

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7536745号
(P7536745)

(45)発行日 令和6年8月20日(2024.8.20)

(24)登録日 令和6年8月9日(2024.8.9)

(51)国際特許分類

F I

G 0 6 F 16/58 (2019.01)

G 0 6 F 16/58

G 0 6 N 3/04 (2023.01)

G 0 6 N 3/04

請求項の数 14 (全56頁)

(21)出願番号	特願2021-510572(P2021-510572)	(73)特許権者	000153878
(86)(22)出願日	令和2年3月17日(2020.3.17)		株式会社半導体エネルギー研究所
(86)国際出願番号	PCT/IB2020/052405		神奈川県厚木市長谷3 9 8 番地
(87)国際公開番号	WO2020/201866	(72)発明者	秋元 健吾
(87)国際公開日	令和2年10月8日(2020.10.8)		神奈川県厚木市長谷3 9 8 番地 株式会
審査請求日	令和5年3月13日(2023.3.13)		社半導体エネルギー研究所内
(31)優先権主張番号	特願2019-65757(P2019-65757)	(72)発明者	玉木 滋
(32)優先日	平成31年3月29日(2019.3.29)		神奈川県厚木市長谷3 9 8 番地 株式会
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		社半導体エネルギー研究所内
		(72)発明者	山本 一字
			神奈川県厚木市長谷3 9 8 番地 株式会
			社半導体エネルギー研究所内
		(72)発明者	茂森 勇
			神奈川県厚木市長谷3 9 8 番地 株式会
			社半導体エネルギー研究所内
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像検索システム、及び画像検索方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

データベースと、処理部と、入力部と、を有し、
前記データベースは、文書データと、複数のデータベース画像データと、を記憶する機能を有し、
前記処理部は、前記データベース画像データの特徴量を表すデータベース画像特徴量データを、前記複数のデータベース画像データのそれぞれについて取得する機能を有し、
前記処理部は、前記文書データを用いてデータベースタグを複数生成し、前記データベースタグを前記データベース画像データに紐づける機能を有し、
前記処理部は、前記データベースタグを表すデータベースタグベクトルを、前記複数のデータベースタグのそれぞれについて取得する機能を有し、
前記処理部は、前記入力部にクエリ画像データが入力された場合に、前記クエリ画像データの特徴量を表すクエリ画像特徴量データを取得する機能を有し、
前記処理部は、前記データベース画像データの、前記クエリ画像データに対する類似度である第1の類似度を、前記複数のデータベース画像データのそれぞれについて算出する機能を有し、
前記処理部は、前記第1の類似度に基づき、前記データベースタグの一部を用いて、前記クエリ画像データに紐付けられるクエリタグを取得する機能を有し、
前記処理部は、前記クエリタグを表すクエリタグベクトルを取得する機能を有し、
前記処理部は、前記データベース画像特徴量データと、前記データベースタグベクトル

と、を含む第 1 のデータを取得する機能を有し、

前記処理部は、前記クエリ画像特徴量データと、前記クエリタグベクトルと、を含む第 2 のデータを取得する機能を有し、

前記処理部は、前記第 1 のデータの、前記第 2 のデータに対する類似度である第 2 の類似度を算出する機能を有する画像検索システム。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記データベースタグには、単語が含まれる画像検索システム。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、

前記処理部は、前記文書データに対して形態素解析を行うことにより、前記データベースタグを生成する機能を有する画像検索システム。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項において、

前記処理部は、第 1 のニューラルネットワークと、第 2 のニューラルネットワークと、を有し、

前記データベース画像特徴量データ、及び前記クエリ画像特徴量データは、前記第 1 のニューラルネットワークを用いて取得され、

前記データベースタグベクトル、及び前記クエリタグベクトルは、前記第 2 のニューラルネットワークを用いて取得される画像検索システム。

【請求項 5】

請求項 4 において、

前記第 1 のニューラルネットワークは、畳み込み層と、プーリング層と、を有し、

前記データベース画像特徴量データ、及び前記クエリ画像特徴量データは、前記プーリング層から出力される画像検索システム。

【請求項 6】

請求項 4 又は 5 において、

前記データベースタグベクトル、及び前記クエリタグベクトルは、分散表現ベクトルである画像検索システム。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項において、

前記第 1 の類似度、及び前記第 2 の類似度は、コサイン類似度である画像検索システム。

【請求項 8】

文書データ、及び複数のデータベース画像データが記憶されているデータベースと、処理部と、入力部と、を有する画像検索システムを用いた画像検索方法であって、

前記処理部は、前記データベース画像データの特徴量を表すデータベース画像特徴量データを、前記複数のデータベース画像データのそれぞれについて取得し、

前記処理部は、前記文書データを用いてデータベースタグを複数生成し、前記データベースタグを前記データベース画像データに紐づけ、

前記処理部は、前記データベースタグを表すデータベースタグベクトルを、前記複数のデータベースタグのそれぞれについて取得し、

前記処理部は、前記入力部にクエリ画像データを入力し、

前記処理部は、前記クエリ画像データの特徴量を表すクエリ画像特徴量データを取得し、

前記処理部は、前記データベース画像データの、前記クエリ画像データに対する類似度である第 1 の類似度を、前記複数のデータベース画像データのそれぞれについて算出し、

前記処理部は、前記第 1 の類似度に基づき、前記データベースタグの一部を用いて、前記クエリ画像データに紐付けられるクエリタグを取得し、

前記処理部は、前記クエリタグを表すクエリタグベクトルを取得し、

前記処理部は、前記データベース画像特徴量データ、及び前記データベースタグベクトルを含む第 1 のデータと、

10

20

30

40

50

前記クエリ画像特徴量データと、前記クエリタグベクトルと、を含む第２のデータと、を取得し、
前記処理部は、前記第１のデータの、前記第２のデータに対する類似度である第２の類似度を算出する画像検索方法。

【請求項 ９】

請求項 ８において、

前記データベースタグには、単語が含まれる画像検索方法。

【請求項 １０】

請求項 ８又は ９において、

前記処理部は、前記文書データに対して形態素解析を行うことにより、前記データベースタグを生成する画像検索方法。

10

【請求項 １１】

請求項 ８乃至 １０のいずれか一項において、

前記処理部は、前記データベース画像特徴量データ、及び前記クエリ画像特徴量データを、第１のニューラルネットワークを用いて取得し、

前記処理部は、前記データベースタグベクトル、及び前記クエリタグベクトルを、第２のニューラルネットワークを用いて取得する画像検索方法。

【請求項 １２】

請求項 １１において、

前記第１のニューラルネットワークは、畳み込み層と、プーリング層と、を有し、

20

前記データベース画像特徴量データ、及び前記クエリ画像特徴量データは、前記プーリング層から出力される画像検索方法。

【請求項 １３】

請求項 １１又は １２において、

前記データベースタグベクトル、及び前記クエリタグベクトルは、分散表現ベクトルである画像検索方法。

【請求項 １４】

請求項 ８乃至 １３のいずれか一項において、

前記第１の類似度、及び前記第２の類似度は、コサイン類似度である画像検索方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【０００１】

本発明の一態様は、画像検索システム、及び画像検索方法に関する。

【０００２】

なお、本発明の一態様は、上記の技術分野に限定されない。本発明の一態様の技術分野としては、半導体装置、表示装置、発光装置、蓄電装置、記憶装置、電子機器、照明装置、それらの駆動方法、又はそれらの製造方法を一例として挙げることができる。

【背景技術】

【０００３】

出願前の発明に関し先行技術調査を行うことで、関連する知的財産権が存在するか否かを調査することができる。先行技術調査を行うことで得られた、国内外の特許文献及び論文等の先行技術文献は、発明の新規性及び進歩性の確認、並びに、特許を出願するか否かの判断に利用することができる。また、先行技術文献の無効資料調査を行うことで、自身の所有する特許権が無効化する恐れが無い、或いは、他者の所有する特許権を無効化できるか、調査することができる。

40

【０００４】

例えば、出願前の技術を具現する図面と類似する図面が掲載された先行技術文献を検索することにより、上記先行技術調査を行うことができる。具体的には、例えば画像検索システムに使用者が図面を入力することで、入力された図面と類似する図面を含む先行技術文献を検索することができる。

50

【0005】

入力された画像と類似する画像の検索は、例えばニューラルネットワークを用いて行うことができる。例えば、特許文献1には、画像間の類似度を、ニューラルネットワークを用いて判定する方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】特開2017-207947号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

入力された画像と、検索対象の画像と、の類似度を画像データのみを用いて算出すると、例えば入力された画像と異なる概念の画像が検索される場合がある。これにより、検索結果にノイズとなる画像が混入し、検索したい画像が出力されなくなる場合がある。よって、類似画像の検索精度が低くなる場合がある。

【0008】

そこで、本発明の一態様は、検索精度が高い画像検索システムを提供することを課題の一つとする。又は、本発明の一態様は、短時間で検索を行うことができる画像検索システムを提供することを課題の一つとする。又は、本発明の一態様は、検索を簡便に行うことができる画像検索システムを提供することを課題の一つとする。又は、本発明の一態様は、新規な画像検索システムを提供することを課題の一つとする。

【0009】

又は、本発明の一態様は、検索精度が高い画像検索方法を提供することを課題の一つとする。又は、本発明の一態様は、短時間で検索を行うことができる画像検索方法を提供することを課題の一つとする。又は、本発明の一態様は、検索を簡便に行うことができる画像検索方法を提供することを課題の一つとする。又は、本発明の一態様は、新規な画像検索方法を提供することを課題の一つとする。

【0010】

なお、これらの課題の記載は、他の課題の存在を妨げるものではない。本発明の一態様は、必ずしも、これらの課題の全てを解決する必要はないものとする。明細書、図面、請求項の記載から、これら以外の課題を抽出することが可能である。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の一態様は、データベースと、処理部と、入力部と、を有し、データベースは、文書データと、複数のデータベース画像データと、を記憶する機能を有し、処理部は、データベース画像データの特徴量を表すデータベース画像特徴量データを、複数のデータベース画像データのそれぞれについて取得する機能を有し、処理部は、文書データを用いてデータベースタグを複数生成し、データベースタグをデータベース画像データに紐づける機能を有し、処理部は、データベースタグを表すデータベースタグベクトルを、複数のデータベースタグのそれぞれについて取得する機能を有し、処理部は、入力部にクエリ画像データが入力された場合に、クエリ画像データの特徴量を表すクエリ画像特徴量データを取得する機能を有し、処理部は、データベース画像データの、クエリ画像データに対する類似度である第1の類似度を、複数のデータベース画像データのそれぞれについて算出する機能を有し、処理部は、第1の類似度に基づき、データベースタグの一部を用いて、クエリ画像データに紐付けられるクエリタグを取得する機能を有し、処理部は、クエリタグを表すクエリタグベクトルを取得する機能を有し、処理部は、データベース画像特徴量データと、データベースタグベクトルと、を含む第1のデータを取得する機能を有し、処理部は、クエリ画像特徴量データと、クエリタグベクトルと、を含む第2のデータを取得する機能を有し、処理部は、第1のデータの、第2のデータに対する類似度である第2の類似度を算出する機能を有する画像検索システムである。

【0012】

又は、上記態様において、データベースタグには、単語が含まれてもよい。

【0013】

又は、上記態様において、処理部は、文書データに対して形態素解析を行うことにより、データベースタグを生成する機能を有してもよい。

【0014】

又は、上記態様において、処理部は、第1のニューラルネットワークと、第2のニューラルネットワークと、を有し、データベース画像特徴量データ、及びクエリ画像特徴量データは、第1のニューラルネットワークを用いて取得され、データベースタグベクトル、及びクエリタグベクトルは、第2のニューラルネットワークを用いて取得されてもよい。

10

【0015】

又は、上記態様において、第1のニューラルネットワークは、畳み込み層と、プーリング層と、を有し、データベース画像特徴量データ、及びクエリ画像特徴量データは、プーリング層から出力されてもよい。

【0016】

又は、上記態様において、データベースタグベクトル、及びクエリタグベクトルは、分散表現ベクトルであってもよい。

【0017】

又は、上記態様において、第1の類似度、及び第2の類似度は、コサイン類似度であってもよい。

20

【0018】

又は、本発明の一態様は、文書データ、及び複数のデータベース画像が記憶されているデータベースと、入力部と、を有する画像検索システムを用いた画像検索方法であって、データベース画像データの特徴量を表すデータベース画像特徴量データを、複数のデータベース画像データのそれぞれについて取得し、文書データを用いてデータベースタグを複数生成し、データベースタグをデータベース画像データに紐づけ、データベースタグを表すデータベースタグベクトルを、複数のデータベースタグのそれぞれについて取得し、入力部にクエリ画像データを入力し、クエリ画像データの特徴量を表すクエリ画像特徴量データを取得し、データベース画像データの、クエリ画像データに対する類似度である第1の類似度を、複数のデータベース画像データのそれぞれについて算出し、第1の類似度に基づき、データベースタグの一部を用いて、クエリ画像データに紐付けられるクエリタグを取得し、クエリタグを表すクエリタグベクトルを取得し、データベース画像特徴量データ、及びデータベースタグベクトルを含む第1のデータと、クエリ画像特徴量データと、クエリタグベクトルと、を含む第2のデータと、を取得し、第1のデータの、第2のデータに対する類似度である第2の類似度を算出する画像検索方法である。

30

【0019】

又は、上記態様において、データベースタグには、単語が含まれてもよい。

【0020】

又は、上記態様において、文書データに対して形態素解析を行うことにより、データベースタグを生成してもよい。

40

【0021】

又は、上記態様において、データベース画像特徴量データ、及びクエリ画像特徴量データを、第1のニューラルネットワークを用いて取得し、データベースタグベクトル、及びクエリタグベクトルを、第2のニューラルネットワークを用いて取得してもよい。

【0022】

又は、上記態様において、第1のニューラルネットワークは、畳み込み層と、プーリング層と、を有し、データベース画像特徴量データ、及びクエリ画像特徴量データは、プーリング層から出力されてもよい。

【0023】

又は、上記態様において、データベースタグベクトル、及びクエリタグベクトルは、分散

50

表現ベクトルであってもよい。

【0024】

又は、上記態様において、第1の類似度、及び第2の類似度は、コサイン類似度であってもよい。

【発明の効果】

【0025】

本発明の一態様により、検索精度が高い画像検索システムを提供することができる。又は、本発明の一態様により、短時間で検索を行うことができる画像検索システムを提供することができる。又は、本発明の一態様により、検索を簡便に行うことができる画像検索システムを提供することができる。又は、本発明の一態様により、新規な画像検索システムを提供することができる。

10

【0026】

又は、本発明の一態様により、検索精度が高い画像検索方法を提供することができる。又は、本発明の一態様により、短時間で検索を行うことができる画像検索方法を提供することができる。又は、本発明の一態様により、検索を簡便に行うことができる画像検索方法を提供することができる。又は、本発明の一態様により、新規な画像検索方法を提供することができる。

【0027】

なお、これらの効果の記載は、他の効果の存在を妨げるものではない。本発明の一態様は、必ずしも、これらの効果の全てを有する必要はない。明細書、図面、請求項の記載から、これら以外の効果を抽出することが可能である。

20

【図面の簡単な説明】

【0028】

図1は、画像検索システムの構成例を示すブロック図である。

図2は、検索用データの生成方法の一例を示すフローチャートである。

図3A、及び図3Bは、ニューラルネットワークの構成例を示す図である。

図4は、畳み込み処理、及びプーリング処理の一例を示す図である。

図5は、ニューラルネットワークの構成例を示す図である。

図6A、及び図6Bは、検索用データの生成方法の一例を示す図である。

図7Aは、検索用データの生成方法の一例を示す図である。図7Bは、ニューラルネットワークの構成例を示す図である。

30

図8A、及び図8Bは、検索用データの生成方法の一例を示す図である。

図9は、画像検索方法の一例を示すフローチャートである。

図10は、画像検索方法の一例を示す図である。

図11A、及び図11Bは、画像検索方法の一例を示す図である。

図12A、及び図12Bは、画像検索方法の一例を示す図である。

図13は、画像検索方法の一例を示す図である。

図14は、画像検索方法の一例を示すフローチャートである。

図15は、画像検索方法の一例を示す図である。

図16A、及び図16Bは、画像検索方法の一例を示す図である。

40

図17は、画像検索方法の一例を示すフローチャートである。

図18A、及び図18Bは、画像検索方法の一例を示す図である。

図19は、画像検索方法の一例を示す図である。

図20A、図20B1、及び図20B2は、画像検索方法の一例を示す図である。

図21A、及び図21Bは、画像検索方法の一例を示す図である。

図22A、及び図22Bは、画像検索方法の一例を示す図である。

図23は、画像検索方法の一例を示すフローチャートである。

図24A、及び図24Bは、画像検索方法の一例を示す図である。

図25は、画像検索方法の一例を示す図である。

図26は、画像検索方法の一例を示す図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0029】

実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

【0030】

(実施の形態1)

本実施の形態では、本発明の一態様の画像検索システム、及び画像検索方法について、図面を用いて説明する。

【0031】

本発明の一態様の画像検索システムは、入力部と、データベースと、処理部と、を有する。処理部は第1のニューラルネットワークと、第2のニューラルネットワークと、を有する。第1及び第2のニューラルネットワークには、ニューロンを有する層が設けられる。

【0032】

本明細書等において、ニューラルネットワークとは、生物の神経回路網を模し、学習によってニューロン同士の結合強度を決定し、問題解決能力を持たせるモデル全般を指す。

【0033】

本明細書等において、ニューラルネットワークについて述べる際に、既にある情報からニューロンとニューロンの結合強度（重み係数ともいう）を決定することを「学習」という。

【0034】

また、本明細書等において、学習によって得られた結合強度を用いてニューラルネットワークを構成し、そこから新たな結論を導くことを「推論」という。

【0035】

データベースには、画像データが記憶されている。本発明の一態様の画像検索システムの使用者が画像データを入力部に入力すると、本発明の一態様の画像検索システムは、入力された画像データと類似する画像データを、データベースから検索して出力する。

【0036】

本明細書等において、データベースに記憶されている画像データを、データベース画像データと呼ぶ。また、入力部に入力された画像データを、クエリ画像データと呼ぶ。さらに、データベース画像データ、及びクエリ画像データをまとめて、単に画像データと呼ぶ場合がある。

【0037】

以下では、本発明の一態様の画像検索システムを用いた画像検索方法について説明する。

【0038】

画像データを、処理部が有する第1のニューラルネットワークに入力することにより、画像特徴量データを取得することができる。

【0039】

本明細書等において、画像データの特徴量を表すデータを、画像特徴量データと呼ぶ。例えば、データベース画像データの特徴量を表すデータをデータベース画像特徴量データと呼び、クエリ画像データの特徴量を表すデータをクエリ画像特徴量データと呼ぶ。

【0040】

第1のニューラルネットワークは、例えば畳み込み層と、プーリング層と、を有する、畳み込みニューラルネットワークとすることができる。第1のニューラルネットワークを畳み込みニューラルネットワークとする場合、画像データを第1のニューラルネットワークに入力することによりプーリング層から出力されるデータを、画像特徴量データとすることができる。

【0041】

また、データベース画像データに対して、タグを紐付ける。例えば、データベース画像データに紐付けられる文書データをデータベースに記憶させておき、当該文書データに対し

10

20

30

40

50

て形態素解析を行うことにより、タグの紐付けを行うことができる。当該タグは、データベース画像データに対応する画像の概念、技術的内容、注目点等を表すキーワードとすることができる。例えば、1つのタグは、1つの単語を表すものとすることができる。データベース画像データには、複数のタグを紐付けることができる。

【0042】

本明細書等において、データベース画像データに紐付けられているタグを、データベースタグと呼ぶ。また、クエリ画像データに紐付けられているタグを、クエリタグと呼ぶ。

【0043】

タグを、処理部が有する第2のニューラルネットワークに入力することにより、タグをベクトルにより表すことができる。例えば、タグを300次元の分散表現ベクトルにより表すことができる。

【0044】

本明細書等において、タグを表すベクトルを、タグベクトルと呼ぶ。例えば、データベースタグを表すベクトルをデータベースタグベクトルと呼び、クエリタグを表すベクトルをクエリタグベクトルと呼ぶ。また、1つのタグベクトルとは、1つのタグに対応するタグベクトルを示す。

【0045】

本明細書等において、ベクトルという用語は、複数の値の集合を示す。また、1つのベクトルを構成する値の個数を、次元数と呼ぶ。例えば、(5, 1, 4, 3, 2)で表されるベクトルは、5次元のベクトルであるということができる。なお、ベクトルを構成する値を、成分と呼ぶ場合がある。

【0046】

本発明の一態様の画像検索システムを用いた画像検索方法では、データベース画像データの他、当該データベース画像の特徴量を表すデータベース画像特徴量データが、あらかじめデータベースに記憶されている。また、データベース画像データに対して紐付けられているデータベースタグ、及び当該データベースタグを表すデータベースタグベクトルも、あらかじめデータベースに記憶されている。なお、データベースタグそのものは、データベースに記憶されていなくてもよい。

【0047】

本発明の一態様の画像検索システムを用いた画像検索方法では、画像検索システムの利用者が入力部にクエリ画像データを入力すると、クエリ画像データが第1のニューラルネットワークに入力され、クエリ画像特徴量データが生成される。次に、データベース画像特徴量データ及びクエリ画像特徴量データを用いて、データベース画像データの、クエリ画像データに対する類似度を算出する。例えば、コサイン類似度を算出する。クエリ画像データに対する類似度の算出は、例えば全てのデータベース画像データのそれぞれに対して行うことができる。

【0048】

その後、上記類似度の算出結果に基づき、データベースタグを用いてクエリタグを取得する。例えば、類似度が高いデータベース画像データに紐付けられているデータベースタグの中から、出現頻度が高いデータベースタグを、クエリタグとすることができる。なお、クエリタグの個数は、例えば1つのデータベース画像データに紐付けられているデータベースタグの個数と同数とすることができる。

【0049】

本明細書等において、1つの画像データとは、例えば1フレーム期間に表示される1枚の画像を表す画像データを示す。

【0050】

次に、データベース画像特徴量データと、データベースタグベクトルと、を含む第1のデータを取得する。また、クエリ画像特徴量データと、クエリタグベクトルと、を含む第2のデータを取得する。その後、第1のデータと、第2のデータと、の類似度を算出することにより、データベース画像データの、クエリ画像データに対する類似度を補正する。例

10

20

30

40

50

例えば、第１のデータと、第２のデータと、のコサイン類似度を算出することにより、当該補正を行う。

【００５１】

ここで、１つの第１のデータには、例えば１つのデータベース画像特徴量データと、当該データベース画像特徴量データに対応するデータベース画像データに紐付けられたデータベースタグに対応するデータベースタグベクトルと、を含むことができる。つまり、第１のデータの個数は、データベース画像特徴量データの個数と同数とすることができる。また、１つの第２のデータには、クエリ画像特徴量データと、１つの第１のデータが有するデータベースタグベクトルと同数のクエリタグベクトルと、を含むことができる。

【００５２】

次に、上記補正後の類似度の順位に関する情報を含むランキングデータを生成し、検索結果として本発明の一態様の画像検索システムの外部に出力する。以上のようにデータベース画像データの、クエリ画像データに対する類似度を補正することにより、例えば特徴量はクエリ画像と類似するが、概念が異なるデータベース画像が検索されることを抑制することができる。これにより、検索結果にノイズとなる画像が混入し、検索したい画像が出力されなくなることを抑制することができる。よって、本発明の一態様の画像検索システムは、高精度に検索を行うことができる。

【００５３】

また、本発明の一態様の画像検索システムを用いた画像検索方法では、データベースタグを用いてクエリタグを取得する。当該取得方法は、例えばクエリ画像特徴量データを基にしてクエリタグを取得する方法と比較して、簡便な方法である。よって、本発明の一態様の画像検索システムは、短時間で検索を行うことができる。また、データベースタグを用いてクエリタグを取得する方法は、例えば本発明の一態様の画像検索システムの使用者が全てのクエリタグを指定する方法と比較して、クエリ画像データに対応する画像の概念、技術的内容、注目点等を表すタグを網羅的に取得することができる。よって、本発明の一態様の画像検索システムは、簡便かつ高い精度で検索を行うことができる。

【００５４】

<１－１．画像検索システム>

図１は、画像検索システム１０の構成例を示すブロック図である。なお、本明細書に添付した図面では、構成要素を機能ごとに分類し、互いに独立したブロックとしてブロック図を示しているが、実際の構成要素は機能ごとに完全に切り分けることが難しく、一つの構成要素が複数の機能に係わることもあり得る。また、一つの機能が複数の構成要素に係わることもあり得、例えば、処理部１３で行われる複数の処理は、互いに異なるサーバによって実行されることがある。

【００５５】

画像検索システム１０は、少なくとも、処理部１３を有する。図１に示す画像検索システム１０は、さらに、入力部１１、伝送路１２、記憶部１５、データベース１７、及び出力部１９を有する。

【００５６】

〔入力部１１〕

入力部１１には、画像検索システム１０の外部から画像データ等が供給される。入力部１１に供給された画像データ等は、伝送路１２を介して、処理部１３、記憶部１５、又はデータベース１７に供給される。前述のように、入力部１１に入力された画像データをクエリ画像データと呼ぶ。

【００５７】

〔伝送路１２〕

伝送路１２は、画像データ等を伝達する機能を有する。入力部１１、処理部１３、記憶部１５、データベース１７、及び出力部１９の間の情報の送受信は、伝送路１２を介して行うことができる。

【００５８】

10

20

30

40

50

〔処理部 13〕

処理部 13 は、入力部 11、記憶部 15、データベース 17 等から供給された画像データ等を用いて、演算、推論等を行う機能を有する。処理部 13 はニューラルネットワークを有し、当該ニューラルネットワークを用いて演算、推論等を行うことができる。また、処理部 13 はニューラルネットワークを用いない演算等を行うことができる。処理部 13 は、演算結果、推論結果等を記憶部 15、データベース 17、出力部 19 等に供給することができる。

〔0059〕

処理部 13 には、チャネル形成領域に金属酸化物を有するトランジスタを用いることが好ましい。当該トランジスタはオフ電流が極めて低いため、当該トランジスタを記憶素子として機能する容量素子に流入した電荷（データ）を保持するためのスイッチとして用いることで、データの保持期間を長期にわたり確保することができる。当該トランジスタを、処理部 13 が有するレジスタ及びキャッシュメモリのうち少なくとも一方に用いることで、必要なときだけ処理部 13 を動作させ、他の場合には直前の処理の情報を当該記憶素子に待避させることにより処理部 13 をオフにすることができる。すなわち、ノーマリーオフコンピューティングが可能となり、画像検索システムの低消費電力化を図ることができる。

〔0060〕

本明細書等において、金属酸化物（metal oxide）とは、広い意味での金属の酸化物である。金属酸化物は、酸化物絶縁体、酸化物導電体（透明酸化物導電体を含む）、酸化物半導体（Oxide Semiconductor 又は単に OS ともいう）等に分類される。例えば、トランジスタの半導体層に金属酸化物を用いた場合、当該金属酸化物を酸化物半導体と呼称する場合がある。つまり、金属酸化物が増幅作用、整流作用、及びスイッチング作用の少なくとも 1 つを有する場合、当該金属酸化物を、金属酸化物半導体（metal oxide semiconductor）、略して OS ということができる。

〔0061〕

また、本明細書等において、チャネル形成領域に酸化物半導体又は金属酸化物を用いたトランジスタを Oxide Semiconductor トランジスタ、あるいは OS トランジスタという。

〔0062〕

チャネル形成領域が有する金属酸化物はインジウム（In）を含むことが好ましい。チャネル形成領域が有する金属酸化物がインジウムを含む金属酸化物の場合、OS トランジスタのキャリア移動度（電子移動度）が高くなる。また、チャネル形成領域が有する金属酸化物は、元素 M を含む酸化物半導体であると好ましい。元素 M は、好ましくは、アルミニウム（Al）、ガリウム（Ga）又はスズ（Sn）等とする。そのほかの元素 M に適用可能な元素としては、ホウ素（B）、シリコン（Si）、チタン（Ti）、鉄（Fe）、ニッケル（Ni）、ゲルマニウム（Ge）、イットリウム（Y）、ジルコニウム（Zr）、モリブデン（Mo）、ランタン（La）、セリウム（Ce）、ネオジム（Nd）、ハフニウム（Hf）、タンタル（Ta）、タングステン（W）等がある。ただし、元素 M として、前述の元素を複数組み合わせても構わない場合がある。元素 M は、例えば、酸素との結合エネルギーが高い元素である。例えば、酸素との結合エネルギーがインジウムよりも高い元素である。また、チャネル形成領域が有する金属酸化物は、亜鉛（Zn）を含む金属酸化物であると好ましい。亜鉛を含む金属酸化物は結晶化しやすくなる場合がある。

〔0063〕

チャネル形成領域が有する金属酸化物は、インジウムを含む金属酸化物に限定されない。半導体層は、例えば、亜鉛スズ酸化物、ガリウムスズ酸化物等の、インジウムを含まず、亜鉛を含む金属酸化物、ガリウムを含む金属酸化物、スズを含む金属酸化物等であっても構わない。

〔0064〕

処理部 13 は、例えば、演算回路、又は中央演算装置（CPU：Central Processing Unit）等を有する。

【0065】

処理部 13 は、DSP（Digital Signal Processor）、GPU（Graphics Processing Unit）等のマイクロプロセッサを有していてもよい。マイクロプロセッサは、FPGA（Field Programmable Gate Array）、FPAA（Field Programmable Analog Array）等のPLD（Programmable Logic Device）によって実現された構成であってもよい。処理部 13 は、プロセッサにより種々のプログラムからの命令を解釈し実行することで、各種のデータ処理及びプログラム制御を行うことができる。プロセッサにより実行しうるプログラムは、プロセッサが有するメモリ領域、及び記憶部 15 のうち少なくとも一方に格納される。

10

【0066】

処理部 13 はメインメモリを有していてもよい。メインメモリは、RAM（Random Access Memory）等の揮発性メモリ、及びROM（Read Only Memory）等の不揮発性メモリのうち少なくとも一方を有する。

【0067】

RAMとしては、例えばDRAM（Dynamic Random Access Memory）、SRAM（Static Random Access Memory）等が利用され、処理部 13 の作業空間として仮想的にメモリ空間が割り当てられ利用される。記憶部 15 に格納されたオペレーティングシステム、アプリケーションプログラム、プログラムモジュール、プログラムデータ、及びルックアップテーブル等は、実行のためにRAMにロードされる。RAMにロードされたこれらのデータ、プログラム、及びプログラムモジュールは、それぞれ、処理部 13 に直接アクセスされ、操作される。

20

【0068】

ROMには、書き換えを必要としない、BIOS（Basic Input/Output System）及びファームウェア等を格納することができる。ROMとしては、マスクROM、OTPROM（One Time Programmable Read Only Memory）、EPROM（Erasable Programmable Read Only Memory）等が挙げられる。EPROMとしては、紫外線照射により記憶データの消去を可能とするUV-EPROM（Ultra-Violet Erasable Programmable Read Only Memory）、EEPROM（Electrically Erasable Programmable Read Only Memory）、フラッシュメモリ等が挙げられる。

30

【0069】

【記憶部 15】

記憶部 15 は、処理部 13 が実行するプログラムを記憶する機能を有する。また、記憶部 15 は、処理部 13 が生成した演算結果及び推論結果、並びに、入力部 11 に入力された画像データ等を記憶する機能を有していてもよい。

【0070】

記憶部 15 は、揮発性メモリ及び不揮発性メモリのうち少なくとも一方を有する。記憶部 15 は、例えば、DRAM、SRAM等の揮発性メモリを有していてもよい。記憶部 15 は、例えば、ReRAM（Resistive Random Access Memory、抵抗変化型メモリともいう）、PRAM（Phase change Random Access Memory）、FeRAM（Ferroelectric Random Access Memory）、MRAM（Magnetoresistive Random Access Memory、磁気抵抗型メモリともいう）、又はフラッシュメモリ等の不揮発性メモリを有していてもよい。また、記憶部 15 は、ハードディスクドライブ（Hard Disc Drive：HDD）及びソリッドステートドライブ（Solid State Drive：SSD）等の記録メディアドライブを有していてもよい。

40

50

【００７１】

〔データベース１７〕

データベース１７は、検索対象となる画像データを記憶する機能を有する。前述のように、データベースに記憶されている画像データを、データベース画像データと呼ぶ。また、データベース１７は、処理部１３が生成した演算結果及び推論結果を記憶する機能を有する。さらに、入力部１１に入力された画像データ等を記憶する機能を有していてもよい。なお、記憶部１５及びデータベース１７は互いに分離されていなくてもよい。例えば、画像検索システム１０は、記憶部１５及びデータベース１７の双方の機能を有する記憶ユニットを有していてもよい。

【００７２】

〔出力部１９〕

出力部１９は、画像検索システム１０の外部に情報を供給する機能を有する。例えば、処理部１３における演算結果又は推論結果等を外部に供給することができる。

【００７３】

<１－２．画像検索方法－１>

まず、画像検索システム１０を用いて検索を行うために事前に行う処理について説明する。図２は、当該処理の方法の一例を示すフローチャートである。

【００７４】

〔ステップＳ０１〕

まず、データベース１７から伝送路１２を介して、データベース画像データＧＤＤＢが処理部１３に入力される。データベース画像データＧＤＤＢは、知的財産の情報が有する図面を表すデータとすることができる。ここで、知的財産の情報としては、例えば特許文献（公開特許公報、特許公報等）、実用新案公報、意匠公報、及び論文等の刊行物が挙げられる。国内で発行された刊行物に限られず、世界各国で発行された刊行物を、知的財産の情報として用いることができる。

【００７５】

知的財産の情報は、刊行物に限られない。例えば、画像検索システムの使用者又は使用団体が独自に有する画像ファイル等の各種ファイルも、データベース画像データＧＤＤＢとして用いることができる。さらに、知的財産の情報としては、発明、考案、又は意匠を説明する図面等が挙げられる。

【００７６】

また、データベース画像データＧＤＤＢは、例えば、特定の出願人の特許文献に記載されている図面を表すデータ、又は特定の技術分野の特許文献に記載されている図面を表すデータを有することができる。

【００７７】

画像検索システム１０は、クエリ画像データと類似するデータベース画像データＧＤＤＢを検索する機能を有する。よって、画像検索システム１０を用いることにより、例えば出願前の発明と類似する特許文献、論文、又は工業製品を検索することができる。これにより、出願前の発明に係る先行技術調査をすることができる。関連する先行技術を把握し再検討することで、発明を強化し、他社が回避困難な強い特許になる発明とすることができる。

【００７８】

また、画像検索システム１０を用いることにより、例えば発売前の工業製品と類似する特許文献、論文、又は工業製品を検索することができる。データベース画像データＧＤＤＢが自社の特許文献に記載されている画像に対応するデータを有する場合、発売前の工業製品に係る技術が社内で十分に特許出願できているかを確認することができる。又は、データベース画像データＧＤＤＢが他社の特許文献に記載されている画像に対応するデータを有する場合、発売前の工業製品が他社の知的財産権を侵害していないかを確認することができる。関連する先行技術を把握し再検討することで、新たな発明を発掘し、自社の事業に貢献する強い特許になる発明とすることができる。なお、発売前の工業製品に限らず、

10

20

30

40

50

発売後の工業製品について、検索してもよい。

【0079】

また、例えば、画像検索システム10を用いて、特定の特許と類似する特許文献、論文、又は工業製品を検索することができる。特に、当該特許の出願日を基準に調べることで、当該特許が無効理由を含まないか、簡便かつ高い精度で調査することができる。

【0080】

〔ステップS02〕

次に、データベース画像データGDDBを、処理部13が有するニューラルネットワークに入力する。

【0081】

図3Aは、処理部13が有するニューラルネットワークであるニューラルネットワーク30の構成例を示す図である。ニューラルネットワーク30は、層31[1]乃至層31[m]（mは1以上の整数）を有する。

【0082】

層31[1]乃至層31[m]は、ニューロンを有し、各層に設けられているニューロン同士が結合されている。例えば、層31[1]に設けられているニューロンは、層31[2]に設けられているニューロンと結合されている。また、層31[2]に設けられているニューロンは、層31[1]に設けられているニューロン、及び層31[3]に設けられているニューロンと結合されている。つまり、層31[1]乃至層31[m]により、階層型のニューラルネットワークが構成されている。

【0083】

データベース画像データGDDBは層31[1]に入力され、層31[1]は入力された画像データに対応するデータを出力する。当該データは層31[2]に入力され、層31[2]は入力されたデータに対応するデータを出力する。層31[m]には層31[m-1]から出力されたデータが入力され、層31[m]は当該入力されたデータに対応するデータを出力する。以上より、層31[1]を入力層、層31[2]乃至層31[m-1]を中間層、層31[m]を出力層とすることができる。

【0084】

ニューラルネットワーク30は、例えば層31[1]乃至層31[m]から出力されるデータが、ニューラルネットワーク30に入力された画像データの特徴量を表すようにあらかじめ学習されている。学習は、教師なし学習、教師あり学習等により行うことができる。特に、教師なし学習は、教師データ（正解ラベルともいう）が不要であるため好ましい。また、教師なし学習、教師あり学習のどちらの方法で学習を行う場合であっても、学習アルゴリズムとして誤差逆伝播方式等を用いることができる。

【0085】

ここで、学習データとして、データベース画像データGDDBを用いることが好ましい。これにより、例えば層31[1]乃至層31[m]から出力されるデータを、ニューラルネットワーク30に入力された画像データの特徴量を正確に表すものとすることができる。例えば、データベース17に記憶されているデータベース画像データGDDBの全てを学習データに用いて、ニューラルネットワーク30は学習を行うことができる。例えば、データベース画像データGDDBの一部を学習データに用いて、ニューラルネットワーク30は学習を行うことができる。例えば、データベース画像データGDDBの他に、記憶部15に記憶されている画像データ、及び画像検索システム10の外部から入力部11を介して処理部13に入力された画像データを学習データに用いて、ニューラルネットワーク30は学習を行うことができる。

【0086】

なお、学習データとして、データベース画像データGDDBを用いなくてもよい。例えば、画像検索システム10の外部から入力部11を介して処理部13に入力された画像データのみを学習データに用いて、ニューラルネットワーク30は学習を行うことができる。

【0087】

ニューラルネットワーク 30 は、畳み込みニューラルネットワーク (CNN: Convolutional Neural Network) とすることができる。図 3B は、ニューラルネットワーク 30 として CNN を適用した場合の、ニューラルネットワーク 30 の構成例を示す図である。ここで、CNN を適用したニューラルネットワーク 30 を、ニューラルネットワーク 30a とする。

【0088】

ニューラルネットワーク 30a は、畳み込み層 CL、プーリング層 PL、及び全結合層 FCL を有する。図 3B では、ニューラルネットワーク 30a が、畳み込み層 CL とプーリング層 PL をそれぞれ m 層 (m は 1 以上の整数) ずつ有し、全結合層 FCL を 1 層有する例を示している。なお、ニューラルネットワーク 30a は、全結合層 FCL を 2 層以上有してもよい。

10

【0089】

畳み込み層 CL は、当該畳み込み層 CL に入力されたデータに対して畳み込みを行う機能を有する。例えば、畳み込み層 CL [1] は、処理部 13 に入力された画像データに対して畳み込みを行う機能を有する。また、畳み込み層 CL [2] は、プーリング層 PL [1] から出力されたデータに対して畳み込みを行う機能を有する。また、畳み込み層 CL [m] は、プーリング層 PL [m-1] から出力されたデータに対して畳み込みを行う機能を有する。

【0090】

畳み込みは、畳み込み層 CL に入力されたデータと、重みフィルタと、の積和演算を繰り返すことにより行われる。畳み込み層 CL における畳み込みにより、ニューラルネットワーク 30a に入力された画像データに対応する画像の特徴等が抽出される。

20

【0091】

畳み込みが施されたデータは、活性化関数によって変換された後、プーリング層 PL に出力される。活性化関数としては、ReLU (Rectified Linear Units) 等を用いることができる。ReLU は、入力値が負である場合は“0”を出力し、入力値が“0”以上である場合は入力値をそのまま出力する関数である。また、活性化関数として、シグモイド関数、tanh 関数等を用いることもできる。

【0092】

プーリング層 PL は、畳み込み層 CL から入力されたデータに対してプーリングを行う機能を有する。プーリングは、データを複数の領域に分割し、当該領域ごとに所定のデータを抽出してマトリクス状に配置する処理である。プーリングにより、畳み込み層 CL によって抽出された特徴を残しつつ、データ量を小さくすることができる。また、入力データの微小なずれに対するロバスト性を高めることができる。なお、プーリングとしては、最大プーリング、平均プーリング、Lp プーリング等を用いることができる。

30

【0093】

全結合層 FCL は、プーリング層 PL [m] から出力されたデータを用いて、画像の判定を行う機能を有する。全結合層 FCL は、ある層の全てのノードが、次の層の全てのノードと接続された構成を有する。畳み込み層 CL 又はプーリング層 PL から出力されたデータは 2 次元の特徴マップであり、全結合層 FCL に入力されると 1 次元に展開される。そして、全結合層 FCL による推論によって得られたベクトルが、全結合層 FCL から出力される。

40

【0094】

なお、ニューラルネットワーク 30a の構成は図 3B の構成に限定されない。例えば、プーリング層 PL が複数の畳み込み層 CL ごとに設けられていてもよい。つまり、ニューラルネットワーク 30a が有するプーリング層 PL の数は、畳み込み層 CL の数より少なくてもよい。また、抽出された特徴の位置情報を極力残したい場合は、プーリング層 PL を設けなくてもよい。

【0095】

ニューラルネットワーク 30a は学習を行うことにより、重みフィルタのフィルタ値、全

50

結合層 F C L の重み係数等を最適化することができる。

【0096】

次に、畳み込み層 C L において行われる畳み込み処理、及びプーリング層 P L において行われるプーリング処理の一例について、図 4 を用いて説明する。図 4 において、畳み込み層 C L に入力されたデータは、3 行 3 列の入力データ値（入力データ値 i_{11} 、入力データ値 i_{12} 、入力データ値 i_{13} 、入力データ値 i_{21} 、入力データ値 i_{22} 、入力データ値 i_{23} 、入力データ値 i_{31} 、入力データ値 i_{32} 、入力データ値 i_{33} ）を有するとする。また、重みフィルタは、2 行 2 列のフィルタ値（フィルタ値 f_{11} 、フィルタ値 f_{12} 、フィルタ値 f_{21} 、フィルタ値 f_{22} ）を有するとする。

【0097】

ここで、例えば畳み込み層 C L [1] に入力されるデータは、画像データとすることができる。この場合、上記入力データ値は、画像データに含まれる画素値とすることができる。

【0098】

本明細書等において、画素値とは、画素が射出する光の輝度の階調を表す値を示す。例えば、画素値が 8 ビットの値である場合、画素は 256 階調の輝度の光を射出することができる。画像データは、画素値の集合を含むということができ、例えば画素と同数の画素値を含むことができる。例えば、画像の画素数が 2×2 である場合、当該画像を表す画像データは、 2×2 の画素値を含むということができる。

【0099】

また、例えば畳み込み層 C L [2] に入力される上記入力データ値は、プーリング層 P C [1] の出力値とすることができ、畳み込み層 C L [m] に入力される上記入力データ値は、プーリング層 P C [m-1] の出力値とすることができる。

【0100】

畳み込みは、入力データ値とフィルタ値との積和演算によって行われる。フィルタ値は、所定の特徴を示すデータ（特徴データという）とすることができる。この場合、入力データ値とフィルタ値を比較することにより、ニューラルネットワーク 30a に入力された画像データに対して特徴抽出を行うことができる。

【0101】

図 4 では、畳み込み層 C L が、入力データ値 i_{11} 、入力データ値 i_{12} 、入力データ値 i_{21} 、及び入力データ値 i_{22} に対してフィルタ処理を行うことにより、畳み込み層 C L から出力されるデータが有する畳み込み値 C_{11} を取得する様子を示している。また、畳み込み層 C L が、入力データ値 i_{12} 、入力データ値 i_{13} 、入力データ値 i_{22} 、及び入力データ値 i_{23} に対してフィルタ処理を行うことにより、畳み込み層 C L から出力されるデータが有する畳み込み値 C_{12} を取得する様子を示している。また、畳み込み層 C L が、入力データ値 i_{21} 、入力データ値 i_{22} 、入力データ値 i_{31} 、及び入力データ値 i_{32} に対してフィルタ処理を行うことにより、畳み込み層 C L から出力されるデータが有する畳み込み値 C_{21} を取得する様子を示している。さらに、畳み込み層 C L が、入力データ値 i_{22} 、入力データ値 i_{23} 、入力データ値 i_{32} 、及び入力データ値 i_{33} に対してフィルタ処理を行うことにより、畳み込み層 C L から出力されるデータが有する畳み込み値 C_{22} を取得する様子を示している。以上より、図 4 に示す畳み込み処理のストライドは 1 であるということができる。

【0102】

畳み込み値 C_{11} 、畳み込み値 C_{12} 、畳み込み値 C_{21} 、及び畳み込み値 C_{22} は、それぞれ下式に示す積和演算により取得することができる。

【0103】

【数 1】

$$C_{11} = i_{11} \cdot f_{11} + i_{12} \cdot f_{12} + i_{21} \cdot f_{21} + i_{22} \cdot f_{22} \quad (1)$$

【0104】

【数 2】

$$C_{12} = i_{12} \cdot f_{11} + i_{13} \cdot f_{12} + i_{22} \cdot f_{21} + i_{23} \cdot f_{22} \quad (2)$$

【0105】

【数 3】

$$C_{21} = i_{21} \cdot f_{11} + i_{22} \cdot f_{12} + i_{31} \cdot f_{21} + i_{32} \cdot f_{22} \quad (3)$$

【0106】

【数 4】

$$C_{22} = i_{22} \cdot f_{11} + i_{23} \cdot f_{12} + i_{32} \cdot f_{21} + i_{33} \cdot f_{22} \quad (4)$$

【0107】

畳み込み層 CL が取得した畳み込み値 C_{11} 、畳み込み値 C_{12} 、畳み込み値 C_{21} 、及び畳み込み値 C_{22} は、アドレスに従ってマトリクス状に配列された後、プーリング層 PL に出力される。具体的には、畳み込み値 C_{11} は 1 行 1 列目に配置され、畳み込み値 C_{12} は 1 行 2 列目に配置され、畳み込み値 C_{21} は 2 行 1 列目に配置され、畳み込み値 C_{22} は 2 行 2 列目に配置される。

【0108】

図 4 では、プーリング層 PL に畳み込み値 C_{11} 、畳み込み値 C_{12} 、畳み込み値 C_{21} 、及び畳み込み値 C_{22} が入力され、当該 4 個の畳み込み値を基に 1 個の値をプーリング値 P とする様子を示している。例えば、畳み込み値 C_{11} 、畳み込み値 C_{12} 、畳み込み値 C_{21} 、及び畳み込み値 C_{22} のうち、最大値をプーリング値 P とすることができる。又は、畳み込み値 C_{11} 、畳み込み値 C_{12} 、畳み込み値 C_{21} 、及び畳み込み値 C_{22} の平均値をプーリング値 P とすることができる。プーリング値 P は、プーリング層 PL から出力される出力値となる。

【0109】

図 4 では、畳み込み層 CL に入力されるデータを 1 個の重みフィルタにより処理する例を示しているが、2 個以上の重みフィルタにより処理してもよい。この場合、ニューラルネットワーク 30a に入力された画像データに含まれる複数の特徴を抽出することができる。畳み込み層 CL に入力されるデータを 2 個以上の重みフィルタにより処理する場合、フィルタごとに図 4 に示す処理を行う。また、前述のように図 4 ではストライドは 1 としたが、ストライドを 2 以上としてもよい。

【0110】

図 5 は、ニューラルネットワーク 30a が有する畳み込み層 CL、及びプーリング層 PL の構成例を示す図である。図 5 では、畳み込み層 CL 及びプーリング層 PL が図 4 に示す動作を行う例を示している。

【0111】

図 5 には、ニューロン 32 を示している。具体的には、ニューロン 32 として、ニューロン 32a、ニューロン 32b、及びニューロン 32c を示している。図 5 において、ニューロン 32 から出力される値を、当該ニューロン 32 の内部に記載している。当該値は、矢印の方向に出力される。また、当該値に重み係数を乗ずる場合は、矢印の近傍に重み係数を記載している。図 5 では、フィルタ値 f_{11} 、フィルタ値 f_{12} 、フィルタ値 f_{21} 、及びフィルタ値 f_{22} を重み係数としている。

【0112】

ニューロン 32a は、図 5 に示す畳み込み層 CL の前の層である層 L が有するニューロン 32 である。層 L は、例えば図 5 に示す畳み込み層 CL が畳み込み層 CL [1] である場合は入力層とすることができ、畳み込み層 CL [2] である場合はプーリング層 PL [1]

10

20

30

40

50

】とすることができ、畳み込み層 $CL[m]$ である場合はプーリング層 $PL[m-1]$ とすることができる。

【0113】

図5では、ニューロン32aとして、ニューロン32a[1]乃至ニューロン32a[9]を示している。図5に示す場合において、ニューロン32a[1]は入力データ値 i_{11} を出力し、ニューロン32a[2]は入力データ値 i_{12} を出力し、ニューロン32a[3]は入力データ値 i_{13} を出力し、ニューロン32a[4]は入力データ値 i_{21} を出力し、ニューロン32a[5]は入力データ値 i_{22} を出力し、ニューロン32a[6]は入力データ値 i_{23} を出力し、ニューロン32a[7]は入力データ値 i_{31} を出力し、ニューロン32a[8]は入力データ値 i_{32} を出力し、ニューロン32a[9]は入力データ値 i_{33} を出力する。

10

【0114】

ニューロン32bは、図5に示す畳み込み層 CL が有するニューロン32である。図5では、ニューロン32bとして、ニューロン32b[1]乃至ニューロン32b[4]を示している。

【0115】

図5に示す場合において、ニューロン32b[1]には、入力データ値 i_{11} にフィルタ値 f_{11} を乗じた値と、入力データ値 i_{12} にフィルタ値 f_{12} を乗じた値と、入力データ値 i_{21} にフィルタ値 f_{21} を乗じた値と、入力データ値 i_{22} にフィルタ値 f_{22} を乗じた値と、が入力される。そして、これらの値の和である畳み込み値 C_{11} が、ニューロン32b[1]から出力される。

20

【0116】

また、ニューロン32b[2]には、入力データ値 i_{12} にフィルタ値 f_{11} を乗じた値と、入力データ値 i_{13} にフィルタ値 f_{12} を乗じた値と、入力データ値 i_{22} にフィルタ値 f_{21} を乗じた値と、入力データ値 i_{23} にフィルタ値 f_{22} を乗じた値と、が入力される。そして、これらの値の和である畳み込み値 C_{12} が、ニューロン32b[2]から出力される。

【0117】

また、ニューロン32b[3]には、入力データ値 i_{21} にフィルタ値 f_{11} を乗じた値と、入力データ値 i_{22} にフィルタ値 f_{12} を乗じた値と、入力データ値 i_{31} にフィルタ値 f_{21} を乗じた値と、入力データ値 i_{32} にフィルタ値 f_{22} を乗じた値と、が入力される。そして、これらの値の和である畳み込み値 C_{21} が、ニューロン32b[3]から出力される。

30

【0118】

さらに、ニューロン32b[4]には、入力データ値 i_{22} にフィルタ値 f_{11} を乗じた値と、入力データ値 i_{23} にフィルタ値 f_{12} を乗じた値と、入力データ値 i_{32} にフィルタ値 f_{21} を乗じた値と、入力データ値 i_{33} にフィルタ値 f_{22} を乗じた値と、が入力される。そして、これらの値の和である畳み込み値 C_{22} が、ニューロン32b[4]から出力される。

【0119】

図5に示すように、ニューロン32b[1]乃至ニューロン32b[4]のそれぞれは、ニューロン32a[1]乃至ニューロン32a[9]の一部と結合されている。よって、畳み込み層 CL は部分結合層であるといえることができる。

40

【0120】

ニューロン32cは、図5に示すプーリング層 PL が有するニューロン32である。図5に示す場合において、ニューロン32cには、畳み込み値 C_{11} 、畳み込み値 C_{12} 、畳み込み値 C_{21} 、及び畳み込み値 C_{22} が入力される。そして、プーリング値 P がニューロン32cから出力される。なお、ニューロン32bから出力される畳み込み値には、重み係数は乗じない。前述のように、重み係数は、ニューラルネットワークの学習によって最適化されるパラメータである。よって、プーリング層 PL が演算の際用いるパラメータ

50

には、学習によって最適化されるパラメータが存在しない構成とすることができる。

【0121】

以上より、データベース画像データG D D Bをニューラルネットワーク30に入力することにより、データベース画像データG D D Bの特徴量を表すデータベース画像特徴量データG F D D Bを、処理部13が取得することができる。例えば、図3Aに示すように、層31[m]から出力されるデータを、データベース画像特徴量データG F D D Bとすることができる。又は、図3Bに示すように、プーリング層P L[m]から出力されるデータを、データベース画像特徴量データG F D D Bとすることができる。なお、データベース画像特徴量データG F D D Bは、2層以上の出力データを含んでいてもよい。データベース画像特徴量データG F D D Bが多く層の出力データを含むことにより、データベース画像特徴量データG F D D Bを、データベース画像データG D D Bの特徴をより正確に表すものとすることができる。処理部13が取得したデータベース画像特徴量データG F D D Bは、データベース17に記憶することができる。

10

【0122】

【ステップS03】

次に、データベース画像データG D D Bに紐付けられるデータベースタグT A G D Bを、処理部13が取得する。データベース画像データG D D Bに対応する画像の概念、技術的内容、注目点等を表すタグがデータベースタグT A G D Bとなるように、データベースタグT A G D Bを取得することが好ましい。図6Aは、データベースタグT A G D Bを取得する方法の一例を示す図である。なお、図6Aに示す各データの図示は一例であり、これに限定されない。また、他の図で示す各データ、ベクトル等の図示も一例であり、図示する内容に限定されない。

20

【0123】

本明細書等において、複数の要素に同じ符号を用いる場合、特にそれらを区別する必要があるときは、符号に[1]、[2]等、識別用の符号を付して記載する。

【0124】

図6Aに示す方法では、一例として、データベース画像データG D D B[1]乃至データベース画像データG D D B[100]のそれぞれに、タグを紐付けるとする。また、データベース画像データG D D Bに対応する文書データT D D Bが、データベース17にあらはじめ記憶されているものとする。さらに、データベース画像データG D D Bには、図番号が紐付けられているものとする。

30

【0125】

文書データT D D Bは、例えばデータベース画像データG D D Bが表す図面が掲載された特許文献、実用新案公報、意匠公報、及び論文等の刊行物に記載された文書に対応するデータとすることができる。例えば、データベース画像データG D D Bが表す図面が掲載された刊行物が特許文献、又は実用新案公報である場合は、明細書に対応するデータを文書データT D D Bとすることができる。又は、特許請求の範囲、実用新案登録請求の範囲、若しくは要約書に対応するデータを文書データT D D Bとすることができる。また、データベース画像データG D D Bが掲載された刊行物が意匠公報である場合は、願書に対応するデータを文書データT D D Bとすることができる。

40

【0126】

例えば、文書データT D D Bを明細書、又は論文等に対応するデータとする場合、データベースタグT A G D Bは、データベース画像データG D D Bが表す図面を説明する段落に対して形態素解析を行うことにより取得することができる。図6Aでは、データベース画像データG D D B[1]に対応する画像の図番号が「図1」であり、データベース画像データG D D B[1]に紐付けられた文書データT D D B[1]が表す文書の段落[0 x x 0]に「図1は、」と記載されている例を示している。よって、例えば段落[0 x x 0]に、データベース画像データG D D B[1]が表す図面の説明が記載されているとみなして、段落[0 x x 0]に記載されている文章に対して形態素解析を行うことにより、データベースタグT A G D B[1]を取得することができる。また、図6Aでは、画像データG D D

50

B [100] に対応する画像の図番号が「図15」であり、データベース画像データG D D B [100] に紐付けられた文書データT D D B [100] が表す文書の段落 [0 x x 7] に「図15は、」と記載されている例を示している。よって、例えば段落 [0 x x 7] に、データベース画像データG D D B [100] が表す図面の説明が記載されているとみなして、段落 [0 x x 7] に記載されている文章に対して形態素解析を行うことにより、データベースタグT A G D B [100] を取得することができる。

【0127】

なお、全ての文書データT D D Bが異なるものでなくてもよい。例えば、データベース画像データG D D B [1] が所定の刊行物の「図1」に対応し、データベース画像データG D D B [2] が同一の刊行物の「図2」に対応する場合、文書データT D D B [1] が表す文書と文書データT D D B [2] が表す文書は同一のものとすることができる。

10

【0128】

形態素解析では、自然言語で書かれた文章を、形態素（言語として意味を持つ最小単位）に分割し、形態素の品詞等を判別することができる。これにより、例えば段落 [0 x x 0] に記載された名詞のみを抽出し、データベースタグT A G D B [1] を取得することができる。図6Aに示す場合では、「回路図」、「a a a」、「b b b」、「c c c」、「d d d」等の単語が、データベースタグT A G D B [1] であるとしている。また、「ブロック図」、「g g g」、「a a a」、「c c c」、「h h h」等の単語が、データベースタグT A G D B [100] であるとしている。

【0129】

20

以上のように、データベースタグT A G D Bは、例えばデータベース画像データG D D Bに紐付けられた文書データT D D Bに対して形態素解析を行うことにより取得することができる。当該方法でデータベースタグT A G D Bを取得することにより、データベース画像データG D D Bに対応する画像の概念、技術的内容、注目点等を表すタグを網羅的に取得することができる。

【0130】

本明細書等において、1つのタグは、例えば1つの単語を意味する。例えば、図6Aに示す場合では、データベースタグT A G D B [1] の個数は5個以上とすることができる。また、データベースタグT A G D B [100] の個数は5個以上とすることができる。

【0131】

30

なお、例えば形態素解析によって抽出された単語のすべてを、データベースタグT A G D Bとしなくてもよい。例えば、抽出された単語の中から、所定の個数の単語を抽出して、抽出した単語をデータベースタグT A G D Bとすることができる。例えば、抽出された単語の中から、T F - I D F (Term Frequency - Inverse Document Frequency) が高い単語を所定の個数だけ抽出して、抽出した単語をデータベースタグT A G D Bとすることができる。データベース画像データG D D Bに紐付けられるデータベースタグT A G D Bの個数を、複数のデータベース画像データG D D Bのそれぞれに対して等しくすることにより、画像検索システム10を用いた画像検索方法を簡便なものとするすることができる。

【0132】

40

T F - I D Fは、単語の出現頻度 (T F) と逆文書頻度 (I D F) という2つの指標に基づいて算出される。よって、文書全体でよく出現する単語は、T Fは高いがI D Fが低くなる。したがって、データベースタグT A G D Bの候補となる単語を抽出した段落等での出現頻度が高く、他の段落等での出現頻度が低い単語より、T F - I D Fが低くなる。例えば文書全体でよく出現する単語は、概念、技術的内容、注目点といった画像の特徴を、強く表す単語ではない可能性がある。よって、T F - I D Fを用いてデータベースタグT A G D Bを取得すると、例えばT Fのみを用いてデータベースタグT A G D Bを取得する場合より、データベース画像の特徴を強く表すデータベースタグT A G D Bを取得することができる。したがって、画像検索システム10は高い精度で検索を行うことができる。なお、T F - I D Fを算出せず、例えばT Fのみを用いてデータベースタグT A G D Bを取

50

得してもよい。この場合、処理部 13 が行う計算を簡便なものとすることができる。

【0133】

なお、2 段落以上の文章に対して形態素解析を行ってもよい。例えば、データベース画像データ G D D B が表す図面の説明が記載されているとみなされた段落の他、当該段落の前後の段落に対しても形態素解析を行ってもよい。例えば、図 6 A に示す文書データ T D D B [1] に対して形態素解析を行う場合には、段落 [0 x x 0] の他、次の段落である段落 [0 x x 1] に対して形態素解析を行ってもよい。この場合、例えば段落 [0 x x 1] に記載されている単語「e e e」をデータベースタグ T A G D B [1] とすることができる。また、例えば図 6 A に示す文書データ T D D B [1 0 0] に対して形態素解析を行う場合には、段落 [0 x x 7] の他、前の段落である段落 [0 x x 6] に対して形態素解析を行ってもよい。この場合、例えば段落 [0 x x 6] に記載されている単語「f f f」をデータベースタグ T A G D B [1 0 0] とすることができる。

10

【0134】

又は、データベース画像データ G D D B に紐付けられた図番号が記載されたすべての段落に対して形態素解析を行ってもよい。又は、データベース画像データ G D D B に紐付けられた図番号が記載され、かつ他の図番号が記載されていない段落に対して形態素解析を行ってもよい。

【0135】

又は、所定の段落に記載された文章に含まれる、一部の文に対してのみ形態素解析を行ってもよい。例えば、図 6 A に示す場合では、段落 [0 x x 0] に記載された文章のうち、「図 1 は、」を含む文に対してのみ、形態素解析を行ってもよい。この場合、単語「d d d」は、データベースタグ T A G D B [1] とはならない。

20

【0136】

なお、文書データ T D D B が表す文書に記載されている単語そのものだけでなく、当該単語の類義語を、データベースタグ T A G D B としてもよい。例えば、記憶部 15、又はデータベース 17 にあらかじめ類義語辞書データを記憶させておき、形態素解析によって抽出された単語と、当該単語の類義語として類義語辞書に登録されている単語と、をデータベースタグ T A G D B とすることができる。ここで言う類義語としては、一般に入手可能な類義語辞書を用いてもよいが、単語の分散表現を用いて抽出した類義語を用いてもよい。また、分散表現を用いた類義語の抽出は、検索対象の文書が属する分野の、他の文書を含むデータベースを用いて行ってもよい。

30

【0137】

文書データ T D D B が表す文書に記載されている単語そのものだけでなく、当該単語の類義語をデータベースタグ T A G D B とすることにより、データベースタグ T A G D B を、データベース画像データ G D D B の概念、技術的内容、注目点といった特徴を強く表すものとすることができる。

【0138】

なお、形態素解析を用いずにデータベースタグ T A G D B を取得してもよい。例えば、データベース画像特徴量データ G F D D B を基に、データベースタグ T A G D B を取得してもよい。

40

【0139】

図 6 B は、データベース画像データ G D D B に図番号を紐付ける方法の一例を示す図である。図 6 B では、刊行物データ P D に、画像データ G D D B [1] 及び画像データ G D D B [2]、並びに文書データ T D D B が含まれているとする。また、刊行物データ P D が表す刊行物には、テキスト「図 1 x x x」と、テキスト「図 2 y y y」が記載されているとする。なお、テキスト「図 1 x x x」を表すデータと、テキスト「図 2 y y y」を表すデータは、文書データ T D D B には含まれないとする。また、図 6 B に示す「x 1」、「x 2」、「x 1 < x 2」、及び破線、矢印等は、説明の便宜のために付したものであり、実際には刊行物データ P D が表す刊行物に記載されていないものとする。

【0140】

50

図 6 B に示す方法では、例えば図面から所定の距離以内にテキスト「図 N」が記載されていた場合、テキスト「図 N」と最も近い距離に設けられた図面の図番号を「N」とすることができる。ここで、例えばテキストの中心を表す座標（中心座標）と、図面の中心座標と、の間の距離を、テキストから図面までの距離とすることができる。なお、「N」は整数に限らず、例えば文字を含んでいてもよい。例えば、N が「1 (A)」であってもよい。

【0141】

図 6 B に示す場合では、テキスト「図 1 x x x」の中心座標と、データベース画像データ $G D D B [1]$ に対応する図面の中心座標と、の間の距離 $x 1$ は、テキスト「図 1 x x x」の中心座標と、データベース画像データ $G D D B [2]$ に対応する図面の中心座標と、の間の距離 $x 2$ より短い。よって、テキスト「図 1 x x x」と最も近い距離に設けられた図面は、データベース画像データ $G D D B [1]$ であるということができる。よって、データベース画像データ $G D D B [1]$ に紐付けられる図番号は「1」とすることができる。

【0142】

また、図 6 B では、文書データ $T D D B$ が表す文書の段落 $[0 z z 3]$ に「図 1 は、」と記載され、段落 $[0 z z 4]$ に「図 2 は、」と記載されている例を示している。以上より、図 6 B に示す場合では、データベース画像データ $G D D B [1]$ に紐付けられるデータベースタグ $T A G D B [1]$ は、例えば段落 $[0 z z 3]$ に記載されている文章に対して形態素解析を行うことにより取得することができる。図 6 B では、段落 $[0 z z 3]$ に記載されている、「ブロック図」、「i i i」、「k k k」、「h h h」、「p p p」等の単語が、データベースタグ $T A G D B [1]$ であるとしている。

【0143】

なお、例えば全ての図面の中心座標を並べて第 1 の 1 次元配列とし、例えば全てのテキスト「図 N」の中心座標を並べて第 2 の 1 次元配列としてもよい。そして、第 1 の 1 次元配列に含まれる座標と、第 2 の 1 次元配列に含まれる座標と、を比較して、各図面に対して、最も近い座標に記載されているテキスト「図 N」を紐付けてもよい。つまり、テキスト「図 N」の位置を表す座標と最も近い座標に位置する図面の図番号を「N」とすることができる。第 1 の 1 次元配列に含まれる座標と、第 2 の 1 次元配列に含まれる座標と、の比較は、例えば x 座標の差の 2 乗と、 y 座標の差の 2 乗と、の和を算出することにより行うことができる。当該方法により比較を行う場合、例えば上記和の値が最も小さい要素を、最も近い座標に位置する要素とすることができる。

【0144】

以上の方法により、処理部 13 がデータベースタグ $T A G D B$ を取得することができる。処理部 13 が取得したデータベースタグ $T A G D B$ は、データベース 17 に記憶することができる。

【0145】

【ステップ S04】

次に、データベースタグ $T A G D B$ をベクトルにより表す。データベースタグ $T A G D B$ を表すベクトルを、データベースタグベクトル $T A G V D B$ と呼ぶ。図 7 A は、図 6 A に示すデータベースタグ $T A G D B$ が、ベクトルにより表現されている様子を示す図である。

【0146】

データベースタグベクトル $T A G V D B$ は、データベースタグ $T A G D B$ を、例えば処理部 13 が有するニューラルネットワークに入力することにより取得することができる。この場合、データベースタグベクトル $T A G V D B$ は、例えば分散表現ベクトルとすることができる。分散表現ベクトルとは、単語を、各特徴要素（次元）に対して、定量化した連続値で表現したベクトルである。意味の近い単語同士は、ベクトルも近くなる。

【0147】

分散表現ベクトルを取得するために用いるニューラルネットワークは、前述の画像特徴量データを取得するために用いるニューラルネットワークとは異なる構成とすることができる。図 7 B は、分散表現ベクトルを取得するために用いるニューラルネットワークである

、ニューラルネットワーク 40 の構成例を示す図である。

【0148】

本明細書等において、例えば画像特徴量データを取得するために用いるニューラルネットワークを第1のニューラルネットワークと呼び、分散表現ベクトルを取得するために用いるニューラルネットワークを第2のニューラルネットワークと呼ぶ場合がある。なお、序数はあくまで一例であり、例えば分散表現ベクトルを取得するために用いるニューラルネットワークを第1のニューラルネットワークと呼び、画像特徴量データを取得するために用いるニューラルネットワークを第2のニューラルネットワークと呼んでもよい。また、例えば画像特徴量データを取得するために用いるニューラルネットワークを第3のニューラルネットワーク等と呼んでもよいし、例えば分散表現ベクトルを取得するために用いるニューラルネットワークを第3のニューラルネットワーク等と呼んでもよい。

10

【0149】

図7Bに示すように、ニューラルネットワーク40は、入力層ILと、中間層MLと、出力層OLと、を有する。ここで、ニューラルネットワーク40は、中間層MLを1層有する構成とすることができる。ニューラルネットワーク40は、入力層ILに入力された単語を表す分散表現ベクトルを、例えばオープンソース化されているアルゴリズムであるWord2Vecを用いて取得することができる。以下では、図7Bに示す構成のニューラルネットワーク40が、入力層ILに入力されたデータベースタグTAG_{DB}を表すデータベースタグベクトルTAG_{VB}を取得する方法の一例を説明する。

【0150】

入力層ILには、データベースタグTAG_{DB}をone-hotベクトルで表したベクトルが入力される。ここで、one-hotベクトルは、1成分が1単語を表し、入力層ILに入力する単語に対応する成分を1、他の成分を0とすることができる。つまり、one-hotベクトルは、1つの成分が1で、他の成分がすべて0であるベクトルということができる。入力層ILが有するニューロンの個数は、当該one-hotベクトルを構成する成分の数と同数とすることができる。

20

【0151】

中間層MLは、入力層ILに入力されたone-hotベクトルを基にして、分散表現ベクトルを生成する機能を有する。例えば、one-hotベクトルに、所定の重みを乗じることにより、中間層MLは分散表現ベクトルを生成することができる。当該重みは、行列により表すことができるので、one-hotベクトルと、重み行列と、の間で積和演算を行うことにより、ニューラルネットワーク40は分散表現ベクトルを生成することができる。

30

【0152】

なお、中間層MLが有するニューロンの個数は、分散表現ベクトルの次元数と同数とすることができる。例えば、分散表現ベクトルの次元数が300である場合は、中間層MLは300個のニューロンを有する構成とすることができる。

【0153】

上記重み行列は、学習、例えば教師あり学習によって取得することができる。具体的には、ある単語をone-hotベクトルで表したものを入力層ILに入力し、入力層ILに入力した単語の周辺語をone-hotベクトルで表したものを出力層OLに入力する。ここで、入力層ILに入力する単語1つあたり、複数の周辺語を出力層OLに入力する。そして、出力層OLが、入力層ILに入力した単語の周辺語となる確率を出力できるようになるように、ニューラルネットワーク40の重み行列の値を調整する。なお、例えば出力層OLが有するニューロン1つは1単語に対応する。以上がニューラルネットワーク40の学習方法の一例である。

40

【0154】

以上のように、入力層IL、及び出力層OLのいずれも、ニューロン1つを1単語に対応させることができる。よって、入力層ILが有するニューロンの個数と、出力層OLが有するニューロンの個数と、は同数とすることができる。

50

【0155】

また、中間層MLが有するニューロンの個数は、入力層ILが有するニューロンの個数より少なくすることができる。例えば、ニューラルネットワーク40により処理を行うことができる単語数、つまり入力層ILが有するニューロンの個数を10000個とし、分散表現ベクトルの次元数、つまり中間層MLが有するニューロンの個数を300個とすることができる。よって、分散表現では、表現可能な単語数が増えても次元数を少ないままとすることができるので、表現可能な単語数が増えても計算量が増加しにくい。よって、画像検索システム10は短時間で検索を行うことができる。

【0156】

以上の方法により、処理部13がデータベースタグベクトルTAGV_{DB}を取得することができる。処理部13が取得したデータベースタグベクトルTAGV_{DB}は、データベース17に記憶することができる。

10

【0157】

以上、ステップS01乃至ステップS04により、処理部13がデータベース画像特徴量データGFD_{DB}、データベースタグTAG_{DB}、及びデータベースタグベクトルTAGV_{DB}を取得し、データベース17に記憶される。これにより、画像検索システム10がクエリ画像と類似するデータベース画像を検索できるようにすることができる。なお、データベースタグTAG_{DB}は、データベース17に記憶しなくてもよい。

【0158】

図2に示す方法では、ステップS01及びステップS02により処理部13がデータベース画像特徴量データGFD_{DB}を取得した後、ステップS03及びステップS04により処理部13がデータベースタグTAG_{DB}、及びデータベースタグベクトルTAGV_{DB}を取得しているが、本発明の一態様はこれに限らない。例えば、処理部13がデータベースタグTAG_{DB}、及びデータベースタグベクトルTAGV_{DB}を取得した後、データベース画像特徴量データGFD_{DB}を取得してもよい。

20

【0159】

また、図2に示す方法では、データベースタグTAG_{DB}をニューラルネットワーク40に入力することによりニューラルネットワーク40から出力されたベクトルそのものを、データベースタグベクトルTAGV_{DB}としているが、本発明の一態様はこれに限らない。以下では、データベースタグベクトルTAGV_{DB}の取得方法の変形例を説明する。

30

【0160】

まず、処理部13が、データベースタグTAG_{DB}の候補となる単語を取得する。データベースタグTAG_{DB}の候補となる単語は、例えば図6A、及び図6Bに示すように形態素解析により取得することができる。

【0161】

次に、取得した単語をベクトルにより表す。例えば、取得した単語をニューラルネットワーク40に入力することにより、分散表現ベクトルで表すことができる。

【0162】

その後、分散表現ベクトルに対してクラスタリングを行うことにより、所定の個数のクラスタを生成する。例えば、取得したいデータベースタグTAG_{DB}の個数と同数のクラスタを生成する。クラスタリングは、K-means法、DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) 法等により行うことができる。

40

【0163】

図8Aでは、データベース画像データGD_{DB} [1] に紐付けられるタグの候補として、20個の単語が処理部13により取得され、これらの単語がそれぞれデータベース単語ベクトルWORDV_{DB}で表される例を示している。また、図8Aでは、20個のデータベース単語ベクトルWORDV_{DB}を基にして、5個のクラスタ (クラスタCST1、クラスタCST2、クラスタCST3、クラスタCST4、及びクラスタCST5) を生成する例を示している。なお、説明の便宜のため、図8Aに示すベクトルは2次元のベクトル

50

として、横軸方向が2次元のベクトルの一方の成分、縦軸方向が2次元のベクトルの他方の成分を表しているが、実際にはデータベース単語ベクトル $WORDV_{DB}$ 等は例えば300次元のベクトルとすることができる。

【0164】

次に、クラスタ $CST1$ 乃至クラスタ $CST5$ のそれぞれについて、代表点を表すベクトルを求める。そして、当該代表点を表すベクトルを、データベースタグベクトル $TAGV_{DB}[1]$ とすることができる。図8Aでは、クラスタ $CST1$ の代表点を表すベクトルをデータベースタグベクトル $TAGV_{1DB}[1]$ とし、クラスタ $CST2$ の代表点を表すベクトルをデータベースタグベクトル $TAGV_{2DB}[1]$ とし、クラスタ $CST3$ の代表点を表すベクトルをデータベースタグベクトル $TAGV_{3DB}[1]$ とし、クラスタ $CST4$ の代表点を表すベクトルをデータベースタグベクトル $TAGV_{4DB}[1]$ とし、クラスタ $CST5$ の代表点を表すベクトルをデータベースタグベクトル $TAGV_{5DB}[1]$ とする例を示している。

【0165】

上記代表点を表すベクトルの各成分は、例えば、クラスタに含まれるデータベース単語ベクトル $WORDV_{DB}$ の各成分の平均値とすることができる。例えば、あるクラスタに、 $(0.1, 0.7)$ 、 $(0.2, 0.5)$ 、 $(0.3, 0.5)$ 、 $(0.4, 0.2)$ 、 $(0.5, 0.1)$ という5つのデータベース単語ベクトル $WORDV_{DB}$ が含まれている場合、当該クラスタの代表点を表すベクトルは、例えば $(0.3, 0.4)$ とすることができる。以上の手順により、処理部13がデータベースタグベクトル $TAGV_{DB}[1]$ を取得することができる。

【0166】

データベースタグベクトル $TAGV_{DB}[2]$ 以降も、同様の方法により取得することができる。図8Bは、データベース画像データ $GDD_B[1]$ 乃至データベース画像データ $GDD_B[100]$ のそれぞれについて、データベースタグベクトル $TAGV_{DB}$ を5個ずつ（データベースタグベクトル $TAGV_{1DB}$ 、データベースタグベクトル $TAGV_{2DB}$ 、データベースタグベクトル $TAGV_{3DB}$ 、データベースタグベクトル $TAGV_{4DB}$ 、及びデータベースタグベクトル $TAGV_{5DB}$ ）取得する場合の、各ベクトルの成分を示す表である。なお、図8Bに示す成分は、説明の便宜のための一例である。

【0167】

図8Bに示すように、データベースタグベクトル $TAGV_{DB}$ には、重み付けをすることができる。当該重みは、例えば1つのクラスタに含まれるデータベース単語ベクトル $WORDV_{DB}$ の個数を、データベース画像データ GDD_B に紐付けられるタグの候補として処理部13が取得した単語の合計数で割った値とすることができる。例えば、図8A、及び図8Bでは、データベース画像データ $GDD_B[1]$ に紐付けられるタグの候補として、20個の単語を処理部13が取得した例を示している。また、クラスタ $CST1$ には8個のデータベース単語ベクトル $WORDV_{DB}$ が含まれ、クラスタ $CST2$ には4個のデータベース単語ベクトル $WORDV_{DB}$ が含まれ、クラスタ $CST3$ には2個のデータベース単語ベクトル $WORDV_{DB}$ が含まれ、クラスタ $CST4$ には3個のデータベース単語ベクトル $WORDV_{DB}$ が含まれ、クラスタ $CST5$ には3個のデータベース単語ベクトル $WORDV_{DB}$ が含まれる例を示している。よって、図8Bに示すように、例えばデータベース画像データ $GDD_B[1]$ については、クラスタ $CST1$ に含まれるデータベースタグベクトル $TAGV_{1DB}[1]$ の重みを $8/20$ 、クラスタ $CST2$ に含まれるデータベースタグベクトル $TAGV_{2DB}[1]$ の重みを $4/20$ 、クラスタ $CST3$ に含まれるデータベースタグベクトル $TAGV_{3DB}[1]$ の重みを $2/20$ 、クラスタ $CST4$ に含まれるデータベースタグベクトル $TAGV_{4DB}[1]$ の重みを $3/20$ 、クラスタ $CST5$ に含まれるデータベースタグベクトル $TAGV_{5DB}[1]$ の重みを $3/20$ とすることができる。

【0168】

上記の方法により、例えばデータベース画像データ GDD_B の概念、技術的内容、注目点

といった特徴を強く表すタグベクトルの重みを大きくすることができる。これにより、画像検索システム 10 は高い精度で検索を行うことができる。

【0169】

次に、画像検索システム 10 を用いた画像検索方法について説明する。図 9 は、当該処理の方法の一例を示すフローチャートである。

【0170】

〔ステップ S11〕

まず、画像検索システム 10 の使用者が、入力部 11 にクエリ画像データ $G D_Q$ を入力する。クエリ画像データ $G D_Q$ は、入力部 11 から、伝送路 12 を介して処理部 13 に供給される。又は、クエリ画像データ $G D_Q$ は、伝送路 12 を介して記憶部 15 又はデータベース 17 に保存され、記憶部 15 又はデータベース 17 から伝送路 12 を介して処理部 13 に供給されてもよい。

【0171】

クエリ画像データ $G D_Q$ は、例えば、出願前の発明、考案もしくは意匠、発売前の工業製品、技術情報、又は技術的思想を説明する画像等を有することができる。

【0172】

〔ステップ S12〕

次に、クエリ画像データ $G D_Q$ を、処理部 13 が有するニューラルネットワークに入力する。例えば、図 3 A 又は図 3 B に示す構成のニューラルネットワーク 30 に、クエリ画像データ $G D_Q$ を入力することができる。これにより、処理部 13 が、クエリ画像データ $G D_Q$ の特徴量を表すクエリ画像特徴量データ $G F D_Q$ を取得することができる。例えば、図 3 A に示す層 31 [m] から出力されるデータを、クエリ画像特徴量データ $G F D_Q$ とすることができる。又は、図 3 B に示すプーリング層 PL [m] から出力されるデータを、クエリ画像特徴量データ $G F D_Q$ とすることができる。なお、クエリ画像特徴量データ $G F D_Q$ は、データベース画像特徴量データ $G F D_{DB}$ と同様に、2 層以上の出力データを含んでいてもよい。クエリ画像特徴量データ $G F D_Q$ が多くの層の出力データを含むことにより、クエリ画像特徴量データ $G F D_Q$ を、クエリ画像データ $G D_Q$ の特徴をより正確に表すものとすることができる。

【0173】

〔ステップ S13〕

次に、データベース画像データ $G D_{DB}$ の、クエリ画像データ $G D_Q$ に対する類似度を処理部 13 が算出する。

【0174】

図 10 は、データベース画像データ $G D_{DB}$ の、クエリ画像データ $G D_Q$ に対する類似度の算出について示す図である。図 10 では、一例として、1 つのクエリ画像データ $G D_Q$ と、100 個のデータベース画像データ $G D_{DB}$ と、が図 3 B に示すニューラルネットワーク 30 a に入力される例を示している。また、図 10 では、クエリ画像特徴量データ $G F D_Q$ 、及びデータベース画像特徴量データ $G F D_{DB}$ が、それぞれ x 行 y 列 (x 、 y は 1 以上の整数) のプーリング値 P を有する例を示している。

【0175】

本明細書等において、クエリ画像特徴量データ $G F D_Q$ が有するプーリング値をプーリング値 P_Q と記載し、データベース画像特徴量データ $G F D_{DB}$ が有するプーリング値をプーリング値 P_{DB} と記載する。また、例えばデータベース画像特徴量データ $G F D_{DB}$ [1] が有するプーリング値をプーリング値 P_{1DB} と記載し、データベース画像特徴量データ $G F D_{DB}$ [100] が有するプーリング値をプーリング値 P_{100DB} と記載する。

【0176】

図 10 に示す場合では、データベース画像特徴量データ $G F D_{DB}$ [1] 乃至データベース画像特徴量データ $G F D_{DB}$ [100] のそれぞれについて、クエリ画像特徴量データ $G F D_Q$ に対する類似度が算出される。そして、当該類似度を、データベース画像データ $G D_{DB}$ [1] 乃至データベース画像データ $G D_{DB}$ [100] の、クエリ画像データ $G D_Q$

Qに対する類似度とすることができる。なお、データベース17に記憶されている全てのデータベース画像特徴量データGFDD_Bについて、クエリ画像特徴量データGFDD_Qに対する類似度を算出してもよい。又は、データベース17に記憶されているデータベース画像特徴量データGFDD_Bの一部について、クエリ画像特徴量データGFDD_Qに対する類似度を算出してもよい。

【0177】

上記類似度は、例えばコサイン類似度とすることが好ましい。又は、ユークリッド類似度、ミンコフスキー類似度としてもよい。例えば、データベース画像特徴量データGFDD_B [1] の、クエリ画像特徴量データGFDD_Qに対するコサイン類似度は、以下の式で算出することができる。コサイン類似度の値が大きいほど、データベース画像データGD_Bがクエリ画像データGD_Qに類似しているといえる。

【0178】

【数5】

$$\frac{\sum_{l=1, j=1}^{x,y} (P_Q[l,j] \cdot P_{1DB}[l,j])}{\sqrt{\sum_{l=1, j=1}^{x,y} P_Q^2[l,j]} \cdot \sqrt{\sum_{l=1, j=1}^{x,y} P_{1DB}^2[l,j]}} \quad (5)$$

【0179】

データベース画像特徴量データGFDD_B [2] 乃至データベース画像特徴量データGFDD_B [100] の、クエリ画像特徴量データGFDD_Qに対するコサイン類似度も同様の方法で算出することができる。以上により、データベース画像データGD_B [1] 乃至データベース画像データGD_B [100] の、クエリ画像データGD_Qに対する類似度を算出することができる。

【0180】

類似度としてコサイン類似度を算出することにより、画像検索システム10は高い精度で検索を行うことができる。また、コサイン類似度は、簡便な計算で算出することができる。よって、処理部13がGPUを有する場合、類似度をGPUで求めることができる。したがって、類似度を短時間で算出ことができ、画像検索システム10は短時間で検索を行うことができる。

【0181】

【ステップS14】

次に、データベース画像データGD_Bのクエリ画像データGD_Qに対する類似度の算出結果に基づき、クエリ画像データGD_Qに紐付けられるタグであるクエリタグTAG_Qを処理部13が取得する。

【0182】

図11A、及び図11Bは、クエリタグTAG_Qの取得方法の一例を示す図である。まず、図11Aに示すように、ステップS13で算出した類似度に基づき、データベース画像データGD_B [1] 乃至データベース画像データGD_B [100] を並び替える。例えば、最もクエリ画像データGD_Qに対する類似度が高いデータベース画像データGD_B から降順で並び替える。図11Aに示す場合では、データベース画像データGD_B [2] の類似度が0.999で最も高く、データベース画像データGD_B [31] の類似度が0.971で2番目に高く、データベース画像データGD_B [73] の類似度が0.964で3番目に高く、データベース画像データGD_B [52] の類似度が0.951で4番目に高く、データベース画像データGD_B [28] の類似度が0.937で5番目に高いとしている。

【0183】

次に、類似度が高いデータベース画像データGD_Bに紐付けられているデータベースタグTAG_Bを抽出する。図11Aに示す場合では、類似度が1乃至5番目に高いデータ

10

20

30

40

50

ベース画像データG D D Bに紐付けられているデータベースタグT A G D Bを抽出している。具体的には、データベース画像データG D D B [2] に紐付けられているタグ「a a a」、「b b b」、「c c c」、「d d d」、及び「e e e」と、データベース画像データG D D B [3 1] に紐付けられているタグ「a a a」、「c c c」、「f f f」、「g g g」、及び「h h h」と、データベース画像データG D D B [7 3] に紐付けられているタグ「a a a」、「b b b」、「f f f」、「i i i」、及び「k k k」と、データベース画像データG D D B [5 2] に紐付けられているタグ「a a a」、「c c c」、「g g g」、「p p p」、及び「q q q」と、データベース画像データG D D B [2 8] に紐付けられているタグ「a a a」、「k k k」、「r r r」、「s s s」、及び「t t t」と、を抽出している。図1 1 Aに示すように、抽出するタグは重複していてもよい。

10

【0 1 8 4】

なお、上記では、データベースタグT A G D Bを抽出するデータベース画像データG D D Bの個数を、所定の個数に定めているが、本発明の一態様はこれに限らない。例えば、類似度が所定の値以上のデータベース画像データG D D Bに紐付けられたデータベースタグを抽出してもよい。つまり、データベースタグT A G D Bを抽出するデータベース画像データG D D Bの個数を、固定しなくてもよい。

【0 1 8 5】

その後、図1 1 Bに示すように、抽出したタグのそれぞれについて、出現回数を算出する。例えば、タグ「a a a」は、データベース画像データG D D B [2]、データベース画像データG D D B [3 1]、データベース画像データG D D B [7 3]、データベース画像データG D D B [5 2]、及びデータベース画像データG D D B [2 8] のいずれにも紐付けられているため、出現回数は5となる。タグ「d d d」は、データベース画像データG D D B [2]、データベース画像データG D D B [3 1]、データベース画像データG D D B [7 3]、データベース画像データG D D B [5 2]、及びデータベース画像データG D D B [2 8] の中では、データベース画像データG D D B [2] のみに紐付けられているため、出現回数は1となる。

20

【0 1 8 6】

次に、図1 1 Bに示すように、例えば出現回数が最も多いタグから順に、所定の個数のタグをさらに抽出し、当該抽出したタグをクエリタグT A G Qとする。図1 1 Bに示す場合では、出現回数が最も多いタグから順に、クエリタグT A G Qとして5個タグを抽出している。具体的には、出現回数が5回で最も多いタグ「a a a」と、出現回数が3回で2番目に多いタグ「c c c」と、を抽出している。

30

【0 1 8 7】

出現回数が同一のタグが複数存在するが、当該複数のタグをすべて抽出することができない場合、例えばより類似度が高いデータベース画像データG D D Bに紐付けられたタグを抽出することができる。例えば、データベース画像データG D D Bの類似度の順位を数値で表す。そして、出現回数が同一のタグ同士で、紐付けられたデータベース画像データG D D Bの類似度の順位を表す数値の合計を比較し、合計値が小さいタグから順に抽出することができる。

【0 1 8 8】

図1 1 Bに示す場合では、クエリタグT A G Qの個数を5個とし、タグ「a a a」の出現回数を5、タグ「c c c」の出現回数を3としている。したがって、出現回数が2以下のタグから3個のタグを抽出する必要がある。しかしながら、出現回数が2のタグは、「b b b」、「f f f」、「g g g」、及び「k k k」の4個である。よって、当該4個のタグの中から、3個のタグを選ぶ必要がある。ここで、タグ「b b b」が紐付けられているデータベース画像データG D D B [2] の類似度の順位は1で、データベース画像データG D D B [7 3] の類似度の順位は3である。よって、タグ「b b b」に係る類似度の順位の合計は4となる。同様に、タグ「f f f」に係る類似度の順位の合計は5となり、タグ「g g g」に係る類似度の順位の合計は6となり、タグ「k k k」に係る類似度の順位の合計は8となる。以上より、出現回数が2のタグに係る類似度の順位の合計値が最も小

40

50

さいタグはタグ「b b b」であり、昇順にタグ「f f f」、「g g g」、「k k k」となる。よって、タグ「b b b」、「f f f」、及び「g g g」をクエリタグTAG_Qとすることができる。

【0189】

以上まとめると、図11Bに示す場合では、出現回数が5のタグ「a a a」と、出現回数が3のタグ「c c c」と、出現回数が2のタグのうち、類似度の順位の合計が1乃至3番目に小さいタグ「b b b」、「f f f」、及び「g g g」と、をクエリタグTAG_Qとすることができる。

【0190】

なお、データベースタグTAG_{DB}に含まれる単語そのものだけでなく、データベースタグTAG_{DB}に含まれる単語の類義語を、クエリタグTAG_Qに含めてもよい。例えば、記憶部15、又はデータベース17にあらかじめ類義語辞書データを記憶させておき、データベースタグTAG_{DB}に含まれる単語と、当該単語の類義語として類義語辞書に登録されている単語と、をクエリタグTAG_Qに含めることができる。

【0191】

図11Bに示す場合では、抽出したデータベースタグTAG_{DB}の中から、処理部13がクエリタグTAG_Qを自動で選択しているが、本発明の一態様はこれに限らない。例えば、画像検索システム10の使用者に抽出したデータベースタグTAG_{DB}を提示し、提示されたタグの中からクエリタグTAG_Qとするタグを、画像検索システム10の使用者が選択してもよい。又は、例えば類似度が高いデータベース画像を画像検索システム10の使用者に提示し、提示されたデータベース画像を画像検索システム10の使用者に選択させてもよい。そして、選択されたデータベース画像を表すデータベース画像データG_{DD}に紐付けられているデータベースタグTAG_{DB}の全部又は一部を、クエリタグTAG_Qとしてもよい。

【0192】

図11A、及び図11Bに示す方法では、クエリタグTAG_Qを、データベースタグTAG_{DB}の中から選択しているが、本発明の一態様はこれに限らない。例えば、データベースタグTAG_{DB}を基に新たなタグを生成し、当該タグをクエリタグTAG_Qとしてもよい。以下では、データベースタグTAG_{DB}を表すデータベースタグベクトルTAG_V_{DB}を用いて、クエリタグTAG_Qを表すクエリタグベクトルTAG_V_Qを処理部13が取得する方法の一例を説明する。

【0193】

図11Aで説明した方法は、以下で説明する方法でクエリタグベクトルTAG_V_Qを取得する場合においても適用することができる。つまり、データベースタグTAG_{DB}の抽出は、図11Aに示す方法と同様の方法で行うことができる。

【0194】

データベースタグTAG_{DB}の抽出後、抽出したデータベースタグTAG_{DB}を表すデータベースタグベクトルTAG_V_{DB}に対してクラスタリングを行うことにより、所定の個数のクラスタを生成する。例えば、取得したいクエリタグTAG_Qの個数と同数のクラスタを生成する。クラスタリングは、K-means法、DBSCAN法等により行うことができる。

【0195】

図12Aでは、図11Aに示す25個のデータベースタグTAG_{DB}が処理部13により取得される例を示している。また、図12Aでは、図11Aに示すデータベースタグTAG_{DB}に対応するデータベースタグベクトルTAG_V_{DB}を基にして、5個のクラスタ（クラスタCST1、クラスタCST2、クラスタCST3、クラスタCST4、及びクラスタCST5）を生成する例を示している。なお、説明の便宜のため、図12Aに示すベクトルは2次元のベクトルとして、横軸方向が2次元のベクトルの一方の成分、縦軸方向が2次元のベクトルの他方の成分を表しているが、実際には例えば300次元のベクトルとすることができる。また、図12Aに示す括弧内の数字は、抽出したデータベースタグT

A G_D Bの出現回数を示している。例えば、「a a a (5)」は、タグ「a a a」の出現回数が5であることを示している。

【0196】

次に、クラスタC S T 1乃至クラスタC S T 5のそれぞれについて、代表点を表すベクトルを求める。そして、当該代表点を表すベクトルを、クエリタグベクトルT A G V_Qとすることができる。図12Aでは、クラスタC S T 1の代表点を表すベクトルをクエリタグベクトルT A G V_{1Q}とし、クラスタC S T 2の代表点を表すベクトルをクエリタグベクトルT A G V_{2D}とし、クラスタC S T 3の代表点を表すベクトルをクエリタグベクトルT A G V_{3Q}とし、クラスタC S T 4の代表点を表すベクトルをクエリタグベクトルT A G V_{4Q}とし、クラスタC S T 5の代表点を表すベクトルをクエリタグベクトルT A G V_{5Q}とする例を示している。

10

【0197】

上記代表点を表すベクトルの各成分は、例えば、クラスタに含まれるデータベースタグベクトルT A G V_D Bの各成分の平均値とすることができる。以上の手順により、処理部13がクエリタグベクトルT A G V_Qを取得することができる。

【0198】

図12Bは、クエリタグベクトルT A G V_{1Q}乃至クエリタグベクトルT A G V_{5Q}の成分を示す表である。なお、図12Bに示す成分は、説明の便宜のための一例である。

【0199】

図12Bに示すように、クエリタグベクトルT A G V_Qには、重み付けをすることができる。当該重みは、例えば1つのクラスタに含まれるデータベースタグベクトルT A G V_D Bの個数を、図12A等に示す方法により抽出したデータベースタグT A G_D Bの合計数で割った値とすることができる。例えば、図12A、及び図12Bでは、25個のデータベースタグT A G_D Bを抽出した例を示している。また、クラスタC S T 1には11個のデータベースタグベクトルT A G V_D Bが含まれ、クラスタC S T 2には4個のデータベースタグベクトルT A G V_D Bが含まれ、クラスタC S T 3には5個のデータベースタグベクトルT A G V_D Bが含まれ、クラスタC S T 4には2個のデータベースタグベクトルT A G V_D Bが含まれ、クラスタC S T 5には3個のデータベースタグベクトルT A G V_D Bが含まれる例を示している。よって、図12Bに示すように、クラスタC S T 1に含まれるクエリタグベクトルT A G V_{1Q}の重みを $11/25$ 、クラスタC S T 2に含まれるクエリタグベクトルT A G V_{2Q}の重みを $4/25$ 、クラスタC S T 3に含まれるクエリタグベクトルT A G V_{3Q}の重みを $5/25$ 、クラスタC S T 4に含まれるクエリタグベクトルT A G V_{4Q}の重みを $2/25$ 、クラスタC S T 5に含まれるクエリタグベクトルT A G V_{5Q}の重みを $3/25$ とすることができる。

20

30

【0200】

上記の方法により、例えばクエリ画像データG D_Qの概念、技術的内容、注目点といった特徴を強く表すタグベクトルの重みを大きくすることができる。これにより、画像検索システム10は高い精度で検索を行うことができる。

【0201】

ステップS 13及びステップS 14に示すクエリタグT A G_Qの取得方法は、例えばデータベースタグT A G_D Bを基にせずにクエリタグT A G_Qを取得する方法と比較して、簡便な方法である。よって、画像検索システム10は、短時間で検索を行うことができる。また、ステップS 13及びステップS 14に示す方法によるクエリタグT A G_Qの取得は、例えば画像検索システム10の使用者が全てのクエリタグT A G_Qを指定し、かつ当該使用者へのクエリタグT A G_Qの候補の提示も行わない場合と比較して、クエリ画像データG D_Qに対応する画像の概念、技術的内容、注目点等を表すタグを網羅的に取得することができる。よって、画像検索システム10は、簡便かつ高い精度で検索を行うことができる。

40

【0202】

【ステップS 15】

50

次に、処理部 13 が、データベース画像特徴量データ GFD_{DB} と、データベースタグベクトル $TAGV_{DB}$ と、を含むデータ D_{DB} を取得する。また、処理部 13 が、クエリ画像特徴量データ GFD_Q と、クエリタグベクトル $TAGV_Q$ と、を含むデータ D_Q を取得する。

【0203】

図 13 は、データ D_{DB} 、及びデータ D_Q の構成例を示す図である。データベース画像特徴量データ GFD_{DB} 、及びクエリ画像特徴量データ GFD_Q は、図 10 に示す構成と同様の構成とすることができる。データベースタグベクトル $TAGV_{DB}$ は、成分 $VC_{DB}[1]$ 乃至成分 $VC_{DB}[h]$ (h は 2 以上の整数) を有する構成とすることができる。クエリタグベクトル $TAGV_Q$ は、成分 $VC_Q[1]$ 乃至成分 $VC_Q[h]$ を有する構成とすることができる。ここで、例えば 1 つの画像データに、300 次元のベクトルで表されるタグが 5 個紐付けられている場合、 h は 1500 となる。

【0204】

本明細書等において、例えばデータベースタグベクトル $TAGV_{DB}[1]$ が有する成分を成分 $VC1_{DB}$ と記載し、データベースタグベクトル $TAGV_{DB}[100]$ が有する成分を成分 $VC100_{DB}$ と記載する。

【0205】

前述のように、成分という用語は、値という用語に言い換えることができる場合がある。この場合、画像特徴量データと、タグベクトルと、は共に複数の値の集合であるといえることができる。よって、データという用語と、ベクトルという用語は、入れ換えて用いることができる場合がある。

【0206】

【ステップ S16】

次に、データ D_{DB} の、データ D_Q に対する類似度を処理部 13 が算出する。図 13 に示す場合では、データ $D_{DB}[1]$ 乃至データ $D_{DB}[100]$ のそれぞれについて、データ D_Q に対する類似度が算出される。そして、当該類似度を、データベース画像データ $GD_{DB}[1]$ 乃至データベース画像データ $GD_{DB}[100]$ の、クエリ画像データ GD_Q に対する類似度とすることができる。よって、ステップ S13 で処理部 13 が算出した、データベース画像データ GD_{DB} の、クエリ画像データ GD_Q に対する類似度を補正することができる。

【0207】

ここで、図 8 B、及び図 12 B に示すようにタグベクトルに重みを付けた場合、例えば当該タグベクトルが有する成分に重みを乗じることにより、重み付けを行うことができる。

【0208】

データ D_{DB} の、データ D_Q に対する類似度は、ステップ S13 で処理部 13 が算出した類似度と同じ種類とすることが好ましい。例えば、ステップ S13 でコサイン類似度を算出した場合は、データ D_{DB} の、データ D_Q に対する類似度として、コサイン類似度を算出することが好ましい。

【0209】

例えば、データ $D_{DB}[1]$ の、データ D_Q に対するコサイン類似度は、以下の式で算出することができる。

【0210】

【数 6】

$$\frac{\sum_{i=1, j=1}^{x,y} (P_Q[i,j] \cdot P1_{DB}[i,j]) + \sum_{i=1}^h (VC_Q[i] \cdot VC1_{DB}[i])}{\sqrt{\sum_{i=1, j=1}^{x,y} P_Q^2[i,j] + \sum_{i=1}^h VC_Q^2[i]} \cdot \sqrt{\sum_{i=1, j=1}^{x,y} P1_{DB}^2[i,j] + \sum_{i=1}^h VC1_{DB}^2[i]}} \quad (6)$$

【0211】

データ $D_{DB}[2]$ 乃至データ $D_{DB}[100]$ の、データ D_Q に対するコサイン類似度も同様の方法で算出することができる。以上により、データ $D_{DB}[1]$ 乃至データ $D_{DB}[100]$ の、データ D_Q に対する類似度を算出することができる。これにより、ステップ $S13$ で算出した、データベース画像データ $G_{DB}[1]$ 乃至データベース画像データ $G_{DB}[100]$ の、クエリ画像データ G_Q に対する類似度を補正することができる。
【0212】

なお、画像特徴量データが有する値の数と、タグベクトルが有する成分の数と、の比を調整することにより、検索結果を変更することができる。例えば、クエリ画像特徴量データ G_{FQ} が有する値、及びデータベース画像特徴量データ G_{FDB} が有する値の数を増加させる、又はクエリタグベクトル T_{AGVQ} が有する成分の数、及びデータベースタグベクトル T_{AGVDB} が有する成分の数を減少させると、補正後の類似度は画像特徴量を重視した結果となる。例えば、データベース画像データ G_{DB} の特徴量が、クエリ画像データ G_Q の特徴量と類似していれば、データベースタグ T_{AGDB} がクエリタグ T_{AGQ} と多少異なっているとしても、当該データベース画像データ G_{DB} のクエリ画像データ G_Q に対する、補正後の類似度は高くなる。一方、クエリ画像特徴量データ G_{FQ} が有する値の数、及びデータベース画像特徴量データ G_{FDB} が有する値の数を減少させる、又はクエリタグベクトル T_{AGVQ} が有する成分の数、及びデータベースタグベクトル T_{AGVDB} が有する成分の数を増加させると、補正後の類似度はタグを重視した結果となる。例えば、データベースタグ T_{AGDB} がクエリタグ T_{AGQ} と類似していれば、データベース画像データ G_{DB} の特徴量が、クエリ画像データ G_Q の特徴量と多少異なっているとしても、当該データベース画像データ G_{DB} のクエリ画像データ G_Q に対する、補正後の類似度は高くなる。

【0213】

タグベクトルが有する成分の数を増加又は減少させるためには、画像データに紐付けられるタグの個数を増加又は減少させればよい。また、例えば画像特徴量データが有する値のうち、一部の値のみを類似度の算出に用いることにより、タグを重視した類似度を算出することができる。例えば、画像を見た場合に強い印象を与えない部分の特徴量を表す値を、類似度の算出に用いないことにより、クエリ画像と見た目の印象が大きく異なるデータベース画像の類似度が高くなることを抑制しつつ、タグを重視した類似度を算出することができる。よって、画像検索システム10は高い精度で検索を行うことができる。

【0214】

また、画像特徴量データが有する値、又はタグベクトルが有する成分に所定の係数を乗じることによっても、検索結果を変更することができる。例えば、クエリ画像特徴量データ G_{FQ} が有する値、及びデータベース画像特徴量データ G_{FDB} が有する値に1より大きい実数を乗じることにより、補正後の類似度を、画像特徴量を重視した結果とすることができる。また、クエリタグベクトル T_{AGVQ} が有する成分、及びデータベースタグベクトル T_{AGVDB} が有する成分に0以上1未満の実数を乗じることにより、補正後の類似度を、画像特徴量を重視した結果とすることができる。例えば、クエリ画像特徴量データ G_{FQ} が有する値、及びデータベース画像特徴量データ G_{FDB} が有する値に0以上1未満の実数を乗じることにより、補正後の類似度を、タグを重視した結果とすることができる。また、クエリタグベクトル T_{AGVQ} が有する成分、及びデータベースタグベクトル T_{AGVDB} が有する成分に1より大きい実数を乗じることにより、補正後の類似度を、タグを重視した結果とすることができる。

【0215】

【ステップS17】

次に、ステップ $S16$ で算出した、補正後の類似度の順位に関する情報を含むランキングデータを処理部13が生成し、検索結果として画像検索システム10の外部に出力する。

【0216】

処理部13は、ランキングデータを、伝送路12を介して、記憶部15又はデータベース17に供給することができる。また、処理部13は、ランキングデータを、伝送路12を

介して出力部 19 に供給することができる。これにより、出力部 19 は、画像検索システム 10 の外部にランキングデータを供給することができる。

【0217】

ランキングデータは、各データベース画像の、クエリ画像に対する類似度の順位、類似度の値等を含むことができる。なお、ランキングデータは、データベース画像へのファイルパスを含むことが好ましい。これにより、画像検索システム 10 の使用者は、ランキングデータから目的の画像に容易にアクセスすることができる。また、クエリ画像、及び出力されたデータベース画像に紐付けられたタグを確認できるようにしてもよい。さらに、例えばデータベース画像が掲載された刊行物を表す刊行物データがデータベース 17 等に記憶されている場合は、画像検索システム 10 の使用者は、ランキングデータに紐付けられたデータベース画像が掲載されている刊行物に容易にアクセスすることができる。以上が画像検索システム 10 を用いた画像検索方法の一例である。

10

【0218】

画像検索システム 10 を用いた画像検索方法では、まず、タグを紐付けずに、データベース画像データ $G D_D B$ の、クエリ画像データ $G D_Q$ に対する類似度を算出する。その後、タグを紐付けて、当該類似度を補正する。これにより、例えば特徴量はクエリ画像と類似するが、概念、技術的内容、注目点等が異なるデータベース画像が検索されることを抑制することができる。

【0219】

例えば、クエリ画像データ $G D_Q$ に対する類似度が 1 乃至 5 番目に高いデータベース画像データ $G D_D B$ に紐付けられているデータベースタグ $T A G_D B$ を基にして、処理部 13 がクエリタグ $T A G_Q$ を取得するとする。この場合、類似度が 6 番目以下のデータベース画像データ $G D_D B$ に、クエリ画像と概念、技術的内容、注目点等が異なる画像データが混入することを抑制することができる。よって、検索結果にノイズとなる画像が混入し、検索したい画像が出力されなくなることを抑制することができる。以上により、画像検索システム 10 は高い精度で検索を行うことができる。

20

【0220】

また、画像検索システム 10 を用いた画像検索方法では、データベースタグ $T A G_D B$ を基にしてクエリタグ $T A G_Q$ を取得する。当該取得方法は、データベースタグ $T A G_D B$ を基にせずクエリタグ $T A G_Q$ を取得する方法と比較して、簡便な方法である。よって、画像検索システム 10 は、短時間で検索を行うことができる。また、データベースタグ $T A G_D B$ を基にしてクエリタグ $T A G_Q$ を取得する方法は、例えば画像検索システム 10 の使用者が全てのクエリタグ $T A G_Q$ を指定し、かつ当該使用者へのクエリタグ $T A G_Q$ の候補の提示も行わない場合と比較して、クエリ画像データ $G D_Q$ に対応する画像の概念、特徴、技術的内容、注目点等を表すタグを網羅的に取得することができる。よって、画像検索システム 10 は、簡便かつ高い精度で検索を行うことができる。

30

【0221】

<1-3. 画像検索方法-2>

図 9 等に示す画像検索方法では、画像検索システム 10 の使用者は、クエリタグ $T A G_Q$ を入力していないが、本発明の一態様はこれに限らない。図 14 は、画像検索システム 10 の使用者がクエリタグ $T A G_Q$ の一部を手作業で入力する場合の、画像検索システム 10 を用いた画像検索方法の一例を示すフローチャートである。なお、図 14 に示す方法で画像検索システム 10 を動作させる場合であっても、図 9 に示す画像検索方法で画像検索システム 10 を動作させる場合と同様に、図 2 に示す処理をあらかじめ行っておくといよい。

40

【0222】

[ステップ S21]

まず、画像検索システム 10 の使用者が、クエリ画像データ $G D_Q$ の他、クエリタグ $T A G_Q$ を入力部 11 に入力する。画像検索システム 10 の使用者が入力するクエリタグ $T A G_Q$ の個数、及びクエリタグ $T A G_Q$ の内容は、当該使用者が任意に設定することができる。また、後のステップで自動的に取得されるクエリタグ $T A G_Q$ も含めた、クエリタグ

50

TAG_Qの個数を使用者が設定できるようにしてもよい。

【0223】

図15は、クエリ画像データGD_Q、及びクエリタグTAG_Qの、入力部11への入力について示す図である。図15に示す場合では、画像検索システム10の使用者が、クエリ画像データGD_Qの他、クエリ画像データGD_Qを表す「回路図」、「半導体」という2つのクエリタグTAG_Qを入力している。

【0224】

ここで、入力部11へ入力するクエリタグTAG_Qを変えることにより、データベース画像データGD_{DB}のクエリ画像データGD_Qに対する類似度の算出結果を変えることができる。例えば、「容量素子」というクエリタグTAG_Qを入力部11に入力する場合、容量素子が描かれていない回路図を表すデータベース画像データの類似度を低くすることができる。

【0225】

〔ステップS22〕

次に、クエリ画像データGD_Qを、処理部13が有するニューラルネットワークに入力する。例えば、図3A又は図3Bに示す構成のニューラルネットワーク30に、クエリ画像データGD_Qを入力することができる。これにより、処理部13が、クエリ画像データGD_Qの特徴量を表すクエリ画像特徴量データGF_{DQ}を取得することができる。

【0226】

〔ステップS23〕

次に、処理部13が、データベース画像特徴量データGF_{ddb}と、データベースタグベクトルTAG_{vdb}と、を含むデータD_{db}を取得する。また、処理部13が、クエリ画像特徴量データGF_{DQ}と、クエリタグベクトルTAG_{vQ}と、を含むデータD_Qを取得する。

【0227】

ここで、1つのデータベース画像データGD_{db}に紐付けられたデータベースタグTAG_{db}の個数が、入力部11に入力されたクエリタグTAG_Qの個数よりも多い場合は、データD_{db}に含むタグを、データベース画像データGD_{db}に紐付けられたタグの中から選択する。例えば、1つのデータベース画像データGD_{db}に5個のデータベースタグTAG_{db}が紐付けられているとする。そして、入力部11に入力されたクエリタグTAG_Qの個数が2個であるとする。この場合は、5個のデータベースタグTAG_{db}のうち、例えば最もTF-IDFが高いタグと、2番目にTF-IDFが高いタグと、をデータD_{db}が有するタグとすることができる。

【0228】

〔ステップS24〕

次に、データGD_{db}の、データGD_Qに対する類似度を処理部13が算出する。当該類似度は、図13に示す方法と同様の方法で算出することができる。

【0229】

〔ステップS25〕

次に、データD_{db}のデータD_Qに対する類似度の算出結果に基づいて、クエリタグTAG_Qを追加、修正する。

【0230】

図16A、及び図16Bは、クエリタグTAG_Qの追加方法の一例を示す図である。まず、図16Aに示すように、ステップS24で算出した類似度に基づき、データD_{db}を並び替える。図16Aでは、100個のデータD_{db}を並び替える例を示している。例えば、最もデータD_Qに対する類似度が高いデータD_{db}から降順で並び替える。図16Aに示す場合では、データD_{db} [2] の類似度が0.999で最も高く、データD_{db} [41] の類似度が0.971で2番目に高く、データD_{db} [53] の類似度が0.964で3番目に高く、データD_{db} [22] の類似度が0.951で4番目に高く、データD_{db} [88] の類似度が0.937で5番目に高いとしている。

10

20

30

40

50

【0231】

次に、類似度が高いデータ D_{DB} が有するデータベース画像データ G_{DB} に紐付けられているデータベースタグ TAG_{DB} を抽出する。図16Aに示す場合では、類似度が1乃至5番目に高いデータ D_{DB} が有するデータベース画像データ G_{DB} に紐付けられているデータベースタグ TAG_{DB} を抽出している。具体的には、データベース画像データ G_{DB} [2] に紐付けられているタグ「aaa」、「bbb」、「ccc」、「ddd」、及び「eee」と、データベース画像データ G_{DB} [41] に紐付けられているタグ「aaa」、「ccc」、「fff」、「ggg」、及び「hhh」と、データベース画像データ G_{DB} [53] に紐付けられているタグ「aaa」、「bbb」、「fff」、「iii」、及び「kkk」と、データベース画像データ G_{DB} [22] に紐付けられているタグ「aaa」、「ccc」、「ggg」、「ppp」、及び「qqq」と、データベース画像データ G_{DB} [88] に紐付けられているタグ「aaa」、「kkk」、「rrr」、「sss」、及び「ttt」と、を抽出している。図11Aに示す場合と同様に、抽出するタグは重複していてもよい。

10

【0232】

その後、図16Bに示すように、抽出したタグのそれぞれについて、出現回数を算出する。

【0233】

次に、図16Bに示すように、上記抽出したタグの中から、所定の個数のタグをさらに抽出し、当該抽出したタグを新たなクエリタグ TAG_Q とする。図16Bに示す場合では、ステップS21で既に2個のタグ（「回路図」、及び「半導体」）がクエリタグ TAG_Q として取得されている。そして、タグを3個追加することにより、クエリタグ TAG_Q の個数を、1つのデータベース画像データ G_{DB} に紐付けられているデータベースタグ TAG_{DB} の個数と等しく5個とするとする。

20

【0234】

新たなクエリタグ TAG_Q とするタグの抽出は、図11Bに示す方法と同様の方法で行うことができる。例えば、出現回数が最も多いタグから順に抽出することができる。また、出現回数が同一のタグが複数存在するが、当該複数のタグをすべて抽出することができない場合、例えばより類似度が高いデータ D_{DB} が有するデータベース画像データ G_{DB} に紐付けられたタグを抽出することができる。図16Bに示す場合では、タグ「aaa」、「bbb」、「ccc」を、新たなクエリタグ TAG_Q として抽出することができる。

30

【0235】

以上まとめると、図16Bに示す場合では、ステップS21で画像検索システム10の使用者が入力部11に入力したタグ「回路図」、「半導体」の他、タグ「aaa」、「bbb」、「ccc」を追加した5つのタグを、新たなクエリタグ TAG_Q とすることができる。

【0236】

なお、画像検索システム10の使用者が入力部11に入力した一部又は全部を、クエリタグ TAG_Q から削除してもよい。例えば、タグ「回路図」、「半導体」をタグ TAG_Q から削除し、図16Bに示すタグの中から5個のタグを抽出して新たなタグ TAG_Q としてもよい。この場合、例えばタグ「aaa」、「bbb」、「ccc」、「fff」、「ggg」を、新たなタグ TAG_Q とすることができる。

40

【0237】

[ステップS26]

次に、クエリタグ TAG_Q の追加、修正に対応して、データ D_{DB} が有するタグを追加、修正する。例えば、1つのデータ D_{DB} が有するデータベースタグベクトル TAG_{VDB} の個数を、クエリタグ TAG_Q の個数と等しくする。

【0238】

[ステップS27]

次に、データ G_{DB} の、データ G_{DQ} に対する類似度を処理部13が再度算出する。当該類似度は、ステップS24に示す方法と同様の方法で算出することができる。これにより

50

、データG D_{D B}の、データG D_Qに対する類似度を補正することができる。

【0239】

〔ステップS28〕

次に、ステップS27で算出した、補正後の類似度の順位に関する情報を含むランキングデータを処理部13が生成し、検索結果として画像検索システム10の外部に出力する。これにより、画像検索システム10の使用者は、例えば、各データベース画像のクエリ画像に対する類似度の順位、類似度の値、検索されたデータベース画像、タグ等を確認することができる。

【0240】

〔ステップS29、ステップS30〕

次に、画像検索システム10の使用者が、ランキングデータが期待した結果であるか確認する。期待した結果であれば、検索を終了する。期待した結果が得られなかった場合、画像検索システム10の使用者が、クエリタグT A G_Qを追加、修正等した後、ステップS23に戻る。以上が画像検索システム10を用いた画像検索方法の一例である。

【0241】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。また、本明細書において、1つの実施の形態の中に、複数の構成例が示される場合は、構成例を適宜組み合わせることが可能である。

【0242】

（実施の形態2）

実施の形態1では、画像検索システム10はデータベース画像データG D_{D B}の領域全体と、クエリ画像データG D_Qの領域全体と、を比較することにより、データベース画像データG D_{D B}に対するクエリ画像データG D_Qの類似度を算出したが、本発明の一態様はこれに限らない。例えば、データベース画像データG D_{D B}の一部の領域と、クエリ画像データG D_Qの領域全体と、を比較することにより、データベース画像データG D_{D B}のクエリ画像データG D_Qに対する類似度を算出してもよい。又は、データベース画像データG D_{D B}の領域全体と、クエリ画像データG D_Qの一部の領域と、を比較することにより、データベース画像データG D_{D B}のクエリ画像データG D_Qに対する類似度を算出してもよい。

【0243】

<2-1. 画像検索方法-3>

図17は、データベース画像データG D_{D B}の一部の領域と、クエリ画像データG D_Qの領域全体と、を比較することにより、データベース画像データG D_{D B}のクエリ画像データG D_Qに対する類似度を算出する場合の、画像検索システム10を用いた画像検索方法の一例である。まず、画像検索システム10は、図9に示すステップS11、又は図14に示すステップ21を行う。

【0244】

〔ステップS31〕

次に、処理部13が、クエリ画像データG D_Qとデータベース画像データG D_{D B}とを比較し、クエリ画像データG D_Qに対する一致度が高い領域を含むデータベース画像データG D_{D B}を抽出する。ここで、抽出したデータベース画像データG D_{D B}を、抽出画像データG D_{E x}とする。クエリ画像データG D_Qとデータベース画像データG D_{D B}との比較は、例えば領域ベースマッチングにより行うことができる。

【0245】

ステップS31の動作の一例について、図18乃至図20を用いて詳細に説明する。ステップS31では、図18Aに示すように、クエリ画像データG D_Qをn個（nは1以上の整数）のデータベース画像データG D_{D B}のそれぞれと比較する。ここで、nは、データベース17に記憶されているデータベース画像データG D_{D B}の個数と同数でもよいし、それより少なくてもよい。また、nは、データベース17に記憶されているデータベース画像データG D_{D B}の個数よりも多くてもよい。この場合は、データベース17に記憶さ

10

20

30

40

50

れているデータベース画像データ $G D_{DB}$ の他に、記憶部 15 に記憶されている画像データ、又は画像検索システム 10 の外部から入力部 11 を介して処理部 13 に入力された画像データと、クエリ画像データ $G D_Q$ とを比較する。なお、 n がデータベース画像データ $G D_{DB}$ の個数以下であっても、記憶部 15 に記憶されている画像データ、又は画像検索システム 10 の外部から入力部 11 を介して処理部 13 に入力された画像データと、クエリ画像データ $G D_Q$ とを比較してもよい。

【0246】

n が小さい場合、ステップ S31 の動作を短時間で行うことができる。一方、 n が大きい場合、クエリ画像データ $G D_Q$ に対する一致度が高い領域を含むデータベース画像データ $G D_{DB}$ の抽出を高い精度で行うことができる。

【0247】

図 18B は、クエリ画像データ $G D_Q$ と、データベース画像データ $G D_{DB}$ とを領域ベースマッチングにより比較する場合の手順について説明する図である。ここで、クエリ画像データ $G D_Q$ に対応する画像の画素数は 2×2 、データベース画像データ $G D_{DB}$ に対応する画像の画素数は 4×4 とする。つまり、クエリ画像データ $G D_Q$ は 2×2 の画素値を有し、データベース画像データ $G D_{DB}$ は 4×4 の画素値を有するとする。

【0248】

図 18B において、クエリ画像データ $G D_Q$ が有する 2×2 の画素値を、それぞれ画素値 $v q 11$ 、画素値 $v q 12$ 、画素値 $v q 21$ 、画素値 $v q 22$ とする。例えば、クエリ画像データ $G D_Q$ において、1 行 1 列目の画素に対応する画素値を画素値 $v q 11$ 、1 行 2 列目の画素に対応する画素値を画素値 $v q 12$ 、2 行 1 列目の画素に対応する画素値を画素値 $v q 21$ 、2 行 2 列目の画素に対応する画素値を画素値 $v q 22$ とする。また、データベース画像データ $G D_{DB}$ が有する 4×4 の画素値を、それぞれ画素値 $v d b 11$ 乃至画素値 $v d b 44$ とする。例えば、データベース画像データ $G D_{DB}$ において、1 行 1 列目の画素に対応する画素値を画素値 $v d b 11$ 、1 行 4 列目の画素に対応する画素値を画素値 $v d b 14$ 、4 行 1 列目の画素に対応する画素値を画素値 $v d b 41$ 、4 行 4 列目の画素に対応する画素値を画素値 $v d b 44$ とする。

【0249】

まず、画素値 $v q 11$ 、画素値 $v q 12$ 、画素値 $v q 21$ 、及び画素値 $v q 22$ と、画素値 $v d b 11$ 、画素値 $v d b 12$ 、画素値 $v d b 21$ 、及び画素値 $v d b 22$ と、を比較する。これにより、クエリ画像データ $G D_Q$ と、データベース画像データ $G D_{DB}$ のうち画素値 $v d b 11$ 、画素値 $v d b 12$ 、画素値 $v d b 21$ 、及び画素値 $v d b 22$ から構成される領域と、の一致度を算出することができる。なお、図 18B では、データベース画像データ $G D_{DB}$ が有する画素値のうち、クエリ画像データ $G D_Q$ と比較される画素値を、比較データ領域 21 として点線で囲って示している。

【0250】

次に、比較データ領域 21 をデータベース画像データ $G D_{DB}$ が有する画素値に対して 1 列分移動させ、同様に画素値を比較し、一致度を算出する。具体的には、画素値 $v q 11$ 、画素値 $v q 12$ 、画素値 $v q 21$ 、及び画素値 $v q 22$ と、画素値 $v d b 12$ 、画素値 $v d b 13$ 、画素値 $v d b 22$ 、及び画素値 $v d b 23$ と、を比較する。これにより、クエリ画像データ $G D_Q$ と、データベース画像データ $G D_{DB}$ のうち画素値 $v d b 12$ 、画素値 $v d b 13$ 、画素値 $v d b 22$ 、及び画素値 $v d b 23$ から構成される領域と、の一致度を算出することができる。

【0251】

その後も、比較データ領域 21 をデータベース画像データ $G D_{DB}$ が有する画素値に対して 1 列分移動させ、同様に画素値を比較し、一致度を算出する。具体的には、画素値 $v q 11$ 、画素値 $v q 12$ 、画素値 $v q 21$ 、及び画素値 $v q 22$ と、画素値 $v d b 13$ 、画素値 $v d b 14$ 、画素値 $v d b 23$ 、及び画素値 $v d b 24$ と、を比較する。これにより、クエリ画像データ $G D_Q$ と、データベース画像データ $G D_{DB}$ のうち画素値 $v d b 13$ 、画素値 $v d b 14$ 、画素値 $v d b 23$ 、及び画素値 $v d b 24$ から構成される領域と、の

10

20

30

40

50

一致度を算出することができる。

【0252】

次に、比較データ領域21をデータベース画像データG_{DD B}が有する画素値に対して1行分移動させ、データベース画像データG_{DD B}の2行目の画素値、及び3行目の画素値と、クエリ画像データG_{D Q}を構成する画素値とを上記と同様に1列ごとに比較する。これにより、データベース画像データG_{DD B}の、2行目及び3行目の画素値から構成される領域と、クエリ画像データG_{D Q}との一致度を上記と同様に1列ごとに算出することができる。

【0253】

その後、比較データ領域21をデータベース画像データG_{DD B}が有する画素値に対して1行分移動させ、データベース画像データG_{DD B}の3行目の画素値、及び4行目の画素値と、クエリ画像データG_{D Q}を構成する画素値とを上記と同様に1列ごとに比較する。これにより、データベース画像データG_{DD B}が有する、3行目及び4行目の画素値と、クエリ画像データG_{D Q}との一致度を上記と同様に1列ごとに算出することができる。

10

【0254】

以上の動作を行った後、例えば最も高い一致度を、データベース画像データG_{DD B}のクエリ画像データG_{D Q}に対する一致度とする。以上をn個のデータベース画像データG_{DD B}のそれぞれについて行う。その後、n個のデータベース画像データG_{DD B}の中から、クエリ画像データG_{D Q}との一致度が高いデータベース画像データG_{DD B}を、抽出画像データG_{DE X}として抽出する。例えば一致度が高いデータベース画像データG_{DD B}から順に、規定の個数を抽出画像データG_{DE X}として抽出してもよい。又は、例えばクエリ画像データG_{D Q}との一致度が規定値以上のデータベース画像データG_{DD B}を、抽出画像データG_{DE X}として抽出してもよい。

20

【0255】

また、データベース画像データG_{DD B}の抽出を行わなくてもよい。これは、クエリ画像データG_{D Q}との比較を行ったデータベース画像データG_{DD B}の全てを、抽出画像データG_{DE X}とすると言い換えることができる。

【0256】

図19は、データベース画像データG_{DD B}の抽出について説明する図である。図19は、データベース画像データG_{DD B} [1]乃至データベース画像データG_{DD B} [3]から、1個の画像データを抽出画像データG_{DE X}として抽出する例を示している。

30

【0257】

図19に示すクエリ画像データG_{D Q}に対応する画像には、例えばトランジスタの記号が含まれているものとする。また、図19に示すデータベース画像データG_{DD B} [2]に対応する画像にはトランジスタの記号が含まれているが、データベース画像データG_{DD B} [1]に対応する画像、及びデータベース画像データG_{DD B} [3]に対応する画像にはトランジスタの記号が含まれていないものとする。この場合、データベース画像データG_{DD B} [2]のクエリ画像データG_{D Q}に対する一致度は、データベース画像データG_{DD B} [1]及びデータベース画像データG_{DD B} [3]のクエリ画像データG_{D Q}に対する一致度より高くなる。よって、データベース画像データG_{DD B} [2]を、抽出画像データG_{DE X}として抽出することができる。

40

【0258】

なお、クエリ画像データG_{D Q}とデータベース画像データG_{DD B}の比較、及び一致度の算出は、SAD (Sum of Absolute Differences)、SSD (Sum of Squared Differences)、NCC (Normalized Cross Correlation)、ZNCC (Zero-mean Normalized Cross Correlation)、POC (Phase-Only Correlation) 等により行うことができる。

【0259】

また、図18Bでは比較データ領域21をデータベース画像データG_{DD B}が有する画素

50

値に対して1列分、又は1行分ずつ移動させているが、本発明の一態様はこれに限らない。比較データ領域21をデータベース画像データGD_{DB}が有する画素値に対して2列分以上移動させてもよいし、2行分以上移動させてもよい。例えば、画素値v_{q11}、画素値v_{q12}、画素値v_{q21}、及び画素値v_{q22}と、画素値v_{db11}、画素値v_{db12}、画素値v_{db21}、及び画素値v_{db22}と、を比較した直後に、画素値v_{q11}、画素値v_{q12}、画素値v_{q21}、及び画素値v_{q22}と、画素値v_{db13}、画素値v_{db14}、画素値v_{db23}、及び画素値v_{db24}と、を比較してもよい。この場合、画素値v_{q11}、画素値v_{q12}、画素値v_{q21}、及び画素値v_{q22}と、画素値v_{db12}、画素値v_{db13}、画素値v_{db22}、及び画素値v_{db23}と、の比較は行わないこととなる。また、画素値v_{q11}、画素値v_{q12}、画素値v_{q21}、及び画素値v_{q22}と、画素値v_{db13}、画素値v_{db14}、画素値v_{db23}、及び画素値v_{db24}と、を比較した直後に、画素値v_{q11}、画素値v_{q12}、画素値v_{q21}、及び画素値v_{q22}と、画素値v_{db31}、画素値v_{db32}、画素値v_{db41}、及び画素値v_{db42}と、を比較してもよい。

【0260】

比較データ領域21の移動幅を大きくすることにより、クエリ画像データGD_Qが有する画素値と、データベース画像データGD_{DB}が有する画素値と、の比較演算の回数を減少させることができる。これにより、データベース画像データGD_{DB}のクエリ画像データGD_Qに対する一致度の算出を短時間で行うことができる。

【0261】

図18Aでは、1個のクエリ画像データGD_Qを、n個のデータベース画像データGD_{DB}とそれぞれ比較する例を示しているが、本発明の一態様はこれに限られない。図20Aに示すように、処理部13に入力されたクエリ画像データGD_Qを基にして、画素値の数が異なる複数のクエリ画像データGD_Qを生成してもよい。図20Aは、処理部13に入力されたクエリ画像データGD_Qを基にして、それぞれ画素値の数が異なるクエリ画像データGD_Q[1]、クエリ画像データGD_Q[2]、及びクエリ画像データGD_Q[3]を生成する例を示している。図20Aに示すように、クエリ画像データGD_Q[1]に対応する画像の画素数と、クエリ画像データGD_Q[2]に対応する画像の画素数と、クエリ画像データGD_Q[3]に対応する画像の画素数と、はそれぞれ異なる。つまり、クエリ画像データGD_Q[1]乃至クエリ画像データGD_Q[3]に対応する画像は、処理部13に入力されたクエリ画像データGD_Qに対応する画像を拡大又は縮小したものであるということができる。

【0262】

複数のクエリ画像データGD_Qを生成する場合、当該複数のクエリ画像データGD_Qのそれぞれについて、データベース画像データGD_{DB}[1]乃至データベース画像データGD_{DB}[n]のそれぞれと比較する。これにより、データベース画像データGD_{DB}[1]乃至データベース画像データGD_{DB}[n]のそれぞれについて、複数のクエリ画像データGD_Qのそれぞれに対する一致度を算出することができる。そして、例えば上記複数のクエリ画像データGD_Qに対する一致度のうち最も高い一致度を、データベース画像データGD_{DB}の、処理部13に入力されたクエリ画像データGD_Qに対する一致度とすることができる。

【0263】

例えば、図20Aに示す場合では、クエリ画像データGD_Q[1]をデータベース画像データGD_{DB}[1]乃至データベース画像データGD_{DB}[n]のそれぞれと比較し、クエリ画像データGD_Q[2]をデータベース画像データGD_{DB}[1]乃至データベース画像データGD_{DB}[n]のそれぞれと比較し、クエリ画像データGD_Q[3]をデータベース画像データGD_{DB}[1]乃至データベース画像データGD_{DB}[n]のそれぞれと比較する。これにより、データベース画像データGD_{DB}[1]乃至データベース画像データGD_{DB}[n]のそれぞれについて、クエリ画像データGD_Q[1]に対する一致度、クエリ画像データGD_Q[2]に対する一致度、及びクエリ画像データGD_Q[3]に対する一致

10

20

30

40

50

度を算出することができる。

【0264】

そして、例えばクエリ画像データGD_Q[1]に対する一致度、クエリ画像データGD_Q[2]に対する一致度、及びクエリ画像データGD_Q[3]に対する一致度のうち最も高い一致度を、データベース画像データGD_{DB}の、処理部13に入力されたクエリ画像データGD_Qに対する一致度とすることができる。例えば、データベース画像データGD_{DB}[1]のクエリ画像データGD_Q[1]に対する一致度、クエリ画像データGD_Q[2]に対する一致度、及びクエリ画像データGD_Q[3]に対する一致度のうち最も高い一致度を、データベース画像データGD_{DB}[1]の、処理部13に入力されたクエリ画像データGD_Qに対する一致度とすることができる。

10

【0265】

クエリ画像データGD_Qに対応する画像と、データベース画像データGD_{DB}に対応する画像と、に同一の要素が示されている場合であっても、両要素の大きさが異なる場合、当該データベース画像データGD_{DB}には、クエリ画像データGD_Qに対する一致度が高い領域が含まれないと判断される可能性がある。図20B1に示す場合では、クエリ画像データGD_Qに対応する画像と、データベース画像データGD_{DB}に対応する画像と、の両方に、トランジスタの記号という同一の要素が示されている。しかし、クエリ画像データGD_Qに対応する画像に示されているトランジスタの記号の大きさと、データベース画像データGD_{DB}に対応する画像に示されているトランジスタの記号の大きさが異なっている。この場合、データベース画像データGD_{DB}のクエリ画像データGD_Qに対する一致度が低いと判断される可能性がある。

20

【0266】

一方、図20B2に示す場合では、クエリ画像データGD_Qに対応する画像と、データベース画像データGD_{DB}に対応する画像と、の両方に、トランジスタの記号という同一の要素が示されており、さらに両要素の大きさも等しい。よって、データベース画像データGD_{DB}に、クエリ画像データGD_Qに対する一致度が高い領域が含まれると処理部13が判断することができる。

【0267】

図20Aに示すように、画素値の数が異なる複数のクエリ画像データGD_Qを生成することで、クエリ画像データGD_Qに対応する画像に示されている要素の大きさを拡大、又は縮小することができる。よって、処理部13に入力されたクエリ画像データGD_Qに対応する画像と、データベース画像データGD_{DB}に対応する画像と、に同一の要素が異なる大きさで示されている場合であっても、両画像データの一致度を高いものとすることができる。例えば、処理部13に図20B1に示すクエリ画像データGD_Qが入力された場合、当該クエリ画像データGD_Qが有する画素値の数を異ならせて図20B2に示すクエリ画像データGD_Qを生成することにより、データベース画像データGD_{DB}のクエリ画像データGD_Qに対する一致度を高いものとすることができる。以上により、データベース画像データGD_{DB}の、処理部13に入力されたクエリ画像データGD_Qに対する一致度を高い精度で算出することができる。

30

【0268】

【ステップS32】

次に、抽出画像データGD_{EX}から、クエリ画像データGD_Qに対する一致度が高い領域のデータである部分画像データGD_{part}を処理部13が抽出する。例えば、図18Bに示す方法により、データベース画像データGD_{DB}の各領域のクエリ画像データGD_Qに対する一致度をそれぞれ算出した場合、一致度が最も高い領域を部分画像データGD_{part}として抽出する。よって、部分画像データGD_{part}が有する画素値の数は、クエリ画像データGD_Qが有する画素値の数と等しくすることができる。

40

【0269】

図21A、及び図21Bは、ステップS32の動作の一例を示す図である。図21A、及び図21Bに示す抽出画像データGD_{EX}[1]乃至抽出画像データGD_{EX}[4]におい

50

て、クエリ画像データ GD_Q に対する一致度が高い領域を、ハッチングを付して示している。図 21A、及び図 21B に示すように、ハッチングを付した領域を抽出して、部分画像データ $GD_{part}[1]$ 乃至部分画像データ $GD_{part}[4]$ とすることができる。図 21A、及び図 21B では、抽出画像データ $GD_{Ex}[1]$ 乃至抽出画像データ $GD_{Ex}[4]$ から抽出した画像データを、それぞれ部分画像データ $GD_{part}[1]$ 乃至部分画像データ $GD_{part}[4]$ としている。

【0270】

図 21A は、図 18A に示すように 1 個のクエリ画像データ GD_Q に対して、データベース画像データ GD_{DB} との比較を行った例を示している。この場合、部分画像データ GD_{part} に対応する画像の画素数は、全て等しくすることができる。

【0271】

図 21B は、図 20A に示すように画素値の数が異なる複数のクエリ画像データ GD_Q に対して、データベース画像データ GD_{DB} との比較を行った例を示している。この場合、部分画像データ GD_{part} に対応する画像の画素数は、例えば一致度が最も高いクエリ画像データ GD_Q に対応する画像の画素数と等しくすることができる。よって、部分画像データ GD_{part} が複数存在する場合、部分画像データ GD_{part} に対応する画像の画素数が、部分画像データ GD_{part} ごとに異なる場合がある。図 21B では、部分画像データ $GD_{part}[1]$ 乃至部分画像データ $GD_{part}[4]$ に対応する画像の画素数がそれぞれ異なる例を示している。

【0272】

なお、部分画像データ GD_{part} の抽出を行わなくてもよい。この場合は、部分画像データ GD_{part} を適宜抽出画像データ GD_{Ex} と読み替えることで、以降の説明を適用することができる。又は、抽出画像データ GD_{Ex} の全体を部分画像データ GD_{part} とすることができるということができる。例えばクエリ画像データ GD_Q 及び抽出画像データ GD_{Ex} の一方又は両方の画像データが有する画素値の数を増加又は減少させることにより、部分画像データ GD_{part} の抽出を行わなくても画像検索システム 10 を用いた画像検索方法を実行することができる。

【0273】

【ステップ S33】

次に、クエリ画像データ GD_Q を処理部 13 が有するニューラルネットワークに入力することにより、処理部 13 がクエリ画像特徴量データ GFD_Q を取得する。また、部分画像データ GD_{part} を処理部 13 が有するニューラルネットワークに入力することにより、処理部 13 がデータベース画像特徴量データ GFD_{DB} を取得する。クエリ画像データ GD_Q 、及び部分画像データ GD_{part} は、例えば、図 3A、又は図 3B に示す構成のニューラルネットワーク 30 に入力することができる。なお、画像検索システム 10 を図 17 に示す方法で動作させる場合、図 2 に示すステップ S02 は行わなくてもよい。つまり、データベース画像データ GD_{DB} の領域全体の特徴量を表すデータベース画像特徴量データ GFD_{DB} は取得しなくてもよい。

【0274】

実施の形態 1 で説明したように、ニューラルネットワーク 30 の学習データとして、データベース画像データ GD_{DB} を用いることができる。ここで、学習データに用いる画像データが有する画素値の数と、ニューラルネットワーク 30 に入力する画像データが有する画素値の数とは等しいことが好ましい。よって、ニューラルネットワーク 30 が学習を行う際には、学習データに用いるデータベース画像データ GD_{DB} 等は、必要に応じて画素値の数を増加又は減少させて調整することが好ましい。また、ニューラルネットワーク 30 にクエリ画像データ GD_Q 、又は部分画像データ GD_{part} を入力する際には、必要に応じて当該クエリ画像データ GD_Q 、又は部分画像データ GD_{part} が有する画素値の数を増加又は減少させることが好ましい。ここで、画素値の増加は、例えばパディングにより行うことが好ましく、例えばゼロパディングにより行うことが好ましい。

【0275】

図 2 2 A は、データベース画像データ $G D_{DB}$ が有する画素値の数の調整について説明する図である。図 2 2 A に示す場合では、データベース画像データ $G D_{DB} [1]$ 乃至データベース画像データ $G D_{DB} [4]$ が有する画素値の数が、全て異なっている。この場合、データベース画像データ $G D_{DB} [1]$ 乃至データベース画像データ $G D_{DB} [4]$ をニューラルネットワーク 30 の学習データに用いる際には、図 2 2 A に示すようにこれらの画像データが有する画素値の数を揃えることが好ましい。

【0276】

図 2 2 B は、部分画像データ $G D_{part}$ が有する画素値の数の調整について説明する図である。部分画像データ $G D_{part}$ が有する画素値の数は、ニューラルネットワーク 30 の学習に用いた画像データが有する画素値の数と等しくすることが好ましい。同様に、ニューラルネットワーク 30 にクエリ画像データ $G D_Q$ を入力する際には、当該クエリ画像データ $G D_Q$ が有する画素値の数は、ニューラルネットワーク 30 の学習に用いた画像データが有する画素値の数と等しくすることが好ましい。

【0277】

ステップ S 33 を行った後、画像検索システム 10 は図 9 に示すステップ S 13、又は図 14 に示すステップ S 23 を行う。具体的には、ステップ S 31 の前にステップ S 11 を行った場合はステップ S 33 の後にステップ S 13 を行い、ステップ S 31 の前にステップ S 21 を行った場合はステップ S 33 の後にステップ S 23 を行う。以上がデータベース画像データ $G D_{DB}$ の一部の領域と、クエリ画像データ $G D_Q$ の領域全体と、を比較することにより、データベース画像データ $G D_{DB}$ に対するクエリ画像データ $G D_Q$ の類似度を算出する場合の、画像検索システム 10 を用いた画像検索方法の一例である。

【0278】

図 17 に示す方法では、クエリ画像データ $G D_Q$ とデータベース画像データ $G D_{DB}$ とを領域ベースマッチング等により比較し、クエリ画像データ $G D_Q$ に対する一致度が高い領域を含むデータベース画像データ $G D_{DB}$ を、抽出画像データ $G D_{ex}$ として抽出している。その後、抽出画像データ $G D_{ex}$ から、上記一致度が高い領域を部分画像データ $G D_{part}$ として抽出し、クエリ画像データ $G D_Q$ と部分画像データ $G D_{part}$ を、処理部 13 が有するニューラルネットワークに入力している。このように、データベース画像データ $G D_{DB}$ の抽出を行うことにより、クエリ画像データ $G D_Q$ に対応する画像と一致度が高い画像を含まないデータベース画像を表すデータベース画像データ $G D_{DB}$ が、処理部 13 が有するニューラルネットワークに入力されることを抑制することができる。よって、クエリ画像データ $G D_Q$ に対応する画像と類似する画像を一部に含むデータベース画像を、高い精度で短時間に検索することができる。なお、クエリ画像データ $G D_Q$ と比較するデータベース画像データ $G D_{DB}$ の個数が少ない場合等は、データベース画像データ $G D_{DB}$ の抽出を行わなくても、高い精度で短時間に上記検索を行うことができる。

【0279】

< 2-2. 画像検索方法-4 >

図 23 は、データベース画像データ $G D_{DB}$ の領域全体と、クエリ画像データ $G D_Q$ の一部の領域と、を比較することにより、データベース画像データ $G D_{DB}$ のクエリ画像データ $G D_Q$ に対する類似度を算出する場合の、画像検索システム 10 を用いた画像検索方法の一例である。まず、画像検索システム 10 は、図 9 に示すステップ S 11、又は図 14 に示すステップ 21 を行う。

【0280】

[ステップ S 41]

次に、処理部 13 が、クエリ画像データ $G D_Q$ とデータベース画像データ $G D_{DB}$ とを比較し、クエリ画像データ $G D_Q$ の一部に対する一致度が高いデータベース画像データ $G D_{DB}$ を、抽出画像データ $G D_{ex}$ として抽出する。クエリ画像データ $G D_Q$ とデータベース画像データ $G D_{DB}$ との比較は、ステップ S 31 と同様に例えば領域ベースマッチングにより行うことができる。

【0281】

ステップ S 4 1 の動作の一例について、図 2 4 及び図 2 5 を用いて詳細に説明する。ステップ S 4 1 では、図 2 4 A に示すように、クエリ画像データ $G D_Q$ を n 個のデータベース画像データ $G D_{DB}$ のそれぞれと比較する。

【0282】

図 2 4 B は、クエリ画像データ $G D_Q$ と、データベース画像データ $G D_{DB}$ とを領域ベースマッチングにより比較する場合の手順について説明する図である。ここで、クエリ画像データ $G D_Q$ に対応する画像の画素数は 4×4 、データベース画像データ $G D_{DB}$ に対応する画像の画素数は 2×2 とする。つまり、クエリ画像データ $G D_Q$ は 4×4 の画素値を有し、データベース画像データ $G D_{DB}$ は 2×2 の画素値を有するとする。

【0283】

図 2 4 B において、クエリ画像データ $G D_Q$ が有する 4×4 の画素値を、それぞれ画素値 v_{q11} 乃至画素値 v_{q44} とする。例えば、クエリ画像データ $G D_Q$ において、1 行 1 列目の画素に対応する画素値を画素値 v_{q11} 、1 行 4 列目の画素に対応する画素値を画素値 v_{q14} 、4 行 1 列目の画素に対応する画素値を画素値 v_{q41} 、4 行 4 列目の画素に対応する画素値を画素値 v_{q44} とする。また、データベース画像データ $G D_{DB}$ が有する 2×2 の画素値を、それぞれ画素値 v_{db11} 、画素値 v_{db12} 、画素値 v_{db21} 、画素値 v_{db22} とする。例えば、データベース画像データ $G D_{DB}$ において、1 行 1 列目の画素に対応する画素値を画素値 v_{db11} 、1 行 2 列目の画素に対応する画素値を画素値 v_{db12} 、2 行 1 列目の画素に対応する画素値を画素値 v_{db21} 、2 行 2 列目の画素に対応する画素値を画素値 v_{db22} とする。

【0284】

まず、画素値 v_{db11} 、画素値 v_{db12} 、画素値 v_{db21} 、及び画素値 v_{db22} と、画素値 v_{q11} 、画素値 v_{q12} 、画素値 v_{q21} 、及び画素値 v_{q22} と、を比較する。これにより、データベース画像データ $G D_{DB}$ と、クエリ画像データ $G D_Q$ のうち画素値 v_{q11} 、画素値 v_{q12} 、画素値 v_{q21} 、及び画素値 v_{q22} から構成される領域と、の一致度を算出することができる。なお、図 2 4 B では、クエリ画像データ $G D_Q$ が有する画素値のうち、データベース画像データ $G D_{DB}$ と比較される画素値を、比較データ領域 2 1 として点線で囲って示している。

【0285】

次に、比較データ領域 2 1 をクエリ画像データ $G D_Q$ が有する画素値に対して 1 列分移動させ、同様に画素値を比較し、一致度を算出する。具体的には、画素値 v_{db11} 、画素値 v_{db12} 、画素値 v_{db21} 、及び画素値 v_{db22} と、画素値 v_{q12} 、画素値 v_{q13} 、画素値 v_{q22} 、及び画素値 v_{q23} と、を比較する。これにより、データベース画像データ $G D_{DB}$ と、クエリ画像データ $G D_Q$ のうち画素値 v_{q12} 、画素値 v_{q13} 、画素値 v_{q22} 、及び画素値 v_{q23} から構成される領域と、の一致度を算出することができる。

【0286】

その後も、比較データ領域 2 1 をクエリ画像データ $G D_Q$ が有する画素値に対して 1 列分移動させ、同様に画素値を比較し、一致度を算出する。具体的には、画素値 v_{db11} 、画素値 v_{db12} 、画素値 v_{db21} 、及び画素値 v_{db22} と、画素値 v_{q13} 、画素値 v_{q14} 、画素値 v_{q23} 、及び画素値 v_{q24} と、を比較する。これにより、データベース画像データ $G D_{DB}$ と、クエリ画像データ $G D_Q$ のうち画素値 v_{q13} 、画素値 v_{q14} 、画素値 v_{q23} 、及び画素値 v_{q24} から構成される領域と、の一致度を算出することができる。

【0287】

次に、比較データ領域 2 1 をクエリ画像データ $G D_Q$ が有する画素値に対して 1 行分移動させ、クエリ画像データ $G D_Q$ の 2 行目の画素値、及び 3 行目の画素値と、データベース画像データ $G D_{DB}$ を構成する画素値とを上記と同様に 1 列ごとに比較する。これにより、クエリ画像データ $G D_Q$ の、2 行目及び 3 行目の画素値から構成される領域と、データベース画像データ $G D_{DB}$ との一致度を上記と同様に 1 列ごとに算出することができる。

【0288】

その後、比較データ領域21をクエリ画像データGD_Qが有する画素値に対して1行分移動させ、クエリ画像データGD_Qの3行目の画素値、及び4行目の画素値と、データベース画像データGD_{DB}を構成する画素値とを上記と同様に1列ごとに比較する。これにより、クエリ画像データGD_Qの、3行目及び4行目の画素値から構成される領域と、データベース画像データGD_{DB}との一致度を上記と同様に1列ごとに算出することができる。

【0289】

以上の動作を行った後、例えば最も高い一致度を、データベース画像データGD_{DB}のクエリ画像データGD_Qに対する一致度とする。以上をn個のデータベース画像データGD_{DB}のそれぞれについて行う。その後、ステップS31と同様に、n個のデータベース画像データGD_{DB}の中から、クエリ画像データGD_Qとの一致度が高いデータベース画像データGD_{DB}を、抽出画像データGD_{EX}として抽出する。なお、ステップS31と同様に、データベース画像データGD_{DB}の抽出を行わなくてもよい。

10

【0290】

図25は、データベース画像データGD_{DB}の抽出について説明する図である。図25は、データベース画像データGD_{DB} [1]乃至データベース画像データGD_{DB} [3]から、1個の画像データを抽出画像データGD_{EX}として抽出する例を示している。

【0291】

図25に示すクエリ画像データGD_Qに対応する画像には、例えばトランジスタの記号、及び容量素子の記号が含まれているものとする。また、図25に示すデータベース画像データGD_{DB} [2]に対応する画像にはトランジスタの記号が含まれているが、データベース画像データGD_{DB} [1]に対応する画像、及びデータベース画像データGD_{DB} [3]に対応する画像には、トランジスタの記号、及び容量素子の記号のいずれもが含まれていないものとする。この場合、データベース画像データGD_{DB} [2]のクエリ画像データGD_Qに対する一致度は、データベース画像データGD_{DB} [1]及びデータベース画像データGD_{DB} [3]のクエリ画像データGD_Qに対する一致度より高くなる。よって、データベース画像データGD_{DB} [2]を、抽出画像データGD_{EX}として抽出することができる。

20

【0292】

なお、クエリ画像データGD_Qとデータベース画像データGD_{DB}の比較、及び一致度の算出は、ステップS31で用いることができる方法と同様の方法を用いることができる。また、図24Bでは比較データ領域をクエリ画像データGD_Qが有する画素値に対して1列分、又は1行分ずつ移動させているが、ステップS31と同様に、比較データ領域21をクエリ画像データGD_Qが有する画素値に対して2列分以上移動させてもよいし、2行分以上移動させてもよい。さらに、図20Aに示す場合と同様に、処理部13に入力されたクエリ画像データGD_Qを基にして、画素値の数が異なる複数のクエリ画像データGD_Qを生成してもよい。

30

【0293】

[ステップS42]

次に、クエリ画像データGD_Qから、抽出画像データGD_{EX}に対する一致度が高い領域のデータである部分画像データGD_{part-Q}を処理部13が抽出する。例えば、図24Bに示す方法で、クエリ画像データGD_Qの各領域の、データベース画像データGD_{DB}に対する一致度をそれぞれ算出した場合、一致度が最も高い領域を部分画像データGD_{part-Q}として抽出する。よって、部分画像データGD_{part-Q}が有する画素値の数は、抽出画像データGD_{EX}が有する画素値の数と等しくすることができる。

40

【0294】

図26は、ステップS42の動作の一例を示す図である。図26に示す場合では、クエリ画像データGD_Qに対応する画像の左上部分が、抽出画像データGD_{EX} [1]に対する一致度が最も高い領域となる。したがって、クエリ画像データGD_Qのうち、左上の領域に対応するデータを部分画像データGD_{part-Q} [1]とする。一方、クエリ画像データ

50

G D_Qに対応する画像の右下部分が、抽出画像データG D_{E_x} [2] に対する一致度が最も高い領域となる。したがって、クエリ画像データG D_Qのうち、右下の領域に対応するデータを部分画像データG D_{p a r t - Q} [2] とする。つまり、1個のクエリ画像データG D_Qから複数の部分画像データG D_{p a r t - Q}が抽出されている。

【0295】

ステップS 42において、抽出画像データG D_{E_x}と同数の画像データを、クエリ画像データG D_Qから部分画像データG D_{p a r t - Q}として抽出してもよい。又は、抽出画像データG D_{E_x}より少ない数の画像データを、クエリ画像データG D_Qから部分画像データG D_{p a r t - Q}として抽出してもよい。例えば、複数の抽出画像データG D_{E_x}に対して、一致度が高いクエリ画像データG D_Qの領域が同一である場合には、当該同一の領域につ

10

いては、クエリ画像データG D_Qから抽出される部分画像データG D_{p a r t - Q}の個数は1個とすることができる。つまり、同一の部分画像データG D_{p a r t - Q}を、クエリ画像データG D_Qから複数抽出しなくてもよい。

【0296】

なお、部分画像データG D_{p a r t - Q}の抽出を行わなくてもよい。この場合は、部分画像データG D_{p a r t - Q}を適宜クエリ画像データG D_Qと読み替えることで、以降の説明を適用することができる。又は、クエリ画像データG D_Qの全体を部分画像データG D_{p a r t - Q}とすることができるということができる。例えばクエリ画像データG D_Q及び抽出画像データG D_{E_x}の一方又は両方の画像データが有する画素値の数を増加又は減少させることにより、部分画像データG D_{p a r t - Q}の抽出を行わなくても画像検索システム10

20

を用いた画像検索方法を実行することができる。

【0297】

【ステップS 43】

次に、部分画像データG D_{p a r t - Q}と抽出画像データG D_{E_x}とを、処理部13が有するニューラルネットワークに入力する。

【0298】

ステップS 43における動作は、適宜クエリ画像データG D_Qを部分画像データG D_{p a r t - Q}と読み替え、部分画像データG D_{p a r t}を抽出画像データG D_{E_x}と読み替えること等により、ステップS 33の説明を参照することができる。なお、クエリ画像データG D_Qを抽出画像データG D_{E_x}と読み替え、部分画像データG D_{p a r t}を部分画像データG D_{p a r t - Q}と読み替える場合もある。

30

【0299】

以上がデータベース画像データG D_{D B}の領域全体と、クエリ画像データG D_Qの一部の領域と、を比較することにより、データベース画像データG D_{D B}に対するクエリ画像データG D_Qの類似度を算出する場合の、画像検索システム10を用いた画像検索方法の一例である。

【0300】

図23に示す方法では、クエリ画像データG D_Qとデータベース画像データG D_{D B}とを領域ベースマッチング等により比較し、クエリ画像データG D_Qの一部に対する一致度が高いデータベース画像データG D_{D B}を、抽出画像データG D_{E_x}として抽出している。その後、クエリ画像データG D_Qから、上記一致度が高い領域を部分画像データG D_{p a r t - Q}として抽出し、部分画像データG D_{p a r t - Q}と抽出画像データG D_{E_x}を、処理部13が有するニューラルネットワークに入力している。このように、データベース画像データG D_{D B}の抽出を行うことにより、クエリ画像データG D_Qに対応する画像と一致度が高い画像を含まないデータベース画像を表すデータベース画像データG D_{D B}が、処理部13が有するニューラルネットワークに入力されることを抑制することができる。よって、クエリ画像データG D_Qに対応する画像の一部と類似するデータベース画像を、高い精度で短時間に検索することができる。なお、クエリ画像データG D_Qと比較するデータベース画像データG D_{D B}の個数が少ない場合等は、データベース画像データG D_{D B}の抽出を行わなくても、高い精度で短時間に上記検索を行うことができる。

40

50

【0301】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。また、本明細書において、1つの実施の形態の中に、複数の構成例が示される場合は、構成例を適宜組み合わせることが可能である。

【実施例】

【0302】

本実施例では、画像検索システムに画像を入力し、当該画像と類似するデータベース画像を検索した結果について説明する。

【0303】

本実施例では、画像検索システムに、クエリ画像として1枚の画像を入力した。その後、当該画像と類似するデータベース画像を、条件1と条件2により100枚ずつ検索した。条件1、条件2のいずれにおいても、クエリ画像は半導体製造装置を表す模式図とした。また、データベース画像として、半導体製造装置を表す模式図の他、回路図、回路レイアウト図、ブロック図等を用意した。さらに、データベース画像は、特許文献に掲載された図面とした。

10

【0304】

条件1では、図9に示すステップS11乃至ステップS13を行い、データベース画像の、クエリ画像に対する類似度を算出した。その後、ステップS17を行い、当該類似度が高い方から1番目乃至100番目のデータベース画像を表すランキングデータを生成した。

【0305】

条件2では、まず、図2に示すステップS01乃至ステップS04により、データベース画像が掲載された特許文献と同一の特許文献に掲載された明細書から、データベースタグを取得した。次に、図9に示すステップS11乃至ステップS13を行い、データベース画像の、クエリ画像に対する類似度を算出した後、ステップS14乃至ステップS16を行い、当該類似度を補正した。その後、ステップS17を行い、補正後の類似度が高い方から1番目乃至100番目のデータベース画像を表すランキングデータを生成した。

20

【0306】

条件1では、クエリ画像との類似度が1番目乃至100番目のデータベース画像のうち、クエリ画像と同じく半導体製造装置を表す画像は14枚であり、残りの86枚は回路図、回路レイアウト図、ブロック図等を表す画像であった。一方、条件2では、100枚とも半導体製造装置を表す画像であった。

30

【0307】

以上より、条件2では、クエリ画像と概念が類似するデータベース画像を、条件1より多く検索することができることが確認された。

【符号の説明】

【0308】

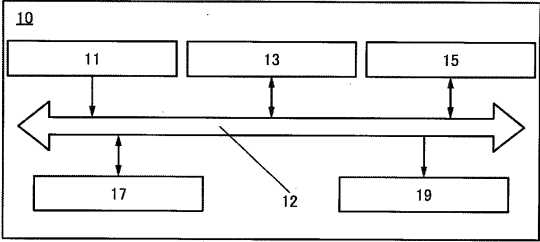
10：画像検索システム、11：入力部、12：伝送路、13：処理部、15：記憶部、17：データベース、19：出力部、21：比較データ領域、30：ニューラルネットワーク、30a：ニューラルネットワーク、31：層、32：ニューロン、32a：ニューロン、32b：ニューロン、32c：ニューロン、40：ニューラルネットワーク

40

【図面】

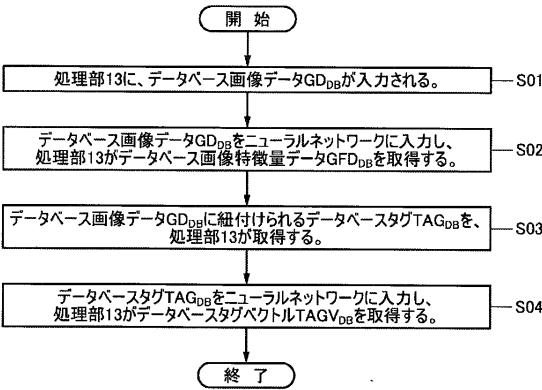
【図 1】

図 1



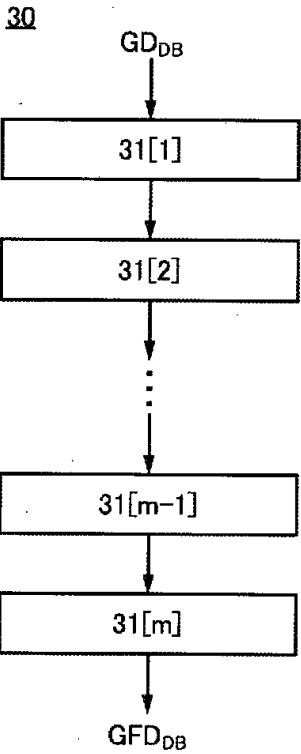
【図 2】

図 2



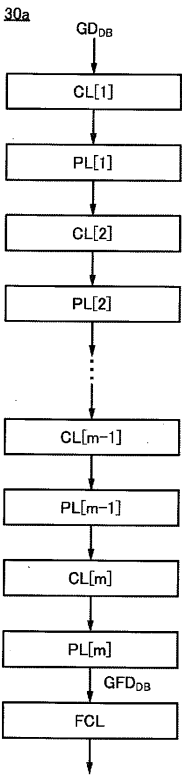
【図 3 A】

図 3A



【図 3 B】

図 3B



10

20

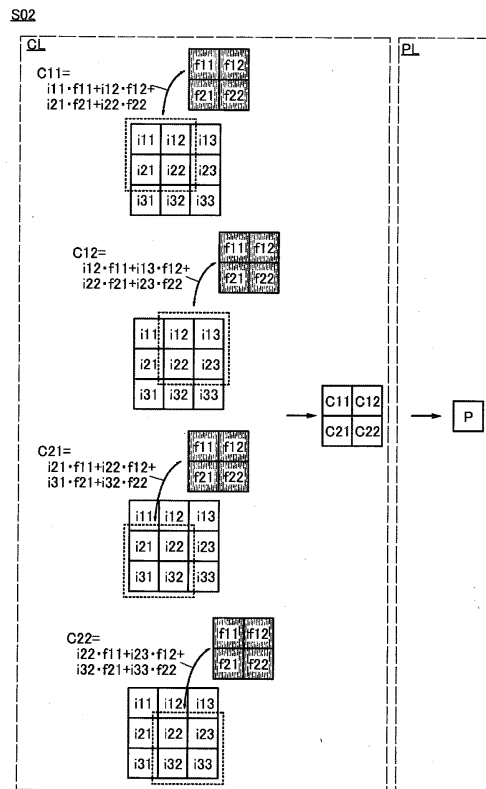
30

40

50

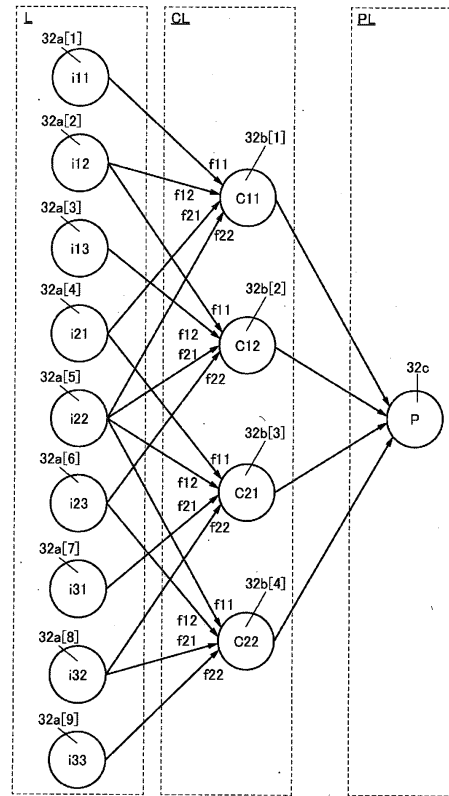
【図 4】

図4



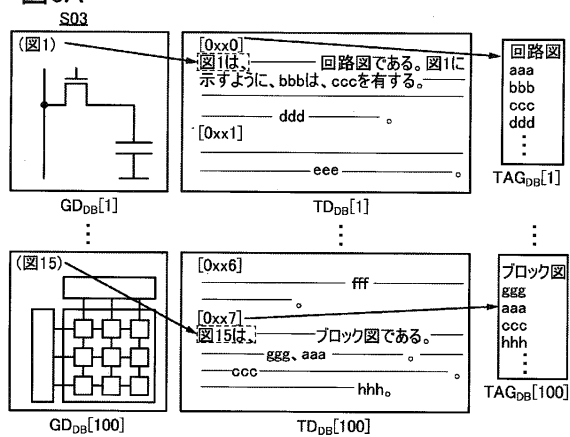
【図 5】

図5



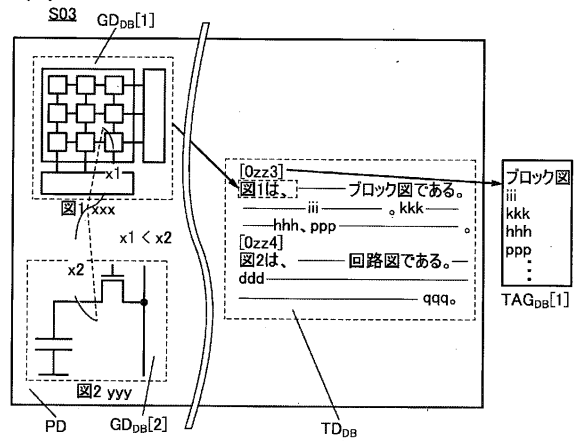
【図 6 A】

図6A



【図 6 B】

図6B



10

20

30

40

50

【図 7 A】

図7A

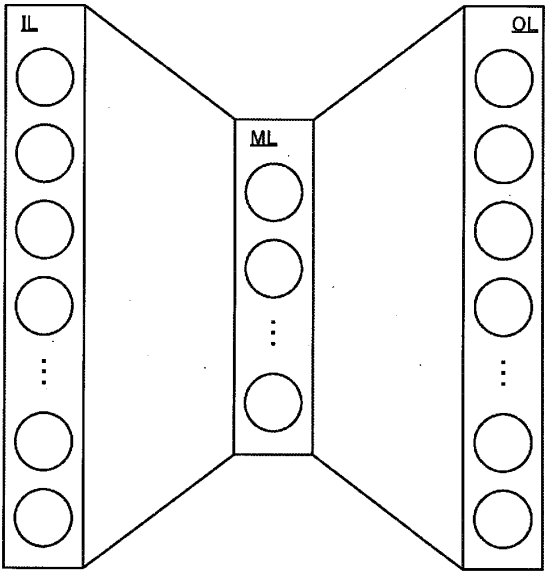
S04

タグ	ベクトル
回路図	(0.12, 0.55, ...)
ブロック図	(0.30, 0.23, ...)
aaa	(0.96, 0.61, ...)
bbb	(0.45, 0.87, ...)
ccc	(0.28, 0.75, ...)
ddd	(0.50, 0.13, ...)
ggg	(0.02, 0.08, ...)
hhh	(0.91, 0.03, ...)
⋮	⋮

【図 7 B】

図7B

40



10

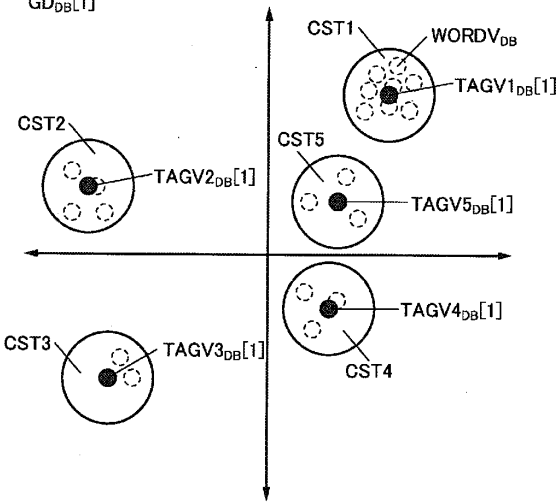
20

【図 8 A】

図8A

S03, S04

GD_{DB}[1]



【図 8 B】

図8B

S04

画像データ	データベースタグベクトルTAGV _{DB}	成分	重み
GD _{DB} [1]	TAGV1 _{DB} [1]	(0.42, 0.65)	8/20
	TAGV2 _{DB} [1]	(-0.83, 0.27)	4/20
	TAGV3 _{DB} [1]	(-0.77, -0.53)	2/20
	TAGV4 _{DB} [1]	(0.21, -0.17)	3/20
	TAGV5 _{DB} [1]	(0.25, 0.29)	3/20
GD _{DB} [2]	TAGV1 _{DB} [2]	(0.88, -0.61)	10/33
	TAGV2 _{DB} [2]	(0.13, 0.27)	15/33
	TAGV3 _{DB} [2]	(-0.34, 0.81)	1/33
	TAGV4 _{DB} [2]	(-0.99, -0.11)	3/33
	TAGV5 _{DB} [2]	(0.18, 0.43)	4/33
⋮	⋮	⋮	⋮
GD _{DB} [100]	TAGV1 _{DB} [100]	(0.98, -0.99)	10/78
	TAGV2 _{DB} [100]	(0.26, 0.55)	5/78
	TAGV3 _{DB} [100]	(-0.56, 0.43)	30/78
	TAGV4 _{DB} [100]	(-0.12, -0.01)	25/78
	TAGV5 _{DB} [100]	(-0.87, -0.78)	8/78

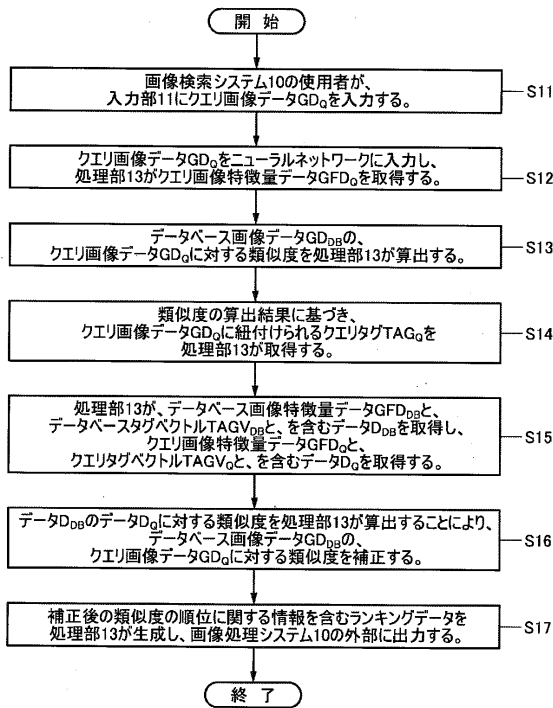
30

40

50

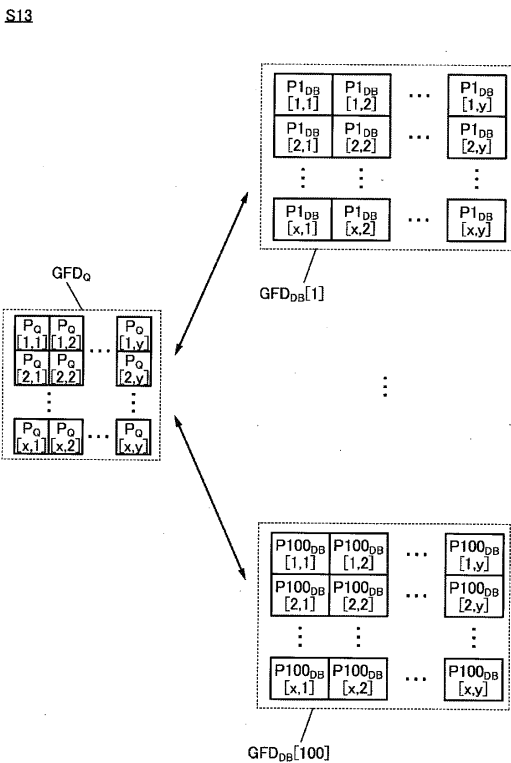
【図 9】

図9



【図 10】

図10



【図 11 A】

図11A

S14

画像データ	類似度
GD _{DB} [1]	0.101
GD _{DB} [2]	0.999
GD _{DB} [3]	0.529
⋮	⋮
GD _{DB} [98]	0.890
GD _{DB} [99]	0.931
GD _{DB} [100]	0.324

↓

画像データ	類似度	データベースタグTAG _{DB}
GD _{DB} [2]	0.999	aaa, bbb, ccc, ddd, eee
GD _{DB} [31]	0.971	aaa, ccc, fff, ggg, hhh
GD _{DB} [73]	0.964	aaa, bbb, fff, iii, kkk
GD _{DB} [52]	0.951	aaa, ccc, ggg, ppp, qqq
GD _{DB} [28]	0.937	aaa, kkk, rrr, sss, ttt

【図 11 B】

図11B

S14

タグ	出現回数	出現した画像データの、類似度の順番
aaa	5	1, 2, 3, 4, 5
bbb	2	1, 3
ccc	3	1, 2, 4
ddd	1	1
eee	1	1
fff	2	2, 3
ggg	2	2, 4
hhh	1	2
iii	1	3
kkk	2	3, 5
ppp	1	4
qqq	1	4
rrr	1	5
sss	1	5
ttt	1	5

↓

TAG_Q : aaa, ccc, bbb, fff, ggg

10

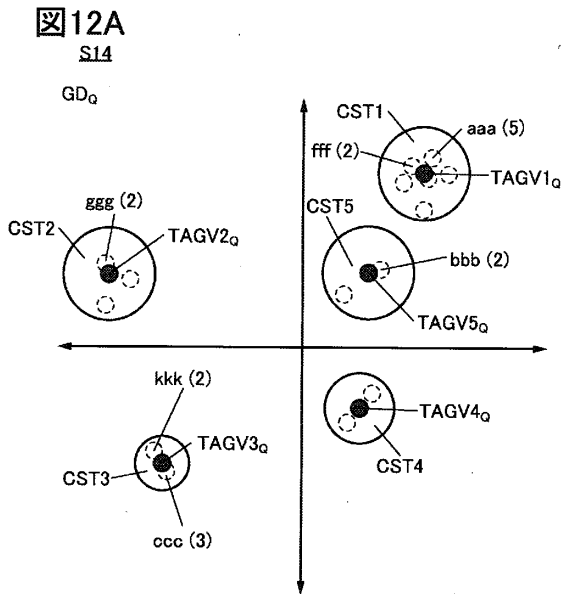
20

30

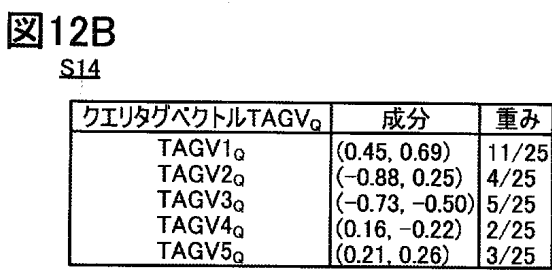
40

50

【図 1 2 A】

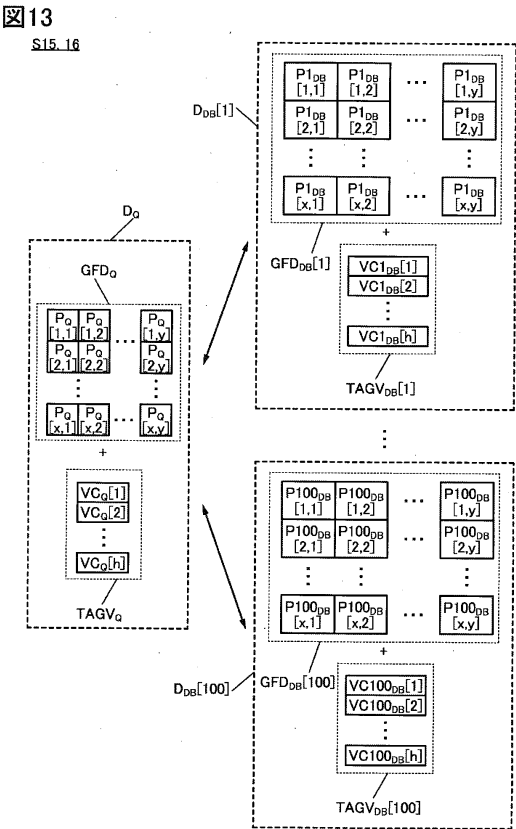


【図 1 2 B】

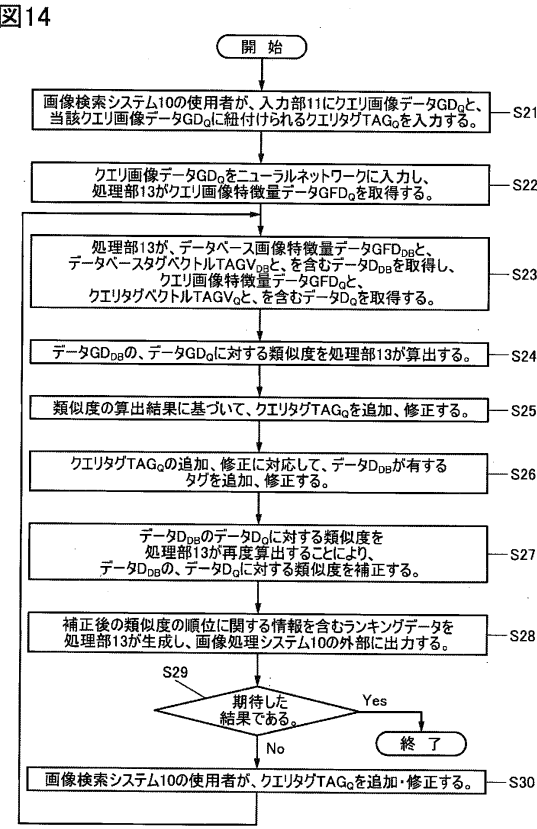


10

【図 1 3】



【図 1 4】



20

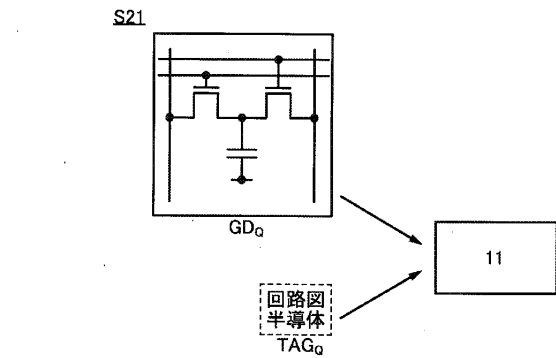
30

40

50

【図 1 5】

図15



【図 1 6 A】

図16A

S25

データ	類似度	含まれるデータベースタグTAG _{DB}
D _{DB} [1]	0.100	a2a, b3b
D _{DB} [2]	0.999	aaa, ccc
D _{DB} [3]	0.530	a2a, c4c
⋮	⋮	⋮
D _{DB} [98]	0.891	d5d, e6e
D _{DB} [99]	0.932	c7c, f8f
D _{DB} [100]	0.326	d5d, f8f

↓

データ	左記データに対応するデータベース画像データ	類似度	左記データベース画像データに紐付けられているデータベースタグTAG _{DB}
D _{DB} [2]	GD _{DB} [2]	0.999	aaa, bbb, ccc, ddd, eee
D _{DB} [41]	GD _{DB} [41]	0.971	aaa, ccc, fff, ggg, hhh
D _{DB} [53]	GD _{DB} [53]	0.964	aaa, bbb, fff, iii, kkk
D _{DB} [22]	GD _{DB} [22]	0.951	aaa, ccc, ggg, ppp, qqq
D _{DB} [88]	GD _{DB} [88]	0.937	aaa, kkk, rrr, sss, ttt

【図 1 6 B】

図16B

S25

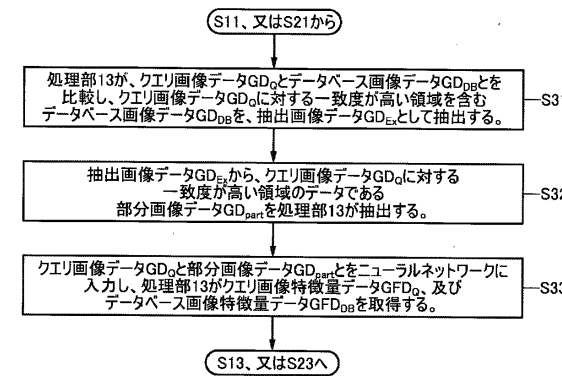
タグ	出現回数	出現した画像データの、類似度の順番
aaa	5	1, 2, 3, 4, 5
bbb	2	1, 3
ccc	3	1, 2, 4
ddd	1	1
eee	1	1
fff	2	2, 3
ggg	2	2, 4
hhh	1	2
iii	1	3
kkk	2	3, 5
ppp	1	4
qqq	1	4
rrr	1	5
sss	1	5
ttt	1	5

↓

TAG_Q: 回路図, 半導体, aaa, bbb, ccc

【図 1 7】

図17



10

20

30

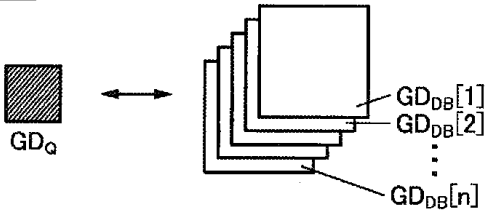
40

50

【図 18 A】

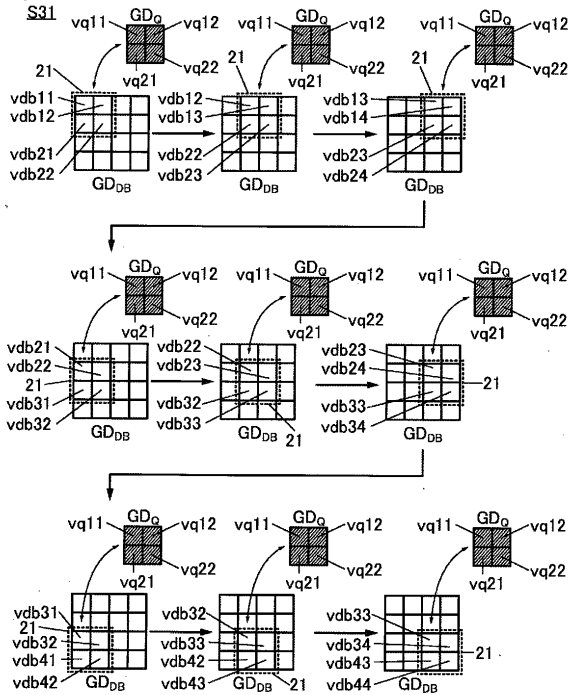
図18A

S31



【図 18 B】

図18B



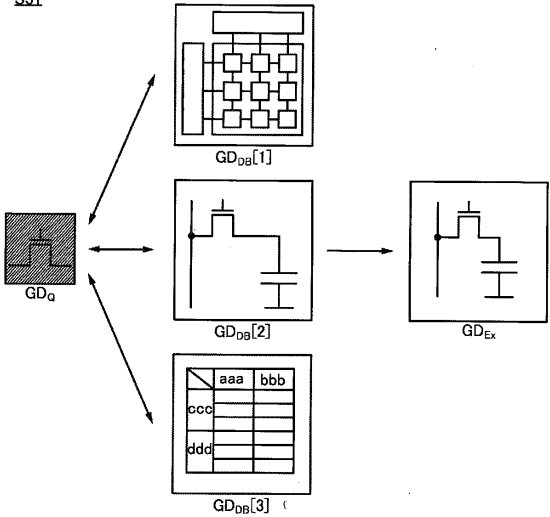
10

20

【図 19】

図19

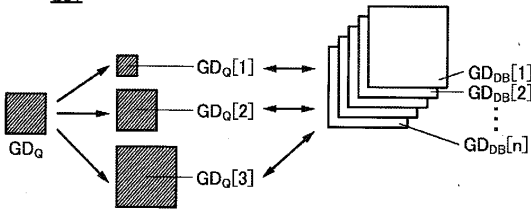
S31



【図 20 A】

図20A

S31



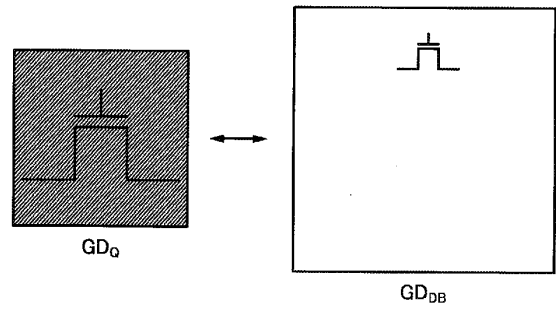
30

40

50

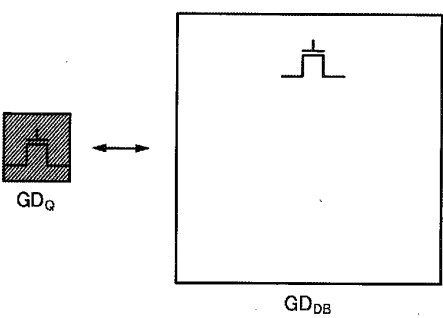
【図 20 B 1】

図20B1



【図 20 B 2】

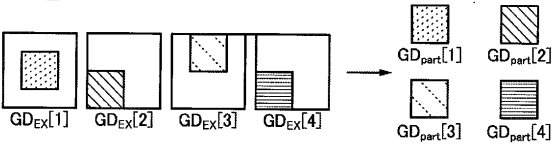
図20B2



10

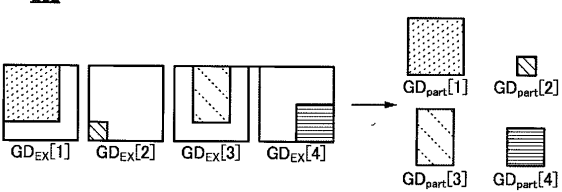
【図 2 1 A】

図21A
S32



【図 2 1 B】

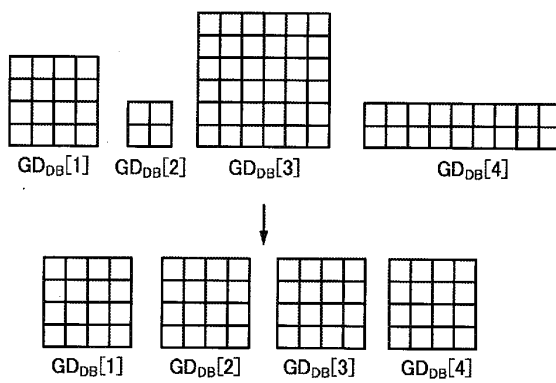
図21B
S32



20

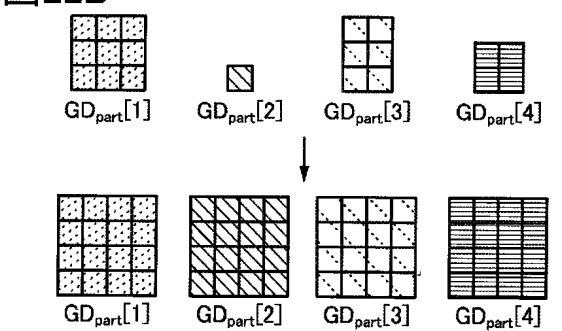
【図 2 2 A】

図22A



【図 2 2 B】

図22B



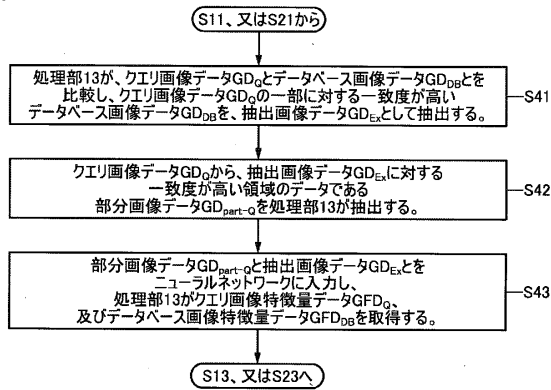
30

40

50

【図 2 3】

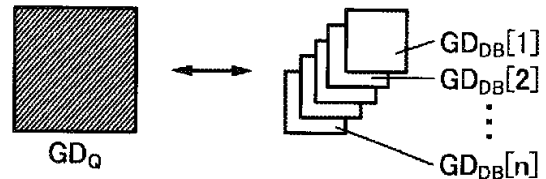
図23



【図 2 4 A】

図24A

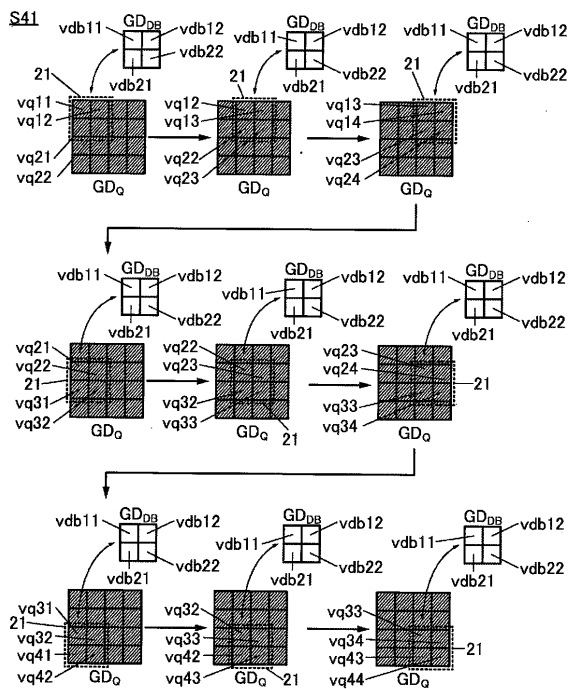
S41



10

【図 2 4 B】

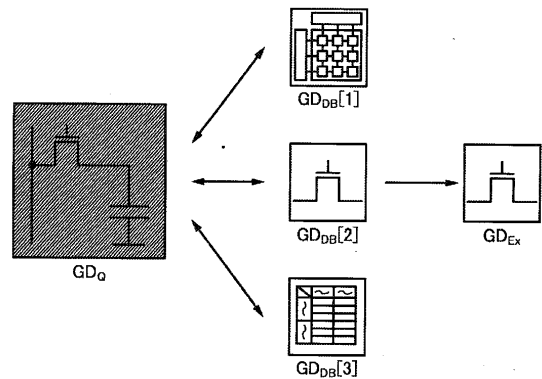
図24B



【図 2 5】

図25

S41



20

30

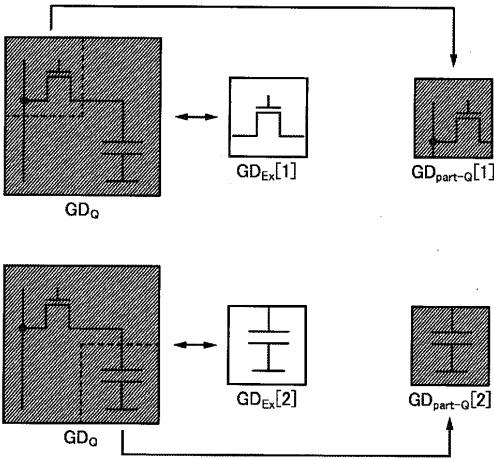
40

50

【図 26】

図26

S42



10

20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 松尾 真人

- (56)参考文献 国際公開第2009/060722 (WO, A1)
特開2018-073429 (JP, A)
特開2018-045517 (JP, A)
特開2018-206376 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G06F 16/00-16/958
G06N 3/04