

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7589752号
(P7589752)

(45)発行日 令和6年11月26日(2024.11.26)

(24)登録日 令和6年11月18日(2024.11.18)

(51)国際特許分類 F I
H 0 4 N 1/41 (2006.01) H 0 4 N 1/41
H 0 4 N 19/90 (2014.01) H 0 4 N 19/90

請求項の数 13 (全22頁)

(21)出願番号	特願2022-569366(P2022-569366)	(73)特許権者	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(86)(22)出願日	令和2年12月15日(2020.12.15)	(74)代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/046729	(74)代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(87)国際公開番号	WO2022/130496	(72)発明者	久保田 智規 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
(87)国際公開日	令和4年6月23日(2022.6.23)	(72)発明者	雷 旭穎 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
審査請求日	令和5年5月11日(2023.5.11)	(72)発明者	中尾 鷹詔

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法及び画像処理プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像データが深層学習モデルの入力層に入力され、出力層から出力された処理結果と基準結果とに基づき誤差が逆伝播されることで、前記画像データのうちの前記深層学習モデルによる処理結果に影響を与える、各画素の影響度を算出する算出部と、
前記入力層に入力される前の前記画像データの各画素のうち、前記影響度が所定の閾値以下である画素を加工する処理を行うことで、前記画像データの情報を削減する加工をした削減後画像データを生成する加工部と、
生成された前記削減後画像データが前記深層学習モデルの前記入力層に入力され、中間層から抽出された中間情報を圧縮する圧縮部と
を有する画像処理装置。

10

【請求項2】

画像データが深層学習モデルの入力層に入力され、出力層から出力された処理結果と基準結果とに基づき誤差が逆伝播されることで、前記画像データのうちの前記深層学習モデルによる処理結果に影響を与える、各画素の影響度を算出する算出部と、
前記画像データが前記深層学習モデルの入力層に入力され、中間層の所定の層から抽出された中間情報の各画素のうち、前記影響度が所定の閾値以下の前記中間情報の画素を加工する処理を行うことで、前記中間情報の情報を削減する加工をした削減後中間情報を生成する削減部と、
生成された前記削減後中間情報を圧縮する圧縮部と

20

を有する画像処理装置。

【請求項 3】

画像データが深層学習モデルの入力層に入力された場合に、中間層の各層から抽出された中間情報それぞれに基づいて、前記各層が画像データの処理の際にどの画素に注目するかを示す注目度を、前記画像データの各画素について算出する算出部と、前記入力層に入力される前の前記画像データの各画素のうち、前記注目度が所定の閾値以下である画素を加工する処理を行うことで、前記画像データの情報を削減する加工をした削減後画像データを生成する加工部と、生成された前記削減後画像データが前記深層学習モデルの前記入力層に入力され、前記中間層の所定の層から抽出された中間情報を圧縮する圧縮部と

10

を有する画像処理装置。

【請求項 4】

画像データが深層学習モデルの入力層に入力された場合に、中間層の各層から抽出された中間情報それぞれに基づいて、前記各層が画像データの処理の際にどの画素に注目するかを示す注目度を、前記画像データの各画素について算出する算出部と、

前記画像データが前記深層学習モデルの入力層に入力され、前記中間層の所定の層から抽出された中間情報の各画素のうち、前記注目度が所定の閾値以下の前記中間情報の画素を加工する処理を行うことで、前記中間情報の情報を削減する加工をした削減後中間情報を生成する削減部と、生成された前記削減後中間情報を圧縮する圧縮部と

20

を有する画像処理装置。

【請求項 5】

前記画素を加工する処理を行うことは、前記画素を無効化することである、請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

画像データが深層学習モデルの入力層に入力され、出力層から出力された処理結果と基準結果とに基づく誤差が逆伝播されることで、前記画像データのうちの前記深層学習モデルによる処理結果に影響を与える、各画素の影響度を算出し、前記入力層に入力される前の前記画像データの各画素のうち、前記影響度が所定の閾値以下である画素を加工する処理を行うことで、前記画像データの情報を削減する加工をした削減後画像データを生成し、生成した前記削減後画像データが前記深層学習モデルの前記入力層に入力され、中間層から抽出された中間情報を圧縮する、

30

処理をコンピュータが実行する画像処理方法。

【請求項 7】

画像データが深層学習モデルの入力層に入力され、出力層から出力された処理結果と基準結果とに基づく誤差が逆伝播されることで、前記画像データのうちの前記深層学習モデルによる処理結果に影響を与える、各画素の影響度を算出し、

前記画像データが前記深層学習モデルの入力層に入力され、中間層の所定の層から抽出された中間情報の各画素のうち、前記影響度が所定の閾値以下の前記中間情報の画素を加工する処理を行うことで、前記中間情報の情報を削減する加工をした削減後中間情報を生成し、生成した前記削減後中間情報を圧縮する、

40

処理をコンピュータが実行する画像処理方法。

【請求項 8】

画像データが深層学習モデルの入力層に入力された場合に、中間層の各層から抽出された中間情報それぞれに基づいて、前記各層が画像データの処理の際にどの画素に注目するかを示す注目度を、前記画像データの各画素について算出し、前記入力層に入力される前の前記画像データの各画素のうち、前記注目度が所定の閾値以下である画素を加工する処理を行うことで、前記画像データの情報を削減する加工をし

50

た削減後画像データを生成し、

生成した前記削減後画像データが前記深層学習モデルの前記入力層に入力され、前記中間層の所定の層から抽出された中間情報を圧縮する、

処理をコンピュータが実行する画像処理方法。

【請求項 9】

画像データが深層学習モデルの入力層に入力された場合に、中間層の各層から抽出された中間情報それぞれに基づいて、前記各層が画像データの処理の際にどの画素に注目するかを示す注目度を、前記画像データの各画素について算出し、

前記画像データが前記深層学習モデルの入力層に入力され、前記中間層の所定の層から抽出された中間情報の各画素のうち、前記注目度が所定の閾値以下の前記中間情報の画素を加工する処理を行うことで、前記中間情報の情報量を削減する加工をした削減後中間情報を生成し、

生成した前記削減後中間情報を圧縮する、

処理をコンピュータが実行する画像処理方法。

【請求項 10】

画像データが深層学習モデルの入力層に入力され、出力層から出力された処理結果と基準結果とに基づく誤差が逆伝播されることで、前記画像データのうちの前記深層学習モデルによる処理結果に影響を与える、各画素の影響度を算出し、

前記入力層に入力される前の前記画像データの各画素のうち、前記影響度が所定の閾値以下である画素を加工する処理を行うことで、前記画像データの情報量を削減する加工をした削減後画像データを生成し、

生成した前記削減後画像データが前記深層学習モデルの前記入力層に入力され、中間層から抽出された中間情報を圧縮する、

処理をコンピュータに実行させるための画像処理プログラム。

【請求項 11】

画像データが深層学習モデルの入力層に入力され、出力層から出力された処理結果と基準結果とに基づく誤差が逆伝播されることで、前記画像データのうちの前記深層学習モデルによる処理結果に影響を与える、各画素の影響度を算出し、

前記画像データが前記深層学習モデルの入力層に入力され、中間層の所定の層から抽出された中間情報の各画素のうち、前記影響度が所定の閾値以下の前記中間情報の画素を加工する処理を行うことで、前記中間情報の情報量を削減する加工をした削減後中間情報を生成し、

生成した前記削減後中間情報を圧縮する、

処理をコンピュータに実行させるための画像処理プログラム。

【請求項 12】

画像データが深層学習モデルの入力層に入力された場合に、中間層の各層から抽出された中間情報それぞれに基づいて、前記各層が画像データの処理の際にどの画素に注目するかを示す注目度を、前記画像データの各画素について算出し、

前記入力層に入力される前の前記画像データの各画素のうち、前記注目度が所定の閾値以下である画素を加工する処理を行うことで、前記画像データの情報量を削減する加工をした削減後画像データを生成し、

生成した前記削減後画像データが前記深層学習モデルの前記入力層に入力され、前記中間層の所定の層から抽出された中間情報を圧縮する、

処理をコンピュータに実行させるための画像処理プログラム。

【請求項 13】

画像データが深層学習モデルの入力層に入力された場合に、中間層の各層から抽出された中間情報それぞれに基づいて、前記各層が画像データの処理の際にどの画素に注目するかを示す注目度を、前記画像データの各画素について算出し、

前記画像データが前記深層学習モデルの入力層に入力され、前記中間層の所定の層から抽出された中間情報の各画素のうち、前記注目度が所定の閾値以下の前記中間情報の画素

10

20

30

40

50

を加工する処理を行うことで、前記中間情報の情報量を削減する加工をした削減後中間情報を生成し、

生成した前記削減後中間情報を圧縮する、

処理をコンピュータに実行させるための画像処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、画像処理方法及び画像処理プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

深層学習モデルによる画像解析処理に用いられる画像データを圧縮して伝送する技術として、例えば、画像データを予め深層学習モデルに入力し、中間層より抽出した中間情報（特徴マップ）を圧縮して伝送する技術が知られている。当該圧縮技術によれば、画像データを直接圧縮して伝送する場合と比較して、高い圧縮率が実現できるとともに、画像データを直接圧縮して伝送する場合と同様に、伝送先の深層学習モデルの出力層において適切な処理結果を出力することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2018-195231号公報

【文献】特開2019-036899号公報

【文献】特開2018-097662号公報

【文献】特開2019-029938号公報

【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、深層学習モデルの中間層より抽出される中間情報は、出力層において適切な処理結果を出力するのに必要な情報だけでなく、適切な処理結果を出力するのに必要でない情報も含まれる。

【0005】

一つの側面では、深層学習モデルより抽出される中間情報を圧縮する際の圧縮率を向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

一態様によれば、画像処理装置は、

画像データが深層学習モデルの入力層に入力され、出力層から出力された処理結果と基準結果とに基づく誤差が逆伝播されることで、前記画像データのうちの前記深層学習モデルによる処理結果に影響を与える、各画素の影響度を算出する算出部と、

前記入力層に入力される前の前記画像データの各画素のうち、前記影響度が所定の閾値以下である画素を加工する処理を行うことで、前記画像データの情報量を削減する加工をした削減後画像データを生成する加工部と、

生成された前記削減後画像データが前記深層学習モデルの前記入力層に入力され、中間層から抽出された中間情報を圧縮する圧縮部とを有する。

【発明の効果】

【0007】

深層学習モデルより抽出される中間情報を圧縮する際の圧縮率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、画像処理システムのシステム構成の一例を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 2】図 2 は、エッジデバイスのハードウェア構成の一例を示す図である。

【図 3】図 3 は、エッジデバイスの画像削減部、重要箇所抽出部及び圧縮部の機能構成の一例を示す第 1 の図である。

【図 4】図 4 は、画像削減部及び重要箇所抽出部による処理の具体例を示す第 1 の図である。

【図 5】図 5 は、エッジデバイスによる圧縮処理の流れを示す第 1 のフローチャートである。

【図 6】図 6 は、エッジデバイスの画像削減部及び圧縮部の機能構成の一例を示す第 2 の図である。

【図 7】図 7 は、画像削減部及び重要箇所抽出部による処理の具体例を示す第 2 の図である。

10

【図 8】図 8 は、エッジデバイスによる圧縮処理の流れを示す第 2 のフローチャートである。

【図 9】図 9 は、エッジデバイスの画像削減部、重要箇所抽出部及び圧縮部の機能構成の一例を示す第 3 の図である。

【図 10】図 10 は、画像削減部及び重要箇所抽出部による処理の具体例を示す第 3 の図である。

【図 11】図 11 は、エッジデバイスによる圧縮処理の流れを示す第 3 のフローチャートである。

【図 12】図 12 は、エッジデバイスの画像削減部、重要箇所抽出部及び圧縮部の機能構成の一例を示す第 4 の図である。

20

【図 13】図 13 は、画像削減部及び重要箇所抽出部による処理の具体例を示す第 4 の図である。

【図 14】図 14 は、エッジデバイスによる圧縮処理の流れを示す第 4 のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、各実施形態について添付の図面を参照しながら説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複した説明を省略する。

30

【0010】

[第 1 の実施形態]

<画像処理システムのシステム構成>

はじめに、第 1 の実施形態に係る画像処理装置の一例であるエッジデバイスを含む、画像処理システム全体のシステム構成について説明する。図 1 は、画像処理システムのシステム構成の一例を示す図である。

【0011】

図 1 に示すように、画像処理システム 100 は、撮像装置 110 と、エッジデバイス 120 と、サーバ装置 130 とを有する。

【0012】

撮像装置 110 は、所定のフレーム周期で撮影を行い、画像データをエッジデバイス 120 に送信する。なお、画像データには、後述する深層学習モデルによる画像解析処理の対象となるオブジェクトが含まれている可能性があるものとする。画像データに後述する深層学習モデルによる画像解析処理の対象となるオブジェクトが含まれていない場合には、例えば、後述する画像加工によって、画像データ全体が無効化されることになる。

40

【0013】

エッジデバイス 120 には、画像処理プログラムがインストールされており、当該プログラムが実行されることで、エッジデバイス 120 は、画像削減部 121、重要箇所抽出部 122、圧縮部 123 として機能する。

【0014】

50

画像削減部 1 2 1 は削減部の一例であり、深層学習モデル 1 4 0 を有する。図 1 に示すように、本実施形態では、深層学習モデル 1 4 0 のうち、入力層から、中間情報（「特徴マップ」）が抽出される中間層（例えば、第 2 層）までの各層を、前段部と称す。また、深層学習モデル 1 4 0 のうち、特徴マップが抽出される中間層の次の層から、出力層までの各層を、後段部と称す。

【 0 0 1 5 】

画像削減部 1 2 1 は、前段部に入力する画像データの情報を削減することにより、前段部内において最も後ろに位置する中間層（例えば、第 2 層）より抽出される特徴マップの情報を削減する。これにより、画像削減部 1 2 1 は「削減後特徴マップ」を生成する。また、画像削減部 1 2 1 は、生成した削減後特徴マップを圧縮部 1 2 3 に通知する。

10

【 0 0 1 6 】

重要箇所抽出部 1 2 2 は算出部の一例であり、画像データのうち、深層学習モデル 1 4 0 による処理結果に影響を与える各画素の影響度を表す「重要特徴マップ」を生成する。生成した重要特徴マップは、画像削減部 1 2 1 に通知され、前段部に入力される画像データの情報を削減する際に用いられる。

【 0 0 1 7 】

圧縮部 1 2 3 は、画像削減部 1 2 1 より通知された削減後特徴マップに対して、量子化及び/または符号化処理を行うことで圧縮し、「圧縮後特徴マップ」を生成する。また、圧縮部 1 2 3 は、圧縮後特徴マップをサーバ装置 1 3 0 に伝送する。

【 0 0 1 8 】

このように、第 1 の実施形態では、深層学習モデル 1 4 0 の中間層より抽出される特徴マップを圧縮する際、画像データの情報を削減することで、特徴マップの情報を削減し、削減後特徴マップを生成したうえで圧縮する。これにより、第 1 の実施形態によれば、特徴マップを圧縮する際の圧縮率を向上させることができる。

20

【 0 0 1 9 】

サーバ装置 1 3 0 には、画像解析処理プログラムがインストールされており、当該プログラムが実行されることで、サーバ装置 1 3 0 は、復号部 1 3 1 と画像解析部 1 3 2 として機能する。

【 0 0 2 0 】

復号部 1 3 1 は、エッジデバイス 1 2 0 より伝送された圧縮後特徴マップを受信し、受信した圧縮後特徴マップに対して、逆量子化及び/または復号処理を行うことで、削減後特徴マップを生成する。また、復号部 1 3 1 は、生成した削減後特徴マップを画像解析部 1 3 2 に通知する。

30

【 0 0 2 1 】

画像解析部 1 3 2 は、深層学習モデル 1 4 0 の後段部を有し、復号部 1 3 1 より通知された削減後特徴マップを入力することで、出力層から処理結果を出力する。

【 0 0 2 2 】

< エッジデバイスのハードウェア構成 >

次に、エッジデバイス 1 2 0 のハードウェア構成について説明する。図 2 は、エッジデバイスのハードウェア構成の一例を示す図である。エッジデバイス 1 2 0 は、プロセッサ 2 0 1、メモリ 2 0 2、補助記憶装置 2 0 3、I / F (Interface) 装置 2 0 4、通信装置 2 0 5、ドライブ装置 2 0 6 を有する。なお、エッジデバイス 1 2 0 の各ハードウェアは、バス 2 0 7 を介して相互に接続されている。

40

【 0 0 2 3 】

プロセッサ 2 0 1 は、CPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphics Processing Unit) 等の各種演算デバイスを有する。プロセッサ 2 0 1 は、各種プログラム（例えば、画像処理プログラム等）をメモリ 2 0 2 上に読み出して実行する。

【 0 0 2 4 】

メモリ 2 0 2 は、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory) 等の主記憶デバイスを有する。プロセッサ 2 0 1 とメモリ 2 0 2 とは、いわゆるコンビ

50

ュータを形成し、プロセッサ 201 が、メモリ 202 上に読み出した各種プログラムを実行することで、当該コンピュータは各種機能（画像削減部 121、重要箇所抽出部 122 及び圧縮部 123）を実現する。なお、各種機能の機能構成の詳細は後述する。

【0025】

補助記憶装置 203 は、各種プログラムや、各種プログラムがプロセッサ 201 によって実行される際に用いられる各種データを格納する。

【0026】

I/F 装置 204 は、外部装置の一例である操作装置 210、表示装置 211 とエッジデバイス 120 とを接続する接続デバイスである。I/F 装置 204 は、エッジデバイス 120 に対する操作を、操作装置 210 を介して受け付ける。また、I/F 装置 204 は、エッジデバイス 120 による内部処理の結果を出力し、表示装置 211 を介して表示する。

10

【0027】

通信装置 205 は、他の装置と通信するための通信デバイスである。画像処理システム 100 の場合、エッジデバイス 120 は、通信装置 205 を介して撮像装置 110 及びサーバ装置 130 と通信する。

【0028】

ドライブ装置 206 は記録媒体 212 をセットするためのデバイスである。ここでいう記録媒体 212 には、CD-ROM、フレキシブルディスク、光磁気ディスク等のように情報を光学的、電気的あるいは磁氣的に記録する媒体が含まれる。また、記録媒体 212 には、ROM、フラッシュメモリ等のように情報を電気的に記録する半導体メモリ等が含まれていてもよい。

20

【0029】

なお、補助記憶装置 203 にインストールされる各種プログラムは、例えば、配布された記録媒体 212 がドライブ装置 206 にセットされ、該記録媒体 212 に記録された各種プログラムがドライブ装置 206 により読み出されることでインストールされる。あるいは、補助記憶装置 203 にインストールされる各種プログラムは、通信装置 205 を介してネットワークからダウンロードされることで、インストールされてもよい。

【0030】

< 画像削減部、重要箇所抽出部及び圧縮部の機能構成 >

30

次に、エッジデバイス 120 において、画像処理プログラムが実行されることで実現される各種機能（画像削減部 121、重要箇所抽出部 122 及び圧縮部 123）の機能構成の詳細について説明する。図 3 は、エッジデバイスの画像削減部、重要箇所抽出部及び圧縮部の機能構成の一例を示す第 1 の図である。

【0031】

図 3 に示すように、画像削減部 121 は、前段部 301、後段部 302、誤差算出部 303、画像加工部 304 を有する。

【0032】

前段部 301 は、深層学習モデル 140 のうち、入力層から、特徴マップが抽出される中間層までの各層を有する。前段部 301 は、画像データが入力されることで、中間層から特徴マップを抽出し、後段部 302 に通知する。また、前段部 301 は、「削減後画像データ」が入力されることで、中間層から削減後特徴マップを抽出し、圧縮部 123 に通知する。なお、削減後画像データとは、重要特徴マップに基づいて画像データを加工することで生成される画像であり、画像加工部 304 によって生成される（詳細は後述）。

40

【0033】

後段部 302 は、深層学習モデル 140 のうち、特徴マップが抽出される中間層の次の層から、出力層までの各層を有する。後段部 302 は特徴マップが入力されることで、出力層から処理結果が出力される。また、後段部 302 は、出力層から出力された処理結果を誤差算出部 303 に通知する。

【0034】

50

誤差算出部 303 は、後段部 302 より通知された処理結果と、基準結果との誤差を算出する。基準結果とは、画像データに含まれるオブジェクト（正解データ）について予め定められた分類確率を指す。例えば、画像処理システム 100 が、画像データ内に映る人間の行動解析を行うのに用いる処理結果を提供することを目的とするシステムであった場合、画像削減部 121 では、例えば、

- ・画像データの所定の領域（ x_1 、 y_1 、 h_1 、 w_1 ）のオブジェクトを人間と認識する分類確率を 0.8、
 - ・画像データの所定の領域（ x_1 、 y_1 、 h_1 、 w_1 ）のオブジェクトを人間以外のオブジェクトと認識する分類確率を 0.1、
- とするデータセット等が基準結果として規定される。

10

【0035】

また、処理結果と基準結果との誤差とは、例えば、後段部 302 より通知される処理結果の各オブジェクトの分類確率と、基準結果の各オブジェクトの分類確率との差分を指す。なお、誤差には、分類確率の差分に加えて、後段部 302 より通知される処理結果に含まれる所定の領域と、基準結果に含まれる所定の領域とのずれ量を示す指標（例えば、IoU（Intersection Over Union））が含まれていてもよい。

【0036】

また、誤差算出部 303 では、算出した誤差を逆伝播させる。これにより、重要箇所抽出部 122 では、画像データのうち、深層学習モデル 140 による処理結果に影響を与える各画素の影響度を表す重要特徴マップを生成することができる。

20

【0037】

なお、誤差算出部 303 が誤差を逆伝播させる方法には、“通常の逆誤差伝播”、“Guided Backpropagation”、“選択的逆誤差伝播”、“拡張選択的逆誤差伝播”等の複数の方法が含まれる。

【0038】

通常の逆誤差伝播とは、後段部 302 より通知された処理結果すべての誤差を逆伝播させる方法である。また、Guided Backpropagationとは、前段部 301、後段部 302 における各層で計算する勾配のうち、正值の勾配のみを用いて誤差を逆伝播させる方法である。

【0039】

また、選択的逆誤差伝播とは、後段部 302 より通知された処理結果のうち、正解の処理結果の誤差のみを、“通常の逆誤差伝播”または“Guided Backpropagation”により逆伝播させる方法である。

30

【0040】

拡張選択的逆誤差伝播とは、後段部 302 より通知された処理結果に対して所定の操作をすることで得られる大小の誤差を、“通常の逆誤差伝播”または“Guided Backpropagation”により逆伝播させる方法である。

【0041】

画像加工部 304 は、後述する重要箇所抽出部 122 より通知された重要特徴マップを用いて、画像データを加工することで画像データの情報量を削減し、削減後画像データを生成する。具体的には、画像加工部 304 は、重要箇所抽出部 122 より通知された重要特徴マップの各画素の影響度に基づいて画像データを加工することで、画像データの情報量を削減し、削減後画像データを生成する。

40

【0042】

なお、画像加工部 304 による画像データの加工方法は任意であり、例えば、重要特徴マップにおいて影響度が所定の閾値以下の画素を特定し、特定した画素の画像データにおける画素値をゼロにしてもよい（特定した画素を無効化してもよい）。あるいは、重要特徴マップにおいて影響度が所定の閾値以下の画素を特定し、特定した画素を対象に画像データに対してローパスフィルタをかけてもよい。あるいは、重要特徴マップにおいて影響度が所定の閾値以下の画素を特定し、特定した画素を対象に画像データの色を削減しても

50

よい。つまり、画像データの加工とは、不要な特徴を深層学習モデル140が特徴と捉えないように画像データを加工することであり、その目的を果たす加工方法であれば、任意の加工方法が許容される。

【0043】

また、画像加工部304は、生成した削減後画像データを前段部301に通知する。なお、上述したように、削減後画像データが通知された前段部301では、中間層から削減後特徴マップを抽出し、圧縮部123に通知する。

【0044】

重要箇所抽出部122は、逆伝播された誤差を用いて重要特徴マップを生成する。上述したように、重要特徴マップは、画像データの各画素が処理結果にどの程度影響を与えたかの影響度を表している。重要箇所抽出部122は、生成した重要特徴マップを画像加工部304に通知する。

10

【0045】

また、図3に示すように、圧縮部123は、量子化部311、符号化部312を有する。

【0046】

量子化部311は、画像削減部121の前段部301より通知された削減後特徴マップを量子化し、符号化部312に通知する。

【0047】

符号化部312は、量子化部311より通知された、量子化された削減後特徴マップに対して、例えば、エントロピ符号化処理を行うことで、あるいは、他の任意の圧縮処理を行うことで、圧縮後特徴マップを生成する。また、符号化部312は、生成した圧縮後特徴マップを、サーバ装置130に伝送する。

20

【0048】

<画像削減部及び重要箇所抽出部の処理の具体例>

次に、エッジデバイス120の画像削減部121及び重要箇所抽出部122による処理の具体例について説明する。図4は、画像削減部及び重要箇所抽出部による処理の具体例を示す第1の図である。図4に示すように、画像削減部121では、画像データ410が入力されると、前段部301及び後段部302が動作し、処理結果を出力する。続いて、画像削減部121では、誤差算出部303が動作し、処理結果と基準結果との誤差を算出した後、算出した誤差を逆伝播させる。

30

【0049】

続いて、重要箇所抽出部122が動作し、逆伝播された誤差を用いて重要特徴マップ420を生成する。なお、図4に示す重要特徴マップ420の場合、処理結果に対して影響度の大きい画素を白色で、影響度の小さい画素を黒色で示している。

【0050】

続いて、画像削減部121では、画像加工部304が動作し、画像データ410のうち、重要特徴マップ420において影響度が所定の閾値以下となる画素を無効化することで、削減後画像データ430を生成する。

【0051】

続いて、画像削減部121では、削減後画像データ430を前段部301に入力することで、前段部301を再度動作させ、前段部301の中間層(図4の例では第2層)から、特徴マップを抽出する。更に、画像削減部121では、抽出した特徴マップを、削減後特徴マップとして、圧縮部123に通知する。

40

【0052】

<エッジデバイスによる圧縮処理の流れ>

次に、エッジデバイス120による圧縮処理の流れについて説明する。図5は、エッジデバイスによる圧縮処理の流れを示す第1のフローチャートである。

【0053】

ステップS501において、エッジデバイス120の画像削減部121の各部(ここでは、前段部301、後段部302)及び重要箇所抽出部122を初期化する。

50

【 0 0 5 4 】

ステップ S 5 0 2 において、エッジデバイス 1 2 0 の画像削減部 1 2 1 は、前段部 3 0 1 を動作させる。前段部 3 0 1 は、画像データが入力されることで、特徴マップを抽出する。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 5 0 3 において、エッジデバイス 1 2 0 の画像削減部 1 2 1 は、後段部 3 0 2 を動作させる。後段部 3 0 2 は、特徴マップが入力されることで、処理結果を出力する。

【 0 0 5 6 】

ステップ S 5 0 4 において、エッジデバイス 1 2 0 の画像削減部 1 2 1 は、誤差算出部 3 0 3 を動作させる。誤差算出部 3 0 3 は、処理結果と基準結果との誤差を算出することで、算出した誤差を逆伝播させる。

10

【 0 0 5 7 】

ステップ S 5 0 5 において、エッジデバイス 1 2 0 の重要箇所抽出部 1 2 2 は、逆伝播された誤差を用いて重要特徴マップを生成する。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 5 0 6 において、エッジデバイス 1 2 0 の画像削減部 1 2 1 は、画像加工部 3 0 4 を動作させる。画像加工部 3 0 4 は、重要特徴マップに基づき画像データを加工することで画像データの情報を削減し、削減後画像データを生成する。

【 0 0 5 9 】

ステップ S 5 0 7 において、エッジデバイス 1 2 0 の画像削減部 1 2 1 は、前段部 3 0 1 を再度動作させる。前段部 3 0 1 は、削減後画像データが入力されることで、削減後特徴マップを抽出する。

20

【 0 0 6 0 】

ステップ S 5 0 8 において、エッジデバイス 1 2 0 の圧縮部 1 2 3 は、量子化部 3 1 1 及び / または符号化部 3 1 2 を動作させる。量子化部 3 1 1 及び / または符号化部 3 1 2 は、削減後特徴マップに対して量子化及び / または符号化処理を行うことで、圧縮後特徴マップを生成する。

【 0 0 6 1 】

ステップ S 5 0 9 において、エッジデバイス 1 2 0 の圧縮部 1 2 3 は、圧縮後特徴マップを、サーバ装置 1 3 0 に伝送する。

30

【 0 0 6 2 】

ステップ S 5 1 0 において、エッジデバイス 1 2 0 の画像削減部 1 2 1 は、圧縮処理を終了するか否かを判定し、継続すると判定した場合には (ステップ S 5 1 0 において N o の場合には)、ステップ S 5 0 2 に戻る。

【 0 0 6 3 】

一方、ステップ S 5 1 0 において、圧縮処理を終了すると判定した場合には (ステップ S 5 1 0 において Y e s の場合には)、圧縮処理を終了する。

【 0 0 6 4 】

以上の説明から明らかなように、第 1 の実施形態に係る画像処理装置 (エッジデバイス 1 2 0) は、深層学習モデル 1 4 0 に画像データを入力した場合の処理結果に影響を与える、画像データの各画素の影響度を算出し、重要特徴マップを生成する。また、第 1 の実施形態に係る画像処理装置 (エッジデバイス 1 2 0) は、重要特徴マップに基づいて画像データを加工することで、画像データの情報を削減する。また、第 1 の実施形態に係る画像処理装置 (エッジデバイス 1 2 0) は、削減後画像データを深層学習モデルに入力することで、深層学習モデルの中間層より抽出される特徴マップの情報を削減する。更に、第 1 の実施形態に係る画像処理装置 (エッジデバイス 1 2 0) は、情報を削減した削減後特徴マップを圧縮する。

40

【 0 0 6 5 】

この結果、第 1 の実施形態によれば、深層学習モデルより抽出される特徴マップを圧縮する際の圧縮率を向上させることができる。

50

【 0 0 6 6 】

[第 2 の実施形態]

上記第 1 の実施形態では、重要特徴マップを生成する際、逆伝播された誤差を用いるものとして説明した。これに対して、第 2 の実施形態では、重要特徴マップを生成する際、前段部の各層より抽出される各特徴マップを用いる。以下、第 2 の実施形態について、上記第 1 の実施形態との相違点を中心に説明する。

【 0 0 6 7 】

< 画像削減部、重要箇所抽出部及び圧縮部の機能構成 >

はじめに、第 2 の実施形態に係る画像処理装置の一例であるエッジデバイス 1 2 0 の画像削減部、重要箇所抽出部及び圧縮部の機能構成の詳細について説明する。図 6 は、エッジデバイスの画像削減部、重要箇所抽出部及び圧縮部の機能構成の一例を示す第 2 の図である。

10

【 0 0 6 8 】

図 6 に示すように、画像削減部 6 0 0 は削減部の他の一例であり、前段部 6 0 1、画像加工部 3 0 4 を有する。

【 0 0 6 9 】

前段部 6 0 1 は、深層学習モデル 1 4 0 のうち、入力層から中間層までの各層を有する。前段部 6 0 1 は画像データが入力されることで、各層から抽出される特徴マップ（例えば、第 1 層から抽出される特徴マップ 1、第 2 層から抽出される特徴マップ 2、・・・）を、重要箇所抽出部 6 1 0 に通知する。

20

【 0 0 7 0 】

また、前段部 6 0 1 は、削減後画像データが入力されることで、前段部 6 0 1 内において最も後ろに位置する中間層より抽出される削減後特徴マップを、圧縮部 1 2 3 に通知する。

【 0 0 7 1 】

画像加工部 3 0 4 は、重要箇所抽出部 6 1 0 より通知された重要特徴マップを用いて、画像データを加工することで、画像データの情報量を削減し、削減後画像データを生成する。具体的には、画像加工部 3 0 4 は、重要箇所抽出部 6 1 0 より通知された重要特徴マップの各画素の注目度に応じて画像データを加工することで、画像データの情報量を削減し、削減後画像データを生成する。

30

【 0 0 7 2 】

また、画像加工部 3 0 4 は、生成した削減後画像データを前段部 6 0 1 に通知する。なお、上述したように、削減後画像データが通知された前段部 6 0 1 では、中間層から削減後特徴マップを抽出し、圧縮部 1 2 3 に通知する。

【 0 0 7 3 】

重要箇所抽出部 6 1 0 は算出部の他の一例であり、前段部 6 0 1 より通知される各層の特徴マップを、重み付け加算することで、重要特徴マップを生成する。なお、第 2 の実施形態において、重要特徴マップは、前段部 6 0 1 の各層が画像データを処理する際、どの画素に注目したかの注目度を表している。重要箇所抽出部 6 1 0 は、生成した重要特徴マップを画像加工部 3 0 4 に通知する。

40

【 0 0 7 4 】

また、図 6 に示す圧縮部 1 2 3 は、図 3 に示す圧縮部 1 2 3 と同じであるため、ここでは説明を省略する。

【 0 0 7 5 】

< 画像削減部及び重要箇所抽出部の処理の具体例 >

次に、エッジデバイス 1 2 0 の画像削減部 6 0 0 及び重要箇所抽出部 6 1 0 による処理の具体例について説明する。図 7 は、画像削減部及び重要箇所抽出部による処理の具体例を示す第 2 の図である。図 7 に示すように、画像削減部 6 0 0 では、画像データ 4 1 0 が入力されると、前段部 6 0 1 が動作し、各層より特徴マップが抽出される。図 7 の例は、前段部 6 0 1 が入力層、第 1 層、第 2 層を有し、第 1 層より特徴マップ 1 が抽出され、第

50

2層より特徴マップ2が抽出された様子を示している。

【0076】

続いて、重要箇所抽出部610が動作し、前段部601から抽出された各特徴マップを重み付け加算することで、重要特徴マップ710を生成する。なお、図7の例では、重要特徴マップ710のうち、注目度の大きい画素を白色で、注目度の小さい画素を黒色で示している。

【0077】

続いて、画像削減部121では、画像加工部304が動作し、画像データ410のうち、重要特徴マップ710において注目度が所定の閾値以下となる画素を無効化することで、削減後画像データ720を生成する。

【0078】

続いて、画像削減部600では、削減後画像データ720を前段部601に入力することで、前段部601を再度動作させ、前段部601内において最も後ろに位置する中間層（図7の例では第2層）から、特徴マップを抽出する。更に、画像削減部600では、抽出した特徴マップを、削減後特徴マップとして、圧縮部123に通知する。

【0079】

<エッジデバイスによる圧縮処理の流れ>

次に、エッジデバイス120による圧縮処理の流れについて説明する。図7は、エッジデバイスによる圧縮処理の流れを示す第2のフローチャートである。図5を用いて説明した第1のフローチャートとの相違点は、ステップS801、S802である。

【0080】

ステップS801において、エッジデバイス120の画像削減部600は、前段部601を動作させる。前段部601は、画像データが入力されることで、各層から特徴マップを抽出する。

【0081】

ステップS802において、エッジデバイス120の重要箇所抽出部610は、前段部601の各層より抽出された各特徴マップを重み付け加算することで、重要特徴マップを生成する。

【0082】

以上の説明から明らかなように、第2の実施形態に係る画像処理装置（エッジデバイス120）は、深層学習モデル140に画像データを入力した場合に各層が注目する、画像データの各画素の注目度を算出し、重要特徴マップを生成する。また、第2の実施形態に係る画像処理装置（エッジデバイス120）は、重要特徴マップに基づいて画像データを加工することで画像データの情報量を削減する。また、第2の実施形態に係る画像処理装置（エッジデバイス120）は、削減後画像データを深層学習モデルに入力することで、深層学習モデルの中間層より抽出される特徴マップの情報量を削減する。更に、第2の実施形態に係る画像処理装置（エッジデバイス120）は、情報量を削減した削減後特徴マップを圧縮する。

【0083】

この結果、第2の実施形態によれば、深層学習モデルより抽出される特徴マップを圧縮する際の圧縮率を向上させることができる。

【0084】

[第3の実施形態]

上記第1の実施形態では、重要特徴マップに基づいて画像データを加工することで画像データの情報量を削減し、削減後画像データを深層学習モデルに入力することで、深層学習モデルの中間層より抽出される特徴マップの情報量を削減する場合について説明した。

【0085】

これに対して、第3の実施形態では、深層学習モデルの中間層より抽出される特徴マップの情報量を、重要特徴マップに基づいて直接削減する場合について説明する。以下、第3の実施形態について、上記第1の実施形態との相違点を中心に説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 6 】

< 画像削減部、重要箇所抽出部及び圧縮部の機能構成 >

はじめに、第 3 の実施形態に係る画像処理装置の一例であるエッジデバイス 1 2 0 の画像削減部、重要箇所抽出部及び圧縮部の機能構成の詳細について説明する。図 9 は、エッジデバイスの画像削減部、重要箇所抽出部及び圧縮部の機能構成の一例を示す第 3 の図である。

【 0 0 8 7 】

図 9 に示すように、画像削減部 9 0 0 は削減部の他の一例であり、前段部 9 0 1、後段部 3 0 2、誤差算出部 3 0 3、特徴マップ加工部 9 0 2 を有する。

【 0 0 8 8 】

前段部 9 0 1 は、深層学習モデル 1 4 0 のうち、入力層から、特徴マップが抽出される中間層までの各層を有する。前段部 9 0 1 は画像データが入力されることで、中間層から特徴マップを抽出し、後段部 3 0 2 及び特徴マップ加工部 9 0 2 に通知する。

【 0 0 8 9 】

後段部 3 0 2 及び誤差算出部 3 0 3 は、上記第 1 の実施形態において、図 3 を用いて説明した後段部 3 0 2 及び誤差算出部 3 0 3 と同じであるため、ここでは説明を省略する。

【 0 0 9 0 】

特徴マップ加工部 9 0 2 は、重要箇所抽出部 9 1 0 より通知された重要特徴マップに基づいて特徴マップを加工することで特徴マップの情報量を削減し、削減後特徴マップを生成する。具体的には、特徴マップ加工部 9 0 2 は、重要箇所抽出部 9 1 0 より通知された重要特徴マップの各画素の影響度に基づいて特徴マップを加工することで、特徴マップの情報量を削減し、削減後特徴マップを生成する。

【 0 0 9 1 】

なお、特徴マップ加工部 9 0 2 による特徴マップの加工方法は任意である。例えば、重要特徴マップにおいて影響度が所定の閾値以下の画素を特定し、特定した画素の特徴マップにおける画素値をゼロにしてもよい（特定した画素を無効化してもよい）。あるいは、重要特徴マップにおいて影響度が所定の閾値以下の画素を特定し、特定した画素を対象に特徴マップに対してローパスフィルタをかけてもよい。

【 0 0 9 2 】

また、特徴マップ加工部 9 0 2 は、生成した削減後特徴マップを圧縮部 1 2 3 に通知する。

【 0 0 9 3 】

重要箇所抽出部 9 1 0 は算出部の他の一例であり、逆伝播された誤差を用いて重要特徴マップを生成する。上記第 1 の実施形態で説明したように、重要特徴マップは、画像データの各画素が処理結果にどの程度影響を与えたかの影響度を表している。重要箇所抽出部 9 1 0 は、生成した重要特徴マップを特徴マップ加工部 9 0 2 に通知する。

【 0 0 9 4 】

また、図 9 に示す圧縮部 1 2 3 は、図 3 に示す圧縮部 1 2 3 と同じであるため、ここでは説明を省略する。

【 0 0 9 5 】

< 画像削減部及び重要箇所抽出部の処理の具体例 >

次に、エッジデバイス 1 2 0 の画像削減部 9 0 0 及び重要箇所抽出部 9 1 0 による処理の具体例について説明する。図 9 は、画像削減部及び重要箇所抽出部による処理の具体例を示す第 3 の図である。図 1 0 に示すように、画像削減部 9 0 0 では、画像データ 4 1 0 が入力されると、前段部 3 0 1 が動作し、特徴マップを抽出するとともに、後段部 3 0 2 が動作し、処理結果を出力する。

【 0 0 9 6 】

続いて、画像削減部 9 0 0 では、誤差算出部 3 0 3 が動作し、処理結果と基準結果との誤差を算出した後、算出した誤差を逆伝播させる。

【 0 0 9 7 】

10

20

30

40

50

続いて、重要箇所抽出部 910 が動作し、逆伝播された誤差を用いて重要特徴マップ 420 を生成する。

【0098】

続いて、画像削減部 900 では、特徴マップ加工部 902 が動作し、前段部 901 より抽出された特徴マップについて、重要特徴マップ 420 において影響度が所定の閾値以下となる画素を無効化することで、削減後特徴マップを生成する。

【0099】

< エッジデバイスによる圧縮処理の流れ >

次に、エッジデバイス 120 による圧縮処理の流れについて説明する。図 11 は、エッジデバイスによる圧縮処理の流れを示す第 3 のフローチャートである。図 5 を用いて説明した第 1 のフローチャートとの相違点は、ステップ S1101 である。

10

【0100】

ステップ S1101 において、エッジデバイス 120 の画像削減部 900 は、特徴マップ加工部 902 を動作させる。特徴マップ加工部 902 は、重要特徴マップに基づいて特徴マップを加工することで、特徴マップの情報量を削減し、削減後特徴マップを生成する。

【0101】

以上の説明から明らかなように、第 3 の実施形態に係る画像処理装置（エッジデバイス 120）は、深層学習モデル 140 に画像データを入力した場合の処理結果に影響を与える、画像データの各画素の影響度を算出し、重要特徴マップを生成する。また、第 3 の実施形態に係る画像処理装置（エッジデバイス 120）は、深層学習モデルの中間層より抽出される特徴マップを、重要特徴マップに基づいて加工することで、特徴マップの情報量を削減する。更に、第 3 の実施形態に係る画像処理装置（エッジデバイス 120）は、情報量を削減した削減後特徴マップを圧縮する。

20

【0102】

この結果、第 3 の実施形態によれば、深層学習モデルより抽出される特徴マップを圧縮する際の圧縮率を向上させることができる。

【0103】

[第 4 の実施形態]

上記第 2 の実施形態では、重要特徴マップに基づいて画像データを加工することで画像データの情報量を削減し、削減後画像データを深層学習モデルに入力することで、深層学習モデルの中間層より抽出される特徴マップの情報量を削減する場合について説明した。

30

【0104】

これに対して、第 4 の実施形態では、深層学習モデルの中間層より抽出される特徴マップの情報量を重要特徴マップに基づいて直接削減する場合について説明する。以下、第 4 の実施形態について、上記第 2 の実施形態との相違点を中心に説明する。

【0105】

< 画像削減部、重要箇所抽出部及び圧縮部の機能構成 >

はじめに、第 4 の実施形態に係る画像処理装置の一例であるエッジデバイス 120 の画像削減部、重要箇所抽出部及び圧縮部の機能構成の詳細について説明する。図 12 は、エッジデバイスの画像削減部、重要箇所抽出部及び圧縮部の機能構成の一例を示す第 4 の図である。

40

【0106】

図 12 に示すように、画像削減部 1200 は削減部の他の一例であり、前段部 601、特徴マップ加工部 1201 を有する。

【0107】

前段部 601 は、上記第 2 の実施形態において図 6 を用いて説明した前段部 601 と同じであるため、ここでは説明を省略する。

【0108】

特徴マップ加工部 1201 は、重要箇所抽出部 1210 より通知された重要特徴マップを用いて、特徴マップを加工することで特徴マップの情報量を削減し、削減後特徴マップ

50

を生成する。具体的には、特徴マップ加工部 1 2 0 1 は、重要箇所抽出部 1 2 1 0 より通知された重要特徴マップの各画素の注目度に応じて特徴マップを加工することで、特徴マップの情報量を削減し、削減後特徴マップを圧縮部 1 2 3 に通知する。

【 0 1 0 9 】

重要箇所抽出部 1 2 1 0 は算出部の他の一例であり、前段部 6 0 1 より通知される各層の特徴マップを、重み付け加算することで、重要特徴マップを生成する。なお、上記第 2 の実施形態で説明したように、重要特徴マップは、前段部 6 0 1 の各層が画像データを処理する際、どの画素に注目したかの注目度を表している。重要箇所抽出部 1 2 1 0 は、生成した重要特徴マップを特徴マップ加工部 1 2 0 1 に通知する。

【 0 1 1 0 】

また、図 1 2 に示す圧縮部 1 2 3 は、図 3 に示す圧縮部 1 2 3 と同じであるため、ここでは説明を省略する。

【 0 1 1 1 】

< 画像削減部及び重要箇所抽出部の処理の具体例 >

次に、エッジデバイス 1 2 0 の画像削減部 1 2 0 0 及び重要箇所抽出部 1 2 1 0 による処理の具体例について説明する。図 1 3 は、画像削減部及び重要箇所抽出部による処理の具体例を示す第 4 の図である。図 1 3 に示すように、画像削減部 1 2 0 0 では、画像データ 4 1 0 が入力されると、前段部 6 0 1 が動作し、各層より特徴マップが抽出される。図 1 3 の例は、前段部 6 0 1 が入力層、第 1 層、第 2 層を有し、第 1 層より特徴マップ 1 が抽出され、第 2 層より特徴マップ 2 が抽出された様子を示している。

【 0 1 1 2 】

続いて、重要箇所抽出部 1 2 1 0 が動作し、前段部 6 0 1 から抽出された各特徴マップを重み付け加算することで、重要特徴マップ 7 1 0 を生成する。

【 0 1 1 3 】

続いて、画像削減部 1 2 0 0 では、特徴マップ加工部 1 2 0 1 が動作する。特徴マップ加工部 1 2 0 1 は、前段部 6 0 1 より抽出された特徴マップ（前段部 6 0 1 内において最も後ろに位置する中間層（図 1 3 の例では、第 2 層）から抽出された特徴マップ）を取得する。また、特徴マップ加工部 1 2 0 1 は、取得した特徴マップのうち、重要特徴マップ 7 1 0 において注目度が所定の閾値以下となる画素を無効化することで、削減後特徴マップを生成する。

【 0 1 1 4 】

< エッジデバイスによる圧縮処理の流れ >

次に、エッジデバイス 1 2 0 による圧縮処理の流れについて説明する。図 1 4 は、エッジデバイスによる圧縮処理の流れを示す第 4 のフローチャートである。図 8 を用いて説明した第 2 のフローチャートとの相違点は、ステップ S 1 4 0 1 である。

【 0 1 1 5 】

ステップ S 1 4 0 1 において、エッジデバイス 1 2 0 の画像削減部 1 2 0 0 は、特徴マップ加工部 1 2 0 1 を動作させる。特徴マップ加工部 1 2 0 1 は、重要特徴マップに基づいて特徴マップを加工することで、特徴マップの情報量を削減し、削減後特徴マップを生成する。

【 0 1 1 6 】

以上の説明から明らかなように、第 4 の実施形態に係る画像処理装置（エッジデバイス 1 2 0 ）は、深層学習モデル 1 4 0 に画像データを入力した場合に各層が注目する、画像データの各画素の注目度を算出し、重要特徴マップを生成する。また、第 4 の実施形態に係る画像処理装置（エッジデバイス 1 2 0 ）は、深層学習モデルの中間層より抽出される特徴マップを、重要特徴マップに基づいて加工することで、特徴マップの情報量を削減する。更に、第 4 の実施形態に係る画像処理装置（エッジデバイス 1 2 0 ）は、情報量を削減した削減後特徴マップを圧縮する。

【 0 1 1 7 】

この結果、第 4 の実施形態によれば、深層学習モデルより抽出される特徴マップを圧縮

10

20

30

40

50

する際の圧縮率を向上させることができる。

【0118】

[その他の実施形態]

上記第1及び第2の実施形態では、重要特徴マップの生成に用いられる画像データと、重要特徴マップに基づいて加工される画像データとが同一の画像データであるとして説明した。しかしながら、重要特徴マップの生成に用いられる画像データと、重要特徴マップに基づいて加工される画像データとは、異なるタイミングで撮影された画像データであってもよい。ただし、異なるタイミングで撮影された画像データの場合、両画像データの時間間隔に応じて重要特徴マップを変換し、変換後の重要特徴マップに基づいて画像データを加工するものとする。

10

【0119】

同様に、上記第3及び第4の実施形態では、重要特徴マップの生成に用いられる画像データと、重要特徴マップに基づいて加工される特徴マップが抽出された際の画像データとが同一の画像データであるとして説明した。しかしながら、重要特徴マップの生成に用いられる画像データと、重要特徴マップに基づいて加工される特徴マップが抽出された際の画像データとは、異なるタイミングで撮影された画像データであってもよい。ただし、異なるタイミングで撮影された画像データの場合、両画像データの時間間隔に応じて重要特徴マップを変換し、変換後の重要特徴マップに基づいて特徴マップを加工するものとする。

【0120】

また、上記第1乃至第4の実施形態では言及しなかったが、重要特徴マップの生成に用いられる画像データと、重要特徴マップに基づいて加工される画像データとは、異なるタイミングで撮影されたものであってもよい。あるいは、重要特徴マップの生成に用いられる画像データと、重要特徴マップに基づいて加工される特徴マップが抽出された際の画像データとは、異なるタイミングで撮影された画像データであってもよい。

20

【0121】

また、上記第1乃至第4の実施形態において説明した画像削減部121、600、900、1200内の各構成要素は、上記第1乃至第4の実施形態において例示した箇所に配置されていなくてもよい。同様に、上記第1乃至第4の実施形態において説明した重要箇所抽出部122、610、910、1210内の各構成要素は、上記第1乃至第4の実施形態において例示した箇所に配置されていなくてもよい。例えば、各構成要素はネットワークを介して接続された他の装置に配置されていてもよい。また、各構成要素は、複数の装置に配置されていてもよい。

30

【0122】

なお、本開示の真意は、深層学習モデル140が画像解析処理する際に、
・対象となるオブジェクトを抽出するための各画素の重要度を、深層学習モデル140のいずれかの箇所の情報から抽出し、
・抽出した情報に基づき、画像データを含む深層学習モデル140の処理過程のいずれか（中間情報の情報量を削減する効果がある箇所）で情報量を削減すること、
にあり、その目的を満たす情報の抽出手法は、上記各実施形態で示した抽出手法以外の手法であってもよい。

40

【0123】

また、情報の抽出は、上記各実施形態で例示したように、深層学習モデル140の前段部、後段部等の情報の抽出に必要な部分において行われてもよい。情報の抽出に必要な部分とは、上記各実施形態で例示した部分でもよいし、その一部でも、他の部分でもよい。つまり、上記情報の抽出手法の目的を満たしていればよい。

【0124】

また、上記第1の実施形態で述べた拡張選択的逆誤差伝播を実施するにあたっては、深層学習モデル140の任意の箇所の誤差を用いてもよい。例えば、上記第1の実施形態において、拡張選択的逆誤差伝播により重要特徴マップを導出する際、後段部はなくてもよい。

50

【 0 1 2 5 】

また、上記各実施形態で示した圧縮部 1 2 3 は、画像削減部 1 2 1 より通知された削減後特徴マップに対して、量子化及び/または符号化処理を行うことで圧縮するが、単一の削減後特徴マップに対して量子化及び/または符号化処理を行うことで圧縮してもよい。あるいは、複数の削減後特徴マップの相関性を用いて量子化及び/または符号化処理を行うことで圧縮してもよい。複数の削減後特徴マップの相関性を用いる例としては、動画像などが挙げられる。

【 0 1 2 6 】

なお、上記実施形態に挙げた構成等に、その他の要素との組み合わせ等、ここで示した構成に本発明が限定されるものではない。これらの点に関しては、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で変更することが可能であり、その応用形態に応じて適切に定めることができる。

10

【符号の説明】

【 0 1 2 7 】

1 0 0	: 画像処理システム
1 1 0	: 撮像装置
1 2 0	: エッジデバイス
1 2 1	: 画像削減部
1 2 2	: 重要箇所抽出部
1 2 3	: 圧縮部
1 3 0	: サーバ装置
1 3 1	: 復号部
1 3 2	: 画像解析部
1 4 0	: 深層学習モデル
2 0 1	: プロセッサ
2 0 2	: メモリ
2 0 3	: 補助記憶装置
2 0 4	: I / F 装置
2 0 5	: 通信装置
2 0 6	: ドライブ装置
2 1 0	: 操作装置
2 1 1	: 表示装置
2 1 2	: 記録媒体
3 0 1	: 前段部
3 0 2	: 後段部
3 0 3	: 誤差算出部
3 0 4	: 画像加工部
3 1 0	: 圧縮部
3 1 1	: 量子化部
3 1 2	: 符号化部
4 1 0	: 画像データ
4 2 0	: 重要特徴マップ
4 3 0	: 削減後画像データ
6 0 0	: 画像削減部
6 0 1	: 前段部
6 1 0	: 重要箇所抽出部
7 1 0	: 重要特徴マップ
7 2 0	: 削減後画像データ
9 0 0	: 画像削減部
9 0 1	: 前段部
9 0 2	: 特徴マップ加工部

20

30

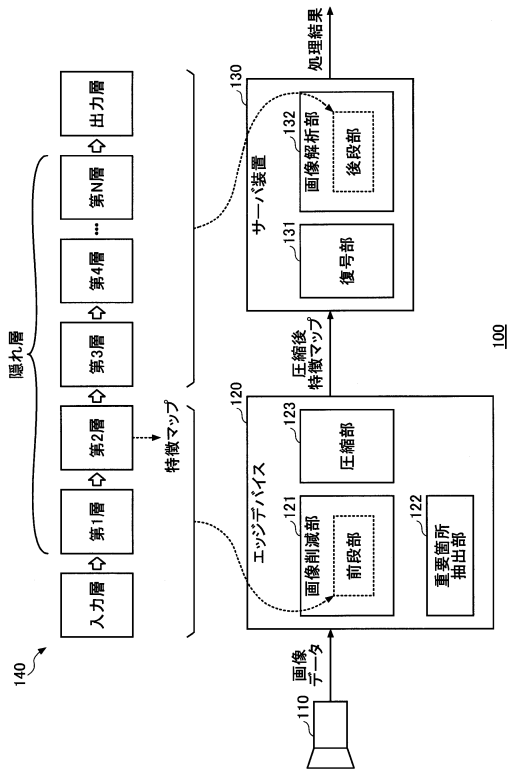
40

50

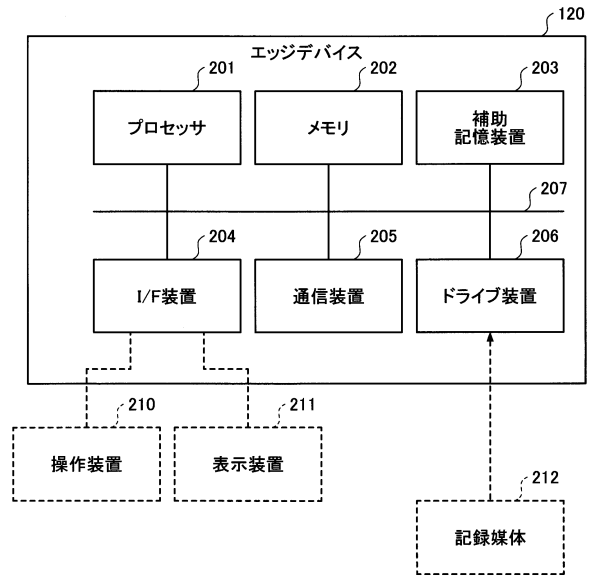
- 9 1 0 : 重要箇所抽出部
- 1 2 0 0 : 画像削減部
- 1 2 0 1 : 特徴マップ加工部
- 1 2 1 0 : 重要箇所抽出部

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

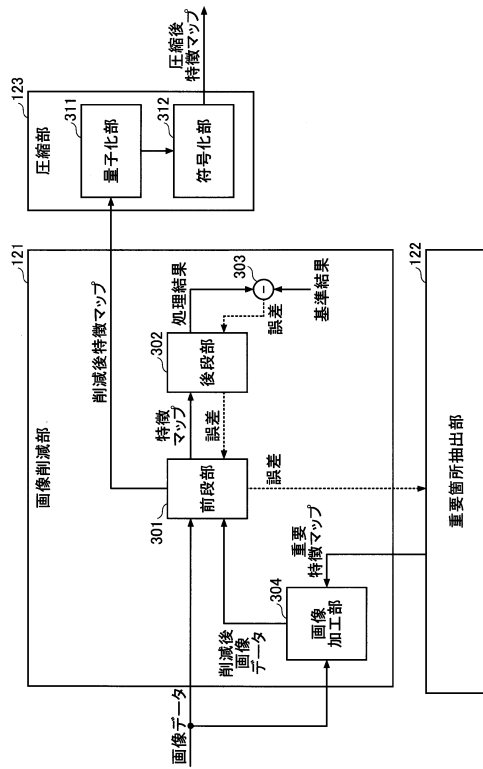
20

30

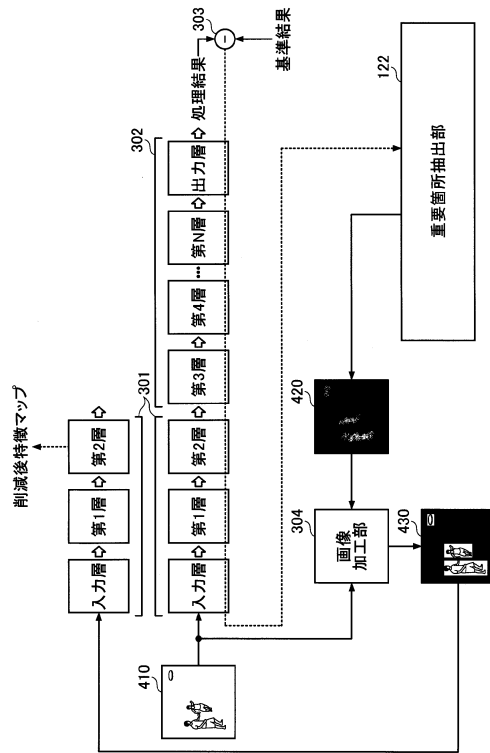
40

50

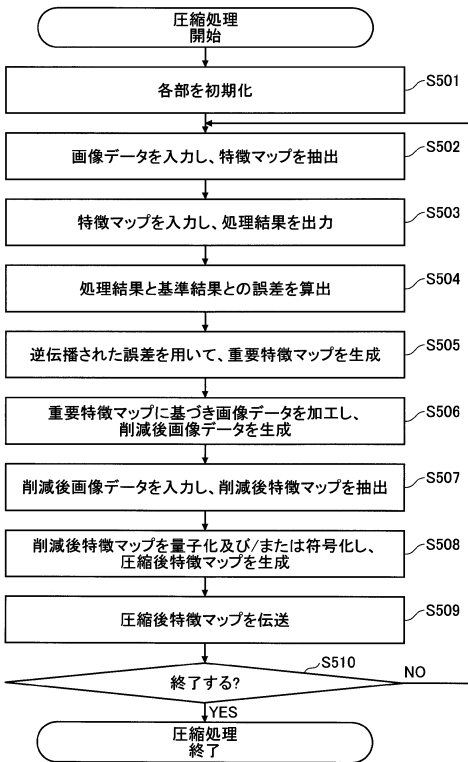
【図3】



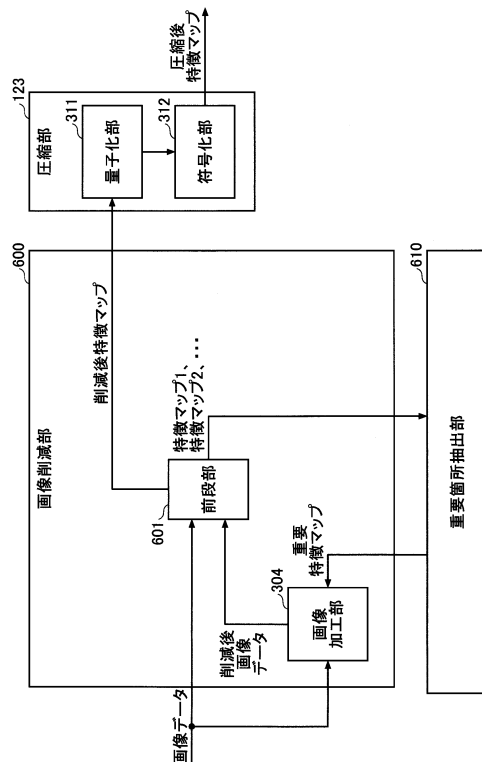
【図4】



【図5】



【図6】



10

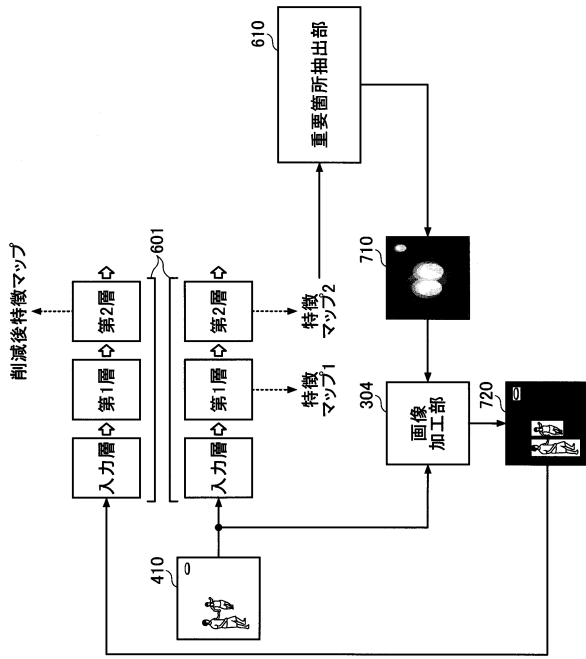
20

30

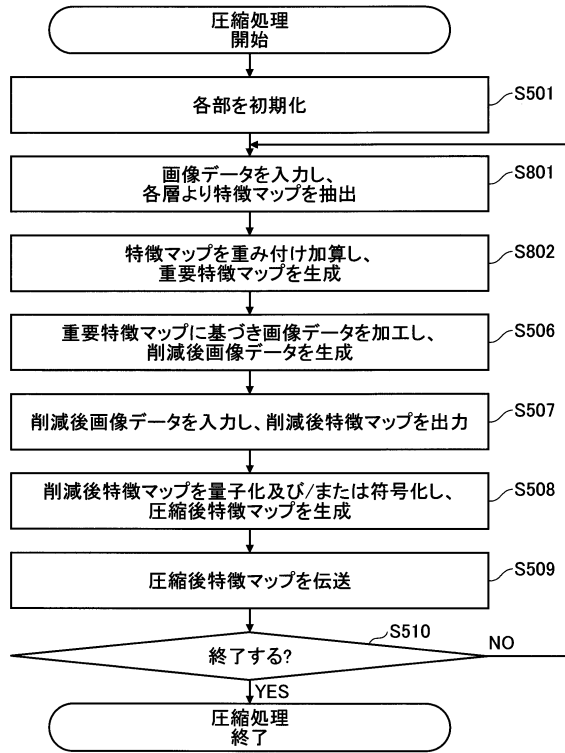
40

50

【図7】



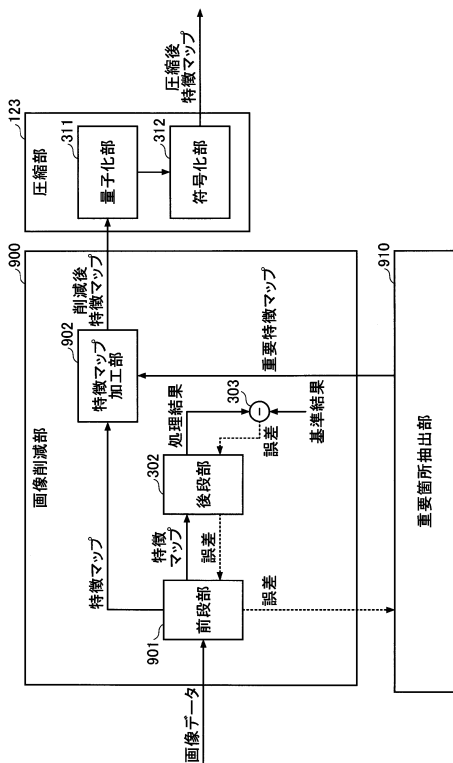
【図8】



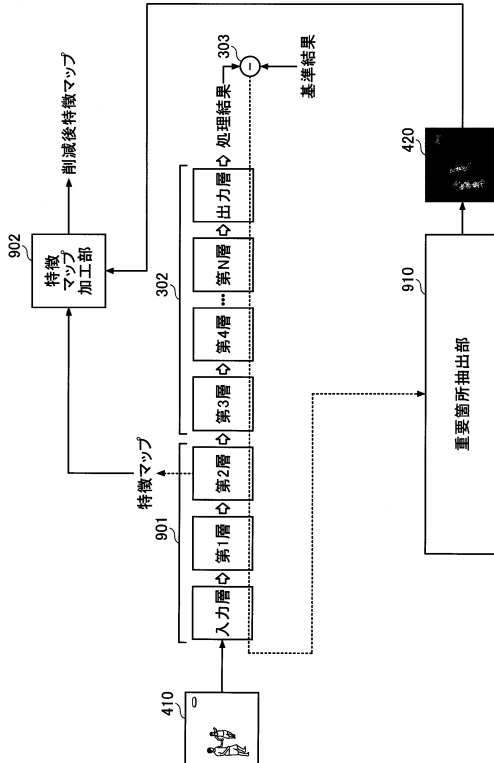
10

20

【図9】



【図10】

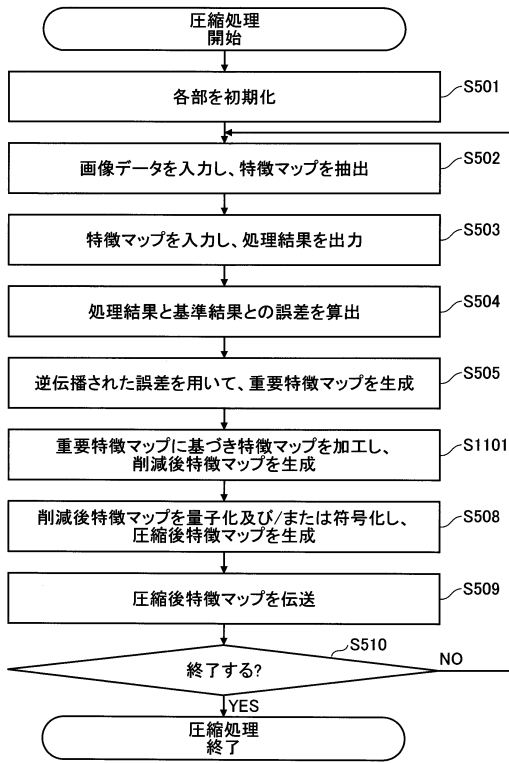


30

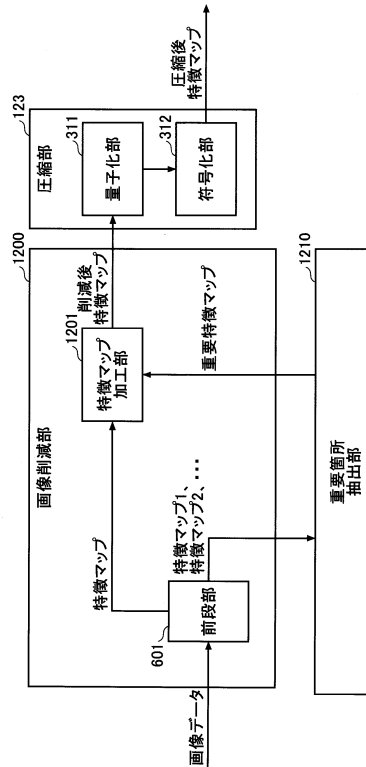
40

50

【図 1 1】



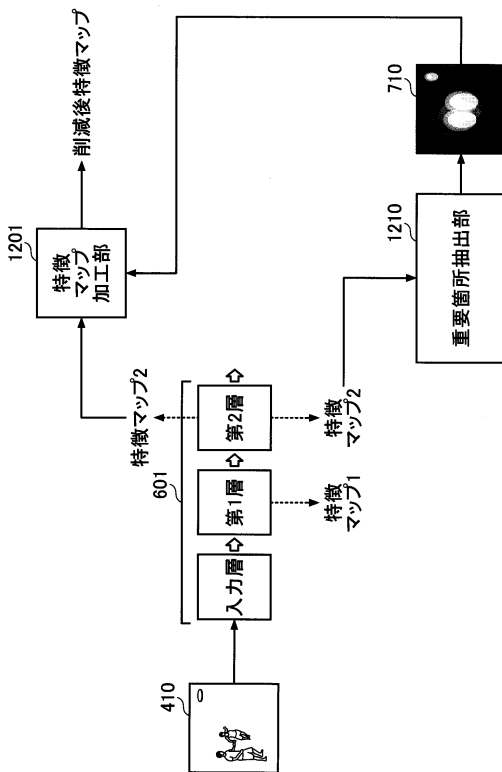
【図 1 2】



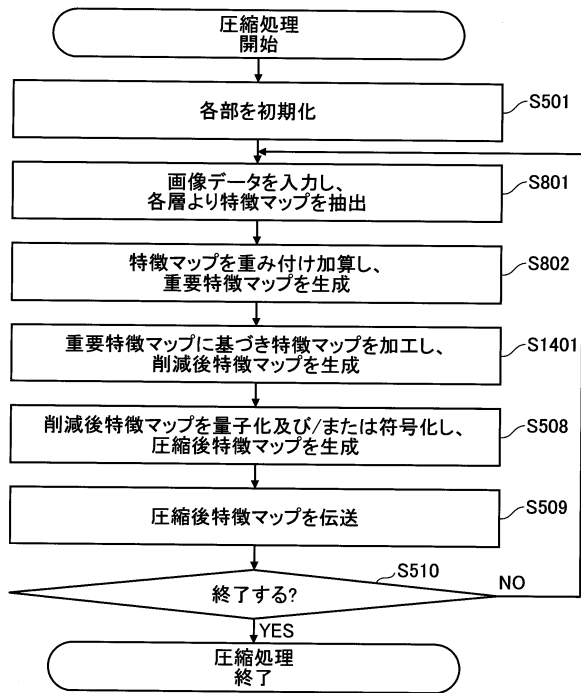
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】



30

40

50

フロントページの続き

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 松永 隆志

- (56)参考文献 国際公開第2020/238603(WO, A1)
米国特許出願公開第2020/0026928(US, A1)
特開2020-113809(JP, A)
特開2020-191631(JP, A)
特開2020-092329(JP, A)
CHOI, Hyomin ほか1名, High Efficiency Compression for Object Detection, 2018 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2018年02月, [令和6年5月14日検索], インターネット <URL: <https://arxiv.org/pdf/1710.11151>>, <URL: <https://arxiv.org/abs/1710.11151>>
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H04N 1/00 - 1/64
H04N 19/00 - 19/98