

(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
2020年12月30日(30.12.2020)

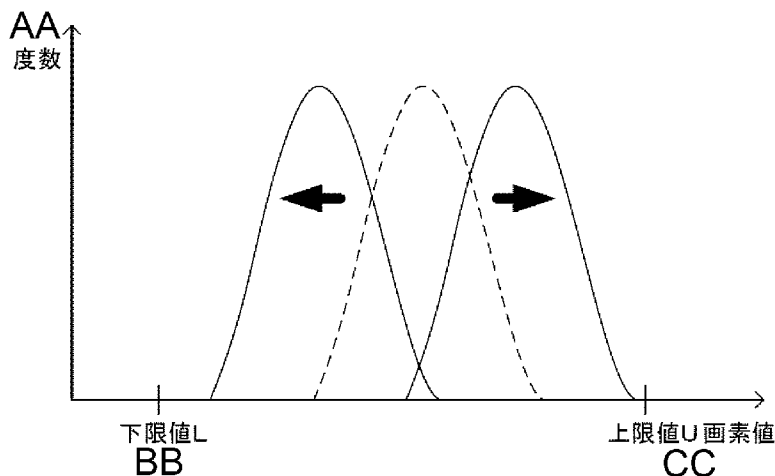


(10) 国際公開番号
WO 2020/262571 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 7/00 (2017.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/025121
- (22) 国際出願日: 2020年6月26日(26.06.2020)
- (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 2019-121325 2019年6月28日(28.06.2019) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 赤堀 貞登 (AKAHORI, Sadato); 〒1070052 東京都港区赤坂9丁目7番3号 富士フイルム株式会社内 Tokyo (JP). 淵
- 上卓也 (FUCHIGAMI, Takuya); 〒1070052 東京都港区赤坂9丁目7番3号 富士フイルム株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人太陽国際特許事務所 (TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: LEARNING IMAGE GENERATION DEVICE, METHOD AND PROGRAM, AND LEARNING METHOD, DEVICE AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 学習用画像生成装置、方法及びプログラム、並びに学習方法、装置及びプログラム



AA Frequency
 BB Lower limit L
 CC Upper limit U pixel value

(57) Abstract: This learning image generation device comprises: a teaching data acquisition unit that acquires teaching data in which a learning image is paired with a correct learning image for which the correct region in the learning image is defined; and a variation learning image generation unit that generates a variation learning image in which pixel values of pixels that belong to the correct region in the learning image are varied within a restriction range of pixel values that the pixels that belong to the correct region could take.



WO 2020/262571 A1

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 学習用画像と、前記学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした教師データを取得する教師データ取得部と、前記学習用画像において、前記正解領域に属する画素の取り得る画素値の制約範囲内で、前記正解領域に属する画素の画素値を変動させた変動学習用画像を生成する変動学習用画像生成部と、を含む、学習用画像生成装置。

明 細 書

発明の名称：

学習用画像生成装置、方法及びプログラム、並びに学習方法、装置及びプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、学習用画像生成装置、方法及びプログラム、並びに学習方法、装置及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、ディープラーニング（深層学習）を用いた機械学習の技術が注目を集めている。機械学習においては、分類の精度をより向上させるために様々な技術が開発されている。特開2018-5640号公報には、欠陥が写った複数の第1画像を含む第1教師データに基づいて深層学習により畳み込みニューラルネットワーク（Convolutional Neural Network：CNN）を生成し、CNNの中間層に、欠陥が写った複数の第2画像それぞれを入力して、この中間層から複数の第2画像それぞれについての複数種類の特徴量を取得して、複数種類の特徴量を用いてさらに機械学習させることにより、分類精度を向上させたモデルを構築する方法が開示されている。

[0003] 一方、学習用画像と、学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした教師データを用いて、End-to-End（エンドツーエンド）深層学習によって、モデルを学習させる方法も知られている。End-to-End深層学習は、入力を与えられてから結果を出力するまで、途中で発生する中間処理を全て学習させる方法である。End-to-End深層学習によって学習された学習モデルにおいては、学習モデルに画像を入力することによって、入力された画像全体をピクセル単位でラベリングすることによりクラス分類を行うセマンティックセグメンテーションを行うことができる。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 一般的に、End-to-End 深層学習においては、入力側と出力側に各々多くの学習用画像及び正解学習用画像があるほど、より精度の高い出力結果が得られることが知られている。しかしながら、入力対象となる画像が、例えば、脳卒中等の疾患を発症した脳の脳画像である場合、セグメンテーションの対象となる梗塞領域及び出血領域等の疾患領域は、形状、大きさ、及び発症箇所等が不定である。また、疾患の発症からの経過時間によって脳画像中の疾患領域の画素値の値が変化する。そのため、脳画像においては多様な症例が存在することとなり、多様な症例を全てカバーできる程度の学習用画像を用意するのは困難である。

[0005] 本開示は、限られた学習用画像を用いて、セグメンテーションの対象となる画像領域の画素値の多様性をカバーできる、学習用画像生成装置、方法及びプログラム、並びに学習方法、装置及びプログラムを提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の第1に態様は、学習用画像生成装置であって、学習用画像と、学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした教師データを取得する教師データ取得部と、学習用画像において、正解領域に属する画素の取り得る画素値の制約範囲内で、正解領域に属する画素の画素値を変動させた変動学習用画像を生成する変動学習用画像生成部と、を含む。

[0007] 本開示の第2の態様は、第1の態様において、制約範囲を取得する制約範囲取得部を含んでもよい。

[0008] 本開示の第3の態様は、第1又は第2の態様において、変動学習用画像生成部は、正解領域に属する画素のうちの1以上の画素の画素値を、一定の値で変動させてもよい。

[0009] 本開示の第4の態様は、第1又は第2の態様において、変動学習用画像生成部は、正解領域に属する画素のうちの1以上の画素の画素値を、画素毎に異なる値で変動させてもよい。

[0010] 本開示の第5の態様は、第1又は第2の態様において、変動学習用画像生

成部は、正解領域に属する画素の画素値に基づいて設定された正規分布に応じて、正解領域に属する画素のうちの1以上の画素の画素値を、画素毎に異なる値で変動させてもよい。

[0011] 本開示の第6の態様は、学習用画像生成方法であって、学習用画像と、学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした教師データを取得し、学習用画像において、正解領域に属する画素の取り得る画素値の制約範囲内で、正解領域に属する画素の画素値を変動させた変動学習用画像を生成する。

[0012] 本開示の第7の態様は、学習用画像生成プログラムであって、学習用画像と、学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした教師データを取得する教師データ取得部と、学習用画像において、正解領域に属する画素の取り得る画素値の制約範囲内で、正解領域に属する画素の画素値を変動させた変動学習用画像を生成する変動学習用画像生成部として、コンピュータを機能させる。

[0013] 本開示の他の態様は、学習用画像生成装置であって、コンピュータに実行させるための命令を記憶するメモリと、記憶された命令を実行するよう構成されたプロセッサとを備え、プロセッサは、学習用画像と、学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした教師データを取得し、学習用画像において、正解領域に属する画素の取り得る画素値の制約範囲内で、正解領域に属する画素の画素値を変動させた変動学習用画像を生成する処理を実行する。

[0014] 本開示の第8の態様は、学習方法であって、学習用画像と、学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした1以上の第1教師データ、及び、学習用画像において、正解領域に属する画素の取り得る画素値の制約範囲内で、正解領域に属する画素の画素値を変動させて生成した1以上の変動学習用画像と、1以上の変動学習用画像の各々において変動前の学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした1以上の第2教師データを用いてモデルを学習させる。

- [0015] なお、上記の態様において、正解領域に属する画素のうちの1以上の画素の画素値を、一定の値で変動させてもよいし、正解領域に属する画素のうちの1以上の画素の画素値を、画素毎に異なる値で変動させてもよいし、正解領域に属する画素の画素値に基づいて設定された正規分布に応じて、正解領域に属する画素のうちの1以上の画素の画素値を、画素毎に異なる値で変動させてもよい。
- [0016] 本開示の第9の態様は、第8の態様において、1回目の学習において、複数の第1教師データを用いてモデルを学習させ、2回目以降の学習において、複数の第1教師データのうちの少なくとも1つの第1教師データを第2教師データに換えてモデルを学習させてもよい。
- [0017] 本開示の第10の態様は、第8の態様において、1回目の学習において、複数の第1教師データを用いてモデルを学習させ、2回目以降の学習において、少なくとも1つの第2教師データを追加してモデルを学習させてもよい。
- [0018] 本開示の第11の態様は、第9又は第10の態様において、2回目以降の学習において、学習の回毎に、使用する第2教師データ及び第2教師データの数の少なくとも一方をランダムに設定してもよい。
- [0019] 本開示の第12の態様は、第9又は第10の態様において、2回目以降の学習において、使用する第2教師データ及び第2教師データの数の少なくとも一方を予め設定してもよい。
- [0020] 本開示の第13の態様は、第9から第12の何れかの態様において、2回目以降の学習において、少なくとも1回、複数の第1教師データのみを用いてモデルを学習させてもよい。
- [0021] 本開示の第14の態様は、学習装置であって、学習用画像と、学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした1以上の第1教師データ、及び、学習用画像において、正解領域に属する画素の取り得る画素値の制約範囲内で、正解領域に属する画素の画素値を変動させて生成した1以上の変動学習用画像と、1以上の変動学習用画像の各々において変動前

の学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした1以上の第2教師データとを取得する教師データ取得部と、教師データ取得部により取得された1以上の第1教師データ及び1以上の第2教師データを用いてモデルを学習させる学習部と、を含む。

[0022] 本開示の他の態様は、学習装置であって、コンピュータに実行させるための命令を記憶するメモリと、記憶された命令を実行するよう構成されたプロセッサとを備え、プロセッサは、学習用画像と、学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした1以上の第1教師データ、及び、学習用画像において、正解領域に属する画素の取り得る画素値の制約範囲内で、正解領域に属する画素の画素値を変動させて生成した1以上の変動学習用画像と、1以上の変動学習用画像の各々において変動前の学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした1以上の第2教師データを用いてモデルを学習させる処理を実行する。

[0023] 本開示の第15の態様は、第14の態様において、学習部は、上記の学習方法によってモデルを学習させることができる。

[0024] 本開示の第16の態様は、学習プログラムであって、学習用画像と、学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした1以上の第1教師データ、及び、学習用画像において、正解領域に属する画素の取り得る画素値の制約範囲内で、正解領域に属する画素の画素値を変動させて生成した1以上の変動学習用画像と、1以上の変動学習用画像の各々において変動前の学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした1以上の第2教師データとを取得する教師データ取得部と、教師データ取得部により取得された1以上の第1教師データ及び1以上の第2教師データを用いてモデルを学習させる学習部として、コンピュータを機能させる。

発明の効果

[0025] 上記態様によれば、本開示の学習用画像生成装置、方法及びプログラム、並びに学習方法、装置及びプログラムは、限られた学習用画像を用いて、セグメンテーションの対象となる画像領域の画素値の多様性をカバーできる。

図面の簡単な説明

- [0026] [図1]本開示の一例示的实施形態である学習用画像生成装置及び学習装置を適用した、診断支援システムの概要を示すハードウェア構成図
- [図2]本開示の一例示的实施形態である学習装置の構成を示す概略ブロック図
- [図3]C T画像と正解C T画像とを組にした第1教師データを説明するための図
- [図4]梗塞領域を説明するための図
- [図5]梗塞領域に属する画素の画素値の分布を示すグラフ
- [図6]梗塞領域に属する画素の画素値の変動を説明するためのグラフ
- [図7]C T画像に変動を加えて生成した変動C T画像を説明するための図
- [図8]変動C T画像を生成する処理を示すフローチャート
- [図9]第2の例示的实施形態における画素値の変動方法を説明するための図
- [図10]第3の例示的实施形態における画素値の変動方法を説明するための図
- [図11]第4の例示的实施形態における画素値の変動方法を説明するための図
- [図12]第5の例示的实施形態における画素値の変動方法を説明するための図
- [図13]変動C T画像と正解C T画像とを組にした第2教師データを説明するための図
- [図14]学習モデルを説明するための図
- [図15]第6の例示的实施形態における第1教師データ及び第2教師データを用いた学習方法を説明するための図
- [図16]学習時に行われる処理を示すフローチャート
- [図17]第7の例示的实施形態における第1教師データ及び第2教師データを用いた学習方法を説明するための図
- [図18]第8の例示的实施形態における第1教師データ及び第2教師データを用いた学習方法を説明するための図
- [図19]第9の例示的实施形態における第1教師データ及び第2教師データを用いた学習方法を説明するための図
- [図20]第10の例示的实施形態における第1教師データ及び第2教師データ

を用いた学習方法を説明するための図

発明を実施するための形態

[0027] 以下、図面を参照して本開示の第1の例示的实施形態について説明する。

図1は、本開示の第1の例示的实施形態による学習用画像生成装置及び学習装置を適用した、診断支援システムの概要を示すハードウェア構成図である。図1に示すように、診断支援システムでは、本例示的实施形態による学習装置1、3次元画像撮影装置2、及び画像保管サーバ3が、ネットワーク4を経由して通信可能な状態で接続されている。なお、学習装置1には、本例示的实施形態による学習モデル及び学習用画像生成装置が内包される。

[0028] 3次元画像撮影装置2は、被検体の診断対象となる部位を撮影することにより、その部位を表す3次元画像を生成する装置である。具体的には、3次元画像撮影装置2は、CT (Computed Tomography) 装置、MRI (Magnetic Resonance Imaging) 装置、及びPET (Positron Emission Tomography) 装置等である。この3次元画像撮影装置2により生成された医用画像は、画像保管サーバ3に送信され、保存される。なお、本例示的实施形態においては、被検体である患者の診断対象部位は脳であり、3次元画像撮影装置2はCT装置である。そして、CT装置において、被検体の脳を含む3次元のCT画像Bc0を生成する。

[0029] 画像保管サーバ3は、各種データを保存して管理するコンピュータであり、大容量外部記憶装置及びデータベース管理用ソフトウェアを備えている。画像保管サーバ3は、有線あるいは無線のネットワーク4を介して他の装置と通信を行い、画像データ等を送受信する。具体的には、画像保管サーバ3は、3次元画像撮影装置2で生成されたCT画像の画像データを含む各種データをネットワーク経由で取得し、大容量外部記憶装置等の記録媒体に保存して管理する。なお、画像データの格納形式及びネットワーク4経由での各装置間の通信は、DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) 等のプロトコルに基づいている。また、本例示的实施形態においては、画像保管サーバ3は、後述する学習モデル25の学習のための学習用画像

となるCT画像Bc0を含む第1教師データD（後述する）も保管して管理している。

[0030] 本例示的实施形態の学習用画像生成装置及び学習モデルを含む学習装置1は、1台のコンピュータに、本開示の学習用画像生成プログラム及び学習プログラムをインストールしたものである。コンピュータは、診断を行う医師が直接操作するワークステーション又はパーソナルコンピュータでもよいし、それらとネットワークを介して接続されたサーバコンピュータでもよい。学習用画像生成プログラム及び学習プログラムは、DVD (Digital Versatile Disc) あるいはCD-ROM (Compact Disc Read Only Memory) 等の記録媒体に記録されて配布され、その記録媒体からコンピュータにインストールされる。又は、ネットワークに接続されたサーバコンピュータの記憶装置、もしくはネットワークストレージに、外部からアクセス可能な状態で記憶され、要求に応じて医師が使用するコンピュータにダウンロードされ、インストールされる。

[0031] 図2は、コンピュータに学習用画像生成プログラム及び学習プログラムをインストールすることにより実現される本開示の一例示的实施形態である学習装置1の概略構成を示す図である。図2に示すように、学習装置1は、標準的なワークステーションの構成として、CPU (Central Processing Unit) 11、メモリ12及びストレージ13を備えている。また、学習装置1には、液晶ディスプレイ等からなる表示部14、並びにキーボード及びマウス等からなる入力部15が接続されている。入力部15は、ユーザによる種々の設定入力を受け付ける。なお、タッチパネルを用いることによって表示部14と入力部15とを兼用するようにしてもよい。

[0032] ストレージ13は、ハードディスクドライブ及びSSD (Solid State Drive) 等からなる。ストレージ13には、ネットワーク4を経由して画像保管サーバ3から取得した、後述する学習モデル25の学習のための学習用画像となるCT画像Bc0を含む第1教師データD、及び処理に必要な情報を含む各種情報が記憶されている。

[0033] また、メモリ 12 には、学習用画像生成プログラム及び学習プログラムが記憶されている。学習用画像生成プログラムは、CPU 11 に実行させる処理として、教師データ取得処理と、制約範囲取得処理、変動学習用画像生成処理を規定する。教師データ取得処理では、学習用画像と、学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした第 1 教師データ D を取得する。制約範囲取得処理では、学習用画像において、正解領域に属する画素の取り得る画素値の制約範囲を取得する。変動学習用画像生成処理では、制約範囲内で、正解領域に属する画素の画素値を変動させた変動学習用画像を生成する。

[0034] また、学習プログラムは、CPU 11 に実行させる処理として、教師データ取得処理、学習処理、判別処理、表示制御処理を規定する。教師データ取得処理では、学習用画像と、学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした 1 以上の第 1 教師データ、及び、学習用画像において、正解領域に属する画素の取り得る画素値の制約範囲内で、正解領域に属する画素の画素値を変動させて生成した 1 以上の変動学習用画像と、1 以上の変動学習用画像の各々において変動前の学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした 1 以上の第 2 教師データとを取得する。学習処理では、取得された 1 以上の第 1 教師データ及び 1 以上の第 2 教師データを用いてモデルを学習させる。判別処理では、学習用画像又は判別の対象となる対象画像が入力された場合に、入力された画像における正解領域を出力する。表示制御処理では、学習用画像、正解学習用画像、及び正解領域等を表示部 14 に表示する。

[0035] そして、CPU 11 がプログラムに従いこれらの処理を実行することで、コンピュータは、教師データ取得部 21、制約範囲取得部 22、変動学習用画像生成部 23、学習部 24、学習モデル 25、及び表示制御部 26 として機能する。ここで、教師データ取得部 21、制約範囲取得部 22、及び変動学習用画像生成部 23 が、本例示的实施形態の学習用画像生成装置を構成する。

[0036] 教師データ取得部21は、ネットワークに接続されたインターフェース（不図示）を介して、画像保管サーバ3から、第1教師データDを取得する。図3は、CT画像Bc0と正解マスクBc1とを組にした第1教師データDを説明するための図である。図3に示すように、第1教師データDは、後述する学習モデル25の学習のための学習用画像となるCT画像Bc0及びこのCT画像Bc0において正解領域として梗塞領域Aが定義された正解マスクBc1とを組にした教師データである。なお、図3において、CT画像Bc0は3次元画像であるが、ここでは説明のため、CT画像Bc0の1つの断層面における2次元の断層画像を用いて説明する。また、図3において、正解マスクBc1は、正解領域である梗塞領域Aを白色に塗り潰して描画することにより定義しているが、正解マスクBc1はこれに限られない。例えば、梗塞領域Aの内部を塗り潰すことなく、梗塞領域Aの境界を白色で描画することにより梗塞領域Aを定義してもよい。また、白色以外の色で描画してもよい。また、梗塞領域Aの内部と、梗塞領域Aの外部とを異なる画素値を有する画素で構成した画像とすることにより梗塞領域Aを定義してもよい。

[0037] なお、本例示的实施形態のCT画像Bc0は本開示の学習用画像に、本例示的实施形態の正解マスクBc1は本開示の正解学習用画像にそれぞれ対応する。また、CT画像Bc0及び正解マスクBc1、すなわち第1教師データDが既にストレージ13に記憶されている場合には、教師データ取得部21は、ストレージ13から第1教師データDを取得するようにしてもよい。また、教師データ取得部21は、後述する学習モデル25の学習のために、多数の被検体についての第1教師データDを取得する。また、教師データ取得部21は、ストレージ13から後述する第2教師データFを取得する。

[0038] 表示制御部26は、教師データ取得部21が取得した第1教師データD及び第2教師データFを各々構成するCT画像Bc0、正解マスクBc1、及び変動CT画像Bc2を表示部14に表示させる。

[0039] 制約範囲取得部22は、CT画像Bc0において、梗塞領域Aに属する画

素の取り得る画素値の制約範囲を取得する。本例示的实施形態においては、CT画像Bc0はCT画像である。一般的に、人間の体の約60%は水からできているため、CT値は水を原点の0、空気の状態を最低値である-1000で各々表現している。空気の-1000はCT画像Bc0上においては黒色で表現されるように設定される。すなわち、2次元画像の場合には画像を構成する各画素、3次元画像の場合には画像を構成する各ボクセルに、白黒の濃淡値（画素値ともいう）が与えられることによりCT画像Bc0が表現される。

[0040] CT画像Bc0上において急性期における梗塞領域Aの取り得る画素値は、20~30程度である。従って、本例示的实施形態において、制約範囲取得部22は、梗塞領域Aの取り得る画素値の制約範囲の下限值Lを20、及び上限値Uを32として取得する。下限値L及び上限値Uの値は、ユーザが入力部15を操作することにより入力される。なお、本例示的实施形態においては、下限値L及び上限値Uの値は、ユーザによって入力されるものとしたが、本開示の技術はこれに限られない。例えば、CT画像、MRI画像、及びPET画像等、画像の種類毎に下限値L及び上限値Uの値を設定した対応表を予めストレージ13に保存しておき、教師データ取得部21が取得した第1教師データDを構成する学習用画像の種類に応じて、上記対応表により下限値L及び上限値Uの値を導出してもよい。また、学習用画像の種類から下限値L及び上限値Uの値を導出することができれば対応表に限られず、例えば式等により導出してもよい。

[0041] また、本例示的实施形態においては、正解領域を梗塞領域Aとしたため、制約範囲取得部22は、梗塞領域Aの取り得る画素値の制約範囲の下限值Lを20、及び上限値Uを32として取得した。しかしながら、下限値L及び上限値Uの値、すなわち上記制約範囲は、検出したい対象に応じて適宜設定される。例えば、学習用画像がCT画像の場合、脳画像において脳出血を検出したい場合には、正解領域は出血領域となるため、出血領域の取り得る画素値の制約範囲は、50~80程度となる。

- [0042] なお、画素値の下限値L及び上限値Uの値は、例えば、学習用画像を撮影した装置の種類、型番、メーカー、撮影した施設、及び検出対象となる病変の種類毎に予め統計をとって、統計によって得られた数値データに基づいて設定するようにしてもよい。
- [0043] 変動学習用画像生成部23は、CT画像Bc0において、梗塞領域Aに属する画素の取り得る画素値の制約範囲内で、梗塞領域Aに属する画素の画素値を変動させた変動学習用画像である変動CT画像Bc2を生成する。図4は梗塞領域Aを説明するための図である。なお、図4においては、実際の梗塞領域Aの形状とは異なるが説明を分かり易くするために、梗塞領域Aを4行4列の16個の画素で構成された正方形の領域として説明する。
- [0044] 梗塞領域Aは、図4に示すように、4行4列に配列されたP11からP44の16個の画素で構成されている。梗塞領域Aを構成する各画素P11～P44は、各々の画素が梗塞領域を示す画素であるため、20以上32以下の画素値となる。図5は梗塞領域Aに属する画素P11～P44の画素値の分布を示すグラフ、図6は梗塞領域Aに属する画素の画素値の変動を説明するためのグラフである。なお、図5及び図6において、横軸は画素値、縦軸は出現度数を示す。
- [0045] 梗塞領域Aを構成する各画素P11～P44の画素値は、図5に示すように、梗塞領域Aの取り得る画素値の制約範囲の下限値L(20)から上限値U(32)の間で分布する。例えば、梗塞領域Aを構成する各画素P11～P44の画素値の最大値が25である場合には、上記制約範囲の上限値Uの32に到達する「7」の値まで加えることが可能である。そのため、0以上7以下の数値をランダムに選択して、選択された数値を、梗塞領域Aを構成する全ての画素P11～P44の画素値に加える。これにより、図6に示すように、梗塞領域Aに属する画素P11～P44の画素値の点線で示す分布は、加えた数値の分だけ右矢印方向にシフトして、実線で示す分布となる。
- [0046] 一方、梗塞領域Aを構成する各画素P11～P44の画素値の最小値が22である場合には、上記制約範囲の下限値Lの20に到達する「2」の値ま

で減算することが可能である。そのため、0以上2以下の数値をランダムに選択して、選択された数値を、梗塞領域Aを構成する全ての画素P11～P44の画素値から減算する。これにより、図6に示すように、梗塞領域Aに属する画素P11～P44の画素値の点線で示す分布は、減算した数値の分だけ左矢印方向にシフトして、実線で示す分布となる。

[0047] なお、0以上7以下の数値、及び0以上2以下の数値からランダムに選択する数値の個数は、予め設定された生成すべき変動CT画像Bc2（後述する）の数に基づいて決定される。例えば変動CT画像Bc2を3枚生成したい場合には、0以上7以下の数値、及び0以上2以下の数値からランダムに3つの数値が選択される。なお、生成すべき変動CT画像Bc2の数は、ユーザが入力部15を使用して任意に設定することができる。

[0048] 変動学習用画像生成部23は、選択された数値、すなわちシフト量に基づいて、梗塞領域Aに属する画素の画素値を変動させることにより変動CT画像Bc2を生成する。図7はCT画像Bc0に変動を加えて生成した変動CT画像Bc2を説明するための図である。なお、図7において、変動CT画像Bc2は、CT画像Bc0との違いを明確に表すために、梗塞領域Aの画素値を誇張して変化させている。

[0049] 変動学習用画像生成部23は、図7に示すように、CT画像Bc0において、梗塞領域Aに属する全ての画素の画素値に0以上7以下の数値から選択された数値を加えるか、又はCT画像Bc0における梗塞領域Aに属する全ての画素の画素値から、0以上2以下の数値から選択された数値を減算する。これにより、変動学習用画像生成部23は、CT画像Bc0の梗塞領域Aの画素値に変動を与えた変動CT画像Bc2を生成する。

[0050] 次いで、本例示的实施形態における変動CT画像Bc2を生成する処理について説明する。図8は変動CT画像Bc2を生成する処理を示すフローチャートである。まず、教師データ取得部21が、CT画像Bc0と正解マスクBc1とを組にした第1教師データDを取得する（ステップST1）。次に、制約範囲取得部22が、CT画像Bc0において、梗塞領域Aに属する

画素の取り得る画素値の制約範囲を取得する（ステップS T 2）。そして、変動学習用画像生成部23が、C T画像B c 0の梗塞領域Aの画素値に、上述したようにして変動を与えることにより変動C T画像B c 2を生成して（ステップS T 3）、一連の処理を終了する。

[0051] 教師データ取得部21、制約範囲取得部22、及び変動学習用画像生成部23で構成される本例示的实施形態の学習用画像生成装置、本例示的实施形態の学習用画像生成方法、並びに本例示的实施形態の学習用画像生成プログラムによれば、C T画像B c 0における梗塞領域Aに属する画素の取り得る画素値の制約範囲内で、梗塞領域Aに属する画素の画素値を変動させることにより、容易にC T画像B c 0とは梗塞領域Aに属する画素の画素値が異なる変動C T画像B c 2を生成することができる。また、変動させる値を替えることにより、梗塞領域Aに属する画素の画素値が異なる複数の変動C T画像B c 2を生成することができる。これにより、限られたC T画像B c 0を用いて、梗塞領域Aの画素値の異なる変動C T画像B c 2を生成することができるので、セグメンテーションの対象となる梗塞領域Aの画素値の多様性をカバーすることができる。

[0052] なお、上記第1の例示的实施形態においては、教師データ取得部21、制約範囲取得部22、及び変動学習用画像生成部23により学習用画像生成装置が構成されるものとした。しかしながら、本開示の技術はこれに限られず、制約範囲取得部22を備えていなくてもよい。この場合、変動学習用画像生成部23は、予め定められた制約範囲に基づいて、梗塞領域Aに属する画素の画素値を変動させればよい。

[0053] また、上記第1の例示的实施形態においては、変動学習用画像生成部23は、C T画像B c 0において梗塞領域Aに属する全ての画素の画素値を一定の値で変動させたが、本開示の技術はこれに限られない。例えば、梗塞領域Aに属する画素のうちの一部の画素の画素値を一定の値で変動させてもよい。図9は第2の例示的实施形態における画素値の変動方法を説明するための図である。

[0054] 変動学習用画像生成部23は、図9に示すように、一例として、斜線で示す画素P11、画素P23、及び画素P41の3つの画素の画素値を一定の値で変動させる。なお、画素値を変動させる画素及び画素値を変動させる画素の個数は予め設定してもよいし、ランダムに設定されるようにしてもよい。

[0055] また、上記第1の例示的实施形態及び第2の例示的实施形態においては、変動学習用画像生成部23は、CT画像Bc0において梗塞領域Aに属する画素の画素値を全て一定の値で変動させた。しかしながら、本開示の技術はこれに限られない。例えば、画素毎に異なる値で変動させてもよい。図10は第3の例示的实施形態における画素値の変動方法を説明するための図である。

[0056] 変動学習用画像生成部23は、図10に示すように、一例として、斜線で示す画素P23、画素P33、及び画素P41の3つの画素の画素値を第1の値で変動させる。また、網掛けで示す画素P11及び画素P44の2つの画素の画素値を第2の値で変動させる。
なお、第1の値で画素値を変動させる画素及び第1の値で画素値を変動させる画素の個数、並びに第2の値で画素値を変動させる画素及び第2の値で画素値を変動させる画素の個数は予め設定してもよいし、ランダムに設定されるようにしてもよい。

[0057] また、上記第1から第3の例示的实施形態においては、変動学習用画像生成部23は、CT画像Bc0において梗塞領域Aに属する画素の画素値を変動させることにより、図5に示す分布のグラフが移動又は変形する。しかしながら、本開示の技術はこれに限られない。例えば、梗塞領域Aに属する画素を入れ換えてもよい。図11は第4の例示的实施形態における画素値の変動方法を説明するための図である。

[0058] 変動学習用画像生成部23は、図11に示すように、一例として、右上から左下へ向かう斜線で示す画素P41の画素値を、網掛けで示す画素P44の画素値に替える。また、左上から右下へ向かう斜線で示す画素P33の画

素値を、右上から左下へ向かう斜線で示す画素 P 4 1 の画素値に替える。また、網掛けで示す画素 P 4 4 の画素値を左上から右下へ向かう斜線で示す画素 P 3 3 の画素値に替える。本例示的实施形態においては、梗塞領域 A に属する画素を入れ替えただけなので、図 5 に示す分布のグラフを保持したままで梗塞領域 A に属する画素の画素値を変動させることができる。なお、画素値を入れ替える画素及び画素値を入れ替える画素の個数は予め設定してもよいし、ランダムに設定されるようにしてもよい。

[0059] また、予め梗塞領域 A の画素値の平均と標準偏差とを設定して、正規分布を決定し、決定した正規分布に基づいて画素値を変動させてもよい。図 1 2 は第 5 の例示的实施形態における画素値の変動方法を説明するための図である。変動学習用画像生成部 2 3 は、図 1 2 に示すように、梗塞領域 A の取り得る画素値の制約範囲の下限値 L から上限値 U の間で、平均と標準偏差とを設定することにより、梗塞領域 A の画素値の正規分布を決定する。変動学習用画像生成部 2 3 は、梗塞領域 A において図 1 2 のグラフに基づいて、各画素値の画素が存在するように、画素値を変動させる。

[0060] 以上のようにして変動学習用画像生成部 2 3 により生成された変動 CT 画像 B c 2 は、第 2 教師データ F を構成する画像データとしてストレージ 1 3 に記憶される。図 1 3 は変動 CT 画像 B c 2 と正解 CT 画像 B c 1 とを組にした第 2 教師データ F を説明するための図である。第 2 教師データ F は、図 1 3 に示すように、変動 CT 画像 B c 2 と、変動 CT 画像 B c 2 の変動前の CT 画像 B c 0 において梗塞領域 A が定義された正解マスク B c 1 とを組にした教師データである。なお、本例示的实施形態において第 2 教師データ F は、変動 CT 画像 B c 2 と変動前の CT 画像 B c 0 において梗塞領域 A が定義された正解マスク B c 1 とを組にしたが、変動 CT 画像 B c 2 と、変動 CT 画像 B c 2 において新たに梗塞領域 A を定義した正解マスク B c 3 とを組にしてもよい。ただし、変動 CT 画像 B c 2 は、変動前の CT 画像 B c 0 において、梗塞領域 A に属する画素の画素値を梗塞領域 A の取り得る画素値の制約範囲内において変動させているので、正解マスク B c 1 と、変動 CT 画

像B c 2において新たに梗塞領域Aを定義した正解マスクB c 3とは同じ正解マスクとなる。

[0061] 次に、図2に戻り、学習部24は、教師データ取得部21により取得された1以上の第1教師データD及び1以上の第2教師データFを用いて学習モデル25を学習させる。図14は学習モデルの学習方法を説明するための図である。なお、本例示的实施形態において学習モデル25は、本開示のモデルに対応する。

[0062] 学習モデル25は、梗塞領域を検出する対象となるCT画像が入力された場合に、CT画像における梗塞領域を出力するように学習されたモデルである。本例示的实施形態においては、学習モデル25は、U-Net (U Networks)の構造を有する。U-Netは、全層畳み込みネットワーク (Fully Convolution Network ; FCN) の1つであり、画像のセグメンテーションに特化したネットワークである。

[0063] 学習部24は、図14に示すように、第1教師データDすなわちCT画像B c 0及び正解マスクB c 1を学習モデルMに入力することにより、学習モデルMにCT画像B c 0における梗塞領域Aを学習させる。これにより、CT画像B c 0が入力された場合に、正解マスクB c 1と一致する領域が梗塞領域Aとして出力されるように学習モデルMを学習させる。また、学習部24は、第2教師データFすなわち変動CT画像B c 2及び正解マスクB c 1を学習モデルMに入力することにより、学習モデルMに変動CT画像B c 2における梗塞領域Aを学習させる。これにより、変動CT画像B c 2が入力された場合に、正解マスクB c 1と一致する領域が梗塞領域Aとして出力されるように学習モデルMを学習させる。

[0064] 次に、1以上の第1教師データD及び1以上の第2教師データFを用いた学習モデル25の学習方法について説明する。一般的に学習モデル25を学習させる場合には、例えばn個の教師データを順に学習モデル25に学習させる。そして、n個の教師データが全て学習されると、2回目として再度n個の教師データを順に学習モデル25に学習させて、予め定められた回数、

同じ教師データを使用して繰り返し学習モデル25に学習させることが行われている。

[0065] 本例示的实施形態においては、 n 個の第1教師データ $D_1 \sim D_n$ を用いて学習モデル25を学習させる際に、1回目は n 個の第1教師データ $D_1 \sim D_n$ を用いて学習モデル25を学習させる。次に、2回目以降は、 n 個の第1教師データ $D_1 \sim D_n$ のうちの少なくとも1つの第1教師データ D を第2教師データ F に換えて学習モデル25を学習させる。図15は第6の例示的实施形態における第1教師データ D 及び第2教師データ F を用いた学習方法を説明するための図である。なお、第1教師データ D 及び第2教師データ F は、CT画像 $B_c 0$ 又は変動CT画像 $B_c 2$ と、正解マスク $B_c 1$ との組で、すなわち2つの画像データで構成されているが、図15において第1教師データ D 及び第2教師データ F は説明の都合上、1枚の画像で表してある。なお、以下の図面においても同様に表すことがある。

[0066] 学習部24は、図15に示すように、1回目の学習時(1T)には、 n 個の第1教師データ $D_1 \sim D_n$ を用いて学習モデル25を学習させる。2回目の学習時(2T)には、第1教師データ D_1 を第2教師データ F_1 に換えて学習モデル25を学習させる。3回目の学習時(3T)には、第2教師データ F_1 を第1教師データ D_1 に戻して、かつ、第1教師データ D_2 を第2教師データ F_2 に換えて学習モデル25を学習させる。さらに4回目の学習時(4T)には、第2教師データ F_2 を第1教師データ D_2 に戻して、かつ、第1教師データ D_3 を第2教師データ F_3 に換えて学習モデル25を学習させる。

[0067] このように、第6の例示的实施形態においては、2回目以降の学習において、回毎に、 n 個の第1教師データ $D_1 \sim D_n$ のうちの1つの第1教師データ D を第2教師データ F に換えて学習モデル25を学習させる。 $n+1$ 回の学習が終了すると、1回目の学習(1T)に戻り、設定された回数の学習が終了するまで上記学習を繰り返し行う。

[0068] 次いで、第6の例示的实施形態における一連の処理について説明する。図

16は学習時に行われる処理を示すフローチャートである。まず、教師データ取得部21が、画像保管サーバ3及びストレージ13から第1教師データD及び第2教師データFを取得する(ステップST11)。次いで、学習部24が、取得した第1教師データD及び第2教師データFを用いて、学習モデル25を上述のようにして学習させて(ステップST12)、一連の処理を終了する。

[0069] 第6の例示的实施形態においては、CT画像Bc0における梗塞領域Aに属する画素の取り得る画素値の制約範囲内で、梗塞領域Aに属する画素の画素値を変動させることにより生成された、CT画像Bc0とは梗塞領域Aに属する画素の画素値が異なる変動CT画像Bc2と正解マスクBc1とを組にした第2教師データFを学習に使用する。このように、第1教師データDのみを使用して学習モデル25を学習させるよりも、第2教師データFを使用することにより、第1教師データDの梗塞領域Aの画素値とは異なる画素値の梗塞領域Aが定義された変動CT画像Bc2が教師データとして使用される。したがって、本例示的实施形態では、セグメンテーションの対象となる梗塞領域Aの画素値の多様性をカバーすることができる。

[0070] なお、第6の例示的实施形態においては、2回目以降の学習において、回毎に1つの第1教師データDを第2教師データFに換えて学習モデル25を学習させたが、本開示の技術はこれに限られない。2つの第1教師データDを第2教師データFに換えてもよいし、3つ、4つ等、任意の数の第1教師データDを第2教師データFに替えることができる。また、予め定められた第1教師データDのみを回毎に異なる第2教師データFに換えてもよい。また、第2教師データFに変更する第1教師データDはランダムに選択されるようにしてもよい。また、第2教師データFに変更する第1教師データDの個数はランダムに決定されるようにしてもよい。また、第2教師データFに変更する第1教師データD及び第2教師データFに変更する第1教師データDの個数の両方を、ランダムに決定するようにしてもよい。図17は第7の例示的实施形態における第1教師データD及び第2教師データFを用いた学

習方法を説明するための図である。

[0071] 学習部24は、図17に示すように、1回目の学習時(1T)には、n個の第1教師データ $D_1 \sim D_n$ を用いて学習モデル25を学習させる。2回目の学習時(2T)には、第1教師データ D_1 を第2教師データ F_1 に換えて学習モデル25を学習させる。3回目の学習時(3T)には、第2教師データ F_1 を第1教師データ D_1 に戻して、かつ、第1教師データ D_2 を第2教師データ F_2 に、第1教師データ D_4 を第2教師データ F_4 に、第1教師データ D_5 を第2教師データ F_5 に、それぞれ換えて学習モデル25を学習させる。さらに4回目の学習時(4T)には、第2教師データ F_2 を第1教師データ D_2 に、第2教師データ F_4 を第1教師データ D_4 に、第2教師データ F_5 を第1教師データ D_5 に、それぞれ戻して、かつ、第1教師データ D_1 を第2教師データ F_1 に、第1教師データ D_3 を第2教師データ F_3 に換えて学習モデル25を学習させる。

[0072] なお、第6の例示的实施形態及び第7の例示的实施形態においては、2回目以降の学習において、回毎に第1教師データ D を第2教師データ F に換えて学習モデル25を学習させたが、本開示の技術はこれに限られない。回毎にn個の第1教師データ D_n に第2教師データ F を追加して学習モデル25を学習させてもよい。図18は第8の例示的实施形態における第1教師データ D 及び第2教師データ F を用いた学習方法を説明するための図である。

[0073] 学習部24は、図18に示すように、1回目の学習時(1T)には、n個の第1教師データ $D_1 \sim D_n$ を用いて学習モデル25を学習させる。2回目の学習時(2T)には、第2教師データ F_1 を加えて学習モデル25を学習させる。3回目の学習時(3T)には、第2教師データ F_2 を加えて学習モデル25を学習させる。さらに4回目の学習時(4T)には、第2教師データ F_3 を加えて学習モデル25を学習させる。

[0074] このように、第8の例示的实施形態においては、2回目以降の学習において、回毎に、n個の第1教師データ $D_1 \sim D_n$ に、さらに第2教師データ F を1つ加えて学習モデル25を学習させる。n+1回の学習が終了すると、

1回目の学習（1 T）に戻り、設定された回数の学習が終了するまで上記学習を繰り返し行う。

[0075] なお、第8の例示的实施形態においては、2回目以降の学習において、回毎に1つの第2教師データFを加えて学習モデル25を学習させた。しかしながら、本開示の技術はこれに限られない。2つの第2教師データFを加えてもよいし、3つ、4つ等、任意の数の第2教師データFを加えることができる。また、加える第2教師データFはランダムに選択されるようにしてもよい。図19は第9の例示的实施形態における第1教師データD及び第2教師データFを用いた学習方法を説明するための図である。

[0076] 学習部24は、図19に示すように、1回目の学習時（1 T）には、n個の第1教師データD1～Dnを用いて学習モデル25を学習させる。2回目の学習時（2 T）には、第2教師データF2、第2教師データF3、及び第2教師データF5を加えて学習モデル25を学習させる。3回目の学習時（3 T）には、第2教師データF4を加えて学習モデル25を学習させる。さらに4回目の学習時（4 T）には、第2教師データF1及び第2教師データF4を加えて学習モデル25を学習させる。

[0077] このように、第9の例示的实施形態においては、2回目以降の学習において、回毎に、n個の第1教師データD1～Dnに、さらに第2教師データFをランダムの個数加えて、設定された回数の学習が終了するまで学習モデル25を学習させる。

[0078] なお、本開示の学習モデル25の学習方法は上記第6～第9の例示的实施形態に示す学習方法に限られない。図20は第10の例示的实施形態における第1教師データD及び第2教師データFを用いた学習方法を説明するための図である。

[0079] 学習部24は、図20に示すように、2回目以降の学習において、少なくとも1回、本例示的实施形態においては7回目の学習において、n個の第1教師データD1～Dnのみを用いて学習モデル25を学習させる。なお、n個の第1教師データD1～Dnのみを用いて学習モデル25を学習させる回

は、7回目に限られず何れの回であってもよい。また、2回、3回とn個の第1教師データD1～Dnのみを用いて学習モデル25を学習させてもよい。

[0080] なお、上記例示的实施形態においては、疾患を梗塞としたが、本開示の技術はこれに限られず、例えば疾患は出血等であってもよい。

[0081] また、上記例示的实施形態においては、本開示の学習用画像としてCT画像を用いている。しかしながら、本開示の技術はこれに限定されるものではなく、本開示の学習用画像は例えばPET画像、超音波画像、及びMRI画像等の他の医用画像であってもよい。MRI画像は、T1画像、T2画像、及び拡散強調画像の何れの画像であってもよい。

[0082] また、上記例示的实施形態においては、医用画像として脳画像を用いているが、これに限定されるものではない。例えば、人体の胸部、腹部、全身及び四肢等の医用画像に含まれる疾患領域及び関心領域等を判別する場合にも、本開示を適用することができる。

[0083] また、上記例示的实施形態においては、学習装置1は、学習用画像生成装置が内包されているが、本開示の技術はこれに限られず、学習用画像生成装置が内包されていなくてもよい。ただし、この場合、学習装置1は教師データ取得部21を備えるものとし、教師データ取得部21が、外部の学習用生成装置によって生成された変動学習用画像を含む第2教師データを取得するようにすればよい。

[0084] また、上記例示的实施形態においては、学習モデル25は、U-Netの構造を有するものとしたが、本開示の技術はこれに限定されるものではない。U-Net以外の、全層畳み込みネットワーク(Fully Convolution Network; FCN)を使用してもよい。なお、セグメンテーションの問題をEnd-to-End深層学習により学習するモデルを利用する際に、U-Net及びFCNに限られず、広く応用することができる。

[0085] また、上述した例示的实施形態において、例えば、教師データ取得部21、制約範囲取得部22、変動学習用画像生成部23、学習部24、学習モデ

ル25、及び表示制御部26といった各種の処理を実行する処理部 (Processing unit) のハードウェア的な構造としては、次に示す各種のプロセッサ (Processor) を用いることができる。上記各種のプロセッサには、上述したように、ソフトウェア (プログラム) を実行して各種の処理部として機能する汎用的なプロセッサであるCPUに加えて、FPGA (Field Programmable Gate Array) 等の製造後に回路構成を変更可能なプロセッサであるプログラマブルロジックデバイス (Programmable Logic Device :PLD)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) 等の特定の処理を実行させるために専用に設計された回路構成を有するプロセッサである専用電気回路等が含まれる。

[0086] 1つの処理部は、これらの各種のプロセッサのうちの1つで構成されてもよいし、同種又は異種の2つ以上のプロセッサの組み合わせ (例えば、複数のFPGAの組み合わせ又はCPUとFPGAとの組み合わせ) で構成されてもよい。また、複数の処理部を1つのプロセッサで構成してもよい。

[0087] 複数の処理部を1つのプロセッサで構成する例としては、第1に、クライアント及びサーバ等のコンピュータに代表されるように、1つ以上のCPUとソフトウェアとの組み合わせで1つのプロセッサを構成し、このプロセッサが複数の処理部として機能する形態がある。第2に、システムオンチップ (System On Chip:SoC) 等に代表されるように、複数の処理部を含むシステム全体の機能を1つのIC (Integrated Circuit) チップで実現するプロセッサを使用する形態がある。このように、各種の処理部は、ハードウェア的な構造として、上記各種のプロセッサの1つ以上を用いて構成される。

[0088] さらに、これらの各種のプロセッサのハードウェア的な構造としては、より具体的には、半導体素子等の回路素子を組み合わせた電気回路 (Circuitry) を用いることができる。

[0089] 2019年6月28日出願の日本国特許出願2019-121325号の開示は、その全体が参照により本明細書に取り込まれる。

[0090] 本明細書に記載された全ての文献、特許出願及び技術規格は、個々の文献

、特許出願及び技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 学習用画像と、前記学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした教師データを取得する教師データ取得部と、
前記学習用画像において、前記正解領域に属する画素の取り得る画素値の制約範囲内で、前記正解領域に属する画素の画素値を変動させた変動学習用画像を生成する変動学習用画像生成部と、
を含む、学習用画像生成装置。
- [請求項2] 前記制約範囲を取得する制約範囲取得部を含む、請求項1に記載の学習用画像生成装置。
- [請求項3] 前記変動学習用画像生成部は、前記正解領域に属する画素のうちの1以上の画素の画素値を、一定の値で変動させる、請求項1又は2に記載の学習用画像生成装置。
- [請求項4] 前記変動学習用画像生成部は、前記正解領域に属する画素のうちの1以上の画素の画素値を、画素毎に異なる値で変動させる、請求項1又は2に記載の学習用画像生成装置。
- [請求項5] 前記変動学習用画像生成部は、前記正解領域に属する画素の画素値に基づいて設定された正規分布に応じて、前記正解領域に属する画素のうちの1以上の画素の画素値を、画素毎に異なる値で変動させる、請求項1又は2に記載の学習用画像生成装置。
- [請求項6] 学習用画像と、前記学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした教師データを取得し、
前記学習用画像において、前記正解領域に属する画素の取り得る画素値の制約範囲内で、前記正解領域に属する画素の画素値を変動させた変動学習用画像を生成する、
学習用画像生成方法。
- [請求項7] 学習用画像と、前記学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした教師データを取得する教師データ取得部と、
前記学習用画像において、前記正解領域に属する画素の取り得る画

素値の制約範囲内で、前記正解領域に属する画素の画素値を変動させた変動学習用画像を生成する変動学習用画像生成部として、

コンピュータを機能させる、学習用画像生成プログラム。

[請求項8] 学習用画像と、前記学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした1以上の第1教師データ、及び、前記学習用画像において、前記正解領域に属する画素の取り得る画素値の制約範囲内で、前記正解領域に属する画素の画素値を変動させて生成した1以上の変動学習用画像と、1以上の前記変動学習用画像の各々において変動前の学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした1以上の第2教師データを用いてモデルを学習させる、学習方法。

[請求項9] 1回目の学習において、複数の前記第1教師データを用いて前記モデルを学習させ、2回目以降の学習において、複数の前記第1教師データのうちの少なくとも1つの前記第1教師データを前記第2教師データに換えて前記モデルを学習させる、請求項8に記載の学習方法。

[請求項10] 1回目の学習において、複数の前記第1教師データを用いて前記モデルを学習させ、2回目以降の学習において、少なくとも1つの前記第2教師データを追加して前記モデルを学習させる、請求項8に記載の学習方法。

[請求項11] 前記2回目以降の学習において、前記学習の回毎に、使用する前記第2教師データ及び前記第2教師データの数の少なくとも一方をランダムに設定する、請求項9又は10に記載の学習方法。

[請求項12] 前記2回目以降の学習において、使用する前記第2教師データ及び前記第2教師データの数の少なくとも一方を予め設定する、請求項9又は10に記載の学習方法。

[請求項13] 前記2回目以降の学習において、少なくとも1回、複数の前記第1教師データのみを用いて前記モデルを学習させる、請求項9から12の何れか1項に記載の学習方法。

[請求項14] 学習用画像と、前記学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした1以上の第1教師データ、及び、前記学習用画像において、前記正解領域に属する画素の取り得る画素値の制約範囲内で、前記正解領域に属する画素の画素値を変動させて生成した1以上の変動学習用画像と、1以上の前記変動学習用画像の各々において変動前の学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした1以上の第2教師データとを取得する教師データ取得部と、

前記教師データ取得部により取得された1以上の前記第1教師データ及び1以上の第2教師データを用いてモデルを学習させる学習部と、
を含む、学習装置。

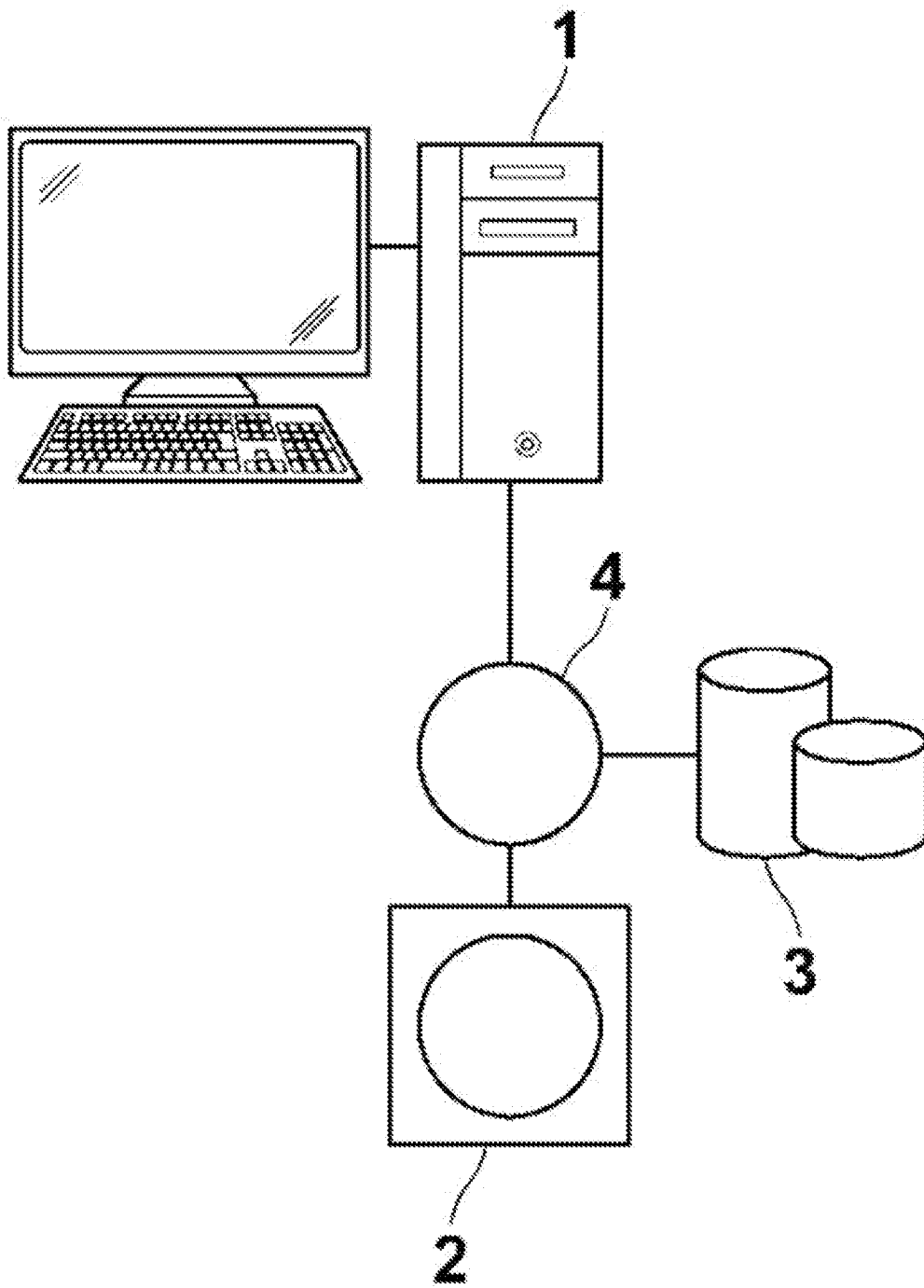
[請求項15] 前記学習部は、請求項9から請求項13の何れか1項に記載の学習方法によって前記モデルを学習させる、請求項14に記載の学習装置。

[請求項16] 学習用画像と、前記学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした1以上の第1教師データ、及び、前記学習用画像において、前記正解領域に属する画素の取り得る画素値の制約範囲内で、前記正解領域に属する画素の画素値を変動させて生成した1以上の変動学習用画像と、1以上の前記変動学習用画像の各々において変動前の学習用画像において正解領域が定義された正解学習用画像とを組にした1以上の第2教師データとを取得する教師データ取得部と、

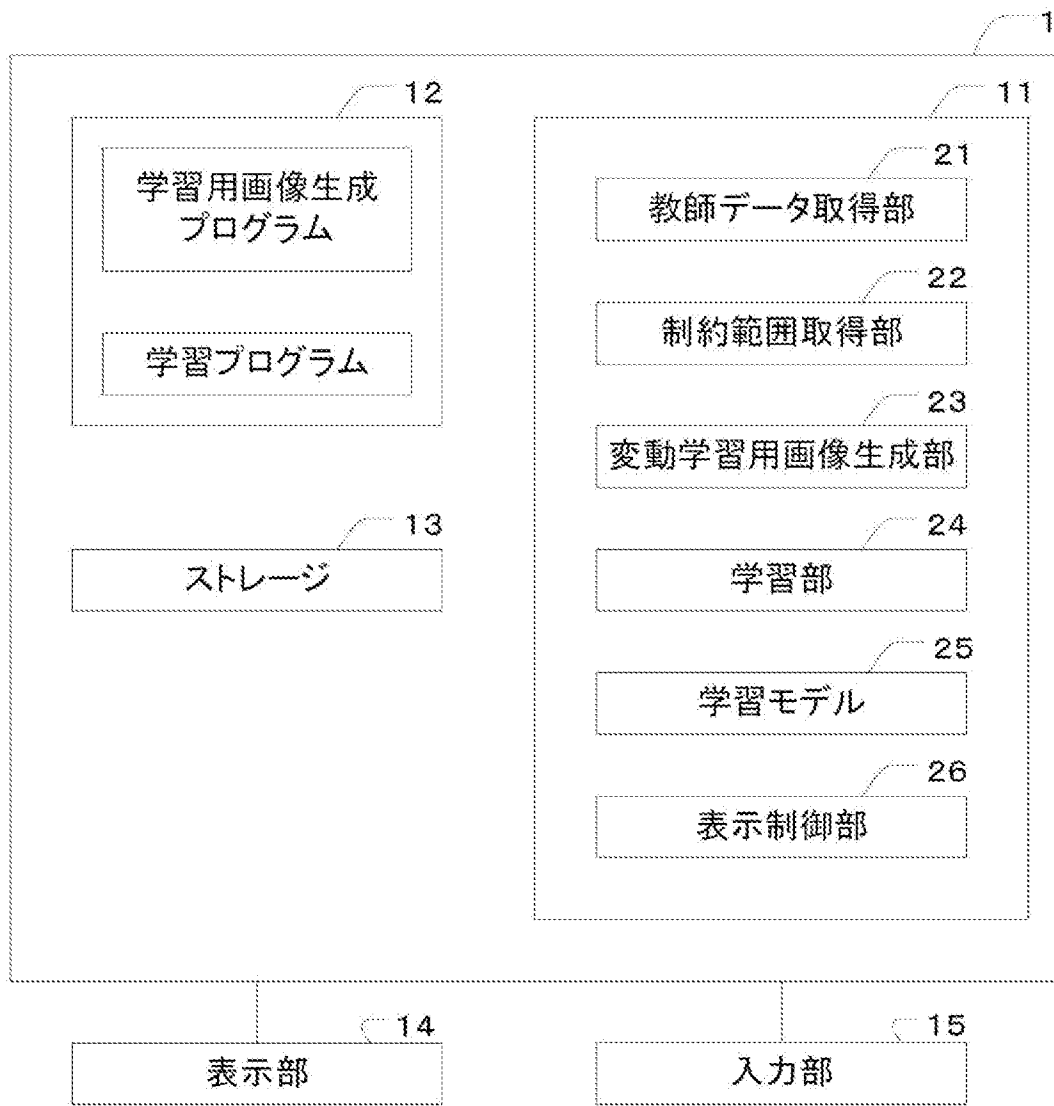
前記教師データ取得部により取得された1以上の前記第1教師データ及び1以上の第2教師データを用いてモデルを学習させる学習部として、

コンピュータを機能させる学習プログラム。

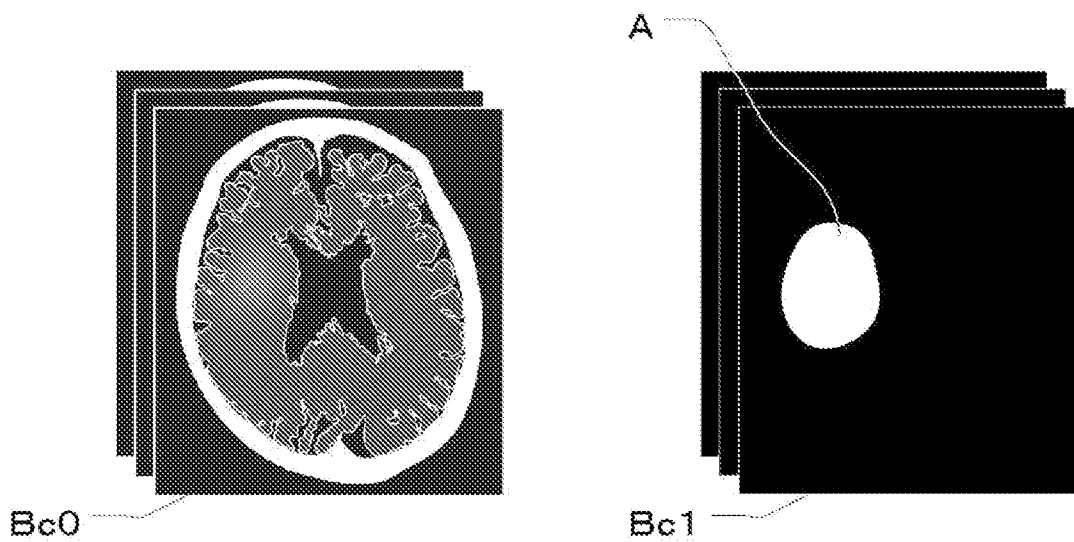
[図1]



[図2]

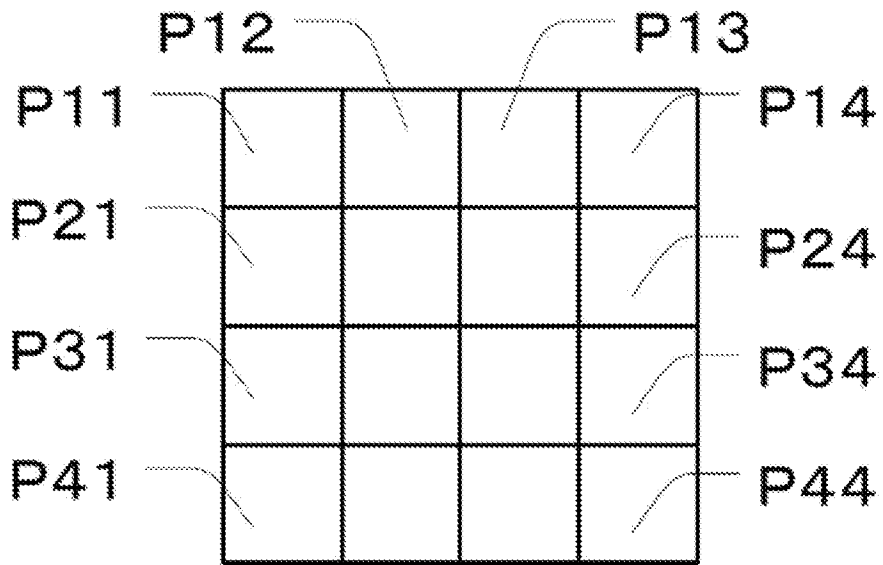


[図3]

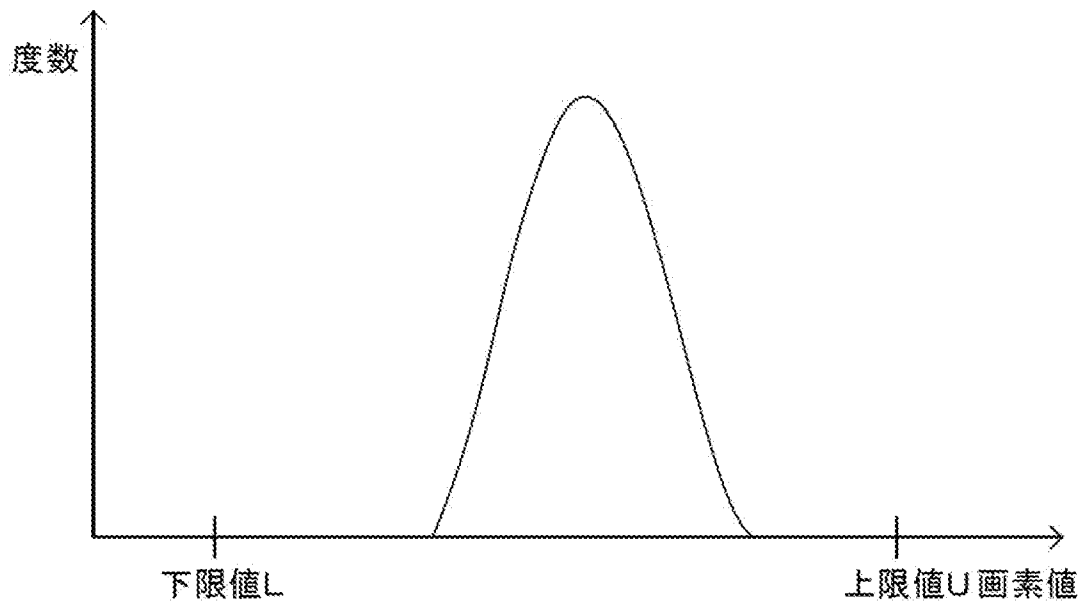


D

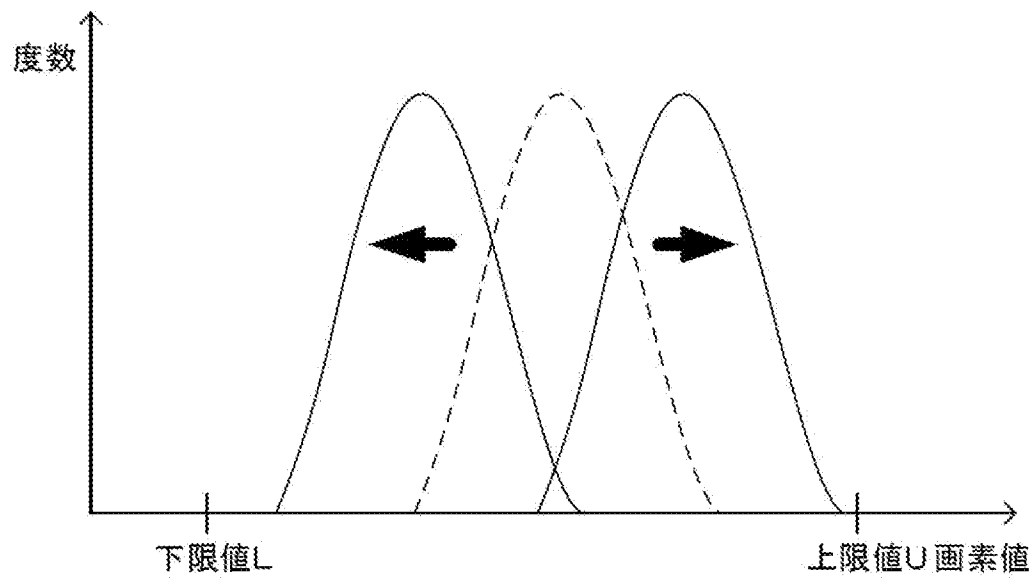
[図4]



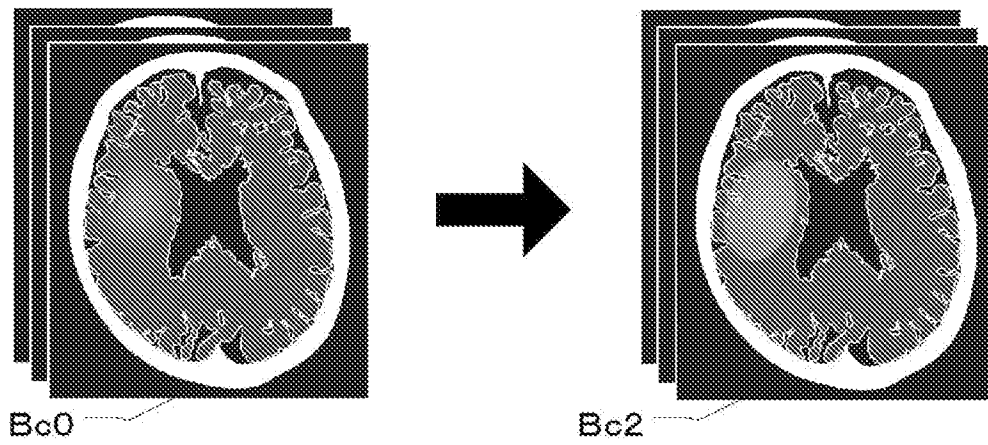
[図5]



[図6]



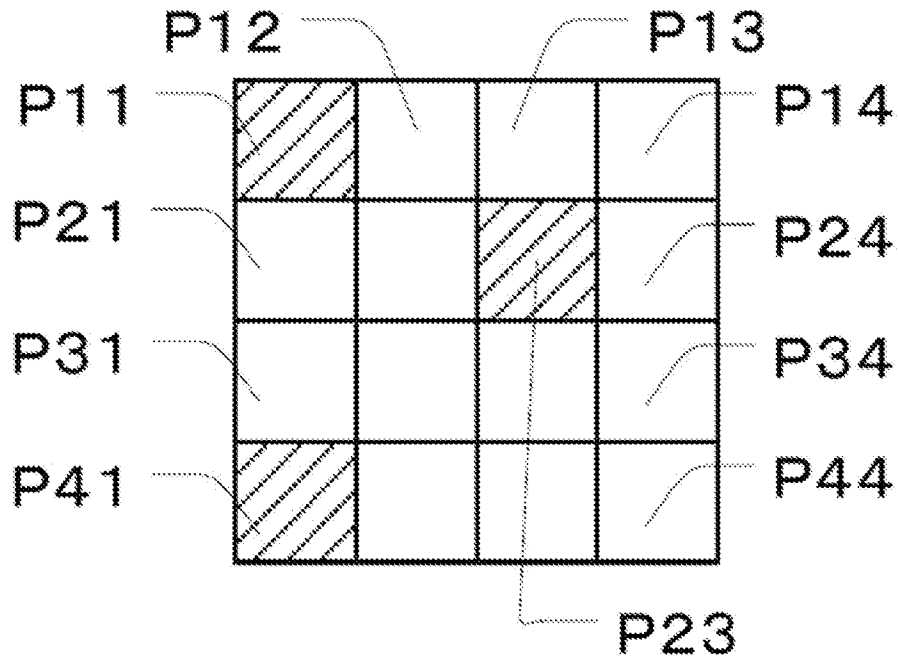
[図7]



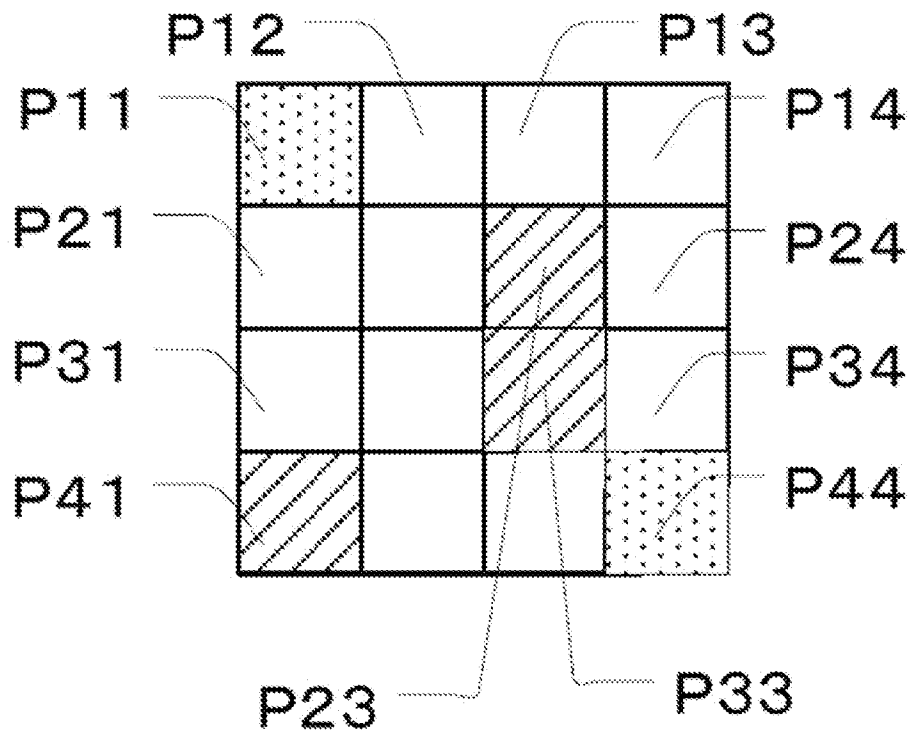
[図8]



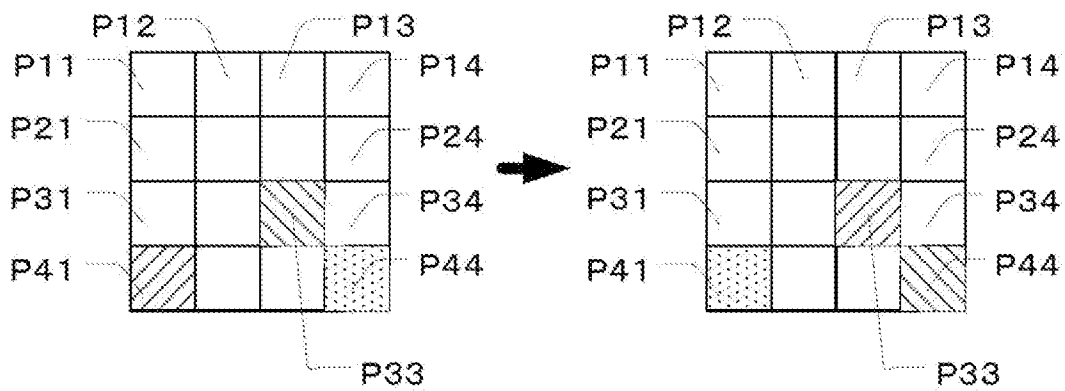
[図9]



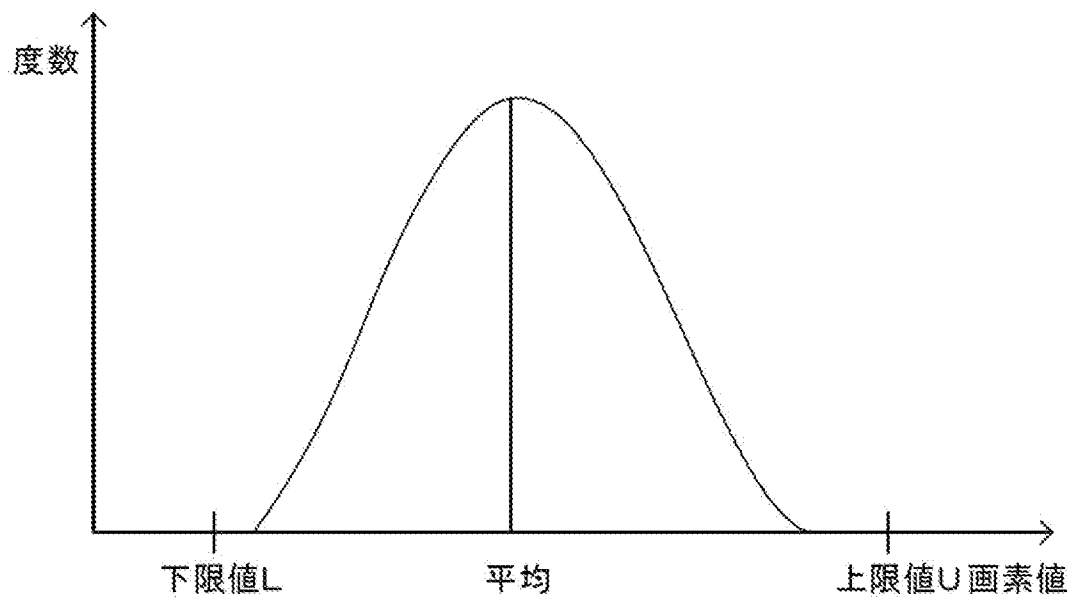
[図10]



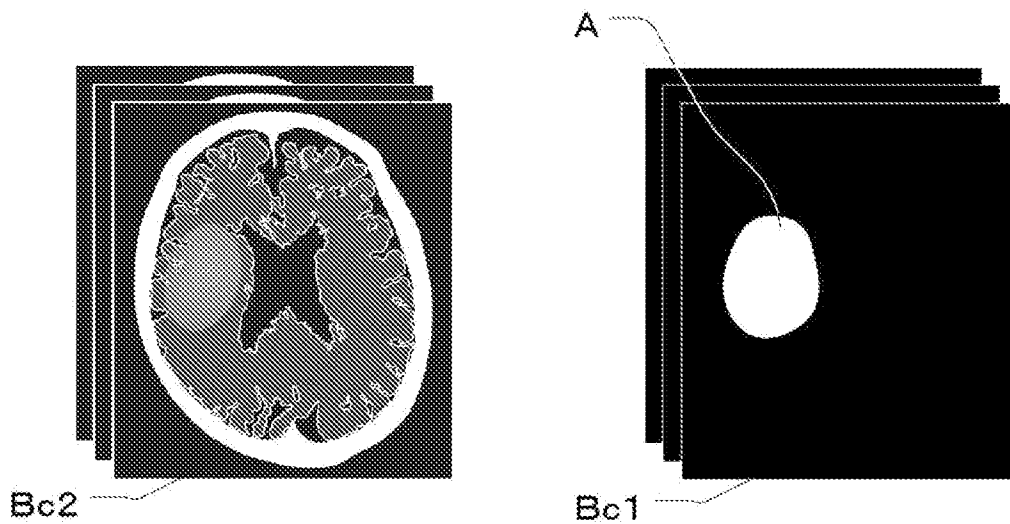
[図11]



[図12]

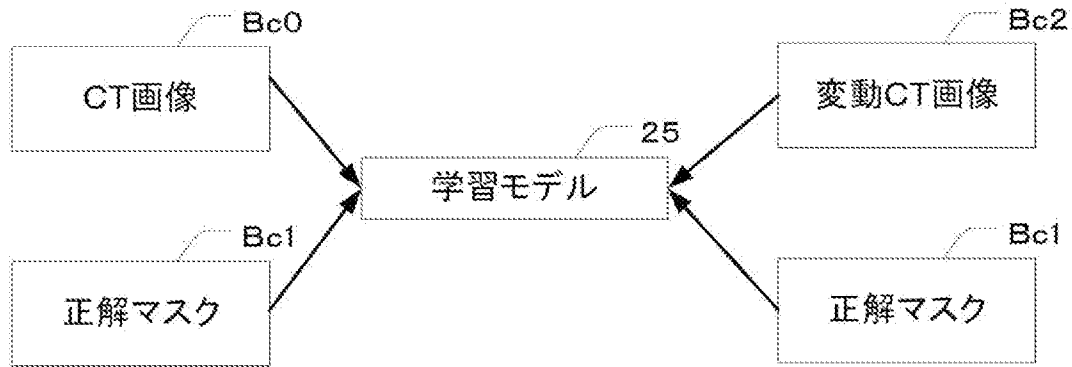


[図13]



F

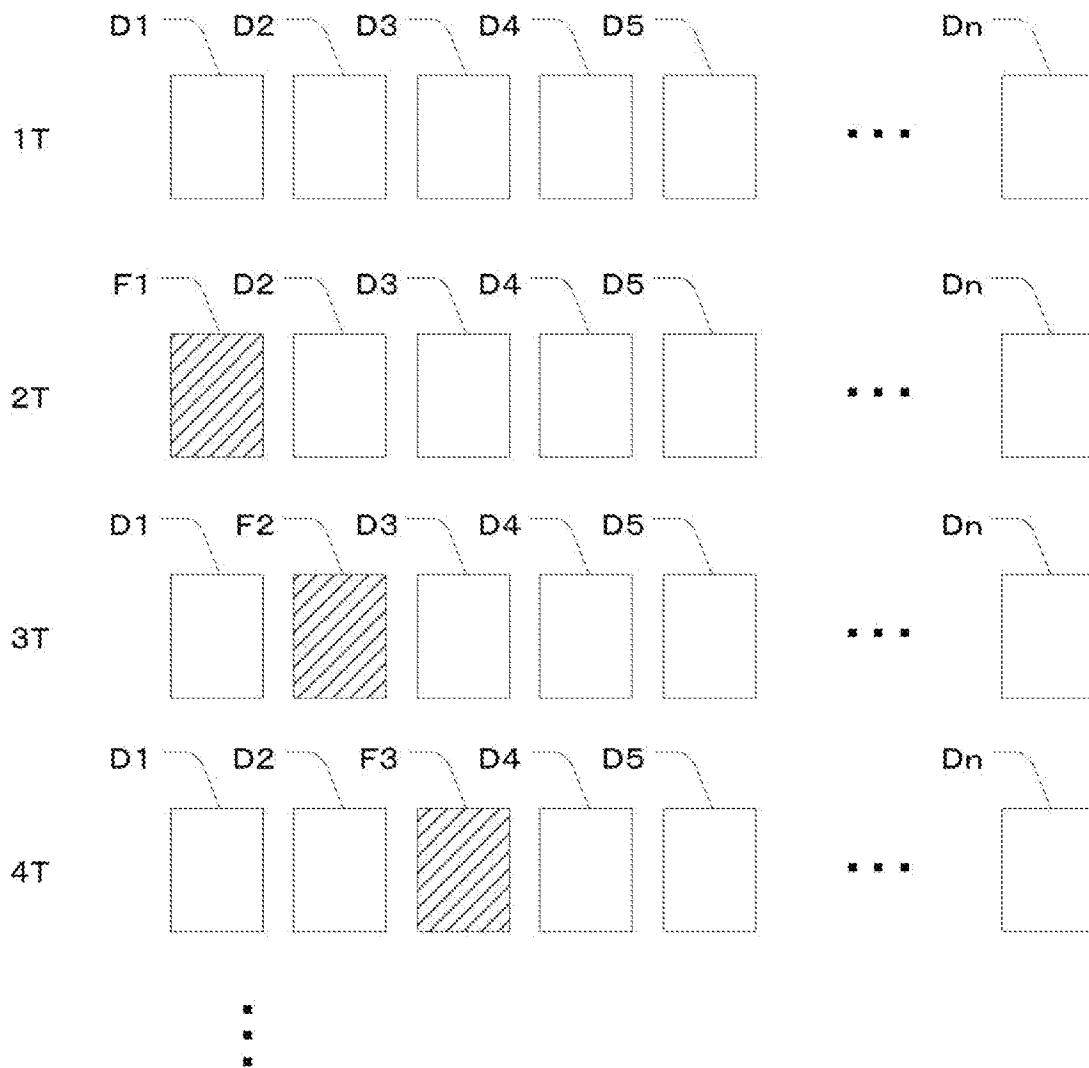
[図14]



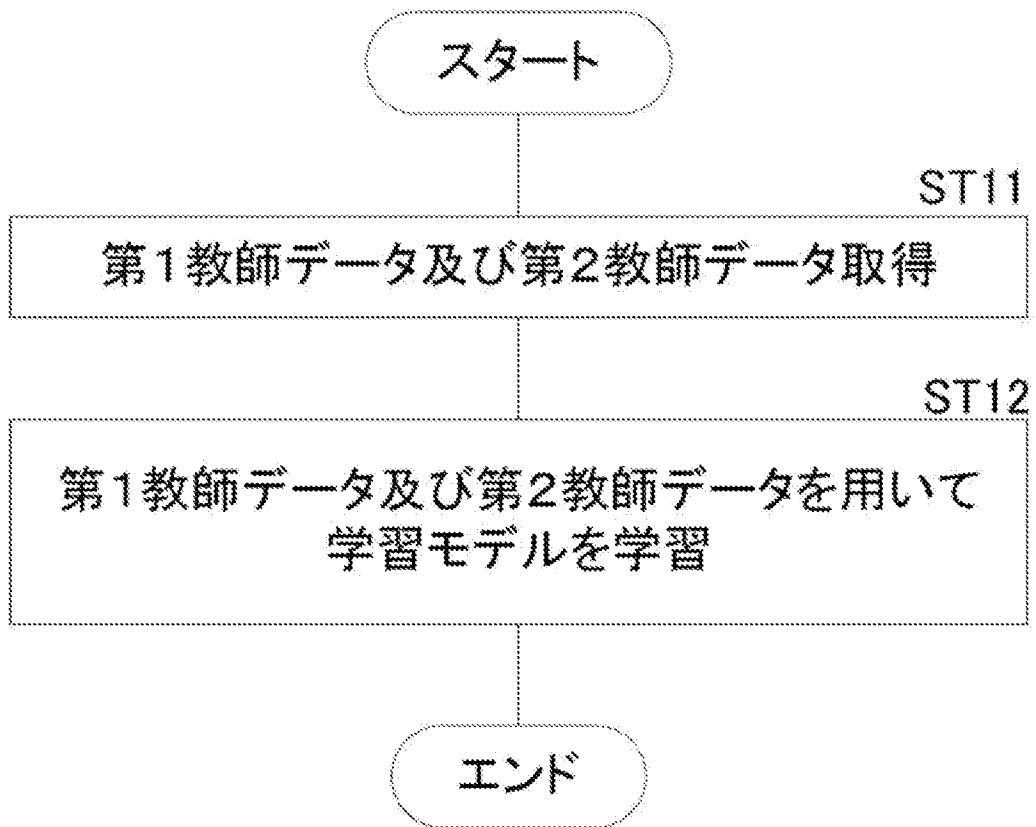
D

F

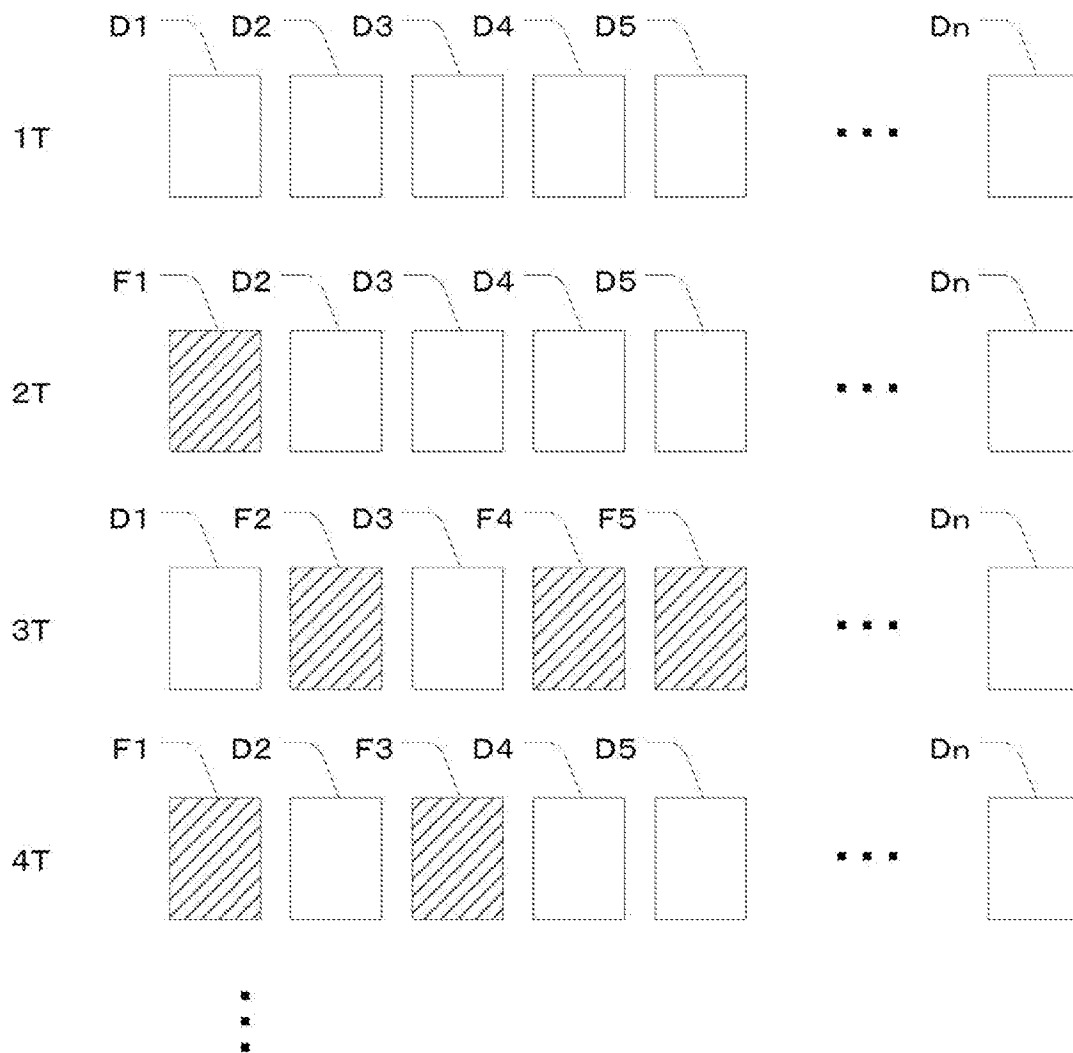
[図15]



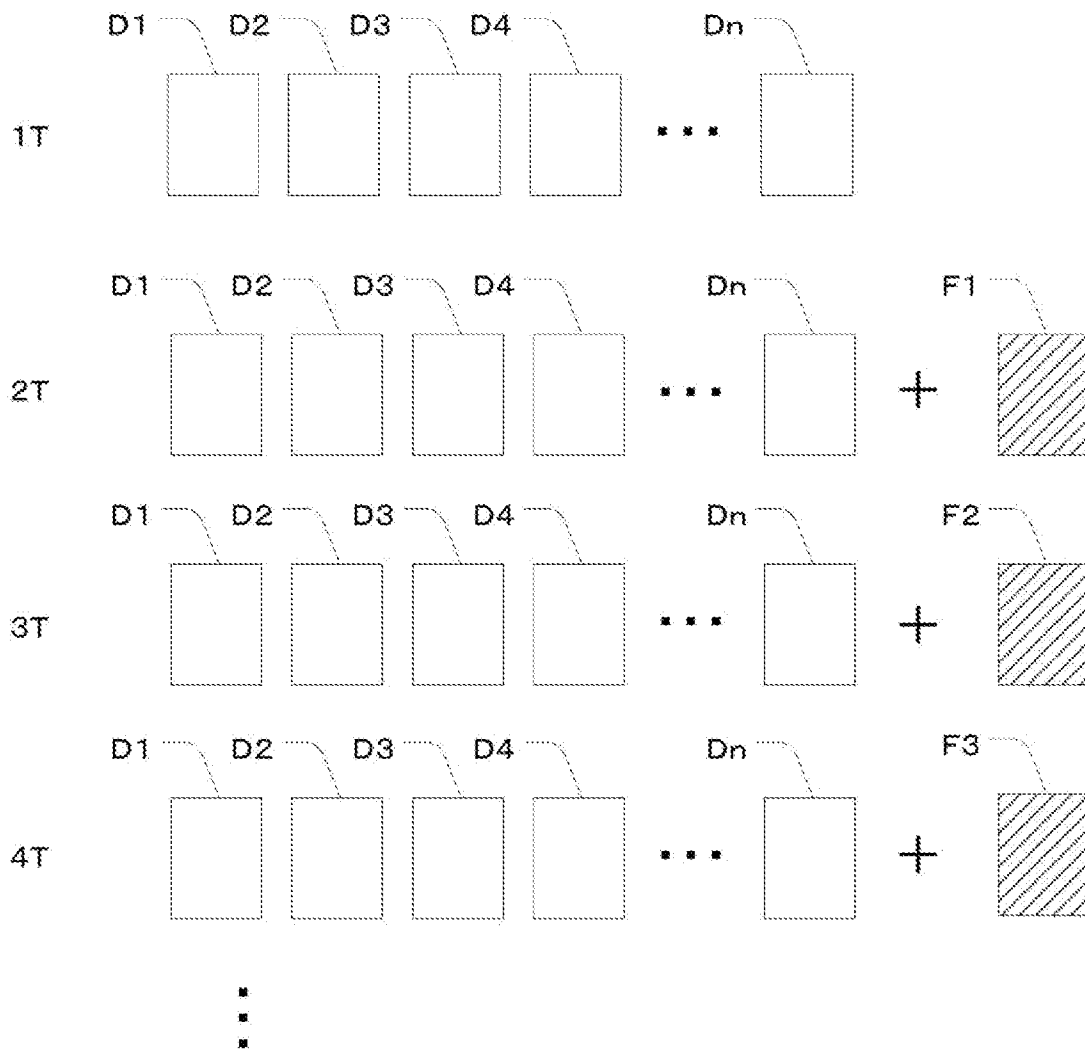
[図16]



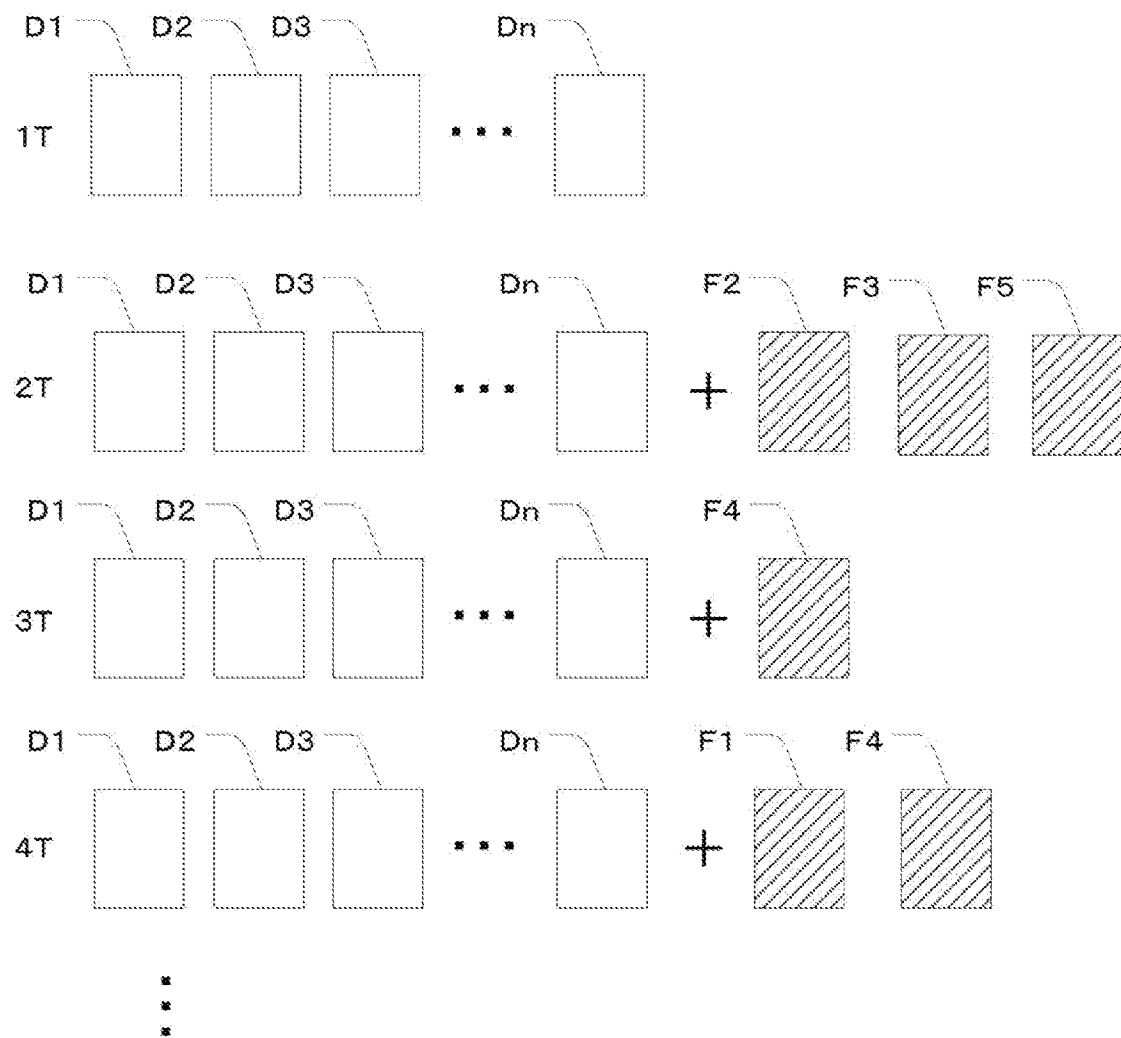
[図17]



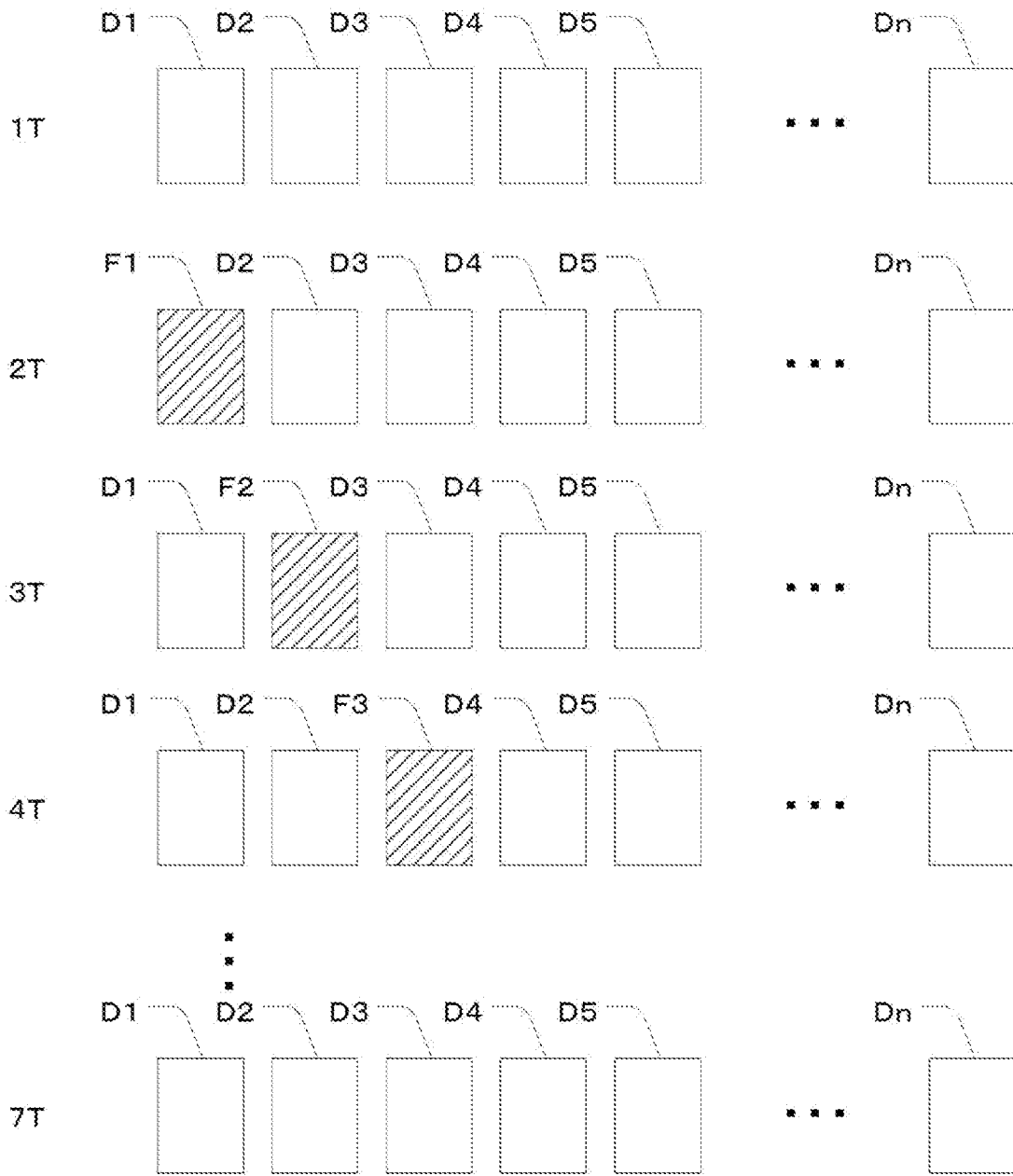
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/025121

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06T 7/00 (2017.01) i FI: G06T7/00 350C 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) G06T7/00 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 70%;">Published examined utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1922-1996</td> </tr> <tr> <td>Published unexamined utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1971-2020</td> </tr> <tr> <td>Registered utility model specifications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1996-2020</td> </tr> <tr> <td>Published registered utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1994-2020</td> </tr> </table> Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)			Published examined utility model applications of Japan	1922-1996	Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020	Registered utility model specifications of Japan	1996-2020	Published registered utility model applications of Japan	1994-2020	
Published examined utility model applications of Japan	1922-1996										
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020										
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020										
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020										
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT											
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Category*</th> <th style="width: 70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width: 20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">Y A</td> <td>JP 2006-337152 A (SHARP CORP.) 14.12.2006 (2006-12-14) claims 1, 13, 22, paragraphs [0001], [0004], [0008], [0012]-[0015], [0120]-[0128], [0219]-[0221], fig. 3-4</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1-8, 14-16 9-13</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">Y A</td> <td>JP 11-282822 A (TOSHIBA CORP.) 15.10.1999 (1999-10-15) claims 1-4, paragraphs [0037]-[0052], fig. 3-4, 6</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1-8, 14-16 9-13</td> </tr> </tbody> </table>	Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y A	JP 2006-337152 A (SHARP CORP.) 14.12.2006 (2006-12-14) claims 1, 13, 22, paragraphs [0001], [0004], [0008], [0012]-[0015], [0120]-[0128], [0219]-[0221], fig. 3-4	1-8, 14-16 9-13	Y A	JP 11-282822 A (TOSHIBA CORP.) 15.10.1999 (1999-10-15) claims 1-4, paragraphs [0037]-[0052], fig. 3-4, 6	1-8, 14-16 9-13		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.									
Y A	JP 2006-337152 A (SHARP CORP.) 14.12.2006 (2006-12-14) claims 1, 13, 22, paragraphs [0001], [0004], [0008], [0012]-[0015], [0120]-[0128], [0219]-[0221], fig. 3-4	1-8, 14-16 9-13									
Y A	JP 11-282822 A (TOSHIBA CORP.) 15.10.1999 (1999-10-15) claims 1-4, paragraphs [0037]-[0052], fig. 3-4, 6	1-8, 14-16 9-13									
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.											
<table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> "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 </td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family							
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family										
Date of the actual completion of the international search 02 September 2020 (02.09.2020)	Date of mailing of the international search report 15 September 2020 (15.09.2020)										
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.										

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/025121

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2006-337152 A	14 Dec. 2006	(Family: none)	
JP 11-282822 A	15 Oct. 1999	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06T 7/00(2017.01)i FI: G06T7/00 350C		
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）） G06T7/00		
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 - 2020年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2020年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2020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
Y	JP 2006-337152 A (シャープ株式会社) 14.12.2006 (2006 - 12 - 14) [請求項1], [請求項13], [請求項22], 段落 [0001], [0004], [0008], 段落 [0012] - [0015], [0120] - [0128], [0219] - [0221], [図3] - [図4]	1-8,14-16
A		9-13
Y	JP 11-282822 A (株式会社東芝) 15.10.1999 (1999 - 10 - 15) [請求項1] - [請求項4], 段落 [0037] - [0052], [図3] - [図4], [図 6]	1-8,14-16
A		9-13
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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	“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 “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “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 “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） “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 “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “&” 同一パテントファミリー文献 “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	
国際調査を完了した日	02.09.2020	国際調査報告の発送日 15.09.2020
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） 新井 則和 5H 8937 電話番号 03-3581-1101 内線 3531	

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/JP2020/025121

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2006-337152 A	14.12.2006	(ファミリーなし)	
JP 11-282822 A	15.10.1999	(ファミリーなし)	