

(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
2019年12月12日(12.12.2019)



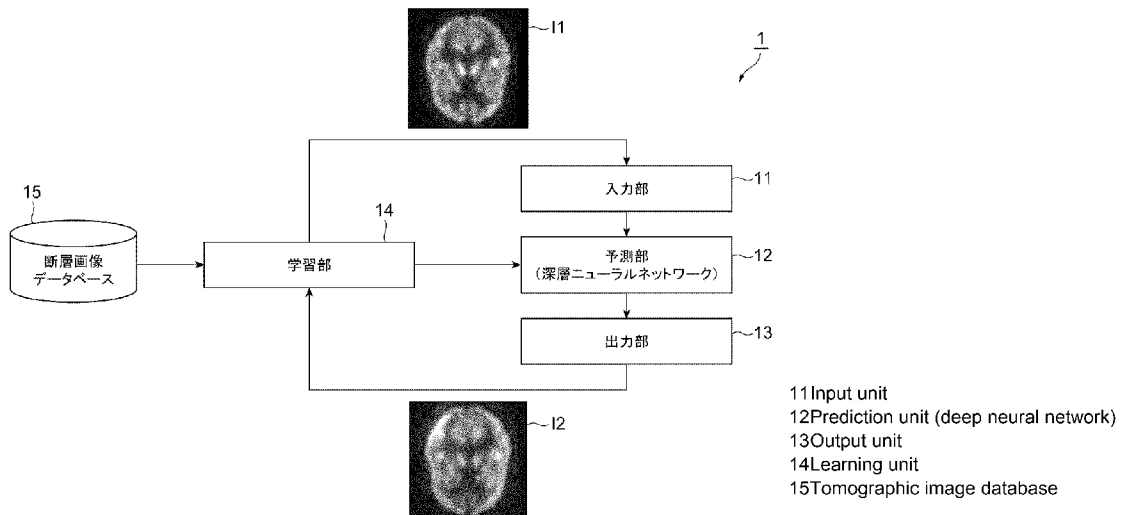
(10) 国際公開番号

WO 2019/235367 A1

- (51) 国際特許分類:
G01T 1/161 (2006.01) *A61B 10/00* (2006.01)
A61B 5/055 (2006.01) *G06T 7/00* (2017.01)
A61B 6/03 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/021637
- (22) 国際出願日: 2019年5月30日(30.05.2019)
- (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 2018-106908 2018年6月4日(04.06.2018) JP
- (71) 出願人: 浜 松 ホ ト ニ ク ス 株 式 会 社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP];
- 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 古 森 政 作 (KOMORI Seisaku);
〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 木村 祐一 (KIMURA Yuichi); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 9 階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

(54) **Title:** TOMOGRAPHIC IMAGE PREDICTION DEVICE AND TOMOGRAPHIC IMAGE PREDICTION METHOD

(54) 発明の名称: 断層画像予測装置および断層画像予測方法



(57) **Abstract:** A tomographic image prediction device 1 comprises an input unit 11, a prediction unit 12, an output unit 13, and a learning unit 14. The tomographic image prediction device 1: receives input of a tomographic image of the brain of a subject as an input image I1; predicts, using a deep neural network of the prediction unit 12, a tomographic image of the brain of the subject at a point in time later than when said tomographic image was acquired; and outputs the predicted tomographic image as an output image I2. The tomographic image prediction device 1 can cause the deep neural network to learn using a tomographic image database 15. Due to this configuration, a tomographic image prediction

(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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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))

device and a tomographic image prediction method that are useful for planning a future course of treatment or the like for the subject are attained.

(57) 要約: 断層画像予測装置1は、入力部11、予測部12、出力部13および学習部14を備える。断層画像予測装置1は、被験者の脳の断層画像を入力画像11として入力し、その断層画像の取得時より後の該被験者の脳の断層画像を予測部12の深層ニューラルネットワークにより予測して、その予測した断層画像を出力画像12として出力する。断層画像予測装置1は、断層画像データベース15を用いて深層ニューラルネットワークを学習させることができる。これにより、被験者の将来の治療等の方針の立案に有用な断層画像予測装置および断層画像予測方法が実現される。

明 細 書

発明の名称：断層画像予測装置および断層画像予測方法

技術分野

[0001] 本開示は、断層画像を予測する装置および方法に関するものである。

背景技術

[0002] 高齢化が進み認知症患者の数が増加しつつあり、被験者の認知症の程度を診断する技術が求められている。被験者の認知症の程度は、その被験者の言動から診断することができる他、脳の断層画像を医師が見ることにより診断することもできる。特許文献1には、ニューラルネットワークを用いて被験者の脳の断層画像から該被験者の脳の状態を診断する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2008／056638号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に開示された技術は、被験者の現在の脳の断層画像から現在の認知症の程度を診断する。被験者の現在の認知症の程度を診断することができれば、該被験者の介護または治療に有用である。しかし、被験者の現在の認知症の程度が分かるのみでは、該被験者の現在から将来に亘る介護、治療または予防の方針を立てるには十分ではない。

[0005] 本発明は、被験者の将来の治療等の方針の立案に有用な断層画像予測装置および断層画像予測方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の実施形態は、断層画像予測装置である。断層画像予測装置は、（1）被験者の脳の断層画像を入力する入力部と、（2）入力部に入力された脳の断層画像に基づいて、深層ニューラルネットワークにより、その断層画

像の取得時より後の被験者の脳の断層画像を予測する予測部と、（３）予測部による予測の結果を出力する出力部と、を備える。

[0007] 本発明の実施形態は、断層画像予測方法である。断層画像予測方法は、（１）被験者の脳の断層画像を入力する入力ステップと、（２）入力ステップで入力された脳の断層画像に基づいて、深層ニューラルネットワークにより、その断層画像の取得時より後の被験者の脳の断層画像を予測する予測ステップと、（３）予測ステップにおける予測の結果を出力する出力ステップと、を備える。

発明の効果

[0008] 本発明の実施形態によれば、被験者の将来の脳の断層画像を予測することで、該被験者の現在から将来に亘る介護、治療または予防について、より有効な方針を立てることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図１は、断層画像予測装置１の構成を示す図である。

[図2]図２は、深層ニューラルネットワークが学習済みである断層画像予測装置１の構成を示す図である。

[図3]図３は、断層画像予測装置１Ａの構成を示す図である。

[図4]図４は、入力部１１に入力される断層画像（入力画像１１）、出力部１３から出力される出力画像１２ａ～１２ｄ、および、出力部１３から出力される差分画像の例を示す図である。

[図5]図５は、実際の断層画像と予測された断層画像とを対比して示す図である。

[図6]図６は、最悪シナリオおよび最良シナリオそれぞれで予測された断層画像を対比して示す図である。

[図7]図７は、断層画像予測装置１Ｂの構成を示す図である。

[図8]図８は、断層画像予測装置１Ｃの構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための形態を詳細に説明す

る。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。本発明は、これらの例示に限定されるものではない。

[0011] 図1は、断層画像予測装置1の構成を示す図である。断層画像予測装置1は、被験者の脳の断層画像を入力画像11として入力し、その断層画像の取得時より後の該被験者の脳の断層画像を深層ニューラルネットワークにより予測して、その予測した断層画像を出力画像12として出力する。また、断層画像予測装置1は、断層画像データベース15を用いて深層ニューラルネットワークを学習させることができる。断層画像予測装置1は、例えばコンピュータを用いて構成され、入力部11、予測部（処理部）12、出力部13および学習部14を備える。

[0012] 入力部11は、被験者の脳の断層画像を入力画像11として入力する。断層画像は例えば、PET（Positron Emission Tomography）装置により取得されるPET画像、SPECT（Single Photon Emission Computed Tomography）装置により取得されるSPECT画像、および、MRI（Magnetic Resonance Imaging）装置により取得されるMRI画像の何れであってもよい。また、断層画像は、1スライスまたは複数スライスの二次元断層画像であってもよいし、三次元断層画像であってもよい。

[0013] 予測部12は、入力部11に入力された脳の断層画像（入力画像11）に基づいて、深層ニューラルネットワーク（Deep Neural Network）により、その断層画像の取得時より後の被験者の脳の断層画像等を予測する。また、予測部12は、その予測した被験者の脳の断層画像に基づいて該被験者の脳の健康状態をも予測する構成としても良い。脳の健康状態は、例えば認知症の程度であり、数値化されたZスコアで表すことができ、或いは、危険度レベル（要精密検査、要注意、要経過観察、等）で表すこともできる。

[0014] この深層ニューラルネットワークは、畳み込みニューラルネットワーク（Convolutional Neural Network）であっても良い。畳み込みニューラルネットワークでは、特徴量を抽出する畳み込み層と、特徴量を圧縮するプーリング層とが、交互に設けられている。予測部12は、深層ニューラルネットワ

ークにおける処理を、CPU (Central Processing Unit) により行ってもよいが、より高速な処理が可能なDSP (Digital Signal Processor) またはGPU (Graphics Processing Unit) により行うのが好適である。

- [0015] 出力部13は、予測部12による予測の結果を出力する。出力部13は、予測部12が予測した被験者の脳の断層画像を出力画像12として出力する。また、予測部12が被験者の脳の健康状態をも予測する場合には、出力部13は、予測部12が予測した被験者の脳の健康状態をも出力する。出力部13は、画像を表示するディスプレイを含む構成としても良い。
- [0016] 学習部14は、断層画像データベース15を用いて予測部12の深層ニューラルネットワークを学習させる。断層画像データベース15は、複数の被験者について複数の時点それぞれに取得された脳の断層画像データを格納している。断層画像データベース15は、例えば、略1年間隔で取得した各被験者の脳の断層画像データを格納している。学習部14は、各被験者の或る年に取得された断層画像を入力画像11とし、その入力画像11に対する出力画像12および該被験者の次の年（または、一定年数経過後の年）に取得された断層画像に基づいて、予測部12の深層ニューラルネットワークを学習させる。このような深層ニューラルネットワークの学習は、深層学習 (Deep Learning) と呼ばれる。
- [0017] このような断層画像予測装置1を用いた断層画像予測方法は、入力部11による入力ステップ、予測部12による予測ステップ、出力部13による出力ステップ、および、学習部14による学習ステップを備える。
- [0018] すなわち、入力ステップにおいて、被験者の脳の断層画像を入力画像11として入力する。予測ステップにおいて、入力ステップで入力された脳の断層画像（入力画像11）に基づいて、深層ニューラルネットワークにより、その断層画像の取得時より後の被験者の脳の断層画像等を予測する。また、予測ステップにおいて、その予測した被験者の脳の断層画像に基づいて該被験者の脳の健康状態をも予測する構成としても良い。出力ステップにおいて、予測ステップで予測した被験者の脳の断層画像を出力画像12として出力

し、また、予測ステップで予測した被験者の脳の健康状態をも出力する。学習ステップにおいて、断層画像データベース 15 を用いて深層ニューラルネットワークを学習させる。

[0019] 学習ステップにおいて深層ニューラルネットワークの学習を一度行っておけば、以降は入力、予測および出力の一連のステップを繰り返して行うことができるので、入力、予測および出力の一連のステップを行う度に学習ステップを行う必要はない。同様の理由で、深層ニューラルネットワークが学習済みであれば学習部 14 は必要ではない。ただし、深層ニューラルネットワークが学習済みであっても、更に高精度の予測を可能にする為に更に学習を行う場合には、学習ステップおよび学習部 14 があってもよい。

[0020] 図 2 は、深層ニューラルネットワークが学習済みである断層画像予測装置 1 の構成を示す図である。断層画像予測装置 1 は、被験者の脳の断層画像を入力画像 11 として入力し、その断層画像の取得時より後（例えば、一年後、一定年数経過後、等）の該被験者の脳の断層画像を深層ニューラルネットワークにより予測して出力画像 12 として出力することができ、また、その予測した被験者の脳の断層画像に基づいて該被験者の脳の健康状態をも予測することができる。被験者の将来の脳の断層画像（および脳の健康状態）を予測することができるので、該被験者の現在から将来に亘る介護、治療または予防について、より有効な方針を立てることができる。

[0021] 被験者の将来の脳の断層画像（および脳の健康状態）を予測することで、例えば次のような対処が可能となる。予測された断層画像から、正常圧水頭症、脳腫瘍、慢性硬膜下血腫などの疑いがあると判断される場合には、脳外科的処置により症状を改善することができる。また、甲状腺ホルモンの異常が原因であると判断される場合は、内科的処置により症状を改善することができる。予測された断層画像からアルツハイマー型の疑いがあると判断される場合には、薬の投与により症状の進行を遅らせることができる。早期発見により、将来に生じる可能性がある生活上の障害等のトラブルに事前に対応することができ、早期に今後の治療、終末医療、介護などの方針を決めるこ

とができる。

[0022] 断層画像予測装置 1 および断層画像予測方法は、1つの入力画像 11 を入力して1つの出力画像 12 を出力する態様に限られるものではなく、様々な態様が可能である。以下では、断層画像予測装置の他の態様について説明する。

[0023] 図 3 は、断層画像予測装置 1 A の構成を示す図である。断層画像予測装置 1 A では、予測部 12 A は、入力部 11 に入力された脳の断層画像（入力画像 11）の取得時より後の複数の時点それぞれの脳の断層画像を予測する。出力部 13 は、予測部 12 A により予測された複数の時点それぞれの脳の断層画像（出力画像 12 a ～ 12 e）を個々に表示してもよいし、好適には、これら複数の時点それぞれの脳の断層画像を順に表示することで動画表示してもよい。

[0024] 例えば、出力画像 12 a は、入力画像 11 の取得時より 1 年経過後の予測画像である。出力画像 12 b は、入力画像 11 の取得時より 2 年経過後の予測画像である。出力画像 12 c は、入力画像 11 の取得時より 3 年経過後の予測画像である。出力画像 12 d は、入力画像 11 の取得時より 4 年経過後の予測画像である。また、出力画像 12 e は、入力画像 11 の取得時より 5 年経過後の予測画像である。このように将来の複数の時点それぞれにおける脳の断層画像を予測することで、脳の健康状態の変化の把握が容易となる。

[0025] 予測部 12 A は、入力画像 11 から出力画像 12 a を予測し、この出力画像 12 a から出力画像 12 b を予測し、この出力画像 12 b から出力画像 12 c を予測し、この出力画像 12 c から出力画像 12 d を予測し、この出力画像 12 d から出力画像 12 e を予測してもよい。或いは、入力画像 11 から出力画像 12 a ～ 12 e を予測することができるよう、深層ニューラルネットワークを学習させておいてもよい。

[0026] 図 4 は、入力部 11 に入力される断層画像（入力画像 11）、出力部 13 から出力される出力画像 12 a ～ 12 d、および、出力部 13 から出力される差分画像の例を示す図である。この図に示されるように、出力部 13 は、

予測部 12 A により予測された脳の断層画像（出力画像 12 a ～ 12 d 等）と入力部 11 に入力された脳の断層画像（入力画像 11）との間の差分を表す差分画像（12 a - 11、12 b - 11、12 c - 11、12 d - 11、等）を求めて、この差分画像を出力する構成としても良い。このように将来の複数の時点それぞれにおける脳の差分画像を表示することで、脳の健康状態の変化の把握（例えば悪化していく場所および様子の把握）が更に容易となる。

[0027] 図 5 は、実際の断層画像と予測された断層画像とを対比して示す図である。ここでは、或る時点の PET 画像と 1 年後の PET 画像とを 1 組として、470 組の PET 画像データを格納する断層画像データベースを用い、深層ニューラルネットワークを学習させた。この図は、或る特定の被験者の脳の実際の 1 年目から 5 年目までの PET 画像を示すとともに、その特定の被験者の脳の予測された 1 年目から 5 年目までの PET 画像をも示す。また、この図は、実際の 5 年目の PET 画像と 1 年目の PET 画像との差分を表す差分画像を示すとともに、予測された 5 年目の PET 画像と 1 年目の PET 画像との差分を表す差分画像をも示す。

[0028] 実際と予測とを対比すると、実際の或る年の PET 画像と、予測された同年の PET 画像との間で、活性が低下している部位が共通していた。また、その活性が低下する部位は、被験者によって異なっていた。このことは、或る時点の脳の断層画像から将来の脳の断層画像を被験者毎に予測することが可能であることを示している。このような結果は、従来の統計的な処理では困難である。

[0029] 図 6 は、最悪シナリオおよび最良シナリオそれぞれで予測された断層画像を対比して示す図である。この図に示されるように、予測部 12 A は、最悪シナリオおよび最良シナリオそれぞれについて、入力部 11 に入力された脳の断層画像の取得時より後の脳の断層画像を予測する構成としても良い。このとき、深層ニューラルネットワークは、断層画像データベースのうち経時変化の速さが互いに異なる断層画像のデータベースを用いて学習している。

[0030] 経時変化が速い断層画像（例えば、アルツハイマー型認知症に近い被験者の断層画像）のデータベースを用いて深層ニューラルネットワークを学習させておけば、最悪シナリオで将来の脳の断層画像を予測することができる。経時変化が遅い断層画像（例えば、健常者の断層画像）のデータベースを用いて深層ニューラルネットワークを学習させておけば、最良シナリオで将来の脳の断層画像を予測することができる。このように最悪シナリオおよび最良シナリオそれぞれで被験者の将来の脳の断層画像を予測することにより、該被験者の現在から将来に亘る介護、治療または予防について様々な方針を立てることができる。

[0031] 図 7 は、断層画像予測装置 1 B の構成を示す図である。断層画像予測装置 1 B では、入力部 1 1 B は、被験者の脳の複数の断層画像（入力画像 1 1 a , 1 1 b）を入力する。予測部 1 2 B は、入力部 1 1 B に入力された被験者の脳の複数の断層画像に基づいて、それらの断層画像の取得時より後の脳の断層画像を予測する。被験者の脳の複数の断層画像（入力画像 1 1 a , 1 1 b）から出力画像 1 2 a ~ 1 2 e を予測することができるように、深層ニューラルネットワークを学習させておく。

[0032] 被験者の脳の複数の断層画像とは、複数の時点それぞれに取得された被験者の脳の断層画像（例えば、或る年に取得された断層画像と、次の年に取得された断層画像）である。或いは、被験者の脳の複数の断層画像とは、複数種類の断層画像取得装置それぞれにより取得された被験者の脳の断層画像（例えば、PET 画像、SPECT 画像、MRI 画像）である。このように、被験者の脳の複数の断層画像に基づいて将来の脳の断層画像を予測することにより、予測の精度を向上させることができる。

[0033] 図 8 は、断層画像予測装置 1 C の構成を示す図である。断層画像予測装置 1 C では、入力部 1 1 C は、被験者の脳の断層画像（入力画像 1 1）を入力するだけでなく、該被験者に関する他の情報をも入力する。予測部 1 2 C は、入力部 1 1 C に入力された被験者の脳の断層画像および該被験者に関する他の情報に基づいて、その断層画像の取得時より後の脳の断層画像を予測す

る。被験者の脳の断層画像および該被験者に関する他の情報から出力画像 12 a ~ 12 e を予測することができるように、深層ニューラルネットワークを学習させておく。

[0034] 被験者に関する他の情報とは、脳の健康状態と関係があり得る情報であり、例えば、年齢、性別、遺伝子情報、既往歴、生活習慣等の情報である。このように、被験者の脳の断層画像および該被験者に関する他の情報に基づいて将来の脳の断層画像を予測することにより、予測の精度を向上させることができる。

[0035] 本発明は、上記実施形態及び構成例に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、これまでに説明した様々な態様のうちの任意の態様を組み合わせてもよい。

[0036] 断層画像取得装置（PET装置、SPECT装置、MRI装置）を備えて被験者の脳の断層画像を取得する医療機関と、断層画像予測装置を備えて被験者の将来の脳の断層画像を予測する機関（以下「予測機関」という）とは、別個であってもよい。

[0037] この場合、医療機関と予測機関との間の通信回線により、医療機関において取得された被験者の脳の断層画像が予測機関へ送られ、予測機関において予測された将来の脳の断層画像が医療機関へ送られる。そして、医療機関では、医師等は、予測機関から送られてきた将来の脳の断層画像に基づいて、被験者の現在から将来に亘る介護、治療または予防について有効な方針を立てることができる。

[0038] 上記実施形態による断層画像予測装置は、（１）被験者の脳の断層画像を入力する入力部と、（２）入力部に入力された脳の断層画像に基づいて、深層ニューラルネットワークにより、その断層画像の取得時より後の被験者の脳の断層画像を予測する予測部と、（３）予測部による予測の結果を出力する出力部と、を備える構成としている。

[0039] 上記の断層画像予測装置では、複数の被験者について複数の時点それぞれに取得された脳の断層画像のデータベースを用いて深層ニューラルネットワ

ークを学習させる学習部を更に備える構成としても良い。

[0040] 上記の断層画像予測装置では、予測部は、予測した被験者の脳の断層画像に基づいて被験者の脳の健康状態を予測する構成としても良い。

[0041] 上記の断層画像予測装置では、予測部は、入力部に入力された脳の断層画像の取得時より後の複数の時点それぞれの脳の断層画像を予測する構成としても良い。また、この場合、出力部は、予測部により予測された複数の時点それぞれの脳の断層画像を動画として表示する構成としても良い。

[0042] 上記の断層画像予測装置では、出力部は、予測部により予測された脳の断層画像と入力部に入力された脳の断層画像との間の差分を表す差分画像を求めて、この差分画像を出力する構成としても良い。

[0043] 上記の断層画像予測装置では、予測部は、複数の被験者について複数の時点それぞれに取得された脳の断層画像のデータベースのうち経時変化の速さが互いに異なる断層画像のデータベースを用いて学習した深層ニューラルネットワークにより、入力部に入力された脳の断層画像の取得時より後の脳の断層画像を予測する構成としても良い。

[0044] 上記の断層画像予測装置では、予測部は、複数の時点それぞれに取得された被験者の脳の断層画像に基づいて、それらの断層画像の取得時より後の脳の断層画像を予測する構成としても良い。また、予測部は、複数種類の断層画像取得装置それぞれにより取得された被験者の脳の断層画像に基づいて、それらの断層画像の取得時より後の脳の断層画像を予測する構成としても良い。また、予測部は、入力部に入力された脳の断層画像および被験者に関する他の情報に基づいて、その断層画像の取得時より後の脳の断層画像を予測する構成としても良い。

[0045] 上記実施形態による断層画像予測方法は、（１）被験者の脳の断層画像を入力する入力ステップと、（２）入力ステップで入力された脳の断層画像に基づいて、深層ニューラルネットワークにより、その断層画像の取得時より後の被験者の脳の断層画像を予測する予測ステップと、（３）予測ステップにおける予測の結果を出力する出力ステップと、を備える構成としている。

- [0046] 上記の断層画像予測方法では、複数の被験者について複数の時点それぞれに取得された脳の断層画像のデータベースを用いて深層ニューラルネットワークを学習させる学習ステップを更に備える構成としても良い。
- [0047] 上記の断層画像予測方法では、予測ステップは、予測した被験者の脳の断層画像に基づいて被験者の脳の健康状態を予測する構成としても良い。
- [0048] 上記の断層画像予測方法では、予測ステップは、入力ステップで入力された脳の断層画像の取得時より後の複数の時点それぞれの脳の断層画像を予測する構成としても良い。また、この場合、出力ステップは、予測ステップで予測された複数の時点それぞれの脳の断層画像を動画として表示する構成としても良い。
- [0049] 上記の断層画像予測方法では、出力ステップは、予測ステップで予測された脳の断層画像と入力ステップで入力された脳の断層画像との間の差分を表す差分画像を求めて、この差分画像を出力する構成としても良い。
- [0050] 上記の断層画像予測方法では、予測ステップは、複数の被験者について複数の時点それぞれに取得された脳の断層画像のデータベースのうち経時変化の速さが互いに異なる断層画像のデータベースを用いて学習した深層ニューラルネットワークにより、入力ステップで入力された脳の断層画像の取得時より後の脳の断層画像を予測する構成としても良い。
- [0051] 上記の断層画像予測方法では、予測ステップは、複数の時点それぞれに取得された被験者の脳の断層画像に基づいて、それらの断層画像の取得時より後の脳の断層画像を予測する構成としても良い。また、予測ステップは、複数種類の断層画像取得装置それぞれにより取得された被験者の脳の断層画像に基づいて、それらの断層画像の取得時より後の脳の断層画像を予測する構成としても良い。また、予測ステップは、入力ステップで入力された脳の断層画像および被験者に関する他の情報に基づいて、その断層画像の取得時より後の脳の断層画像を予測する構成としても良い。

産業上の利用可能性

- [0052] 本発明は、被験者の将来の治療等の方針の立案に有用な断層画像予測装置

および断層画像予測方法として利用可能である。

符号の説明

[0053] 1, 1 A～1 C…断層画像予測装置、1 1, 1 1 B, 1 1 C…入力部、1 2, 1 2 A～1 2 C…予測部、1 3…出力部、1 4…学習部、1 5…断層画像データベース。

請求の範囲

- [請求項1] 被験者の脳の断層画像を入力する入力部と、
前記入力部に入力された脳の断層画像に基づいて、深層ニューラルネットワークにより、その断層画像の取得時より後の前記被験者の脳の断層画像を予測する予測部と、
前記予測部による予測の結果を出力する出力部と、
を備える、断層画像予測装置。
- [請求項2] 複数の被験者について複数の時点それぞれに取得された脳の断層画像のデータベースを用いて前記深層ニューラルネットワークを学習させる学習部を更に備える、請求項1に記載の断層画像予測装置。
- [請求項3] 前記予測部は、予測した前記被験者の脳の断層画像に基づいて前記被験者の脳の健康状態を予測する、請求項1または2に記載の断層画像予測装置。
- [請求項4] 前記予測部は、前記入力部に入力された脳の断層画像の取得時より後の複数の時点それぞれの脳の断層画像を予測する、請求項1～3の何れか1項に記載の断層画像予測装置。
- [請求項5] 前記出力部は、前記予測部により予測された複数の時点それぞれの脳の断層画像を動画として表示する、請求項4に記載の断層画像予測装置。
- [請求項6] 前記出力部は、前記予測部により予測された脳の断層画像と前記入力部に入力された脳の断層画像との間の差分を表す差分画像を求めて、この差分画像を出力する、請求項1～5の何れか1項に記載の断層画像予測装置。
- [請求項7] 前記予測部は、複数の被験者について複数の時点それぞれに取得された脳の断層画像のデータベースのうち経時変化の速さが互いに異なる断層画像のデータベースを用いて学習した前記深層ニューラルネットワークにより、前記入力部に入力された脳の断層画像の取得時より後の脳の断層画像を予測する、請求項1～6の何れか1項に記載の断

層画像予測装置。

[請求項8] 前記予測部は、複数の時点それぞれに取得された前記被験者の脳の断層画像に基づいて、それらの断層画像の取得時より後の脳の断層画像を予測する、請求項1～7の何れか1項に記載の断層画像予測装置。

[請求項9] 前記予測部は、複数種類の断層画像取得装置それぞれにより取得された前記被験者の脳の断層画像に基づいて、それらの断層画像の取得時より後の脳の断層画像を予測する、請求項1～8の何れか1項に記載の断層画像予測装置。

[請求項10] 前記予測部は、前記入力部に入力された脳の断層画像および前記被験者に関する他の情報に基づいて、その断層画像の取得時より後の脳の断層画像を予測する、請求項1～9の何れか1項に記載の断層画像予測装置。

[請求項11] 被験者の脳の断層画像を入力する入力ステップと、
前記入力ステップで入力された脳の断層画像に基づいて、深層ニューラルネットワークにより、その断層画像の取得時より後の前記被験者の脳の断層画像を予測する予測ステップと、
前記予測ステップにおける予測の結果を出力する出力ステップと、
を備える、断層画像予測方法。

[請求項12] 複数の被験者について複数の時点それぞれに取得された脳の断層画像のデータベースを用いて前記深層ニューラルネットワークを学習させる学習ステップを更に備える、請求項11に記載の断層画像予測方法。

[請求項13] 前記予測ステップは、予測した前記被験者の脳の断層画像に基づいて前記被験者の脳の健康状態を予測する、請求項11または12に記載の断層画像予測方法。

[請求項14] 前記予測ステップは、前記入力ステップで入力された脳の断層画像の取得時より後の複数の時点それぞれの脳の断層画像を予測する、請

求項 1 1 ～ 1 3 の何れか 1 項に記載の断層画像予測方法。

[請求項15] 前記出力ステップは、前記予測ステップで予測された複数の時点それぞれの脳の断層画像を動画として表示する、請求項 1 4 に記載の断層画像予測方法。

[請求項16] 前記出力ステップは、前記予測ステップで予測された脳の断層画像と前記入力ステップで入力された脳の断層画像との間の差分を表す差分画像を求めて、この差分画像を出力する、請求項 1 1 ～ 1 5 の何れか 1 項に記載の断層画像予測方法。

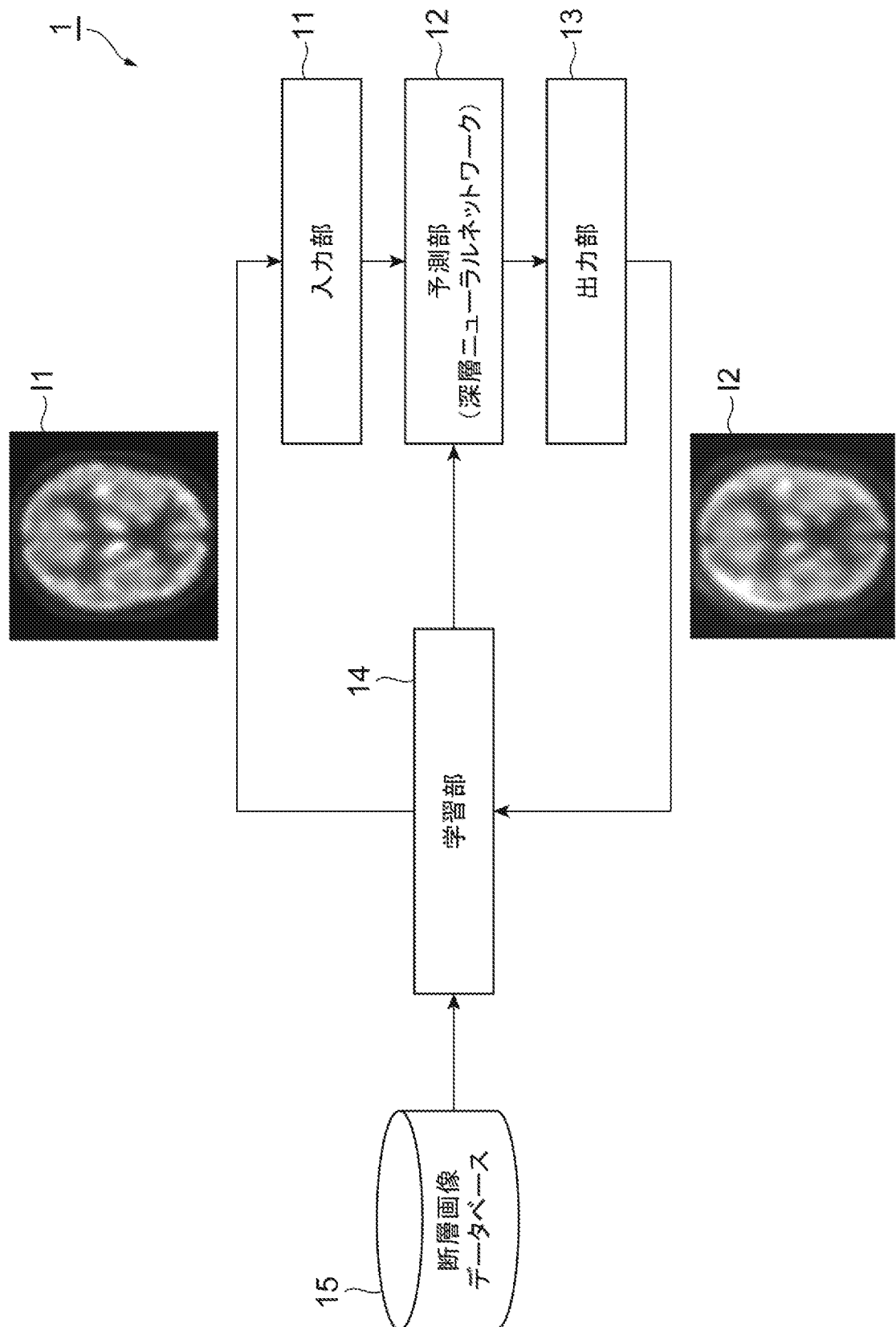
[請求項17] 前記予測ステップは、複数の被験者について複数の時点それぞれに取得された脳の断層画像のデータベースのうち経時変化の速さが互いに異なる断層画像のデータベースを用いて学習した前記深層ニューラルネットワークにより、前記入力ステップで入力された脳の断層画像の取得時より後の脳の断層画像を予測する、請求項 1 1 ～ 1 6 の何れか 1 項に記載の断層画像予測方法。

[請求項18] 前記予測ステップは、複数の時点それぞれに取得された前記被験者の脳の断層画像に基づいて、それらの断層画像の取得時より後の脳の断層画像を予測する、請求項 1 1 ～ 1 7 の何れか 1 項に記載の断層画像予測方法。

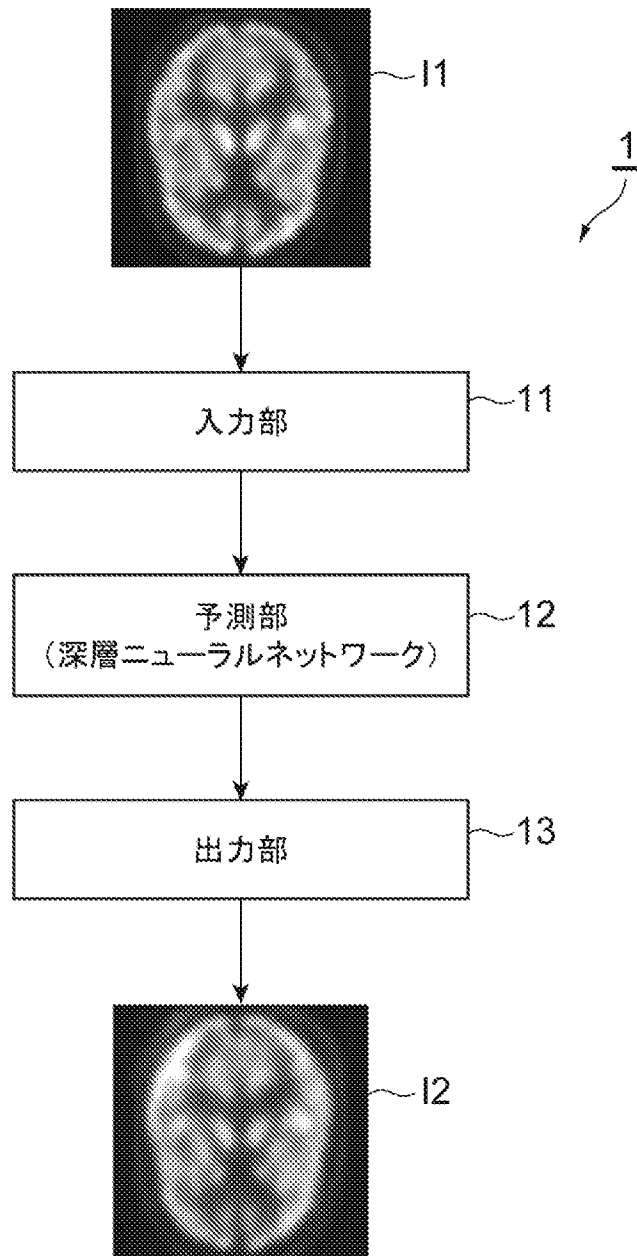
[請求項19] 前記予測ステップは、複数種類の断層画像取得装置それぞれにより取得された前記被験者の脳の断層画像に基づいて、それらの断層画像の取得時より後の脳の断層画像を予測する、請求項 1 1 ～ 1 8 の何れか 1 項に記載の断層画像予測方法。

[請求項20] 前記予測ステップは、前記入力ステップで入力された脳の断層画像および前記被験者に関する他の情報に基づいて、その断層画像の取得時より後の脳の断層画像を予測する、請求項 1 1 ～ 1 9 の何れか 1 項に記載の断層画像予測方法。

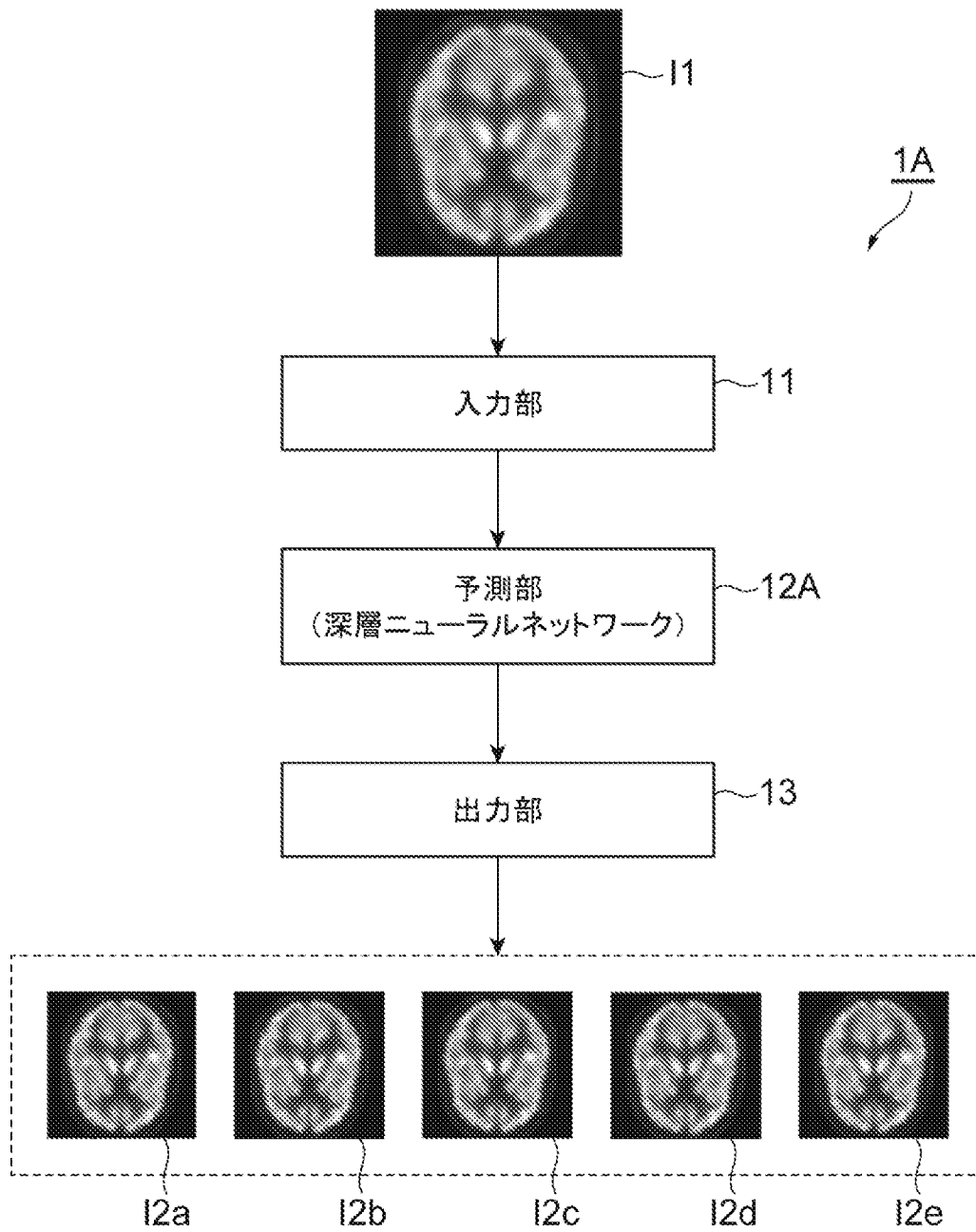
[図1]



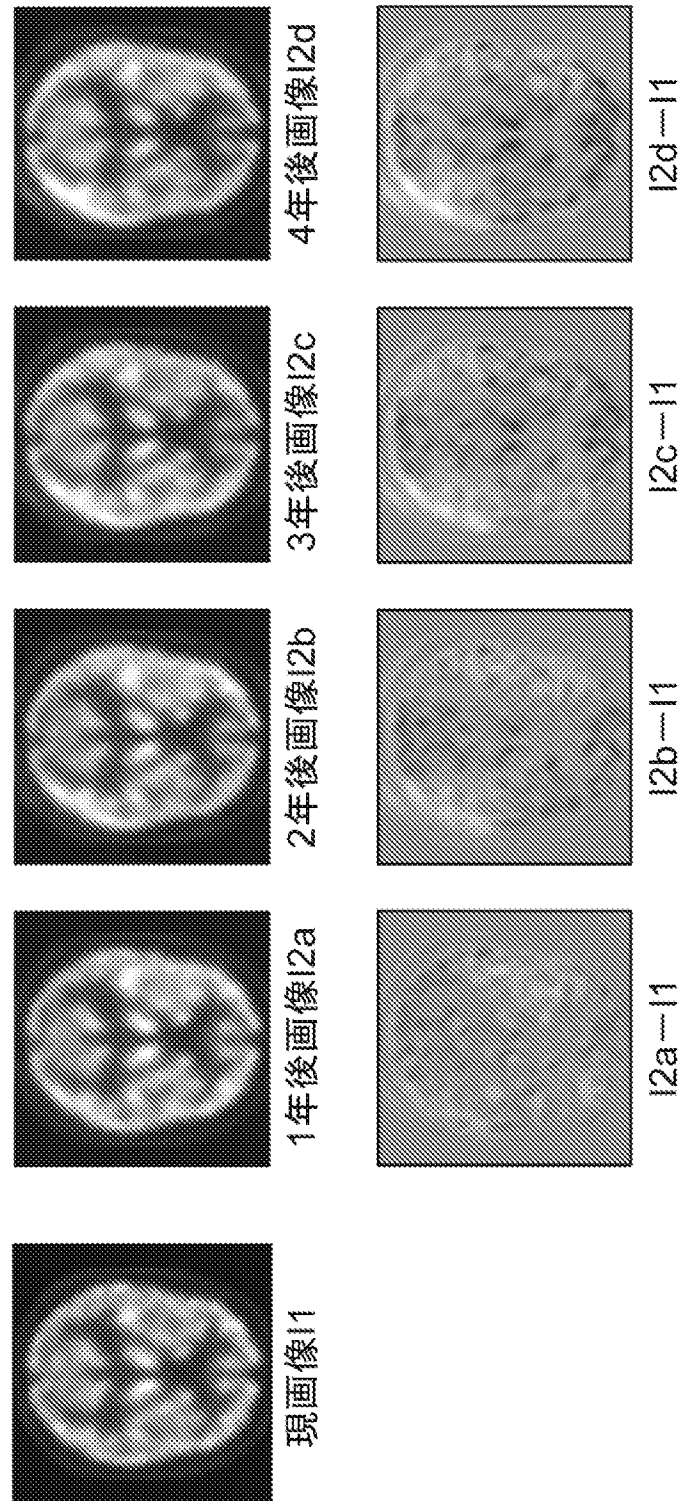
[図2]



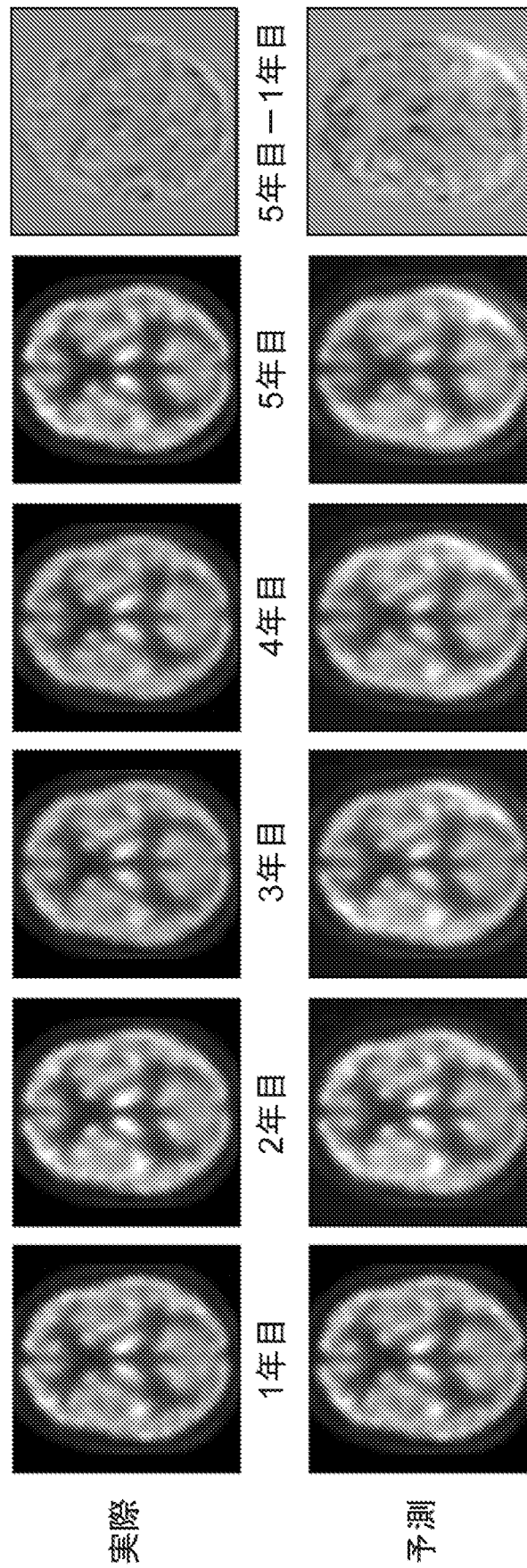
[図3]



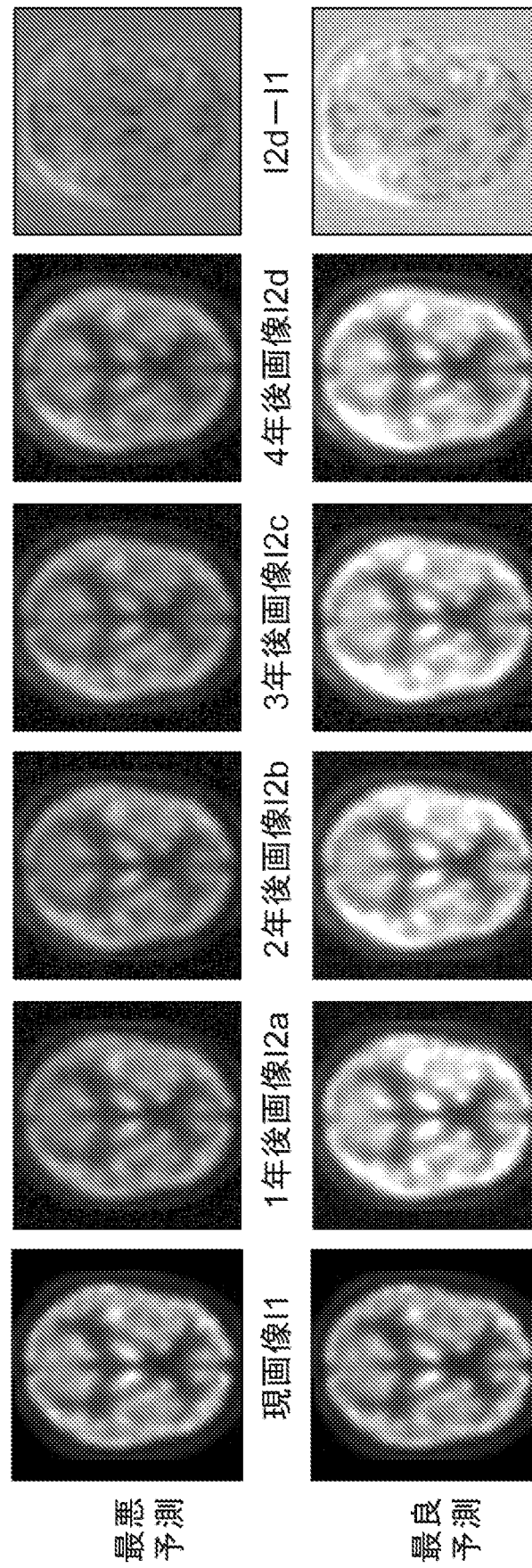
[図4]



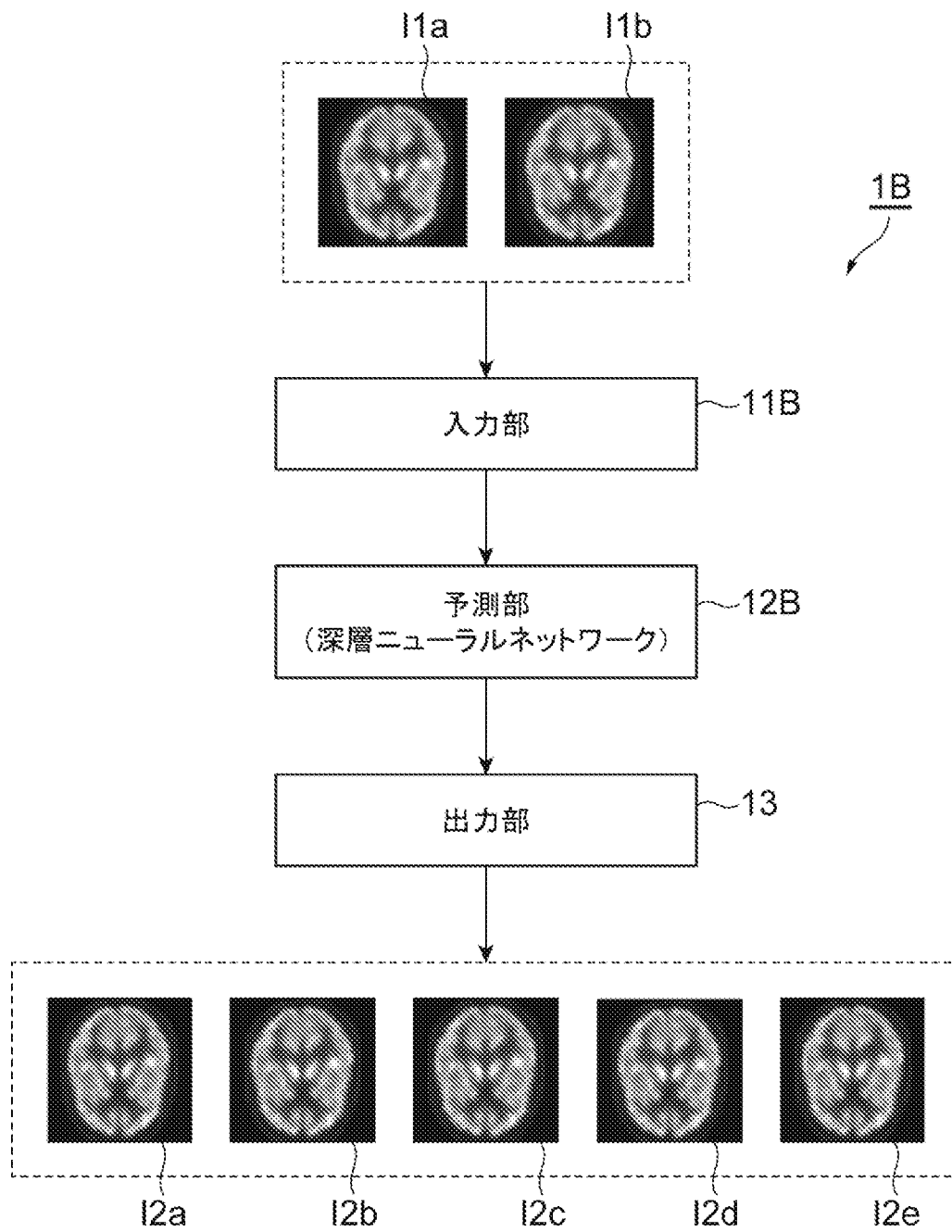
[図5]



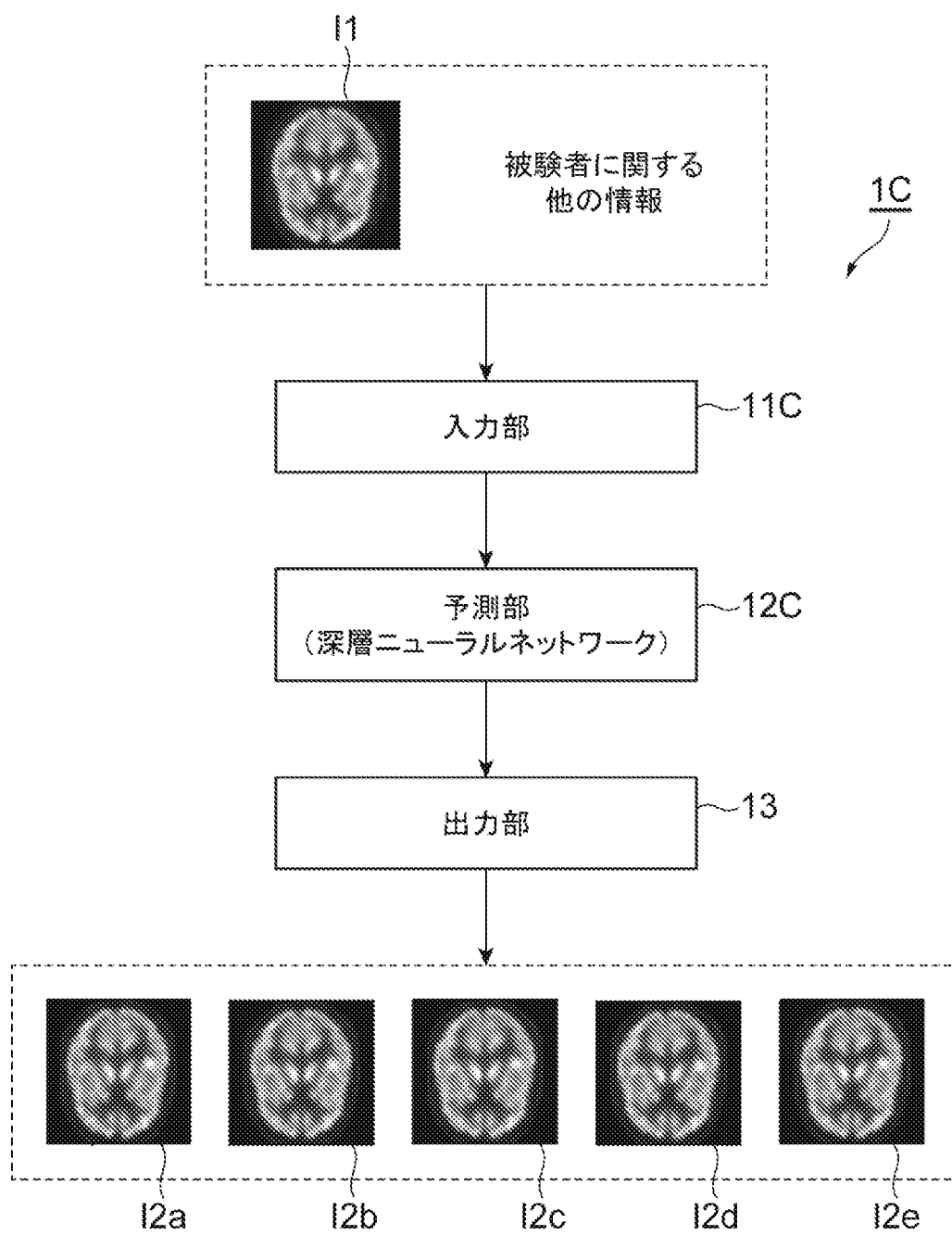
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/021637

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01T1/161(2006.01)i, A61B5/055(2006.01)i, A61B6/03(2006.01)i,
A61B10/00(2006.01)i, G06T7/00(2017.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G01T1/161-G01T1/166, A61B5/055, A61B6/00-A61B6/14, G06T7/00,
G16H50/00-G16H50/80

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-157640 A (FUJIFILM RI PHARMA CO., LTD.) 10 July 2008, paragraphs [0020]-[0040] (Family: none)	1-20
A	US 2013/0116540 A1 (LI, Shijiang) 09 May 2013, entire text, all drawings & WO 2011/115956 A1	1-20
A	US 2018/0144466 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 24 May 2018, entire text, all drawings & US 2019/0050987 A1 & WO 2018/098078 A1	1-20

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 August 2019 (13.08.2019)

Date of mailing of the international search report
20 August 2019 (20.08.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/021637

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2017/106645 A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA) 22 June 2017, entire text, all drawings & JP 2019-500110 A & US 2018/0365824 A1 & EP 3391284 A1 & CN 108369642 A	1-20

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01T1/161(2006.01)i, A61B5/055(2006.01)i, A61B6/03(2006.01)i, A61B10/00(2006.01)i, G06T7/00(2017.01)i

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))

Int.Cl. G01T1/161- G01T1/166, A61B5/055, A61B6/00-A61B6/14, G06T7/00, G16H50/00-G16H50/80

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-157640 A (富士フイルム R I ファーマ株式会社) 2008.07.10, 段落[0020]-[0040] (ファミリーなし)	1-20
A	US 2013/0116540 A1 (LI Shi-jiang) 2013.05.09, 全文, 全図 & WO 2011/115956 A1	1-20
A	US 2018/0144466 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 2018.05.24, 全 文, 全図 & US 2019/0050987 A1 & WO 2018/098078 A1	1-20

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.08.2019

国際調査報告の発送日

20.08.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

井上 香緒梨

2 U

3 6 1 4

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2017/106645 A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA) 2017.06.22, 全文, 全図 & JP 2019-500110 A & US 2018/0365824 A1 & EP 3391284 A1 & CN 108369642 A	1-20