

(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
2025年1月2日(02.01.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/005017 A1

(51) 国際特許分類:

G06T 1/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2024/022659

(22) 国際出願日:

2024年6月21日(21.06.2024)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

特願 2023-108579 2023年6月30日(30.06.2023) JP

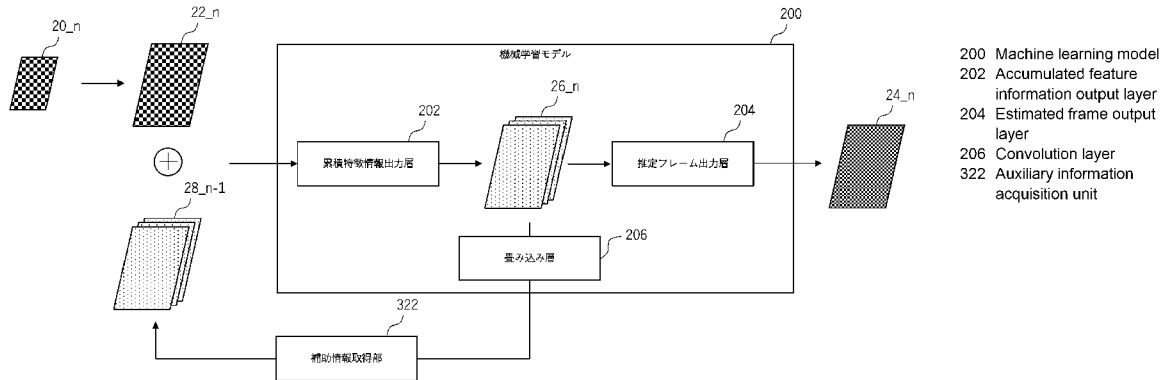
(71) 出願人: 株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント (SONY INTERACTIVE ENTERTAINMENT INC.) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 川又 済 (KAWAMATA, Wataru); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント内 Tokyo (JP). 横田 健一郎 (YOKOTA, Kenichiro); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント内 Tokyo (JP). 天田 崇 (AMADA, Takashi); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント内 Tokyo (JP). 池上 渉一 (IKENOUE, Shoichi); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント内 Tokyo (JP). 安江 伸之 (YASUE, Nobuyuki); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント内 Tokyo (JP). 村本 准一 (MURAMOTO,

(54) Title: INSPECTION SYSTEM, INSPECTION METHOD, AND INSPECTION PROGRAM

(54) 発明の名称: 検査システム、検査方法及び検査プログラム

【図2】



(57) Abstract: Provided are an inspection system, an inspection method, and an inspection program capable of easily determining whether information is correct, the information being included in each frame of a low-image-quality moving image serving as a source. This game program inspection system includes: a processor; a storage unit for storing commands to be executed by the processor and a machine learning model trained with a plurality of pieces of training data; and a display unit. The storage unit stores first to N-th (where N is a natural number equal to or greater than 2) input frames having a predetermined number of input pixels, and attached information for each input frame. The processor edits the attached information of the n-th ($n = 2, 3, \dots, N$) stored in the storage unit according to a user instruction. The machine learning model outputs the n-th estimated frame having an estimated number of pixels equal to or greater than the number of input pixels, on the basis of the first to the (n-1)th input frames and the attached information, and also the n-th input frame and the edited attached information. The display unit displays the n-th estimated frame.

Junichi); 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント内 Tokyo (JP). 呉 榮軒(**WU, Jung-Hsuan**); 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁 理 士 法 人 は る か 国 際 特 許 事 務 所 (**HARUKA PATENT & TRADEMARK ATTORNEYS**); 〒1020085 東京都千代田区六番町 3 六番町 S K ビル 5 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, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 元となる低画質の動画像の各フレームに含まれる情報が正しいものであるか容易に判別することが可能な検査システム、検査方法及び検査プログラムを提供する。プロセッサと、プロセッサにより実行される命令と、複数の訓練データにより学習された機械学習モデルと、を記憶する記憶部と、表示部と、を含むゲームプログラムの検査システムであって、記憶部は、所定の入力画素数を有する第 1 ～第 N (N は 2 以上の自然数) の入力フレームとともに該入力フレームごとの付属情報を記憶し、プロセッサは、ユーザの指示により記憶部に記憶された第 n (n = 2, 3, ..., N) の付属情報を編集し、機械学習モデルは、第 1 から第 n-1 までの入力フレーム及び付属情報と、第 n の入力フレーム及び編集された付属情報と、に基づいて、入力画素数以上の推定画素数を有する第 n の推定フレームを出力し、表示部は、第 n の推定フレームを表示する。

明 細 書

発明の名称： 検査システム、検査方法及び検査プログラム

技術分野

[0001] 本開示は、検査システム、検査方法及び検査プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、機械学習モデルを用いて、低画質の静止画像に基づいて高画質の静止画像を推定する技術（超解像）が知られている（下記非特許文献1参照）。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：Chao Dong, Chen Change Loy, Kaiming He, Xiaoou Tang. Learning a Deep Convolutional Network for Image Super-Resolution, in Proceedings of European Conference on Computer Vision (ECCV), 2014

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 動画像の超解像においては、処理対象となる各フレームの情報のみならず、該フレームの過去フレームの情報を考慮することで、より高画質な動画像を推定することができると考えられる。一方、高画質の動画像の推定にあたって過去フレームの情報が考慮された画像を推定する画像処理システムでは、当該システムに入力するフレームごとに各フレームに含まれる情報が正しいものであるか判別することが困難である。

[0005] 本開示は、過去フレームの情報を利用して、低画質の動画像に基づいて高画質の動画像を推定する画像処理手法において、元となる低画質の動画像の各フレームに含まれる情報が正しいものであるか容易に判別することが可能な検査システム、検査方法及び検査プログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示に係るゲームプログラムの検査システムは、プロセッサと、前記プロセッサにより実行される命令と、複数の訓練データにより学習された機械学習モデルと、を記憶する記憶部と、表示部と、を含むゲームプログラムの検査システムであって、前記記憶部は、所定の入力画素数を有する第1～第N（Nは2以上の自然数）の入力フレームとともに該入力フレームごとの付属情報を記憶し、前記プロセッサは、ユーザの指示により前記記憶部に記憶された第n（ $n = 2, 3, \dots, N$ ）の前記付属情報を編集し、前記機械学習モデルは、第1から第n-1までの前記入力フレーム及び前記付属情報と、第nの前記入力フレーム及び編集された前記付属情報と、に基づいて、前記入力画素数以上の推定画素数を有する第nの推定フレームを出力し、前記表示部は、第nの前記推定フレームを表示する。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]画像処理システム及び検査システムのハードウェア構成の一例を示す図である。

[図2]画像処理システムの概要を示す図である。

[図3]画像処理システムの処理を模式的に示す図である。

[図4]画像処理システムで実現される機能の一例を示す機能ブロック図である。

[図5]レンダリング部の処理を説明する図である。

[図6]中間フレーム取得部における処理を説明する図である。

[図7]画像処理システムで実行される処理の流れの一例を示すフロー図である。

[図8]検査システムで実行される処理を説明する図である。

[図9]検査システムで実行される処理を説明する図である。

[図10]各フレームにおいてレンダリング情報記憶部が記憶する情報を示す図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、本開示に係る画像処理システムの実施形態の一例について、図面を

参照しながら説明する。

[0009] [1. 画像処理システムのハードウェア構成]

図 1 は、画像処理システム 1 及び検査システム 2 のハードウェア構成の一例を示す図である。画像処理システム 1 は、例えばゲームコンソール（ゲーム機）等のコンピュータである。検査システム 2 は、例えばゲームプログラムを作成するためのプログラムがインストールされたコンピュータである。図 1 に示すように、画像処理システム 1 及び検査システム 2 は、制御部 10、記憶部 12、通信部 14、操作部 16、表示部 18 及び音声出力部 19 を含む。

[0010] 制御部 10 は、例えば画像処理システム 1 及び検査システム 2 にインストールされるプログラムに従って動作する CPU 等のプログラム制御デバイスを含む。また、制御部 10 は、CPU から供給されるグラフィックスコマンドやデータに基づいてフレームバッファに画像を描画する GPU (Graphics Processing Unit) も含む。

[0011] 記憶部 12 は、例えば ROM や RAM 等の主記憶装置及び HDD や SSD 等の補助記憶装置を含む。記憶部 12 には、制御部 10 によって実行されるプログラムなどが記憶される。記憶部 12 は、プロセッサにより実行される命令と、複数の訓練データにより学習された機械学習モデルと、を記憶する。例えば、記憶部 12 は、後述する画像処理システム 1 の各種機能を実現するためのプログラムに加えて、例えばゲームプログラム（ゲームソフトウェア）を記憶する。また、記憶部 12 には、GPU により画像が描画されるフレームバッファの領域が確保されている。

[0012] 通信部 14 は、例えばイーサネット（登録商標）モジュールや無線 LAN モジュール等の通信インタフェースである。

[0013] 操作部 16 は、キーボードやマウス、ゲームコンソールのコントローラ等のユーザインタフェースであり、ユーザの操作入力を受け付けて、その内容を示す信号を制御部 10 に出力する。

[0014] 表示部 18 は、液晶ディスプレイや有機 EL ディスプレイ等の表示デバイ

スであり、制御部10の指示に従って各種の画像を表示する。

[0015] 音声出力部19は、例えばスピーカ等であり、画像処理システム1が生成する音声データが示す音声を出力する。

[0016] なお、画像処理システム1は、上記したデバイスの他に、DVD-ROMやBlu-ray（登録商標）ディスク等の光ディスクを読み取る光ディスクドライブや、USB（Universal Serial Bus）ポート等を含んでいてもよい。

[0017] [2. 画像処理システムの概要]

図2は、画像処理システム1の概要を示す図である。図3は、画像処理システム1の処理を模式的に示す図である。本実施形態では、画像処理システム1が、ゲームにおけるプレイ動画像の画質向上に利用される場合を例示する。プレイ動画像は、制御部10が実行するゲームプログラムや操作部16が受け付けるユーザの入力等に応じて生成される動画像であり、時系列データである複数の静止画像（フレーム）から構成される。画像処理システム1で行われる処理は主に以下の通りである。

[0018] (1) 入力フレームの生成

まず画像処理システム1は、所定の視点から見た一以上のゲームオブジェクトを示す3次元データのレンダリングを実行することにより、該ゲームオブジェクトが描画された画像（入力フレーム）を生成する。この入力フレームは、所定の画素数（入力画素数）及び所定の画質（入力画質）を有する画像である（図3参照）。入力フレーム20は、色情報によって構成される。入力フレームは所定時間毎に生成される。入力フレームの画素数は、例えば1920×1080（1080p）である。生成された各入力フレームは、そのまま表示部18に表示されるのではなく、一旦記憶部12に格納され、以降の処理に供される。なお、以降の説明においては、 n 番目の（第 n の）入力フレーム20 $_{-n}$ を対象とする処理を主に例示するが、同様の処理は他の入力フレームに対しても実行される（すなわち、 $n=2, 3, \dots, N$ ）。

[0019] (2) 中間フレームの取得

画像処理システム 1 は、取得された入力フレーム 20__n に基づいて、入力画素数より多い画素数（中間画素数）を有するフレーム（中間フレーム）22__n を取得する。中間画素数は、例えば 3840×2160 （4K）である。具体的には、入力フレーム 20__n に対して拡大及び補間処理が実行されることにより、中間フレーム 22__n が生成される（図 3 参照）。

[0020] ここで、中間フレーム 22__n は入力フレーム 20__n の画素数より多い画素数を有するものの、その画質は必ずしも十分には改善されていないことに留意されたい。すなわち、フレームの画質とは、単に画素数の多さ（解像度の高さ）をいうのではない。フレームの画質は、例えば、基準となるフレームと比較した際の、S/N 比の高さ、空間周波数の再現性の高さ、時間安定性の高さ（複数のフレームを連続表示した際におけるアーティファクトやちらつきの少なさ）等のそれぞれ又はこれらの総合考慮に基づいて評価されてよい。

[0021] （3）推定フレームの取得

画像処理システム 1 は、中間フレーム 22__n を機械学習モデル 200 に入力し、推定フレーム 24__n を取得する。推定フレーム 24__n は、中間画素数と同数の画素数（推定画素数）及び入力画質以上の画質である画質（推定画質）を有する画像である（図 3 参照）。

[0022] ここで、機械学習モデル 200 には、中間フレーム 22__n に加えて、第 $n-1$ の補助情報 28__ $n-1$ が入力される（図 2、図 3 参照）。補助情報 28__ $n-1$ は、第 1～第 $n-1$ の中間フレーム 22 の特徴を示す第 $n-1$ の累積特徴情報 26__ $n-1$ に基づく情報である。累積特徴情報 26 及び補助情報 28 の詳細については後述する。

[0023] なお、機械学習モデル 200 は、入力画素数及び入力画質を有する学習入力フレームに基づいて生成された中間画素数を有する学習中間フレームと、推定画素数及び推定画質を有する学習推定フレームと、をそれぞれ含む、複数の訓練データにより学習されたモデルである。機械学習モデル 200 の詳細については後述する。

[0024] (4) 累積特徴情報の取得

機械学習モデル200は、中間フレーム22_nと、補助情報28_{n-1}と、が入力され、第1～第nの中間フレーム22の特徴を示す第nの累積特徴情報26_nを出力する累積特徴情報出力層202を有する(図2参照)。画像処理システム1は、第nの累積特徴情報26_nを取得する。

[0025] 取得された第nの累積特徴情報26_nは、推定フレーム出力層204に入力され、推定フレーム出力層204からは第nの推定フレーム24_nが出力される(図2参照)。なお、取得された第nの累積特徴情報26_nは、記憶部12にも格納され、次の入力フレーム(第n+1の入力フレーム)20_{n+1}に対応する推定フレーム24_{n+1}の推定に供される。

[0026] (5) 補助情報の取得

第n-1の累積特徴情報26_{n-1}は、前述の通り、第1～第n-1の中間フレーム22(ひいては第1～第n-1の入力フレーム20)の特徴を示す情報である。このように過去の入力フレーム20の情報が蓄積された累積特徴情報26_{n-1}を第nの推定フレーム24_nの推定に利用すれば、推定に利用可能な情報が増えるので、高画質な推定フレーム24_nを得ることができる。

[0027] しかしながら、第n-1の入力フレーム20_{n-1}と第nの入力フレーム20_nとの間で、表示されるゲームオブジェクトに動き等があった場合、第nの中間フレーム22_nと累積特徴情報26_{n-1}とがそのまま機械学習モデル200に入力されると、第n-1の入力フレーム20_{n-1}に表示されていたゲームオブジェクトの残像が表示されてしまう現象(いわゆるゴースト現象)が発生しうる。

[0028] そこで、画像処理システム1は、累積特徴情報26_{n-1}に対して、レンダリングの際に得られる付属情報(動きベクトルや深度バッファ等)に基づく、後述する種々の補正を適用することにより、第n-1の補助情報28_{n-1}を取得する(図2、図3参照)。取得された第n-1の補助情報28_{n-1}は、前述の通り、第nの中間フレーム22_nとともに機械学習

モデル200に入力され、第nの推定フレーム24__nの推定に供される。

[0029] 以上に説明したように、本実施形態に係る画像処理システム1によれば、現在の入力フレーム20に対応する中間フレーム22に加えて、過去の情報が蓄積された補助情報28を用いて、推定フレーム24を推定する。これにより、推定に利用可能な情報が増えるので、高画質な推定フレーム24__nを得ることができる。以下、画像処理システム1の詳細について説明する。

[0030] [3. 画像処理システムで実現される機能]

図4は、画像処理システム1及び検査システム2で実現される機能の一例を示す機能ブロック図である。図4に示すように、画像処理システム1では、ゲーム処理部300、レンダリング部302、レンダリング情報記憶部304、入力フレーム取得部306、変動情報取得部308、中間フレーム取得部310、機械学習モデル記憶部312、推定フレーム取得部314、動き情報取得部316、深度情報取得部318、出現画素特定部320及び補助情報取得部322が実現される。検査システム2では、画像処理システム1の各部に加えて、編集部324、付属情報処理部326及び表示部328が実現される。ゲーム処理部300、レンダリング部302、入力フレーム取得部306、変動情報取得部308、中間フレーム取得部310、推定フレーム取得部314、動き情報取得部316、深度情報取得部318、出現画素特定部320、補助情報取得部322、編集部324及び付属情報処理部326は、主に制御部10により実現される。レンダリング情報記憶部304及び機械学習モデル記憶部312は、主に記憶部12により実現される。表示部328としての機能は、主にデバイスである表示部18により実現される。なお、ゲーム処理部300、レンダリング部302及びレンダリング情報記憶部304は、ゲームソフトウェアにより提供される機能である。

[0031] [ゲーム処理部]

ゲーム処理部300は、ゲームに関する種々の処理を実行する。ゲーム処理部300は、例えば、制御部10が実行するゲームプログラムや操作部16が受け付けるユーザの入力に応じて、仮想3次元空間VSにゲームオブジ

ェクトOを配置する処理や、ゲームオブジェクトOを動作させ又は移動させる処理、仮想3次元空間VSを見る視点Cを変更する処理等を実行する（図5参照）。ゲームオブジェクトOは、3次元データが示すポリゴン等のプリミティブにより構成される。3次元データは、頂点の位置等を示す幾何情報と、頂点同士をどのように結ぶかを示す位相情報と、色等の属性情報と、を含む。

[0032] [レンダリング部]

図5は、レンダリング部302の処理を説明する図である。レンダリング部302は、所定の視点Cから見た一以上のゲームオブジェクトOを示す3次元データのレンダリング（描画処理）を実行することにより、第1～第N（Nは2以上の自然数である。）の入力フレーム20を生成する。レンダリング部302は、ゲーム処理部300で実行される種々の処理の結果に基づいてレンダリングを実行する。レンダリング部302は、具体的には、仮想3次元空間VSに配置されたゲームオブジェクトOを示す3次元データに基づいて、頂点処理（頂点シェーディング）及び画素処理（ピクセルシェーディング）を実行する。頂点処理は、ビュー座標系からスクリーン座標系への座標変換処理（透視投影）を含み、該座標変換処理に用いられる透視投影行列（カメラ行列）には、後述するように、視点Cの変動に係る数値が加えられる。レンダリング部302は、光源情報や深度情報（デプスバッファ）、テクスチャ情報、法線情報等に基づいて、レンダリングを実行してもよい。レンダリング部302は、上記の処理の他、例えば、被写界深度（Dof）やモーションブラー等のエフェクトを適用する処理を実行してもよい。レンダリング部302の処理は、ゲームソフトウェアの開発者等が適宜設定してよい。ここで、ゲームソフトウェアの開発者等は、推定フレーム24の推定画素数等に応じて、テクスチャのMIPを調整してよい。これにより、推定フレーム24において、モアレ等のノイズの発生を抑制することができる。

[0033] ここで、レンダリング部302は、視点Cが入力フレーム20毎に変動す

るようにレンダリングを実行することにより、各入力フレーム20を生成する。ここで、ゲーム処理部300が視点Cを所定の位置に固定させていたとしても、レンダリング部302は、入力フレーム20毎に視点Cに変動を加える。その結果、図5に示すように、入力フレーム20_n、20_{n+1}、20_{n+2}のそれぞれにおいて、表示されるゲームオブジェクトOの位置が変動している。換言すれば、レンダリング部302は、各入力フレーム20の生成の際に、ジッター（Jitter）を適用している。レンダリング部302は、具体的には、入力フレーム20毎に異なる、一画素未満の大きさに対応する数値を透視投影行列に加えることにより、視点Cを入力フレーム20毎に変動させる。レンダリング部302は、所定の規則に従って視点Cを入力フレーム20毎に変動させる。そのような規則としては、例えばHaltom列が利用可能である。

[0034] [レンダリング情報記憶部]

レンダリング情報記憶部304は、レンダリング部302でのレンダリング処理に必要な情報及びレンダリング処理の結果得られる情報を記憶する。例えば、レンダリング情報記憶部304は、所定の入力画素数を有する第1～第N（Nは2以上の自然数）の入力フレーム20を記憶する。また、レンダリング情報記憶部304は、入力フレーム20とともに該入力フレーム20ごとの付属情報を記憶する。付属情報は、変動情報、動き情報及び深度情報を含む。付属情報の詳細については後述する。また、レンダリング情報記憶部304は、付属情報に基づいて生成された情報（出現画素情報及び補助情報28）を記憶する。その他、レンダリング情報記憶部304は、座標変換に用いるパラメータや、光源情報、テクスチャ情報、法線情報等を記憶してよい。

[0035] [入力フレーム取得部]

入力フレーム取得部306は、第1～第Nの入力フレーム20をそれぞれ取得する。具体的には、入力フレーム取得部306は、レンダリング情報記憶部304に記憶された第1～第Nの入力フレーム20をそれぞれ取得する。

。

[0036] [変動情報取得部]

変動情報取得部308は、変動情報を取得する。変動情報取得部308は、レンダリング情報記憶部304に記憶された変動情報を取得する。変動情報は、具体的には、変動前と変動後との間での視点Cの変動量を示す情報である。変動量を示す情報は、変動の方向及び距離を示す変動ベクトルであるということもできる。例えば、前述したH a l t o n列に視点Cの変動量を示す情報が含まれているため、その情報を変動情報として用いてよい。

[0037] [中間フレーム取得部]

中間フレーム取得部310は、各入力フレーム20に基づいて、該入力フレーム20に対応するとともに入力画素数以上の中間画素数を有する中間フレーム22を生成することにより、第1～第Nの中間フレーム22をそれぞれ取得する。本実施形態では、各中間フレーム22は、入力画素数より多い中間画素数を有する。すなわち、本実施形態では、各中間フレーム22は、該中間フレーム22に対応する入力フレーム20を拡大した画像である。

[0038] 具体的には、中間フレーム取得部310は、変動情報と、各入力フレーム20の各画素と、に基づいて、該入力フレーム20における、変動前の各画素に相当する位置の画素値を補間により求め、各中間フレーム22を生成する。図6は、中間フレーム取得部310における処理を説明する図である。図6では、第nの中間フレーム22__nを求める場合を例示する。例えば、図6に示すように、取得しようとする中間フレーム22__nにおけるある画素の画素中心がP1, 0であるとする、中間フレーム取得部310は、入力フレーム20__nにおけるP1, 0に最も近い4つの画素それぞれの画素中心P' 0, 0, P' 1, 0, P' 0, 1, P' 1, 1の座標及び画素値に基づいて、P1, 0の画素値を双一次（バイリニア）補間により求める。ここで、P' 1, 0は、変動情報が示す変動量の分だけP1, 0からずれた位置にある。拡大処理により新たに生成された画素の画素値についても、同様にして求められる。なお、補間の方法としては、バイリニア補間の他にも、

双三次（バイキュービック）補間やLanczos補間等、種々の公知の手法が利用可能である。

[0039] 視点Cが入力フレーム20毎に変動するようにレンダリングを実行すると、時系列の情報量が増えるところ、そのようにして得られた各入力フレーム20（以下、「変動入力フレーム」という。）を推定に利用すれば、より高画質な推定フレーム24を得ることができる。

[0040] 一方、変動入力フレーム（又はこれを拡大した画像）をそのまま機械学習モデル200に入力すると、上記の視点Cの変動の影響により、推定の確度が低下しまうおそれもある。

[0041] そこで、画像処理システム1では、前述したように、変動情報と、各入力フレーム20の各画素と、に基づいて、該入力フレーム20における、変動前の各画素に相当する位置の画素値を補間により求め、各中間フレーム22を生成し、これを機械学習モデル200に入力するようにした。これにより、視点Cの変動の影響が補正されるので、推定の確度が低下し抑えることができる。

[0042] [機械学習モデル]

機械学習モデル200は、第nの中間フレーム22_nに基づいて、第nの推定フレーム24_nを推定するモデルである。具体的には、機械学習モデル200は、第nの中間フレーム22_n及び第n-1の補助情報28_{n-1}に基づいて、第nの推定フレーム24_nを推定するモデルである。なお、機械学習モデル200は画像処理システム1検査の一部としても機能するし、システム2の一部としても機能する。どちらの場合でも機械学習モデル200は同一であるが、機械学習モデル200が検査システム2の一部として機能する場合には、第1から第n-1までの入力フレーム20及び付属情報と、第nの入力フレーム20_n及び編集された付属情報と、に基づいて、入力画素数以上の推定画素数を有する第nの推定フレームを出力する。機械学習モデル200は、具体的には、畳み込みニューラルネットワーク（CNN: Convolutional Neural Network）

である。機械学習モデル200としては、例えば、残差接続機構を有する多層構造のResNetや、いわゆるエンコーダデコーダ型のU-Net等、公知のモデルが利用可能である。機械学習モデル200として、非特許文献1に記載のモデルを利用してもよい。

[0043] 機械学習モデル200は、入力画素数を有する学習入力フレームに基づいて生成された中間画素数を有する学習中間フレームと、推定画素数を有する学習推定フレームと、をそれぞれ含む、複数の訓練データにより学習されたモデルである。機械学習モデル200の学習には、誤差逆伝播法等の種々の公知の手法が利用可能である。

[0044] 機械学習モデル200は、具体的には、累積特徴情報出力層202と、推定フレーム出力層204と、畳み込み層206と、を含む（図2参照）。

[0045] 累積特徴情報出力層202は、第nの中間フレーム22__nと、第1～第n-1の中間フレーム22の特徴を示す第n-1の累積特徴情報26__n-1に基づく第n-1の補助情報28__n-1と、が入力され、第1～第nの中間フレーム22__nの特徴を示す第nの累積特徴情報26__nを出力する。累積特徴情報出力層202は、例えば一以上の畳み込み層により構成されてよい。累積特徴情報26__n-1は、中間画素数と同数の画素数を有する画像情報（ビットマップ形式の情報）である。累積特徴情報26__n-1は、第1～第n-1の中間フレーム22の特徴を示す特徴マップであるということもできる。

[0046] なお、累積特徴情報出力層202は、第1の中間フレーム22__1と、所与の補助情報と、が入力され、第1の累積特徴情報26__1を出力する。n=1の場合、それ以前の累積特徴情報26及び補助情報28が存在しないため、予め用意した所与の補助情報が、第1の中間フレーム22__1とともに累積特徴情報出力層202に入力される。

[0047] 推定フレーム出力層204は、第nの累積特徴情報26__nが入力され、第nの推定フレーム24__nを出力する。推定フレーム出力層204は、累積特徴情報出力層202と同様、例えば一以上の畳み込み層により構成され

てよい。或いは、推定フレーム出力層 204 は、一以上の転置畳み込み層（逆畳み込み層）により構成されてもよい。

[0048] 畳み込み層 206 は、累積特徴情報 26 の画素数を維持しつつそのチャンネル数を減少させる層である。畳み込み層 206 から出力された累積特徴情報 26 は、補助情報取得部 322 での処理に供される。畳み込み層 206 によれば、累積特徴情報 26 の次元が削減されるので、計算コストを抑えることができる。畳み込み層 206 は、例えばカーネルサイズが 1×1 の畳み込み層であるが、これに限定されない。

[0049] [機械学習モデル記憶部]

機械学習モデル記憶部 312 は、機械学習モデル 200 を記憶する。具体的には、機械学習モデル記憶部 312 は、機械学習モデル 200 のパラメータ（畳み込み層の数や各畳み込み層に使用されるノード数、各ノードの重み等）を記憶する。

[0050] [推定フレーム取得部]

推定フレーム取得部 314 は、各中間フレーム 22 を機械学習モデル 200 に入力して、入力画素数より多く中間画素数以上の推定画素数を有する第 1 ～第 N の推定フレーム 24 をそれぞれ取得する。本実施形態では、推定フレーム 24 は、中間画素数と同数の推定画素数を有する。推定フレーム取得部 314 は、より具体的には、第 n の中間フレーム 22 _{n} 及び第 $n-1$ の補助情報 28 _{$n-1$} を機械学習モデル 200 に入力して、第 n の推定フレーム 24 _{n} を取得する。

[0051] [動き情報取得部]

動き情報取得部 316 は、第 $n-1$ の入力フレーム 20 _{$n-1$} から第 n の入力フレーム 20 _{n} への動きの量及び方向を示す情報である第 n の動き情報を取得する。具体的には、例えば、第 n の動き情報は、第 n の入力フレームに付属する付属情報に含まれる動き情報である。また、第 n の動き情報は、中間画素数と同数の画素を有する情報である。動き情報は、第 $n-1$ の入力フレーム 20 _{$n-1$} と第 n の入力フレーム 20 _{n} との間における各

画素の動きの量及び方向を示す画像情報である（ビットマップ形式の情報）。動き情報は、モーションベクトル（Motion Vector）とも呼ばれる。動き情報取得部316は、具体的には、入力画素数と同数の画素数を有する動き情報を取得し、該動き情報に対して拡大及び補間処理を実行することにより、中間画素数と同数の画素を有する動き情報を取得する。以下、入力画素数と同数の画素数を有する動き情報を元動き情報とも呼称する。

[0052] [深度情報取得部]

深度情報取得部318は、第 $n-1$ の入力フレーム20__ $n-1$ の各画素の深度を示す第 $n-1$ の深度情報と、第 n の入力フレーム20__ n の各画素の深度を示す第 n の深度情報と、を取得する。深度情報は、具体的には、中間画素数と同数の画素を有する画像情報である（ビットマップ形式の情報）。深度情報は、深度バッファ、Zバッファ又はデプスバッファとも呼ばれる。深度情報取得部318は、具体的には、入力画素数と同数の画素数を有する深度情報を取得し、該深度情報に対して拡大及び補間処理を実行することにより、中間画素数と同数の画素を有する深度情報を取得する。以下、入力画素数と同数の画素数を有する深度情報を元深度情報とも呼称する。

[0053] [出現画素特定部]

出現画素特定部320は、第 $n-1$ の深度情報と、第 n の深度情報と、に基づいて、第 n の中間フレーム22__ n の画素のうち、第 $n-1$ の中間フレーム22__ $n-1$ では表示されていないゲームオブジェクト0の全部又は一部が表示されている画素である第 n の出現画素222__ n を特定する（図3参照）。出現画素特定部320は、具体的には、第 $n-1$ の深度情報と、第 n の深度情報と、の差分に基づいて、第 n の出現画素222__ n を特定する。なお、出現画素特定部320は、第 $n-1$ の中間フレーム22__ $n-1$ に係る第 $n-1$ の透視投影行列と、第 n の中間フレーム22__ n に係る第 n の透視投影行列と、に基づいて、第 n の出現画素222__ n を特定してもよい。また、出現画素特定部320は、第 $n-1$ の動き情報を利用して第 n の出現画素222__ n を特定してもよい。なお、出現画素特定部320は、より

具体的には、第 n の出現画素 222_n を特定し、第 n の出現画素 222_n の位置を示す画像情報である第 n の出現画素情報を生成する。

[0054] [補助情報取得部]

補助情報取得部 322 は、第 $n-1$ の動き情報（元動き情報を除く）に基づいて、第 $n-1$ の累積特徴情報 26_n-1 に対して動き補償を適用することにより、第 $n-1$ の補助情報 28_n-1 を取得する。動き補償とは、例えば、第 $n-1$ の中間フレーム 22_n-1 では位置 x にある画素が、第 n の中間フレーム 22_n では位置 x' に動いていた場合において、第 $n-1$ の累積特徴情報 26_n の位置 x にある画素を位置 x' に移動させる処理をいう（図 3 参照）。すなわち、補助情報取得部 322 は、第 $n-1$ の動き情報に基づいて、第 $n-1$ の累積特徴情報 26_n-1 の一以上の画素のそれぞれの画素値を、該画素の動きの量及び方向に従って移動した位置の画素に設定することにより、第 $n-1$ の補助情報 28_n-1 を取得する。

[0055] 第 n の入力フレーム 20_n と第 $n-1$ の入力フレーム 20_n-1 との間でゲームオブジェクト O に動きがあった場合に、第 n の推定フレーム 24_n を取得する際、第 n の中間フレーム 22_n と第 $n-1$ の累積特徴情報 26_n-1 とをそのまま機械学習モデル 200 に入力してしまうと、出力される第 n の推定フレーム 24_n において、第 n の中間フレーム 22_n に表示されていたゲームオブジェクト O の残像が表示されてしまうゴースト現象が発生しうる。

[0056] そこで、画像処理システム 1 では、上記のように、第 $n-1$ の動き情報に基づいて、第 $n-1$ の累積特徴情報 26_n-1 に対して動き補償を適用することにより、第 $n-1$ の補助情報 28_n-1 を取得し、第 n の推定フレーム 24_n を取得する際、この第 $n-1$ の補助情報 28_n-1 を機械学習モデル 200 に入力するようにした。これにより、上記のゴースト現象を抑制することができる。

[0057] また、補助情報取得部 322 は、第 $n-1$ の累積特徴情報 26_n-1 における第 n の出現画素 222_n の画素値を所定の値に置換することにより

、第 $n-1$ の補助情報 28__ $n-1$ を取得する。補助情報取得部 322 は、具体的には、第 n の出現画素情報に基づいて、第 $n-1$ の累積特徴情報 26__ $n-1$ における第 n の出現画素 222__ n の画素値を所定の値に置換することにより、第 $n-1$ の補助情報 28__ $n-1$ を取得する。所定の値は、例えば 0（黒）等の一定値であってもよいし、第 n の中間フレーム 22__ n における第 n の出現画素 222__ n の画素値であってもよい。

[0058] 第 n の入力フレーム 20__ n において、第 $n-1$ の入力フレーム 20__ $n-1$ では表示されていないゲームオブジェクト O の全部又は一部が表示されている場合に、第 n の推定フレーム 24__ n を取得する際、第 n の中間フレーム 22__ n と第 $n-1$ の累積特徴情報 26__ $n-1$ とをそのまま機械学習モデル 200 に入力してしまうと、出力される第 n の推定フレーム 24__ n において、前述のゴースト現象が発生しうる。

[0059] そこで、画像処理システム 1 では、上記のように、第 n の中間フレーム 22__ n の画素のうち、第 $n-1$ の中間フレーム 22__ $n-1$ では表示されていないゲームオブジェクト O の全部又は一部が表示されている画素である第 n の出現画素 222__ n を特定し、第 $n-1$ の累積特徴情報 26__ $n-1$ における第 n の出現画素 222__ n の画素値を所定の値に置換することにより、第 $n-1$ の補助情報 28__ $n-1$ を取得するようにした。これにより、上記のゴースト現象を抑制することができる。

[0060] [編集部]

編集部 324 は、ユーザの指示によりレンダリング情報記憶部 304 に記憶された第 n の付属情報を編集する。具体的には、例えば、編集部 324 は、ユーザが選択した第 n の入力フレーム 20__ n に付属する動き情報の値を、ユーザが指定した値に変更する。ここで、変更される動き情報は、入力画素数と同数の画素数を有する動き情報（すなわち元動き情報）である。変更された動き情報の値は、第 n の入力フレーム 20__ n の他の付属情報と関連付けてレンダリング情報記憶部 304 に記憶される。なお、ユーザの指示により編集される付属情報は、動き情報に限られず変動情報または深度情報で

あってもよい。

[0061] [付属情報処理部]

付属情報処理部326は、第 n の付属情報に基づいて、第 $n-1$ の入力フレーム20__ $n-1$ に対して付属情報を適用した画像と、第 n の入力フレーム20__ n が表す画像と、の差分画像を生成する。具体的には、例えば、付属情報処理部326は、第 n の動き情報に基づいて、第 $n-1$ の入力フレーム20__ $n-1$ に対して動き補償を適用した画像と、第 n の入力フレーム20__ n が表す画像と、の差分画像を生成する。

[0062] [表示部]

表示部328は、第 n の推定フレーム24__ n を表示する。具体的には、例えば、表示部328は、推定フレーム取得部314が、第 n の中間フレーム22__ n 及び第 $n-1$ の補助情報28__ $n-1$ を機械学習モデル200に入力して取得した第 n の推定フレーム24__ n を表示する。また、表示部328は、付属情報処理部326が生成した差分画像を表示する。その他、表示部328は、レンダリング情報記憶部304に記憶された入力フレーム20及び各付属情報を表示する。表示部328は、推定フレーム24、各付属情報、差分画像のうち、ユーザに選択された一部または全部を並べて表示してもよい。

[0063] [4. 画像処理システムで実行される処理]

図7は、画像処理システム1で実行される処理の流れの一例を示すフロー図である。図7に示す処理は、制御部10が、記憶部12に記憶されたプログラムに従って動作することによって実行される。

[0064] (1) $n=1$ における処理

まず、制御部10は、第1の入力フレーム20__1を取得する(S700)。制御部10は、第1の入力フレーム20__1に基づいて、第1の中間フレーム22__1を取得する(S702)。そして、制御部10は、第1の中間フレーム22__1と、所与の補助情報と、を機械学習モデル200に入力し、第1の推定フレーム24__1と、第1の累積特徴情報26__1と、を取

得する（S704）。

[0065] (2) $n \geq 2$ における処理

制御部10は、第 n の入力フレーム20__ n を取得する（S706）。制御部10は、第 n の入力フレーム20__ n に基づいて、第 n の中間フレーム22__ n を取得する（S708）。

[0066] 次いで、制御部10は、第 $n-1$ の動き情報を取得する（S710）。また、制御部10は、第 $n-1$ の深度情報と、第 n の深度情報と、を取得し（S712）、第 $n-1$ の深度情報と、第 n の深度情報と、に基づいて、第 n の出現画素222__ n を特定する（S714）。制御部10は、第 $n-1$ の累積特徴情報26__ $n-1$ と、第 $n-1$ の動き情報と、第 n の出現画素222__ n と、に基づいて、第 $n-1$ の補助情報28__ $n-1$ を取得する（S716）。そして、制御部10は、第 n の中間フレーム22__ n と、第 $n-1$ の補助情報28__ $n-1$ と、を機械学習モデル200に入力し、第 n の推定フレーム24__ n と、第 n の累積特徴情報26__ n と、を取得する（S718）。制御部10は、次のフレームが存在するか否かを判定し（S720）、次のフレームが存在すると判定した場合には（S720；Y）、 $n = n + 1$ にインクリメントし、S706～S718の処理を繰り返す。制御部10は、次のフレームが存在しないと判定した場合には（S720；N）、本処理を終了する。なお、制御部10は、次のフレームが存在しないと判定した場合に（S720；N）、そのまま第1～第 N の推定フレーム24を表示部18に表示させてもよい。

[0067] [5. 検査システムで実行される処理]

図8乃至図10を参照しながら、一例としてユーザの指示により動き情報が編集された場合における検査システム2で実行される処理及び検査方法について説明する。本処理で編集される付属情報は動き情報のうちの元動き情報である。図8及び図9は、当該処理によって変化する入力フレーム20や差分画像を表している。図8及び図9に示す処理は、制御部10が、記憶部12に記憶されたプログラムに従って動作することによって実行される。図

10は、各フレームにおいて、レンダリング情報記憶部304が記憶する情報を表している。図8乃至図10において、入力フレームは「Color」、動き情報（元動き情報）は「MV」、深度情報（元深度情報）は「Depth」及び「Prev Depth」、出現画素情報は「Exposure」、補助情報を「RFM」と表記する。なお、「Prev Depth」は「Depth」の1フレーム前の深度情報を意味する。また、 n 番目のフレームに属する情報であることを表すために各情報に（ n ）を付して表記する。

[0068] 図8の（a）は、第 n の動き情報、すなわち、第 $n-1$ の入力フレームから第 n の入力フレームにかけて、ゲームオブジェクトQが動いた量及び方向を表すモーションベクトルを示す図である。なお、図8乃至図10の説明においては説明を簡易にするため、各フレームの情報は、所定の視点から見たときに含まれるゲームオブジェクトがゲームオブジェクトQのみであって他のゲームオブジェクトを含まない場合について説明する。図8の（a）に示すように、第 n の動き情報であるMV（ n ）は、球体のゲームオブジェクトQが第 $n-1$ の入力フレームから第 n の入力フレームにかけて左下から右上に向かって移動する情報であることを表している。矢印の向きは、第 n の入力フレーム20__ n のゲームオブジェクトから第 $n-1$ の入力フレーム20__ $n-1$ のゲームオブジェクトに向かう方向としている。

[0069] 図8の（b）は、第 $n-1$ の入力フレーム20__ $n-1$ 、すなわち、色情報Color（ $n-1$ ）を示す図である。また、図8の（c）は、第 n の入力フレーム20__ n 、すなわち、色情報Color（ n ）を示す図である。図8の（b）及び（c）はいずれも、ある視点から見たゲームオブジェクトQが、背景の中の所定位置に表示されていることを表している。また、図8の（b）は、（c）の1フレーム前の入力フレーム20であり、図8の（b）に表されたゲームオブジェクトQは、図8の（c）に表されたゲームオブジェクトQよりも左下に位置している。図8の（a）乃至（c）はいずれもレンダリング部302が生成し、レンダリング情報記憶部304に記憶され

た情報である。

[0070] 付属情報処理部326は、第 n の動き情報に基づいて、第 $n-1$ の入力フレーム20__ n に対して動き補償を適用した画像を生成する。具体的には、例えば、付属情報処理部326は、図8の(b)に示す入力フレーム($Color(n-1)$)に対して、図8の(a)に示す動き情報 $MV(n)$ を用いて動き補償($MC(MV(n), Color(n-1))$)を適用した画像を生成する。ここでの動き補償とは、第 $n-1$ の入力フレーム20__ $n-1$ では位置 x にある画素が、第 n の入力フレーム20__ n では位置 x' に動いていた場合において、第 $n-1$ の入力フレーム20__ $n-1$ の位置 x にある画素を位置 x' に移動させる処理をいう。第 n の動き情報は、第 $n-1$ の入力フレーム20__ $n-1$ と第 n の入力フレーム20__ n との間における各画素の動きの量及び方向を示す画像情報である。そのため、付属情報処理部326は、図8の(a)動き情報 $MV(n)$ に基づいて、図8の(b)に示すゲームオブジェクトQのそれぞれの画素値を、該画素の動きの量及び方向に従って移動した位置の画素に設定することにより、図8の(d)に示す色情報($Color(n)'$)を生成する。なお、付属情報処理部326は、図8の(b)に示す入力フレーム20__ $n-1$ の背景が表された画素に対しても処理を行うが、背景を表す画素は動き情報の値がない(0値)であるため、上記処理によって変化しない。

[0071] さらに、付属情報処理部326は、動き補償を適用した画像と、第 n の入力フレーム20__ n が表す画像と、の差分画像を生成する。具体的には、例えば、図8の(d)に示す動き補償を適用した色情報($Color(n)'$)と、図8の(c)に示す入力フレーム($Color(n)$)、の差分画像($Diff.Color = Color(n)' - Color(n)$)を生成する。図8の(e)は、生成された差分画像を示す図である。図8の(e)に示すように、第 n の入力フレームにおいてゲームプロジェクトQが示されている領域に三日月形状のパターンが示されている。すなわち、第 n の動き情報と第 $n-1$ の入力フレーム20__ $n-1$ から推定された第 n の入力フレー

ム20__nは、レンダリング部から取得された第nの入力フレーム20__nとは齟齬が生じていることが分かる。ユーザは、図8の(a)から(e)に示す各情報が目に見える画像として表示部328に表示されることにより、付属情報が正しいものであるか容易に判断することができる。

[0072] 次いで、付属情報を編集する場合について説明する。図9の(a)から(c)はいずれも図8の(a)から(c)と同じである。編集部324は、ユーザの指示によりレンダリング情報記憶部304に記憶された第nの動き情報MV(n)を編集する。具体的には、図9の(a)に示す第nの動き情報を編集するための情報として、ユーザは操作部16を操作して、x方向及びy方向の始点位置のシフト量(MV. Offset)と、x方向及びy方向の拡大率(MV. Scale)を入力する。編集部324は、入力されたシフト量及び拡大率に基づいて、編集後の第nの動き情報MV'(n)を取得する。例えば、動き情報MV'(n)は、 $MV'(n) = MV. Offset + MV. Scale * MV(n)$ の計算式で算出される。

[0073] 付属情報処理部326は、第nの動き情報に基づいて、第n-1の入力フレームに対して動き補償を適用した画像を生成する。ここで、上記のように第nの動き情報は、MV(n)からMV'(n)に変更されている。従って、付属情報処理部326は、図9の(b)に示す入力フレーム(Color(n-1))に対して、編集された動き情報MV'(n)を用いて動き補償(MC(MV'(n), Color(n-1)))を適用した画像を生成する。図9の(d)は、生成された色情報(Color(n)')を示す図である。

[0074] さらに、付属情報処理部326は、動き補償を適用した画像と、第nの入力フレーム20__nが表す画像と、の差分画像を生成する。具体的には、例えば、図9の(d)に示す動き補償を適用した色情報(Color(n)')と、図9の(c)に示す入力フレーム(Color(n))、の差分画像(Diff. Color = Color(n)' - Color(n))を生成する。図9の(e)は、生成された差分画像を示す図である。図9の(

e) に示すように、三日月形状のパターンが示されていない。すなわち、編集された動き情報と第 $n-1$ の入力フレーム 20_n-1 から推定された第 n の入力フレーム 20_n は、レンダリング部 302 から取得された第 n の入力フレーム 20_n とおおよそ一致していることが分かる。ユーザは、本来レンダリング部 302 が生成すべき動き情報である $MV'(n)$ を容易に取得することができる。

[0075] 上記のように、補助情報は、過去の複数の入力フレーム 20 及び付属情報が反映された情報である。一方、ゲームはシーンに応じて画像が大きく変化することがあるため、シーン変更を跨いだ補助情報 28 は、少ない情報量しか持たない。従って、本開示に係る検査方法は、同一のシーン内で実施されることが望ましい。

[0076] 図 10 は、各フレームにおいて、レンダリング情報記憶部 304 が記憶する情報を表している。各フレームの情報の上に付した符号はフレームの順番を表している。第 $-k-1$ (k は定数) の入力フレーム 20 と、第 $-k$ の入力フレーム 20 の間でシーンの切り替えがあったものとする。この場合、補助情報に十分な過去フレームの情報が含まれるように、上記検査方法は、シーンの切り替えから一定のフレームが経過した後が好ましい。図 10 では第 0 の補助情報 (RFM) 28 がレンダリング情報記憶部 304 に記憶されている。当該第 0 の補助情報 28 は、第 $-k$ から第 -1 までの入力フレーム 20 及び付属情報が反映された情報である。

[0077] 第 0 の補助情報 28 がレンダリング情報記憶部 304 に記憶されているため、その後シーンの切り替えがない限り、機械学習モデル 200 は過去フレームの情報を十分に含んだ高画質の画像を毎フレーム出力できる。

[0078] ユーザは、第 1 のフレーム以降において、上記検査方法を実施する。例えば図 10 に示すように、第 n の付属情報である MV を MV' に変更する。これにより、図 9 に示したような、差分画像が表示される。

[0079] 図 10 に示した実施例では、全てのフレームにおいて、入力フレーム、動き情報、深度情報、出現画素情報及び元深度情報が記憶される。これらの情

報が毎フレーム記憶されることにより、ユーザは、レンダリング部において正しくない付属情報が生成されたフレームを特定することができる。一方、補助情報 28 は、十分な過去フレームの情報が含まれていればよく、編集の対象となるケースは稀である。そのため、補助情報 28 は、所定のフレームでのみ記憶される。補助情報 28 は、一定のフレーム毎に（例えば 32 フレーム毎に）記憶されてもよい。また、補助情報 28 が毎フレーム記憶されても問題は生じない。

[0080] 以上の説明では、付属情報のうち動き情報を編集する場合について説明したが、レンダリング情報記憶部 304 に記憶されている情報であれば編集対象は他の情報であってよい。

[0081] [6. まとめ]

以上に説明した本実施形態に係る画像処理システム 1 によれば、第 1 ～ 第 $n-1$ の中間フレーム 22 の特徴を示す第 $n-1$ の累積特徴情報 26 _{$n-1$} を用いて、第 n の推定フレーム 24 _{n} を推定する。そして、本実施形態に係る検査システム 2 によれば、画像処理システム 1 を用いる高画質の動画像を推定する際に、元となる低画質の動画像の各フレームに含まれる情報が正しいものであるか容易に判別することが可能となる。

[0082] なお、本開示に係る発明は上述の実施形態に限定されるものではない。また、上記の具体的な文字列や数値及び図面中の具体的な文字列や数値は例示であり、これらの文字列や数値には限定されない。

[0083] 例えば、本実施形態では、中間画素数が入力画素数より多く、且つ、中間画素数と推定画素数とが同数である場合を例示したが、中間画素数と入力画素数とが同数であり、且つ、推定画素数が中間画素数より多くてもよい。すなわち、中間フレーム 22 は、必ずしも入力フレーム 20 を拡大したものでなくてもよい。

[0084] [7. 付記]

(1)

プロセッサと、

前記プロセッサにより実行される命令と、複数の訓練データにより学習された機械学習モデルと、を記憶する記憶部と、

表示部と、

を含むゲームプログラムの検査システムであって、

前記記憶部は、所定の入力画素数を有する第1～第N（Nは2以上の自然数）の入力フレームとともに該入力フレームごとの付属情報を記憶し、

前記プロセッサは、ユーザの指示により前記記憶部に記憶された第n（ $n = 2, 3, \dots, N$ ）の前記付属情報を編集し、

前記機械学習モデルは、第1から第 $n - 1$ までの前記入力フレーム及び前記付属情報と、第nの前記入力フレーム及び編集された前記付属情報と、に基づいて、前記入力画素数以上の推定画素数を有する第nの推定フレームを出力し、

前記表示部は、第nの前記推定フレームを表示する、

ゲームプログラムの検査システム。

(2)

前記プロセッサは、

前記各入力フレームに基づいて、該入力フレームに対応するとともに前記入力画素数以上の中間画素数を有する中間フレームを生成することにより、第1～第Nの前記中間フレームをそれぞれ取得し、

前記各中間フレームを機械学習モデルに入力して、前記入力画素数より多く前記中間画素数以上の推定画素数を有する第1～第Nの推定フレームをそれぞれ取得し、

前記機械学習モデルは、

第nの前記中間フレームと、第1～第 $n - 1$ の前記中間フレームの特徴を示す第 $n - 1$ の累積特徴情報に基づく第 $n - 1$ の補助情報と、が入力され、第1～第nの前記中間フレームの特徴を示す第nの前記累積特徴情報を出力する累積特徴情報出力層と、

第nの前記累積特徴情報が入力され、第nの前記推定フレームを出力する

推定フレーム出力層と、を含み、

前記入力画素数を有する学習入力フレームに基づいて生成された前記中間画素数を有する学習中間フレームと、前記推定画素数を有する学習推定フレームと、をそれぞれ含む、複数の訓練データにより学習されたものである、

(1) に記載の検査システム。

(3)

前記付属情報は、第 $n-1$ の前記入力フレームから第 n の前記入力フレームへの動きの量及び方向を示す情報である第 n の動き情報を含み、

前記プロセッサは、第 n の前記動き情報に基づいて、第 $n-1$ の前記累積特徴情報に対して動き補償を適用することにより、第 n の前記補助情報を取得する、

(2) に記載の検査システム。

(4)

前記プロセッサは、第 n の前記動き情報に基づいて、第 $n-1$ の前記入力フレームに対して動き補償を適用した画像と、第 n の前記入力フレームが表示する画像と、の差分画像を生成し、

前記表示部は、前記差分画像を表示する、

(3) に記載の検査システム。

(5)

前記各入力フレームは、所定の視点から見た一以上のオブジェクトを示す3次元データのレンダリングを実行することにより得られる画像である、

(2) に記載の検査システム。

(6)

前記付属情報は、第 n の前記入力フレームの各画素の深度を示す第 n の深度情報を含み、

前記プロセッサは、

第 $n-1$ の前記深度情報と、第 n の前記深度情報と、に基づいて、第 n の前記中間フレームの画素のうち、第 $n-1$ の前記中間フレームでは表示され

ていない前記オブジェクトの全部又は一部が表示されている画素である第 n の出現画素を特定し、

第 $n - 1$ の前記累積特徴情報における第 n の前記出現画素の画素値を所定の値に置換することにより、第 $n - 1$ の前記補助情報を取得する、

(5) に記載の検査システム。

(7)

前記各入力フレームは、前記視点が前記入力フレーム毎に変動するように前記レンダリングを実行することにより得られる画像であり、

前記プロセッサは、

前記レンダリングにおける前記入力フレーム毎の前記視点の変動に係る情報である変動情報を取得し、

前記変動情報と、前記各入力フレームの各画素と、に基づいて、該入力フレームにおける、変動前の各画素に相当する位置の画素値を補間により求め、前記各中間フレームを生成する、

(6) に記載の検査システム。

(8)

前記累積特徴情報出力層は、第 1 の前記中間フレームと、所与の補助情報と、が入力され、第 1 の前記累積特徴情報を出力する、

(2) に記載のゲームプログラムの検査システム。

(9)

前記累積特徴情報は、前記中間画素数と同数の画素数を有する画像情報である、

(2) に記載の検査システム。

(10)

記憶部が、所定の入力画素数を有する第 1 ～第 N (N は 2 以上の自然数) の入力フレームとともに該入力フレームごとの付属情報を記憶し、

プロセッサが、ユーザの指示により前記記憶部に記憶された第 n ($n = 2, 3, \dots, N$) の前記付属情報を編集し、

複数の訓練データにより学習された機械学習モデルが、第1から第 $n-1$ までの前記入力フレーム及び前記付属情報と、第 n の前記入力フレーム及び編集された前記付属情報と、に基づいて、前記入力画素数以上の推定画素数を有する第 n の推定フレームを出力し、

表示部は、第 n の前記推定フレームを表示する、
検査方法。

(11)

所定の入力画素数を有する第1～第 N (N は2以上の自然数)の入力フレームとともに該入力フレームごとの付属情報を記憶する記憶手段、

ユーザの指示により前記記憶部に記憶された第 n ($n=2, 3, \dots, N$)の前記付属情報を編集する編集手段、

複数の訓練データにより学習された機械学習モデルにより、第1から第 $n-1$ までの前記入力フレーム及び前記付属情報と、第 n の前記入力フレーム及び編集された前記付属情報と、に基づいて、前記入力画素数以上の推定画素数を有する第 n の推定フレームを出力する出力手段、

第 n の前記推定フレームを表示する表示手段、

としてコンピュータを機能させるための検査プログラム。

請求の範囲

[請求項1]

プロセッサと、

前記プロセッサにより実行される命令と、複数の訓練データにより学習された機械学習モデルと、を記憶する記憶部と、

表示部と、

を含むゲームプログラムの検査システムであって、

前記記憶部は、所定の入力画素数を有する第1～第N（Nは2以上の自然数）の入力フレームとともに該入力フレームごとの付属情報を記憶し、

前記プロセッサは、ユーザの指示により前記記憶部に記憶された第 n （ $n = 2, 3, \dots, N$ ）の前記付属情報を編集し、

前記機械学習モデルは、第1から第 $n - 1$ までの前記入力フレーム及び前記付属情報と、第 n の前記入力フレーム及び編集された前記付属情報と、に基づいて、前記入力画素数以上の推定画素数を有する第 n の推定フレームを出力し、

前記表示部は、第 n の前記推定フレームを表示する、

ゲームプログラムの検査システム。

[請求項2]

前記プロセッサは、

前記各入力フレームに基づいて、該入力フレームに対応するとともに前記入力画素数以上の中間画素数を有する中間フレームを生成することにより、第1～第Nの前記中間フレームをそれぞれ取得し、

前記各中間フレームを機械学習モデルに入力して、前記入力画素数より多く前記中間画素数以上の推定画素数を有する第1～第Nの推定フレームをそれぞれ取得し、

前記機械学習モデルは、

第 n の前記中間フレームと、第1～第 $n - 1$ の前記中間フレームの特徴を示す第 $n - 1$ の累積特徴情報に基づく第 $n - 1$ の補助情報と、が入力され、第1～第 n の前記中間フレームの特徴を示す第 n の前記

累積特徴情報を出力する累積特徴情報出力層と、

第 n の前記累積特徴情報が入力され、第 n の前記推定フレームを出
力する推定フレーム出力層と、を含み、

前記入力画素数を有する学習入力フレームに基づいて生成された前
記中間画素数を有する学習中間フレームと、前記推定画素数を有する
学習推定フレームと、をそれぞれ含む、複数の訓練データにより学習
されたものである、

請求項 1 に記載の検査システム。

[請求項3] 前記付属情報は、第 $n - 1$ の前記入力フレームから第 n の前記入力
フレームへの動きの量及び方向を示す情報である第 n の動き情報を含
み、

前記プロセッサは、第 n の前記動き情報に基づいて、第 $n - 1$ の前
記累積特徴情報に対して動き補償を適用することにより、第 n の前記
補助情報を取得する、

請求項 2 に記載の検査システム。

[請求項4] 前記プロセッサは、第 n の前記動き情報に基づいて、第 $n - 1$ の前
記入力フレームに対して動き補償を適用した画像と、第 n の前記入力
フレームが表す画像と、の差分画像を生成し、

前記表示部は、前記差分画像を表示する、

請求項 3 に記載の検査システム。

[請求項5] 前記各入力フレームは、所定の視点から見た一以上のオブジェクト
を示す 3 次元データのレンダリングを実行することにより得られる画
像である、

請求項 2 に記載の検査システム。

[請求項6] 前記付属情報は、第 n の前記入力フレームの各画素の深度を示す第
 n の深度情報を含み、

前記プロセッサは、

第 $n - 1$ の前記深度情報と、第 n の前記深度情報と、に基づいて、

第 n の前記中間フレームの画素のうち、第 $n - 1$ の前記中間フレームでは表示されていない前記オブジェクトの全部又は一部が表示されている画素である第 n の出現画素を特定し、

第 $n - 1$ の前記累積特徴情報における第 n の前記出現画素の画素値を所定の値に置換することにより、第 $n - 1$ の前記補助情報を取得する、

請求項 5 に記載の検査システム。

[請求項 7] 前記各入力フレームは、前記視点が前記入力フレーム毎に変動するように前記レンダリングを実行することにより得られる画像であり、前記プロセッサは、

前記レンダリングにおける前記入力フレーム毎の前記視点の変動に係る情報である変動情報を取得し、

前記変動情報と、前記各入力フレームの各画素と、に基づいて、該入力フレームにおける、変動前の各画素に相当する位置の画素値を補間により求め、前記各中間フレームを生成する、

請求項 6 に記載の検査システム。

[請求項 8] 前記累積特徴情報出力層は、第 1 の前記中間フレームと、所与の補助情報と、が入力され、第 1 の前記累積特徴情報を出力する、

請求項 2 に記載のゲームプログラムの検査システム。

[請求項 9] 前記累積特徴情報は、前記中間画素数と同数の画素数を有する画像情報である、

請求項 2 に記載の検査システム。

[請求項 10] 記憶部が、所定の入力画素数を有する第 1 ～第 N (N は 2 以上の自然数) の入力フレームとともに該入力フレームごとの付属情報を記憶し、

プロセッサが、ユーザの指示により前記記憶部に記憶された第 n ($n = 2, 3, \dots, N$) の前記付属情報を編集し、

複数の訓練データにより学習された機械学習モデルが、第 1 から第

$n - 1$ までの前記入力フレーム及び前記付属情報と、第 n の前記入力フレーム及び編集された前記付属情報と、に基づいて、前記入力画素数以上の推定画素数を有する第 n の推定フレームを出力し、

表示部は、第 n の前記推定フレームを表示する、
検査方法。

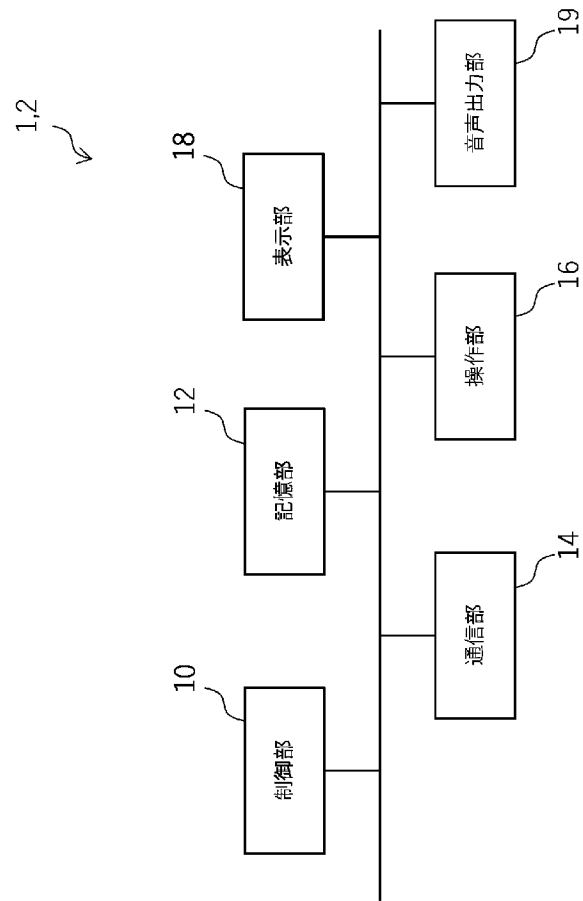
[請求項11] 所定の入力画素数を有する第 1 ～第 N (N は 2 以上の自然数) の入力フレームとともに該入力フレームごとの付属情報を記憶する記憶手段、

ユーザの指示により前記記憶部に記憶された第 n ($n = 2, 3, \dots, N$) の前記付属情報を編集する編集手段、

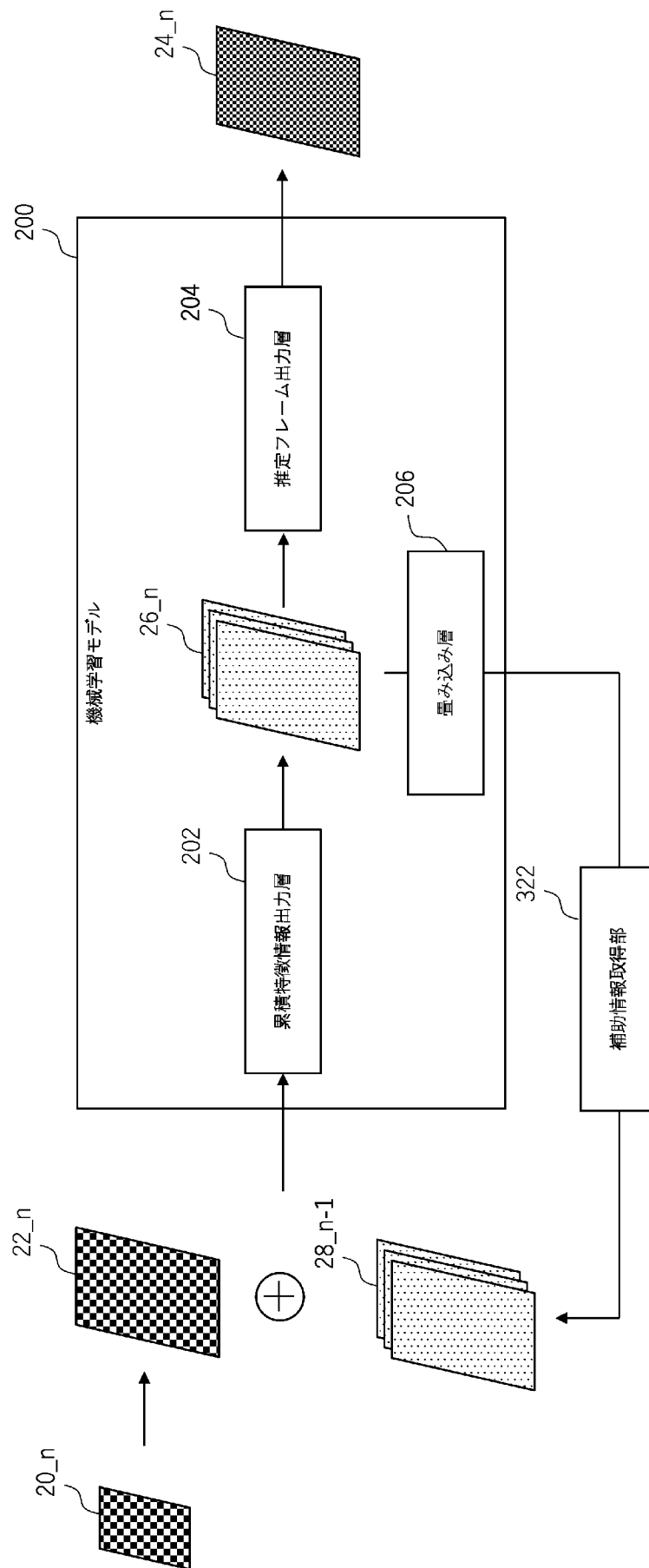
複数の訓練データにより学習された機械学習モデルにより、第 1 から第 $n - 1$ までの前記入力フレーム及び前記付属情報と、第 n の前記入力フレーム及び編集された前記付属情報と、に基づいて、前記入力画素数以上の推定画素数を有する第 n の推定フレームを出力する出力手段、

第 n の前記推定フレームを表示する表示手段、
としてコンピュータを機能させるための検査プログラム。

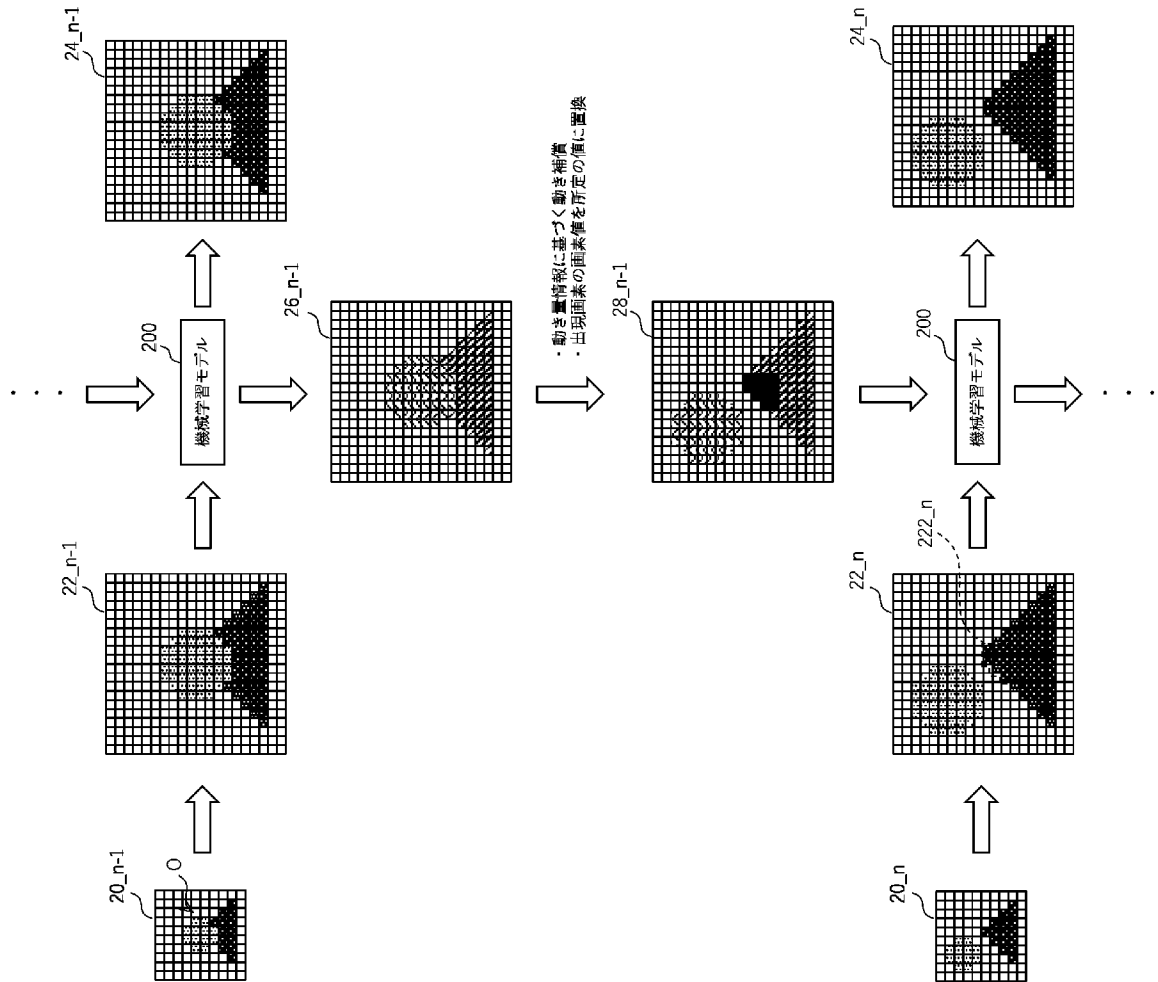
[図1]



[図2]

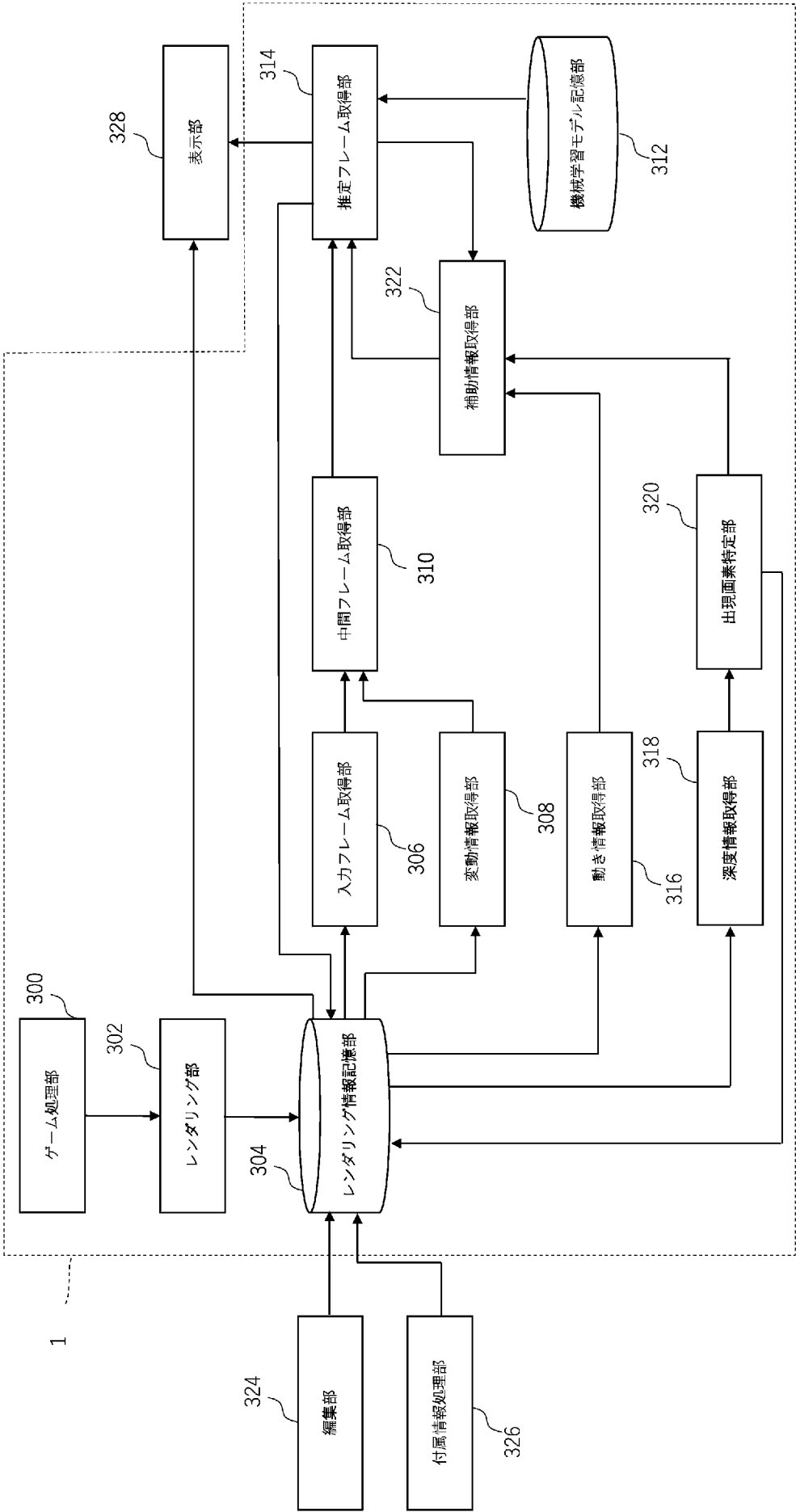


[図3]

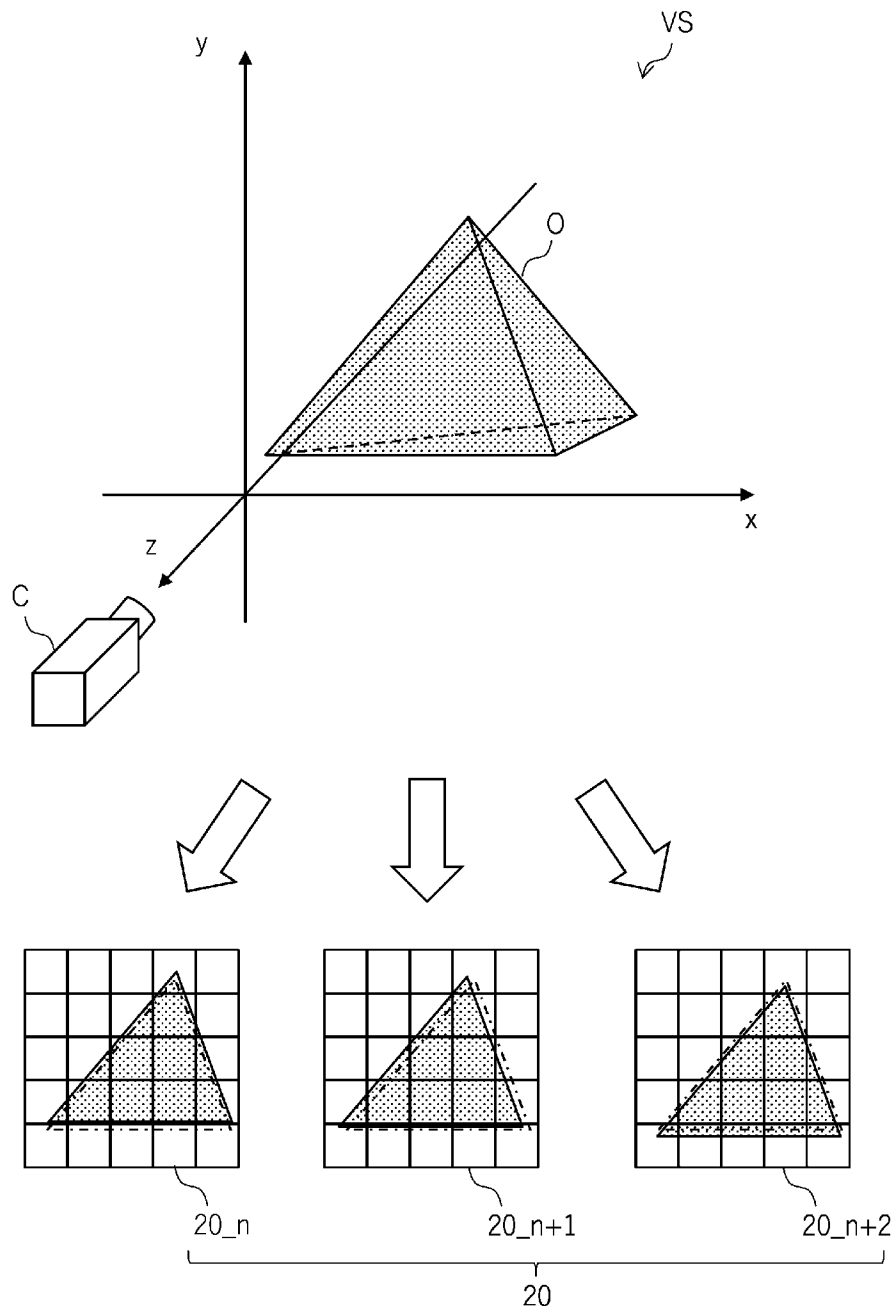


[図4]

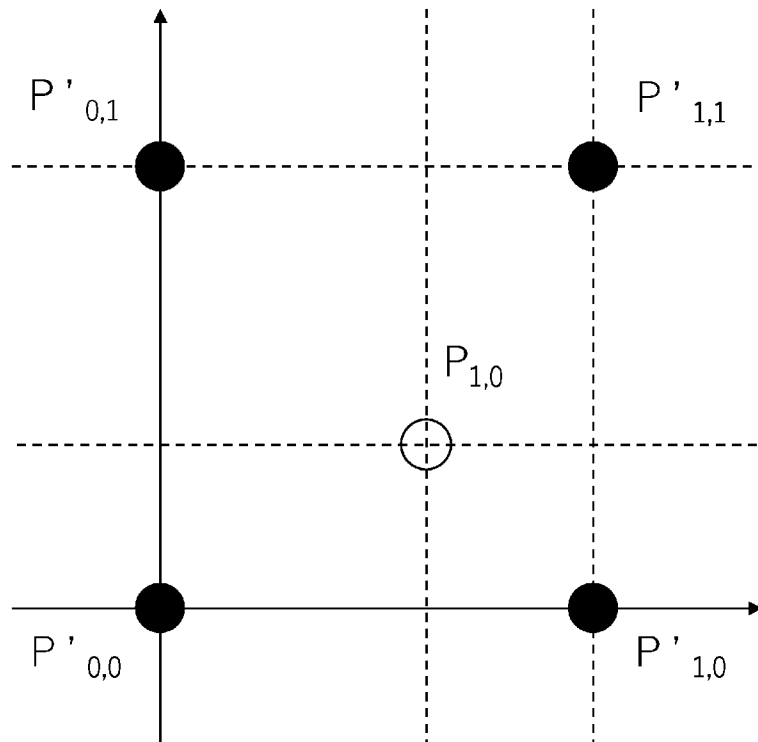
2



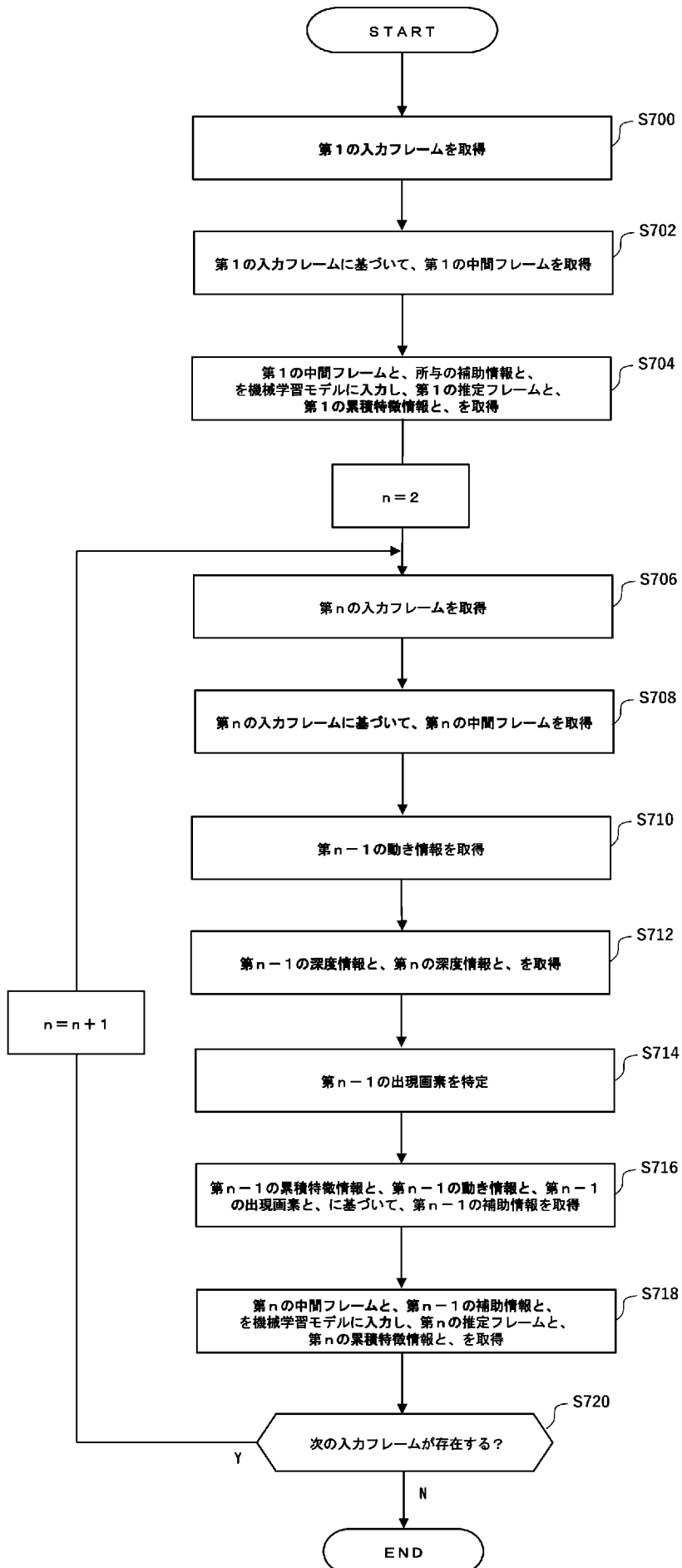
[図5]



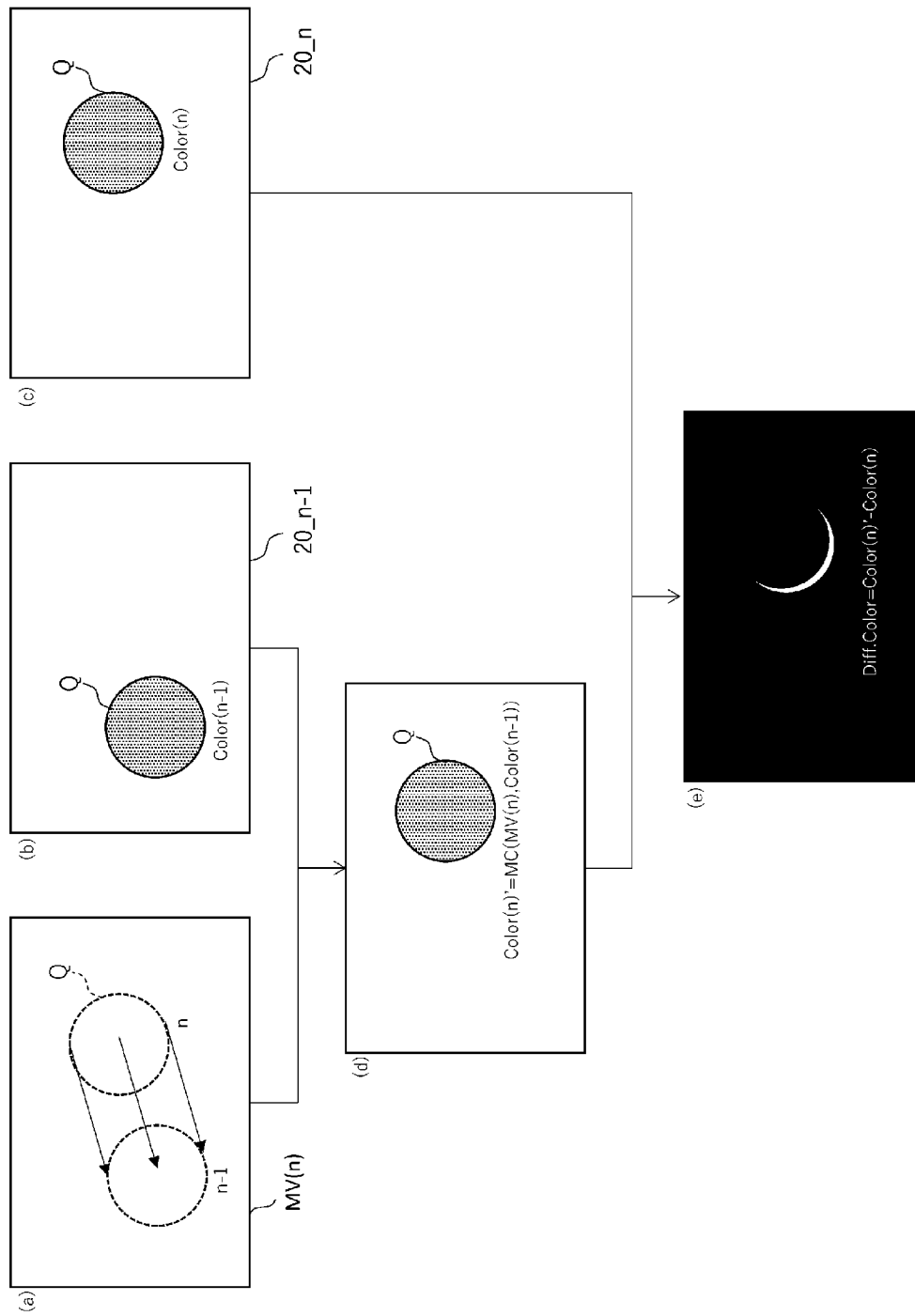
[図6]



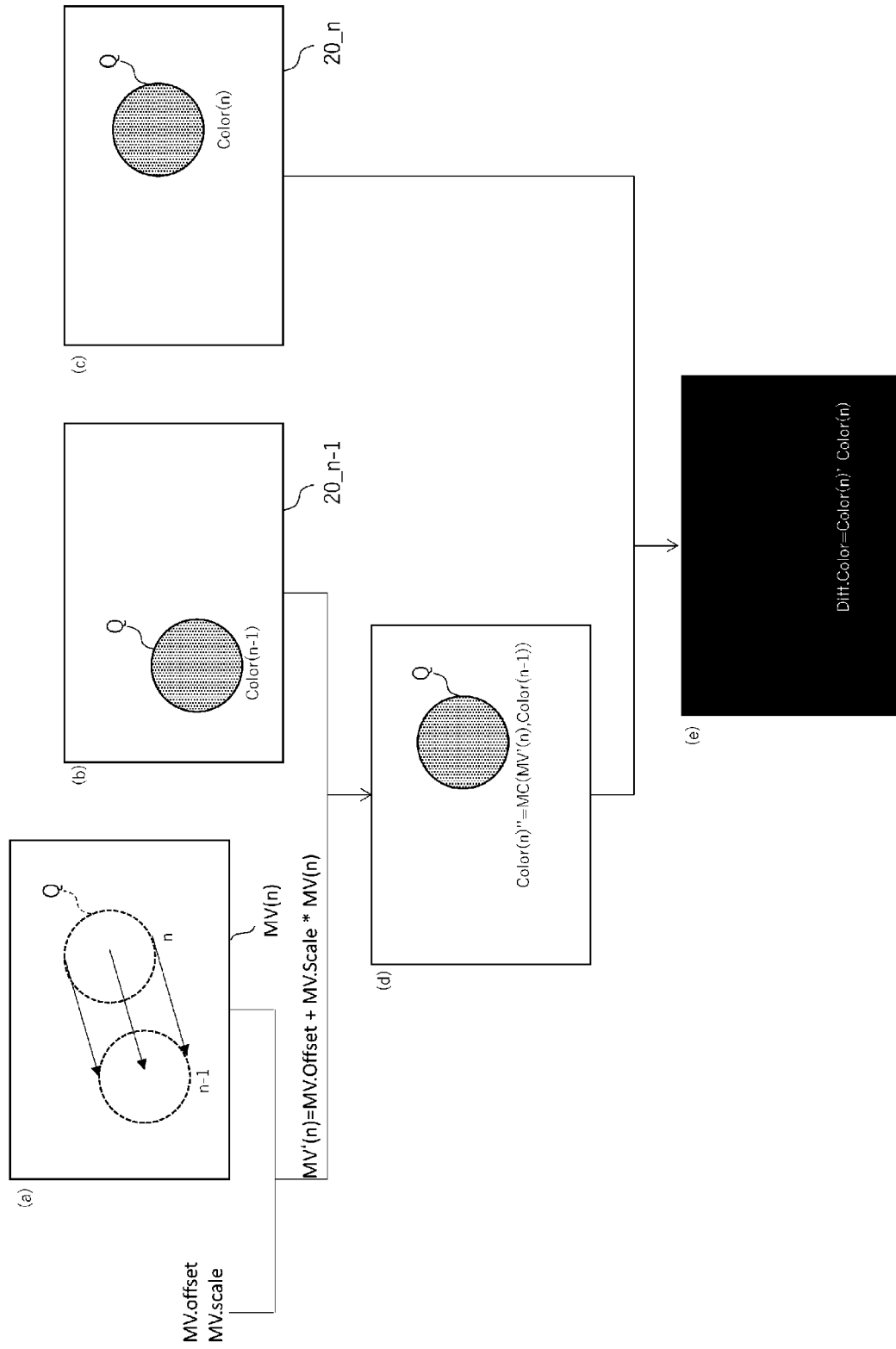
[図7]



[図8]

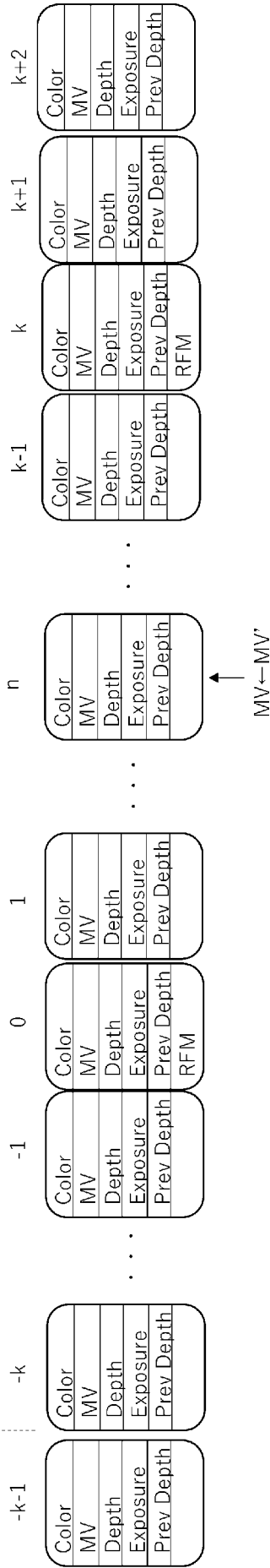


[図9]



[図10]

シーンの
切り替わり



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/022659

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G06T 1/00**(2006.01)i

FI: G06T1/00 A

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)

G06T1/00

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 1971-2024

Registered utility model specifications of Japan 1996-2024

Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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	US 2011/0037894 A1 (GOOGLE INC.) 17 February 2011 (2011-02-17) paragraphs [0025]-[0036], fig. 1-2	1-11
A	SHAH, N. R. et al. Resolution enhancement of color video sequences. IEEE Transactions on Image Processing. 30 June 1999, vol. 8, no. 6, pp. 879-885 III ENHANCEMENT ALGORITHM	1-11
A	粟津 優作ほか, 奥行き画像を用いた時空間超解像画像の生成, 情報処理学会研究報告 = IPSJ SIG technical reports. 31 March 2008, vol. 2008, no. 27, pp. 431-436, (AWATSU, Yusaku et al. Spatio-Temporal Super-Resolution Using Depth Maps.) 2.1 Increasing the spatial resolution	1-11

☐ 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
“D” document cited by the applicant in the international application
“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

07 August 2024

Date of mailing of the international search report

20 August 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/022659

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2011/0037894	A1	17 February 2011	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G06T 1/00(2006.01)i

FI: G06T1/00 A

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））

G06T1/00

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 - 2024年

日本国実用新案登録公報

1996 - 2024年

日本国登録実用新案公報

1994 - 2024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	US 2011/0037894 A1 (GOOGLE INC.) 17.02.2011 (2011 - 02 - 17) 段落[0025]-[0036], 図1-2	1-11
A	N.R. Shah et al., Resolution enhancement of color video sequences, IEEE Transactions on Image Processing, 1999.06.30, Vol. 8, No. 6, pp.879-885 III ENHANCEMENT ALGORITHM	1-11
A	粟津 優作ほか, 奥行き画像を用いた時空間超解像画像の生成, 情報処理学会研究報告 = IPSJ SIG technical reports, 2008.03.31, 第2008巻, 第27号, pp.431-436 2.1 空間解像度の向上	1-11

☐ 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、一般的技术水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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

07.08.2024

国際調査報告の発送日

20.08.2024

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）

三沢 岳志 5P 2590

電話番号 03-3581-1101 内線 3539

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/022659

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
US 2011/0037894 A1	17.02.2011	(ファミリーなし)	