

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6877486号
(P6877486)

(45) 発行日 令和3年5月26日 (2021.5.26)

(24) 登録日 令和3年4月30日 (2021.4.30)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 1/045 (2006.01)

G 1 6 H 50/20 (2018.01)

G 0 6 T 7/00 (2017.01)

G 0 6 N 3/04 (2006.01)

G 0 6 N 20/00 (2019.01)

A 6 1 B 1/045 6 1 0

G 1 6 H 50/20

A 6 1 B 1/045 6 1 4

A 6 1 B 1/045 6 1 5

G 0 6 T 7/00 6 1 2

請求項の数 11 (全 36 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-100647 (P2019-100647)

(22) 出願日 令和1年5月29日 (2019.5.29)

(65) 公開番号 特開2020-89710 (P2020-89710A)

(43) 公開日 令和2年6月11日 (2020.6.11)

審査請求日 令和2年11月26日 (2020.11.26)

(31) 優先権主張番号 62/775,197

(32) 優先日 平成30年12月4日 (2018.12.4)

(33) 優先権主張国・地域又は機関
米国 (US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000113263

H O Y A 株式会社

東京都新宿区西新宿六丁目10番1号

(74) 代理人 100114557

弁理士 河野 英仁

(74) 代理人 100078868

弁理士 河野 登夫

(72) 発明者 牧野 貴雄

東京都新宿区西新宿六丁目10番1号 H
O Y A 株式会社内

審査官 清水 裕勝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報処理装置、内視鏡用プロセッサ、情報処理方法およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内視鏡画像を取得する画像取得部と、

病変領域の内視鏡画像が入力された場合に疾病の診断基準に関する診断基準予測を出力する第1モデルに、前記画像取得部が取得した内視鏡画像を入力して、出力される診断基準予測を取得する第1取得部と、

前記第1取得部が取得した診断基準予測を、前記内視鏡画像に基づいて取得した前記疾病の状態に関する診断予測と関連づけて出力する出力部とを備え、

前記診断予測は、内視鏡画像が入力された場合に前記疾病が含まれる病変領域に関する領域予測を出力する第2モデルに、前記画像取得部が取得した内視鏡画像を入力して、出力された病変領域に関する領域予測であり、

前記第1取得部は、前記画像取得部が取得した内視鏡画像のうち前記第2モデルから出力された領域予測に対応する部分を、前記疾病の診断基準に含まれる複数の項目の診断基準予測をそれぞれ出力する複数の第1モデルにそれぞれ入力して、出力されるそれぞれの項目の診断基準予測を取得する

情報処理装置。

【請求項2】

前記第1モデルは、機械学習により生成された学習モデルである

請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項3】

前記第 1 モデルは、前記画像取得部が取得した内視鏡画像に基づいて算出した数値を出力する

請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

前記第 1 取得部の動作停止指示を受け付ける第 1 受付部を備える

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一つに記載の情報処理装置。

【請求項 5】

前記第 2 モデルは、機械学習により生成された学習モデルである

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一つに記載の情報処理装置。

【請求項 6】

前記診断予測の取得を停止する指示を受け付ける第 2 受付部を備える

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一つに記載の情報処理装置。

【請求項 7】

前記出力部は、前記画像取得部が取得した内視鏡画像も出力する

請求項 1 から請求項 6 のいずれか一つに記載の情報処理装置。

【請求項 8】

前記画像取得部は、内視鏡検査中に撮影された内視鏡画像をリアルタイムで取得し、

前記出力部は、前記画像取得部による内視鏡画像の取得と同期して出力を行なう

請求項 1 から請求項 7 のいずれか一つに記載の情報処理装置。

【請求項 9】

内視鏡が接続される内視鏡接続部と

前記内視鏡接続部に接続された内視鏡から取得した映像信号に基づいて内視鏡画像を生成する画像生成部と、

病変領域の内視鏡画像が入力された場合に疾病の診断基準に関する診断基準予測を出力する第 1 モデルに、前記画像生成部が取得した内視鏡画像を入力して、出力される診断基準予測を取得する第 1 取得部と、

前記第 1 取得部が取得した診断基準予測を、前記内視鏡画像に基づいて取得した前記疾病の状態に関する診断予測と関連づけて出力する出力部とを備え、

前記診断予測は、内視鏡画像が入力された場合に前記疾病が含まれる病変領域に関する領域予測を出力する第 2 モデルに、前記画像生成部が生成した内視鏡画像を入力して、出力された病変領域に関する領域予測であり、

前記第 1 取得部は、前記画像生成部が生成した内視鏡画像のうち前記第 2 モデルから出力された領域予測に対応する部分を、前記疾病の診断基準に含まれる複数の項目の診断基準予測をそれぞれ出力する複数の第 1 モデルにそれぞれ入力して、出力されるそれぞれの項目の診断基準予測を取得する

内視鏡用プロセッサ。

【請求項 10】

内視鏡画像を取得し、

内視鏡画像が入力された場合に疾病が含まれる病変領域に関する領域予測を出力する第 2 モデルに、取得した内視鏡画像を入力して、出力された病変領域に関する領域予測を取得し、

病変領域の内視鏡画像が入力された場合に前記疾病の診断基準に含まれる複数の項目の診断基準予測をそれぞれ出力する複数の第 1 モデルに、取得した内視鏡画像のうち前記第 2 モデルから出力された領域予測に対応する部分をそれぞれ入力して、出力されるそれぞれの項目の診断基準予測を取得し、

取得した前記診断基準予測を、取得した前記領域予測と関連づけて出力する

処理をコンピュータが実行する情報処理方法。

【請求項 11】

内視鏡画像を取得し、

内視鏡画像が入力された場合に疾病が含まれる病変領域に関する領域予測を出力する第

10

20

30

40

50

2モデルに、取得した内視鏡画像を入力して、出力された病変領域に関する領域予測を取得し、

病変領域の内視鏡画像が入力された場合に前記疾病の診断基準に含まれる複数の項目の診断基準予測をそれぞれ出力する複数の第1モデルに、取得した内視鏡画像のうち前記第2モデルから出力された領域予測に対応する部分をそれぞれ入力して、出力されるそれぞれの項目の診断基準予測を取得し、

取得した前記診断基準予測を、取得した前記領域予測と関連づけて出力する

処理をコンピュータに実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、情報処理装置、内視鏡用プロセッサ、情報処理方法およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

内視鏡画像等のテクスチャ解析を行ない、病理診断に対応した分類を行なう画像処理装置が提案されている。このような診断支援技術を利用することにより、高度に専門的な知識と経験を有しない医師であっても、速やかに診断を行なえる。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0003】

【特許文献1】特開2017-70609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、特許文献1の画像処理装置による分類はユーザにとってはブラックボックスである。したがって、出力された分類について、ユーザが分類の理由を理解し、納得できるとは限らない。

【0005】

たとえば、潰瘍性大腸炎（UC：Ulcerative Colitis）においては、同一の内視鏡画像を見た専門医同士の間で、判断が分かれる場合があることが知られている。このような疾病である場合、診断支援技術による判定結果について、ユーザである医師が納得できない可能性がある。

30

【0006】

一つの側面では、疾病に関する判定結果とともに判定理由を提示する情報処理装置等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】

【0007】

情報処理装置は、内視鏡画像を取得する画像取得部と、病変領域の内視鏡画像が入力された場合に疾病の診断基準に関する診断基準予測を出力する第1モデルに、前記画像取得部が取得した内視鏡画像を入力して、出力される診断基準予測を取得する第1取得部と、前記第1取得部が取得した診断基準予測を、前記内視鏡画像に基づいて取得した前記疾病の状態に関する診断予測と関連づけて出力する出力部とを備え、前記診断予測は、内視鏡画像が入力された場合に前記疾病が含まれる病変領域に関する領域予測を出力する第2モデルに、前記画像取得部が取得した内視鏡画像を入力して、出力された病変領域に関する領域予測であり、前記第1取得部は、前記画像取得部が取得した内視鏡画像のうち前記第2モデルから出力された領域予測に対応する部分を、前記疾病の診断基準に含まれる複数の項目の診断基準予測をそれぞれ出力する複数の第1モデルにそれぞれ入力して、出力されるそれぞれの項目の診断基準予測を取得する。

40

【発明の効果】

50

【 0 0 0 8 】

一つの側面では、疾病に関する判定結果とともに判定理由を提示する情報処理装置等を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】診断支援システムの概要を説明する説明図である。

【図 2】診断支援システムの構成を説明する説明図である。

【図 3】第 1 スコア学習モデルの構成を説明する説明図である。

【図 4】第 2 モデルの構成を説明する説明図である。

【図 5】診断支援システムの動作を模式的に説明するタイムチャートである。

10

【図 6】プログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。

【図 7】第 1 変形例の診断支援システムの概要を説明する説明図である。

【図 8】第 2 変形例の画面表示を説明する説明図である。

【図 9】第 3 変形例の画面表示を説明する説明図である。

【図 10】第 4 変形例の動作を模式的に説明するタイムチャートである。

【図 11】モデルを生成する処理の概要を説明する説明図である。

【図 12】モデル生成システムの構成を説明する説明図である。

【図 13】教師データ DB のレコードレイアウトを説明する説明図である。

【図 14】教師データ入力画面を説明する説明図である。

【図 15】教師データ入力画面を説明する説明図である。

20

【図 16】学習モデルを生成するプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。

【図 17】学習モデルを更新するプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。

【図 18】教師データを収集するプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。

【図 19】実施の形態 3 の診断支援システムの概要を説明する説明図である。

【図 20】第 2 モデルから取得される特徴量を説明する説明図である。

【図 21】特徴量とスコアとの変換を説明する説明図である。

【図 22】特徴量 DB のレコードレイアウトを説明する説明図である。

30

【図 23】変換器を作成するプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。

【図 24】実施の形態 3 の内視鏡検査時のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。

【図 25】実施の形態 4 の診断支援システムの概要を説明する説明図である。

【図 26】実施の形態 4 の内視鏡画像とスコアとの変換を説明する説明図である。

【図 27】実施の形態 4 の変換器を作成するプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。

【図 28】実施の形態 4 の内視鏡検査時のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。

【図 29】実施の形態 5 の診断支援システムの概要を説明する説明図である。

40

【図 30】実施の形態 6 の第 1 スコア学習モデルの構成を説明する説明図である。

【図 31】実施の形態 6 の画面表示を説明する説明図である。

【図 32】実施の形態 7 の画面表示を説明する説明図である。

【図 33】実施の形態 8 の診断支援システムの概要を説明する説明図である。

【図 34】実施の形態 9 の情報処理装置の機能ブロック図である。

【図 35】実施の形態 10 の診断支援システムの構成を説明する説明図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

[実施の形態 1]

本実施の形態においては、潰瘍性大腸炎の診断を支援する診断支援システム 10 を例に

50

して説明する。潰瘍性大腸炎は、大腸の粘膜に炎症が生じる炎症性腸疾患の一つである。患部は直腸から大腸の全周にわたって発生し、口側に向けて進行することが知られている。

【0011】

症状が強く現れる活動期と、症状が治まる寛解期とを繰り返す場合があること、および、炎症が継続する場合には大腸がんの発症リスクが高くなること等から、発症後は定期的な大腸内視鏡検査による経過観察が推奨されている。

【0012】

医師は、大腸内視鏡の先端をたとえば盲腸まで挿入した後に、抜去しながら内視鏡画像を観察する。患部、すなわち炎症が発生している部分では、内視鏡画像全体に炎症が拡が

10

【0013】

WHO (World Health Organization) 等の公的機関、医学会、および各医療機関等で、様々な疾病を診断する際に使用する診断基準がそれぞれ定められている。たとえば潰瘍性大腸炎では、患部の赤みの程度、血管の見え方を意味する血管透見の程度、および、潰瘍の程度等の複数の項目が診断基準に挙げられている。

【0014】

医師は、診断基準の各項目を検討した上で、総合的に判断して内視鏡14により観察中の部位を診断する。診断は、観察中の部位が潰瘍性大腸炎の患部であるか否かの判断、および、患部である場合には重度であるか、軽度であるか等の重症度の判断を含む。熟練した医師は、大腸内視鏡を抜去しながら、診断基準の各項目を検討して、観察中の位置につ

20

【0015】

図1は、診断支援システム10の概要を説明する説明図である。内視鏡14(図2参照)を用いて撮影された内視鏡画像49は、第1モデル61および第2モデル62に入力される。第2モデル62は、内視鏡画像49が入力された場合に、潰瘍性大腸炎の状態に関する診断予測を出力する。図1に示す例では、正常、すなわち潰瘍性大腸炎の患部ではない確率が70パーセントであり、軽度の潰瘍性大腸炎である確率が20パーセントであるという診断予測が出力されている。第2モデル62の詳細については後述する。

30

【0016】

第1モデル61は、第1スコア学習モデル611、第2スコア学習モデル612および第3スコア学習モデル613を含む。以下の説明において、第1スコア学習モデル611から第3スコア学習モデル613までを特に区別する必要がある場合には、単に第1モデル61と記載する場合がある。

【0017】

第1スコア学習モデル611は、内視鏡画像49が入力された場合に、赤みの程度に関する評価を数値化した第1スコアの予測値を出力する。第2スコア学習モデル612は、内視鏡画像49が入力された場合に、血管透見の程度に関する評価を数値化した第2スコアの予測値を出力する。第3スコア学習モデル613は、内視鏡画像49が入力された場

40

【0018】

赤みの程度、血管透見の程度および潰瘍の程度は、医師が潰瘍性大腸炎の状態を診断する際に用いる診断基準に含まれる診断基準項目の例示である。第1スコアから第3スコアの予測値は、潰瘍性大腸炎の診断基準に関する診断基準予測の例示である。

【0019】

図1に示す例では、第1スコアは10、第2スコアは50、第3スコアは5であるという予測値が出力されている。なお、第1モデル61は、易出血性の程度、および、分泌物付着の程度等の、潰瘍性大腸炎に関する様々な診断基準項目に関する評価を数値化したスコアの予測値を出力するスコア学習モデルを含んでも良い。第1モデル61の詳細につい

50

ては後述する。

【 0 0 2 0 】

第 1 モデル 6 1 および第 2 モデル 6 2 の出力が、それぞれ第 1 取得部および第 2 取得部に取得される。第 1 取得部および第 2 取得部が取得した出力に基づいて、図 1 の下部に示す画面が表示装置 1 6 (図 2 参照) に表示される。表示される画面は、内視鏡画像欄 7 3、第 1 結果欄 7 1、第 1 停止ボタン 7 1 1、第 2 結果欄 7 2 および第 2 停止ボタン 7 2 2 を含む。

【 0 0 2 1 】

内視鏡画像欄 7 3 には、内視鏡 1 4 を用いて撮影された内視鏡画像 4 9 がリアルタイムで表示されている。第 1 結果欄 7 1 には、第 1 モデル 6 1 から出力された診断基準予測が一覧表示されている。第 2 結果欄 7 2 には第 2 モデル 6 2 から出力された診断予測が表示されている。

10

【 0 0 2 2 】

第 1 停止ボタン 7 1 1 は、第 1 モデル 6 1 の動作停止指示を受け付ける第 1 受付部の一例である。すなわち、第 1 停止ボタン 7 1 1 が選択された場合、第 1 モデル 6 1 を使用したスコアの予測値の出力が停止する。第 2 停止ボタン 7 2 2 は、第 2 モデル 6 2 の動作停止指示を受け付ける第 2 受付部の一例である。すなわち、第 2 停止ボタン 7 2 2 が選択された場合、第 2 モデル 6 2 を使用したスコアの予測値の出力が停止する。

【 0 0 2 3 】

医師は、第 1 結果欄 7 1 に表示された診断基準予測を参照することにより、第 2 結果欄 7 2 に表示された診断予測が診断基準に照らして妥当であるか否かの根拠を確認し、第 1 結果欄 7 1 に表示された診断予測を採用するか否かを判断する。

20

【 0 0 2 4 】

図 2 は、診断支援システム 1 0 の構成を説明する説明図である。診断支援システム 1 0 は、内視鏡 1 4 と、内視鏡用プロセッサ 1 1 と、情報処理装置 2 0 とを含む。情報処理装置 2 0 は、制御部 2 1、主記憶装置 2 2、補助記憶装置 2 3、通信部 2 4、表示装置 I / F (Interface) 2 6、入力装置 I / F 2 7 およびバスを備える。

【 0 0 2 5 】

内視鏡 1 4 は、先端部に撮像素子 1 4 1 を有する長尺の挿入部 1 4 2 を備える。内視鏡 1 4 は、内視鏡コネクタ 1 5 を介して内視鏡用プロセッサ 1 1 に接続されている。内視鏡用プロセッサ 1 1 は、撮像素子 1 4 1 から映像信号を受信して各種の画像処理を行ない、医師による観察に適した内視鏡画像 4 9 を生成する。すなわち、内視鏡用プロセッサ 1 1 は、内視鏡 1 4 から取得した映像信号に基づいて内視鏡画像 4 9 を生成する画像生成部の機能を果たす。

30

【 0 0 2 6 】

制御部 2 1 は、本実施の形態のプログラムを実行する演算制御装置である。制御部 2 1 には、一または複数の C P U (Central Processing Unit)、G P U (Graphics Processing Unit) またはマルチコア C P U 等が使用される。制御部 2 1 は、バスを介して情報処理装置 2 0 を構成するハードウェア各部と接続されている。

【 0 0 2 7 】

主記憶装置 2 2 は、S R A M (Static Random Access Memory)、D R A M (Dynamic Random Access Memory)、フラッシュメモリ等の記憶装置である。主記憶装置 2 2 には、制御部 2 1 が行なう処理の途中で必要な情報および制御部 2 1 で実行中のプログラムが一時的に保存される。

40

【 0 0 2 8 】

補助記憶装置 2 3 は、S R A M、フラッシュメモリまたはハードディスク等の記憶装置である。補助記憶装置 2 3 には、第 1 モデル 6 1、第 2 モデル 6 2、制御部 2 1 に実行させるプログラム、およびプログラムの実行に必要な各種データが保存される。前述のとおり、第 1 モデル 6 1 は、第 1 スコア学習モデル 6 1 1、第 2 スコア学習モデル 6 1 2 および第 3 スコア学習モデル 6 1 3 を含む。なお、第 1 モデル 6 1 および第 2 モデル 6 2 は情

50

報処理装置 20 に接続された外部の大容量記憶装置に記憶されていてもよい。

【0029】

通信部 24 は、情報処理装置 20 とネットワークとの間のデータ通信を行なうインターフェイスである。表示装置 I/F 26 は、情報処理装置 20 と表示装置 16 とを接続するインターフェイスである。表示装置 16 は、第 1 モデル 61 から取得された診断基準予測と、第 2 モデル 62 から取得された診断予測とを出力する出力部の一例である。

【0030】

入力装置 I/F 27 は、情報処理装置 20 とキーボード 17 等の入力装置とを接続するインターフェイスである。情報処理装置 20 は、汎用のパソコン、タブレット、またはスマートフォン等の情報機器である。

10

【0031】

図 3 は、第 1 スコア学習モデル 611 の構成を説明する説明図である。第 1 スコア学習モデル 611 は、内視鏡画像 49 が入力された場合に、第 1 スコアの予測値を出力する。

【0032】

第 1 スコアは、熟練した医師がその内視鏡画像 49 を見た場合に、潰瘍性大腸炎の診断基準に基づいて判断した赤みの程度を数値化した値である。たとえば、「赤みなし」を 0 点、「強度の発赤」を 100 点のように 100 点満点で医師がスコアを定める。

【0033】

なお、医師は「赤みなし」、「軽度」、「中度」、「重度」のように 4 段階で判断し、「赤みなし」を 0 点、「軽度」を 1 点、「中度」を 2 点、「重度」を 3 点のようにスコア

20

【0034】

本実施の形態の第 1 スコア学習モデル 611 は、たとえば CNN (Convolutional Neural Network) を用いた機械学習により生成された学習モデルである。第 1 スコア学習モデル 611 は、入力層 531、中間層 532、出力層 533、および、図示を省略する畳込み層とプーリング層とを有するニューラルネットワークモデル 53 により構成される。第 1 スコア学習モデル 611 の生成方法については、後述する。

【0035】

第 1 スコア学習モデル 611 に、内視鏡画像 49 が入力される。入力された画像は、畳込み層およびプーリング層により繰り返し処理が行なわれた後に、全結合層に入力される

30

【0036】

同様に、第 2 スコアは、熟練した専門医が内視鏡画像 49 を見た場合に、潰瘍性大腸炎の診断基準に基づいて血管透視の程度を判断した数値である。第 3 スコアは、熟練した専門医が内視鏡画像 49 を見た場合に、潰瘍性大腸炎の診断基準に基づいて潰瘍の程度を判断した数値である。第 2 スコア学習モデル 612 および第 3 スコア学習モデル 613 の構成は、第 1 スコア学習モデル 611 と同様であるため、図示および説明を省略する。

【0037】

図 4 は、第 2 モデル 62 の構成を説明する説明図である。第 2 モデル 62 は、内視鏡画像 49 が入力された場合に、潰瘍性大腸炎の診断予測を出力する。診断予測は、熟練した専門医がその内視鏡画像 49 を見た場合に、潰瘍性大腸炎についてどのように診断するかに関する予測である。

40

【0038】

本実施の形態の第 2 モデル 62 は、たとえば CNN を用いた機械学習により生成された学習モデルである。第 2 モデル 62 は、入力層 531、中間層 532、出力層 533、および、図示を省略する畳込み層とプーリング層とを有するニューラルネットワークモデル 53 により構成される。第 2 モデル 62 の生成方法については、後述する。

【0039】

第 2 モデル 62 に、内視鏡画像 49 が入力される。入力された画像は、畳込み層およびプーリング層により繰り返し処理が行なわれた後に、全結合層に入力される。出力層 53

50

3 に、診断予測が出力される。

【 0 0 4 0 】

図 4 においては、出力層 5 3 3 は内視鏡画像 4 9 を熟練した専門医が見た場合の判断が、重度の潰瘍性大腸炎である確率、中度の潰瘍性大腸炎である確率、軽度の潰瘍性大腸炎である確率および、正常、すなわち潰瘍性大腸炎の患部ではない確率をそれぞれ出力する 4 個の出力ノードを有する。

【 0 0 4 1 】

図 5 は、診断支援システム 1 0 の動作を模式的に説明するタイムチャートである。図 5 A は、撮像素子 1 4 1 による撮影のタイミングを示す。図 5 B は、内視鏡用プロセッサ 1 1 内の画像処理により、内視鏡画像 4 9 を生成するタイミングを示す。図 5 C は、内視鏡画像 4 9 に基づいて第 1 モデル 6 1 および第 2 モデル 6 2 が予測を出力するタイミングを示す。図 5 D は、表示装置 1 6 への表示のタイミングを示す。図 5 A から図 5 D までの横軸は、いずれも時間を示す。

【 0 0 4 2 】

時刻 t_0 に撮像素子 1 4 1 により「a」のフレームが撮影される。映像信号が内視鏡用プロセッサ 1 1 に伝送される。内視鏡用プロセッサ 1 1 が画像処理を行ない、時刻 t_1 に「a」の内視鏡画像 4 9 を生成する。制御部 2 1 は、内視鏡用プロセッサ 1 1 が生成した内視鏡画像 4 9 を取得して、第 1 モデル 6 1 および第 2 モデル 6 2 に入力する。時刻 t_2 に、制御部 2 1 は第 1 モデル 6 1 および第 2 モデル 6 2 からそれぞれ出力される予測を取得する。

【 0 0 4 3 】

時刻 t_3 に、制御部 2 1 は「a」のフレームの内視鏡画像 4 9 および予測を表示装置 1 6 に出力する。以上で、撮像素子 1 4 1 が撮影した 1 フレーム分の画像の処理が終了する。同様に、時刻 t_6 に撮像素子 1 4 1 により「b」のフレームが撮影される。時刻 t_7 に「b」の内視鏡画像 4 9 が生成される。制御部 2 1 は、時刻 t_8 に予測を取得し、時刻 t_9 に「b」のフレームの内視鏡画像 4 9 および予測を表示装置 1 6 に出力する。「c」のフレーム以降の動作も同様であるため、説明を省略する。以上により、内視鏡画像 4 9 と、第 1 モデル 6 1 および第 2 モデル 6 2 による予測とが同期して表示される。

【 0 0 4 4 】

図 6 は、プログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。図 6 を使用して説明するプログラムは、制御部 2 1 が内視鏡用プロセッサ 1 1 から 1 フレームの内視鏡画像 4 9 を取得するたびに実行される。

【 0 0 4 5 】

制御部 2 1 は、内視鏡用プロセッサ 1 1 から内視鏡画像 4 9 を取得する（ステップ S 5 0 1）。制御部 2 1 は、取得した内視鏡画像 4 9 を第 2 モデル 6 2 に入力して、出力層 5 3 3 から出力される診断予測を取得する（ステップ S 5 0 2）。制御部 2 1 は、取得した内視鏡画像 4 9 を、第 1 モデル 6 1 を構成するスコア学習モデルの一つに入力して、出力層 5 3 3 から出力されるスコアの予測値を取得する（ステップ S 5 0 3）。

【 0 0 4 6 】

制御部 2 1 は、第 1 モデル 6 1 を構成するスコア学習モデルの処理を終了したか否かを判定する（ステップ S 5 0 4）。終了していないと判定した場合（ステップ S 5 0 4 で N O）、制御部 2 1 は、ステップ S 5 0 3 に戻る。

【 0 0 4 7 】

終了したと判定した場合（ステップ S 5 0 4 で Y E S）、制御部 2 1 は、図 1 の下部を使用して説明した画像を生成して、表示装置 1 6 に出力する（ステップ S 5 0 5）。制御部 2 1 は、処理を終了する。

【 0 0 4 8 】

本実施の形態によると、第 1 モデル 6 1 から出力された診断基準予測と、第 2 モデル 6 2 から出力された診断予測とを、内視鏡画像 4 9 とともに表示する診断支援システム 1 0 を提供できる。医師は、内視鏡画像 4 9 を観察しながら、熟練した専門医が同じ内視鏡画

10

20

30

40

50

像 4 9 を見た場合の診断を予測した診断予測、および、診断基準予測を確認できる。

【 0 0 4 9 】

医師は、第 1 結果欄 7 1 に表示された診断基準予測を参照することにより、第 2 結果欄 7 2 に表示された診断予測が診断基準に照らして妥当であるか否かの根拠を確認し、第 1 結果欄 7 1 に表示された診断予測を採用するか否かを判断できる。

【 0 0 5 0 】

第 2 結果欄 7 2 には、最も確率の高い項目と、その確率のみが表示されても良い。表示する文字数を減らすことにより、文字サイズを大きくできる。医師は、内視鏡画像欄 7 3 を注視しながら、第 2 結果欄 7 2 の表示の変化を感知できる。

【 0 0 5 1 】

医師は、第 1 停止ボタン 7 1 1 を選択することにより、スコアの予想および表示を停止できる。医師は、第 2 停止ボタン 7 2 2 を選択することにより、診断予測および診断予測の表示を停止できる。医師は、第 1 停止ボタン 7 1 1 または第 2 停止ボタン 7 2 2 を再度選択することにより、診断予測および診断基準予測の表示を再開できる。

【 0 0 5 2 】

第 1 停止ボタン 7 1 1 および第 2 停止ボタン 7 2 2 は、キーボード 1 7、マウス、タッチパネルまたは音声入力等の任意の入力装置から操作可能である。第 1 停止ボタン 7 1 1 および第 2 停止ボタン 7 2 2 は、内視鏡 1 4 の操作部に設けられた制御ボタン等を用いて操作可能であっても良い。

【 0 0 5 3 】

たとえば、ポリープの切除または E M R (Endoscopic Mucosal Resection: 内視鏡的粘膜切除術) 等の内視鏡下処置を行なう場合には、撮像素子 1 4 1 による撮影から表示装置 1 6 への表示までのタイムラグは、できる限り短いことが望ましい。医師は、第 1 停止ボタン 7 1 1 および第 2 停止ボタン 7 2 2 を選択して診断予測および診断基準予測を停止することにより、タイムラグを短くできる。

【 0 0 5 4 】

なお、第 1 モデル 6 1 を構成する各スコア学習モデルを用いた診断基準予測と、第 2 モデル 6 2 を用いた診断予測とは、並列処理により実施されても良い。並列処理を用いることにより、表示装置 1 6 への表示のリアルタイム性を向上させることができる。

【 0 0 5 5 】

本実施の形態によると、たとえば潰瘍性大腸炎等の所定の疾病に関する判定結果とともに判定理由を提示する情報処理装置 2 0 等を提供できる。医師は、第 2 モデル 6 2 により出力される疾病の診断確率と、第 1 モデル 6 1 により出力される診断基準に関するスコアとの両方を見ることにより、診断基準に基づく正しい結果が出力されている否かを確認できる。

【 0 0 5 6 】

仮に、第 2 モデル 6 2 による出力と、第 1 モデル 6 1 により出力との間に齟齬がある場合、医師は潰瘍性大腸炎以外の疾病を疑い、指導医への相談、または、必要な検査の追加等の対処を行なえる。以上により、稀な疾病の見落とし等を避けることができる。

【 0 0 5 7 】

第 1 モデル 6 1 を用いた診断基準予測と、第 2 モデル 6 2 を用いた診断予測とは、別々のハードウェアにより実行されても良い。

【 0 0 5 8 】

内視鏡画像 4 9 は、電子カルテシステム等に記録された画像であっても良い。たとえば経過観察時に撮影されたそれぞれの画像を第 1 モデル 6 1 に入力することにより、各スコアの時間的変化を比較できる診断支援システム 1 0 を提供できる。

【 0 0 5 9 】

[第 1 変形例]

図 7 は、第 1 変形例の診断支援システム 1 0 の概要を説明する説明図である。図 2 との相違点以外は説明を省略する。表示装置 1 6 は、第 1 表示装置 1 6 1 と第 2 表示装置 1 6

10

20

30

40

50

2とを含む。第1表示装置161は、表示装置I/F26に接続されている。第2表示装置162は、内視鏡用プロセッサ11に接続されている。第1表示装置161と第2表示装置162とは、隣接して配置されていることが望ましい。

【0060】

第1表示装置161には、内視鏡用プロセッサ11で生成された内視鏡画像49がリアルタイムで表示される。第2表示装置162には、制御部21が取得した診断予測および診断基準予測が表示される。

【0061】

本変形例によると、内視鏡画像49の表示のタイムラグを削減しながら、診断予測および診断基準予測を表示する診断支援システム10を提供できる。

10

【0062】

診断支援システム10は、3個以上の表示装置16を有しても良い。たとえば、内視鏡画像49と、第1結果欄71と第2結果欄72とを、それぞれ異なる表示装置16に表示しても良い。

【0063】

[第2変形例]

図8は、第2変形例の画面表示を説明する説明図である。図1の下部との相違点以外は説明を省略する。本変形例においては、CPU21は、第1結果欄71および第2結果欄72をグラフ形式で出力する。

【0064】

20

第1結果欄71には、3つの診断基準予測が三軸のグラフ形式で表示されている。図8において上向きの軸は、第1スコアすなわち赤みに関するスコアの予測値を示す。右下向きの軸は、第2スコア、すなわち血管透見に関するスコアの予測値を示す。左下向きの軸は、第3スコア、すなわち潰瘍に関するスコアの予測値を示す。

【0065】

第1スコア、第2スコアおよび第3スコアの予測値が、内側の三角形で表示される。第2結果欄72には、第2モデル62から出力された診断予測が棒グラフにより表示されている。本変形例によると、医師は、三角形および棒グラフを見ることにより診断基準予測を直感的に把握できる。

【0066】

30

[第3変形例]

図9は、第3変形例の画面表示を説明する説明図である。図9は、クローン病の診断を支援する診断支援システム10が表示する画面である。クローン病も、潰瘍性大腸炎と同様に炎症性腸疾患の一種である。図9では、第1スコアは腸管の長さ方向に延びる縦走潰瘍の程度を、第2スコアは密集した粘膜隆起である敷石像の程度を、第3スコアは、赤い斑点のアフタの程度をそれぞれ示す。

【0067】

診断支援システム10が診断を支援する疾病は、潰瘍性大腸炎およびクローン病に限定しない。適切な第1モデル61および第2モデル62を作成可能な任意の疾病の診断を支援する診断支援システム10を提供できる。ユーザが、内視鏡検査中にどの疾病の診断を支援するかを切替可能であっても良い。複数の表示装置16に、それぞれの疾病の診断を支援する情報を表示しても良い。

40

【0068】

[第4変形例]

図10は、第4変形例の動作を模式的に説明するタイムチャートである。図5と共通する部分については、説明を省略する。図10は、第1モデル61および第2モデル62を用いた処理に長い時間を要する場合のタイムチャートの例を示す。

【0069】

時刻 t_0 に撮像素子141により「a」のフレームが撮影される。内視鏡用プロセッサ11が画像処理を行ない、時刻 t_1 に「a」の内視鏡画像49を生成する。制御部21は

50

、内視鏡用プロセッサ 11 が生成した内視鏡画像 49 を取得して、第 1 モデル 61 および第 2 モデル 62 に入力する。時刻 t_2 に、制御部 21 は表示装置 16 に「a」の内視鏡画像 49 を出力する。

【0070】

時刻 t_6 に撮像素子 141 により「b」のフレームが撮影される。内視鏡用プロセッサ 11 が画像処理を行ない、時刻 t_7 に「b」の内視鏡画像 49 を生成する。「b」の内視鏡画像 49 は、第 1 モデル 61 および第 2 モデル 62 に入力されない。時刻 t_8 に、制御部 21 は表示装置 16 に「b」の内視鏡画像 49 を出力する。

【0071】

時刻 t_9 に、制御部 21 は第 1 モデル 61 および第 2 モデル 62 からそれぞれ出力される「a」の内視鏡画像 49 に基づく予測を取得する。時刻 t_{10} に、制御部 21 は「a」の内視鏡画像 49 に基づく予測を表示装置 16 に出力する。時刻 t_{12} に、撮像素子 141 により「c」のフレームが撮影される。以後の処理は、時刻 t_0 から時刻 t_{10} までと同様であるため、説明を省略する。以上により、内視鏡画像 49 と、第 1 モデル 61 および第 2 モデル 62 による予測とが同期して表示される。

【0072】

本変形例によると、第 1 モデル 61 および第 2 モデル 62 に入力する内視鏡画像 49 を間引くことにより、第 1 モデル 61 および第 2 モデル 62 を使用した処理に時間を要する場合であっても、リアルタイムでの表示を実現できる。

【0073】

[実施の形態 2]

本実施の形態は、第 1 モデル 61 および第 2 モデル 62 を生成するモデル生成システム 19 に関する。実施の形態 1 と共通する部分については、説明を省略する。

【0074】

図 11 は、モデルを生成する処理の概要を説明する説明図である。教師データ DB 64 (図 12 参照) に、内視鏡画像 49 と、熟練した専門医等の有識者による判断結果とを関連づけた、複数組の教師データが記録されている。有識者による判断結果は、内視鏡画像 49 に基づく潰瘍性大腸炎の診断、第 1 スコア、第 2 スコアおよび第 3 スコアである。

【0075】

内視鏡画像 49 と診断結果との組を教師データとした機械学習により、第 2 モデル 62 が生成される。内視鏡画像 49 と第 1 スコアとの組を教師データとした機械学習により、第 1 スコア学習モデル 611 が生成される。内視鏡画像 49 と第 2 スコアとの組を教師データとした機械学習により、第 2 スコア学習モデル 612 が生成される。内視鏡画像 49 と第 3 スコアとの組を教師データとした機械学習により、第 3 スコア学習モデル 613 が生成される。

【0076】

図 12 は、モデル生成システム 19 の構成を説明する説明図である。モデル生成システム 19 は、サーバ 30 と、クライアント 40 とを含む。サーバ 30 は、制御部 31、主記憶装置 32、補助記憶装置 33、通信部 34 およびバスを備える。クライアント 40 は、制御部 41、主記憶装置 42、補助記憶装置 43、通信部 44、表示部 46、入力部 47 およびバスを備える。

【0077】

制御部 31 は、本実施の形態のプログラムを実行する演算制御装置である。制御部 31 には、一または複数の CPU、マルチコア CPU または GPU 等が使用される。制御部 31 は、バスを介してサーバ 30 を構成するハードウェア各部と接続されている。

【0078】

主記憶装置 32 は、SRAM、DRAM、フラッシュメモリ等の記憶装置である。主記憶装置 32 には、制御部 31 が行なう処理の途中で必要な情報および制御部 31 で実行中のプログラムが一時的に保存される。

【0079】

10

20

30

40

50

補助記憶装置 33 は、SRAM、フラッシュメモリ、ハードディスクまたは磁気テープ等の記憶装置である。補助記憶装置 33 には、制御部 31 に実行させるプログラム、教師データ DB 64 およびプログラムの実行に必要な各種データが保存される。さらに、制御部 31 により生成された第 1 モデル 61 および第 2 モデル 62 も、補助記憶装置 33 に保存される。なお、教師データ DB 64、第 1 モデル 61 および第 2 モデル 62 は、サーバ 30 に接続された外部の大容量記憶装置等に保存されていても良い。

【0080】

サーバ 30 は、汎用のパソコン、タブレット、大型計算機、大型計算機上で動作する仮想マシン、クラウドコンピューティングシステム、または、量子コンピュータである。サーバ 30 は、分散処理を行なう複数のパソコン等であっても良い。

10

【0081】

制御部 41 は、本実施の形態のプログラムを実行する演算制御装置である。制御部 41 は、本実施の形態のプログラムを実行する演算制御装置である。制御部 41 には、一または複数の CPU またはマルチコア CPU または GPU 等が使用される。制御部 41 は、バスを介してクライアント 40 を構成するハードウェア各部と接続されている。

【0082】

主記憶装置 42 は、SRAM、DRAM、フラッシュメモリ等の記憶装置である。主記憶装置 42 には、制御部 41 が行なう処理の途中で必要な情報および制御部 41 で実行中のプログラムが一時的に保存される。

【0083】

20

補助記憶装置 43 は、SRAM、フラッシュメモリまたはハードディスク等の記憶装置である。補助記憶装置 43 には、制御部 41 に実行させるプログラム、およびプログラムの実行に必要な各種データが保存される。

【0084】

通信部 44 は、クライアント 40 とネットワークとの間のデータ通信を行なうインターフェイスである。表示部 46 は、たとえば液晶表示パネルまたは有機 EL (Electro Luminescence) 表示パネル等である。入力部 47 は、たとえばキーボード 17 およびマウス等である。クライアント 40 は、表示部 46 と入力部 47 とが積層されたタッチパネルを有しても良い。

【0085】

30

クライアント 40 は、教師データを作成する専門医等が使用する、汎用のパソコン、タブレット、またはスマートフォン等の情報機器である。クライアント 40 は、制御部 31 による制御に基づいてユーザインターフェイスを実現する、いわゆるシンクライアントであってもよい。シンクライアントを用いる場合、クライアント 40 が行なう後述する処理の大部分は、制御部 41 の代わりに制御部 31 で実行される。

【0086】

図 13 は、教師データ DB 64 のレコードレイアウトを説明する説明図である。教師データ DB 64 は、第 1 モデル 61 および第 2 モデル 62 の生成に用いる教師データを記録する DB である。教師データ DB 64 は、部位フィールド、疾病フィールド、内視鏡画像フィールド、内視鏡所見フィールド、およびスコアフィールドを有する。スコアフィールドは、赤みフィールド、血管透見フィールドおよび潰瘍フィールドを有する。

40

【0087】

部位フィールドには、内視鏡画像 49 が撮影された部位が記録されている。疾病フィールドには、教師データを作成する際に専門医等が判断を行なった疾病の名称が記録されている。内視鏡画像フィールドには、内視鏡画像 49 が記録されている。内視鏡所見フィールドには、内視鏡画像 49 を見て専門医等が判断した疾病の状態、すなわち内視鏡所見が記録されている。

【0088】

赤みフィールドには、内視鏡画像 49 を見て専門医等が判断した、赤みに関する第 1 スコアが記録されている。血管透見フィールドには、内視鏡画像 49 を見て専門医等が判断

50

した、血管透見に関する第2スコアが記録されている。潰瘍フィールドには、内視鏡画像49を見て専門医等が判断した、血管に関する第3スコアが記録されている。教師データDB64は、1枚の内視鏡画像49について1個のレコードを有する。

【0089】

図14および図15は、教師データ入力画面を説明する説明図である。図14は、既存の第1モデル61および第2モデル62を使用せずに教師データを作成する場合に、制御部41が表示部46に表示する画面の例を示す。

【0090】

図14に示す画面は、内視鏡画像欄73、第1入力欄81、第2入力欄82、次ボタン89、患者ID欄86、疾病名欄87およびモデルボタン88を含む。第1入力欄81は、第1スコア入力欄811、第2スコア入力欄812および第3スコア入力欄813を含む。図14においては、モデルボタン88は「モデル不使用」の状態に設定されている。

【0091】

内視鏡画像欄73には内視鏡画像49が表示される。内視鏡画像49は、教師データを入力する専門医等が実施した内視鏡検査により撮影された画像であっても、サーバ30から配信された画像であっても良い。専門医等は、内視鏡画像49に基づいて疾病名欄87に表示された「潰瘍性大腸炎」に関する診断を行ない、第2入力欄82の左端に設けられたチェックボックスを選択する。

【0092】

なお「不適切画像」は、たとえば残渣が多い、または、ブレがある等の事情により、診断に使用するには不適切であると、専門医等が判断したことを意味する。「不適切画像」と判断された内視鏡画像49は、教師データDB64に記録されない。

【0093】

専門医等は、内視鏡画像49に基づいて第1スコアから第3スコアを判断して、第1スコア入力欄811から第3スコア入力欄813にそれぞれ入力する。入力終了後、専門医等は次ボタン89を選択する。制御部41は、内視鏡画像49、第1入力欄81への入力および第2入力欄82への入力を、サーバ30に送信する。制御部31は、教師データDB64に新規レコードを追加して、内視鏡画像49、内視鏡所見および各スコアを記録する。

【0094】

図15は、既存の第1モデル61および第2モデル62を参照して教師データを作成する場合に、制御部41が表示部46に表示する画面の例を示す。図15においては、モデルボタン88は「モデル使用中」の状態に設定されている。なお、既存の第1モデル61および第2モデル62が生成されていない場合には、モデルボタン88は「モデル使用中」の状態が選択されないように設定されている。

【0095】

内視鏡画像49を第1モデル61および第2モデル62に入力した結果が、第1入力欄81および第2入力欄82に表示される。第2入力欄82には、最も確率の高い項目の左端のチェックボックスに、デフォルトでチェックが入った状態になっている。

【0096】

専門医等は、内視鏡画像49に基づいて第1入力欄81の各スコアが正しいか否かを判断し、必要に応じてスコアを変更する。専門医等は、内視鏡画像49に基づいて第2入力欄82のチェックが正しいか否かを判断し、必要に応じてチェックボックスを選択しなおす。第1入力欄81および第2入力欄82を適切な状態にした後、専門医等は次ボタン89を選択する。以後の処理は、図14を使用して説明した、「モデル不使用」である場合と同様であるため、説明を省略する。

【0097】

図16は、学習モデルを生成するプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。図16を使用して説明するプログラムは、第1モデル61を構成する各学習モデルおよび、第2モデル62の生成に使用される。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 8 】

制御部 3 1 は、作成対象の学習モデルを選択する（ステップ S 5 2 2）。作成対象の学習モデルは、第 1 モデル 6 1 を構成する各学習モデルのいずれか一つ、または第 2 モデル 6 2 である。制御部 3 1 は、教師データ D B 6 4 から必要なフィールドを抽出して、内視鏡画像 4 9 と出力データとのペアにより構成された教師データを作成する（ステップ S 5 2 3）。

【 0 0 9 9 】

たとえば、第 1 スコア学習モデル 6 1 1 を生成する場合には、出力データは赤みに関するスコアである。制御部 3 1 は、教師データ D B 6 4 から内視鏡画像フィールドおよび赤みフィールドを抽出する。同様に、第 2 モデル 6 2 を生成する場合には、出力データは内視鏡所見である。制御部 3 1 は、教師データ D B 6 4 から内視鏡画像フィールドおよび内視鏡所見フィールドを抽出する。

10

【 0 1 0 0 】

制御部 3 1 は、ステップ S 5 2 3 で作成した教師データを、訓練データとテストデータとに分離する（ステップ S 5 2 4）。制御部 3 1 は、訓練データを使用し、誤差逆伝播法等を用いて中間層 5 3 2 のパラメータを調整することにより、教師あり機械学習を行ない、学習モデルを生成する（ステップ S 5 2 5）。

【 0 1 0 1 】

制御部 3 1 は、訓練データを用いて学習モデルの精度を検証する（ステップ S 5 2 6）。検証は、訓練データ中の内視鏡画像 4 9 を学習モデルに入力した場合に、出力が内視鏡画像 4 9 に対応する出力データと一致する確率を算出することにより行なわれる。

20

【 0 1 0 2 】

制御部 3 1 は、ステップ S 5 2 5 で生成した学習モデルの精度が合格であるか否かを判定する（ステップ S 5 2 7）。合格であると判定した場合（ステップ S 5 2 7 で Y E S）、制御部 3 1 は補助記憶装置 3 3 に学習モデルを記録する。（ステップ S 5 2 8）。

【 0 1 0 3 】

合格でないと判定した場合（ステップ S 5 2 7 で N O）、制御部 3 1 は処理を終了するか否かを判定する（ステップ S 5 2 9）。たとえば、ステップ S 5 2 4 からステップ S 5 2 9 までの処理を所定の回数繰り返した場合に、制御部 3 1 は処理を終了すると判定する。処理を終了しないと判定した場合（ステップ S 5 2 9 で N O）、制御部 3 1 はステップ S 5 2 4 に戻る。

30

【 0 1 0 4 】

処理を終了すると判定した場合（ステップ S 5 2 9 で Y E S）、または、ステップ S 5 2 8 の終了後、制御部 3 1 は、処理を終了するか否かを判定する（ステップ S 5 3 1）。処理を終了しないと判定した場合（ステップ S 5 3 1 で N O）、制御部 3 1 はステップ S 5 2 2 に戻る。処理を終了すると判定した場合（ステップ S 5 3 1 で Y E S）、制御部 3 1 は処理を終了する。

【 0 1 0 5 】

なお、合格であると判定される学習モデルが生成されない場合には、教師データ D B 6 4 に記録された各レコードの見直し、および、レコードの追加が行なわれた後に、図 1 6 を使用して説明したプログラムが再度実行される。

40

【 0 1 0 6 】

図 1 6 を使用して説明したプログラムで更新された第 1 モデル 6 1 および第 2 モデル 6 2 は、たとえば医薬品医療機器等法上の承認等の手続が終了した後に、ネットワークを介して、または、記録媒体を介して、情報処理装置 2 0 に配信される。

【 0 1 0 7 】

図 1 7 は、学習モデルを更新するプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。図 1 7 を使用して説明するプログラムは、教師データ D B 6 4 に追加のレコードが記録された場合に適宜実行される。なお、追加の教師データは、教師データ D B 6 4 とは別のデータベースに記録されても良い。

50

【 0 1 0 8 】

制御部 3 1 は、更新する対象の学習モデルを取得する（ステップ S 5 4 1）。制御部 3 1 は、追加の教師データを取得する（ステップ S 5 4 2）。具体的には、制御部 3 1 は、教師データ D B 6 4 に追加されたレコードから、内視鏡画像フィールドに記録された内視鏡画像 4 9 と、ステップ S 5 4 1 で取得した学習モデルに対応する出力データとを取得する。

【 0 1 0 9 】

制御部 3 1 は、内視鏡画像 4 9 を学習モデルの入力データに、内視鏡画像 4 9 に関連づけられた出力データを学習モデルの出力に設定する（ステップ S 5 4 3）。制御部 3 1 は、誤差逆伝播法により、学習モデルのパラメータを更新する（ステップ S 5 4 4）。制御部 3 1 は、更新されたパラメータを記録する（ステップ S 5 4 5）。 10

【 0 1 1 0 】

制御部 3 1 は、教師データ D B 6 4 に追加されたレコードの処理を終了したか否かを判定する（ステップ S 5 4 6）。終了していないと判定した場合（ステップ S 5 4 6 で N O）、制御部 3 1 はステップ S 5 4 2 に戻る。終了したと判定した場合（ステップ S 5 4 6 で Y E S）、制御部 3 1 は処理を終了する。

【 0 1 1 1 】

図 1 7 を使用して説明したプログラムで更新された第 1 モデル 6 1 および第 2 モデル 6 2 は、たとえば医薬品医療機器等法上の承認等の手続が終了した後に、ネットワークを介して、または、記録媒体を介して、情報処理装置 2 0 に配信される。以上により、第 1 モデル 6 1 および第 2 モデル 6 2 が更新される。なお、第 1 モデル 6 1 および第 2 モデル 6 2 を構成する各学習モデルは、同時に更新されても、個別に更新されても良い。 20

【 0 1 1 2 】

図 1 8 は、教師データを収集するプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。制御部 4 1 は、図示を省略する電子カルテシステムまたは内視鏡用プロセッサ 1 1 に搭載されたハードディスク等から、内視鏡画像 4 9 を取得する（ステップ S 5 5 1）。制御部 4 1 は、図 1 4 を使用して説明したモデルボタン 8 8 を介してモデルを使用する旨が選択されているか否かを判定する（ステップ S 5 5 2）。 30

【 0 1 1 3 】

モデルを使用する旨が選択されていないと判定した場合（ステップ S 5 5 2 で N O）、制御部 4 1 は図 1 4 を使用して説明した画面を表示部 4 6 に表示する（ステップ S 5 5 3）。モデルを使用する旨が選択されていると判定した場合（ステップ S 5 5 2 で Y E S）、制御部 4 1 はサーバ 3 0 から第 1 モデル 6 1 および第 2 モデル 6 2 を取得する（ステップ S 5 6 1）。 30

【 0 1 1 4 】

なお、制御部 4 1 は取得した第 1 モデル 6 1 および第 2 モデル 6 2 を補助記憶装置 4 3 に一時的に記憶しても良い。このようにすることにより、制御部 4 1 は 2 回目以降のステップ S 5 6 1 の処理を省略できる。

【 0 1 1 5 】

制御部 4 1 は、ステップ S 5 5 1 で取得した内視鏡画像 4 9 をステップ S 5 6 1 で取得した第 1 モデル 6 1 および第 2 モデル 6 2 にそれぞれ入力して、出力層 5 3 3 から出力される推定結果を取得する（ステップ S 5 6 2）。制御部 4 1 は、図 1 5 を使用して説明した画面を表示部 4 6 に表示する（ステップ S 5 6 3）。 40

【 0 1 1 6 】

ステップ S 5 5 3 またはステップ S 5 6 3 の終了後、制御部 4 1 は入力部 4 7 を介してユーザによる判断結果の入力を取得する（ステップ S 5 6 4）。制御部 4 1 は、第 2 入力欄 8 2 において「不適切画像」が選択されているか否かを判定する（ステップ S 5 6 5）。「不適切画像」が選択されていると判定した場合（ステップ S 5 6 5 で Y E S）、制御部 4 1 は処理を終了する。

【 0 1 1 7 】

「不適切画像」が選択されていないと判定した場合（ステップS565でNO）、制御部41は内視鏡画像49と、ユーザによる入力結果とを関連づけた教師レコードをサーバ30に送信する（ステップS566）。なお、教師レコードは、USB（Universal Serial Bus）メモリ等の可搬型記録媒体を介して教師データDB64に記録されても良い。

【0118】

制御部31は、教師データDB64に新規レコードを作成して、受信した教師レコードを記録する。なお、たとえば複数の有識者が同じ内視鏡画像49について判断を行ない、所定の数の有識者による判断が一致した場合に、教師データDB64に記録されても良い。このようにすることにより、教師データDB64の精度を高めることができる。

【0119】

本実施の形態によると、教師データを収集、および、第1モデル61および第2モデル62の生成と更新とを行なえる。

【0120】

[実施の形態3]

本実施の形態は、第2モデル62の中間層532から抽出した特徴量に基づいて、診断基準に沿ったスコアを出力する診断支援システム10に関する。実施の形態1または実施の形態2と共通する部分については、説明を省略する。

【0121】

図19は、実施の形態3の診断支援システム10の概要を説明する説明図である。内視鏡14を用いて撮影された内視鏡画像49は、第2モデル62に入力される。第2モデル62は、内視鏡画像49が入力された場合に、潰瘍性大腸炎の診断予測を出力する。後述するように、第2モデル62の中間層532を構成するノードから、第1特徴量651、第2特徴量652および第3特徴量653等の特徴量65が取得される。

【0122】

第1モデル61は、第1変換器631、第2変換器632および第3変換器633を含む。第1特徴量651が、第1変換器631により赤みの程度を示す第1スコアの予測値に変換される。第2特徴量652が、第2変換器632により血管透視の程度を示す第2スコアの予測値に変換される。第3特徴量653が、第3変換器633により潰瘍の程度を示す第3スコアの予測値に変換される。以後の説明において第1変換器631から第3変換器633までを特に区別しない場合には、変換器63と記載する。

【0123】

第1モデル61および第2モデル62の出力が、それぞれ第1取得部および第2取得部に取得される。第1取得部および第2取得部が取得した出力に基づいて、図19の下部に示す画面が表示装置16に表示される。表示される画面は、実施の形態1で説明した画面と同様であるため、説明を省略する。

【0124】

図20は、第2モデル62から取得される特徴量を説明する説明図である。中間層532は、相互に連結された複数のノードを含む。第2モデル62に内視鏡画像49が入力された場合、それぞれのノードには内視鏡画像49の種々の特徴量が現れる。例として、5個のノードに現れるそれぞれの特徴量を、特徴量A65Aから特徴量E65Eまでの記号で示す。

【0125】

特徴量は、畳込み層およびプーリング層により繰り返し処理が行なわれた後、全結合層に入力される直前のノードから取得されても、全結合層に含まれるノードから取得されても良い。

【0126】

図21は、特徴量とスコアとの変換を説明する説明図である。図21の上部に、教師データDB64に含まれる教師データを模式的に示す。教師データDB64には、内視鏡画像49と、専門医等の有識者による判断結果とを関連づけた教師データが記録されている。教師データDB64のレコードレイアウトは、図13を使用して説明した実施の形態1

10

20

30

40

50

の教師データDB64と同様であるため、説明を省略する。

【0127】

前述のとおり、内視鏡画像49が第2モデル62に入力されて、特徴量A65A等の複数の特徴量が取得される。取得した特徴量と、内視鏡画像49に関連づけられた第1スコアから第3スコアとの間で相関解析が行なわれて、それぞれのスコアに対して相関の高い特徴量が選択される。図21においては、第1スコアと特徴量A65Aとの相関、第2スコアと特徴量C65Cとの相関、および、第3スコアと特徴量D65Dとの相関が高い場合を示す。

【0128】

第1スコアと特徴量A65Aとの回帰分析を行なうことにより第1変換器631が求められる。同様に、第2スコアと特徴量C65Cとの回帰分析により第2変換器632が、第3スコアと特徴量D65Dとの回帰分析により第3変換器633が、それぞれ求められる。回帰分析には線形回帰が用いられても、非線形回帰が用いられても良い。回帰分析は、ニューラルネットワークを用いて行なわれても良い。

10

【0129】

図22は、特徴量DBのレコードレイアウトを説明する説明図である。特徴量DBは、教師データと、内視鏡画像49から取得した特徴量とを関連づけて記録するDBである。特徴量DBは、部位フィールド、疾病フィールド、内視鏡画像フィールド、内視鏡所見フィールド、スコアフィールドおよび特徴量フィールドを有する。スコアフィールドは、赤みフィールド、血管透見フィールドおよび潰瘍フィールドを有する。特徴量フィールドは、Aフィールド、Bフィールド等の多数のサブフィールドを有する。

20

【0130】

部位フィールドには、内視鏡画像49が撮影された部位が記録されている。疾病フィールドには、教師データを作成する際に専門医等が判断を行なった疾病の名称が記録されている。内視鏡画像フィールドには、内視鏡画像49が記録されている。内視鏡所見フィールドには、内視鏡画像49を見て専門医等が判断した疾病の状態、すなわち内視鏡所見が記録されている。

【0131】

赤みフィールドには、内視鏡画像49を見て専門医等が判断した、赤みに関する第1スコアが記録されている。血管透見フィールドには、内視鏡画像49を見て専門医等が判断した、血管透見に関する第2スコアが記録されている。潰瘍フィールドには、内視鏡画像49を見て専門医等が判断した、潰瘍に関する第3スコアが記録されている。特徴量フィールドの各サブフィールドには、中間層532の各ノードから取得された特徴量A64A等の特徴量が記録されている。

30

【0132】

特徴量DBは、1枚の内視鏡画像49について1個のレコードを有する。特徴量DBは、補助記憶装置33に記憶される。特徴量DBは、サーバ30に接続された外部の大容量記憶装置等に保存されていても良い。

【0133】

図23は、変換器63を作成するプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。制御部31は、教師データDB64から1個のレコードを選択する(ステップS571)。制御部31は、内視鏡画像フィールドに記録された内視鏡画像49を第2モデル62に入力し、中間層532の各ノードから特徴量を取得する(ステップS572)。制御部31は、特徴量DBに新規レコードを作成し、ステップS571で取得したレコードに記録されているデータと、ステップS572で取得した特徴量とを記録する(ステップS573)。

40

【0134】

制御部31は、処理を終了するか否かを判定する(ステップS574)。たとえば、所定の数の教師データレコードの処理を終了した場合に、制御部31は処理を終了すると判定する。処理を終了しないと判定した場合(ステップS574でNO)、制御部31はス

50

テップ S 5 7 1 に戻る。

【 0 1 3 5 】

処理を終了すると判定した場合（ステップ S 5 7 4 で Y E S ）、制御部 3 1 は特徴量 D B のスコアフィールドから一つのサブフィールドを選択する（ステップ S 5 7 5 ）。制御部 3 1 は、特徴量 D B の特徴量フィールドから一つのサブフィールドを選択する（ステップ S 5 7 6 ）。

【 0 1 3 6 】

制御部 3 1 は、ステップ S 5 7 5 で選択したスコアと、ステップ S 5 7 6 で選択した特徴量との間の相関解析を行ない、相関係数を算出する（ステップ S 5 7 7 ）。制御部 3 1 は、算出した相関係数を主記憶装置 3 2 または補助記憶装置 3 3 に一時的に記録する（ステップ S 5 7 8 ）。

10

【 0 1 3 7 】

制御部 3 1 は、処理を終了するか否かを判定する（ステップ S 5 7 9 ）。たとえば、制御部 3 1 は、スコアと特徴量とのすべての組合せの相関解析が完了した場合に、処理を終了すると判定する。制御部 3 1 は、ステップ S 5 7 7 で算出した相関係数が所定の閾値以上である場合に、処理を終了すると判定しても良い。

【 0 1 3 8 】

処理を終了しないと判定した場合（ステップ S 5 7 9 で N O ）、制御部 3 1 はステップ S 5 7 6 に戻る。処理を終了すると判定した場合（ステップ S 5 7 9 で Y E S ）、制御部 3 1 はステップ S 5 7 5 で選択したスコアと最も相関の高い特徴量を選択する（ステップ S 5 8 0 ）。

20

【 0 1 3 9 】

制御部 3 1 は、ステップ S 5 7 5 で選択したスコアを目的変数、ステップ S 5 8 0 で選択した特徴量を説明変数にした回帰分析を行ない、特徴量をスコアに変換する変換器 6 3 を特定するパラメータを算出する（ステップ S 5 8 1 ）。たとえば、ステップ S 5 7 5 で選択したスコアが、第 1 スコアである場合、ステップ S 5 8 1 で特定された変換器 6 3 は第 1 変換器 6 3 1 であり、ステップ S 5 7 5 で選択したスコアが、第 2 スコアである場合、ステップ S 5 8 1 で特定された変換器 6 3 は第 2 変換器 6 3 2 である。制御部 3 1 は、算出した変換器 6 3 を補助記憶装置 3 3 に記憶する（ステップ S 5 8 2 ）。

【 0 1 4 0 】

30

制御部 3 1 は、特徴量 D B のすべてのスコアフィールドの処理を終了したか否かを判定する（ステップ S 5 8 3 ）。終了していないと判定した場合（ステップ S 5 8 3 で N O ）、制御部 3 1 はステップ S 5 7 5 に戻る。終了したと判定した場合（ステップ S 5 8 3 で Y E S ）、制御部 3 1 は処理を終了する。以上により、第 1 モデル 6 1 を構成するそれぞれの変換器 6 3 が生成される。

【 0 1 4 1 】

図 2 3 を使用して説明したプログラムで作成された変換器 6 3 を含む第 1 モデル 6 1 は、たとえば医薬品医療機器等法上の承認等の手続が終了した後に、ネットワークを介して、または、記録媒体を介して、情報処理装置 2 0 に配信される。

【 0 1 4 2 】

40

図 2 4 は、実施の形態 3 の内視鏡検査時のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。図 2 4 のプログラムは図 6 を使用して説明したプログラムの代わりに、制御部 2 1 により実行される。

【 0 1 4 3 】

制御部 2 1 は、内視鏡用プロセッサ 1 1 から内視鏡画像 4 9 を取得する（ステップ S 5 0 1 ）。制御部 2 1 は、取得した内視鏡画像 4 9 を第 2 モデル 6 2 に入力して、出力層 5 3 3 から出力される診断予測を取得する（ステップ S 5 0 2 ）。

【 0 1 4 4 】

制御部 2 1 は、第 2 モデル 6 2 の中間層 5 3 2 に含まれる所定のノードから特徴量を取得する（ステップ S 6 0 1 ）。所定のノードは、図 2 3 を使用して説明したステップ S 5

50

80で選択された特徴量が取得されたノードである。制御部21は、取得した特徴量を変換器63により変換して、スコアを算出する(ステップS602)。

【0145】

制御部21は、すべてのスコアの算出を終了したか否かを判定する(ステップS603)。終了していないと判定した場合(ステップS603でNO)、制御部21はステップS601に戻る。終了したと判定した場合(ステップS603でYES)、制御部21は、図19の下部を使用して説明した画像を生成して、表示装置16に出力する(ステップS604)。制御部21は、処理を終了する。

【0146】

本実施の形態によると、深層学習により生成される学習モデルは第2モデル62のみであるため、比較的少ない計算量で診断支援システム10を実現できる。

10

【0147】

第2モデル62の中間層532から特徴量を取得することにより、人間が通常発想できる範囲の特徴量に限定されずに、スコアとの相関の高い特徴量を得ることができる。したがって、内視鏡画像49に基づいてそれぞれの診断基準予測を精度良く算出できる。

【0148】

なお、第1スコア、第2スコアおよび第3スコアのうちの一部は実施の形態1と同様の方法で算出されても良い。

【0149】

[実施の形態4]

20

本実施の形態は、深層学習以外の手法に基づいて診断基準予測を算出する情報処理システムに関する。実施の形態1または実施の形態2と共通する部分については、説明を省略する。

【0150】

図25は、実施の形態4の診断支援システム10の概要を説明する説明図である。内視鏡14を用いて撮影された内視鏡画像49は、第2モデル62に入力される。第2モデル62は、内視鏡画像49が入力された場合に、潰瘍性大腸炎の診断予測を出力する。

【0151】

第1モデル61は、第1変換器631、第2変換器632および第3変換器633を含む。第1変換器631は、内視鏡画像49が入力された場合に、赤みの程度を示す第1スコアの予測値を出力する。第2変換器632は、内視鏡画像49が入力された場合に、血管透視の程度を示す第2スコアの予測値を出力する。第3変換器633は、内視鏡画像49が入力された場合に、潰瘍の程度を示す第3スコアの予測値を出力する。

30

【0152】

第1モデル61および第2モデル62の出力が、それぞれ第1取得部および第2取得部に取得される。第1取得部および第2取得部が取得した出力に基づいて、図25の下部に示す画面が表示装置16に表示される。表示される画面は、実施の形態1で説明した画面と同様であるため、説明を省略する。

【0153】

図26は、実施の形態4の内視鏡画像49とスコアとの変換を説明する説明図である。なお、図26においては、第2モデル62の図示を省略する。

40

【0154】

本実施の形態では、変換器A63A、変換器B63B等、内視鏡画像49が入力された場合に特徴量を出力する様々な変換器63が用いられる。たとえば、変換器A63Aにより内視鏡画像49が特徴量A65Aに変換される。

【0155】

変換器63は、たとえば所定の条件を満たす画素の数または比率に基づいて、内視鏡画像49を特徴量に変換する。変換器63は、SVM(Support Vector Machine)またはランダムフォレスト等を用いた分類により内視鏡画像49を特徴量に変換しても良い。

【0156】

50

変換器 6 3 により変換された特徴量と、内視鏡画像 4 9 に関連づけられた第 1 スコアから第 3 スコアとの間で相関解析が行なわれて、それぞれのスコアに対して相関の高い特徴量が選択される。図 2 6 においては、第 1 スコアと特徴量 A 6 5 A との相関、第 2 スコアと特徴量 C 6 5 C との相関、および、第 3 スコアと特徴量 D 6 5 D との相関が高い場合を示す。

【 0 1 5 7 】

第 1 スコアと特徴量 A 6 5 A との回帰分析を行ない、変換器 A 6 3 A と組み合わせることにより第 1 変換器 6 3 1 が求められる。同様に、第 2 スコアと特徴量 C 6 5 C との回帰分析を行ない、変換器 C 6 3 C と組み合わせることにより第 2 変換器 6 3 2 が求められる。

【 0 1 5 8 】

図 2 7 は、実施の形態 4 の変換器 6 3 を作成するプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。制御部 3 1 は、教師データ DB 6 4 から 1 個のレコードを選択する（ステップ S 6 1 1）。制御部 3 1 は、変換器 A 6 3 A および変換器 B 6 3 B 等の複数の変換器 6 3 をそれぞれ使用して、内視鏡画像フィールドに記録された内視鏡画像 4 9 を特徴量に変換する（ステップ S 6 1 2）。制御部 3 1 は、特徴量 DB に新規レコードを作成し、ステップ S 6 1 1 で取得したレコードに記録されているデータと、ステップ S 6 1 2 で取得した特徴量とを記録する（ステップ S 6 1 3）。

【 0 1 5 9 】

制御部 3 1 は、処理を終了するか否かを判定する（ステップ S 6 1 4）。たとえば、所定の数の教師データレコードの処理を終了した場合に、制御部 3 1 は処理を終了すると判定する。処理を終了しないと判定した場合（ステップ S 6 1 4 で NO）、制御部 3 1 はステップ S 6 1 1 に戻る。

【 0 1 6 0 】

処理を終了すると判定した場合（ステップ S 6 1 4 で YES）、制御部 3 1 は特徴量 DB のスコアフィールドから一つのサブフィールドを選択する（ステップ S 5 7 5）。ステップ S 5 7 5 からステップ S 5 8 1 までの処理は、図 2 3 を使用して説明したプログラムの処理の流れと同一であるため、説明を省略する。

【 0 1 6 1 】

制御部 3 1 は、回帰分析により得た結果と、ステップ S 6 1 2 で内視鏡画像 4 9 を特徴量に変換した変換器 6 3 とを組み合わせ、新たな変換器 6 3 を算出する（ステップ S 6 2 0）。制御部 3 1 は、算出した変換器 6 3 を補助記憶装置 3 3 に記憶する（ステップ S 6 2 1）。

【 0 1 6 2 】

制御部 3 1 は、特徴量 DB のすべてのスコアフィールドの処理を終了したか否かを判定する（ステップ S 6 2 2）。終了していないと判定した場合（ステップ S 6 2 2 で NO）、制御部 3 1 はステップ S 5 7 5 に戻る。終了したと判定した場合（ステップ S 6 2 2 で YES）、制御部 3 1 は処理を終了する。以上により、第 1 モデル 6 1 を構成するそれぞれの変換器 6 3 が生成される。

【 0 1 6 3 】

図 2 7 を使用して説明したプログラムで作成された変換器 6 3 を含む第 1 モデル 6 1 は、たとえば医薬品医療機器等法上の承認等の手続が終了した後に、ネットワークを介して、または、記録媒体を介して、情報処理装置 2 0 に配信される。

【 0 1 6 4 】

図 2 8 は、実施の形態 4 の内視鏡検査時のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。図 2 8 のプログラムは図 6 を使用して説明したプログラムの代わりに、制御部 2 1 により実行される。

【 0 1 6 5 】

制御部 2 1 は、内視鏡用プロセッサ 1 1 から内視鏡画像 4 9 を取得する（ステップ S 5 0 1）。制御部 2 1 は、取得した内視鏡画像 4 9 を第 2 モデル 6 2 に入力して、出力層 5 3 3 から出力される診断予測を取得する（ステップ S 5 0 2）。

10

20

30

40

50

【 0 1 6 6 】

制御部 2 1 は、取得した内視鏡画像 4 9 を第 1 モデル 6 1 に含まれる変換器 6 3 に入力して、スコアを算出する（ステップ S 6 3 1）。

【 0 1 6 7 】

制御部 2 1 は、すべてのスコアの算出を終了したか否かを判定する（ステップ S 6 3 2）。終了していないと判定した場合（ステップ S 6 3 2 で N O）、制御部 2 1 はステップ S 6 3 1 に戻る。終了したと判定した場合（ステップ S 6 3 2 で Y E S）、制御部 2 1 は、図 2 5 の下部を使用して説明した画像を生成して、表示装置 1 6 に出力する（ステップ S 6 3 3）。制御部 2 1 は、処理を終了する。

【 0 1 6 8 】

本実施の形態によると、深層学習により生成される学習モデルは第 2 モデル 6 2 のみであるため、比較的少ない計算量で診断支援システム 1 0 を実現できる。

【 0 1 6 9 】

なお、第 1 スコア、第 2 スコアおよび第 3 スコアのうちの一部は実施の形態 1 または実施の形態 3 と同様の方法で算出されても良い。

【 0 1 7 0 】

[実施の形態 5]

本実施の形態は、がん、またはポリープ等の、限局性に発生する疾病の診断を支援する診断支援システム 1 0 に関する。実施の形態 1 または実施の形態 2 と共通する部分については、説明を省略する。

【 0 1 7 1 】

図 2 9 は、実施の形態 5 の診断支援システム 1 0 の概要を説明する説明図である。内視鏡 1 4 を用いて撮影された内視鏡画像 4 9 は、第 2 モデル 6 2 に入力される。第 2 モデル 6 2 は、内視鏡画像 4 9 が入力された場合に、ポリープ、または、がん等の病変部が存在すると予測された病変領域 7 4 の範囲を予測した領域予測、および、その病変が良性であるか悪性であるか等の診断予測を出力する。図 2 9 においては、病変領域 7 4 内のポリープが「悪性」である確率は 5 %、「良性」である確率は 9 5 %であると予測されている。

【 0 1 7 2 】

第 2 モデル 6 2 は、R C N N (Regions with Convolutional Neural Network)、F a s t R C N N、F a s t e r R C N N、S S D (Single Shot Multibook Detector)、または、Y O L O (You Only Look Once) 等の、任意の物体検出アルゴリズムを使用して生成された学習モデルである。医用画像の入力を受け付けて、病変部が存在する領域および診断予測を出力する学習モデルは従来から使用されているため、詳細については説明を省略する。

【 0 1 7 3 】

第 1 モデル 6 1 は、第 1 スコア学習モデル 6 1 1、第 2 スコア学習モデル 6 1 2 および第 3 スコア学習モデル 6 1 3 を含む。第 1 スコア学習モデル 6 1 1 は、病変領域 7 4 内の画像が入力された場合に、境界の明瞭さの程度を示す第 1 スコアの予測値を出力する。第 2 スコア学習モデル 6 1 2 は、病変領域 7 4 内の画像が入力された場合に、表面の凸凹不整の程度を示す第 2 スコアの予測値を出力する。第 3 スコア学習モデル 6 1 3 は、病変領域 7 4 内の画像が入力された場合に、赤みの程度を示す第 3 スコアの予測値を出力する。

【 0 1 7 4 】

図 2 9 に示す例では、第 1 スコアは 5 0、第 2 スコアは 5、第 3 スコアは 2 0 であるという予測値が出力されている。なお、第 1 モデル 6 1 は、有茎性であるか等の形状、および、分泌物付着の程度等の、ポリープに関する様々な診断基準項目に関する診断基準予測を出力するスコア学習モデルを含んでも良い。

【 0 1 7 5 】

第 1 モデル 6 1 および第 2 モデル 6 2 の出力が、それぞれ第 1 取得部および第 2 取得部に取得される。第 1 取得部および第 2 取得部が取得した出力に基づいて、図 2 9 の下部に示す画面が表示装置 1 6 に表示される。表示される画面は、実施の形態 1 で説明した画面

10

20

30

40

50

と同様であるため、説明を省略する。

【0176】

内視鏡画像49中に複数の病変領域74が検出された場合には、それぞれの病変領域74が第1モデル61に入力され、診断基準予測が出力される。ユーザは、内視鏡画像欄73中表示された病変領域74を選択することにより、当該病変領域74に関する診断予測およびスコアを閲覧できる。なお、複数の病変領域74に関する診断予測およびスコアを、画面上に一覧表示しても良い。

【0177】

病変領域74は、円形、楕円形または任意の閉曲線により囲まれていても良い。そのようにする場合には、周辺領域は黒色または白色でマスクすることにより、第1モデル61への入力に適する形状に補正した画像が、第1モデル61に入力される。たとえば、複数のポリープが近接している場合に、1個のポリープが含まれる領域を切り出して、第1モデル61によりスコアを算出できる。

【0178】

[実施の形態6]

本実施の形態は、第1モデル61が疾病に関する診断基準に定められたそれぞれのカテゴリである確率を出力する診断支援システム10に関する。実施の形態1と共通する部分については、説明を省略する。

【0179】

図30は、実施の形態6の第1スコア学習モデル611の構成を説明する説明図である。図30を使用して説明する第1スコア学習モデル611は、図3を使用して説明した第1スコア学習モデル611の代わりに使用される。

【0180】

第1スコア学習モデル611は、内視鏡画像49が入力された場合に、潰瘍性大腸炎の診断基準に基づいて赤みの程度が、「判定1」、「判定2」および「判定3」の3段階のそれぞれである確率を出力する、3個の出力ノードを出力層533に有する。「判定1」は赤みの程度は「正常」であることを、「判定2」は「紅斑」であることを、「判定3」は「強紅斑」であることを、それぞれ意味する。

【0181】

同様に第2スコア学習モデル612においては、「判定1」は血管透見の程度は「正常」であることを、「判定2」は血管透見が「斑状に消失」していることを、「判定3」はほぼ全域にわたって「消失」していることを、それぞれ意味する。

【0182】

なお、スコア学習モデルの出力層533のノードの数は任意である。本実施の形態においては、第3スコア学習モデル613は、「判定1」から「判定4」までの4個の出力ノードを出力層533に有する。「判定1」は潰瘍の程度は「なし」であることを、「判定2」は「びらん」であることを、「判定3」は「中位」の深さの潰瘍であることを、「判定4」は「深い」潰瘍であることを、それぞれ意味する。

【0183】

図31は、実施の形態6の画面表示を説明する説明図である。画面の左上部に、内視鏡画像欄73が表示されている。画面の右側に、第1結果欄71および第1停止ボタン711が表示されている。内視鏡画像欄73の下側に、第2結果欄72および第2停止ボタン722が表示されている。

【0184】

本実施の形態によると、診断基準に定められた定義に沿った表現で第1結果欄71を表示する診断支援システム10を提供できる。

【0185】

[実施の形態7]

本実施の形態は、第1モデル61による出力と、第2モデル62による出力との間に齟齬がある場合に、注意喚起の表示を行なう診断支援システム10に関する。実施の形態1

10

20

30

40

50

と共通する部分については、説明を省略する。

【 0 1 8 6 】

図 3 2 は、実施の形態 7 の画面表示を説明する説明図である。図 3 2 に示す例では、正常である確率は 7 0 %、赤みの程度を示す第 1 スコアは 7 0、血管透見の程度を示す第 2 スコアは 5 0、潰瘍の程度を示す第 3 スコアは 5 であるという診断基準予測が出力されている。

【 0 1 8 7 】

画面の下部に警告欄 7 5 が表示されている。警告欄 7 5 は、診断基準によると「赤み」の程度である第 1 スコアが高値である場合には、「正常」ではないと判定されるべきであるため、第 1 結果欄 7 1 と第 2 結果欄 7 2 との間に齟齬があることを示す。齟齬の有無は、診断基準に基づいてルールベースにより判定される。

10

【 0 1 8 8 】

このように、第 1 モデル 6 1 による出力と、第 2 モデル 6 2 による出力との間に齟齬がある場合に、警告欄 7 5 が表示されることにより、ユーザである医師の注意を喚起できる。

【 0 1 8 9 】

[実施の形態 8]

本実施の形態は、内視鏡用プロセッサ 1 1 と情報処理装置 2 0 とが一体である診断支援システム 1 0 に関する。実施の形態 1 と共通する部分については、説明を省略する。

【 0 1 9 0 】

20

図 3 3 は、実施の形態 8 の診断支援システム 1 0 の概要を説明する説明図である。なお、図 3 3 においては、光源、送気送水ポンプおよび撮像素子 1 4 1 の制御部等の、内視鏡用プロセッサ 1 1 の基本機能を実現する構成については、図示および説明を省略する。

【 0 1 9 1 】

診断支援システム 1 0 は、内視鏡 1 4 と、内視鏡用プロセッサ 1 1 とを含む。内視鏡用プロセッサ 1 1 は、内視鏡接続部 1 2、制御部 2 1、主記憶装置 2 2、補助記憶装置 2 3、通信部 2 4、表示装置 I / F 2 6、入力装置 I / F 2 7 およびバスを備える。

【 0 1 9 2 】

制御部 2 1、主記憶装置 2 2、補助記憶装置 2 3、通信部 2 4、表示装置 I / F 2 6、入力装置 I / F 2 7 は、実施の形態 1 と同様であるため、説明を省略する。内視鏡 1 4 は、内視鏡コネクタ 1 5 を介して内視鏡接続部 1 2 に接続されている。

30

【 0 1 9 3 】

本実施の形態によると、制御部 2 1 は内視鏡接続部 1 2 を介して内視鏡 1 4 から映像信号を受信して各種の画像処理を行ない、医師による観察に適した内視鏡画像 4 9 を生成する。制御部 2 1 は、生成した内視鏡画像 4 9 を第 1 モデル 6 1 に入力して、診断基準に沿った各項目の診断基準予測を取得する。制御部 2 1 は、生成した内視鏡画像 4 9 を第 2 モデル 6 2 に入力して、疾病の診断予測を取得する。

【 0 1 9 4 】

なお、第 1 モデル 6 1 および第 2 モデル 6 2 は、内視鏡 1 4 から取得した映像信号、または、映像信号に基づいて内視鏡画像 4 9 を生成する途中の画像を受け付けるように構成されていても良い。このようにすることにより、医師による観察に適した画像を生成する途中で失われる情報も利用可能な診断支援システム 1 0 を提供できる。

40

【 0 1 9 5 】

[実施の形態 9]

図 3 4 は、実施の形態 9 の情報処理装置 2 0 の機能ブロック図である。情報処理装置 2 0 は、画像取得部 2 8 1、第 1 取得部 2 8 2 および出力部 2 8 3 を有する。画像取得部 2 8 1 は、内視鏡画像 4 9 を取得する。

【 0 1 9 6 】

第 1 取得部 2 8 2 は、内視鏡画像 4 9 が入力された場合に疾病の診断基準に関する診断基準予測を出力する第 1 モデル 6 1 に、画像取得部 2 8 1 が取得した内視鏡画像 4 9 を入

50

力して、出力される診断基準予測を取得する。出力部 283 は、第 1 取得部 282 が取得した診断基準予測を、内視鏡画像 49 に基づいて取得した疾病の状態に関する診断予測と関連づけて出力する。

【0197】

[実施の形態 10]

本実施の形態は、汎用のコンピュータ 90 とプログラム 97 とを組み合わせる動作させることにより、本実施の形態の診断支援システム 10 を実現する形態に関する。図 35 は、実施の形態 10 の診断支援システム 10 の構成を示す説明図である。実施の形態 1 と共通する部分については、説明を省略する。

【0198】

本実施の形態の診断支援システム 10 は、コンピュータ 90 と、内視鏡用プロセッサ 11 と内視鏡 14 とを含む。コンピュータ 90 は、制御部 21、主記憶装置 22、補助記憶装置 23、通信部 24、表示装置 I/F 26、入力装置 I/F 27、読取部 29、およびバスを備える。コンピュータ 90 は、汎用のパーソナルコンピュータ、タブレットまたはサーバコンピュータ等の情報機器である。

【0199】

プログラム 97 は、可搬型記録媒体 96 に記録されている。制御部 21 は、読取部 29 を介してプログラム 97 を読み込み、補助記憶装置 23 に保存する。また制御部 21 は、コンピュータ 90 内に実装されたフラッシュメモリ等の半導体メモリ 98 に記憶されたプログラム 97 を読出しても良い。さらに、制御部 21 は、通信部 24 および図示しないネットワークを介して接続される図示しない他のサーバコンピュータからプログラム 97 をダウンロードして補助記憶装置 23 に保存しても良い。

【0200】

プログラム 97 は、コンピュータ 90 の制御プログラムとしてインストールされ、主記憶装置 22 にロードして実行される。これにより、コンピュータ 90 と内視鏡用プロセッサ 11 と内視鏡 14 とは、上述した診断支援システム 10 として機能する。

【0201】

各実施例で記載されている技術的特徴（構成要件）はお互いに組合せ可能であり、組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した意味ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0202】

（付記 1）

内視鏡画像と、疾病の診断に用いられる診断基準について判定された判定結果とを関連づけて記録した複数の組の教師データを取得し、

前記教師データを用いて、内視鏡画像が入力された場合に疾病の診断基準について予測した診断基準予測を出力する第 1 モデルを生成する

モデルの生成方法。

【0203】

（付記 2）

前記教師データは、前記診断基準に含まれる複数の診断基準項目のそれぞれについて判定した判定結果を含み、

前記第 1 モデルは、複数の前記診断基準項目のそれぞれに対応して生成される

付記 1 に記載のモデルの生成方法。

【0204】

（付記 3）

前記第 1 モデルは、取得した内視鏡画像が入力層に入力された場合に、取得した判定結果が出力層から出力されるように中間層のパラメータを調整する深層学習により生成され

10

20

30

40

50

る

付記 1 または付記 2 に記載のモデルの生成方法。

【 0 2 0 5 】

(付記 4)

前記第 1 モデルは、

内視鏡画像が入力された場合に前記疾病の診断予測を出力するニューラルネットワークモデルに、取得した教師データ中の内視鏡画像を入力し、

前記ニューラルネットワークモデルの中間層を構成するノードから、入力した内視鏡画像に関する複数の特徴量を取得し、

取得した複数の特徴量から、前記内視鏡画像に関連づけられた判定結果との相関が高い特徴量を選択し、

選択した特徴量と、前記判定結果を数値化したスコアとの回帰分析により、選択した特徴量に基づいて前記スコアを算出する計算方法を定めることにより生成する

付記 1 または付記 2 に記載のモデルの生成方法。

【 0 2 0 6 】

(付記 5)

前記第 1 モデルは、

取得した内視鏡画像から複数の特徴量を抽出し、

抽出した複数の特徴量から、前記内視鏡画像に関連づけられた判定結果との相関が高い特徴量を選択し、

選択した特徴量と、前記判定結果を数値化したスコアとの回帰分析により、選択した特徴量に基づいて前記スコアを算出する計算方法を定めることにより生成する

付記 1 または付記 2 に記載のモデルの生成方法。

【 0 2 0 7 】

(付記 6)

前記疾病は、潰瘍性大腸炎であり、

前記診断基準予測は、内視鏡画像の赤み、血管透見、または、潰瘍の重症度に関する予測である

付記 1 から付記 5 のいずれか一つに記載のモデルの生成方法。

【 0 2 0 8 】

(付記 7)

内視鏡画像と、疾病の診断に用いられる診断基準について判定された判定結果とを関連づけて記録した複数の組の教師データを取得し、

内視鏡画像が入力された場合に前記疾病の診断予測を出力するニューラルネットワークモデルに、取得した教師データ中の内視鏡画像を入力し、

前記ニューラルネットワークモデルの中間層を構成するノードから、入力した内視鏡画像に関する複数の特徴量を取得し、

取得した複数の特徴量を、入力した内視鏡画像に関連づけられた判定結果を数値化したスコアと関連づけて記録し、

記録した複数の特徴量のそれぞれと前記スコアとの相関に基づいて、前記スコアとの相関が高い特徴量を選択し、

選択した特徴量と、前記スコアとの回帰分析により、選択した特徴量に基づいて前記スコアを算出する計算方法を定めることにより、内視鏡画像が入力された場合に前記疾病の診断基準について予測した診断基準予測を出力する第 1 モデルを生成する

処理をコンピュータに実行させるプログラム。

【 符号の説明 】

【 0 2 0 9 】

1 0 診断支援システム

1 1 内視鏡用プロセッサ

1 2 内視鏡接続部

10

20

30

40

50

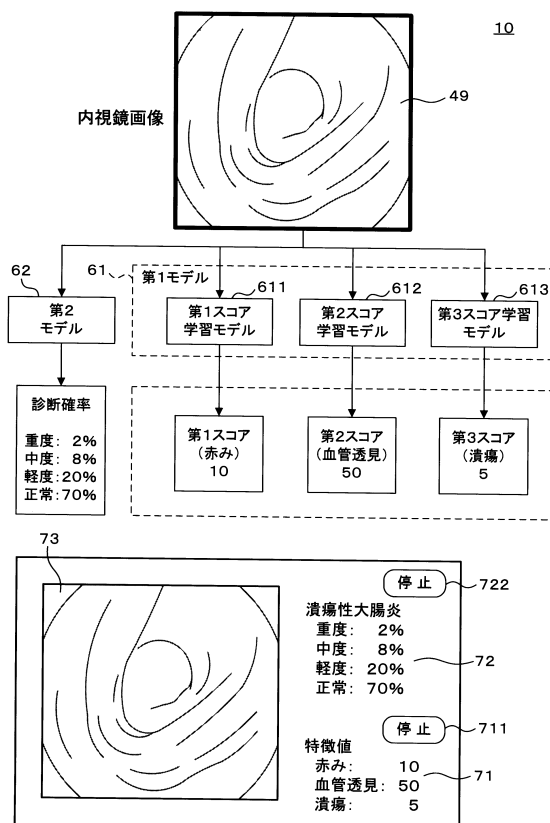
1 4	内視鏡	
1 4 1	撮像素子	
1 4 2	挿入部	
1 5	内視鏡コネクタ	
1 6	表示装置	
1 6 1	第 1 表示装置	
1 6 2	第 2 表示装置	
1 7	キーボード	
1 9	モデル生成システム	
2 0	情報処理装置	10
2 1	制御部	
2 2	主記憶装置	
2 3	補助記憶装置	
2 4	通信部	
2 6	表示装置 I / F	
2 7	入力装置 I / F	
2 8 1	画像取得部	
2 8 2	第 1 取得部	
2 8 3	出力部	
2 9	読取部	20
3 0	サーバ	
3 1	制御部	
3 2	主記憶装置	
3 3	補助記憶装置	
3 4	通信部	
4 0	クライアント	
4 1	制御部	
4 2	主記憶装置	
4 3	補助記憶装置	
4 4	通信部	30
4 6	表示部	
4 7	入力部	
4 9	内視鏡画像	
5 3	ニューラルネットワークモデル	
5 3 1	入力層	
5 3 2	中間層	
5 3 3	出力層	
6 1	第 1 モデル	
6 1 1	第 1 スコア学習モデル	
6 1 2	第 2 スコア学習モデル	40
6 1 3	第 3 スコア学習モデル	
6 2	第 2 モデル	
6 3	変換器	
6 3 1	第 1 変換器	
6 3 2	第 2 変換器	
6 3 3	第 3 変換器	
6 4	教師データ D B	
6 5	特徴量	
6 5 1	第 1 特徴量	
6 5 2	第 2 特徴量	50

- 6 5 3 第3特徴量
- 7 1 第1結果欄
- 7 1 1 第1停止ボタン
- 7 2 第2結果欄
- 7 2 2 第2停止ボタン
- 7 3 内視鏡画像欄
- 7 4 病変領域
- 7 5 警告欄
- 8 1 第1入力欄
- 8 1 1 第1スコア入力欄
- 8 1 2 第2スコア入力欄
- 8 1 3 第3スコア入力欄
- 8 2 第2入力欄
- 8 6 患者ID欄
- 8 7 疾病名欄
- 8 8 モデルボタン
- 8 9 次ボタン
- 9 0 コンピュータ
- 9 6 可搬型記録媒体
- 9 7 プログラム
- 9 8 半導体メモリ

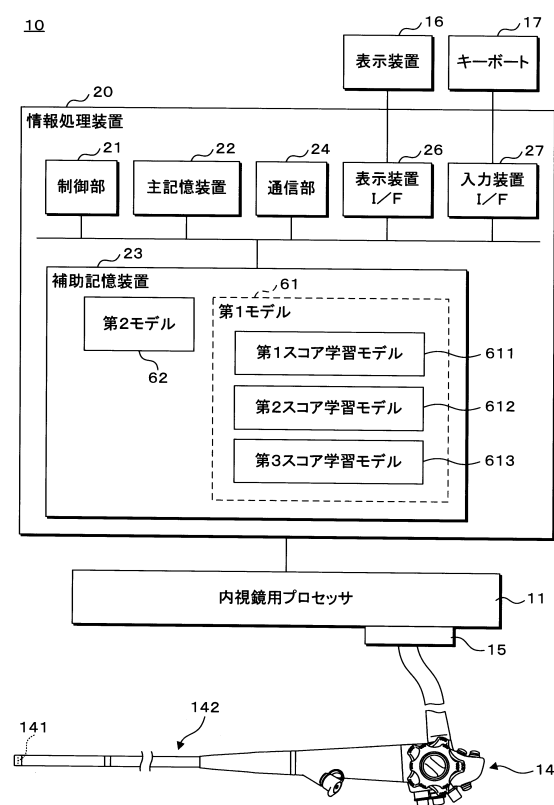
10

20

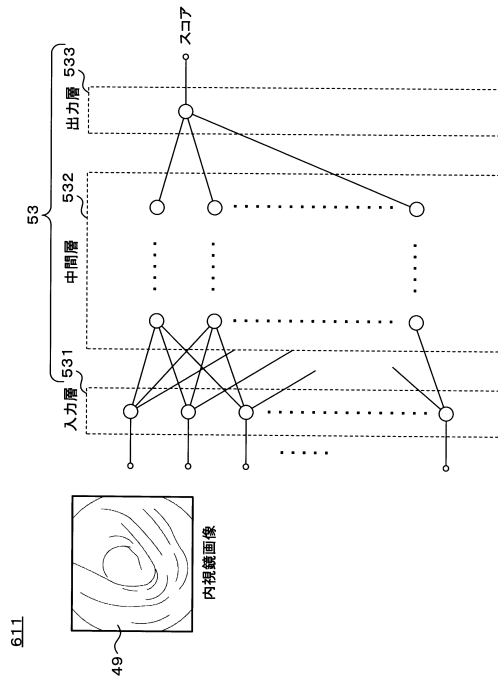
【図1】



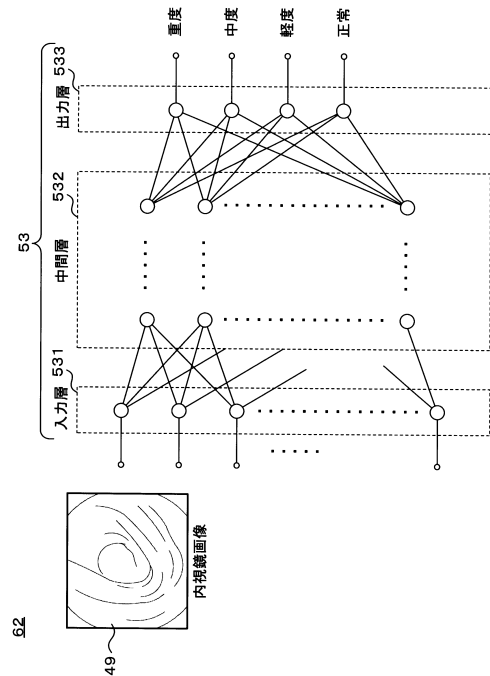
【図2】



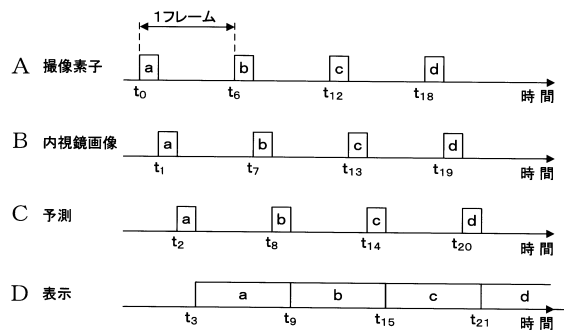
【図 3】



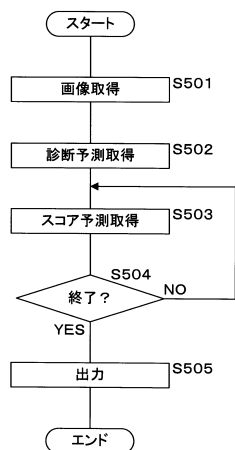
【図 4】



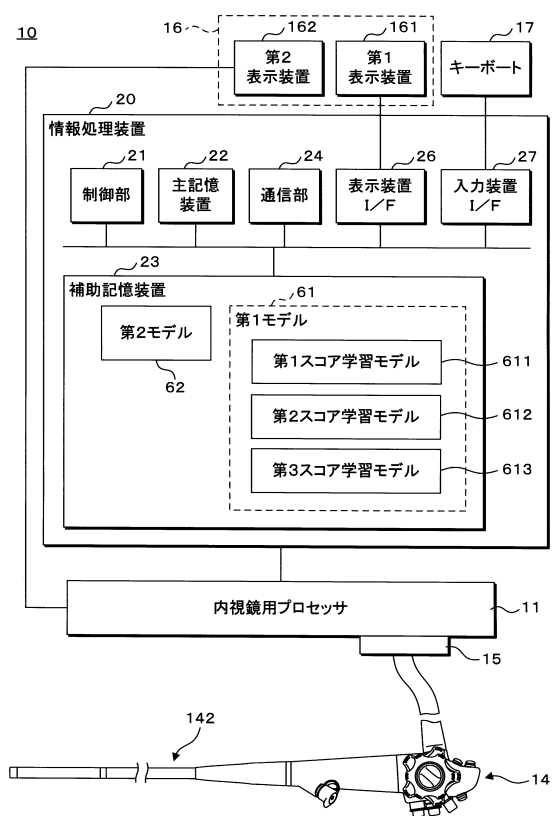
【図 5】



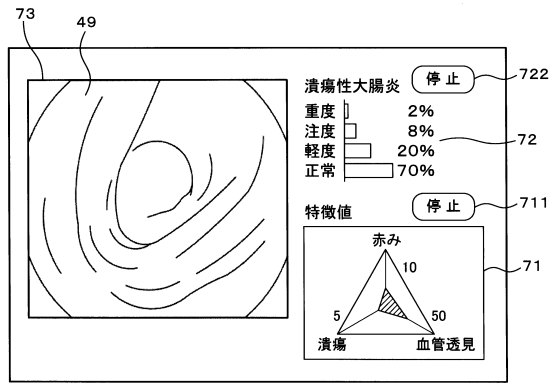
【図 6】



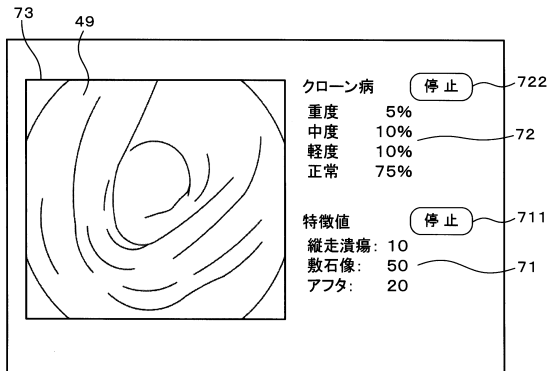
【図 7】



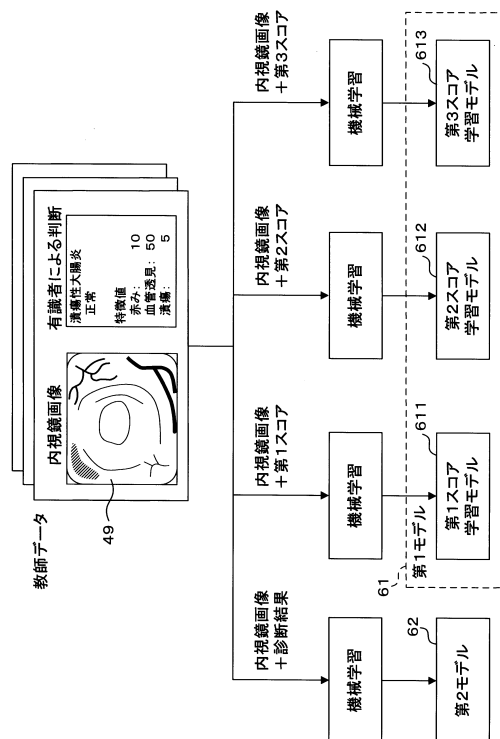
【図 8】



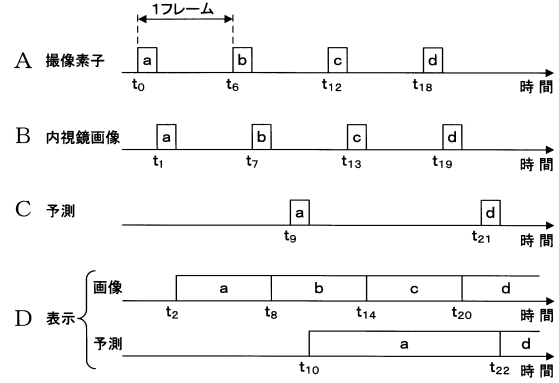
【図 9】



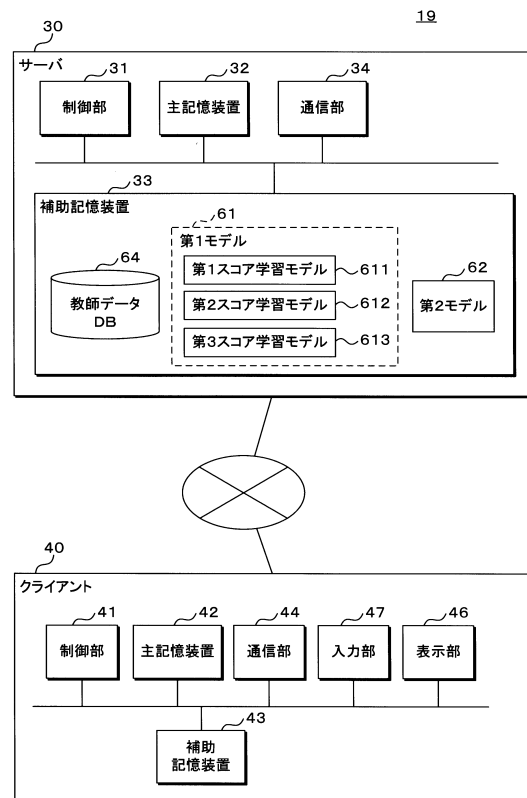
【図 11】



【図 10】



【図 12】



【図 13】

64

部位	疾病
下行結腸	潰瘍性大腸炎

内視鏡画像	内視鏡所見	スコア		
		赤み	血管透見	潰瘍
C0051.bmp	軽度	100	10	50
C0052.bmp	正常	20	100	10
C0053.bmp	軽度	50	20	50
C0054.bmp	中度	80	80	0
C0055.bmp	重度	0	20	80

【図 14】

73 86 87 88

患者ID:P0123 潰瘍性大腸炎 モデル不使用

潰瘍性大腸炎

☐ 重度

☐ 中度

☐ 軽度

☒ 正常

☐ 不適切画像

特徴値

赤み: 811

血管透見: 812

潰瘍: 813

81

49 89

82

次へ

【図 15】

73 86 87 88

患者ID:P0123 潰瘍性大腸炎 モデル使用

潰瘍性大腸炎

☐ 重度 2%

☐ 中度 8%

☐ 軽度 20%

☒ 正常 70%

☐ 不適切画像

特徴値

赤み: 811

血管透見: 812

潰瘍: 813

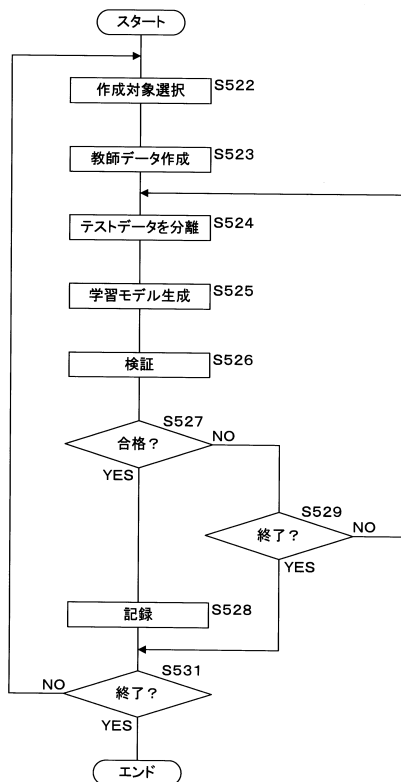
81

49 89

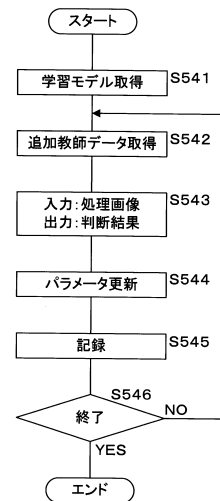
82

次へ

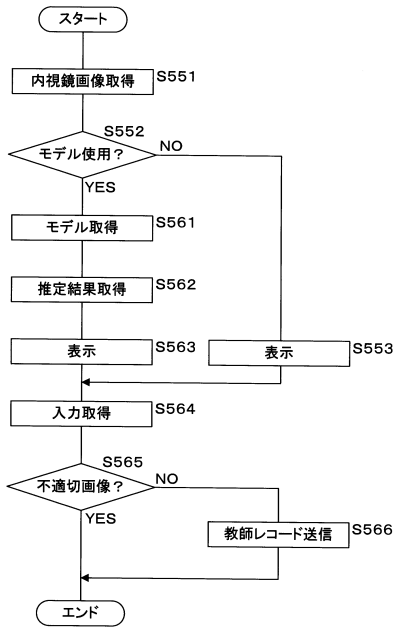
【図 16】



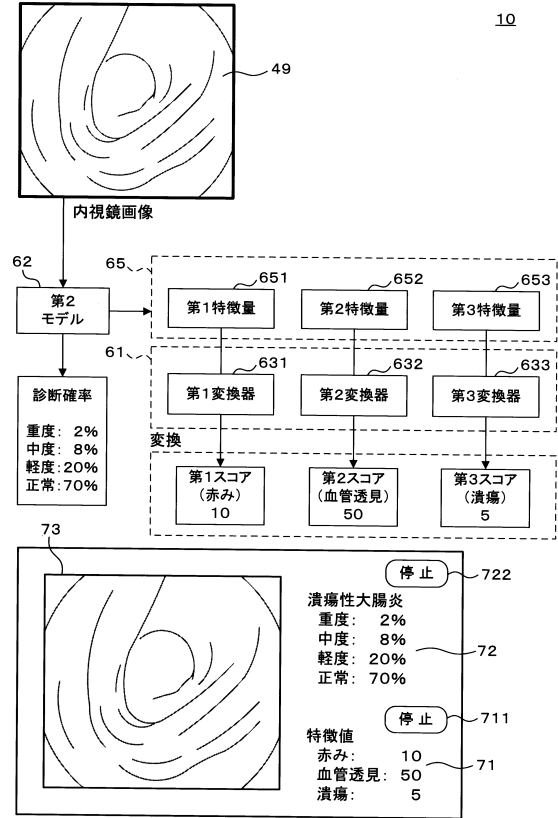
【図 17】



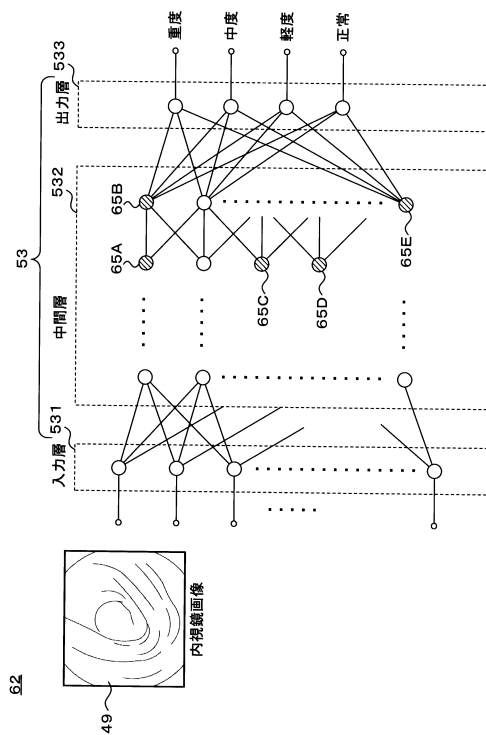
【図18】



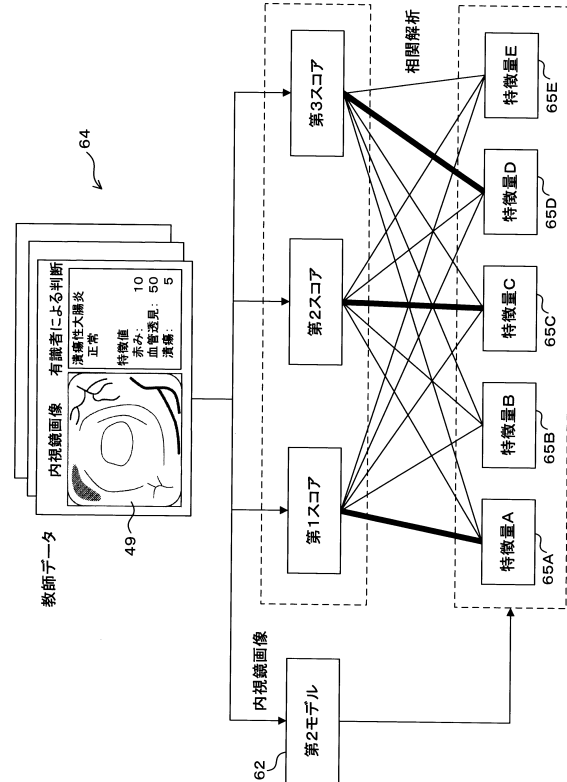
【図19】



【図20】



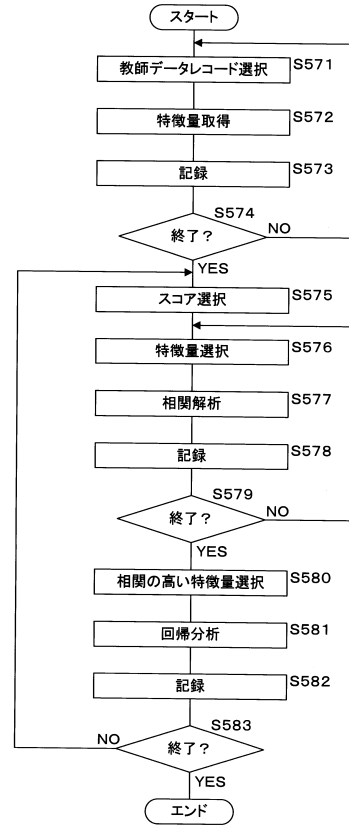
【図21】



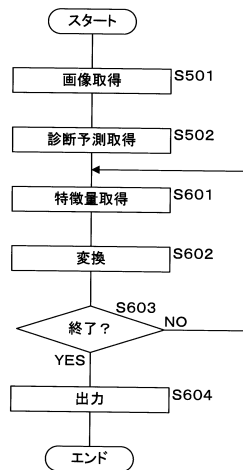
【図 2 2】

部位	疾病	潰瘍性大腸炎	内視鏡画像	内視鏡所見	スコア			特徴量				
					赤み	血管透見	潰瘍	A	B	C	D	
下行結腸			C0051.bmp	軽度	100	10	50	41.1	40.9	67.2	49.6
			C0052.bmp	正常	20	100	10	90.3	21.0	66.5	9.3
			C0053.bmp	軽度	50	20	50	51.5	30.6	56.5	5.3
			C0054.bmp	中度	80	80	0	98.3	94.0	66.2	16.2
			C0055.bmp	重度	0	20	80	72.7	11.0	45.2	0.0

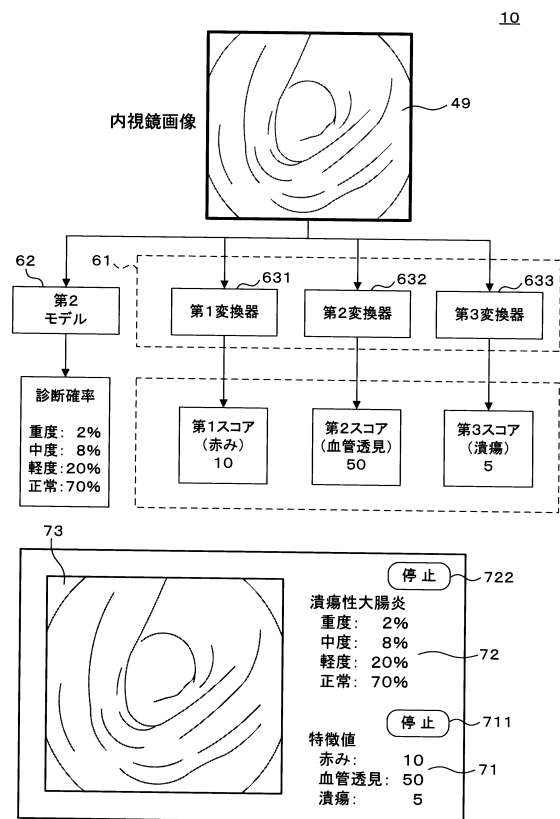
【図 2 3】



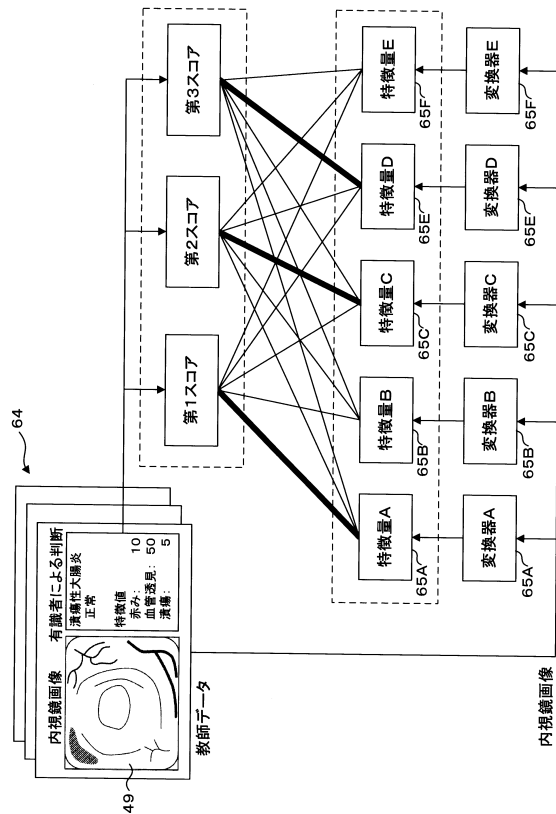
【図 2 4】



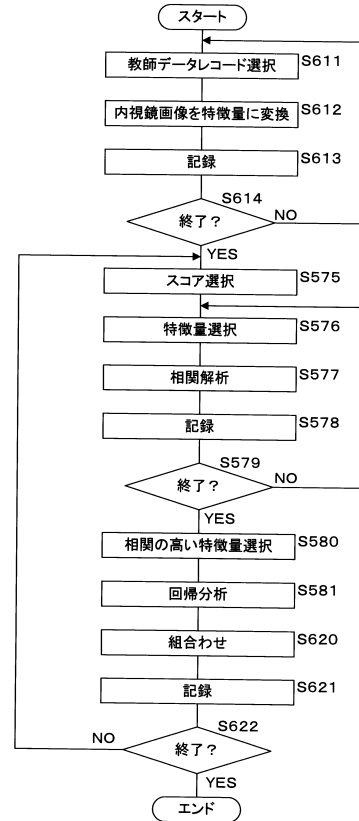
【図 2 5】



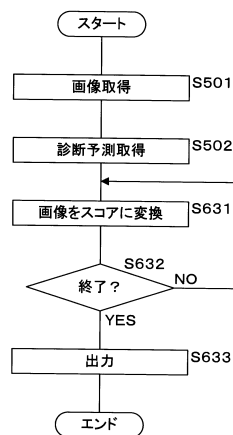
【図26】



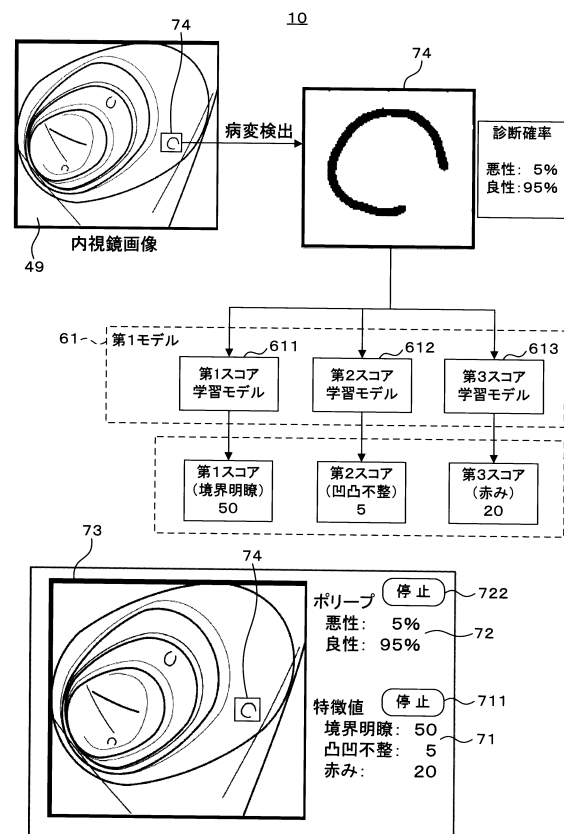
【図27】



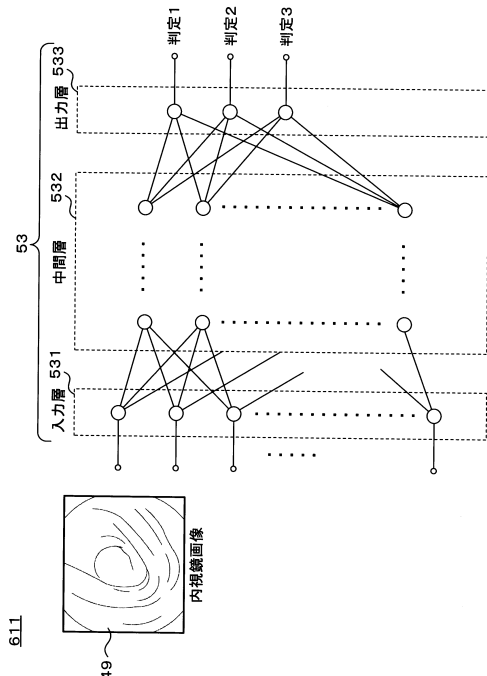
【図28】



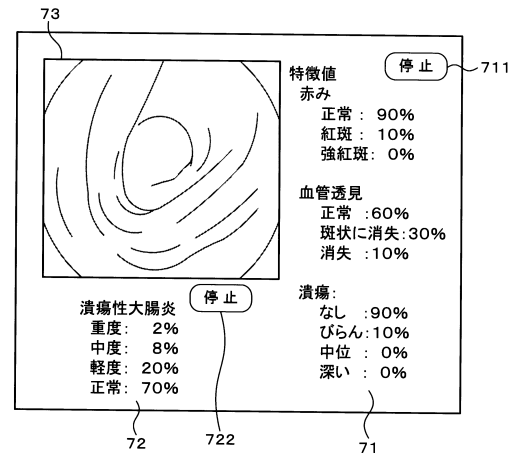
【図29】



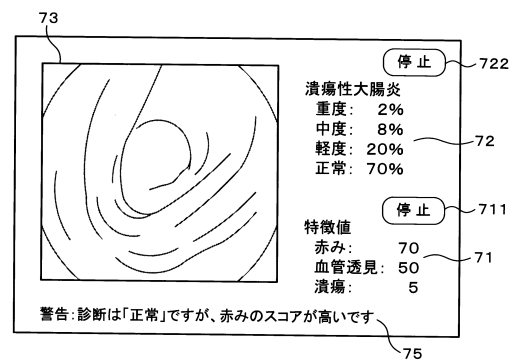
【図 30】



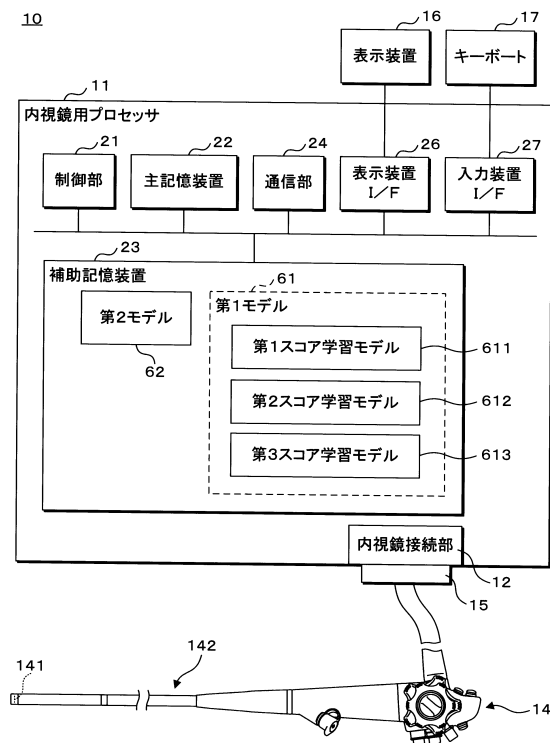
【図 31】



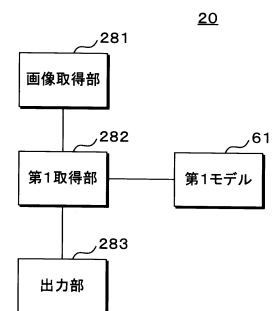
【図 32】



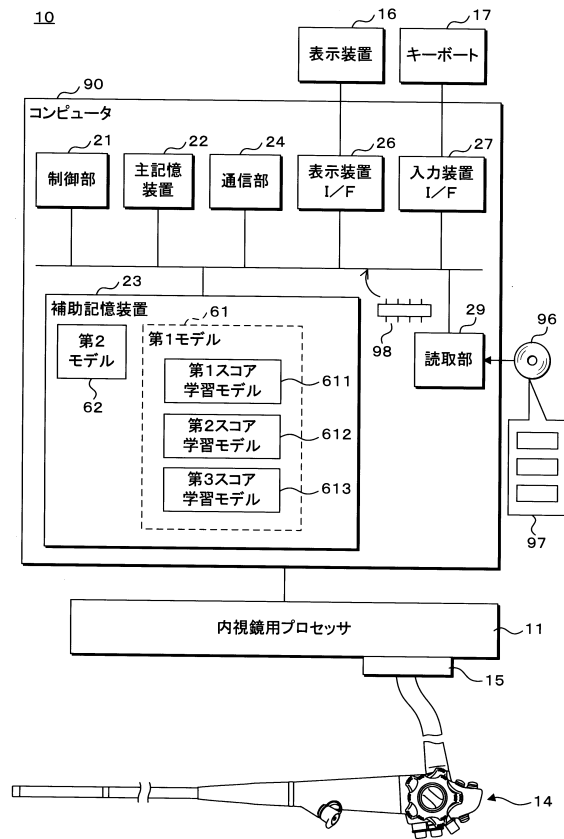
【図 33】



【図 34】



【図 35】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	
G 1 6 H 30/20 (2018.01)	G 0 6 N 3/04	
	G 0 6 N 20/00	1 3 0
	G 1 6 H 30/20	

(56)参考文献 国際公開第2019/142243(WO,A1)
特開2005-124755(JP,A)
国際公開第2017/057572(WO,A1)
国際公開第2017/057573(WO,A1)
国際公開第2016/121811(WO,A1)
国際公開第2018/159461(WO,A1)
国際公開第2019/123986(WO,A1)
国際公開第2019/087971(WO,A1)
国際公開第2018/020558(WO,A1)
国際公開第2019/087790(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
A 6 1 B 1 / 0 0 - 1 / 3 2