

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02019/088121

発行日 令和1年11月14日(2019.11.14)

(43) 国際公開日 令和1年5月9日(2019.5.9)

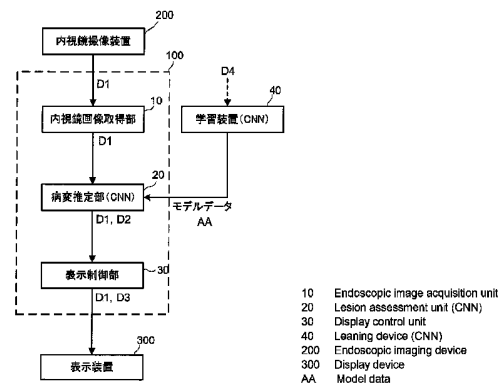
(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/045 (2006.01)	A 6 1 B 1/045 6 1 0	4 C 1 6 1
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 5 1 3	5 L 0 9 6
G 0 6 T 7/00 (2017.01)	A 6 1 B 1/045 6 1 8	
	A 6 1 B 1/045 6 2 2	
	G 0 6 T 7/00 3 5 0 C	
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 45 頁) 最終頁に続く		

出願番号 特願2019-520910 (P2019-520910)	(71) 出願人 000173588
(21) 国際出願番号 PCT/JP2018/040381	公益財団法人がん研究会
(22) 国際出願日 平成30年10月30日 (2018.10.30)	東京都江東区有明三丁目8番31号
(31) 優先権主張番号 特願2017-209232 (P2017-209232)	(71) 出願人 517380422
(32) 優先日 平成29年10月30日 (2017.10.30)	株式会社A I メディカルサービス
(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国 (JP)	埼玉県さいたま市南区别所7-2-1 ファーストタワー202
(31) 優先権主張番号 特願2018-7967 (P2018-7967)	(74) 代理人 110002952
(32) 優先日 平成30年1月22日 (2018.1.22)	特許業務法人鷺田国際特許事務所
(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国 (JP)	(72) 発明者 平澤 俊明
(31) 優先権主張番号 特願2018-38828 (P2018-38828)	東京都江東区有明三丁目8番31号 公益財団法人がん研究会内
(32) 優先日 平成30年3月5日 (2018.3.5)	
(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国 (JP)	
	最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像診断支援装置、資料収集方法、画像診断支援方法および画像診断支援プログラム

(57) 【要約】

内視鏡医による内視鏡画像の診断を支援することが可能な画像診断支援装置、資料収集方法、画像診断支援方法および画像診断支援プログラム。画像診断支援装置は、消化器内視鏡撮像装置により撮像された被験者の消化器内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを、畳み込みニューラルネットワークによって推定する病変推定部と、当該病変の名称および位置と、それらの確度とを表示する解析結果画像を生成して、消化器内視鏡画像上に表示させる制御を行う表示制御部と、を備え、畳み込みニューラルネットワークは、萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された複数の消化器腫瘍内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置に基づいて学習処理が行われる。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

消化器内視鏡撮像装置により撮像された被験者の消化器内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを、畳み込みニューラルネットワークによって推定する病変推定部と、

当該病変の名称および位置と、それらの確度とを表示する解析結果画像を生成して、前記消化器内視鏡画像上に表示させる制御を行う表示制御部と、

を備え、

前記畳み込みニューラルネットワークは、萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、および、粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された複数の消化器腫瘍内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置に基づいて学習処理が行われる、
画像診断支援装置。

10

【請求項 2】

前記表示制御部は、前記確度に応じて、前記解析結果画像における病変の位置を特定する病変位置情報の表示態様を変更する、

請求項 1 に記載の画像診断支援装置。

【請求項 3】

前記複数の消化器腫瘍内視鏡画像には、被験者の消化器内に対して、白色光を照射して撮像された内視鏡画像が含まれる、

請求項 1 または 2 に記載の画像診断支援装置。

20

【請求項 4】

前記複数の消化器腫瘍内視鏡画像には、被験者の消化器内に対して、色素を散布して撮像された内視鏡画像が含まれる、

請求項 1 ～ 3 の何れか 1 項に記載の画像診断支援装置。

【請求項 5】

前記複数の消化器腫瘍内視鏡画像には、被験者の消化器内に対して、狭帯域光を照射して撮像された内視鏡画像が含まれる、

請求項 1 ～ 4 の何れか 1 項に記載の画像診断支援装置。

【請求項 6】

前記消化器には、胃が含まれる、

請求項 1 ～ 5 の何れか 1 項に記載の画像診断支援装置。

30

【請求項 7】

前記消化器には、食道が含まれる、

請求項 1 ～ 5 の何れか 1 項に記載の画像診断支援装置。

【請求項 8】

前記消化器には、十二指腸が含まれる、

請求項 1 ～ 5 の何れか 1 項に記載の画像診断支援装置。

【請求項 9】

前記消化器には、大腸が含まれる、

請求項 1 ～ 5 の何れか 1 項に記載の画像診断支援装置。

40

【請求項 10】

被験者の消化管について、請求項 1 ～ 9 の何れか 1 項に記載の画像診断支援装置を用いて、前記表示制御部の表示結果を、消化管病変に関する資料として収集する資料収集方法。

【請求項 11】

消化器内視鏡撮像装置により撮像された被験者の消化器内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを、畳み込みニューラルネットワークによって推定する病変推定部と、

当該病変の名称および位置と、それらの確度とを表示する解析結果画像を生成して、前記消化器内視鏡画像上に表示させる制御を行う表示制御部とを備える装置を用い、

50

前記畳み込みニューラルネットワークは、萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された複数の消化器腫瘍内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置に基づいて学習処理が行われる、

画像診断支援方法。

【請求項 12】

コンピューターに、消化器内視鏡撮像装置により撮像された被験者の消化器内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを、畳み込みニューラルネットワークによって推定する処理と、

当該病変の名称および位置と、それらの確度とを表示する解析結果画像を生成して、前記内視鏡画像上に表示させる制御を行う処理と、

を実行させ、

前記畳み込みニューラルネットワークは、萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された複数の消化器腫瘍内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置に基づいて学習処理が行われる、

画像診断支援プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像診断支援装置、資料収集方法、画像診断支援方法および画像診断支援プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

がんは世界で最も死因の高い疾患であり、世界保健機関（WHO）の統計によれば、2015年には880万人が死亡し、臓器別では胃や大腸などを含めた消化器系がトップを占める。特に胃がんは、世界で5番目に多い悪性腫瘍、かつ、世界で3番目に多いがん関連死の原因であり、毎年、約100万の新規症例が発生し、約70万人が死亡している。胃がん患者の予後は、診断時のがんのステージ（進行度）に依存する。進行した胃がんは予後不良であるが、早期胃がんの5年生存率は90%以上であり、早期の病巣をいち早く発見し、外科的に切除することで多くの胃がんを完治させることができる。したがって、早期胃がんの内視鏡的検出は、胃がん死亡率を減少させるための最も有効な手段であり、内視鏡的粘膜切除術（EMR）または内視鏡的粘膜下層剥離術（ESD）のような臓器保存型の内視鏡療法で治療する技術の普及は、患者に多大の恩恵をもたらすことができる。

【0003】

消化器の内視鏡検査（特に上部消化管内視鏡検査：EGD）は、胃がんを診断するための標準的手法であるが、EGDによる観察で胃がんを検出する際の偽陰性率は26%とも言われ（非特許文献1を参照）、高頻度である。さらに、ほとんどの胃がんは、萎縮性粘膜から生じ、早期胃がんの一部は微細な形態変化しか示さず、萎縮性変化を伴う背景粘膜と区別することが困難であるため、経験の浅い内視鏡医では、胃がんを見逃す傾向がある。したがって、内視鏡医は、胃がんを適切に検出するための特別な研修と経験が必要であるが、一定の経験を経た内視鏡医の育成には、1万枚の画像診断経験と10年の期間がかかるとも言われている。

【0004】

消化器の内視鏡検査においては、多くの内視鏡画像が収集されるが、診断精度を管理するために内視鏡医による内視鏡画像のダブルチェックが望ましく、「対策型検診のための胃内視鏡検診マニュアル」（一般社団法人 日本消化器がん検診学会編）ではダブルチェックが義務付けられている。ただし、内視鏡画像のダブルチェックには多くの時間を要するため、医療現場の内視鏡医にとって重い負担となっている。

【0005】

しかも、これらの内視鏡画像に基づく診断は、いわば経験と観察に基づく主観的判定であり、様々な偽陽性判断及び偽陰性判断を生じる可能性がある。さらに、医療機器は機器

10

20

30

40

50

自体の性能と操作者の確実な操作の両条件が満たされてこそ、最高度の性能が発揮されるものであるが、内視鏡診断では内視鏡医の疲労により精度が低下することがある。こうした内視鏡医の属人的要件を補完するために、近年、機械学習による画像認識の精度が飛躍的に向上したA I（人工知能：artificial intelligence）を内視鏡医の支援として活用することで、内視鏡画像のダブルチェック作業の精度とスピードが向上するものと期待されている。

【0006】

近年、ディープラーニング（深層学習）を用いたA Iが様々な医療分野で注目されており、放射線腫瘍学、皮膚がん分類、糖尿病性網膜症、胃生検の組織学的分類、超拡大内視鏡による大腸病変の特徴付けを含む医療分野の画像診断をA Iが専門医に替わって行うことができるなどの様々な報告がある。特に、顕微内視鏡レベルにおいてはA Iが専門医と同等の精度を出せることが証明されている（非特許文献2を参照）。また、皮膚科では、ディープラーニング機能を持ったA Iが専門医と同等の画像診断能力を発揮することが発表されており（非特許文献3を参照）、各種機械学習法を利用した特許文献（特許文献1、2を参照）も存在する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2017-045341号公報

【特許文献2】特開2017-067489号公報

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献1】Hosokawa O et al., Hepatogastroenterology.2007;54(74):442-4.

【非特許文献2】[http://www.giejournal.org/article/S0016-5107\(14\)02171-3/fulltext](http://www.giejournal.org/article/S0016-5107(14)02171-3/fulltext), "Novel computer-aided diagnostic system for colorectal lesions by using endocytoscopy" Yuichi Mori et. al. Presented at Digestive Disease Week 2014, May 3-6, 2014, Chicago, Illinois, USA

【非特許文献3】「Nature」2017年2月号、巻頭論文、「皮膚の病変を学習する：人工知能が画像から皮膚がんを検出する能力を強化する」（<http://www.natureasia.com/ja-jp/nature/highlights/82762>）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上記のように、A Iの画像認識能力は人間専門医並みであることが示唆されているが、消化器の通常内視鏡検査においては、A Iの内視鏡画像の診断能力を使用した診断支援技術は、まだ医療現場には導入されておらず、今後の実用化が期待されている状況である。

【0010】

本発明の目的は、内視鏡医による内視鏡画像の診断を支援することが可能な画像診断支援装置、資料収集方法、画像診断支援方法および画像診断支援プログラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明に係る画像診断支援装置は、

消化器内視鏡撮像装置により撮像された被験者の消化器内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを、畳み込みニューラルネットワークによって推定する病変推定部と、

当該病変の名称および位置と、それらの確度とを表示する解析結果画像を生成して、前記消化器内視鏡画像上に表示させる制御を行う表示制御部と、

を備え、

前記畳み込みニューラルネットワークは、萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、

10

20

30

40

50

粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された複数の消化器腫瘍内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置に基づいて学習処理が行われる。

【0012】

本発明に係る資料収集方法は、被験者の消化管について、上記画像診断支援装置を用いて、前記表示制御部の表示結果を、消化管病変に関する資料として収集する。

【0013】

本発明に係る画像診断支援方法は、

消化器内視鏡撮像装置により撮像された被験者の消化器内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを、畳み込みニューラルネットワークによって推定する病変推定部と、

当該病変の名称および位置と、それらの確度とを表示する解析結果画像を生成して、前記消化器内視鏡画像上に表示させる制御を行う表示制御部とを備える装置を用い、

前記畳み込みニューラルネットワークは、萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された複数の消化器腫瘍内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置に基づいて学習処理が行われる。

【0014】

本発明に係る画像診断支援プログラムは、

コンピュータに、

消化器内視鏡撮像装置により撮像された被験者の消化器内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを、畳み込みニューラルネットワークによって推定する処理と、

当該病変の名称および位置と、それらの確度とを表示する解析結果画像を生成して、前記内視鏡画像上に表示させる制御を行う処理と、

を実行させ、

前記畳み込みニューラルネットワークは、萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された複数の消化器腫瘍内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置に基づいて学習処理が行われる。

【0015】

本発明における病変部位（萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、粘膜色調の状況）の特徴抽出による判定に係る基準は、経験豊富な内視鏡医によって精度高く設定することが可能であり、例えば、本発明者の著書（「通常内視鏡観察による早期胃癌の拾い上げと診断」、平澤俊明／河内洋・著、藤崎順子・監修、日本メディカルセンター、2016年）に詳しく記載されている。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、内視鏡医による内視鏡画像の診断を支援する技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本実施の形態における画像診断支援装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】本実施の形態における画像診断支援装置のハードウェア構成を示す図である。

【図3】本実施の形態における畳み込みニューラルネットワークの構成を示す図である。

【図4】本実施の形態における内視鏡画像上に解析結果画像を表示させる例を示す図である。

【図5】評価試験用データセットに用いられた内視鏡画像に関する患者および病変の特徴を示す図である。

【図6】図6A、図6Bは、内視鏡画像および解析結果画像の例を示す図である。

【図7】複数の内視鏡画像にがんが存在する場合について説明する図である。

【図8】図8A、図8Bは、医師によって診断された病変位置（範囲）と、畳み込みニューラルネットワークによって診断された病変位置（範囲）との違いを説明する図である。

10

20

30

40

50

【図 9】腫瘍の深さおよび腫瘍サイズの違いに応じた感度の変化を示す図である。

【図 10】畳み込みニューラルネットワークによって見逃された病変の詳細を示す図である。

【図 11】図 11 A, 図 11 B, 図 11 C, 図 11 D, 図 11 E, 図 11 F は、畳み込みニューラルネットワークによって見逃された病変が存在する内視鏡画像を示す図である。

【図 12】畳み込みニューラルネットワークによって胃がんとして検出された非がん性病変の詳細を示す図である。

【図 13】図 13 A, 図 13 B, 図 13 C は、畳み込みニューラルネットワークによって胃がんとして検出された非がん性病変を含む解析結果画像を示す図である。

【図 14】図 14 A, 図 14 B, 図 14 C, 図 14 D, 図 14 E, 図 14 F は、腺腫、過形成性ポリープまたは S S A P を含む大腸の内視鏡画像を示す図である。

【図 15】図 15 A, 図 15 B, 図 15 C, 図 15 D, 図 15 E, 15 F は、稀なタイプの大腸ポリープを含む大腸の内視鏡画像を示す図である。

【図 16】学習用データセットに用いられた内視鏡画像に関する大腸ポリープ等の特徴を示す図である。

【図 17】評価試験用データセットに用いられた内視鏡画像に関する大腸ポリープ等の特徴を示す図である。

【図 18】偽陽性画像および偽陰性画像の分類結果を示す図である。

【図 19】図 19 A, 図 19 B は、C N N 分類と組織分類との一致度合いを示す図である。

【図 20】5 mm 以下の大腸ポリープについて C N N 分類と組織分類との一致度合いを示す図である。

【図 21】図 21 A, 図 21 B, 図 21 C, 図 21 D, 図 21 E, 図 21 F は、第 2 の評価試験における内視鏡画像および解析結果画像の例を示す図である。

【図 22】図 22 A, 図 22 B, 図 22 C, 図 22 D, 図 22 E, 図 22 F, 図 22 G, 図 22 H は、第 2 の評価試験における内視鏡画像および解析結果画像の例を示す図である。

【図 23】評価試験用データセットに用いられた内視鏡画像に関する患者および病変の特徴を示す図である。

【図 24】図 24 A, 図 24 B, 図 24 C, 図 24 D は、第 3 の評価試験における内視鏡画像および解析結果画像の例を示す図である。

【図 25】畳み込みニューラルネットワークによる食道がん／非食道がんの検出結果、および、生検による食道がん／非食道がんの検出結果を示す図である。

【図 26】白色光感度、N B I 用狭帯域光感度および包括的感度を示す図である。

【図 27】畳み込みニューラルネットワークによる食道がん／非食道がんの検出結果、および、生検による食道がん／非食道がんの検出結果を示す図である。

【図 28】白色光感度および N B I 用狭帯域光感度を示す図である。

【図 29】C N N 分類と深達度との一致度合いを示す図である。

【図 30】偽陽性画像および偽陰性画像の分類結果を示す図である。

【図 31】図 31 A, 図 31 B, 図 31 C, 図 31 D, 図 31 E, 図 31 F は、畳み込みニューラルネットワークによって誤って検出および分類された内視鏡画像および解析結果画像を偽陽性画像として示す図である。

【図 32】図 32 A, 図 32 B, 図 32 C, 図 32 D, 図 32 E は、畳み込みニューラルネットワークによって検出されなかった食道がんを含む内視鏡画像を偽陰性画像として示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0019】

[画像診断支援装置の全体構成]

10

20

30

40

50

まず、本実施の形態における画像診断支援装置１００の構成について説明する。図１は、画像診断支援装置１００の全体構成を示すブロック図である。図２は、本実施の形態における画像診断支援装置１００のハードウェア構成の一例を示す図である。

【００２０】

画像診断支援装置１００は、消化器（例えば、食道、胃、十二指腸や大腸など）の内視鏡検査において、畳み込みニューラルネットワーク（CNN：Convolutional Neural Network）が有する内視鏡画像の診断能力を使用し、医師（例えば、内視鏡医）による内視鏡画像の診断を支援する。画像診断支援装置１００には、内視鏡撮像装置２００（本発明の「消化器内視鏡撮像装置」に対応）および表示装置３００が接続されている。

【００２１】

内視鏡撮像装置２００は、例えば、撮像手段を内蔵した電子内視鏡（ビデオスコープともいう）や、光学式内視鏡に撮像手段を内蔵したカメラヘッドを装着したカメラ装着内視鏡等である。内視鏡撮像装置２００は、例えば、被験者の口または鼻から消化器に挿入され、当該消化器内の診断対象部位を撮像する。そして、内視鏡撮像装置２００は、消化器内の診断対象部位を撮像した内視鏡画像（本発明の「消化器内視鏡画像」に対応）を表す内視鏡画像データＤ１（静止画像）を画像診断支援装置１００に出力する。なお、内視鏡画像データＤ１ではなく、内視鏡動画像であっても良い。

【００２２】

表示装置３００は、例えば、液晶ディスプレイであり、画像診断支援装置１００から出力された解析結果画像を、医師に識別可能に表示する。

【００２３】

画像診断支援装置１００は、主たるコンポーネントとして、ＣＰＵ（Central Processing Unit）１０１、ＲＯＭ（Read Only Memory）１０２、ＲＡＭ（Random Access Memory）１０３、外部記憶装置（例えば、フラッシュメモリ）１０４、及び通信インターフェイス１０５、ＧＰＵ（Graphics Processing Unit）１０６等を備えたコンピューターである。

【００２４】

画像診断支援装置１００の各機能は、例えば、ＣＰＵ１０１がＲＯＭ１０２、ＲＡＭ１０３、外部記憶装置１０４等に記憶された制御プログラム（例えば、画像診断支援プログラム）や各種データ（例えば、内視鏡画像データ、教師データ、畳み込みニューラルネットワークのモデルデータ（構造データおよび学習済み重みパラメータ等）などを参照することによって実現される。なお、ＲＡＭ１０３は、例えば、データの作業領域や一時退避領域として機能する。

【００２５】

なお、各機能の一部または全部は、ＣＰＵによる処理に代えて、または、これと共に、ＤＳＰ（Digital Signal Processor）による処理によって実現されても良い。また、同様に、各機能の一部または全部は、ソフトウェアによる処理に代えて、または、これと共に、専用のハードウェア回路による処理によって実現されても良い。

【００２６】

図１に示すように、画像診断支援装置１００は、内視鏡画像取得部１０、病変推定部２０、表示制御部３０を備えている。学習装置４０は、画像診断支援装置１００において使用される畳み込みニューラルネットワークのモデルデータ（構造データおよび学習済み重みパラメータ等）を生成する機能を有する。

【００２７】

〔画像取得部〕

画像取得部１０は、内視鏡撮像装置２００から出力された内視鏡画像データＤ１を取得する。そして、画像取得部１０は、取得した内視鏡画像データＤ１を病変推定部２０に出力する。なお、画像取得部１０は、内視鏡画像データＤ１を取得する際、内視鏡撮像装置２００から直接取得しても良いし、外部記憶装置１０４に格納された内視鏡画像データＤ１や、インターネット回線等を介して提供された内視鏡画像データＤ１を取得しても良い

10

20

30

40

50

。

【0028】

〔病変推定部〕

病変推定部20は、畳み込みニューラルネットワークを用いて、内視鏡画像取得部10から出力された内視鏡画像データD1により表される内視鏡画像内に存在する病変の病変名（名称）および病変位置（位置）と、当該病変名および病変位置の確度とを推定する。そして、病変推定部20は、内視鏡画像取得部10から出力された内視鏡画像データD1と、病変名、病変位置および確度の推定結果を表す推定結果データD2とを表示制御部30に出力する。

【0029】

本実施の形態では、病変推定部20は、病変名および病変位置の確度を示す指標として確率スコアを推定する。確率スコアは、0より大きく、1以下の値で表される。確率スコアが高いほど、病変名および病変位置の確度が高いことを意味する。

【0030】

なお、確率スコアは、病変名および病変位置の確度を示す指標の一例であって、その他の任意の態様の指標が用いられてよい。例えば、確率スコアは、0%~100%の値で表される態様であっても良いし、数段階のレベル値のうちの何れで表される態様であっても良い。

【0031】

畳み込みニューラルネットワークは、順伝播型ニューラルネットワークの一種であって、脳の視覚野の構造における知見に基づくものである。基本的に、画像の局所的な特徴抽出を担う畳み込み層と、局所毎に特徴をまとめあげるプーリング層（サブサンプリング層）とを繰り返した構造となっている。畳み込みニューラルネットワークの各層によれば、複数のニューロン(Neuron)を所持し、個々のニューロンが視覚野と対応するような形で配置されている。それぞれのニューロンの基本的な働きは、信号の入力と出力とからなる。ただし、各層のニューロン間は、相互に信号を伝達する際に、入力された信号をそのまま出力するのではなく、それぞれの入力に対して結合荷重を設定し、その重み付きの入力の総和が各ニューロンに設定されている閾値を超えた時に、次の層のニューロンに信号を出力する。学習データからこれらニューロン間の結合荷重を算出しておく。これによって、リアルタイムのデータを入力することによって、出力値の推定が可能となる。この目的にかなう畳み込みニューラルネットワークであれば、それを構成するアルゴリズムは特に限定されない。

【0032】

図3は、本実施の形態における畳み込みニューラルネットワークの構成を示す図である。なお、畳み込みニューラルネットワークのモデルデータ（構造データおよび学習済み重みパラメータ等）は、画像診断支援プログラムと共に、外部記憶装置104に格納されている。

【0033】

図3に示すように、畳み込みニューラルネットワークは、例えば、特徴抽出部Naと識別部Nbとを有する。特徴抽出部Naは、入力される画像（内視鏡画像データD1）から画像特徴を抽出する処理を施す。識別部Nbは、特徴抽出部Naにより抽出された画像特徴から画像に係る推定結果を出力する。

【0034】

特徴抽出部Naは、複数の特徴量抽出層Na1、Na2・・・が階層的に接続されて構成される。各特徴量抽出層Na1、Na2・・・は、畳み込み層（Convolution layer）、活性化層（Activation layer）およびプーリング層（Pooling layer）を備える。

【0035】

第1層目の特徴量抽出層Na1は、入力される画像を、ラスタスキャンにより所定サイズ毎に走査する。そして、特徴量抽出層Na1は、走査したデータに対して、畳み込み層、活性化層およびプーリング層によって特徴量抽出処理を施すことにより、入力画像に含

10

20

30

40

50

まれる特徴量を抽出する。第1層目の特徴量抽出層N a 1は、例えば、水平方向に延びる線状の特徴量や斜め方向に延びる線状の特徴量等の比較的シンプルな単独の特徴量を抽出する。

【0036】

第2層目の特徴量抽出層N a 2は、前階層の特徴量抽出層N a 1から入力される画像（特徴マップとも称される）を、例えば、ラスタスキャンにより所定サイズ毎に走査する。そして、特徴量抽出層N a 2は、走査したデータに対して、同様に、畳み込み層、活性化層およびプーリング層による特徴量抽出処理を施すことにより、入力画像に含まれる特徴量を抽出する。なお、第2層目の特徴量抽出層N a 2は、第1層目の特徴量抽出層N a 1が抽出した複数の特徴量の位置関係などを参照しながら統合させることで、より高次元の複合的な特徴量を抽出する。

10

【0037】

第2層目以降の特徴量抽出層（図3では、説明の便宜として、特徴量抽出層N aを2階層のみを示す）は、第2層目の特徴量抽出層N a 2と同様の処理を実行する。そして、最終層の特徴量抽出層の出力（複数の特徴マップのマップ内の各値）が、識別部N bに対して入力される。

【0038】

識別部N bは、例えば、複数の全結合層（Fully Connected）が階層的に接続された多層パーセプトロンによって構成される。

【0039】

識別部N bの入力側の全結合層は、特徴抽出部N aから取得した複数の特徴マップのマップ内の各値に全結合し、その各値に対して重み係数を変化させながら積和演算を行って出力する。

20

【0040】

識別部N bの次階層の全結合層は、前階層の全結合層の各素子が出力する値に全結合し、その各値に対して重み係数を異ならせながら積和演算を行う。そして、識別部N bの最後段には、内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置と、当該病変名および病変位置の確率スコア（確度）とを出力する層（例えば、ソフトマックス関数等）が設けられる。

【0041】

畳み込みニューラルネットワークは、あらかじめ経験豊富な内視鏡医によってマーキング処理されたレファレンスデータ（以下、「教師データ」という。）を用いて学習処理を行っておくことによって、入力される内視鏡画像から所望の推定結果（ここでは、病変名、病変位置および確率スコア）を出力し得るように、推定機能を保有することができる。

30

【0042】

本実施の形態における畳み込みニューラルネットワークは、内視鏡画像データD 1を入力とし（図3のinput）、当該内視鏡画像データD 1により表される内視鏡画像の画像特徴に応じた病変名、病変位置および確率スコアを推定結果データD 2として出力する（図3のoutput）ように構成される。

【0043】

なお、畳み込みニューラルネットワークは、より好適には、内視鏡画像データD 1に加えて、年齢、性別、地域、または既往歴に係る情報を入力し得る構成（例えば、識別部N bの入力素子として設ける）としても良い。実臨床におけるリアルワールドデータの重要性は特に認められていることから、こうした患者属性の情報を追加することによって、実臨床において、より有用なシステムに展開することができる。すなわち、内視鏡画像の特徴は、年齢、性別、地域または既往歴に係る情報と相関関係を有しており、畳み込みニューラルネットワークに、内視鏡画像データD 1に加えて、年齢等の患者属性情報を参照させることによって、より高精度に病変名、病変位置を推定し得る構成とすることができる。この手法は、地域や人種間によっても疾患の病態が異なることがあることから、特に本発明を国際的に活用する場合には、取り入れるべき事項である。

40

50

【0044】

また、病変推定部20は、畳み込みニューラルネットワークによる処理の他、前処理として、内視鏡画像のサイズやアスペクト比に変換する処理、内視鏡画像の色分割処理、内視鏡画像の色変換処理、色抽出処理、輝度勾配抽出処理等を行っても良い。

【0045】

〔表示制御部〕

表示制御部30は、病変推定部20から出力された内視鏡画像データD1により表される内視鏡画像上において、病変推定部20から出力された推定結果データD2により表される病変名、病変位置および確率スコアを表示する解析結果画像を生成する。そして、表示制御部30は、内視鏡画像データD1と、生成した解析結果画像を表す解析結果画像データD3とを表示装置300に出力する。この場合、内視鏡画像の病変部の構造強調や色彩強調、高コントラスト化、高精細化などのデジタル画像処理システムを接続し、観察者の理解と判定を助ける加工を施して表示させることもできる。

【0046】

表示装置300は、表示制御部30から出力された内視鏡画像データD1により表される内視鏡画像上に、解析結果画像データD3により表される解析結果画像を表示させる。表示された内視鏡画像および解析結果画像は、例えば、内視鏡画像のダブルチェック作業に用いられる。また、本実施の形態では、1枚の内視鏡画像および解析結果画像を表示するまでの時間がとても早いため、内視鏡画像のダブルチェック作業以外にも、内視鏡動画として医師によるリアルタイムでの診断補助に用いることができる。

【0047】

図4は、本実施の形態における内視鏡画像上に解析結果画像を表示させる例を示す図である。図4に示すように、解析結果画像には、病変推定部20により推定された病変位置（範囲）を示す矩形枠50、病変名（早期がん：early stomach cancer）および確率スコア（0.8）が表示されている。本実施の形態では、解析結果画像を参照する医師の注意喚起を促す観点から、確率スコアがある閾値（例えば、0.4）以上の場合、病変推定部20により推定された病変位置（範囲）を示す矩形枠は、黄色で表示される。すなわち、表示制御部30は、病変推定部20から出力された推定結果データD2により表される確率スコアに応じて、解析結果画像における病変位置を特定する病変位置特定情報（本実施の形態では、矩形枠）の表示態様を変更する。なお、矩形枠52は、参考までに、医師によって胃がんと診断された病変位置（範囲）を示しており、実際の解析結果画像には表示されないが、熟練した内視鏡医の判定と同一結果となることを示している。

【0048】

〔学習装置〕

学習装置40は、病変推定部20の畳み込みニューラルネットワークが内視鏡画像データD1から病変位置、病変名および確率スコアを推定し得るように、図示しない外部記憶装置に記憶されている教師データD4を入力し、学習装置40の畳み込みニューラルネットワークに対して学習処理を行う。

【0049】

本実施の形態では、学習装置40は、被験者の消化器について内視鏡撮像装置200により撮像された内視鏡画像（本発明の「消化器腫瘍内視鏡画像」に対応）と、医師により萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された、当該内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置と、を教師データD4として用いて学習処理を行う。具体的には、学習装置40は、畳み込みニューラルネットワークに内視鏡画像を入力した際の正解値（病変名および病変位置）に対する出力データの誤差（損失とも称される）が小さくなるように、畳み込みニューラルネットワークの学習処理を行う。

【0050】

本実施の形態では、教師データD4としての内視鏡画像には、被験者の消化器内に対して白色光を照射して撮像された内視鏡画像、被験者の消化器内に対して色素（例えば、イ

10

20

30

40

50

ンジゴカルミン、ヨード液)を散布して撮像された内視鏡画像、および、被験者の消化器内に対して狭帯域光(例えば、NBI(Narrow Band Imaging)用狭帯域光、BLI(Blue Laser Imaging)用狭帯域光)を照射して撮像された内視鏡画像が含まれる。学習処理における教師データD4としての内視鏡画像は、日本トップクラスのがん治療専門病院のデータベースを主に使用し、豊富な診断・治療経験を有する日本消化器内視鏡学会指導医がすべての画像を詳細に検討、選別し、精密な手動処理で病変の病変位置に対するマーキングを行った。レファレンスデータとなる教師データD4(内視鏡画像データ)の精度管理は、そのまま画像診断支援装置100の解析精度に直結するために、豊富な経験を有するエキスパート内視鏡医による画像選別と病変同定、特徴抽出のマーキングは極めて重要な工程である。

10

【0051】

内視鏡画像の教師データD4は、画素値のデータであっても良いし、所定の色変換処理等がなされたデータであっても良い。また、前処理として、テクスチャ特徴、形状特徴、広がり特徴等を抽出したものが用いられても良い。なお、教師データD4は、内視鏡画像データに加えて、年齢、性別、地域または既往歴に係る情報を関連付けて学習処理を行ってもよい。

【0052】

なお、学習装置40が学習処理を行う際のアルゴリズムは、公知の手法であってよい。学習装置40は、例えば、公知のバックプロパゲーション(Backpropagation:誤差逆伝播法)を用いて、畳み込みニューラルネットワークに対して学習処理を施し、ネットワークパラメータ(重み係数、バイアス等)を調整する。そして、学習装置40によって学習処理が施された畳み込みニューラルネットワークのモデルデータ(構造データおよび学習済み重みパラメータ等)は、例えば、画像診断支援プログラムと共に、外部記憶装置104に格納される。

20

【0053】

以上詳しく説明したように、本実施の形態では、画像診断支援装置100は、消化器内視鏡撮像装置により撮像された被験者の消化器内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを、畳み込みニューラルネットワークによって推定する病変推定部と、当該病変の名称および位置と、それらの確度とを表示する解析結果画像を生成して、消化器内視鏡画像上に表示させる制御を行う表示制御部と、を備える。畳み込みニューラルネットワークは、萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された複数の消化器腫瘍内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置に基づいて学習処理が行われる。

30

【0054】

このように構成した本実施の形態によれば、畳み込みニューラルネットワークが複数の被験者のそれぞれについて予め得られている複数の消化器の内視鏡画像と、複数の被験者のそれぞれについて予め得られている病変の病変名および病変位置の確定診断結果とに基づいて学習されているため、短時間、かつ、実質的に経験豊富な内視鏡医に匹敵する精度で、新規被験者の消化器の病変名および病変位置を推定することができる。したがって、消化器の内視鏡検査において、本発明による畳み込みニューラルネットワークが有する内視鏡画像の診断能力を使用し、内視鏡医による内視鏡画像の診断を強力に支援することができる。実臨床においては、内視鏡医は、診察室で直接的に診断支援ツールとして利用することもできる一方、複数の診察室から伝送される内視鏡画像を中央診断支援サービスとすることや、インターネット回線を通じた遠隔操作によって、遠隔地の機関に対する診断支援サービスとして利用することもできる。

40

【0055】

なお、上記実施の形態は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化の一例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその要旨、またはその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

50

【0056】

[実験例]

最後に、上記実施の形態の構成における効果を確認するための評価試験について説明する。

【0057】

[学習用データセットの準備]

2004年4月～2016年12月にかけて行われたEGDの内視鏡画像を、画像診断支援装置における畳み込みニューラルネットワークの学習に使用する学習用データセット（教師データ）として用意した。EGDは、日常診療におけるスクリーニングまたは術前検査のために実施され、内視鏡画像は、標準的な内視鏡（GIF-H290Z、GIF-H290、GIF-XP290N、GIF-H260Z、GIF-Q260J、GIF-XP260、GIF-XP260NS、GIF-N260等、オリンパスメディカルシステムズ社、東京）および標準的な内視鏡ビデオシステム（EVIS LUCERA CV-260/CLV-260、EVIS LUCERA ELITE CV-290/CLV-290SL、オリンパスメディカルシステムズ社）を用いて収集した。

10

【0058】

学習用データセットとしての内視鏡画像には、被験者の消化器内に対して白色光を照射して撮像された内視鏡画像、被験者の消化器内に対して色相（例えば、インジゴカルミン、ヨード液）を散布して撮像された内視鏡画像、および、被験者の消化器内に対して狭帯域光（例えば、NBI用狭帯域光、BLI用狭帯域光）を照射して撮像された内視鏡画像を含めた。また、送気不足による胃の伸展不良、生検後の出血、ハレーション、レンズのくもり、焦点外れまたは粘液等のために、画像品質が悪い内視鏡画像は、学習用データセットから除外した。

20

【0059】

最終的に、学習用データセットとして、組織学的に証明された2,639の胃がんについて、13,584の内視鏡画像を収集した。胃がんの専門家であり、日本消化器内視鏡学会指導医（がん専門病院で10年以上の経験を有し、胃がんの6,000症例以上の胃がんを診断した実績を有する）は、収集された内視鏡画像において、全ての胃がん（早期がんまたは進行がん）の病変名および病変位置を精密に手動で特徴抽出のマーキング設定し、学習用データセットを用意した。

30

【0060】

[学習・アルゴリズム]

画像診断支援装置を構築するため、VGG(<https://arxiv.org/abs/1409.1556>)をベースとした16層以上で構成される畳み込みニューラルネットワークを使用した。バークレービジョン及びラーニングセンター(Berkeley Vision and Learning Center (BVLC))で開発されたCaffeディープラーニングフレームワークを学習および評価試験に使用した。畳み込みニューラルネットワークの全ての層は、確率的勾配降下法を使用して、グローバル学習率0.0001で微調整されている。CNNと互換性を持たせるために、各画像を300×300ピクセルにリサイズした。

【0061】

[評価試験用データセットの準備]

構築された畳み込みニューラルネットワークベースの画像診断支援装置の診断精度を評価するために、2017年3月1日～2017年3月31日まで、公益財団法人がん研究会有明病院で通常の臨床検査としてEGDを受けた69人の患者（胃がん77病変）を対象にして、2,296の内視鏡画像（胃）を評価試験用データセットとして収集した。その結果、62人に胃がんが1病変存在し、6人に胃がんが2病変存在し、1人に胃がんが3病変存在していた。全てのEGDは、標準的な内視鏡（GIF-H290Z、オリンパスメディカルシステムズ社、東京）および標準的な内視鏡ビデオシステム（EVIS LUCERA ELITE CV-290/CLV-290SL、オリンパスメディカルシステムズ社）を用いて実施した。EGDでは、胃内をくまなく観察し、内視鏡画像を撮影

40

50

し、撮影枚数は1人の患者あたり18～69枚となった。

【0062】

図5は、評価試験用データセットに用いられた内視鏡画像に関する患者および病変の特徴を示す図である。図5に示すように、腫瘍サイズ（直径）の中央値は24mmであり、腫瘍サイズ（直径）の範囲は3～170mmであった。肉眼的分類では、55病変（71.4%）で表在型（0-I I a、0-I I b、0-I I c、0-I I a+I I c、0-I I c+I I b、0-I I c+I I I）が最も多かった。腫瘍の深さでは、早期胃がん（T1）が42病変（67.5%）であり、進行胃がん（T2-T4）が25病変（32.5%）であった。

【0063】

〔評価試験の方法〕

本評価試験では、学習用データセットを用いて学習処理が行われた畳み込みニューラルネットワークベースの画像診断支援装置に対して評価試験用データセットを入力し、当該評価試験用データセットを構成する各内視鏡画像から胃がんを正しく検出できるか否かについて評価した。胃がんを正しく検出できた場合を「正解」とみなした。畳み込みニューラルネットワークは、内視鏡画像から胃がん（病変）を検出すると、その病変名（早期胃がんまたは進行胃がん）、病変位置および確率スコアを出力する。

【0064】

なお、評価試験用データセットを構成する内視鏡画像に存在する胃がんのうち、いくつかの胃がんは複数の内視鏡画像に存在していたため、以下の定義を使用して評価試験を行った。

【0065】

（定義1）

畳み込みニューラルネットワークが複数の内視鏡画像で同一（1つ）の胃がんを検出した場合は、正解とみなした。図6は、複数の内視鏡画像に同一のがんが存在する場合について説明する図である。図6A、6Bにおいて、矩形枠54、56は、医師により手動で設定された胃がんの病変位置（範囲）を示す。矩形枠58は、畳み込みニューラルネットワークにより推定された胃がんの病変位置（範囲）を示す。図6Aは、胃がんを遠景で撮像した内視鏡画像を示し、図6Bは、当該胃がんを近視野で撮像した内視鏡画像を示す。図6A、6Bに示すように、畳み込みニューラルネットワークは、遠景では胃がんを検出することはできなかったが、近景では胃がんを検出することができた。このような場合、本評価試験では、正解とみなした。

【0066】

（定義2）

偽陽性の病変（胃がん）が異なる内視鏡画像で検出されても、それらが同じ病変であった場合、それらは1つの病変とみなした。

【0067】

（定義3）

胃がんの病変位置（範囲）の境界線が不明確な場合があるため、畳み込みニューラルネットワークが胃がんの一部を検出した場合は正解とみなした。図7は、医師によって診断された病変位置（範囲）と、畳み込みニューラルネットワークによって診断された病変位置（範囲）との違いを説明する図である。図7において、矩形枠60は、医師により手動で設定された胃がんの病変位置（範囲）を示す。矩形枠62は、畳み込みニューラルネットワークにより推定された胃がんの病変位置（範囲）を示す。図7に示すように、医師により手動で設定された胃がんの病変位置（範囲）と、畳み込みニューラルネットワークにより推定された胃がんの病変位置（範囲）との間には差異があった。このように畳み込みニューラルネットワークが胃がんの少なくとも一部を検出した場合、本評価試験では正解とみなした。

【0068】

また、本評価試験では、胃がんを検出する畳み込みニューラルネットワークの診断能力

に対する感度および陽性的中率（PPV）を次の式（１），（２）を用いて算出した。

感度＝（畳み込みニューラルネットワークが検出した胃がんの数）／（評価試験用データセットを構成する内視鏡画像に存在する胃がんの数（７７））・・・（１）

陽性的中率＝（畳み込みニューラルネットワークが検出した胃がんの数）／（畳み込みニューラルネットワークが胃がんと診断した病変の数）・・・（２）

【００６９】

〔評価試験の結果〕

畳み込みニューラルネットワークは、評価試験用データセットを構成する２，２９６の内視鏡画像を分析する処理を４７秒という短い時間で終了させた。また、畳み込みニューラルネットワークは、７７の胃がん（病変）のうち７１の胃がんを検出した。すなわち、畳み込みニューラルネットワークの診断能力に対する感度は９２．２％であった。

【００７０】

図８は、内視鏡画像および解析結果画像の例を示す図である。図８Ａは、胃体中部小弯にわずかに赤くて平坦な病変が存在する内視鏡画像である。胃がんは背景粘膜の萎縮と類似しているため、図８Ａの内視鏡画像から胃がんを検出することは内視鏡医でも困難と思われた。図８Ｂは、畳み込みニューラルネットワークが胃がん（０－ＩＩｃ、５ｍｍ、ｔｕｂ１、Ｔ１ａ）を検出したことを示す解析結果画像である。図８Ｂにおいて、矩形枠６４は、医師により手動で設定された胃がんの病変位置（範囲）を示す。矩形枠６６は、畳み込みニューラルネットワークにより推定された胃がんの病変位置（範囲）を示す。

【００７１】

図９は、本評価試験において、腫瘍の深さおよび腫瘍サイズの違いに応じた感度の変化を示す図である。図９に示すように、畳み込みニューラルネットワークは、腫瘍サイズ（直径）が６ｍｍ以上である７１の胃がんのうち７１の胃がん（９８．６％）を検出した。また、畳み込みニューラルネットワークは、全ての浸潤がん（Ｔ１ｂ、Ｔ２、Ｔ３、Ｔ４ａ）を検出した。

【００７２】

一方、畳み込みニューラルネットワークは、６つの胃がんを見逃した。６つの胃がんのうち５つは、微小ながん（腫瘍サイズ≤５ｍｍ）であった。見逃された全ての胃がんは、内視鏡医でさえも胃炎と区別することが困難な分化型粘膜内がんであった。なお、胃粘膜内がんのダブリングタイム（腫瘍の体積が２倍になる時間）は２～３年と考えられているため、例え、このような小さながんを見逃しても毎年のＥＧＤで粘膜内がんとして検出されると考えられ、本発明の畳み込みニューラルネットワークの有用性と臨床応用を妨げるものではない。

【００７３】

図１０は、畳み込みニューラルネットワークによって見逃された病変（胃がん）の詳細を示す図である。図１１は、畳み込みニューラルネットワークによって見逃された病変が存在する内視鏡画像（解析結果画像）を示す図である。

【００７４】

図１１Ａにおいて、矩形枠７０は、畳み込みニューラルネットワークによって見逃された胃がん（前庭部大弯、０－ＩＩｃ、３ｍｍ、ｔｕｂ１、Ｔ１ａ）の病変位置（範囲）を示す。図１１Ｂにおいて、矩形枠７２は、畳み込みニューラルネットワークによって見逃された胃がん（胃体中部の小弯、０－ＩＩｃ、４ｍｍ、ｔｕｂ１、Ｔ１ａ）の病変位置（範囲）を示す。

【００７５】

図１１Ｃにおいて、矩形枠７４は、畳み込みニューラルネットワークによって見逃された胃がん（前庭部後壁、０－ＩＩｃ、４ｍｍ、ｔｕｂ１、Ｔ１ａ）の病変位置（範囲）を示す。図１１Ｄにおいて、矩形枠７６は、畳み込みニューラルネットワークによって見逃された胃がん（前庭部後壁、０－ＩＩｃ、５ｍｍ、ｔｕｂ１、Ｔ１ａ）の病変位置（範囲）を示す。

【００７６】

図11Eにおいて、矩形枠78は、畳み込みニューラルネットワークによって見逃された胃がん（前庭部大弯、0-I I c、5mm、t u b l、T l a）の病変位置（範囲）を示す。矩形枠80は、畳み込みニューラルネットワークによって胃がんとして検出された非がん性病変（幽門輪）である。図11Fにおいて、矩形枠82は、畳み込みニューラルネットワークによって見逃された胃がん（胃体下部の前壁、0-I I c、16mm、t u b l、T l a）の病変位置（範囲）を示す。

【0077】

また、畳み込みニューラルネットワークは、161の非がん性病変を胃がんとして検出した。陽性的中率は30.6%であった。図12は、畳み込みニューラルネットワークによって胃がんとして検出された非がん性病変の詳細を示す図である。図12に示すように、胃がんとして検出された非がん性病変のほぼ半分は、色調の変化または不規則な粘膜表面の変化を伴う胃炎であった。このような胃炎は、内視鏡医が胃がんとして区別することが困難なことも多く、胃生検による胃がん診断の陽性反応的中度（PPV: Positive Predictive Value）は3.2~5.6%という報告がある。がんの臨床診断に関しては、がん検出の見逃しは患者の治療機会喪失につながることから、偽陽性よりも偽陰性が問題となる。内視鏡医による生検のPPVが低いことを考慮すると、畳み込みニューラルネットワークのPPVは臨床的に十分許容可能であると考えられる。

【0078】

図13は、畳み込みニューラルネットワークによって胃がんとして検出された非がん性病変を含む解析結果画像を示す図である。図13Aにおいて、矩形枠84は、畳み込みニューラルネットワークにより胃がんとして検出された胃炎（不整な粘膜表面構造を伴う腸上皮化生）の病変位置（範囲）を示す。図13Bにおいて、矩形枠86は、畳み込みニューラルネットワークにより胃がんとして検出された胃炎（局所的な萎縮による白色粘膜）の病変位置（範囲）を示す。図13Cにおいて、矩形枠88は、畳み込みニューラルネットワークにより胃がんとして検出された胃炎（慢性胃炎による粘膜の発赤）の病変位置（範囲）を示す。

【0079】

次に、上記実施の形態の構成における効果を確認するための第2の評価試験について説明する。

【0080】

[学習用データセットの準備]

2013年12月~2017年3月にかけて行われた大腸の内視鏡検査12,895例の内視鏡画像を、画像診断支援装置における畳み込みニューラルネットワークの学習に使用する学習用データセット（教師データ）として用意した。内視鏡画像には、認定病理学者によって組織学的に証明された腺がん、腺腫、過形成性ポリープ、SSAP（sessile serrated adenoma/polyps）、若年性ポリープ、Peutz-Jeghersポリープ、炎症性ポリープ、リンパ球様凝集塊などが含まれる。EGDは、日常診療におけるスクリーニングまたは術前検査のために実施され、内視鏡画像は、標準的な内視鏡ビデオシステム（EVIS LUCERA: CF TYPE H260AL/I、PCF TYPE Q260AI、Q260AZI、H290I、H290Z、オリンパスメディカルシステムズ社）を用いて収集した。

【0081】

図14Aは、突出型の腺腫を含む大腸の内視鏡画像を示す。図14Bは、平坦型の腫瘍（点線90を参照）を含む大腸の内視鏡画像を示す。図14Cは、突出型の過形成性ポリープを含む大腸の内視鏡画像を示す。図14Dは、平坦型の過形成性ポリープ（点線92を参照）を含む大腸の内視鏡画像を示す。図14Eは、突出型のSSAPを含む大腸の内視鏡画像を示す。図14Fは、平坦型のSSAP（点線94を参照）を含む大腸の内視鏡画像を示す。

【0082】

学習用データセットとしての内視鏡画像には、被験者の大腸内に対して白色光を照射し

10

20

30

40

50

て撮像された内視鏡画像、および、被験者の大腸内に対して狭帯域光（例えば、NBI用狭帯域光）を照射して撮像された内視鏡画像を含めた。また、糞便の残留物、ハレーション、生検後の出血のために、画像品質が悪い内視鏡画像は、学習用データセットから除外した。

【0083】

図15Aは、被験者の大腸内のPeutz-Jeghersポリープに対して白色光を照射して撮像された内視鏡画像を示す。図15Bは、被験者の大腸内のPeutz-Jeghersポリープに対して狭帯域光（NBI用狭帯域光）を照射して撮像された内視鏡画像を示す。図15Cは、被験者の大腸内の炎症性ポリープに対して白色光を照射して撮像された内視鏡画像を示す。図15Dは、被験者の大腸内の炎症性ポリープに対して狭帯域光（NBI用狭帯域光）を照射して撮像された内視鏡画像を示す。図15Eは、被験者の大腸内においてポリープ状領域のように見える非腫瘍性粘膜を撮像した内視鏡画像を示す。図15Fは、被験者の大腸内においてポリープ状領域のように見えるリンパ球集合体を撮像した内視鏡画像を示す。

【0084】

最終的に、学習用データセットとして、組織学的に証明された4,752の大腸ポリープに関する20,431の内視鏡画像を収集するとともに、正常な大腸粘膜に関する4,013の内視鏡画像を収集した。収集された内視鏡画像において、全ての大腸ポリープの病変名（種類）および病変位置を精密に手動で特徴抽出のマーキング設定を行った。図16は、学習用データセットに用いられた内視鏡画像に関する大腸ポリープ等の特徴を示す図である。なお、図16において、1つの内視鏡画像において複数の大腸ポリープが含まれる場合、当該複数の大腸ポリープのそれぞれを、異なる内視鏡画像として数えた。

【0085】

[学習・アルゴリズム]

画像診断支援装置を構築するため、Single Shot MultiBox Detector (SSD、<https://arxiv.org/abs/1512.02325>)をベースとした16層以上で構成される畳み込みニューラルネットワークを使用した。パークレービジョン及びラーニングセンター(Berkeley Vision and Learning Center (BVLC))で開発されたCaffeディープラーニングフレームワークを学習および評価試験に使用した。畳み込みニューラルネットワークの全ての層は、確率的勾配降下法を使用して、グローバル学習率0.0001で微調整されている。CNNと互換性を持たせるために、各画像を300×300ピクセルにリサイズした。各画像のリサイズに応じて、病変の病変位置に対するマーキングのサイズ変更を行った。

【0086】

[評価試験用データセットの準備]

構築された畳み込みニューラルネットワークベースの画像診断支援装置の診断精度を評価するために、2017年1月1日～2017年3月31日まで、通常の臨床検査としてEGDを受けた174人の患者を対象にして、大腸ポリープを有する885の内視鏡画像を含む6,759の内視鏡画像（大腸）を評価試験用データセットとして収集した。通常の臨床検査における画像診断支援装置の診断精度を評価するため、便または送気不足を伴う内視鏡画像も評価試験用データセットとして収集した。しかし、炎症性腸疾患を伴う内視鏡画像は、診断結果が変わる可能性があるため、評価試験用データセットから除外した。また、生検後の出血を伴う内視鏡画像、および、内視鏡治療後の内視鏡画像についても評価試験用データセットから除外した。評価試験用データセットとしての内視鏡画像には、学習用データセットと同様に、被験者の大腸内に対して白色光を照射して撮像された内視鏡画像、および、被験者の大腸内に対して狭帯域光（例えば、NBI用狭帯域光）を照射して撮像された内視鏡画像を含めた。図17は、評価試験用データセットに用いられた内視鏡画像に関する大腸ポリープ等の特徴を示す図である。なお、図17において、1つの内視鏡画像において複数の大腸ポリープが含まれる場合、当該複数の大腸ポリープのそれぞれを、異なる内視鏡画像として数えた。

【0087】

〔評価試験の方法〕

本評価試験では、学習用データセットを用いて学習処理が行われた畳み込みニューラルネットワークベースの画像診断支援装置に対して評価試験用データセットを入力し、当該評価試験用データセットを構成する各内視鏡画像から大腸ポリープを正しく検出できるか否かについて評価した。大腸ポリープを正しく検出できた場合を「正解」とみなした。畳み込みニューラルネットワークは、内視鏡画像から大腸ポリープを検出すると、その病変名（種類）、病変位置および確率スコアを出力する。

【0088】

なお、評価試験の結果を取得する際、以下の定義を使用して評価試験を行った。

10

【0089】

（定義1）

医師によって診断された大腸ポリープの病変位置（範囲）の80%以上の領域で、畳み込みニューラルネットワークによって診断された大腸ポリープの病変位置（範囲）が重なった場合、本評価試験では、畳み込みニューラルネットワークが内視鏡画像から大腸ポリープを正しく検出したと判断し、正解とみなした。

（定義2）

畳み込みニューラルネットワークが内視鏡画像から種類の異なる2つ以上の大腸ポリープを同じ病変位置（範囲）として検出した場合、本評価試験では、畳み込みニューラルネットワークは、確率スコアの最も高い種類の大腸ポリープを検出したと判断した。

20

【0090】

また、本評価試験では、大腸ポリープを検出する畳み込みニューラルネットワークの診断能力に対する感度および陽性的中率（PPV）を次の式（1）、（2）を用いて算出した。

感度 = (畳み込みニューラルネットワークが検出した大腸ポリープの数) / (評価試験用データセットを構成する内視鏡画像に存在する大腸ポリープの数)・・・(1)

陽性的中率 = (畳み込みニューラルネットワークが検出した大腸ポリープの数) / (畳み込みニューラルネットワークが大腸ポリープと診断した病変の数)・・・(2)

【0091】

〔評価試験の結果〕

30

畳み込みニューラルネットワークは、評価試験用データセットを構成する内視鏡画像を分析する処理を48.7枚/秒（すなわち1枚の内視鏡画像当たりの分析処理時間：20ms）という速い速度で終了させた。また、畳み込みニューラルネットワークは、評価試験用データセットを構成する内視鏡画像において1,247の大腸ポリープの病変位置を推定し、1,172の真正な（組織学的に証明された）大腸ポリープのうち、1,073の大腸ポリープを正しく検出した。畳み込みニューラルネットワークの診断能力に対する感度および陽性的中率は、それぞれ92%および86%であった。

【0092】

具体的には、被験者の大腸内に対して白色光を照射して撮像された内視鏡画像において、畳み込みニューラルネットワークの診断能力に対する感度および陽性的中率は、それぞれ90%および82%であった。また、被験者の大腸内に対して狭帯域光（NBI用狭帯域光）を照射して撮像された内視鏡画像において、畳み込みニューラルネットワークの診断能力に対する感度および陽性的中率は、それぞれ97%および98%であった。

40

【0093】

また、畳み込みニューラルネットワークは、評価試験用データセットを構成する内視鏡画像（10mm未満のみの真正な大腸ポリープを含む）において1,143の大腸ポリープの病変位置を推定し、1,143の真正な大腸ポリープのうち、969の大腸ポリープを正しく検出した。畳み込みニューラルネットワークの診断能力に対する感度および陽性的中率は、それぞれ92%および85%であった。

【0094】

50

畳み込みニューラルネットワークの診断能力を向上させるためには、畳み込みニューラルネットワークによって真正な大腸ポリープが正しく検出されなかった、すなわち見逃された理由を検証することが重要である。そこで、本発明者らは、畳み込みニューラルネットワークによって誤って大腸ポリープが検出された内視鏡画像（偽陽性画像）、および、畳み込みニューラルネットワークによって真正な大腸ポリープが検出されなかった内視鏡画像（偽陰性画像）の全てをレビューし、いくつかのカテゴリに分類した。

【0095】

図18は、偽陽性画像および偽陰性画像の分類結果を示す図である。図18に示すように、165の偽陽性画像のうち64の偽陽性画像（39%）は大腸ポリープと区別しやすい正常構造であり、その大部分は回盲弁（N=56）であった。また、55の偽陽性画像（33%）は大腸ひだであり、その大部分は送気不足を伴う画像であった。他の偽陽性画像（20%）には、真正な大腸ポリープと区別しやすく、ハレーション（N=14）、カメラレンズの表面曇り（N=4）、ぼやけ、ぼやけ（N=2）または排泄物（N=4）により人工的に生じた異常画像が含まれた。また、12の偽陽性画像（7%）は、真正なポリープとして疑われたが、最終的に確認できなかった。

【0096】

また、図18に示すように、89の偽陰性画像のうち50の偽陰性画像（56%）は、主に小さい又は暗いことにより大腸ポリープの表面の質感を認識しにくく、畳み込みニューラルネットワークによって真正な大腸ポリープとして検出されなかったと考えられる。また、34の偽陰性画像（38%）は、大腸ポリープが側方から、または部分的に撮像されたため、畳み込みニューラルネットワークによって真正な大腸ポリープとして検出されなかったと考えられる。また、5の偽陰性画像（6%）は、大腸ポリープがとても大きいいため、畳み込みニューラルネットワークによって真正な大腸ポリープとして検出されなかったと考えられる。

【0097】

また、本発明者らは、畳み込みニューラルネットワークによって検出されて分類された大腸ポリープの分類（CNN分類）と、組織学的に証明された大腸プロープの分類（組織分類）との一致度合いを畳み込みニューラルネットワークの分類精度としてレビューした。図19は、CNN分類と組織分類との一致度合いを示す図である。

【0098】

図19Aに示すように、被験者の大腸内に対して白色光を照射して撮像された内視鏡画像では、全体の83%の大腸ポリープの分類が、畳み込みニューラルネットワークによって正しく分類されていた。組織学的に腺腫として証明された大腸ポリープのうち97%の大腸ポリープは、畳み込みニューラルネットワークによって腺腫として正しく分類された。その際における畳み込みニューラルネットワークの診断能力（分類能力）に対する陽性的中率および陰性的中率は、それぞれ86%および85%であった。また、組織学的に過形成性ポリープとして証明された大腸ポリープのうち47%の大腸ポリープは、畳み込みニューラルネットワークによって過形成性ポリープとして正しく分類された。その際における畳み込みニューラルネットワークの診断能力（分類能力）に対する陽性的中率および陰性的中率は、それぞれ64%および90%であった。また、組織学的にSSAPとして証明された大腸ポリープの多くは、畳み込みニューラルネットワークによって腺腫（26%）または過形成性ポリープ（52%）として誤って分類された。

【0099】

図19Bに示すように、被験者の大腸内に対して狭帯域光（NBI用狭帯域光）を照射して撮像された内視鏡画像では、全体の81%の大腸ポリープの分類が、畳み込みニューラルネットワークによって正しく分類されていた。組織学的に腺腫として証明された大腸ポリープのうち97%の大腸ポリープは、畳み込みニューラルネットワークによって腺腫として正しく分類された。その際における畳み込みニューラルネットワークの診断能力（分類能力）に対する陽性的中率および陰性的中率は、それぞれ83%および91%であった。

10

20

30

40

50

【0100】

また、本発明者らは、5 mm以下の大腸ポリープについて、畳み込みニューラルネットワークによって検出されて分類された大腸ポリープの分類（CNN分類）と、組織学的に証明された大腸ポリープの分類（組織分類）との一致度合いを畳み込みニューラルネットワークの分類精度としてレビューした。図20は、5 mm以下の大腸ポリープについて、CNN分類と組織分類との一致度合いを示す図である。

【0101】

図20に示すように、被験者の大腸内に対して白色光を照射して撮像された内視鏡画像では、組織学的に腺腫として証明された大腸ポリープ（N=356）のうち98%の大腸ポリープ（N=348）は、畳み込みニューラルネットワークによって腺腫として正しく分類された。その際における畳み込みニューラルネットワークの診断能力（分類能力）に対する陽性的中率および陰性的中率は、それぞれ85%および88%であった。また、組織学的に過形成性ポリープとして証明された大腸ポリープのうち50%の大腸ポリープは、畳み込みニューラルネットワークによって過形成性ポリープとして正しく分類された。その際における畳み込みニューラルネットワークの診断能力（分類能力）に対する陽性的中率および陰性的中率は、それぞれ77%および88%であった。また、図示していないが、被験者の大腸内に対して狭帯域光（NBI用狭帯域光）を照射して撮像された内視鏡画像では、組織学的に腺腫として証明された大腸ポリープ（N=142）のうち97%の大腸ポリープ（N=138）は、畳み込みニューラルネットワークによって腺腫として正しく分類された。その際における畳み込みニューラルネットワークの診断能力（分類能力）に対する陽性的中率および陰性的中率は、それぞれ84%および88%であった。図19, 20に示す結果から明らかなように、畳み込みニューラルネットワークの診断能力（分類能力）は、大腸ポリープの大きさに関係なく同等であることを示している。

【0102】

以上の第2の評価試験の結果から、畳み込みニューラルネットワークは、大腸ポリープが小さくても、かなり正確かつ驚くべき速度で大腸ポリープを効果的に検出し、大腸の内視鏡検査における大腸ポリープの見逃しを減らすのに役立つ可能性があることが判った。さらに、畳み込みニューラルネットワークは、検出された大腸ポリープを正確に分類し、内視鏡医による内視鏡画像の診断を強力に支援することができることが判った。

【0103】

図21, 22は、第2の評価試験における内視鏡画像および解析結果画像の例を示す図である。図21Aは、畳み込みニューラルネットワークによって正しく検出および分類された大腸ポリープ（腺腫）を含む内視鏡画像および解析結果画像を示す。図21Aに示すように、解析結果画像には、畳み込みニューラルネットワークにより推定された病変位置（範囲）を示す矩形枠110、病変名（腺腫：Adenoma）および確率スコア（0.97）が表示されている。なお、矩形枠112は、参考までに、組織学的に証明された大腸ポリープ（腺腫）の病変位置（範囲）を示しており、実際の解析結果画像には表示されない。

【0104】

図21Bは、畳み込みニューラルネットワークによって正しく検出および分類された大腸ポリープ（過形成性ポリープ）を含む内視鏡画像および解析結果画像を示す。図21Bに示すように、解析結果画像には、畳み込みニューラルネットワークにより推定された病変位置（範囲）を示す矩形枠114、病変名（過形成性ポリープ：Hyperplastic）および確率スコア（0.83）が表示されている。なお、矩形枠116は、参考までに、組織学的に証明された大腸ポリープ（過形成性ポリープ）の病変位置（範囲）を示しており、実際の解析結果画像には表示されない。

【0105】

図21Cは、畳み込みニューラルネットワークによって検出されなかった、すなわち見逃された大腸ポリープ（腺腫）を含む内視鏡画像を偽陰性画像として示す。矩形枠118は、参考までに、組織学的に証明された大腸ポリープ（腺腫）の病変位置（範囲）を示しており、実際の解析結果画像には表示されない。

【0106】

図21Dは、畳み込みニューラルネットワークによって誤って検出および分類された正常な大腸ひだを含む内視鏡画像および解析結果画像を偽陽性画像として示す。図21Dに示すように、解析結果画像には、畳み込みニューラルネットワークにより推定された病変位置（範囲）を示す矩形枠120、病変名（腺腫：Hyperplastic）および確率スコア（0.70）が表示されている。

【0107】

図21Eは、畳み込みニューラルネットワークによって病変位置（範囲）が正しく検出されたものの、誤って分類された大腸ポリープ（腺腫）を含む内視鏡画像および解析結果画像を示す。図21Eに示すように、解析結果画像には、畳み込みニューラルネットワークにより推定された病変位置（範囲）を示す矩形枠122、病変名（過形成性ポリープ：Hyperplastic）および確率スコア（0.54）が表示されている。なお、矩形枠124は、参考までに、組織学的に証明された大腸ポリープ（腺腫）の病変位置（範囲）を示しており、実際の解析結果画像には表示されない。

10

【0108】

図21Fは、畳み込みニューラルネットワークによって病変位置（範囲）が正しく検出されたものの、誤って分類された大腸ポリープ（過形成性ポリープ）を含む内視鏡画像および解析結果画像を示す。図21Fに示すように、解析結果画像には、畳み込みニューラルネットワークにより推定された病変位置（範囲）を示す矩形枠126、病変名（腺腫：Adenoma）および確率スコア（0.62）が表示されている。なお、矩形枠128は、参考までに、組織学的に証明された大腸ポリープ（過形成性ポリープ）の病変位置（範囲）を示しており、実際の解析結果画像には表示されない。

20

【0109】

図22Aは、畳み込みニューラルネットワークによって検出されなかった、すなわち見逃された大腸ポリープ（腺腫）を含む内視鏡画像を偽陰性画像として示す。矩形枠130、132は、参考までに、組織学的に証明された大腸ポリープ（腺腫）の病変位置（範囲）を示しており、実際の解析結果画像には表示されない。矩形枠130、132により示される大腸ポリープ（腺腫）はとても小さく、当該大腸ポリープを認識しにくい状況であったため、畳み込みニューラルネットワークによって検出されなかったと考えられる。

【0110】

図22Bは、畳み込みニューラルネットワークによって検出されなかった、すなわち見逃された大腸ポリープ（腺腫）を含む内視鏡画像を偽陰性画像として示す。矩形枠134は、参考までに、組織学的に証明された大腸ポリープ（腺腫）の病変位置（範囲）を示しており、実際の解析結果画像には表示されない。矩形枠134により示される大腸ポリープ（腺腫）は暗く、当該大腸ポリープを認識しにくい状況であったため、畳み込みニューラルネットワークによって検出されなかったと考えられる。

30

【0111】

図22Cは、畳み込みニューラルネットワークによって検出されなかった、すなわち見逃された大腸ポリープ（腺腫）を含む内視鏡画像を偽陰性画像として示す。矩形枠136は、参考までに、組織学的に証明された大腸ポリープ（腺腫）の病変位置（範囲）を示しており、実際の解析結果画像には表示されない。矩形枠136により示される大腸ポリープ（腺腫）が側方から、または、部分的に撮像されたため、畳み込みニューラルネットワークによって検出されなかったと考えられる。

40

【0112】

図22Dは、畳み込みニューラルネットワークによって検出されなかった、すなわち見逃された大腸ポリープ（腺腫）を含む内視鏡画像を偽陰性画像として示す。矩形枠138は、参考までに、組織学的に証明された大腸ポリープ（腺腫）の病変位置（範囲）を示しており、実際の解析結果画像には表示されない。矩形枠138により示される大腸ポリープ（腺腫）はとても大きく、当該大腸ポリープを認識しにくい状況であったため、畳み込みニューラルネットワークによって検出されなかったと考えられる。

50

【0113】

図22Eは、畳み込みニューラルネットワークによって誤って検出および分類された回盲弁（正常構造）を含む内視鏡画像および解析結果画像を偽陽性画像として示す。図22Eに示すように、解析結果画像には、畳み込みニューラルネットワークにより推定された病変位置（範囲）を示す矩形枠140、病変名（その他：The others）および確率スコア（0.62）が表示されている。

【0114】

図22Fは、畳み込みニューラルネットワークによって誤って検出および分類された正常な大腸ひだを含む内視鏡画像および解析結果画像を偽陽性画像として示す。図22Fに示すように、解析結果画像には、畳み込みニューラルネットワークにより推定された病変位置（範囲）を示す矩形枠142、病変名（腺腫：Adenoma）および確率スコア（0.32）が表示されている。

10

【0115】

図22Gは、畳み込みニューラルネットワークによって誤って検出および分類されたハレーション（人工的な異常画像）を含む内視鏡画像および解析結果画像を偽陽性画像として示す。図22Gに示すように、解析結果画像には、畳み込みニューラルネットワークにより推定された病変位置（範囲）を示す矩形枠144、病変名（腺腫：Adenoma）および確率スコア（0.43）が表示されている。

【0116】

図22Hは、畳み込みニューラルネットワークによって誤って検出および分類されたポリープを含む内視鏡画像および解析結果画像を偽陽性画像として示す。当該ポリープは、真正なポリープと疑われたが、最終的に確認できなかった。図22Hに示すように、解析結果画像には、畳み込みニューラルネットワークにより推定された病変位置（範囲）を示す矩形枠146、病変名（過形成性ポリープ：Hyperplastic）および確率スコア（0.48）が表示されている。

20

【0117】

次に、上記実施の形態の構成における効果を確認するための第3の評価試験について説明する。

【0118】

〔学習用データセットの準備〕

30

2016年2月～2017年4月にかけて行われた食道の内視鏡画像8,428枚（384人）を、画像診断支援装置における畳み込みニューラルネットワークの学習に使用する学習用データセット（教師データ）として用意した。内視鏡画像には、認定病理学者によって組織学的に証明された食道がん（具体的には、扁平上皮がん（ESCC）または腺がん（EAC））が含まれる。内視鏡検査は、日常診療におけるスクリーニングまたは術前検査のために実施され、内視鏡画像は、標準的な内視鏡（GIF-H290Z、GIF-H290、GIF-XP290N、GIF-H260Z、GIF-H260、オリンパスメディカルシステムズ社、東京）および標準的な内視鏡ビデオシステム（EVIS LUCERA CV-260/CLV-260、EVIS LUCERA ELITE CV-290/CLV-290SL、オリンパスメディカルシステムズ社）を用いて収集した。

40

【0119】

学習用データセットとしての内視鏡画像には、被験者の食道内に対して白色光を照射して撮像された内視鏡画像、および、被験者の食道内に対して狭帯域光（NBI用狭帯域光）を照射して撮像された内視鏡画像を含めた。また、ハレーション、レンズのくもり、焦点外れ、粘液または送気不足等のために、画像品質が悪い内視鏡画像は、学習用データセットから除外した。

【0120】

最終的に、学習用データセットとして、組織学的に証明された食道がんに関する8,428枚の内視鏡画像を収集した。当該内視鏡画像には、表在型食道がん332病変と進行

50

胃がん65病変とからなる397病変の扁平上皮がんと、表在型食道がん19病変と進行胃がん13病変とからなる腺がん32病変とが含まれていた。収集された内視鏡画像において、上部内視鏡検査の件数が2,000症例以上の経験豊富な内視鏡医は、全ての食道がん（扁平上皮がんまたは腺がん）の病変名（表在型食道がん、または、進行型食道がん）および病変位置を精密に手動で特徴抽出のマーキング設定を行った。

【0121】

[学習・アルゴリズム]

画像診断支援装置を構築するため、Single Shot MultiBox Detector (SSD、<https://arxiv.org/abs/1512.02325>)をベースとした16層以上で構成される畳み込みニューラルネットワークを使用した。パークレービジョン及びバーニングセンター(Berkeley Vision and Learning Center (BVLC))で開発されたCaffeディープラーニングフレームワークを学習および評価試験に使用した。畳み込みニューラルネットワークの全ての層は、確率的勾配降下法を使用して、グローバル学習率0.0001で微調整されている。CNNと互換性を持たせるために、各画像を300×300ピクセルにリサイズした。各画像のリサイズに応じて、病変の病変位置に対するマーキングのサイズ変更を行った。

【0122】

[評価試験用データセットの準備]

構築された畳み込みニューラルネットワークベースの画像診断支援装置の診断精度を評価するために、通常の臨床検査として内視鏡検査を受けた97人の患者（47人：食道がん49病変を有する、50人：食道がんを有しない）を対象にして、1,118の内視鏡画像（食道）を評価試験用データセットとして収集した。その結果、47人の患者のうち45人に食道がんが1病変存在し、2人に食道がんが2病変存在していた。評価試験用データセットとしての内視鏡画像には、学習用データセットと同様に、被験者の食道内に対して白色光を照射して撮像された内視鏡画像、および、被験者の食道内に対して狭帯域光（NBI用狭帯域光）を照射して撮像された内視鏡画像を含めた。

【0123】

図23は、評価試験用データセットに用いられた内視鏡画像に関する患者（n=47）および病変（n=49）の特徴を示す図である。図23に示すように、腫瘍サイズ（直径）の中央値は20mmであり、腫瘍サイズ（直径）の範囲は5～700mmであった。肉眼的分類では、43病変で表在型（0-I型、0-IIa型、0-IIb型、0-IIc型）が進行型（6病変）より多かった。腫瘍の深さでは、表在型食道がん（粘膜がん：T1a、粘膜下がん：T1b）が42病変であり、進行胃がん（T2-T4）が7病変であった。組織病理学では、扁平上皮がんが41病変であり、腺がんが8病変であった。

【0124】

[評価試験の方法]

本評価試験では、学習用データセットを用いて学習処理が行われた畳み込みニューラルネットワークベースの画像診断支援装置に対して評価試験用データセットを入力し、当該評価試験用データセットを構成する各内視鏡画像から食道がんを正しく検出できるか否かについて評価した。食道がんを正しく検出できた場合を「正解」とみなした。畳み込みニューラルネットワークは、内視鏡画像から食道がんを検出すると、その病変名（表在型食道がん、または、進行型食道がん）、病変位置および確率スコアを出力する。

【0125】

なお、評価試験の結果を取得する際、以下の定義を使用して評価試験を行った。

【0126】

(定義1)

畳み込みニューラルネットワークが食道がんの一部でも検出した場合、本評価試験では、畳み込みニューラルネットワークは、食道がんを検出したと判断し、正解とみなした。なぜなら、内視鏡画像において食道がんの境界全体を認識することが困難な場合があるからです。ただし、畳み込みニューラルネットワークによって検出された食道がんの病変位

置（範囲）を示す矩形枠内に実際に食道がんが存在した場合でも、その矩形枠が非食道がんの部位を広範囲（内視鏡画像の80%以上）に含むときには、本評価試験では、畳み込みニューラルネットワークは食道がんを検出できなかったと判断した。

（定義2）

食道がんが2病変存在していた2人の患者に関する内視鏡画像において、畳み込みニューラルネットワークが当該2病変を検出した場合に限り、本評価試験では、畳み込みニューラルネットワークが食道がんを検出したと判断し、正解とみなした。

（定義3）

食道がんの存在しない内視鏡画像において畳み込みニューラルネットワークが少なくとも1つの非食道がんの部位を食道がんとして検出した場合、本評価試験では、畳み込みニューラルネットワークが食道がんを誤検出したと判断し、偽陽性とみなした。ただし、食道がんの存在しない1つの内視鏡画像において畳み込みニューラルネットワークが2つの非食道がんの部位を食道がんとして誤検出した場合、本評価試験では、2つではなく1つの偽陽性としてカウントした。

【0127】

また、本評価試験では、各内視鏡画像における食道がんを検出する畳み込みニューラルネットワークの診断能力に対する感度、特異度、陽性的中率（PPV）および陰性的中率（NPV）を次の式（1）～（4）を用いて算出した。

感度＝（畳み込みニューラルネットワークが食道がんを正しく検出した内視鏡画像の数）／（評価試験用データセットを構成し、食道がんが存在する内視鏡画像の数）・・・（1）

特異度＝（畳み込みニューラルネットワークが、食道がんが存在しないことを正しく検出した内視鏡画像の数）／（評価試験用データセットを構成し、食道がんが存在しない内視鏡画像の数）・・・（2）

陽性的中率＝（畳み込みニューラルネットワークが食道がんを正しく検出した内視鏡画像の数）／（畳み込みニューラルネットワークが食道がんを検出した内視鏡画像の数）・・・（3）

陰性的中率＝（畳み込みニューラルネットワークが、食道がんが存在しないことを正しく検出した内視鏡画像の数）／（畳み込みニューラルネットワークが、食道がんが存在しないことを検出した内視鏡画像の数）・・・（4）

【0128】

〔評価試験の結果〕

畳み込みニューラルネットワークは、評価試験用データセットを構成する1,118の内視鏡画像を分析する処理を27秒で終了させた。注目すべきことに、畳み込みニューラルネットワークは、腫瘍サイズが10mm未満である全て（7つ）の食道がんを正しく検出した。畳み込みニューラルネットワークの診断能力に対する陽性的中率は40%であり、陰影と正常構造の誤診断であったが、陰性的中率は95%であった。また、畳み込みニューラルネットワークは、食道がんの分類（表在型食道がんまたは進行型食道がん）を98%の精度で正しく検出した。

【0129】

図24は、第3の評価試験における内視鏡画像および解析結果画像の例を示す図である。図24Aは、畳み込みニューラルネットワークによって正しく検出および分類された食道がんを含む内視鏡画像（被験者の食道内に対して白色光を照射して撮像された内視鏡画像）および解析結果画像を示す。図24Aに示すように、解析結果画像には、畳み込みニューラルネットワークにより推定された病変位置（範囲）を示す矩形枠150、病変名（表在型食道がん）および確率スコア（0.91）が表示されている。なお、矩形枠152は、参考までに、組織学的に証明された食道がんの病変位置（範囲）を示しており、実際の解析結果画像には表示されない。

【0130】

図24Bは、図24Aに対応し、畳み込みニューラルネットワークによって正しく検出

10

20

30

40

50

および分類された食道がんを含む内視鏡画像（被験者の食道内に対してNBI用狭帯域光を照射して撮像された内視鏡画像）および解析結果画像を示す。図24Bに示すように、解析結果画像には、畳み込みニューラルネットワークにより推定された病変位置（範囲）を示す矩形枠154、病変名（表在型食道がん）および確率スコア（0.97）が表示されている。なお、矩形枠156は、参考までに、組織学的に証明された食道がんの病変位置（範囲）を示しており、実際の解析結果画像には表示されない。

【0131】

図24Cは、畳み込みニューラルネットワークによって検出されなかった、すなわち見逃された食道がんを含む内視鏡画像（被験者の食道内に対して白色光を照射して撮像された内視鏡画像）を偽陰性画像として示す。矩形枠158は、参考までに、組織学的に証明された食道がんの病変位置（範囲）を示しており、実際の解析結果画像には表示されない。

10

【0132】

図24Dは、図24Cに対応し、畳み込みニューラルネットワークによって正しく検出および分類された食道がんを含む内視鏡画像（被験者の食道内に対してNBI用狭帯域光を照射して撮像された内視鏡画像）および解析結果画像を示す。図24Dに示すように、解析結果画像には、畳み込みニューラルネットワークにより推定された病変位置（範囲）を示す矩形枠160、病変名（表在型食道がん）および確率スコア（0.98）が表示されている。なお、矩形枠162は、参考までに、組織学的に証明された食道がんの病変位置（範囲）を示しており、実際の解析結果画像には表示されない。

20

【0133】

図25は、食道がんを有する47人の症例（食道がん）、食道がんを有しない50人の症例（非食道がん）について、畳み込みニューラルネットワークによる食道がん／非食道がんの検出結果、および、生検による食道がん／非食道がんの検出結果を示す図である。図25において、包括的な診断結果では、被験者の食道内に対して白色光およびNBI用狭帯域光の少なくとも一方を照射して撮像された内視鏡画像において、畳み込みニューラルネットワークが食道がん／非食道がんを正しく検出した場合、本評価試験では、畳み込みニューラルネットワークが食道がん／非食道がんを正しく検出したと判断した。図25に示すように、畳み込みニューラルネットワークは、包括的な診断を行った場合、内視鏡画像に食道がんが存在する症例の98%（46/47）において、食道がんを正しく検出した。また、図示していないが、畳み込みニューラルネットワークは、腫瘍サイズが10mm未満である全ての食道がんを正しく検出した。

30

【0134】

図26は、図25に示す各症例において、白色光を照射して撮像された内視鏡画像における感度（以下、白色光感度）、NBI用狭帯域光を照射して撮像された内視鏡画像における感度（以下、NBI用狭帯域光感度）、および、白色光およびNBI用狭帯域光の少なくとも一方を照射して撮像された内視鏡画像における感度（以下、包括的感度）を示す図である。図26に示すように、図25に示す各症例において、NBI用狭帯域光感度（89%）は白色光感度（81%）より高く、包括的感度（98%）は白色光感度より非常に高かった。扁平上皮がんに関する白色光感度、NBI用狭帯域光感度および包括的感度は、それぞれ79%、89%、97%であった。腺がんに関する白色光感度、NBI用狭帯域光感度および包括的感度は、それぞれ88%、88%、100%であった。

40

【0135】

図27は、白色光またはNBI用狭帯域光を照射して撮像された各内視鏡画像について、畳み込みニューラルネットワークによる食道がん／非食道がんの検出結果、および、生検による食道がん／非食道がんの検出結果を示す図である。図28は、図27に示す各内視鏡画像において、白色光を照射して撮像された内視鏡画像における感度（以下、白色光感度）、および、NBI用狭帯域光を照射して撮像された内視鏡画像における感度（以下、NBI用狭帯域光感度）を示す図である。

【0136】

50

図 27 に示すように、畳み込みニューラルネットワークは、生検結果として食道がんが存在すると診断された内視鏡画像の 74% (125/168) において、食道がんを正しく検出した。そして、畳み込みニューラルネットワークの診断能力に対する感度、特異度、陽性的中率および陰性的中率は、それぞれ 74%、80%、40% および 95% であった。また、図 28 に示すように、NBI 用狭帯域光感度 (81%) は、白色光感度 (69%) より高かった。扁平上皮がんに関する白色光感度および NBI 用狭帯域光感度は、それぞれ 72%、84% であった。腺がんに関する白色光感度および NBI 用狭帯域光感度は、それぞれ 55%、67% であった。

【0137】

本発明者らは、畳み込みニューラルネットワークによって検出されて分類された食道がんの分類 (CNN 分類) と、組織学的に証明された食道がんの分類 (深達度) との一致度合いを畳み込みニューラルネットワークの分類精度としてレビューした。図 29 は、CNN 分類と深達度との一致度合いを示す図である。

【0138】

図 29 に示すように、被験者の食道内に対して白色光を照射して撮像された内視鏡画像では、全体の 100% (89/89) の食道がんの分類が、畳み込みニューラルネットワークによって正しく分類されていた。すなわち、組織学的に表在型食道がんとして証明された食道がんのうち 100% (75/75) の食道がんは、畳み込みニューラルネットワークによって表在型食道がんとして正しく分類された。また、組織学的に進行型食道がんとして証明された食道がんのうち 100% (14/14) の食道がんは、畳み込みニューラルネットワークによって進行型食道がんとして正しく分類された。

【0139】

また、被験者の食道内に対して NBI 用狭帯域光を照射して撮像された内視鏡画像では、全体の 96% (76/79) の食道がんの分類が、畳み込みニューラルネットワークによって正しく分類されていた。組織学的に表在型食道がんとして証明された食道がんのうち 99% (67/68) の食道がんは、畳み込みニューラルネットワークによって表在型食道がんとして正しく分類された。また、組織学的に進行型食道がんとして証明された食道がんのうち 82% (9/11) の食道がんは、畳み込みニューラルネットワークによって進行型食道がんとして正しく分類された。

【0140】

また、被験者の食道内に対して白色光または NBI 用狭帯域光を照射して撮像された内視鏡画像では、全体の 98% (165/168) の食道がんの分類が、畳み込みニューラルネットワークによって正しく分類されていた。組織学的に表在型食道がんとして証明された食道がんのうち 99% (142/143) の食道がんは、畳み込みニューラルネットワークによって表在型食道がんとして正しく分類された。また、組織学的に進行型食道がんとして証明された食道がんのうち 92% (23/25) の食道がんは、畳み込みニューラルネットワークによって進行型食道がんとして正しく分類された。以上のように、畳み込みニューラルネットワークの分類精度は、非常に高いことが判った。なお、扁平上皮がんおよび腺がんに関する畳み込みニューラルネットワークの分類精度は、それぞれ 99% (146/147) および 90% (19/21) であった。

【0141】

畳み込みニューラルネットワークの診断能力を向上させるためには、畳み込みニューラルネットワークによって誤って食道がんが検出された理由と、真正な食道がんが正しく検出されなかった、すなわち見逃された理由とを検証することが重要である。そこで、本発明者らは、畳み込みニューラルネットワークによって誤って食道がんが検出された内視鏡画像 (偽陽性画像)、および、畳み込みニューラルネットワークによって真正な食道がんが検出されなかった内視鏡画像 (偽陰性画像) の全てをレビューし、いくつかのカテゴリに分類した。

【0142】

図 30 は、偽陽性画像および偽陰性画像の分類結果を示す図である。図 30 に示すよう

10

20

30

40

50

に、188の偽陽性画像のうち95の偽陽性画像（50%）は陰影を伴っていた。また、61の偽陽性画像（32%）は食道がんと判別しやすい正常構造を含み、その大部分は食道胃接合部（EGJ）や左主気管支であった。また、32の偽陽性画像（17%）は食道がんと誤診される可能性がある良性病変を含み、その大部分は術後瘢痕、焦点萎縮、バレット食道、炎症であった。

【0143】

図31Aは、陰影を伴っていたため、畳み込みニューラルネットワークによって誤って検出および分類された内視鏡画像および解析結果画像を偽陽性画像として示す図である。図31Aに示すように、解析結果画像には、畳み込みニューラルネットワークにより推定された病変位置（範囲）を示す矩形枠170、病変名（表在型食道がん）および確率スコア（0.70）が表示されている。

10

【0144】

図31Bは、食道がんと判別しやすい正常構造（食道胃接合部）を含んでいたため、畳み込みニューラルネットワークによって誤って検出および分類された内視鏡画像および解析結果画像を偽陽性画像として示す図である。図31Bに示すように、解析結果画像には、畳み込みニューラルネットワークにより推定された病変位置（範囲）を示す矩形枠172、病変名（表在型食道がん）および確率スコア（0.57）が表示されている。

【0145】

図31Cは、食道がんと判別しやすい正常構造（左主気管支）を含んでいたため、畳み込みニューラルネットワークによって誤って検出および分類された内視鏡画像および解析結果画像を偽陽性画像として示す図である。図31Cに示すように、解析結果画像には、畳み込みニューラルネットワークにより推定された病変位置（範囲）を示す矩形枠174、病変名（表在型食道がん）および確率スコア（0.60）が表示されている。

20

【0146】

図31Dは、食道がんと判別しやすい正常構造（椎体）を含んでいたため、畳み込みニューラルネットワークによって誤って検出および分類された内視鏡画像および解析結果画像を偽陽性画像として示す図である。図31Dに示すように、解析結果画像には、畳み込みニューラルネットワークにより推定された病変位置（範囲）を示す矩形枠176、病変名（表在型食道がん）および確率スコア（0.80）が表示されている。

【0147】

図31Eは、食道がんと誤診される可能性がある良性病変（術後瘢痕）を含んでいたため、畳み込みニューラルネットワークによって誤って検出および分類された内視鏡画像および解析結果画像を偽陽性画像として示す図である。図31Eに示すように、解析結果画像には、畳み込みニューラルネットワークにより推定された病変位置（範囲）を示す矩形枠178、病変名（表在型食道がん）および確率スコア（0.88）が表示されている。

30

【0148】

図31Fは、食道がんと誤診される可能性がある良性病変（焦点萎縮）を含んでいたため、畳み込みニューラルネットワークによって誤って検出および分類された内視鏡画像および解析結果画像を偽陽性画像として示す図である。図31Fに示すように、解析結果画像には、畳み込みニューラルネットワークにより推定された病変位置（範囲）を示す矩形枠180、病変名（表在型食道がん）および確率スコア（0.83）が表示されている。

40

【0149】

また、図30に示すように、41の偽陰性画像のうち10の偽陰性画像（25%）は、畳み込みニューラルネットワークによって背景粘膜による炎症として誤診断された結果として、真正な食道がんと誤検出されなかったと考えられる。また、7の偽陰性画像（17%）は、NBI用狭帯域光を照射された扁平上皮がんが不明瞭に撮像されたため、畳み込みニューラルネットワークによって真正な食道がんと誤検出されなかったと考えられる。

50

【0150】

また、4の偽陰性画像（10％）は、バレット食道腺がんが存在したものの腺がんに関する学習に不十分なところがあったため、畳み込みニューラルネットワークによって真正な食道がんとして検出されなかったと考えられる。また、20の偽陰性画像（49％）は、内視鏡画像において病変が遠方に存在する、病変の一部のみが存在する等の診断困難な状態であったため、畳み込みニューラルネットワークによって真正な食道がんとして検出されなかったと考えられる。

【0151】

図32Aは、内視鏡画像において病変が遠方に存在し診断困難な状態であったため、畳み込みニューラルネットワークによって検出されなかった食道がんを含む内視鏡画像を偽陰性画像として示す図である。矩形枠182は、参考までに、組織学的に証明された食道がんの病変位置（範囲）を示しており、実際の解析結果画像には表示されない。

10

【0152】

図32Bは、内視鏡画像において病変の一部のみが存在し診断困難な状態であったため、畳み込みニューラルネットワークによって検出されなかった食道がんを含む内視鏡画像を偽陰性画像として示す図である。矩形枠184は、参考までに、組織学的に証明された食道がんの病変位置（範囲）を示しており、実際の解析結果画像には表示されない。

【0153】

図32Cは、背景粘膜による炎症として誤診断された結果として、畳み込みニューラルネットワークによって検出されなかった食道がんを含む内視鏡画像を偽陰性画像として示す図である。矩形枠186は、参考までに、組織学的に証明された食道がんの病変位置（範囲）を示しており、実際の解析結果画像には表示されない。

20

【0154】

図32Dは、NBI用狭帯域光を照射された扁平上皮がんが不明瞭に撮像されたため、畳み込みニューラルネットワークによって検出されなかった食道がんを含む内視鏡画像を偽陰性画像として示す図である。矩形枠188は、参考までに、組織学的に証明された食道がんの病変位置（範囲）を示しており、実際の解析結果画像には表示されない。

【0155】

図32Eは、バレット食道腺がんが存在したものの腺がんに関する学習に不十分なところがあったため、畳み込みニューラルネットワークによって検出されなかった食道がん（バレット食道腺がん）を含む内視鏡画像を偽陰性画像として示す図である。矩形枠190は、参考までに、組織学的に証明された食道がんの病変位置（範囲）を示しており、実際の解析結果画像には表示されない。

30

【0156】

以上の第3の評価試験の結果から、畳み込みニューラルネットワークは、食道がんが小さくても、かなり正確かつ驚くべき速度で食道がんを効果的に検出し、食道の内視鏡検査における食道がんの見逃しを減らすのに役立つ可能性があることが判った。さらに、畳み込みニューラルネットワークは、検出された食道がんを正確に分類し、内視鏡医による内視鏡画像の診断を強力に支援することができることが判った。そして、より多くの学習処理を行うことによって、畳み込みニューラルネットワークはより高い診断精度を達成すると考えられる。

40

【0157】

2017年10月30日出願の特願2017-209232、2018年1月22日出願の特願2018-007967、2018年3月5日出願の特願2018-038828の日本出願に含まれる明細書、図面および要約書の開示内容は、全て本願に援用される。

【産業上の利用可能性】

【0158】

本発明は、内視鏡医による内視鏡画像の診断を支援することが可能な画像診断支援装置、資料収集方法、画像診断支援方法および画像診断支援プログラムとして有用である。

50

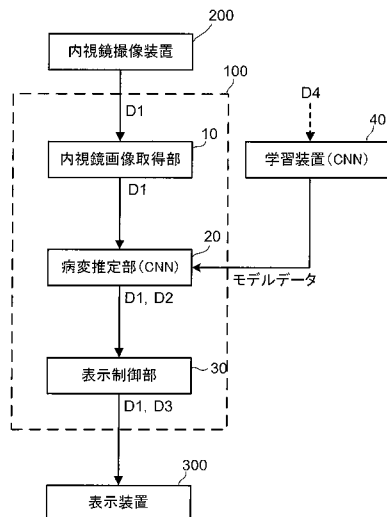
【符号の説明】

【0159】

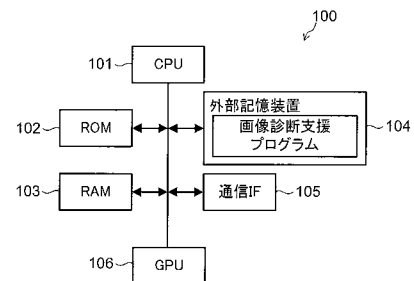
- 10 内視鏡画像取得部
- 20 病変推定部
- 30 表示制御部
- 40 学習装置
- 100 画像診断支援装置
- 101 CPU
- 102 ROM
- 103 RAM
- 104 外部記憶装置
- 105 通信インターフェイス
- 200 内視鏡撮像装置
- 300 表示装置
- D1 内視鏡画像データ
- D2 推定結果データ
- D3 解析結果画像データ
- D4 教師データ

10

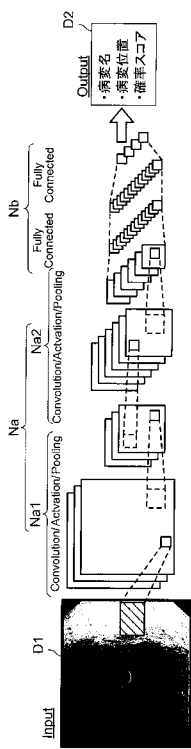
【図1】



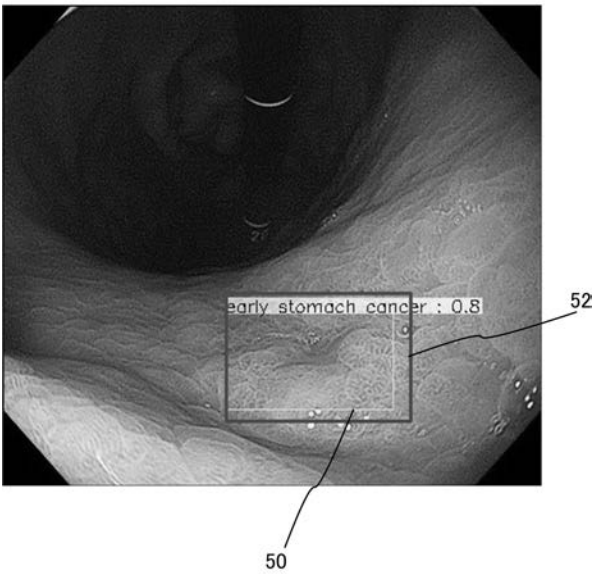
【図2】



【図 3】



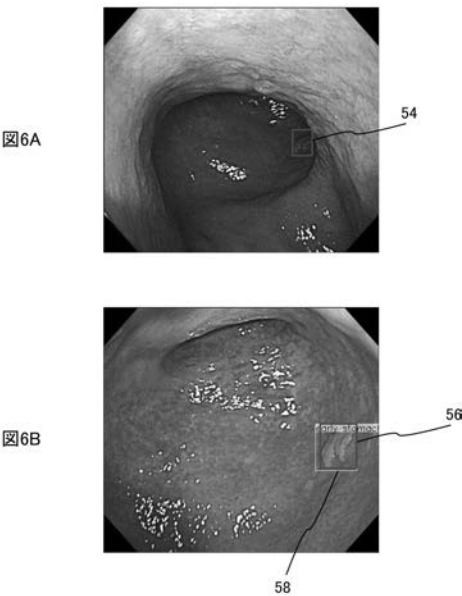
【図 4】



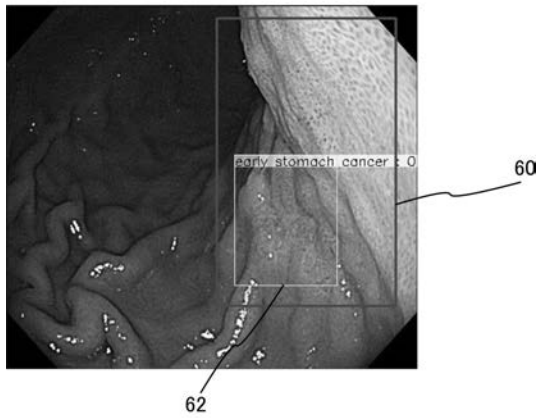
【図 5】

男性/女性	52/17
年齢(中央値)	67
腫瘍サイズ(中央値)mm、範囲	24、3-170
腫瘍の位置	
胃上部	14
胃中部	27
胃下部	33
胃全体	3
肉眼型分類	
0-I型	1
0-IIa型	8
0-IIb型	3
0-IIc型	38
0型の混合型(0-Ia+IIc,IIc+IIb,IIc+III)	6
1型	1
2型	8
3型	6
4型	6
腫瘍の深さ	
T1a(粘膜)	43
T1b(粘膜下層)	9
T2(固有筋層)	7
T3(しょう膜下層)	2
T4a(しょう膜)	16
組織分類	
分化型	50
未分化型	27

【図 6】



【図 7】



【図 8】

図8A

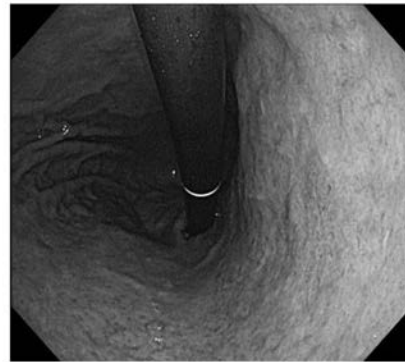
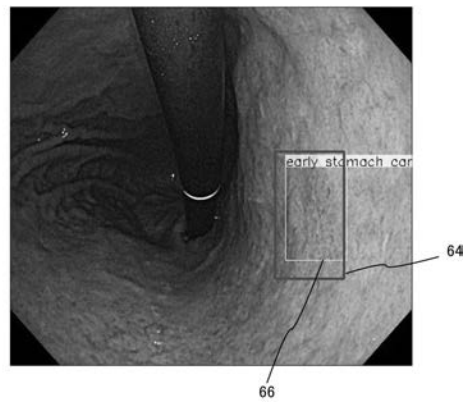


図8B



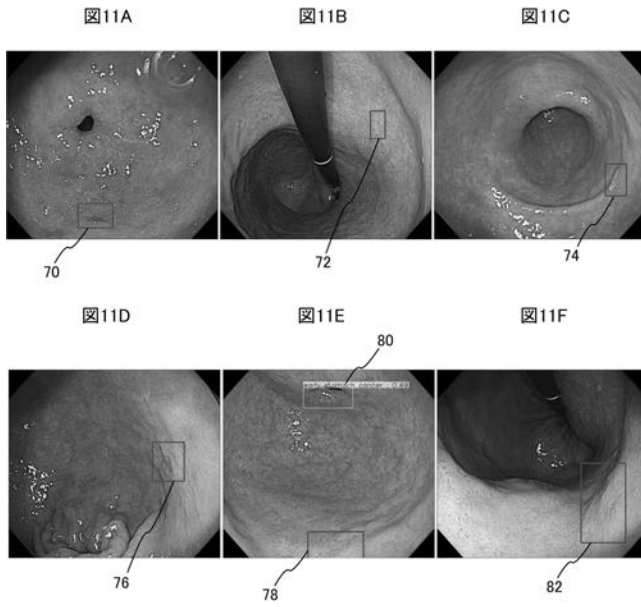
【図 9】

腫瘍の深さ	腫瘍サイズ(mm)			
	≤5	6-10	11-20	≥21
T1a(粘膜)	1/6(16.7)	11/11(100)	16/17(94.1)	9/9(100)
T1b(粘膜下層)	0/0	0/0	1/1(100)	8/8(100)
T2(固有筋層)	0/0	0/0	0/0	7/7(100)
T3(しょう膜下層)	0/0	0/0	0/0	2/2(100)
T4a(しょう膜)	0/0	0/0	0/0	16/16(100)

【図 1 0】

患者	腫瘍サイズ(mm)	腫瘍の深さ	肉眼型分類	組織分類
a	3	T1a	0-IIc	分化型
b	4	T1a	0-IIc	分化型
c	4	T1a	0-IIc	分化型
d	5	T1a	0-IIc	分化型
e	5	T1a	0-IIc	分化型
f	16	T1a	0-IIc	分化型

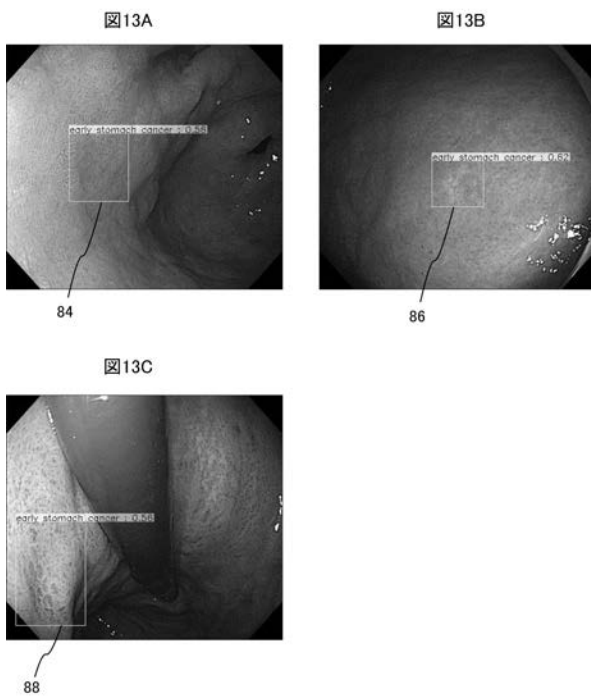
【図 1 1】



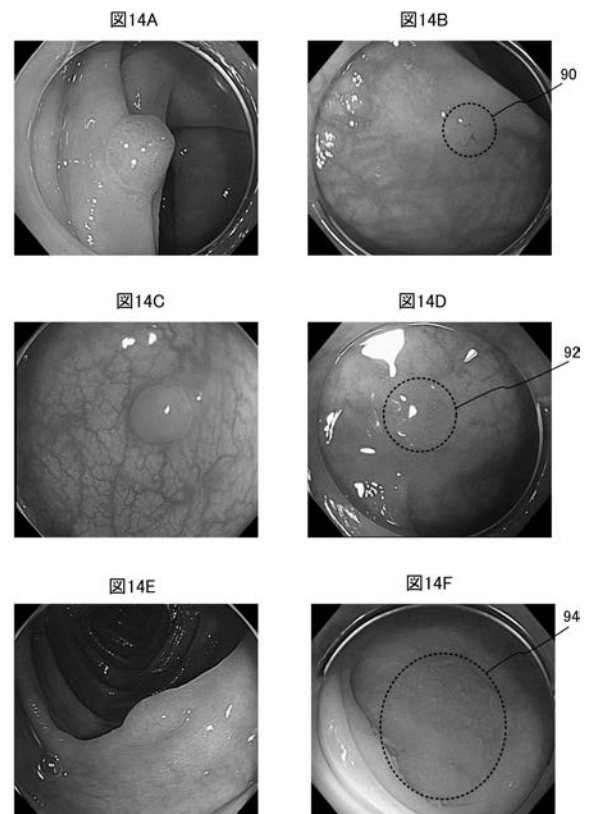
【図 1 2】

胃炎(発赤、萎縮、腸上皮化生)	76
通常の解剖学的構造(噴門、幽門、胃角)	28
ひだ	8
血液	8
粘液	8
癒痕	7
ハレーション	6
ぜん動	4
脈管	3
黄色腫	3
吸引痕	2
水泡	2
過形成性ポリープ	2
焦点ぼけ	2
粘膜下腫瘍	1
壁外圧排	1

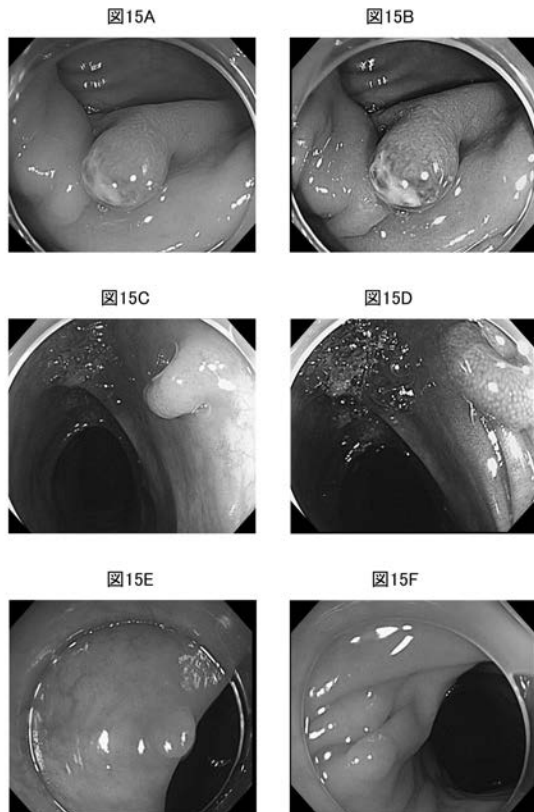
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 15】



【図 16】

学習用データセット				
大腸ポリープの種類	ポリープ数(%)	白色光(画像)	NBI用狭帯域光(画像)	全画像数
腺腫	3,513(74)	9,310(53)	2,085(73)	11,395(56)
過形成性ポリープ	1,058(22)	2,002(11)	519(18)	2,521(12)
SSAP	22(0)	116(1)	23(1)	139(1)
腺がん	68(1)	1,468(8)	131(5)	1,599(8)
その他	91(2)	657(4)	107(4)	764(4)
正常	-	4,013(23)	0(0)	4,013(20)
合計	4,752(100)	17,566(100)	2,865(100)	20,431(100)

【図 17】

評価試験用データセット					
大腸ポリープの種類	大きさ	ポリープ数(%)	白色光(画像)	NBI用狭帯域光(画像)	全画像数
腺腫 N=218 突出型: 199 平坦型: 19	≤5mm	156(50)	638(10)	208(63)	846(12)
	5-9mm	52(17)			
	≥10mm	10(3)			
過形成性ポリープ N=63 突出型: 53 平坦型: 10	≤5mm	56(18)	137(2)	71(21)	208(3)
	5-9mm	7(2)			
	≥10mm	0(0)			
SSAP N=7 突出型: 1 平坦型: 6	≤5mm	0(0)	40(1)	8(2)	48(1)
	5-9mm	4(1)			
	≥10mm	3(1)			
腺がん(大きさ≥10mm) N=4		4(1)	30(0)	3(1)	33(0)
その他(大きさ≤5mm) N=17		17(6)	27(0)	10(3)	37(1)
正常		-	5,874(87)	31(9)	5,905(83)
合計		309(100)	6,750(100)	331(100)	7,081(100)

【図 18】

偽陽性画像(N=165)		
カテゴリ	サブカテゴリ	数(%)
正常構造	回盲弁	56(34)
	虫垂孔	6(4)
	肛門	2(1)
大腸ひだ		55(33)
排泄物		4(2)
真正なポリープ?		12(7)
その他	ハレーション	14(8)
	正常粘膜	8(5)
	カメラレンズの表面曇り	4(2)
	ぼやけ	2(1)
	ポリープ切除術の瘢痕	1(1)
	血管拡張	1(1)
偽陰性画像(N=89)		
小さい、または、暗いため、大腸ポリープの表面の質感を認識しにくい		50(56)
大腸ポリープが側方から、または、部分的に撮像されたため		34(38)
大腸ポリープがとても大きい		5(6)

【図 19】

図19A

組織分類	白色光					
		CNN分類(%)				
		腺腫	過形成性ポリープ	SSAP	腺がん	その他
組織分類	腺腫	562(97)	14(2)	0(0)	4(1)	2(0)
	過形成性ポリープ	64(51)	59(47)	0(0)	0(0)	2(2)
	SSAP	6(26)	12(52)	5(22)	0(0)	0(0)
	腺がん	6(21)	0(0)	0(0)	23(79)	0(0)
	その他	14(58)	7(29)	0(0)	0(0)	3(13)

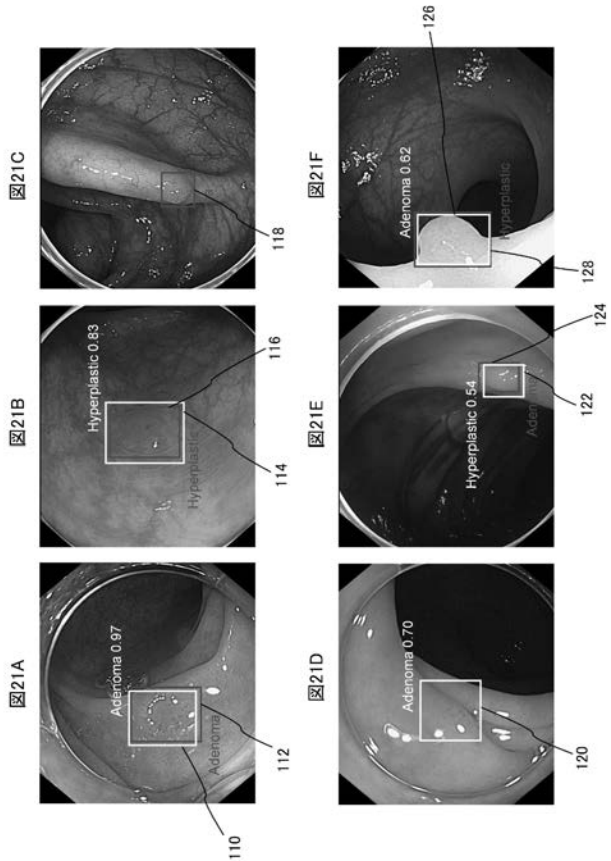
図 19B

組織分類	NBI用狭帯域光					
		CNN分類(%)				
		腺腫	過形成性ポリープ	SSAP	腺がん	その他
組織分類	腺腫	197(97)	5(2)	0(0)	1(0)	0(0)
	過形成性ポリープ	31(48)	37(54)	0(0)	0(0)	0(0)
	SSAP	2(33)	4(67)	0(0)	0(0)	0(0)
	腺がん	3(100)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	その他	3(30)	7(70)	0(0)	0(0)	0(0)

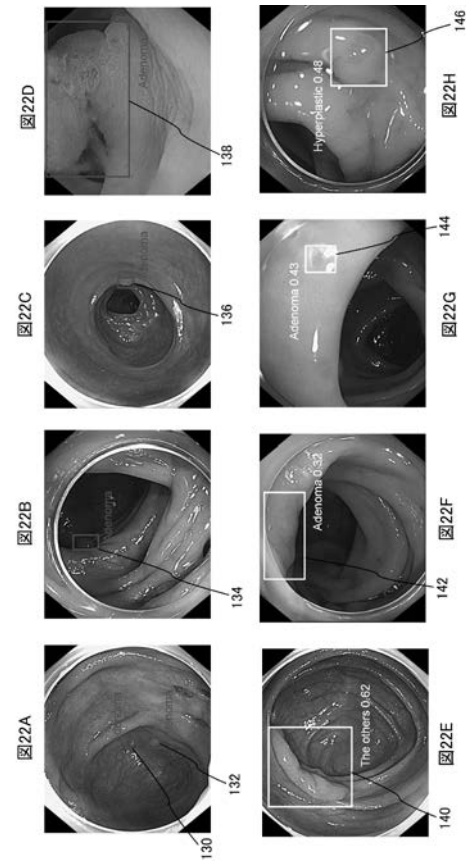
【図 20】

組織分類	白色光			
		CNN分類(%)		
		腺腫	過形成性ポリープ	その他
組織分類	腺腫	348(98)	8(2)	0
	過形成性ポリープ	49(49)	50(50)	1(1)
	その他	14(58)	7(29)	3(13)

【図 21】



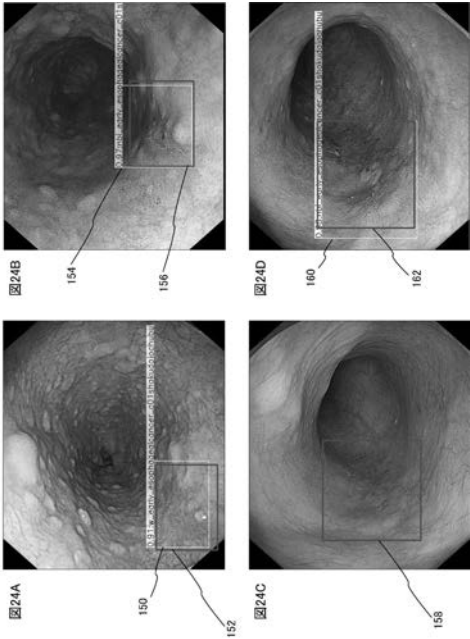
【図 22】



【図 2 3】

患者の特徴(n=47)	
男性/女性	41/6
年齢: 中央値/範囲	70/48-81
病変の特徴(n=49)	
腫瘍サイズ(中央値)mm/範囲	20/5-700
腫瘍の位置: Ce/Ut/Mt/Lt/Ae	0/8/23/10/8
肉眼的分類	
表在型:0-I型/0-IIa型/0-IIb型/0-IIc型	1/6/13/23
進行型:1/2/3/4	0/3/3/0
腫瘍の深さ:T1a/T1b/T2-4	40/2/7
組織病理学:扁平上皮がん(ESCC)/腺がん(EAC)	41/8

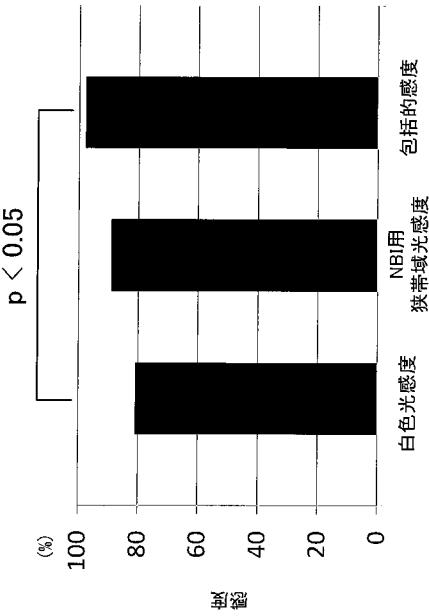
【図 2 4】



【図 2 5】

		生検結果	
		食道がん	非食道がん
白色光による CNN検出結果	食道がん	38	35
	非食道がん	9	15
NBI用狭帯域光による CNN検出結果	食道がん	41	28
	非食道がん	5	22
包括的な CNN検出結果	食道がん	46	42
	非食道がん	1	8

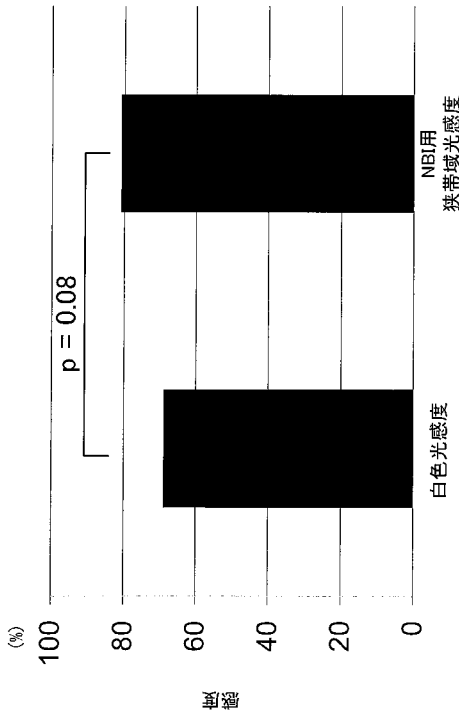
【図 2 6】



【 図 2 7 】

		生検結果	
		食道がん	非食道がん
白色光による CNN検出結果	食道がん	61	105
	非食道がん	28	364
NBI用狭帯域光による CNN検出結果	食道がん	64	85
	非食道がん	15	396

【 図 2 8 】



【 図 2 9 】

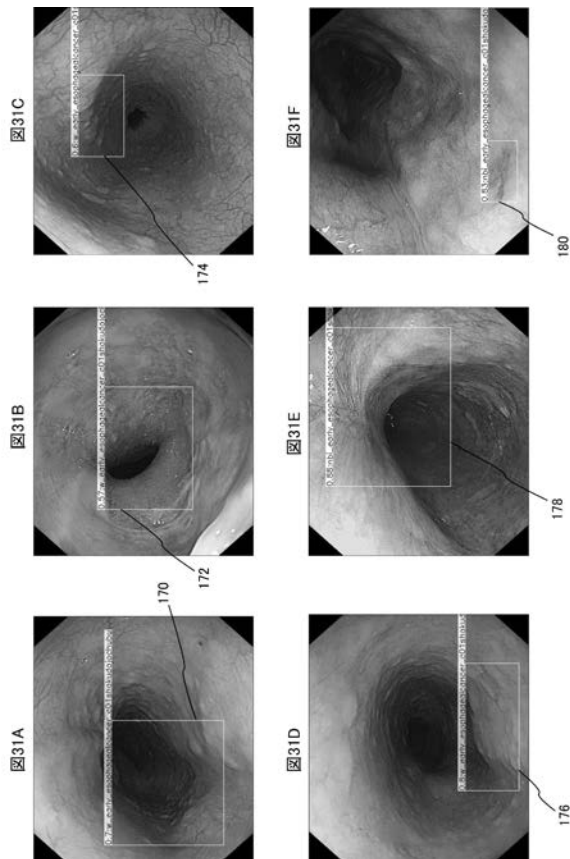
	白色光	NBI用狭帯域光	全内視鏡画像
表在型食道がん	100%(75/75)	99%(67/68)	99%(142/143)
進行型食道がん	100%(14/14)	82%(9/11)	92%(23/25)
全ての食道がん	100%(89/89)	96%(76/79)	98%(165/168)

【 図 3 0 】

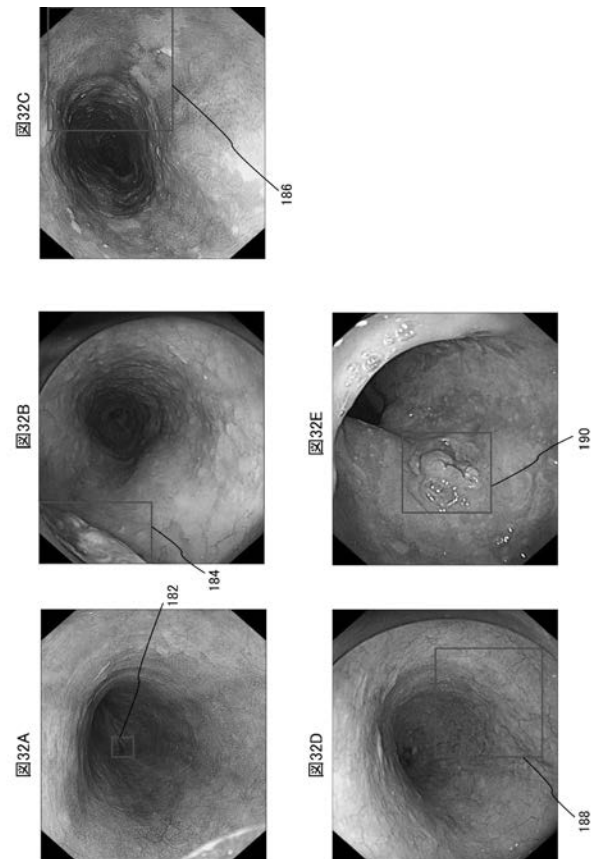
偽陽性画像	数 (%)
陰影を伴っていたため	95(50)
食道がんと判別しやすい正常構造であったため (食道胃接合部/左主気管支/椎体)	61(32) (29/25/7)
食道がんとして誤診される可能性がある良性病変であったため (術後癒着/焦点萎縮/バレット食道/炎症/上皮内新形成/異所性胃粘膜)	32(17) (13/9/5/4/1/1/1)

偽陰性画像	数 (%)
背景粘膜による炎症として誤診断されたため	10(25)
NBI用狭帯域光により扁平上皮がん(ESCC)が不明瞭に撮像されたため	7(17)
腺がん(EAC)に関する学習が不十分であったため	4(10)
診断困難な状態であったため (病変が遠方に存在する、病変の一部のみが存在する)	20(49)

【図 3 1】



【図 3 2】



【手続補正書】

【提出日】平成31年4月18日(2019.4.18)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

消化器内視鏡撮像装置により撮像された被験者の消化器内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを、畳み込みニューラルネットワークによって推定する病変推定部と、

当該病変の名称および位置と、それらの確度とを表示する解析結果画像を生成して、前記消化器内視鏡画像上に表示させる制御を行う表示制御部と、

を備え、

前記畳み込みニューラルネットワークは、萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、および、粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された複数の消化器腫瘍内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置に基づいて学習処理が行われる、

画像診断支援装置。

【請求項 2】

内視鏡画像における病変の位置を入力することなく当該内視鏡画像を入力した場合、当該内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを出力する畳み込みニューラルネットワークの出力結果により、消化器内視鏡撮像装置により撮像された被験者の消化器内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを推定する病変推定部と、

推定された当該病変の名称および位置と、それらの確度とを表示する解析結果画像を生成して、前記消化器内視鏡画像上に表示させる制御を行う表示制御部と、

を備え、

前記畳み込みニューラルネットワークは、萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、および、粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された複数の消化器腫瘍内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置に基づいて学習処理が行われる、

画像診断支援装置。

【請求項 3】

前記表示制御部は、前記確度に応じて、前記解析結果画像における病変の位置を特定する病変位置情報の表示態様を変更する、

請求項 1 または 2 に記載の画像診断支援装置。

【請求項 4】

前記複数の消化器腫瘍内視鏡画像には、被験者の消化器内に対して、白色光を照射して撮像された内視鏡画像が含まれる、

請求項 1 ～ 3 の何れか 1 項に記載の画像診断支援装置。

【請求項 5】

前記複数の消化器腫瘍内視鏡画像には、被験者の消化器内に対して、色素を散布して撮像された内視鏡画像が含まれる、

請求項 1 ～ 4 の何れか 1 項に記載の画像診断支援装置。

【請求項 6】

前記複数の消化器腫瘍内視鏡画像には、被験者の消化器内に対して、狭帯域光を照射して撮像された内視鏡画像が含まれる、

請求項 1 ～ 5 の何れか 1 項に記載の画像診断支援装置。

【請求項 7】

前記消化器には、胃が含まれる、

請求項 1 ～ 6 の何れか 1 項に記載の画像診断支援装置。

【請求項 8】

前記消化器には、食道が含まれる、

請求項 1 ～ 6 の何れか 1 項に記載の画像診断支援装置。

【請求項 9】

前記消化器には、十二指腸が含まれる、

請求項 1 ～ 6 の何れか 1 項に記載の画像診断支援装置。

【請求項 10】

前記消化器には、大腸が含まれる、

請求項 1 ～ 6 の何れか 1 項に記載の画像診断支援装置。

【請求項 11】

被験者の消化管について、請求項 1 ～ 10 の何れか 1 項に記載の画像診断支援装置を用いて、前記表示制御部の表示結果を、消化管病変に関する資料として収集する資料収集方法。

【請求項 12】

消化器内視鏡撮像装置により撮像された被験者の消化器内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを、畳み込みニューラルネットワークによって推定する病変推定部と、

当該病変の名称および位置と、それらの確度とを表示する解析結果画像を生成して、前記消化器内視鏡画像上に表示させる制御を行う表示制御部とを備える装置を用い、

前記畳み込みニューラルネットワークは、萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、および、粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された複数の消化器腫瘍内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置に基づいて学習処理が行われる、

画像診断支援方法。

【請求項 13】

内視鏡画像における病変の位置を入力することなく当該内視鏡画像を入力した場合、当該内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを出力する畳み込みニューラルネットワークの出力結果により、消化器内視鏡撮像装置により撮像された被験者の消化器内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを推定する病変推定部と、

推定された当該病変の名称および位置と、それらの確度とを表示する解析結果画像を生成して、前記消化器内視鏡画像上に表示させる制御を行う表示制御部とを備える装置を用い、

前記畳み込みニューラルネットワークは、萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、および、粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された複数の消化器腫瘍内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置に基づいて学習処理が行われる、

画像診断支援方法。

【請求項 14】

コンピュータに、

消化器内視鏡撮像装置により撮像された被験者の消化器内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを、畳み込みニューラルネットワークによって推定する処理と、

当該病変の名称および位置と、それらの確度とを表示する解析結果画像を生成して、前記内視鏡画像上に表示させる制御を行う処理と、

を実行させ、

前記畳み込みニューラルネットワークは、萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、および、粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された複数の消化器腫瘍内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置に基づいて学習処理が行われる、

画像診断支援プログラム。

【請求項 15】

コンピュータに、

内視鏡画像における病変の位置を入力することなく当該内視鏡画像を入力した場合、当該内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを出力する畳み込みニューラルネットワークの出力結果により、消化器内視鏡撮像装置により撮像された被験者の消化器内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを推定する処理と、

推定された当該病変の名称および位置と、それらの確度とを表示する解析結果画像を生成して、前記内視鏡画像上に表示させる制御を行う処理と、

を実行させ、

前記畳み込みニューラルネットワークは、萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、および、粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された複数の消化器腫瘍内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置に基づいて学習処理が行われる、

画像診断支援プログラム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

本発明に係る画像診断支援装置は、

消化器内視鏡撮像装置により撮像された被験者の消化器内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを、畳み込みニューラルネットワークによって推定する病変推定部と、

当該病変の名称および位置と、それらの確度とを表示する解析結果画像を生成して、前記消化器内視鏡画像上に表示させる制御を行う表示制御部と、

を備え、

前記畳み込みニューラルネットワークは、萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、および、粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された複数の消化器腫瘍内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置に基づいて学習処理が行われる。

本発明に係る画像診断支援装置は、

内視鏡画像における病変の位置を入力することなく当該内視鏡画像を入力した場合、当該内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを出力する畳み込みニューラルネットワークの出力結果により、消化器内視鏡撮像装置により撮像された被験者の消化器内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを推定する病変推定部と、

推定された当該病変の名称および位置と、それらの確度とを表示する解析結果画像を生成して、前記消化器内視鏡画像上に表示させる制御を行う表示制御部と、

を備え、

前記畳み込みニューラルネットワークは、萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、および、粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された複数の消化器腫瘍内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置に基づいて学習処理が行われる。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

本発明に係る画像診断支援方法は、

消化器内視鏡撮像装置により撮像された被験者の消化器内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを、畳み込みニューラルネットワークによって推定する病変推定部と、

当該病変の名称および位置と、それらの確度とを表示する解析結果画像を生成して、前記消化器内視鏡画像上に表示させる制御を行う表示制御部とを備える装置を用い、

前記畳み込みニューラルネットワークは、萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、および、粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された複数の消化器腫瘍内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置に基づいて学習処理が行われる。

本発明に係る画像診断支援方法は、

内視鏡画像における病変の位置を入力することなく当該内視鏡画像を入力した場合、当該内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを出力する畳み込みニューラルネットワークの出力結果により、消化器内視鏡撮像装置により撮像された被験者の消化器内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを推定する病変推定部と、

推定された当該病変の名称および位置と、それらの確度とを表示する解析結果画像を生成して、前記消化器内視鏡画像上に表示させる制御を行う表示制御部とを備える装置を用い、

前記畳み込みニューラルネットワークは、萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、および、粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された複数の消化器腫瘍内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置に基づいて学習処理が行われる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

本発明に係る画像診断支援プログラムは、

コンピューターに、

消化器内視鏡撮像装置により撮像された被験者の消化器内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを、畳み込みニューラルネットワークによって推定する処理と、

当該病変の名称および位置と、それらの確度とを表示する解析結果画像を生成して、前記内視鏡画像上に表示させる制御を行う処理と、

を実行させ、

前記畳み込みニューラルネットワークは、萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、および、粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された複数の消化器腫瘍内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置に基づいて学習処理が行われる。

本発明に係る画像診断支援プログラムは、

コンピューターに、

内視鏡画像における病変の位置を入力することなく当該内視鏡画像を入力した場合、当該内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを出力する畳み込みニューラルネットワークの出力結果により、消化器内視鏡撮像装置により撮像された被験者の消化器内視鏡画像内に存在する病変の名称および位置と、それらの確度の情報とを推定する処理と、

推定された当該病変の名称および位置と、それらの確度とを表示する解析結果画像を生成して、前記内視鏡画像上に表示させる制御を行う処理と、

を実行させ、

前記畳み込みニューラルネットワークは、萎縮、腸上皮化生、粘膜の隆起または陥凹、および、粘膜色調の状況の特徴抽出によってあらかじめ判定された複数の消化器腫瘍内視鏡画像内に存在する病変の病変名および病変位置に基づいて学習処理が行われる。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/040381

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. A61B1/045(2006.01) i, A61B1/00(2006.01) i, A61B1/273(2006.01) i,
A61B1/31(2006.01) 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. A61B1/00-1/32

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-165757 A (OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.) 11 June 2002, paragraphs [0001]-[0255], fig. 1-23 (Family: none)	1-12
Y	WO 2017/175282 A1 (OLYMPUS CORP.) 12 October 2017, paragraphs [0001]-[0089], fig. 1-10 (Family: none)	1-12
Y	WO 2016/185617 A1 (OLYMPUS CORP.) 24 November 2016, paragraph [0057] & US 2018/0070798 A1, paragraph [0072] & CN 107835654 A	1-12

☒ 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
22 January 2019 (22.01.2019)Date of mailing of the international search report
05 February 2019 (05.02.2019)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/JP2018/040381

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2012/165505 A1 (OLYMPUS CORP.) 06 December 2012, paragraph [0072], fig. 6 & US 2014/0085686 A1, paragraph [0104], fig. 6 & EP 2716202 A1 & CN 103547207 A	1-12
Y	JP 2007-280229 A (FUJIFILM CORP.) 25 October 2007, paragraphs [0045]-[0047], fig. 5 (Family: none)	1-12
Y	WO 2017/170233 A1 (FUJIFILM CORP.) 05 October 2017, paragraph [0003] (Family: none)	5-10

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 8 / 0 4 0 3 8 1									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B1/045(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, A61B1/273(2006.01)i, A61B1/31(2006.01)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. A61B1/00 - 1/32											
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2019年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2019年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2019年</td> </tr> </table>				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
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)											
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 2002-165757 A (オリンパス光学工業株式会社) 2002.06.11, [0001]-[0255]、図1-23 (ファミリーなし)	1-12									
Y	WO 2017/175282 A1 (オリンパス株式会社) 2017.10.12, [0001]-[0089]、図1-10 (ファミリーなし)	1-12									
Y	WO 2016/185617 A1 (オリンパス株式会社) 2016.11.24, [0057] & US 2018/0070798 A1, [0072] & CN 107835654 A	1-12									
☒ 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。											
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> 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 </td> </tr> </table>				* 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						
* 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 22.01.2019		国際調査報告の発送日 05.02.2019									
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) 北島 拓馬 電話番号 03-3581-1101 内線 3292	2Q 4845								

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 8 / 0 4 0 3 8 1
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
Y	WO 2012/165505 A1 (オリンパス株式会社) 2012. 12. 06, [0 0 7 2]、 図 6 & US 2014/0085686 A1, [0 1 0 4]、図 6 & EP 2716202 A1& CN 103547207 A	1-12
Y	JP 2007-280229 A (富士フイルム株式会社) 2007. 10. 25, [0 0 4 5]-[0 0 4 7]、図 5 (ファミリーなし)	1-12
Y	WO 2017/170233 A1 (富士フイルム株式会社) 2017. 10. 05, [0 0 0 3] (ファミリーなし)	5-10

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード (参考)
G 0 6 T 7/00 6 1 4

(81)指定国・地域 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(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),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),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,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT

(72)発明者 多田 智裕
東京都豊島区南池袋 1-10-13 荒井ビル 2F 株式会社A I メディカルサービス内

(72)発明者 青山 和玄
東京都豊島区南池袋 1-10-13 荒井ビル 2F 株式会社A I メディカルサービス内

(72)発明者 小澤 毅士
東京都豊島区南池袋 1-10-13 荒井ビル 2F 株式会社A I メディカルサービス内

(72)発明者 由雄 敏之
東京都江東区有明三丁目 8 番 3 1 号 公益財団法人がん研究会内

F ターム(参考) 4C161 AA01 AA02 AA04 NN01 QQ02 SS21
5L096 BA06 BA13 HA11 JA11 KA04

(注) この公表は、国際事務局(W I P O)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	图像诊断支持装置，文件收集方法，图像诊断支持方法和图像诊断支持程序		
公开(公告)号	JPWO2019088121A1	公开(公告)日	2019-11-14
申请号	JP2019520910	申请日	2018-10-30
申请(专利权)人(译)	癌症研究基金会会议		
[标]发明人	小澤 毅士		
发明人	平澤 俊明 多田 智裕 青山 和玄 小澤 毅士 由雄 敏之		
IPC分类号	A61B1/045 A61B1/00 G06T7/00		
CPC分类号	A61B1/00 A61B1/045 A61B1/273 A61B1/31		
FI分类号	A61B1/045.610 A61B1/00.513 A61B1/045.618 A61B1/045.622 G06T7/00.350.C G06T7/00.614		
F-TERM分类号	4C161/AA01 4C161/AA02 4C161/AA04 4C161/NN01 4C161/QQ02 4C161/SS21 5L096/BA06 5L096/BA13 5L096/HA11 5L096/JA11 5L096/KA04		
优先权	2017209232 2017-10-30 JP 2018007967 2018-01-22 JP 2018038828 2018-03-05 JP		
其他公开文献	JP6657480B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

能够支持内窥镜医师对内窥镜图像进行诊断的图像诊断支持装置，材料收集方法，图像诊断支持方法和图像诊断支持程序。图像诊断支持设备通过卷积神经网络估计在由消化内窥镜成像设备成像的对象的消化内窥镜图像中存在的病变的名称和位置以及关于其准确性的信息。病变估计单元，显示控制单元，其执行控制以生成显示病变的名称和位置及其准确性的分析结果图像，并在消化器官内窥镜图像上显示分析结果图像。神经网络用于通过萎缩，肠上皮化生，粘膜脊或凹陷和粘膜色调的特征提取预先确定的多个胃肠道肿瘤内窥镜图像中的病变名称和病变位置。学习过程是基于执行的。

