

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7491370号
(P7491370)

(45)発行日 令和6年5月28日(2024.5.28)

(24)登録日 令和6年5月20日(2024.5.20)

(51)国際特許分類

F I

G 0 6 T 7/60 (2017.01) G 0 6 T 7/60 1 8 0 Z

G 0 6 T 7/00 (2017.01) G 0 6 T 7/00 3 0 0 F

請求項の数 8 (全23頁)

(21)出願番号	特願2022-518440(P2022-518440)	(73)特許権者	000004237
(86)(22)出願日	令和2年4月27日(2020.4.27)		日本電気株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/017967		東京都港区芝五丁目7番1号
(87)国際公開番号	WO2021/220342	(74)代理人	100107331
(87)国際公開日	令和3年11月4日(2021.11.4)		弁理士 中村 聡延
審査請求日	令和4年10月17日(2022.10.17)	(74)代理人	100104765
			弁理士 江上 達夫
		(74)代理人	100131015
			弁理士 三輪 浩誉
		(72)発明者	白石 壮馬
			東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		審査官	佐藤 実

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 物体認識装置、物体認識方法、学習装置、学習方法、及び、プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像を取得する画像取得手段と、
前記画像に含まれる物体を認識し、認識結果を生成する物体認識手段と、
前記認識結果に基づき、認識された個々の物体の位置、サイズ、種類及び外観上の特徴の少なくとも一つをノードとして定義し、前記物体間の種類、特徴量の類似関係及び位置関係の少なくとも一つをエッジとして定義したグラフを生成するグラフ生成手段と、
グラフを入力し直接的又は間接的に物体の修正要否を示す解析結果を出力するグラフ解析モデルを用いて前記グラフを解析し、当該グラフについて前記解析結果を生成するグラフ解析手段と、
を備える物体認識装置。

【請求項2】

前記認識結果は、前記物体のサイズ、位置、種類、及び、特徴量の少なくとも一つを含む請求項1に記載の物体認識装置。

【請求項3】

画像を取得し、
前記画像に含まれる物体を認識し、認識結果を生成し、
前記認識結果に基づき、認識された個々の物体の位置、サイズ、種類及び外観上の特徴の少なくとも一つをノードとして定義し、前記物体間の種類、特徴量の類似関係及び位置関係の少なくとも一つをエッジとして定義したグラフを生成し、

グラフを入力し直接的又は間接的に物体の修正要否を示す解析結果を出力するグラフ解析モデルを用いて前記グラフを解析し、当該グラフについて前記解析結果を生成する物体認識方法。

【請求項 4】

画像を取得し、

前記画像に含まれる物体を認識し、認識結果を生成し、

前記認識結果に基づき、認識された個々の物体の位置、サイズ、種類及び外観上の特徴の少なくとも一つをノードとして定義し、前記物体間の種類、特徴量の類似関係及び位置関係の少なくとも一つをエッジとして定義したグラフを生成し、

グラフを入力し直接的又は間接的に物体の修正要否を示す解析結果を出力するグラフ解析モデルを用いて前記グラフを解析し、当該グラフについて前記解析結果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。

10

【請求項 5】

画像に含まれる物体の認識結果を取得し、一部に誤り箇所を含む認識結果を教師入力データとして生成するとともに、前記教師入力データにおける修正箇所を示す教師ラベルを生成する教師データ生成手段と、

前記教師入力データに含まれる個々の物体の位置、サイズ、種類及び外観上の特徴の少なくとも一つをノードとして定義し、前記物体間の種類、特徴量の類似関係及び位置関係の少なくとも一つをエッジとして定義したグラフを生成するグラフ生成手段と、

グラフ解析モデルを用いて前記グラフを解析し、前記物体間の関係を示す解析結果を生成するグラフ解析手段と、

20

前記解析結果と、前記教師ラベルとを用いて、前記グラフ解析モデルを学習する学習手段と、

を備える学習装置。

【請求項 6】

前記教師データ生成手段は、前記物体の認識結果の正解情報を取得し、前記教師入力データと前記正解情報との差分を用いて前記教師ラベルを生成する請求項 5 に記載の学習装置。

【請求項 7】

画像に含まれる物体の認識結果を取得し、一部に誤り箇所を含む認識結果を教師入力データとして生成するとともに、前記教師入力データにおける修正箇所を示す教師ラベルを生成し、

30

前記教師入力データに含まれる個々の物体の位置、サイズ、種類及び外観上の特徴の少なくとも一つをノードとして定義し、前記物体間の種類、特徴量の類似関係及び位置関係の少なくとも一つをエッジとして定義したグラフを生成し、

グラフ解析モデルを用いて前記グラフを解析し、前記物体間の関係を示す解析結果を生成し、

前記解析結果と、前記教師ラベルとを用いて、前記グラフ解析モデルを学習する学習方法。

【請求項 8】

40

画像に含まれる物体の認識結果を取得し、一部に誤り箇所を含む認識結果を教師入力データとして生成するとともに、前記教師入力データにおける修正箇所を示す教師ラベルを生成し、

前記教師入力データに含まれる個々の物体の位置、サイズ、種類及び外観上の特徴の少なくとも一つをノードとして定義し、前記物体間の種類、特徴量の類似関係及び位置関係の少なくとも一つをエッジとして定義したグラフを生成し、

グラフ解析モデルを用いて前記グラフを解析し、前記物体間の関係を示す解析結果を生成し、

前記解析結果と、前記教師ラベルとを用いて、前記グラフ解析モデルを学習する処理をコンピュータに実行させるプログラム。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像に含まれる物体の認識に関する。

【背景技術】

【0002】

店舗内の商品棚の撮影画像を用いて、商品の棚割を管理する手法が提案されている。例えば、特許文献1は、商品棚の撮影画像に対する画像認識処理により、物体領域のカテゴリの分類及び信頼度の算出を行う手法を記載している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】国際公開WO2019/088223号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

実際の店舗における商品棚の場合、一般的に同一カテゴリの商品は近い場所に配置される傾向があり、外観が似ている商品が並んで配置されることが多い。このため、商品棚の撮影画像から物体認識処理により個々の商品を認識した場合に、誤認識が発生することがある。

【0005】

本発明の1つの目的は、画像に含まれる複数の物体を精度よく認識することが可能な物体識別装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一つの観点では、物体認識装置は、

画像を取得する画像取得手段と、

前記画像に含まれる物体を認識し、認識結果を生成する物体認識手段と、

前記認識結果に基づき、認識された個々の物体の位置、サイズ、種類及び外観上の特徴の少なくとも一つをノードとして定義し、前記物体間の種類、特徴量の類似関係及び位置関係の少なくとも一つをエッジとして定義したグラフを生成するグラフ生成手段と、
グラフを入力し直接的又は間接的に物体の修正要否を示す解析結果を出力するグラフ解析モデルを用いて前記グラフを解析し、当該グラフについて前記解析結果を生成するグラフ解析手段と、

を備える。

【0007】

本発明の他の観点では、物体認識方法は、

画像を取得し、

前記画像に含まれる物体を認識し、認識結果を生成し、

前記認識結果に基づき、認識された個々の物体の位置、サイズ、種類及び外観上の特徴の少なくとも一つをノードとして定義し、前記物体間の種類、特徴量の類似関係及び位置関係の少なくとも一つをエッジとして定義したグラフを生成し、
グラフを入力し直接的又は間接的に物体の修正要否を示す解析結果を出力するグラフ解析モデルを用いて前記グラフを解析し、当該グラフについて前記解析結果を生成する。

【0008】

本発明のさらに他の観点では、プログラムは、

画像を取得し、

前記画像に含まれる物体を認識し、認識結果を生成し、

前記認識結果に基づき、認識された個々の物体の位置、サイズ、種類及び外観上の特徴の少なくとも一つをノードとして定義し、前記物体間の種類、特徴量の類似関係及び位置

10

20

30

40

50

関係の少なくとも一つをエッジとして定義したグラフを生成し、
グラフを入力し直接的又は間接的に物体の修正要否を示す解析結果を出力するグラフ解析モデルを用いて前記グラフを解析し、当該グラフについて前記解析結果を生成する処理をコンピュータに実行させる。

【0009】

本発明のさらに他の観点では、学習装置は、

画像に含まれる物体の認識結果を取得し、一部に誤り箇所を含む認識結果を教師入力データとして生成するとともに、前記教師入力データにおける修正箇所を示す教師ラベルを生成する教師データ生成手段と、

前記教師入力データに含まれる個々の物体の位置、サイズ、種類及び外観上の特徴の少なくとも一つをノードとして定義し、前記物体間の種類、特徴量の類似関係及び位置関係の少なくとも一つをエッジとして定義したグラフを生成するグラフ生成手段と、

グラフ解析モデルを用いて前記グラフを解析し、前記物体間の関係を示す解析結果を生成するグラフ解析手段と、

前記解析結果と、前記教師ラベルとを用いて、前記グラフ解析モデルを学習する学習手段と、

を備える。

【0010】

本発明のさらに他の観点では、学習方法は、

画像に含まれる物体の認識結果を取得し、一部に誤り箇所を含む認識結果を教師入力データとして生成するとともに、前記教師入力データにおける修正箇所を示す教師ラベルを生成し、

前記教師入力データに含まれる個々の物体の位置、サイズ、種類及び外観上の特徴の少なくとも一つをノードとして定義し、前記物体間の種類、特徴量の類似関係及び位置関係の少なくとも一つをエッジとして定義したグラフを生成し、

グラフ解析モデルを用いて前記グラフを解析し、前記物体間の関係を示す解析結果を生成し、

前記解析結果と、前記教師ラベルとを用いて、前記グラフ解析モデルを学習する。

【0011】

本発明のさらに他の観点では、プログラムは、

画像に含まれる物体の認識結果を取得し、一部に誤り箇所を含む認識結果を教師入力データとして生成するとともに、前記教師入力データにおける修正箇所を示す教師ラベルを生成し、

前記教師入力データに含まれる個々の物体の位置、サイズ、種類及び外観上の特徴の少なくとも一つをノードとして定義し、前記物体間の種類、特徴量の類似関係及び位置関係の少なくとも一つをエッジとして定義したグラフを生成し、

グラフ解析モデルを用いて前記グラフを解析し、前記物体間の関係を示す解析結果を生成し、

前記解析結果と、前記教師ラベルとを用いて、前記グラフ解析モデルを学習する処理をコンピュータに実行させるプログラム。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、画像に含まれる複数の物体を精度よく認識することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】第1実施形態に係る物体認識装置を示す。

【図2】第1実施形態に係る物体認識装置のハードウェア構成を示す。

【図3】第1実施形態に係る物体認識装置の機能構成を示す。

【図4】商品棚の撮影画像の例を示す。

【図5】商品棚の画像からの物体認識結果及びそのグラフの例を示す。

10

20

30

40

50

- 【図 6】商品棚の画像からの物体認識結果及びそのグラフの例を示す。
- 【図 7】グラフを生成する際のエッジ付与ルール of 例を示す。
- 【図 8】グラフ解析部が出力する解析結果 of 例を示す。
- 【図 9】物体認識装置による物体認識処理 of フローチャートである。
- 【図 10】第 1 実施形態 of 応用例に係る物体認識装置 of 機能構成を示す。
- 【図 11】修正部による認識結果 of 修正方法 of 例を示す。
- 【図 12】修正部による認識結果 of 修正方法 of 例を示す。
- 【図 13】第 1 実施形態に係る学習装置 of 機能構成を示す。
- 【図 14】学習装置による学習処理 of フローチャートである。
- 【図 15】変形例 4 に係るグラフ of 例を示す。
- 【図 16】第 2 実施形態に係る物体認識装置及び学習装置 of 機能構成を示す。
- 【発明を実施するための形態】

10

【0014】

以下、図面を参照して、本発明 of 好適な実施形態について説明する。

< 第 1 実施形態 >

[基本概念]

カメラなどで商品棚を撮影した画像を用いて、物体認識処理により、商品棚に商品がどのように並んでいるかを認識することが行われている。しかし、実際の店舗における商品棚の場合、様々な理由により個別の商品の誤認識が発生しうる。一方で、店舗における商品の並び方には、特定のルールがあることが多い。例えば、「同じ商品は隣り合って並ぶ」、「同じサイズの商品は同じ段に並ぶ」、「大きい商品は棚の下の方に並ぶ」などのルール（以下、「陳列ルール」とも呼ぶ。）がある。そこで、本実施形態では、商品棚の画像の認識結果に対して上記のような陳列ルールを考慮することで、個々の商品の認識精度を改善する。なお、陳列ルールには、業界全体に共通するルール、店舗の種類毎（例えば、スーパーマーケット毎、コンビニ毎など）のルール、個別の店舗毎 of ローカルルールなどがあるが、本実施形態ではいずれ of ルールにも対応可能である。

20

【0015】

図 1 は、第 1 実施形態に係る物体認識装置 of 概略を示す。物体認識装置 100 は、店舗の商品棚の撮影画像から、商品棚に陳列された個々の商品を認識する。具体的に、物体認識装置 100 は、商品棚を撮影した画像から個々の商品を認識し、その認識結果を解析した解析結果を出力する。

30

【0016】

[ハードウェア構成]

図 2 は、物体認識装置 100 of ハードウェア構成を示すブロック図である。図示のように、物体認識装置 100 は、インタフェース（IF）11 と、プロセッサ 12 と、メモリ 13 と、記録媒体 14 と、データベース（DB）15 とを備える。

【0017】

IF 11 は、外部装置との間でデータ of 入出力を行う。具体的に、商品棚を撮影した画像は IF 11 を介して入力される。また、物体認識装置 100 により生成された解析結果は、必要に応じて IF 11 を通じて外部装置へ出力される。

40

【0018】

プロセッサ 12 は、CPU（Central Processing Unit）などのコンピュータであり、予め用意されたプログラムを実行することにより、物体認識装置 100 of 全体を制御する。具体的に、プロセッサ 12 は、後述する物体認識処理、学習処理を実行する。

【0019】

メモリ 13 は、ROM（Read Only Memory）、RAM（Random Access Memory）などにより構成される。メモリ 13 は、プロセッサ 12 による各種 of 処理 of 実行中に作業メモリとしても使用される。

【0020】

50

記録媒体 14 は、ディスク状記録媒体、半導体メモリなどの不揮発性で非一時的な記録媒体であり、物体認識装置 100 に対して着脱可能に構成される。記録媒体 14 は、プロセッサ 12 が実行する各種のプログラムを記録している。物体認識装置 100 が各種の処理を実行する際には、記録媒体 14 に記録されているプログラムがメモリ 13 にロードされ、プロセッサ 12 により実行される。

【0021】

データベース 15 は、IF 11 を通じて入力された撮影画像や、物体認識装置 100 による認識結果及び解析結果などを記憶する。また、データベース 15 は、後述する物体認識モデルやグラフ解析モデル、及び、それらの学習に用いられる教師データなどを記憶する。なお、物体認識装置 100 は、使用者が指示や入力を行うためのキーボード、マウスなどの入力部、及び、液晶ディスプレイなどの表示部を備えていてもよい。

10

【0022】

[機能構成]

図 3 は、物体認識装置 100 の機能構成を示すブロック図である。物体認識装置 100 は、機能的には、画像取得部 21 と、物体認識部 22 と、グラフ生成部 23 と、グラフ解析部 24 と、を備える。

【0023】

画像取得部 21 は、商品棚を撮影した画像を取得する。具体的に、画像取得部 21 は、商品棚の撮影に使用されたカメラから画像を直接取得してもよく、撮影した画像を予め蓄積したデータベースなどから画像を取得してもよい。図 4 は、商品棚を撮影した画像の例を示す。図 4 の例では、商品棚 40 は、上段 41a、中段 41b、下段 41c の 3 つの段を備え、各段に複数の商品が陳列されている。各商品は、同じ商品は隣り合って並び、大きい商品は棚の下の方に並びなど、先に例示した陳列ルールに従って配置されている。

20

【0024】

物体認識部 22 は、画像取得部 21 が取得した画像に対して物体認識処理を行い、個々の物体を認識する。例えば、物体認識部 22 は、ニューラルネットワークなどを用いた学習済みの物体認識モデルを使用して物体を認識する。図 5 (A) は、物体認識部 22 による個々の物体の認識結果の例を示す。物体認識部 22 は、まず、画像から個々の物体に対応する矩形領域を検出する。次に、物体認識部 22 は、各矩形領域の位置、サイズ、特徴量を抽出し、それらに基づいて各商品の種類（例えば、商品名や商品カテゴリ（酒、ジュース、ミルクなど）。以下、「商品クラス」とも呼ぶ。）を認識する。さらに、物体認識部 22 は、特徴量の一致度又は類似度が所定の閾値以上である商品を同一の商品クラスと判定する。図 5 (A) の例では、商品棚 40 の商品が商品 A ~ E の 5 種類の商品クラスに分類されている。物体認識部 22 は、こうして得られた各商品の位置、サイズ、種類、特徴量などを認識結果としてグラフ生成部 23 に出力する。

30

【0025】

グラフ生成部 23 は、物体認識部 22 から入力される各商品の認識結果に基づいて、各商品の関係性を示すグラフを生成する。具体的に、グラフ生成部 23 は、商品の位置、サイズ、種類、特徴量などをノードやエッジに定義して、各商品の関係性を示すグラフを生成する。一例では、グラフ生成部 23 は、物体認識部 22 により認識された各商品をノードとし、個々のノードにその商品の位置、サイズ、種類、特徴量などを定義する。そして、グラフ生成部 23 は、各商品の位置、サイズ、種類、特徴量などに基づいてノード間にエッジを定義してグラフを生成する。図 5 (B) は、図 5 (A) に示す商品棚の画像に基づいて生成されたグラフの一例を示す。図 5 (B) のグラフでは、各商品がノード Nd となっており、各ノード Nd には商品クラス（商品 A ~ E）が示されている。また、同一種類の商品に対応するノード Nd の間にエッジ Ed が付与されている。このグラフにより、商品棚に陳列されている複数種類の商品の配置が表現される。

40

【0026】

図 6 (A) は、図 5 (A) に示す商品棚の画像において、一部の商品を入れ替えた例を示す。具体的に、図 6 (A) では、図 5 (A) に示す商品棚 40 の上段 41a の中央付近

50

の商品 A と商品 B を入れ替え、中段 4 1 b の中央付近の商品 C と商品 D を入れ替えている。図 6 (B) は、図 6 (A) の画像に対応するグラフの例を示す。図 6 (B) においては、破線の楕円 9 1 で示すように、上段の商品 A と商品 B の位置が入れ替わっており、それらの商品についてのエッジが無くなっている。同様に、破線の楕円 9 2 で示すように、中段の商品 C と商品 D の位置が入れ替わっており、それらの商品についてのエッジが無くなっている。このように、グラフ生成部 2 3 が生成するグラフにより、各商品の種類及び位置関係が表現される。

【 0 0 2 7 】

なお、上記の例では、同一種類の商品をエッジで接続しているが、エッジを付与するルール (以下、「エッジ付与ルール」と呼ぶ。) はこれには限られない。図 7 は、グラフ生成部 2 3 がグラフを生成する際のエッジ付与ルールの例を示す。グラフ生成部 2 3 は、以下のエッジ付与ルールのいずれか 1 つ又は複数の組み合わせに基づいてエッジを付与する。なお、以下の例において、各商品をノードとする点は同じである。

10

【 0 0 2 8 】

(1) 物理距離関係

図 7 (A) に示すように、この例では、商品間の物理的な距離に基づいてエッジの有無を決定する。具体的には、グラフ生成部 2 3 は、隣接する商品間にエッジを付与するか、一定の距離以内に存在する商品間にエッジを付与する。

【 0 0 2 9 】

(2) 商品類似関係

20

図 7 (B) に示すように、この例では、隣接する商品の類似関係に基づいてエッジの有無を決定する。具体的には、グラフ生成部 2 3 は、隣接する商品が同一の商品クラスであればエッジを付与する。もしくは、グラフ生成部 2 3 は、相互に隣接し、かつ、サイズが近い商品間にエッジを付与する。

【 0 0 3 0 】

(3) 特徴量類似関係

図 7 (C) に示すように、この例では、隣接する商品間にエッジを付与し、それら商品の特徴量の類似度 (距離) をそのエッジの重みとして設定する。なお、重みの値は「 0 」 ~ 「 1 」とする。図 7 (C) の例では、商品 A と商品 B の類似度が「 0 . 3 」であるので、商品 A と商品 B の間のエッジの重みが「 0 . 3 」となっている。同様に、中央の商品 B と右側の商品 B の類似度が「 0 . 9 」であるので、それらの間のエッジの重みが「 0 . 9 」となっている。

30

【 0 0 3 1 】

(4) 位置関係

図 7 (D) 及び 7 (E) に示すように、この例では、上下又は左右に隣接する商品にエッジを付与する。図 7 (D) の例では、上下の位置関係にある商品間にエッジが付与されている。図 7 (E) の例では、左右の位置関係にある商品間にエッジが付与されている。

【 0 0 3 2 】

図 3 に戻り、グラフ解析部 2 4 は、グラフ生成部 2 3 が生成したグラフを解析し、解析結果を出力する。グラフ解析部 2 4 は、グラフ CNN (Convolutional Neural Network) などのグラフ解析モデルを用いて、入力されたグラフを解析する。ここで、グラフ CNN について簡単に説明する。前述のように、グラフ解析部 2 4 に入力されるグラフは、各ノードに各商品の位置、サイズ、種類、特徴量など (以下、これらをまとめて「特徴量 (特徴ベクトル) X」と呼ぶ。) が与えられている。グラフ CNN では、基本的に通常のニューラルネットワークと同様に、各ノードの特徴ベクトル (特徴行列) X に重みベクトル W を掛け合わせ、これを活性化関数に入力する処理を繰り返す。

40

【 0 0 3 3 】

但し、グラフ CNN では、さらにノードの接続先を加味する。具体的に、ノードの接続関係を示す隣接行列 A を以下のように定義する。なお、隣接行列とは、接続されたノード

50

にあたるインデックスの交差点が「1」、それ以外が「0」である $N \times N$ の行列である。
単純化のため、以下では 3×3 の隣接行列を用いる。

【0034】

【数1】

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} a & b & c \end{matrix} \\ \begin{matrix} a \\ b \\ c \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

隣接行列

10

また、各ノードの特徴量を示す特徴行列 X を以下のように定義する。

【0035】

【数2】

$$X = \begin{matrix} & \begin{matrix} x_1 & x_2 \end{matrix} \\ \begin{matrix} a \\ b \\ c \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0.5 & 0.7 \\ 0.1 & 0.2 \\ 0.3 & 0.4 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

特徴行列

20

【0036】

隣接行列 A に特徴行列 X をかけると、

【0037】

【数3】

$$AX = \begin{pmatrix} 0 \cdot 0.5 + 0 \cdot 0.1 + 1 \cdot 0.3 & 0 \cdot 0.7 + 0 \cdot 0.2 + 1 \cdot 0.4 \\ 0 \cdot 0.5 + 0 \cdot 0.1 + 1 \cdot 0.3 & 0 \cdot 0.7 + 0 \cdot 0.2 + 1 \cdot 0.4 \\ 1 \cdot 0.5 + 1 \cdot 0.1 + 0 \cdot 0.3 & 1 \cdot 0.7 + 1 \cdot 0.2 + 0 \cdot 0.4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & 0.3 & 0.4 \\ b & 0.3 & 0.4 \\ c & 0.6 & 0.9 \end{pmatrix}$$

$\swarrow$ c の特徴量 $\searrow$
 $\swarrow$ a の特徴量 $\searrow$ b の特徴量

30

のようになる。

【0038】

これに、活性化関数 $\sigma(x) = \text{ReLU}(x)$ を組み合わせて、

【0039】

【数4】

$$y = \sigma(A \cdot \sigma(A \cdot \sigma(AXW)W))$$

40

のように繰り返し演算すると、レイヤを繰り返すごとに、エッジで接続された周辺のノード

50

ドの情報が加味されていく。こうして、入力されたグラフにおける各ノードの関係性を示す解析結果が得られる。

【 0 0 4 0 】

図 8 は、グラフ解析部 2 4 が出力する解析結果の例を示す。いま、図 8 (A) に示すように、3 つの商品の個別認識結果は各商品のクラス「商品 A 」、「商品 B 」、「商品 B 」であると仮定する。図 8 (B) は、解析結果の第 1 の出力例を示す。この例では、解析結果は、個々の商品の修正要否を示す。この例では、最も左のノードが「修正要 (Y e s) 」であり、他の 2 つのノードが「修正不要 (N o) 」となっている。

【 0 0 4 1 】

図 8 (C) は、解析結果の第 2 の出力例を示す。この例では、解析結果は、個々の商品名などの商品ラベルであり、最も左のノードが「お茶 X 」であり、他の 2 つのノードが「コーヒー Y 」である。なお、第 2 の出力例の場合、物体認識部 2 2 が画像における各商品の外観上の特徴量に基づいて各商品の商品ラベル (商品名など) を認識し、グラフ解析部 2 4 に供給することが必要となる。具体的には、図 3 の破線 2 9 に示すように、物体認識部 2 2 は、各商品の外観上の特徴に基づいて各商品の商品ラベルを生成し、グラフ解析部 2 4 に出力する。グラフ解析部 2 4 は、入力された各商品の商品ラベルを用いて、図 8 (C) に示すように解析結果を出力する。

【 0 0 4 2 】

図 8 (C) は、解析結果の第 3 の出力例を示す。この例では、解析結果は、個々の商品間のエッジの有無を示す。例えば、同一クラスの商品間にエッジを付与するエッジ付与ルールの場合、図 8 (C) に示すように、中央及び右側の 2 つのノード間にエッジが付与される。

【 0 0 4 3 】

グラフ解析部 2 4 は上記のようにいくつかの形式で解析結果を出力することができるが、いずれの解析結果も、直接的又は間接的に商品の修正要否を示すものとなる。具体的に、第 1 の出力例は直接的に商品の修正要否を示すものであるが、第 2 及び第 3 の出力例も間接的に「最も左の商品 A を商品 B に修正することが必要である」ことを示すと理解することができる。

【 0 0 4 4 】

なお、上記のグラフ CNN は、グラフ解析部 2 4 に使用可能なモデルの一例に過ぎず、グラフ CNN 以外の各種の GNN (G r a p h N e u r a l N e t w o r k) やグラフ解析モデルをグラフ解析部 2 4 に適用することが可能である。

【 0 0 4 5 】

[物体認識処理]

図 9 は、物体認識装置 1 0 0 による物体認識処理のフローチャートである。この処理は、図 2 に示すプロセッサ 1 2 が、予め用意されたプログラムを実行し、図 3 に示す各構成要素として動作することにより実現される。

【 0 0 4 6 】

まず、画像取得部 2 1 は、商品棚を撮影した画像を取得し、物体認識部 2 2 に出力する (ステップ S 1 1) 。次に、物体認識部 2 2 は、入力された画像から各商品の領域を検出し、各商品の位置、サイズ、種類、特徴量などを認識結果としてグラフ生成部 2 3 に出力する (ステップ S 1 2) 。グラフ生成部 2 3 は、入力された各商品の認識結果に基づいて、各商品の関係性を示すグラフを生成し、グラフ解析部 2 4 に出力する (ステップ S 1 3) 。グラフ解析部 2 4 は、入力されたグラフを解析し、個々の商品の関係性を示す解析結果を出力する (ステップ S 1 4) 。そして、処理は終了する。

【 0 0 4 7 】

[物体認識装置の応用例]

次に、物体認識装置の応用例について説明する。図 1 0 は、第 1 実施形態の応用例に係る物体認識装置 1 0 0 x の機能構成を示す。図 3 と比較すると理解されるように、物体認識装置 1 0 0 x は、物体認識装置 1 0 0 の構成に加えて修正部 2 5 を備える。物体認識装

10

20

30

40

50

置 1 0 0 x は、グラフ解析部 2 4 による解析結果に基づいて、物体認識部 2 2 が出力した認識結果を修正する。

【 0 0 4 8 】

具体的に、物体認識装置 1 0 0 x において、物体認識部 2 2 は、画像取得部 2 1 から入力された画像に基づいて生成した認識結果を修正部 2 5 に出力する。また、グラフ解析部 2 4 は、図 8 (B) ~ (D) に例示されるように、個々の商品の関連性を示す解析結果を修正部 2 5 に出力する。修正部 2 5 は、グラフ解析部 2 4 が出力した解析結果に基づいて、物体認識部 2 2 が生成した認識結果を修正して出力する。例えば、グラフ解析部 2 4 が図 8 (B) に示すように解析結果として個々の商品の修正要否を出力する場合、修正部 2 5 は、修正要 (Yes) と判定された商品を別の商品に修正する。グラフ解析部 2 4 が、図 8 (C) に示すように解析結果として各商品の商品ラベルを出力した場合、修正部 2 5 は、商品ラベルに基づいていずれかの商品の修正が必要か否かを判定し、修正が必要と判定された商品を修正する。グラフ解析部 2 4 が、図 8 (D) に示すように解析結果として商品間のエッジの有無を出力した場合、修正部 2 5 は、各商品間のエッジの有無に基づいていずれかの商品の修正が必要か否かを判定し、修正が必要と判定された商品を修正する。

10

【 0 0 4 9 】

以下、修正部 2 5 による修正方法の具体例を説明する。図 1 1 は、修正部 2 5 による認識結果の修正方法の例を示す。図 1 1 (A)、(B) は、第 1 の修正方法を示す。第 1 の修正方法は、グラフ解析部 2 4 の解析結果として、ノード毎に修正要否がスコアとして得られる場合に適用される。なお、1 つのノードは 1 つの商品に対応している。図 1 1 (A)、(B) においては、説明の便宜上、各ノードに番号 1 ~ 4 を付し、各ノードに対応する矩形のボックス内に各ノードの認識結果 (商品クラス) を示す。また、各ボックスの括弧内の数値は各ノードの修正要否を示すスコアである。このスコアは、値が大きいほど修正の必要性が高いことを示す。

20

【 0 0 5 0 】

修正部 2 5 は、各ノードのスコアを予め決められた第 1 の閾値と比較し、スコアが第 1 の閾値より大きいノードを修正対象ノードと決定する。そして、修正部 2 5 は、修正対象ノードを、それと隣接する別の商品のうち最も数が多いものに修正する。なお、「隣接する」とは、その商品を中心とする予め決められた所定範囲に属することをいい、図 1 1 の例では、隣接する商品がノード 1 ~ 4 の 4 商品であるとする。また、仮に第 1 の閾値を「0 . 5」とする。

30

【 0 0 5 1 】

グラフ解析部 2 4 が図 1 1 (A) に示す解析結果を出力した場合、修正部 2 5 は、ノード 1 ~ 4 のスコアを第 1 の閾値と比較し、スコアが「0 . 8」であるノード 2 を修正対象ノードと決定する。そして、修正部 2 5 は、ノード 2 の商品 B を、隣接する商品のうち最多である商品 A に修正する。また、グラフ解析部 2 4 が図 1 1 (B) に示す解析結果を出力した場合も、修正部 2 5 は、ノード 2 を修正対象ノードと決定する。そして、修正部 2 5 は、ノード 2 の商品 B を、隣接する商品のうち最多である商品 A に修正する。

【 0 0 5 2 】

なお、隣接する商品群において、修正対象ノードと同一クラスの商品の数と、修正対象ノードに隣接する別のクラスの商品の数とが同数である場合、修正部 2 5 は修正対象ノードを修正しないこととしてもよい。具体的に、図 1 1 (C) に示すように、ノード 2 が修正対象ノードと判定されたが、隣接する商品群のうち、修正対象ノードを含む 2 つのノードが商品 B であり、修正対象ノードと別の 2 つのノードが商品 A である場合、修正部 2 5 はノード 2 を修正しないこととしてもよい。

40

【 0 0 5 3 】

また、上記の第 1 の修正方法では、修正部 2 5 は修正対象ノードを決定し、その修正まで行っているが、その代わりに、修正までは行わず、修正対象ノードを提示するにとどめてもよい。例えば図 1 1 (A) の例では、修正部 2 5 は、修正対象ノードとしてノード 2 を出力して処理を終了してもよい。この場合は、修正部 2 5 の出力を見て、修正対象ノード

50

ドをどの商品に修正するかを人間などが決めればよい。

【 0 0 5 4 】

図 1 2 (A) は、第 2 の修正方法を示す。第 2 の修正方法では、グラフ解析部 2 4 が解析結果として各ノードの同一商品らしさを示すスコア（以下、「一致度スコア」とも呼ぶ。）を出力するものとする。一致度スコアは「 0 」～「 1 」の値をとる。修正部 2 5 は、解析結果として得られた異なる商品クラスの組み合わせ（ペア）について、それらの商品クラス間の一致度スコアの最大値が予め決められた第 2 の閾値を超えた場合、それらのノードを同一商品に揃えるように修正を行う。なお、第 2 の修正方法では、第 1 の修正方法と同一又は異なる方法により、修正対象ノードが決まっているものとする。

【 0 0 5 5 】

具体的に、図 1 2 (A) の例において、修正対象ノードがノード 2 であるとする。ノード 2 は、ノード 1、3、4 と商品クラスが異なっている。また、ノード 1 とノード 2 との一致度スコアは「 0 . 8 」、ノード 2 とノード 3 との一致度スコアは「 0 . 7 」、ノード 2 とノード 4 との一致度スコアは「 0 . 7 」である。いま、第 2 の閾値を「 0 . 7 」とする。この場合、商品 A と商品 B のペアについての一致度スコアは、ノード 1 とノード 2 の一致度スコア「 0 . 8 」、及び、ノード 2 とノード 3 の一致度スコア「 0 . 7 」であり、それらの最大値は「 0 . 8 」である。また、商品 B と商品 C のペアについての一致度スコアは、ノード 2 とノード 3 の一致度スコア「 0 . 7 」であり、その最大値は「 0 . 7 」である。よって、異なる商品ラベル間の一致度スコアの最大値は、商品 A と商品 B の一致度スコア「 0 . 8 」であり、これは第 2 の閾値「 0 . 7 」を超えている。よって、修正部 2 5 は、ノード 2 をノード 1 と同じ商品 A に修正する。

【 0 0 5 6 】

なお、上記の方法で、最大値の代わりに、平均値を用いてもよい。この場合、商品 A と商品 B のペアについての一致度スコアは、ノード 1 とノード 2 の一致度スコア「 0 . 8 」、及び、ノード 2 とノード 3 の一致度スコア「 0 . 7 」であり、その平均値は「 0 . 7 5 」であり、これは第 2 の閾値「 0 . 7 」を超えている。よって、修正部 2 5 は、商品 B であるノード 2 を商品 A に修正する。一方、商品 B と商品 C のペアについての一致度スコアは、ノード 2 とノード 3 の一致度スコア「 0 . 7 」であり、その平均値は「 0 . 7 」であり、これは第 2 の閾値「 0 . 7 」を超えていない。よって、修正部 2 5 は、商品 B と商品 C との間の修正は行わない。

【 0 0 5 7 】

図 1 2 (B) は、第 3 の修正方法を示す。なお、第 3 の修正方法でも、グラフ解析部 2 4 は解析結果として各ノードの同一商品らしさを示す一致度スコアを出力し、一致度スコアは「 0 」～「 1 . 0 」の値をとるものとする。また、第 3 の修正方法でも、第 1 の修正方法と同一又は異なる方法により、修正対象ノードが決まっているものとする。

【 0 0 5 8 】

第 3 の修正方法では、修正部 2 5 は、修正対象のノードを、予め決められた第 3 の閾値以上の一致度スコアを示す商品のうち、最も数が多いものに修正する。図 1 2 (B) の例において、各ノードの商品ラベル及び一致度は図 1 2 (A) と同様である。いま、第 3 の閾値を「 0 . 7 」とする。修正対象ノードであるノード 2 との一致度スコアが第 3 の閾値「 0 . 7 」以上であるのは、ノード 1、3、4 であり、ノード 1 とノード 3 は商品 A であるので、最多の商品は商品 A となる。よって、修正部 2 5 は、ノード 2 を商品 B から商品 A に修正する。

【 0 0 5 9 】

このように、応用例に係る物体認識装置 1 0 0 x では、解析結果に基づいて修正された認識結果を得ることができる。

【 0 0 6 0 】

[学習装置]

次に、グラフ解析部 2 4 が使用するグラフ解析モデルの学習装置について説明する。

(機能構成)

10

20

30

40

50

図 1 3 は、学習装置 2 0 0 の機能構成を示すブロック図である。学習装置 2 0 0 は、グラフ生成部 2 3 と、グラフ解析部 2 4 と、教師データ生成部 3 1 と、学習部 3 2 とを備える。グラフ生成部 2 3 及びグラフ解析部 2 4 は図 3 に示す物体認識装置 1 0 0 のものと同様である。

【 0 0 6 1 】

教師データ生成部 3 1 は、商品棚の画像に物体認識処理を適用して得た認識結果に基づいて、グラフ解析モデルの学習に使用される教師データを生成する。なお、商品棚に対する複数の商品の配置を「棚割」と呼び、商品棚の画像に対する認識結果を「棚割認識結果」とも呼ぶ。教師データは、教師入力データと、それに対する正解を示す教師ラベルとのセットである。

10

【 0 0 6 2 】

グラフ解析部 2 4 が使用するグラフ解析モデルは、商品棚の画像についての誤った棚割認識結果を入力すると、その誤りを補正するための解析結果を出力するように学習される。よって、教師入力データは、誤りを含む棚割認識結果であり、教師データ生成部 3 1 は、一部の商品の認識結果が誤りとなっている棚割認識結果を教師入力データとして生成し、グラフ生成部 2 3 に出力する。まず、教師入力データの生成方法について説明する。

【 0 0 6 3 】

(1) 第 1 の方法

第 1 の方法では、教師データ生成部 3 1 は、商品棚を撮影した実際の画像から物体認識処理により生成された各商品の認識結果を取得する。そして、教師データ生成部 3 1 は、取得した認識結果のうち、誤りを含むものを教師入力データとする。

20

【 0 0 6 4 】

(2) 第 2 の方法

第 2 の方法では、教師データ生成部 3 1 は、第 1 の方法と同様に、商品棚を撮影した実際の画像から物体認識処理により生成された各商品の認識結果を取得する。この認識結果は、各商品について、複数の商品候補毎の信頼度を示すスコアを含む。教師データ生成部 3 1 は、取得した認識結果のうち、信頼度が 1 位のスコアと 2 位のスコアの差が予め決められた第 4 の閾値未満の商品を抽出し、ランダムな N 個の商品について、1 位と 2 位の結果を入れ替えることで教師入力データを生成する。即ち、この方法では、物体認識部 2 2 が生成した認識結果は正しいものであるとし、その一部の商品について意図的に認識結果を誤りに変更する。

30

【 0 0 6 5 】

具体的に、教師データ生成部 3 1 は、信頼度が 1 位である商品候補のスコアと、信頼度が 2 位である商品候補のスコアとの差が第 4 の閾値未満である場合、信頼度が 1 位の商品候補の代わりに、信頼度が 2 位の商品候補をその商品の認識結果とする。教師データ生成部 3 1 は、この処理を、信頼度の 1 位と 2 位のスコア差が第 4 の閾値未満である複数の商品のうち、ランダムに選択した N 個の商品について適用する。これにより、1 枚の画像から物体認識処理により生成した認識結果において、ランダムに選択した N 個の商品の認識結果が誤りとなった教師入力データが得られる。

【 0 0 6 6 】

40

(3) 第 3 の方法

第 3 の方法では、教師データ生成部 3 1 は、正解が付与された複数の商品の認識結果を取得する。そして、教師データ生成部 3 1 は、正解が付与された複数の商品のうち、ランダムに選択した N 個の商品を、別の商品と入れ替える。これにより、ランダムに選択した N 個の商品の認識結果が誤りとなった教師入力データが得られる。

【 0 0 6 7 】

(4) 第 4 の方法

第 4 の方法では、教師データ生成部 3 1 は、第 3 の方法と同様に、正解が付与された複数の商品の認識結果を取得する。また、商品棚の実際の画像に含まれる複数の商品のうち、誤認識が起こりやすい商品（以下、「誤認識候補」と呼ぶ。）を予め特定しておく。そ

50

して、教師データ生成部 31 は、複数の商品の認識結果に含まれる誤認識候補を、別の商品と入れ替える。例えば、ある商品 M と商品 N が類似していて誤認識が起こりやすいことがわかっている場合、教師データ生成部 31 は、正解が付与された複数の商品の認識結果に含まれる商品 M と商品 N を入れ替える。これにより、誤認識候補についての認識結果が誤りとなった教師入力データが得られる。

【0068】

なお、上記の第 1 ～ 第 4 の方法によって、認識結果に含まれる商品を入れ替える際、教師データ生成部 31 は、入れ替えの対象となるノードについて、商品クラスとともに特徴ベクトルを入れ替える。

【0069】

(5) 第 5 の方法

上記の第 1 ～ 第 4 の方法では、画像に対して物体認識処理を適用して得られた認識結果を用いて教師入力データを生成している。これに対し、第 5 の方法では、画像データ自体を変更する。具体的には、商品棚などの画像を教師データ生成部 31 に入力する。教師データ生成部 31 は、入力された画像から個々の商品を個別に切り出して個別商品画像を生成し、個別商品画像を一定のルールに従って画像中に再配置する。再配置のルールとしては、前述の陳列ルールと同様に、「同じ商品は隣り合って並ぶ」、「同じサイズの商品は同じ段に並ぶ」、「大きい商品は棚の下の方に並ぶ」などを用いることができる。そして、教師データ生成部 31 は、個別商品画像を再配置して得られた画像データに対して物体認識を適用して認識結果を生成し、得られた認識結果に対して上述の第 1 又は第 2 の方法を適用して教師入力データを生成する。

【0070】

第 1 ～ 第 5 の方法のいずれを用いた場合でも、教師データ生成部 31 は、生成した教師入力データに対する教師ラベルを生成する。教師ラベルは、教師入力データにおける修正箇所、即ち、修正が必要な商品の位置を示す。教師ラベルは、グラフ解析部 24 が出力する解析結果の形態に応じて、図 8 (B) ～ (D) のいずれかの形態で用意される。具体的に、教師データ生成部 31 は、上記のいずれかの方法で教師入力データとして生成された、誤りを含む認識結果と、それに対応する正しい認識結果との差分を算出し、修正箇所を示す教師ラベルを生成する。こうして得られた教師データ、即ち、教師入力データと教師ラベルのセットは、DB 15 などに記憶される。

【0071】

教師データ生成部 31 が生成した教師入力データはグラフ生成部 23 に入力される。グラフ生成部 23 は、教師入力データに基づいてグラフを生成し、グラフ解析部 24 に出力する。グラフ解析部 24 は、生成された教師入力データのグラフを解析し、解析結果を学習部 32 に出力する。

【0072】

学習部 32 は、グラフ解析部 24 が出力した解析結果を、予め用意された教師ラベルと比較し、その差 (損失) に基づいてグラフ解析モデルを学習する。例えばグラフ解析モデルが前述のようにニューラルネットワークを用いた GCNN である場合、学習部 32 は、解析結果と教師ラベルとの損失に基づいて、グラフ解析モデルを構成するニューラルネットワークのパラメータを最適化する。

【0073】

(学習処理)

次に、学習装置 200 による学習処理について説明する。図 14 は、学習処理のフローチャートである。この処理は、図 2 に示すプロセッサ 12 が予め用意されたプログラムを実行し、図 13 に示す構成要素として動作することにより実現される。なお、以下の学習処理では、実際の商品棚の画像に対して、各商品の認識結果の正解情報が用意されていることを前提とする。

【0074】

まず、教師データ生成部 31 は、商品棚の画像を取得するとともに (ステップ S21)

10

20

30

40

50

、その画像について用意された各商品の認識結果の正解情報を取得する（ステップ S 2 2）。次に、教師データ生成部 3 1 は、取得した画像に対して画像認識処理を行って画像の認識結果を取得し、前述の第 1 ～ 第 4 の方法のいずれかを用いて教師入力データを生成する（ステップ S 2 3）。また、教師データ生成部 3 1 は、生成した教師入力データと、ステップ S 2 2 で取得した正解情報とを用いて、修正箇所を示す教師ラベルを生成する（ステップ S 2 4）。

【 0 0 7 5 】

次に、教師入力データがグラフ生成部 2 3 に入力され、グラフ生成部 2 3 は、教師入力データに基づいてグラフを生成し（ステップ S 2 5）、グラフ解析部 2 4 に出力する。グラフ解析部 2 4 は、入力されたグラフを解析し、解析結果を学習部 3 2 に出力する（ステップ S 2 6）。

10

【 0 0 7 6 】

学習部 3 2 は、グラフ解析部 2 4 が出力した解析結果を、ステップ S 2 4 で生成された教師ラベルと比較し、その差（損失）に基づいてグラフ解析モデルを更新する（ステップ S 2 7）。以上の処理が、用意された画像分だけ実行され、学習処理は終了する。

【 0 0 7 7 】

〔変形例〕

次に、本実施形態の変形例を説明する。以下の変形例は、適宜組み合わせて適用することができる。

【 0 0 7 8 】

20

（変形例 1）

上記の実施形態では、物体認識部 2 2 からグラフ生成部 2 3 に入力される個々の商品の特徴量は、商品の外観に関する特徴を含んでいるが、商品の外観に関する特徴量を含まない特徴量を用いてもよい。即ち、グラフ生成部 2 3 は、商品の外観に関する特徴を含まない特徴ベクトルを用いてグラフを生成し、グラフ解析部 2 4 はそのグラフの解析を行ってもよい。

【 0 0 7 9 】

（変形例 2）

図 1 2 に示す物体認識装置 1 0 0 x は、修正部 2 5 により修正が行われた後の認識結果を出力するが、この出力を物体認識部 2 2 が使用する物体認識モデルの再学習に使用してもよい。即ち、物体認識部 2 2 は、学習済みの物体認識モデルを用いて入力された画像データから物体認識を行うが、修正部 2 5 による修正後の認識結果は、物体認識モデルによる誤認識箇所を修正した認識結果となるので、これを用いて物体認識モデルの再学習を行うことにより、物体認識モデルの認識精度を向上させることが可能となる。

30

【 0 0 8 0 】

（変形例 3）

上記の実施形態では、グラフ生成部 2 3 は、各商品をノードとするグラフを生成するが、これに加えて、各商品を属性などにより分類するためのノード（以下、「分類ノード」と呼ぶ。）を設けてもよい。例えば、商品のサイズを「大型商品」、「中型商品」、「小型商品」などに分類し、分類ノードとして「大型商品ノード」、「中型商品ノード」、「小型商品ノード」を設ける。エッジを付与して各商品をいずれかの分類ノードに接続することにより、各商品のサイズ分類の情報をグラフに持たせることができる。同様に、商品の種類やカテゴリを分類するノードを設けてもよい。さらに、商品棚の各段（上段、中段、下段など）に対応する分類ノードを設け、各商品をいずれかのノードと接続することにより、各商品が商品棚のどの段にあるかを表現することができる。このような分類ノードを用いることにより、商品棚に配置された商品間の様々な関係を利用して、商品の認識精度を向上させることができる。

40

【 0 0 8 1 】

（変形例 4）

上記の実施形態では、図 5 に例示するように、各ノードが商品を示し、各エッジが商品

50

間の関係を示すグラフを用いて物体を認識しているが、そのグラフを線グラフ化したグラフを用いてもよい。ここで、「線グラフ (Line graph)」とは、あるグラフのエッジをノードに変換し、ノードをエッジに変換したグラフである。図 15 (A) は、上記の実施形態により生成されるグラフの例を示し、図 15 (B) は図 15 (A) のグラフを線グラフ化したグラフを示す。図 15 (A) に示すグラフでは、各ノードが商品を示し、各エッジが商品間の関係を示している。これに対し、図 15 (B) に示す線グラフでは、各ノードが商品間の関係を示し、各エッジは共通の商品を含むノードを結ぶことにより商品を示している。このような線グラフ化したグラフを用いても、各商品の種類や位置関係などの特徴を表現することができるので、上記の実施形態と同様の物体認識を行うことができる。この場合、上記の変形例 3 における分類ノードは、分類エッジとして表現することができる。

10

【0082】

< 第 2 実施形態 >

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。図 16 (A) は、第 2 実施形態に係る物体認識装置の機能構成を示すブロック図である。図 16 (A) に示すように、物体認識装置 70 は、画像取得手段 71 と、物体認識手段 72 と、グラフ生成手段 73 と、グラフ解析手段 74 と、を備える。画像取得手段 71 は、商品棚の撮影画像などの画像を取得する。物体認識手段 72 は、画像に含まれる物体を認識し、認識結果を生成する。グラフ生成手段 73 は、認識結果に基づき、認識された個々の物体をノードとエッジの一方に定義し、物体間の関係をノードとエッジの他方に定義したグラフを生成する。グラフ解析手段 74 は、グラフを解析し、物体間の関係性を示す解析結果を生成する。

20

【0083】

図 16 (B) は、第 2 実施形態に係る学習装置の機能構成を示すブロック図である。図 16 (B) に示すように、学習装置 80 は、教師データ生成手段 81 と、グラフ生成手段 82 と、グラフ解析手段 83 と、学習手段 84 と、を備える。教師データ生成手段 81 は、画像に含まれる物体の認識結果を取得し、一部に誤り箇所を含む認識結果を教師入力データとして生成するとともに、教師入力データにおける修正箇所を示す教師ラベルを生成する。グラフ生成手段 82 は、教師入力データに含まれる個々の物体をノードとエッジの一方に定義し、物体間の関係をノードとエッジの他方に定義したグラフを生成する。グラフ解析手段 83 は、グラフ解析モデルを用いてグラフを解析し、物体間の関係性を示す解析結果を生成する。学習手段 84 は、解析結果と、教師ラベルとを用いて、グラフ解析モデルを学習する。

30

【0084】

上記の実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

【0085】

(付記 1)

画像を取得する画像取得手段と、
前記画像に含まれる物体を認識し、認識結果を生成する物体認識手段と、
前記認識結果に基づき、認識された個々の物体をノードとエッジの一方に定義し、前記物体間の関係を前記ノードと前記エッジの他方に定義したグラフを生成するグラフ生成手段と、
前記グラフを解析し、前記物体間の関係性を示す解析結果を生成するグラフ解析手段と、
を備える物体認識装置。

40

【0086】

(付記 2)

前記認識結果は、前記物体のサイズ、位置、種類、及び、特徴量の少なくとも一つを含む付記 1 に記載の物体認識装置。

【0087】

(付記 3)

50

前記グラフ生成手段は、個々の物体の位置関係、距離関係、種類の類似関係、及び、特徴量の類似関係の少なくとも一つに基づいて前記ノード又はエッジを定義する付記 1 又は 2 に記載の物体認識装置。

【 0 0 8 8 】

(付記 4)

前記グラフ生成手段は、前記物体のサイズ、位置及び種類の少なくとも一つに関する分類を示す分類ノード又は分類エッジを含むグラフを生成する付記 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の物体認識装置。

【 0 0 8 9 】

(付記 5)

前記解析結果は、個々の物体の認識結果についての修正要否を示す情報である付記 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の物体認識装置。

【 0 0 9 0 】

(付記 6)

前記修正要否を示す情報に基づいて、物体の修正候補を出力する修正手段を備える付記 5 に記載の物体認識装置。

【 0 0 9 1 】

(付記 7)

前記解析結果は、前記個々の物体の修正要否を示すスコアを含み、

前記修正手段は、前記スコアが第 1 の閾値より大きい物体について、当該物体から所定範囲に存在する別の物体のうち最多の物体を前記修正候補として出力する付記 6 に記載の物体認識装置。

【 0 0 9 2 】

(付記 8)

前記解析結果は、物体間の同一物体らしさを示すスコアを含み、

前記修正手段は、前記スコアの最大値又は平均値が第 2 の閾値より大きい場合、当該最大値を有する物体を前記修正候補として出力する付記 6 に記載の物体認識装置。

【 0 0 9 3 】

(付記 9)

前記物体認識手段は、学習済みの物体認識モデルを用いて物体を認識し、

前記修正候補を用いて、前記物体認識モデルを再学習する再学習手段を備える付記 6 乃至 8 のいずれか一項に記載の物体認識装置。

【 0 0 9 4 】

(付記 1 0)

前記解析結果は、物体間の種類の同一性を示す情報である付記 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の物体認識装置。

【 0 0 9 5 】

(付記 1 1)

前記物体認識手段は、個々の物体のラベルを認識し、

前記グラフ解析手段は、個々の物体のラベルを含む解析結果を生成する付記 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の物体認識装置。

【 0 0 9 6 】

(付記 1 2)

前記画像取得手段は、商品が陳列された商品棚の撮影画像を取得し、

前記物体認識部は、前記撮影画像中の商品を前記物体として認識する付記 1 乃至 1 1 のいずれか一項に記載の物体認識装置。

【 0 0 9 7 】

(付記 1 3)

画像を取得し、

前記画像に含まれる物体を認識し、認識結果を生成し、

10

20

30

40

50

前記認識結果に基づき、認識された個々の物体をノードとエッジの一方に定義し、前記物体間の関係を前記ノードと前記エッジの他方に定義したグラフを生成し、

前記グラフを解析し、前記物体間の関係性を示す解析結果を生成する物体認識方法。

【0098】

(付記14)

画像を取得し、

前記画像に含まれる物体を認識し、認識結果を生成し、

前記認識結果に基づき、認識された個々の物体をノードとエッジの一方に定義し、前記物体間の関係を前記ノードと前記エッジの他方に定義したグラフを生成し、

前記グラフを解析し、前記物体間の関係性を示す解析結果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を記録した記録媒体。

10

【0099】

(付記15)

画像に含まれる物体の認識結果を取得し、一部に誤り箇所を含む認識結果を教師入力データとして生成するとともに、前記教師入力データにおける修正箇所を示す教師ラベルを生成する教師データ生成手段と、

前記教師入力データに含まれる個々の物体をノードとエッジの一方に定義し、前記物体間の関係を前記ノードと前記エッジの他方に定義したグラフを生成するグラフ生成手段と、

グラフ解析モデルを用いて前記グラフを解析し、前記物体間の関係性を示す解析結果を生成するグラフ解析手段と、

20

前記解析結果と、前記教師ラベルとを用いて、前記グラフ解析モデルを学習する学習手段と、

を備える学習装置。

【0100】

(付記16)

前記教師データ生成手段は、前記物体の認識結果の正解情報を取得し、前記教師入力データと前記正解情報との差分を用いて前記教師ラベルを生成する付記15に記載の学習装置。

【0101】

(付記17)

画像に含まれる物体の認識結果を取得し、一部に誤り箇所を含む認識結果を教師入力データとして生成するとともに、前記教師入力データにおける修正箇所を示す教師ラベルを生成し、

30

前記教師入力データに含まれる個々の物体をノードとエッジの一方に定義し、前記物体間の関係を前記ノードと前記エッジの他方に定義したグラフを生成し、

グラフ解析モデルを用いて前記グラフを解析し、前記物体間の関係性を示す解析結果を生成し、

前記解析結果と、前記教師ラベルとを用いて、前記グラフ解析モデルを学習する学習方法。

【0102】

40

(付記18)

画像に含まれる物体の認識結果を取得し、一部に誤り箇所を含む認識結果を教師入力データとして生成するとともに、前記教師入力データにおける修正箇所を示す教師ラベルを生成し、

前記教師入力データに含まれる個々の物体をノードとエッジの一方に定義し、前記物体間の関係を前記ノードと前記エッジの他方に定義したグラフを生成し、

グラフ解析モデルを用いて前記グラフを解析し、前記物体間の関係性を示す解析結果を生成し、

前記解析結果と、前記教師ラベルとを用いて、前記グラフ解析モデルを学習する処理をコンピュータに実行させるプログラムを記録した記録媒体。

50

【 0 1 0 3 】

以上、実施形態及び実施例を参照して本発明を説明したが、本発明は上記実施形態及び実施例に限定されるものではない。本発明の構成や詳細には、本発明の範囲内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 4 】

1 2	プロセッサ	
1 3	メモリ	
1 5	データベース (D B)	
2 1	画像取得部	10
2 2	物体認識部	
2 3	グラフ生成部	
2 4	グラフ解析部	
2 5	修正部	
3 1	教師データ生成部	
3 2	学習部	
4 0	商品棚	
1 0 0、1 0 0 x	物体認識装置	
2 0 0	学習装置	20

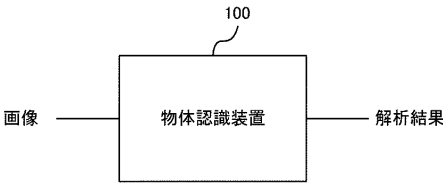
30

40

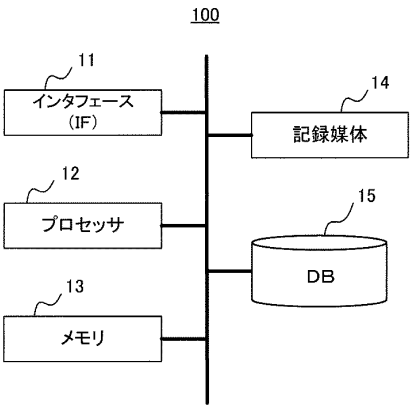
50

【図面】

【図 1】

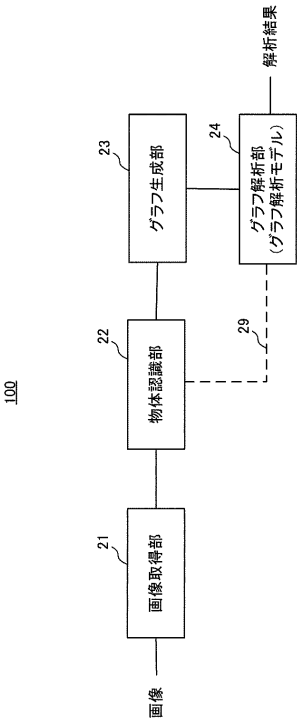


【図 2】

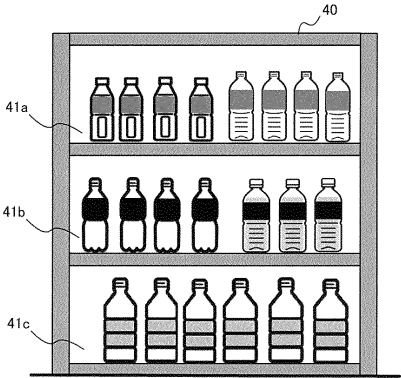


10

【図 3】



【図 4】



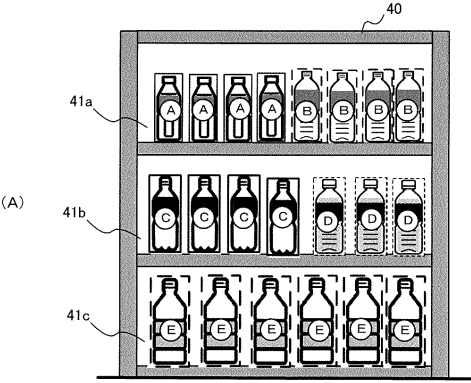
20

30

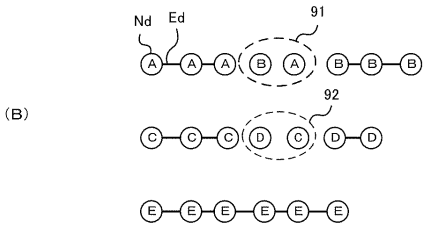
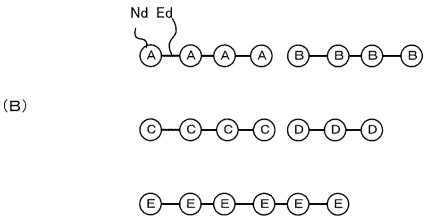
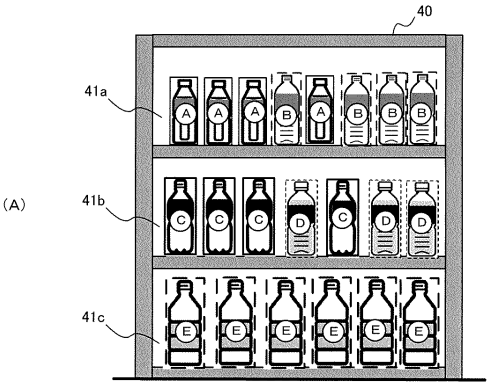
40

50

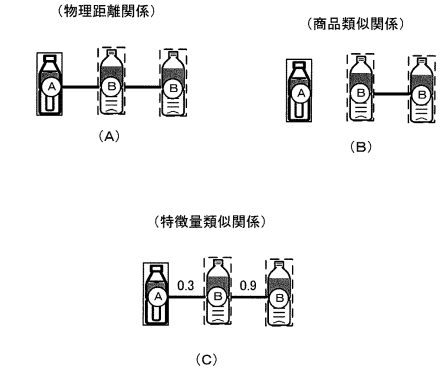
【 図 5 】



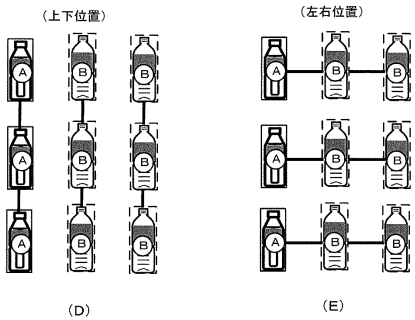
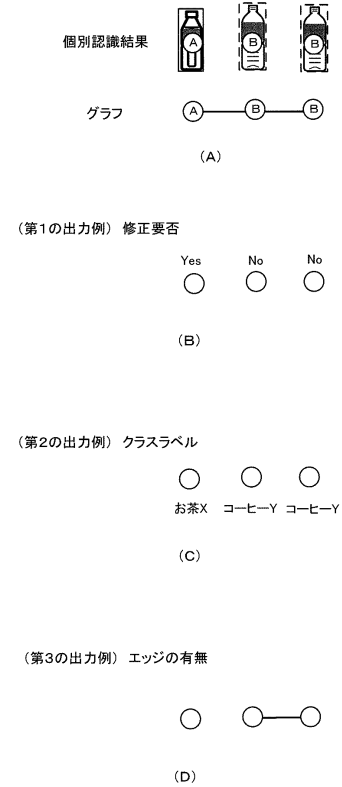
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



10

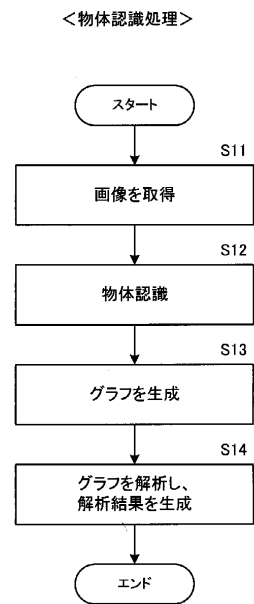
20

30

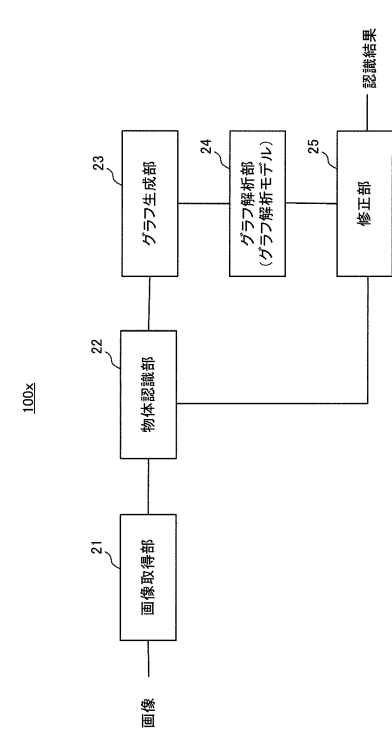
40

50

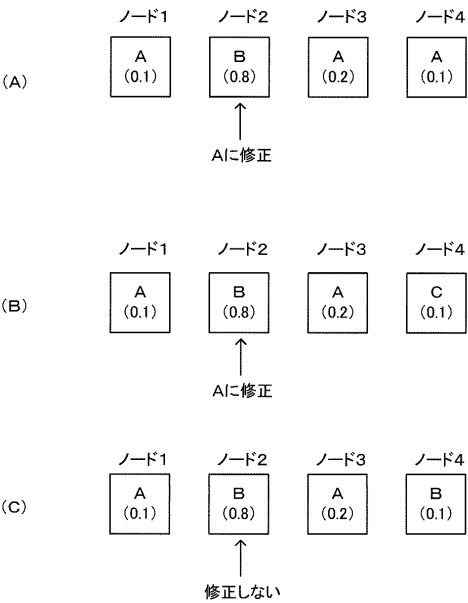
【図 9】



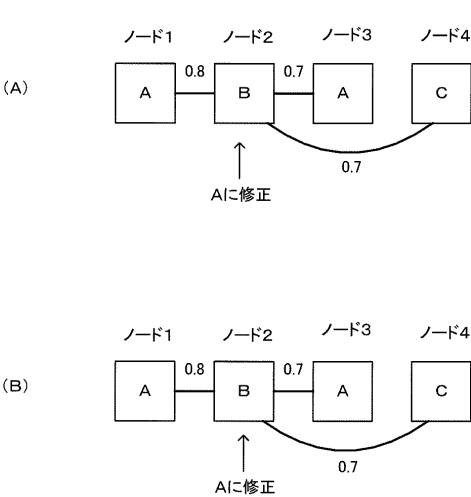
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

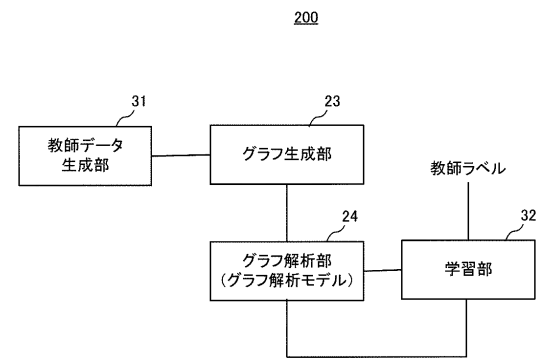
20

30

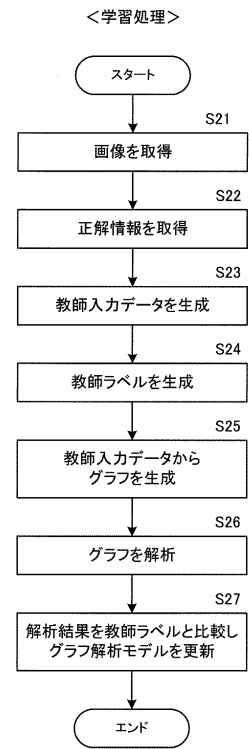
40

50

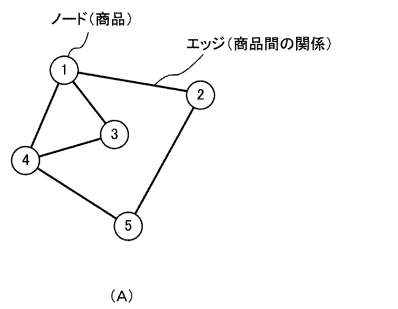
【図 13】



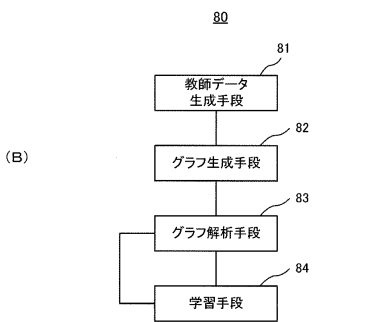
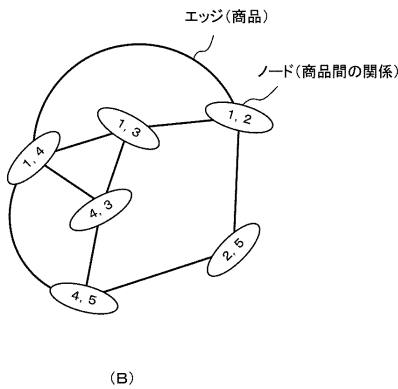
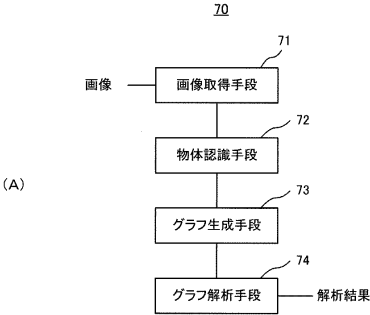
【図 14】



【図 15】



【図 16】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 9 / 1 0 7 1 5 7 (W O , A 1)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 6 T 7 / 0 0 - 7 / 9 0