力映像から所定の解像度の色信号を抽出する信号変換部と、

前記色信号に対して重み付き強調時間周波数バンドパスフィルタを適用することで前記色信号に含まれる微小な色変化を強調した強調微小色信号を生成するフィルタ処理部と、

前記色信号と前記強調微小色信号とを用いて前記入力映像中の前記微小な色変化を強調した強調映像を合成する映像合成部と、

を含む映像合成装置。

[請求項2] 請求項１に記載の映像合成装置であって、

前記重み付き強調時間周波数バンドパスフィルタは、前記色信号の変動量dに基づいて所定の強調率αを重み付けする強調関数Aと、所定の時間周波数f_tにおいて周波数応答が最大となるLoGフィルタからなる、

映像合成装置。

[請求項3] 請求項２に記載の映像合成装置であって、

前記重み付き強調時間周波数バンドパスフィルタは、2K+1を窓幅とし、k∈[-K, K]とし、 εを前記色信号の値とし、 σを前記LoGフィルタのパラメータとし、$(2\ \ln 2)^{1/2}\sigma_a=\varepsilon$とし、$F_{2K+1}[\cdot]$を一次元フーリエ変換として、次式で定義される、

[数20]

$$sLoG(k;\sigma)=\frac{LoG(k;\sigma)}{\left|F_{2K+1}[LoG(k;\sigma)](f_t)\right|},$$

$$A(d;\varepsilon)sLoG(k;\sigma),$$

$$A(d;\varepsilon)=(\alpha-1)\exp\left(-\frac{d^2}{2\sigma_a^2}\right)$$

映像合成装置。

[請求項4] 入力映像から所望の運動変化に対応する位相信号を抽出する信号変換部と、

前記位相信号に対して自己加算型重み付き強調時間周波数バンドパスフィルタを適用することで前記位相信号に含まれる微小な位相変化を強調した強調微小位相信号を生成するフィルタ処理部と、

前記位相信号と前記強調微小位相信号とを用いて前記入力映像中の微小な運動変化を強調した強調映像を合成する映像合成部と、

を含む映像合成装置。

[請求項5] 請求項４に記載の映像合成装置であって、

前記自己加算型重み付き強調時間周波数バンドパスフィルタは、2K+1を窓幅とし、k∈[-K, K]とし、εωを周波数ωにおける前記位相信号の値とし、σを前記LoGフィルタのパラメータとし、$(2\ln 2)^{1/2}\sigma_a = \varepsilon\omega$とし、$F_{2K+1}[\cdot]$を一次元フーリエ変換として、次式で定義される、

[数21]

$$A(d;\varepsilon)sLoG(k;\sigma)+\delta(k),$$

$$sLoG(k;\sigma)=\frac{LoG(k;\sigma)}{\left|F_{2K+1}[LoG(k;\sigma)](f_t)\right|},$$

$$A(d;\varepsilon)=(\alpha-1)\exp\left(-\frac{d^2}{2\sigma_a^2}\right),$$

$$\delta(k)=\begin{cases}1, & k=0,\\ 0, & \text{otherwise.}\end{cases}$$

映像合成装置。

[請求項6] 信号変換部が、入力映像から所定の解像度の色信号を抽出し、

フィルタ処理部が、前記色信号に対して重み付き強調時間周波数バンドパスフィルタを適用することで前記色信号に含まれる微小な色変化を強調した強調微小色信号を生成し、

映像合成部が、前記色信号と前記強調微小色信号とを用いて前記入力映像中の前記微小な色変化を強調した強調映像を合成する、

映像合成方法。

[請求項7] 信号変換部が、入力映像から所望の運動変化に対応する位相信号を

抽出し、

フィルタ処理部が、前記位相信号に対して自己加算型重み付き強調時間周波数バンドパスフィルタを適用することで前記位相信号に含まれる微小な位相変化を強調した強調微小位相信号を生成し、

映像合成部が、前記位相信号と前記強調微小位相信号とを用いて前記入力映像中の微小な運動変化を強調した強調映像を合成する、

映像合成方法。

[請求項8] 請求項１から５のいずれかに記載の映像合成装置としてコンピュータを機能させるためのプログラム。

[図1]

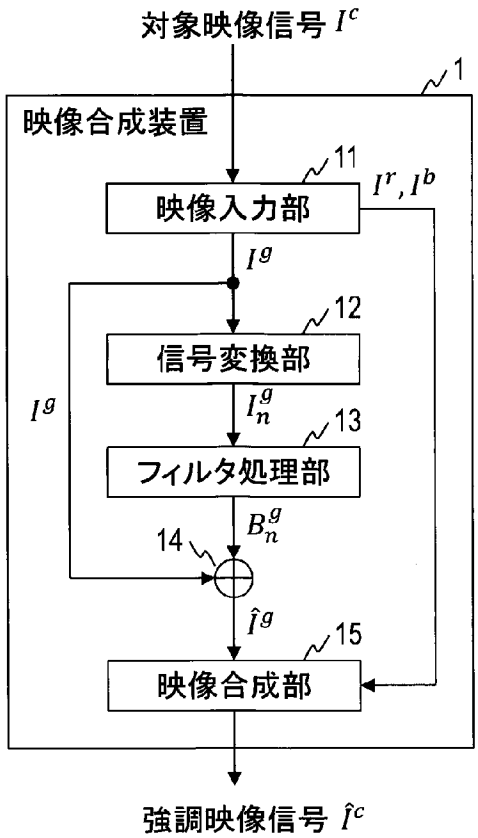

対象映像信号 I^c
1
映像合成装置
11
I^r, I^b
映像入力部
I^g
12
信号変換部
I^g
I_n^g
13
フィルタ処理部
B_n^g
14
$\hat{I}^g$
15
映像合成部
強調映像信号 $\hat{I}^c$

図1

[図2]

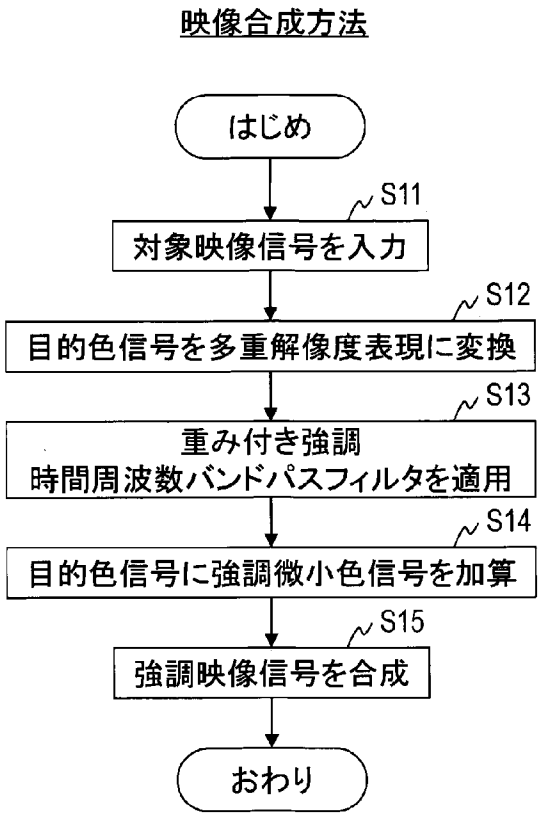

映像合成方法
はじめ
S11
対象映像信号を入力
S12
目的色信号を多重解像度表現に変換
S13
重み付き強調
時間周波数バンドパスフィルタを適用
S14
目的色信号に強調微小色信号を加算
S15
強調映像信号を合成
おわり

図2

[図3]

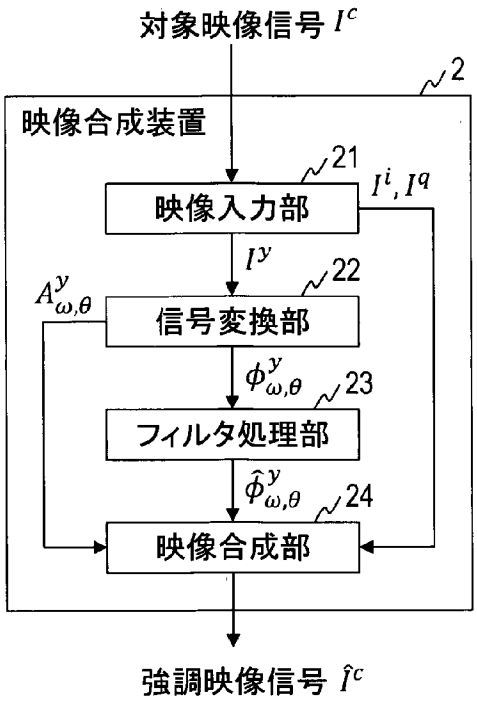

対象映像信号 I^c
2
映像合成装置
21
I^i, I^q
映像入力部
I^y
22
$A^y_{\omega,\theta}$
信号変換部
$\phi^y_{\omega,\theta}$
23
フィルタ処理部
$\hat{\phi}^y_{\omega,\theta}$
24
映像合成部
強調映像信号 $\hat{I}^c$

図3

[図4]

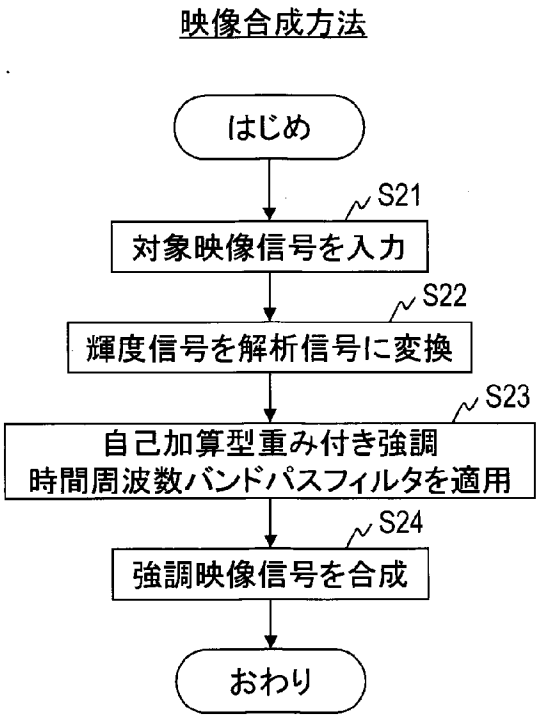

映像合成方法
はじめ
S21
対象映像信号を入力
S22
輝度信号を解析信号に変換
S23
自己加算型重み付き強調
時間周波数バンドパスフィルタを適用
S24
強調映像信号を合成
おわり

図4

[図5]

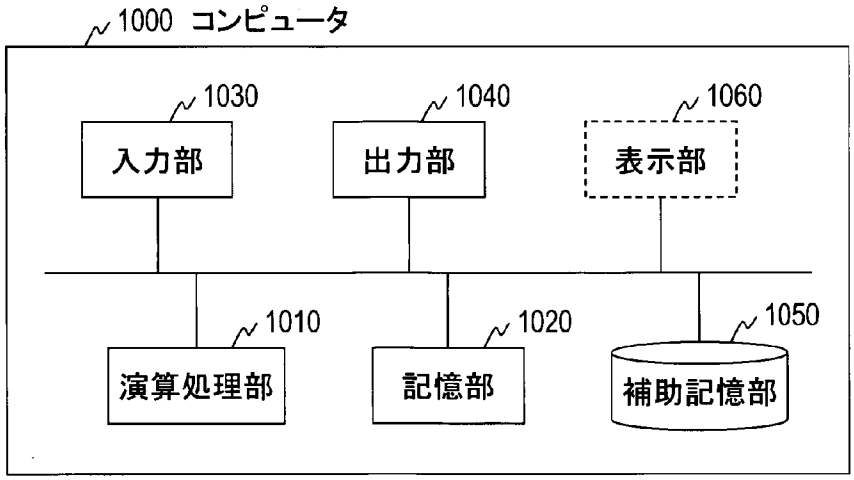

1000 コンピュータ
1030
入力部
1040
出力部
1060
表示部
1010
演算処理部
1020
記憶部
1050
補助記憶部

図5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/018210

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H04N9/12(2006.01)i, G06T5/00(2006.01)i, H04N5/66(2006.01)i, H04N9/64(2006.01)i
FI: H04N9/12Z, H04N5/66Z, G06T5/00710, H04N9/64
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. H04N9/12, G06T5/00, H04N5/66, H04N9/64, G09G5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	ZHANG, Y. C. et al., Video acceleration magnification, [online], July 2017, <URL:https://www.researchgate.net/publication/320964431_Video_Acceleration_Magnification>, entire text, all drawings	1-8
A	WU, X. et al., Amplitude-based filtering for video magnification in presence of large motion, [online], 17 July 2018, <URL:https://www.researchgate.net/publication/326469641_Amplitude-Based_Filtering_for_Video_Magnification_in_Presence_of_Large_Motion>, entire text, all drawings	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 27 July 2021	Date of mailing of the international search report 03 August 2021
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/018210

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	武田 翔一郎 ほか, ビデオマグニフィケーションがユーザーの映像変化知覚と注視領域に与える影響の分析, 情報処理学会 研究報告オーディオビジュアル複合情報処理(AVM), 2019-AVM-105, no. 12, 14 June 2019, entire text, all drawings, (TAKEDA, Shoichiro et al., An analysis of video magnification effect on image change perception and gaze region), non-official translation (IEICE Technical Report Audio Visual and Multimedia Information Processing (AVM))	1-8
A	TAKEDA, Shoichiro et al., Jerk-aware video acceleration magnification, [online], June 2018, <URL:https://openaccess.thecvf.com/content_cvpr_2018/CameraReady/2767.pdf>, entire text, all drawings	1-8
A	HUSSAIN, Y. et al., Spped up Eulerian video motion magnification, [online], August 2017, <URL:https://www.researchgate.net/publication/321012478_Speed_up_Eulerian_Video_Motion_Magnification>, entire text, all drawings	1-8

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/018210

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H04N 9/12(2006.01)i; G06T 5/00(2006.01)i; H04N 5/66(2006.01)i; H04N 9/64(2006.01)i
FI: H04N9/12 Z; H04N5/66 Z; G06T5/00 710; H04N9/64

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

H04N9/12; G06T5/00; H04N5/66; H04N9/64; G09G5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	ZHANG Yichao et al., Video Acceleration Magnification, [online], 2017.07, <URL:https://www.researchgate.net/publication/320964431_Video_Acceleration_Magnification> 全文，全図	1-8
A	WU Xiu et al., Amplitude-Based Filtering for Video Magnification in Presence of Large Motion, [online], 2018.07.17, <URL:https://www.researchgate.net/publication/326469641_Amplitude-Based_Filtering_for_Video_Magnification_in_Presence_of_Large_Motion> 全文，全図	1-8
A	武田 翔一郎　ほか，ビデオマグニフィケーションがユーザーの映像変化知覚と注視領域に与える影響の分析，情報処理学会 研究報告 オーディオビジュアル複合情報処理(AVM) 2019-AVM-105 No.12, 2019.06.14 全文，全図	1-8
A	TAKEDA Shoichiro et al., Jerk-Aware Video Acceleration Magnification, [online], 2018.06, <URL:https://openaccess.thecvf.com/content_cvpr_2018/CameraReady/2767.pdf> 全文，全図	1-8

☑ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊ 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
27.07.2021	03.08.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
佐野　潤一 5P 3903

電話番号 03-3581-1101 内線 3581

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	HUSSAIN Yossra et al., Spped up Eulerian Video Motion Magnification, [online], 2017.08, <URL:https://www.researchgate.net/publication/321012478_Speed_up_Eulerian_Video_Motion_Magnification>　全文，全図	1-8