

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7274367号
(P7274367)

(45)発行日 令和5年5月16日(2023.5.16)

(24)登録日 令和5年5月8日(2023.5.8)

| | | | | | |
|------------|----------------|---------|------|---------|---|
| (51)国際特許分類 | | F I | | | |
| H 0 4 N | 7/01 (2006.01) | H 0 4 N | 7/01 | 2 7 0 | |
| G 0 9 G | 5/00 (2006.01) | G 0 9 G | 5/00 | 5 2 0 V | |
| G 0 9 G | 5/18 (2006.01) | G 0 9 G | 5/18 | | |
| | | G 0 9 G | 5/00 | 5 5 0 H | |
| | | G 0 9 G | 5/00 | | X |

請求項の数 6 (全21頁)

| | | | |
|----------|-----------------------------|----------|--|
| (21)出願番号 | 特願2019-122975(P2019-122975) | (73)特許権者 | 000004352 日本放送協会 東京都渋谷区神南2丁目2番1号 |
| (22)出願日 | 令和1年7月1日(2019.7.1) | (74)代理人 | 110001807 弁理士法人磯野国際特許商標事務所 |
| (65)公開番号 | 特開2021-10109(P2021-10109A) | (72)発明者 | 岩崎 真也 東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内 |
| (43)公開日 | 令和3年1月28日(2021.1.28) | (72)発明者 | 森田 泰子 東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内 |
| 審査請求日 | 令和4年6月9日(2022.6.9) | (72)発明者 | 神田 菊文 東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内 |
| | | 審査官 | 佐野 潤一 |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 フレームレート変換モデル学習装置およびフレームレート変換装置、ならびに、それらのプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

映像のフレームレートを前記映像よりも高いフレームレートに変換するためのニューラルネットワークのモデルを学習するフレームレート変換モデル学習装置であって、

予め定めた低フレームレートの学習用映像である学習用低フレームレート映像のフレームごとに、予め定めた大きさの画像パッチを順次位置をずらしながら切り出す第1画像パッチ切り出し手段と、

前記学習用低フレームレート映像に対するフレームレート変換の倍率に対応した学習用高フレームレート映像から、前記倍率に対応した数のフレームごとに、前記画像パッチと同じ位置および大きさの画像パッチを順次切り出す第2画像パッチ切り出し手段と、

前記第1画像パッチ切り出し手段で順次切り出された画像パッチを、前記第2画像パッチ切り出し手段で順次切り出された数の画像パッチに変換するように前記モデルを学習する学習手段と、

を備えることを特徴とするフレームレート変換モデル学習装置。

【請求項2】

請求項1に記載のフレームレート変換モデル学習装置で学習されたニューラルネットワークのモデルを用いて、映像のフレームレートを前記映像よりも高いフレームレートに変換するフレームレート変換装置であって、

前記フレームレート変換モデル学習装置への入力となる予め定めた大きさの画像パッチを、前記映像のフレームごとに順次切り出す第3画像パッチ切り出し手段と、

前記モデルを用いて、前記第 3 画像パッチ切り出し手段で順次切り出された画像パッチを、フレームレート変換の倍率に対応した数の画像パッチに変換するニューラルネットワーク演算手段と、

前記ニューラルネットワーク演算手段で順次変換された画像パッチを再構成してフレームを生成する画像パッチ再構成手段と、

前記画像パッチ再構成手段で生成されたフレームを前記映像に挿入するフレーム挿入手段と、

を備えることを特徴とするフレームレート変換装置。

【請求項 3】

映像のフレームレートを前記映像よりも低いフレームレートに変換するためのニューラルネットワークのモデルを学習するフレームレート変換モデル学習装置であって、

10

予め定めた低フレームレートの学習用映像である学習用低フレームレート映像のフレームごとに、予め定めた大きさの画像パッチを順次位置をずらしながら切り出す第 1 画像パッチ切り出し手段と、

前記学習用低フレームレート映像に対するフレームレート変換の倍率の逆数に対応した学習用高フレームレート映像から、前記倍率の逆数に対応した数のフレームごとに、前記画像パッチと同じ位置および大きさの画像パッチを順次切り出す第 2 画像パッチ切り出し手段と、

前記第 2 画像パッチ切り出し手段で順次切り出された数の画像パッチを、前記第 1 画像パッチ切り出し手段で順次切り出された画像パッチに変換するように前記モデルを学習する学習手段と、

20

を備えることを特徴とするフレームレート変換モデル学習装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のフレームレート変換モデル学習装置で学習されたニューラルネットワークのモデルを用いて、映像のフレームレートを前記映像よりも低いフレームレートに変換するフレームレート変換装置であって、

前記フレームレート変換モデル学習装置への入力となる予め定めた大きさの画像パッチを、フレームレート変換の倍率の逆数に対応した数のフレームごとに順次切り出す第 3 画像パッチ切り出し手段と、

前記モデルを用いて、前記第 3 画像パッチ切り出し手段で順次切り出された前記倍率の逆数に対応した数の画像パッチを、1 つの画像パッチに変換するニューラルネットワーク演算手段と、

30

前記ニューラルネットワーク演算手段で順次変換された画像パッチを再構成してフレームを生成する画像パッチ再構成手段と、

を備えることを特徴とするフレームレート変換装置。

【請求項 5】

コンピュータを、請求項 1 または請求項 3 に記載のフレームレート変換モデル学習装置として機能させるためのフレームレート変換モデル学習プログラム。

【請求項 6】

コンピュータを、請求項 2 または請求項 4 に記載のフレームレート変換装置として機能させるためのフレームレート変換プログラム

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、映像のフレームレートを変換するためのニューラルネットワークのモデルを学習するフレームレート変換モデル学習装置、および、そのモデルを用いてフレームレートを変換するフレームレート変換装置、ならびに、それらのプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、映像のフレームレートを変換する種々の手法が開示されている（例えば、特許文

50

献 1、非特許文献 1 参照)。

例えば、フレームレートを変換する手法として 0 次ホールド法が知られている。0 次ホールド法は、低フレームレートの映像を高フレームレートの映像に変換(例えば、60 fps [フレーム毎秒] の映像を 120 fps に変換)する場合、過去の標本位置の信号値を保持し、同一フレームを単純に複数回連続させる。高フレームレートの映像を低フレームレートの映像に変換(例えば、120 fps の映像を 60 fps に変換)する場合、0 次ホールド法では、フレームの間引き処理を行う。

逆に、低フレームレートの映像を高フレームレートの映像に変換する手法としては、フレーム間の動き補正によって内挿画像を生成し、フレーム間に内挿する手法も知られている。

さらに、高フレームレートの映像を低フレームレートの映像に変換する手法としては、複数フレームを平均化して 1 枚のフレームを生成する手法も知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2001-92429 号公報

【非特許文献】

【0004】

【文献】「ハイビジョン技術」、日本放送出版協会、1998 年 11 月

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、前記した 0 次ホールド法は、低フレームレートの映像を高フレームレートの映像に変換する場合、同一フレームを単純に複数回連続させるため、ストロボ効果の影響を受けてしまう。そのため、この手法は、高フレームレート特有の動きの滑らかさがなくなってしまうという問題がある。

また、0 次ホールド法は、高フレームレートの映像を低フレームレートの映像に変換する場合、フレームを単に間引くだけであるため、ジャーキネスが目立ってしまう場合があるという問題がある。

また、動き補正によって内挿画像を生成する手法は、動き検出の誤りによって、画質が低下してしまう場合があるという問題がある。

また、複数フレームを平均化する手法は、二重像が発生してしまい、動きぼやけが大きくなってしまうという問題がある。

【0006】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、フレームレート変換後の映像の画質を従来よりも改善することが可能なフレームレート変換モデル学習装置およびフレームレート変換装置、ならびに、それらのプログラムを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記課題を解決するため、本発明に係るフレームレート変換モデル学習装置は、映像のフレームレートを前記映像よりも高いフレームレートに変換するためのニューラルネットワークのモデルを学習するフレームレート変換モデル学習装置であって、第 1 画像パッチ切り出し手段と、第 2 画像パッチ切り出し手段と、学習手段と、を備える構成とした。

【0008】

かかる構成において、フレームレート変換モデル学習装置は、第 1 画像パッチ切り出し手段によって、予め定めた低フレームレートの学習用映像である学習用低フレームレート映像のフレームごとに、予め定めた大きさの画像パッチを順次位置をずらしながら切り出す。この第 1 画像パッチ切り出し手段で切り出される画像パッチは、モデルに入力するための学習データとなる。

【0009】

10

20

30

40

50

また、フレームレート変換モデル学習装置は、第2画像パッチ切り出し手段によって、学習用低フレームレート映像に対するフレームレート変換の倍率に対応した学習用高フレームレート映像から、その倍率に対応した数のフレームごとに、第1画像パッチ切り出し手段で切り出した画像パッチと同じ位置および大きさの画像パッチを順次切り出す。この第2画像パッチ切り出し手段で切り出される画像パッチは、モデルを学習するための正解データとなる。

このように、第1画像パッチ切り出し手段および第2画像パッチ切り出し手段は、画像パッチ単位で、モデルを学習するための画像を切り出すため、1枚のフレームから数多くのパターンの画像を取得することができる。

そして、フレームレート変換モデル学習装置は、学習手段によって、第1画像パッチ切り出し手段で順次切り出された画像パッチを、第2画像パッチ切り出し手段で順次切り出された数の画像パッチに変換するようにモデルを学習する。

10

【0010】

また、前記課題を解決するため、本発明に係るフレームレート変換装置は、フレームレート変換モデル学習装置で学習されたニューラルネットワークのモデルを用いて、映像のフレームレートを前記映像よりも高いフレームレートに変換するフレームレート変換装置であって、第3画像パッチ切り出し手段と、ニューラルネットワーク演算手段と、画像パッチ再構成手段と、フレーム挿入手段と、を備える構成とした。

【0011】

かかる構成において、フレームレート変換装置は、第3画像パッチ切り出し手段によって、フレームレート変換モデル学習装置への入力となる予め定められた大きさの画像パッチを、映像のフレームごとに順次切り出す。

20

そして、フレームレート変換装置は、ニューラルネットワーク演算手段によって、学習済のモデルを用いて、第3画像パッチ切り出し手段で切り出された画像パッチを、フレームレート変換の倍率に対応した数の画像パッチに変換する。例えば、倍率が2倍であれば、変換後の画像パッチの数は2となる。

そして、フレームレート変換装置は、画像パッチ再構成手段によって、ニューラルネットワーク演算手段で順次変換された画像パッチを再構成してフレームを生成する。

そして、フレームレート変換装置は、フレーム挿入手段によって、画像パッチ再構成手段で生成されたフレームを変換前の映像に挿入する。

30

【0012】

また、前記課題を解決するため、本発明に係るフレームレート変換モデル学習装置は、映像のフレームレートを前記映像よりも低いフレームレートに変換するためのニューラルネットワークのモデルを学習するフレームレート変換モデル学習装置であって、第1画像パッチ切り出し手段と、第2画像パッチ切り出し手段と、学習手段と、を備える構成とした。

【0013】

かかる構成において、フレームレート変換モデル学習装置は、第1画像パッチ切り出し手段によって、予め定められた低フレームレートの学習用映像である学習用低フレームレート映像のフレームごとに、予め定められた大きさの画像パッチを順次位置をずらしながら切り出す。この第1画像パッチ切り出し手段で切り出される画像パッチは、モデルを学習するための正解データとなる。

40

【0014】

また、フレームレート変換モデル学習装置は、第2画像パッチ切り出し手段によって、学習用低フレームレート映像に対するフレームレート変換の倍率の逆数に対応した学習用高フレームレート映像から、その倍率の逆数に対応した数のフレームごとに、第1画像パッチ切り出し手段で切り出した画像パッチと同じ位置および大きさの画像パッチを順次切り出す。この第2画像パッチ切り出し手段で切り出される画像パッチは、モデルに入力するための学習データとなる。

そして、フレームレート変換モデル学習装置は、学習手段によって、第2画像パッチ切

50

り出し手段で切り出された数の画像パッチを、第1画像パッチ切り出し手段で切り出された画像パッチに変換するようにモデルを学習する。

【0015】

また、前記課題を解決するため、本発明に係るフレームレート変換装置は、フレームレート変換モデル学習装置で学習されたニューラルネットワークのモデルを用いて、映像のフレームレートを前記映像よりも低いフレームレートに変換するフレームレート変換装置であって、第3画像パッチ切り出し手段と、ニューラルネットワーク演算手段と、画像パッチ再構成手段と、を備える構成とした。

【0016】

かかる構成において、フレームレート変換装置は、第3画像パッチ切り出し手段によつて、フレームレート変換モデル学習装置への入力となる予め定めた大きさの画像パッチを、フレームレート変換の倍率の逆数に対応した数のフレームごとに順次切り出す。

10

そして、フレームレート変換装置は、ニューラルネットワーク演算手段によつて、学習済のモデルを用いて、第3画像パッチ切り出し手段で切り出された倍率の逆数に対応した数の画像パッチを、1つの画像パッチに変換する。

そして、フレームレート変換装置は、画像パッチ再構成手段によつて、ニューラルネットワーク演算手段で順次変換された画像パッチを再構成してフレームを生成する。

【0017】

なお、フレームレート変換モデル学習装置は、コンピュータを、前記した手段として機能させるためのプログラムで動作させることができる。

20

また、フレームレート変換装置は、コンピュータを、前記した手段として機能させるためのプログラムで動作させることができる。

【発明の効果】

【0018】

本発明は、以下に示す優れた効果を奏するものである。

本発明によれば、映像のフレームの予め定めた大きさの画像パッチごとに学習したニューラルネットワークを用いてフレームレート変換を行うため、フレーム間の連続性を損なうことなく、滑らかな映像を生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

30

【図1】本発明の第1実施形態に係るモデル学習装置の構成を示すブロック構成図である。

【図2】学習用低フレームレート映像と学習用高フレームレート映像との関係を説明するための説明図である。

【図3】フレーム内の画像パッチの切り出し方法を説明するための説明図である。

【図4】低フレームレート映像内の画像パッチの切り出しと高フレームレート映像内の画像パッチの切り出しとの関係を説明するための説明図である。

【図5】低フレームレート映像の画像パッチから高フレームレートの画像パッチを生成するニューラルネットワークの概念を示す概念図である。

【図6】本発明の第1実施形態に係るモデル学習装置の動作を示すフローチャートである。

【図7】本発明の第1実施形態に係るフレームレート変換装置の構成を示すブロック構成図である。

40

【図8】低フレームレート映像を高フレームレート映像に変換する例を説明するための説明図である。

【図9】本発明の第1実施形態に係るフレームレート変換装置の動作を示すフローチャートである。

【図10】本発明の第2実施形態に係るモデル学習装置の構成を示すブロック構成図である。

【図11】高フレームレート映像の画像パッチから低フレームレートの画像パッチを生成するニューラルネットワークの概念を示す概念図である。

【図12】本発明の第2実施形態に係るフレームレート変換装置の構成を示すブロック構

50

成図である。

【図 1 3】高フレームレート映像を低フレームレート映像に変換する例を説明するための説明図である。

【図 1 4】学習用低フレームレート映像と学習用高フレームレート映像との関係の他の例を説明するための説明図である。

【図 1 5】3倍または1/3倍のフレームレート変換を行うための学習用低フレームレート映像と学習用高フレームレート映像との関係の例を説明するための説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

10

第1実施形態

<モデル学習装置の構成>

まず、図1を参照して、本発明の第1実施形態に係るモデル学習装置1の構成について説明する。

【0021】

モデル学習装置（フレームレート変換モデル学習装置）1は、低フレームレート映像を高フレームレート映像に変換するために用いるニューラルネットワークのモデルのパラメータを学習するものである。

ここで、パラメータを学習するために入力する学習用映像は、フレームレートが異なる2つの映像である。一方は、フレームレートが低い（例えば、60fps）学習用低フレームレート映像 $L V_L$ で、他方は、学習用低フレームレート映像 $L V_L$ の2倍のフレームレート（例えば、120fps）である学習用高フレームレート映像 $L V_H$ である。

20

【0022】

例えば、図2に示すように、学習用高フレームレート映像 $L V_H$ のフレームを、 f_{H1} 、 f_{H2} 、 f_{H3} 、 f_{H4} 、...としたとき、学習用高フレームレート映像 $L V_H$ の偶数フレームである f_{H2} 、 f_{H4} 、...を抽出し、学習用低フレームレート映像 $L V_L$ （ f_{L1} 、 f_{L2} 、...）とする。

モデル学習装置1は、学習用低フレームレート映像 $L V_L$ のフレーム（例えば、 f_{L1} ）から、当該フレームと双方向に隣接する学習用高フレームレート映像 $L V_H$ のフレーム（例えば、 f_{H1} 、 f_{H3} ）を推定するためのモデルを学習する。

30

もちろん、学習用低フレームレート映像 $L V_L$ および学習用高フレームレート映像 $L V_H$ は、同一の画角でフレームレートだけが異なる映像として撮影したものであっても構わない。

【0023】

図1に示すように、モデル学習装置1は、フレーム取り出し手段10（10A、10B）と、画像パッチ切り出し手段11（11A、11B）と、モデル記憶手段12と、学習手段13と、を備える。

【0024】

フレーム取り出し手段10（10A、10B）は、映像からフレームを順次取り出すものである。

40

フレーム取り出し手段10Aは、学習用低フレームレート映像 $L V_L$ から1フレームずつフレームを取り出すものである。具体的には、フレーム取り出し手段10Aは、学習用低フレームレート映像 $L V_L$ から図2に示すフレーム f_{L1} 、 f_{L2} 、 f_{L3} 、 f_{L4} 、...を順次取り出す。

フレーム取り出し手段10Aは、取り出したフレームを画像パッチ切り出し手段11Aに順次出力する。

【0025】

フレーム取り出し手段10Bは、学習用高フレームレート映像 $L V_H$ からフレームレートの倍率に対応した数のフレームを順次取り出すものである。ここでは、フレームレートの倍率を2倍とするため、フレーム取り出し手段10Bは、2フレームずつフレームを取

50

り出す。このフレーム取り出し手段 10 B が取り出すフレームは、フレーム取り出し手段 10 A が取り出したフレームをレート変換したときに正解データとなるフレームである。

具体的には、フレーム取り出し手段 10 B は、学習用高フレームレート映像 $L V_H$ から図 2 に示すフレーム $f_H 1$ および $f_H 3$, $f_H 3$ および $f_H 5$, $f_H 5$ および $f_H 7$, ... と、2 つの奇数フレームの対を、1 枚のフレームが重なるようにフレーム順に順次取り出す。

フレーム取り出し手段 10 B は、取り出した 2 枚のフレームをフレーム順に画像パッチ切り出し手段 11 B に順次出力する。

【0026】

画像パッチ切り出し手段 11 (11 A , 11 B) は、フレームから、予め定めた大きさの領域である画像パッチを順次切り出すものである。

10

画像パッチ切り出し手段 (第 1 画像パッチ切り出し手段) 11 A は、フレーム取り出し手段 10 A が取り出した学習用低フレームレート映像 $L V_L$ のフレームごとに、予め定めた大きさの横 $W \times$ 画素、縦 $W y$ 画素 (例えば、 16×16 画素) の画像パッチを順次切り出すものである。

画像パッチ切り出し手段 11 A は、図 3 に示すように、画像パッチ p の位置を順次ずらし、例えば、ラスタ走査順に位置をずらして、画像パッチを切り出す。

なお、画像パッチ p の位置をずらす量は、任意の画素数でよいが、例えば、水平方向 (x 方向) 1 画素、垂直方向 (y 方向) 1 画素とする。

画像パッチ切り出し手段 11 A は、切り出した画像パッチを、学習手段 13 に出力する。

【0027】

20

画像パッチ切り出し手段 (第 2 画像パッチ切り出し手段) 11 B は、フレーム取り出し手段 10 B が取り出した、フレームレートの倍率に対応した数の学習用高フレームレート映像 $L V_H$ のフレームごとに、画像パッチを順次切り出すものである。

画像パッチ切り出し手段 11 B は、画像パッチ切り出し手段 11 A と同じ位置および大きさの画像パッチを切り出す。

画像パッチ切り出し手段 11 B は、図 4 に示すように、画像パッチ切り出し手段 11 A がフレーム f_L で切り出した画像パッチ p_L と同じ位置で、2 枚のフレーム f_H , f_H において、それぞれ画像パッチ p_H を切り出す。

なお、画像パッチ切り出し手段 11 B が切り出す 2 つの画像パッチは、画像パッチ切り出し手段 11 A が切り出した画像パッチを高フレームレート化した際の正解データとなる。

30

画像パッチ切り出し手段 11 B は、切り出した画像パッチを、フレームの順で誤差演算手段 14 に出力する。

【0028】

モデル記憶手段 12 は、畳み込みニューラルネットワークのモデル (構造およびパラメータ) を記憶するものである。モデル記憶手段 12 は、半導体メモリ等の一般的な記憶媒体で構成することができる。

モデル記憶手段 12 に記憶するモデル M_H は、図 5 に示すように、1 チャンネルの 16×16 画素の画像パッチ p_L を、2 チャンネルの 16×16 画素の画像パッチ p_H , p_H に変換する畳み込みニューラルネットワークのモデルである。

なお、モデル M_H の構造は、1 層以上の畳み込み層、活性化層等を含んだ一般的な構成とすることができる。

40

モデル M_H のパラメータ (カーネルの結合重み係数) の初期値は、予め擬似乱数等によって設定しておく。また、モデル M_H のパラメータは、学習手段 13 によって更新される。

【0029】

学習手段 13 は、画像パッチ切り出し手段 11 A で切り出された画像パッチを入力し、出力が画像パッチ切り出し手段 11 B で切り出された 2 つの画像パッチとなるように、モデル M_H のパラメータを学習するものである。

学習手段 13 は、ニューラルネットワーク演算手段 130 と、誤差演算手段 131 と、を備える。

【0030】

50

ニューラルネットワーク演算手段 130 は、モデル記憶手段 12 に記憶されているモデル M_H を用いて、画像パッチ切り出し手段 11A で切り出された画像パッチに対して、畳み込みニューラルネットワークの演算を行うものである。

ニューラルネットワーク演算手段 130 は、演算結果として、2つの画像パッチを生成し、誤差演算手段 131 に出力する。

また、ニューラルネットワーク演算手段 130 は、誤差演算手段 131 から誤差を入力されるたびに、繰り返し、誤差逆伝播法によりモデル M_H のパラメータを更新する。この繰り返しの回数は、予め定めた回数（例えば、100万回）であってもよいし、ニューラルネットワーク演算手段 130 がパラメータの変化の度合いを監視し、その変化の度合いが予め定めた閾値を下回るまでであってもよい。

【0031】

誤差演算手段 131 は、ニューラルネットワーク演算手段 130 で演算された2つの画像パッチと、画像パッチ切り出し手段 11B で切り出された2つの画像パッチとの誤差を演算するものである。なお、画像パッチの誤差の計算には、画像間の一般的な誤差計算を用いればよい。例えば、画素値の平均二乗誤差（MSE [Mean Square Error]）を用いることができる。

誤差演算手段 131 は、演算した誤差を、ニューラルネットワーク演算手段 130 に出力する。

以上説明したように、モデル学習装置 1 は、画像パッチ単位の大きさで、低フレームレート映像を高フレームレート映像に変換するためのモデルを学習することができる。

なお、モデル学習装置 1 は、コンピュータを、前記した各手段として機能させるためのモデル学習プログラムで動作させることができる。

【0032】

<モデル学習装置の動作>

次に、図6を参照（構成については適宜図1参照）して、本発明の第1実施形態に係るモデル学習装置 1 の動作について説明する。

ステップ S10 において、フレーム取り出し手段 10 (10A, 10B) は、学習用低フレームレート映像 LVL および学習用高フレームレート映像 $L VH$ から順次フレームを取り出す。ここでは、フレーム取り出し手段 10A は、学習用低フレームレート映像 $L VL$ から1フレームずつフレームを取り出す。また、フレーム取り出し手段 10B は、学習用高フレームレート映像 $L VH$ から、重なりを設けて2フレームずつ順に奇数フレームを取り出す（図2参照）。

ステップ S11 において、画像パッチ切り出し手段 11 (11A, 11B) は、画像パッチを切り出す初期位置を設定する。ここでは、画像パッチ切り出し手段 11 (11A, 11B) は、フレームの左上座標を初期位置として設定する。

【0033】

ステップ S12 において、画像パッチ切り出し手段 11 (11A, 11B) は、ステップ S1 で取り出されたフレームから、ステップ S2 で設定、または、後記するステップ S18 で更新された切り出し位置において、画像パッチを切り出す。

ここでは、画像パッチ切り出し手段 11A は、フレーム取り出し手段 10A で取り出されたフレームから画像パッチを切り出す。また、画像パッチ切り出し手段 11B は、フレーム取り出し手段 10B で取り出された2フレームから、それぞれ画像パッチを切り出す。

【0034】

ステップ S13 において、学習手段 13 のニューラルネットワーク演算手段 130 は、モデル M_H を用いて、ステップ S12 でフレーム取り出し手段 10A において取り出された画像パッチに対して、畳み込みニューラルネットワークの演算を行い、2つの画像パッチを生成する。

ステップ S14 において、学習手段 13 の誤差演算手段 131 は、ステップ S13 で生成された2つの画像パッチと、ステップ S12 で画像パッチ切り出し手段 11B において

10

20

30

40

50

切り出された2つの画像パッチとの誤差を演算する。

ステップS15において、ニューラルネットワーク演算手段130は、誤差逆伝播法により、パラメータを更新する。

【0035】

ステップS16において、ニューラルネットワーク演算手段130は、学習を完了したか否かを判定する。具体的には、ニューラルネットワーク演算手段130は、予め定められた回数学習を行ったか、あるいは、パラメータの変化の度合いが予め定められた閾値を下回ったか否かにより学習の完了を判定する。

【0036】

ここで、学習を完了した場合（ステップS16でYes）、モデル学習装置1は、動作を終了する。

10

一方、まだ、学習を完了していない場合（ステップS16でNo）、ステップS17において、画像パッチ切り出し手段11（11A, 11B）は、フレームからすべての画像パッチを切り出したか否かを判定する。

【0037】

ここで、すべての画像パッチを切り出していない場合（ステップS17でNo）、ステップS18において、画像パッチ切り出し手段11（11A, 11B）は、画像パッチの切り出し位置をずらして更新し、モデル学習装置1は、ステップS12に動作を戻す。

一方、すべての画像パッチを切り出した場合（ステップS17でYes）、ステップS19において、フレーム取り出し手段10（10A, 10B）は、次のフレームが存在するか否かにより、学習用映像（学習用低フレームレート映像LV_Lおよび学習用高フレームレート映像LV_H）の終了を判定する。

20

【0038】

ここで、学習用映像が継続する場合（ステップS19でNo）、モデル学習装置1は、ステップS10に動作を戻す。

一方、学習用映像が終了した場合（ステップS19でYes）、モデル学習装置1は、動作を終了する。

以上の動作によって、モデル学習装置1は、低フレームレート映像を高フレームレート映像に変換するためのモデルを学習することができる。

【0039】

30

<フレームレート変換装置の構成>

次に、図7を参照して、本発明の第1実施形態に係るフレームレート変換装置2の構成について説明する。

【0040】

フレームレート変換装置2は、モデル学習装置1（図1参照）で学習したニューラルネットワークのモデルを用いて、低フレームレート映像を高フレームレート映像に変換するものである。

フレームレート変換装置2は、低フレームレート映像V_L（例えば、60fps）を入力し、2倍のフレームレートの高フレームレート映像V_H（例えば、120fps）を出力するものとする。

40

【0041】

ここでは、フレームレート変換装置2は、図8に示すように、低フレームレート映像V_Lの奇数番目のフレーム（f_{L1}, f_{L3}, ...）から、高フレームレート映像V_Hの奇数番目のフレーム（f_{H1}, f_{H3}, f_{H5}, f_{H7}, ...）を推定する。そして、フレームレート変換装置2は、低フレームレート映像V_Lの各フレーム（f_{L1}, f_{L2}, f_{L3}, ...）を、高フレームレート映像V_Hの偶数番目のフレーム（f_{H2}, f_{H4}, f_{H6}, ...）とする。これによって、フレームレート変換装置2は、低フレームレート映像V_Lのフレームレートを2倍にした、高フレームレート映像V_Hを生成する。

【0042】

図7に示すように、フレームレート変換装置2は、フレーム取り出し手段20と、画像

50

パッチ切り出し手段 2 1 と、モデル記憶手段 2 2 と、ニューラルネットワーク演算手段 2 3 と、画像パッチ再構成手段 2 4 と、フレーム挿入手段 2 5 と、を備える。

【 0 0 4 3 】

フレーム取り出し手段 2 0 は、低フレームレート映像 V_L から予め定めた順でフレームを順次取り出すものである。

フレーム取り出し手段 2 0 は、低フレームレート映像 V_L の奇数フレームのみを取り出し、画像パッチ切り出し手段 2 1 に出力する。

【 0 0 4 4 】

画像パッチ切り出し手段 (第 3 画像パッチ切り出し手段) 2 1 は、フレーム取り出し手段 2 0 で取り出したフレームから、予め定めた大きさの領域である画像パッチを順次切り出すものである。

画像パッチ切り出し手段 2 1 は、フレーム取り出し手段 2 0 が取り出したフレームから、モデル学習装置 1 の画像パッチ切り出し手段 1 1 と同じ大きさの横 $W \times$ 画素、縦 W_y 画素 (例えば、 16×16 画素) の画像パッチを順次切り出す。

画像パッチ切り出し手段 2 1 は、図 3 に示すように、画像パッチ p の位置を順次ずらし、例えば、ラスタ走査順に位置をずらして、画像パッチを切り出す。ただし、画像パッチ p の位置をずらす量は、水平方向においては横 $W \times$ 画素、垂直方向においては縦 W_y 画素とする。

画像パッチ切り出し手段 2 1 は、切り出した画像パッチを、ニューラルネットワーク演算手段 2 3 に出力する。

【 0 0 4 5 】

モデル記憶手段 2 2 は、畳み込みニューラルネットワークのモデル (構造およびパラメータ) を記憶するものである。モデル記憶手段 2 2 は、半導体メモリ等の一般的な記憶媒体で構成することができる。

モデル記憶手段 2 2 に記憶するモデル M_H は、図 1 のモデル学習装置 1 で学習したモデルである。

【 0 0 4 6 】

ニューラルネットワーク演算手段 2 3 は、モデル記憶手段 2 2 に記憶されているモデル M_H を用いて、畳み込みニューラルネットワークの演算を行うものである。

ニューラルネットワーク演算手段 2 3 は、画像パッチ切り出し手段 2 1 で切り出された画像パッチを入力し、モデル M_H を用いて、畳み込みニューラルネットワークの演算を行うことで、フレームレート変換の倍率に対応した数の 2 つの画像パッチを生成する。

ニューラルネットワーク演算手段 2 3 は、生成した 2 つの画像パッチを、順次、画像パッチ再構成手段 2 4 に出力する。

【 0 0 4 7 】

画像パッチ再構成手段 2 4 は、ニューラルネットワーク演算手段 2 3 で順次生成される 2 つの画像パッチから、それぞれ、2 枚のフレームを生成するものである。

画像パッチ再構成手段 2 4 は、2 つの画像パッチを、それぞれ、順次、切り出した位置と同じ位置に配置することで、2 枚のフレームを生成する。

画像パッチ再構成手段 2 4 は、生成した 2 枚のフレームを、フレーム挿入手段 2 5 に出力する。

【 0 0 4 8 】

フレーム挿入手段 2 5 は、画像パッチ再構成手段 2 4 で順次生成される 2 枚ずつのフレームを、低フレームレート映像 V_L のフレームに挿入するものである。

具体的には、フレーム挿入手段 2 5 は、図 8 に示すように、画像パッチ再構成手段 2 4 で順次生成されるフレーム f_{H1} , f_{H3} , f_{H5} , f_{H7} , ... を、低フレームレート映像 V_L の奇数フレーム f_{L1} , f_{L3} , ... の前後に挿入する。

これによって、フレーム挿入手段 2 5 は、高フレームレート映像 V_H を生成することができる。このとき、低フレームレート映像 V_L のフレーム f_{L1} , f_{L2} , f_{L3} , f_{L4} , ... は、高フレームレート映像 V_H の偶数フレーム f_{H2} , f_{H4} , f_{H6} , f_{H8} , ... と

10

20

30

40

50

して、そのまま利用される。

フレーム挿入手段 25 は、高フレームレート映像 V_H を、低フレームレート映像 V_L のフレームレート変換後の映像として出力する。

【0049】

以上説明したように、フレームレート変換装置 2 は、モデル学習装置 1 (図 1 参照) で学習されたモデル M_H を用いて、低フレームレート映像 V_L を高フレームレート映像 V_H に変換することができる。モデル M_H は、大量の学習データによってパラメータが学習されたモデルである。そのため、フレームレート変換装置 2 は、フレームレート変換を行っても、映像を滑らかに連続させることができる。

なお、フレームレート変換装置 2 は、コンピュータを、前記した各手段として機能させるためのフレームレート変換プログラムで動作させることができる。

10

【0050】

<フレームレート変換装置の動作>

次に、図 9 を参照 (構成については適宜図 7 参照) して、本発明の第 1 実施形態に係るフレームレート変換装置 2 の動作について説明する。

ステップ S 20 において、フレーム取り出し手段 20 は、低フレームレート映像 V_L から順次フレームを取り出す。ここでは、フレーム取り出し手段 20 は、低フレームレート映像 V_L の奇数フレームのみを取り出す。

ステップ S 21 において、画像パッチ切り出し手段 21 は、画像パッチを切り出す初期位置を設定する。ここでは、画像パッチ切り出し手段 21 は、フレームの左上座標を初期位置として設定する。

20

【0051】

ステップ S 22 において、画像パッチ切り出し手段 21 は、ステップ S 20 で取り出されたフレームから、ステップ S 21 で設定、または、後記するステップ S 25 で更新された切り出し位置において、画像パッチを切り出す。

ステップ S 23 において、ニューラルネットワーク演算手段 23 は、モデル M_H を用いて、ステップ S 22 で切り出された画像パッチに対して、畳み込みニューラルネットワークの演算を行い、2 つの画像パッチを生成する。

ステップ S 24 において、画像パッチ切り出し手段 21 は、フレームからすべての画像パッチを切り出したか否かを判定する。

30

【0052】

ここで、すべての画像パッチを切り出していない場合 (ステップ S 24 で No)、ステップ S 25 において、画像パッチ切り出し手段 21 は、画像パッチの切り出し位置をずらして更新し、ステップ S 22 に動作を戻す。

一方、すべての画像パッチを切り出した場合 (ステップ S 24 で Yes)、ステップ S 26 において、画像パッチ再構成手段 24 は、ステップ S 23 で生成された 2 つの画像パッチを順次入力し、それぞれの画像パッチを切り出した位置と同じ位置に配置して、2 枚のフレームを生成する。

これによって、ステップ S 20 で順次取り出した奇数フレームの時間方向で前後するフレームを生成することができる。

40

【0053】

ステップ S 27 において、フレーム挿入手段 25 は、ステップ S 26 で生成される 2 枚のフレームを、順次、低フレームレート映像 V_L の奇数フレームの前後に挿入する。

ステップ S 28 において、フレーム挿入手段 25 は、低フレームレート映像 V_L のすべてのフレームの入力が終了したか否かを判定する。

【0054】

ここで、まだ、低フレームレート映像 V_L のすべてのフレームの入力が終了していない場合 (ステップ S 28 で No)、フレームレート変換装置 2 は、ステップ S 20 に戻って動作を継続する。

一方、低フレームレート映像 V_L のすべてのフレームの入力が終了した場合 (ステップ

50

S 2 8 で Y e s)、フレームレート変換装置 2 は、動作を終了する。

以上の動作によって、フレームレート変換装置 2 は、低フレームレート映像を高フレームレート映像に変換することができる。

【 0 0 5 5 】

第 2 実施形態

< モデル学習装置の構成 >

次に、図 1 0 を参照して、本発明の第 2 実施形態に係るモデル学習装置 1 B の構成について説明する。

【 0 0 5 6 】

モデル学習装置 (フレームレート変換モデル学習装置) 1 B は、高フレームレート映像を低フレームレート映像に変換するために用いるニューラルネットワークのモデルのパラメータを学習するものである。

なお、パラメータを学習するために入力する学習用映像は、図 1 で説明したモデル学習装置 1 で使用する学習用低フレームレート映像 L V_L および学習用高フレームレート映像 L V_H を用いることができる。

【 0 0 5 7 】

図 1 0 に示すように、モデル学習装置 1 B は、フレーム取り出し手段 1 0 (1 0 A , 1 0 B) と、画像パッチ切り出し手段 1 1 (1 1 A , 1 1 B) と、モデル記憶手段 1 2 B と、学習手段 1 3 B と、を備える。

フレーム取り出し手段 1 0 および画像パッチ切り出し手段 1 1 は、図 1 で説明したモデル学習装置 1 と同じ構成であるため、説明を省略する。

【 0 0 5 8 】

モデル記憶手段 1 2 B は、畳み込みニューラルネットワークのモデル (構造およびパラメータ) を記憶するものである。モデル記憶手段 1 2 B は、半導体メモリ等の一般的な記憶媒体で構成することができる。

モデル記憶手段 1 2 B に記憶するモデル M_L は、図 1 1 に示すように、2 チャンネルの 1 6 × 1 6 画素の画像パッチ p_H , p_H を、1 チャンネルの 1 6 × 1 6 画素の画像パッチ p_L に変換する畳み込みニューラルネットワークのモデルである。

なお、モデル M_L の構造は、1 層以上の畳み込み層、活性化層等を含んだ一般的な構成とすることができる。

モデル M_L のパラメータ (カーネルの結合重み係数) の初期値は、予め擬似乱数等によって設定しておく。また、モデル M_L のパラメータは、学習手段 1 3 B によって更新される。

【 0 0 5 9 】

学習手段 1 3 B は、画像パッチ切り出し手段 1 1 B で切り出された 2 つの画像パッチを入力し、出力が画像パッチ切り出し手段 1 1 A で切り出された 1 つの画像パッチとなるように、モデル M_L のパラメータを学習するものである。

学習手段 1 3 B は、ニューラルネットワーク演算手段 1 3 0 B と、誤差演算手段 1 3 1 B と、を備える。

【 0 0 6 0 】

ニューラルネットワーク演算手段 1 3 0 B は、モデル記憶手段 1 2 B に記憶されているモデル M_L を用いて、画像パッチ切り出し手段 1 1 B で切り出された画像パッチに対して、畳み込みニューラルネットワークの演算を行うものである。

ニューラルネットワーク演算手段 1 3 0 B は、演算結果として、1 つの画像パッチを生成し、誤差演算手段 1 3 1 B へ出力する。

また、ニューラルネットワーク演算手段 1 3 0 B は、誤差演算手段 1 3 1 B から誤差を入力されるたびに、繰り返し、誤差逆伝播法によりモデル M_L のパラメータを更新する。この繰り返しの回数は、予め定めた回数 (例えば、1 0 0 万回) であってもよいし、ニューラルネットワーク演算手段 1 3 0 B がパラメータの変化の度合いを監視し、その変化の度合いが予め定めた閾値を下回るまでであってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

誤差演算手段 1 3 1 B は、ニューラルネットワーク演算手段 1 3 0 B で演算された画像パッチと、画像パッチ切り出し手段 1 1 A で切り出された画像パッチとの誤差を演算するものである。なお、画像パッチの誤差の計算には、画像間の一般的な誤差計算を用いればよい。例えば、画素値の平均二乗誤差 (M S E) を用いることができる。

誤差演算手段 1 3 1 B は、演算した誤差を、ニューラルネットワーク演算手段 1 3 0 B へ出力する。

【 0 0 6 2 】

以上説明したように、モデル学習装置 1 B は、画像パッチ単位の大きさで、高フレームレート映像を低フレームレート映像に変換するためのモデルを学習することができる。

なお、モデル学習装置 1 B は、コンピュータを、前記した各手段として機能させるためのモデル学習プログラムで動作させることができる。

【 0 0 6 3 】

このモデル学習装置 1 B の動作は、学習する方向が異なるだけで、基本的に、図 6 で説明したモデル学習装置 1 と同じであるため、詳細な説明は省略する。モデル学習装置 1 が、1 つの画像パッチを入力して 2 つの画像パッチを出力するモデル M_H を学習するのに対し、モデル学習装置 1 B は、2 つの画像パッチを入力して 1 つの画像パッチを出力するモデル M_L を学習する点が異なるだけである。

【 0 0 6 4 】

< フレームレート変換装置の構成 >

次に、図 1 2 を参照して、本発明の第 2 実施形態に係るフレームレート変換装置 2 B の構成について説明する。

【 0 0 6 5 】

フレームレート変換装置 2 B は、モデル学習装置 1 B (図 1 0 参照) で学習したニューラルネットワークのモデルを用いて、高フレームレート映像を低フレームレート映像に変換するものである。

フレームレート変換装置 2 B は、高フレームレート映像 V_H (例えば、1 2 0 f p s) を入力し、1 / 2 倍のフレームレートの低フレームレート映像 V_L (例えば、6 0 f p s) を出力するものとする。

ここでは、フレームレート変換装置 2 B は、図 1 3 に示すように、高フレームレート映像 V_H の奇数番目のフレーム (f_{H1} , f_{H3} , f_{H5} , f_{H7} , ...) から、低フレームレート映像 V_L のフレーム (f_{L1} , f_{L2} , f_{L3} , ...) を推定する。

【 0 0 6 6 】

図 1 2 に示すように、フレームレート変換装置 2 B は、フレーム取り出し手段 2 0 B と、画像パッチ切り出し手段 2 1 B と、モデル記憶手段 2 2 B と、ニューラルネットワーク演算手段 2 3 B と、画像パッチ再構成手段 2 4 B と、を備える。

【 0 0 6 7 】

フレーム取り出し手段 2 0 B は、高フレームレート映像 V_H からフレームレートの倍率の逆数に対応した数のフレームを順次取り出すものである。ここでは、フレームレートの倍率を 1 / 2 倍とするため、フレーム取り出し手段 2 0 B は、2 フレームずつフレームを取り出す。具体的には、フレーム取り出し手段 2 0 B は、高フレームレート映像 V_H から図 1 3 に示すフレーム f_{H1} および f_{H3} , f_{H3} および f_{H5} , f_{H5} および f_{H7} , ... と、2 つの奇数フレームの対を、1 枚のフレームが重なるようにフレーム順に順次取り出す。

フレーム取り出し手段 2 0 B は、取り出した 2 枚のフレームをフレーム順に画像パッチ切り出し手段 2 1 B に順次出力する。

【 0 0 6 8 】

画像パッチ切り出し手段 2 1 B は、フレーム取り出し手段 2 0 B が取り出したフレーム対のそれぞれのフレームから、画像パッチを順次切り出すものである。

画像パッチ切り出し手段 2 1 B は、フレーム取り出し手段 2 0 B が取り出したフレーム

10

20

30

40

50

対のそれぞれのフレームから、モデル学習装置 1 B の画像パッチ切り出し手段 1 1 と同じ大きさの横 $W \times$ 画素、縦 $W y$ 画素（例えば、 16×16 画素）の 2 つの画像パッチを順次切り出す。

画像パッチ切り出し手段 2 1 B は、図 3 に示すように、画像パッチ p の位置を順次ずらし、例えば、ラスタ走査順に位置をずらして、画像パッチを切り出す。ただし、画像パッチ p の位置をずらす量は、水平方向においては横 $W \times$ 画素、水平方向においては縦 $W y$ 画素とする。

画像パッチ切り出し手段 2 1 B は、切り出した 2 つの画像パッチを、ニューラルネットワーク演算手段 2 3 B に出力する。

【 0 0 6 9 】

モデル記憶手段 2 2 B は、畳み込みニューラルネットワークのモデル（構造およびパラメータ）を記憶するものである。モデル記憶手段 2 2 B は、半導体メモリ等の一般的な記憶媒体で構成することができる。

モデル記憶手段 2 2 B に記憶するモデル M_L は、図 10 のモデル学習装置 1 B で学習したモデルである。

【 0 0 7 0 】

ニューラルネットワーク演算手段 2 3 B は、モデル記憶手段 2 2 B に記憶されているモデル M_L を用いて、畳み込みニューラルネットワークの演算を行うものである。

ニューラルネットワーク演算手段 2 3 B は、画像パッチ切り出し手段 2 1 B で切り出された 2 つの画像パッチを入力し、モデル M_L を用いて、畳み込みニューラルネットワークの演算を行うことで、1 つの画像パッチを生成する。

ニューラルネットワーク演算手段 2 3 B は、生成した画像パッチを、順次、画像パッチ再構成手段 2 4 B に出力する。

【 0 0 7 1 】

画像パッチ再構成手段 2 4 B は、ニューラルネットワーク演算手段 2 3 B で順次生成される画像パッチから、フレームを生成するものである。

画像パッチ再構成手段 2 4 B は、画像パッチを、順次、切り出した位置と同じ位置に配置することでフレームを生成する。

画像パッチ再構成手段 2 4 B は、順次生成するフレームを、低フレームレート映像 V_L のフレームとして出力する。

【 0 0 7 2 】

以上説明したように、フレームレート変換装置 2 B は、モデル学習装置 1 B（図 10 参照）で学習されたモデル M_L を用いて、高フレームレート映像 V_H を低フレームレート映像 V_L に変換することができる。モデル M_L は、大量の学習データによってパラメータが学習されたモデルである。そのため、フレームレート変換装置 2 B は、単に間引いて映像を低フレーム化する場合に比べて、映像を滑らかに連続させることができる。

なお、フレームレート変換装置 2 B は、コンピュータを、前記した各手段として機能させるためのフレームレート変換プログラムで動作させることができる。

【 0 0 7 3 】

このフレームレート変換装置 2 B の動作は、図 9 で説明したフレームレート変換装置 2 の動作に対して、2 つの画像パッチから 1 つの画像パッチを生成する点、および、フレーム挿入を行わない点が異なるだけであるため、詳細な説明は省略する。

【 0 0 7 4 】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は、これらの実施形態に限定されるものではない。

ここでは、映像を 2 倍のフレームレートに変換するために、モデル学習装置 1 は、図 2 に示すように、学習用低フレームレート映像 $L V_L$ のフレームを、学習用高フレームレート映像 $L V_H$ の偶数フレームとして、前後に隣接する双方向のフレームを推定するようにモデルを学習した。

また、その逆に、映像を $1/2$ 倍のフレームレートに変換するために、前後の双方向の

10

20

30

40

50

フレームからその間のフレームを推定するようにモデルを学習した。

このように、本実施形態では、1枚のフレームから双方向のフレーム、あるいは、双方向のフレームからその間のフレームを推定するモデルを学習し、フレームレート変換を行うこととした。

しかし、フレームレート変換を行う場合、1枚のフレームから片方向のフレームを推定したり、片方向のフレームから1つフレームを推定したりしてもよい。

【0075】

ここで、図14を参照して、片方向のフレームを用いてフレームレート変換を行う例について説明する。

図14に示すように、学習用高フレームレート映像 $L V_H$ のフレームを、 f_{H1} 、 f_{H2} 、 f_{H3} 、 f_{H4} 、...としたとき、学習用高フレームレート映像 $L V_H$ の奇数フレームである f_{H1} 、 f_{H3} 、 f_{H5} 、...を抽出し、学習用低フレームレート映像 $L V_L$ (f_{L1} 、 f_{L2} 、...)とする。

10

【0076】

この場合、図1に示したモデル学習装置1のフレーム取り出し手段10Bは、学習用高フレームレート映像 $L V_H$ の偶数フレームとそれに連続するフレームとのフレーム対を順次取り出す。これによって、モデル M_H は、低フレームレート映像のフレームの画像パッチからそのフレームに続く2枚のフレームの画像パッチを推定するモデルとなる。

そして、図7に示したフレームレート変換装置2のフレーム挿入手段25は、画像パッチ再構成手段24で生成された2枚のフレームのうち、最初のフレームを偶数フレームとして、低フレームレート映像に挿入すればよい。

20

これによって、フレームレート変換装置2は、低フレームレート映像を高フレームレート映像に変換することができる。

【0077】

また、同様に、図10に示したモデル学習装置1のフレーム取り出し手段10Bで、学習用高フレームレート映像 $L V_H$ の偶数フレームとそれに連続するフレームとのフレーム対を順次取り出す。これによって、モデル M_L は、高フレームレート映像の2枚のフレームの画像パッチから高フレームレート映像のフレームの画像パッチを推定するモデルとなる。

そして、図12に示したフレームレート変換装置2Bのフレーム取り出し手段20Bは、高フレームレート映像 V_H の偶数フレームとそれに連続するフレームとのフレーム対を順次取り出す。

30

これによって、フレームレート変換装置2Bは、高フレームレート映像を低フレームレート映像に変換することができる。

【0078】

また、ここでは、学習用低フレームレート映像 $L V_L$ の1枚のフレームと、学習用高フレームレート映像 $L V_H$ の2枚のフレームとの関係性から、2倍または1/2倍のフレームレート変換を行うモデルを学習し、フレームレート変換を行う例を示した。

しかし、学習用低フレームレート映像 $L V_L$ の1枚のフレームと、学習用高フレームレート映像 $L V_H$ の3枚以上のフレームとの関係性から、3倍以上または1/3倍以下のフレームレート変換を行うモデルを学習し、フレームレート変換を行うこととしてもよい。

40

【0079】

例えば、3倍または1/3倍のフレームレート変換を行うモデルを学習し、フレームレート変換を行う場合、図15に示すように、学習用高フレームレート映像 $L V_H$ のフレームを、 f_{H1} 、 f_{H2} 、 f_{H3} 、 f_{H4} 、...としたとき、学習用高フレームレート映像 $L V_H$ の f_{H2} 、 f_{H5} 、 f_{H8} 、...を抽出し、学習用低フレームレート映像 $L V_L$ (f_{L1} 、 f_{L2} 、...)とする。

そして、モデル学習装置1、1Bは、学習用低フレームレート映像 $L V_L$ の1枚のフレームと、学習用高フレームレート映像 $L V_H$ の3枚のフレームとの関係性から、モデル M_H 、 M_L を学習すればよい。また、フレームレート変換装置2は、学習したモデル M_H を用

50

いて、低フレームレート映像を3倍にレート変換し、フレームレート変換装置2Bは、学習したモデル M_L を用いて、高フレームレート映像を1/3倍にレート変換することができる。

【符号の説明】

【0080】

| | | |
|-----------|----------------------------|----|
| 1, 1B | モデル学習装置(フレームレート変換モデル学習装置) | |
| 10A, 10B | フレーム取り出し手段 | |
| 11A | 画像パッチ切り出し手段(第1画像パッチ切り出し手段) | |
| 11B | 画像パッチ切り出し手段(第2画像パッチ切り出し手段) | |
| 12, 12B | モデル記憶手段 | 10 |
| 13, 13B | 学習手段 | |
| 130, 130B | ニューラルネットワーク演算手段 | |
| 131, 131B | 誤差演算手段 | |
| 2, 2B | フレームレート変換装置 | |
| 20, 20B | フレーム取り出し手段 | |
| 21, 21B | 画像パッチ切り出し手段(第3画像パッチ切り出し手段) | |
| 22, 22B | モデル記憶手段 | |
| 23, 23B | ニューラルネットワーク演算手段 | |
| 24, 24B | 画像パッチ再構成手段 | |
| 25 | フレーム挿入手段 | 20 |

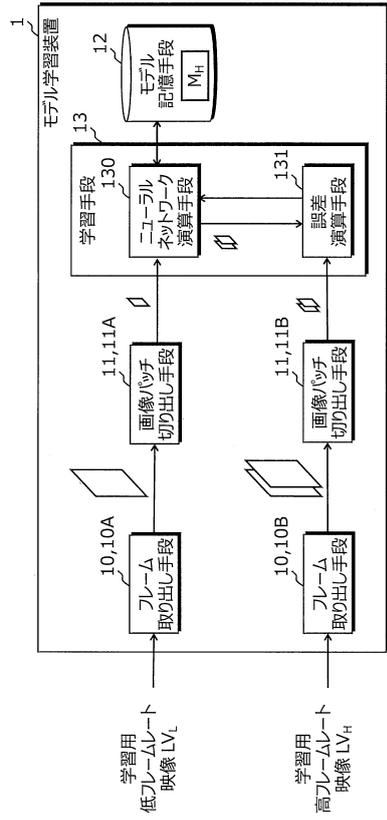
30

40

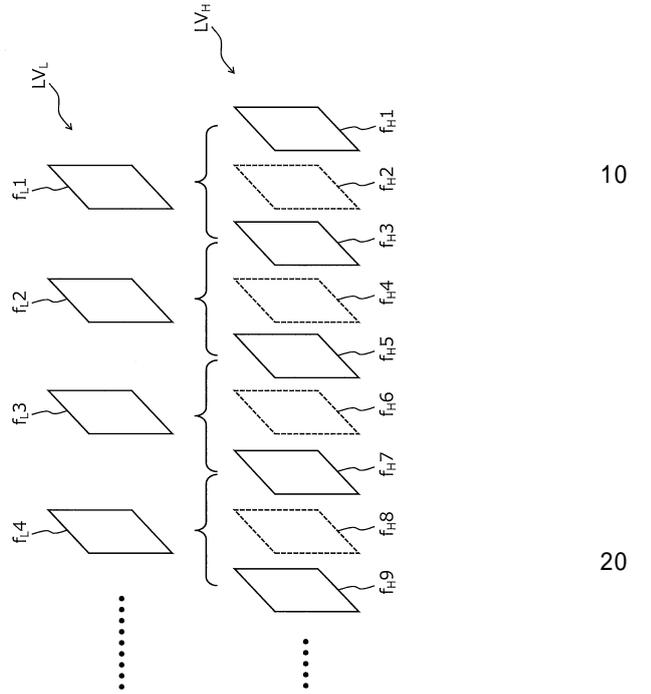
50

【図面】

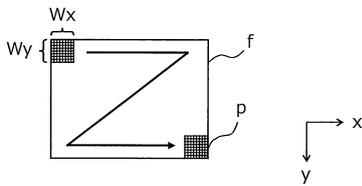
【図 1】



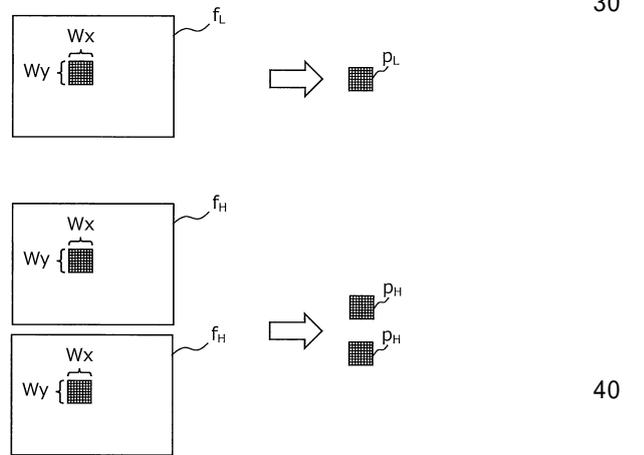
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

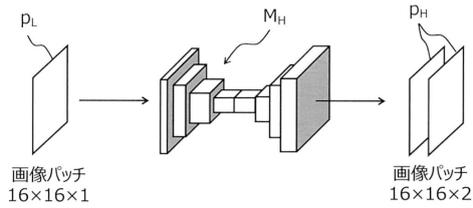
20

30

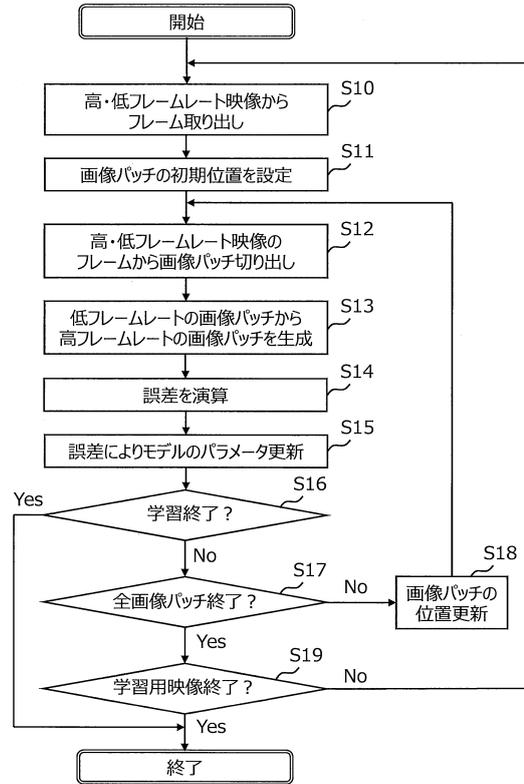
40

50

【図5】



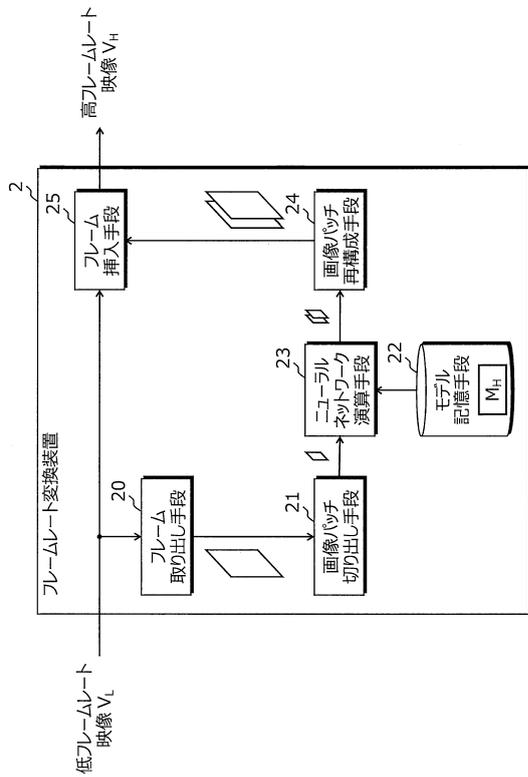
【図6】



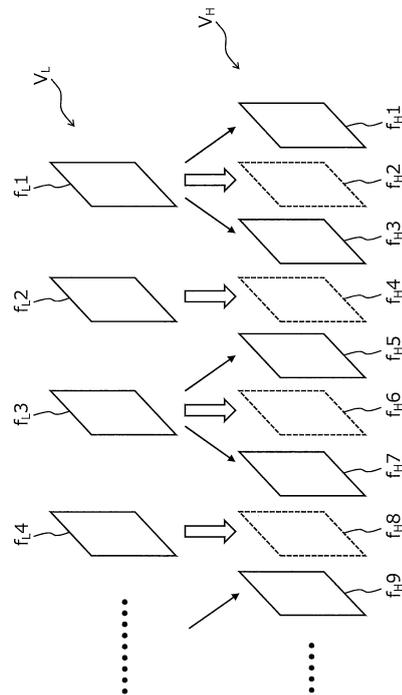
10

20

【図7】



【図8】

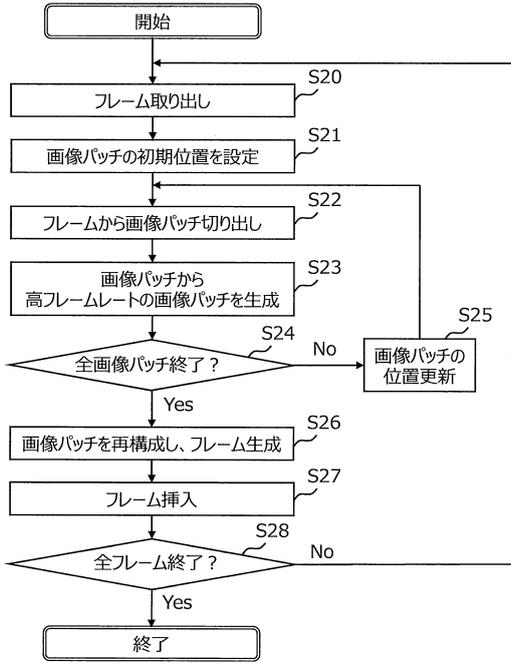


30

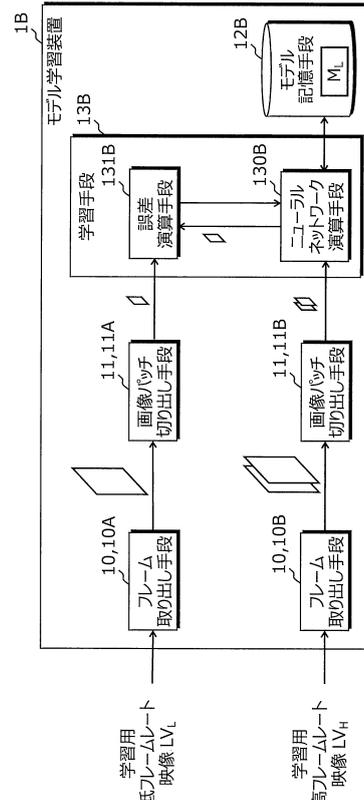
40

50

【図 9】



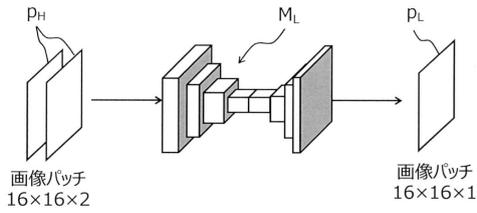
【図 10】



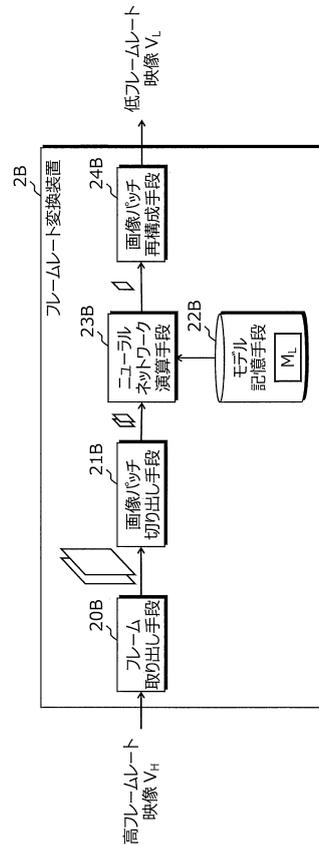
10

20

【図 11】



【図 12】

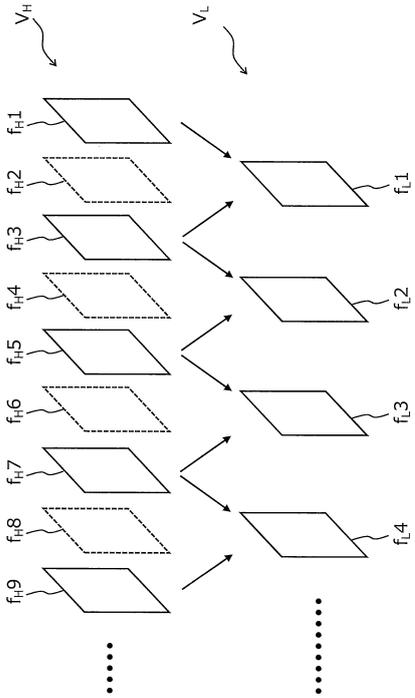


30

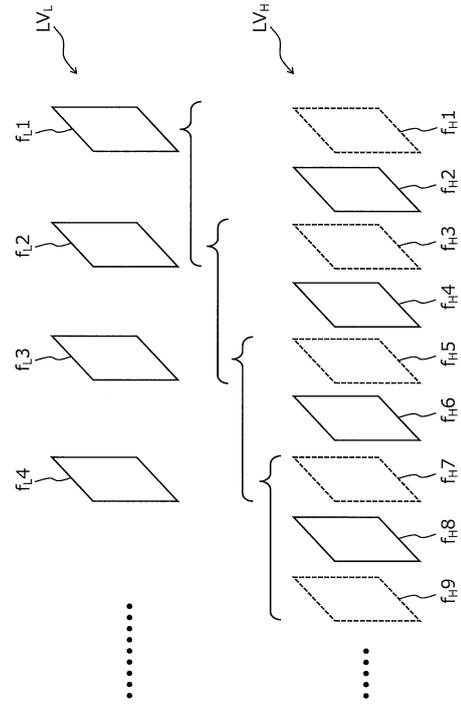
40

50

【図 1 3】



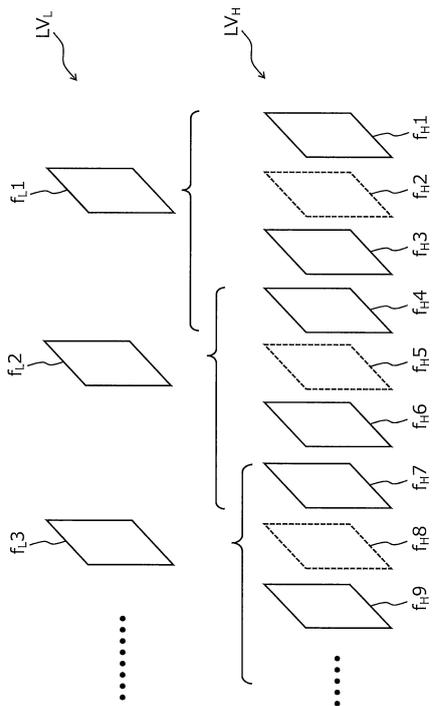
【図 1 4】



10

20

【図 1 5】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-324496(JP,A)
特開2002-199349(JP,A)
特開2014-194706(JP,A)
特開2010-062953(JP,A)
国際公開第2018/123202(WO,A1)
国際公開第2018/230294(WO,A1)
特開2000-244879(JP,A)
特開2017-062279(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------------|
| H04N | 7/01 |
| H04N | 11/00 |
| H04N | 5/66 |
| H04N | 9/12 |
| G09G | 5/00 |
| G06T | 1/00 - 7/00 |