

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7553754号
(P7553754)

(45)発行日 令和6年9月19日(2024.9.19)

(24)登録日 令和6年9月10日(2024.9.10)

(51)国際特許分類

F I

G 0 6 T 7/00 (2017.01)

G 0 6 T 7/00 3 5 0 B

請求項の数 15 (全21頁)

(21)出願番号	特願2020-142016(P2020-142016)	(73)特許権者	506301140
(22)出願日	令和2年8月25日(2020.8.25)		公立大学法人会津大学
(65)公開番号	特開2022-37733(P2022-37733A)		福島県会津若松市一箕町大字鶴賀字上居
(43)公開日	令和4年3月9日(2022.3.9)		合 9 0 番地
審査請求日	令和5年7月19日(2023.7.19)	(73)特許権者	000010098
			アルプスアルパイン株式会社
			東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号
		(74)代理人	100094525
			弁理士 土井 健二
		(74)代理人	100094514
			弁理士 林 恒徳
		(72)発明者	富岡 洋一
			福島県会津若松市一箕町大字鶴賀字上居
			合 9 0 番地 公立大学法人会津大学内
		(72)発明者	趙 強福
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 学習プログラム、学習装置及び学習方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像装置によって撮像された複数の学習用画像データを取得したことに応じて、前記複数の学習用画像データごとに、各学習用画像データに映る踏切警標、交差点または歩道橋を検出し、

前記複数の学習用画像データごとに、各学習用画像データにおける前記踏切警標、交差点または歩道橋の位置情報に対して、前記撮像装置から前記踏切警標、交差点または歩道橋までの距離情報を付加することによって、複数の学習データを生成し、

前記複数の学習データを用いた機械学習を行うことによって、学習モデルを生成する、処理をコンピュータに実行させることを特徴とする学習プログラム。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、
前記複数の学習データを生成する処理では、前記複数の学習用画像データごとに、各学習用画像データと各学習用画像データに対応する前記位置情報とに対して、前記撮像装置から前記踏切警標、交差点または歩道橋までの前記距離情報を付加することによって、前記複数の学習データの生成を行う、
ことを特徴とする学習プログラム。

【請求項 3】

請求項 1 において、
前記位置情報は、前記踏切警標、交差点または歩道橋のサイズを示す情報を含む、

20

ことを特徴とする学習プログラム。

【請求項 4】

請求項 1 において、

前記位置情報は、前記学習用画像データにおける前記踏切警標、交差点または歩道橋の座標を示す情報と、前記踏切警標、交差点または歩道橋のサイズを示す情報とを含む、

ことを特徴とする学習プログラム。

【請求項 5】

請求項 1 において、さらに、

撮像装置によって撮像された第 1 検出用画像データを取得したことに応じて、前記第 1 検出用画像データに映る前記踏切警標、交差点または歩道橋を検出し、

検出した前記踏切警標、交差点または歩道橋の前記第 1 検出用画像データにおける位置情報の入力に伴って前記学習モデルから出力される値を、前記第 1 検出用画像データを撮像した前記撮像装置から前記踏切警標、交差点または歩道橋までの第 1 距離情報として特定し、

特定した前記第 1 距離情報を出力する、

処理をコンピュータに実行させることを特徴とする学習プログラム。

【請求項 6】

請求項 5 において、

前記第 1 距離情報を特定する処理では、前記踏切警標、交差点または歩道橋を検出する処理において複数の前記踏切警標、交差点または歩道橋を検出した場合、前記複数の踏切警標、交差点または歩道橋ごとに、前記第 1 検出用画像データを撮像した前記撮像装置から各踏切警標、交差点または歩道橋までの前記第 1 距離情報を特定し、

前記第 1 距離情報を出力する処理では、特定した前記第 1 距離情報における最小値を出力する、

ことを特徴とする学習プログラム。

【請求項 7】

請求項 6 において、

前記第 1 距離情報を特定する処理では、前記第 1 距離情報における最大値と前記最小値との差を算出し、さらに、

前記第 1 検出用画像データの後に撮像された第 2 検出用画像データを取得したことに応じて、前記第 2 検出用画像データから前記踏切警標、交差点または歩道橋を検出し、

前記最小値に対応する第 1 物体が検出されない場合、前記最大値に対応する第 2 物体の前記第 2 検出用画像データにおける位置情報の入力に伴って前記学習モデルから出力される値を、前記第 2 検出用画像データを撮像した前記撮像装置から前記第 2 物体までの第 2 距離情報として特定し、

特定した前記第 2 距離情報から前記差を減算することによって算出した第 3 距離情報を出力する、

処理をコンピュータに実行させることを特徴とする学習プログラム。

【請求項 8】

請求項 6 において、

前記第 1 距離情報を特定する処理では、前記複数の踏切警標、交差点または歩道橋ごとに、各踏切警標、交差点または歩道橋のサイズと前記踏切警標、交差点または歩道橋と異なる他の種類の物体のサイズとの関係を特定し、さらに、

前記第 1 検出用画像データの後に撮像された第 2 検出用画像データを取得したことに応じて、前記第 2 検出用画像データから前記踏切警標、交差点または歩道橋と前記他の種類の物体とを検出し、

前記最小値に対応する第 1 物体が検出されない場合、前記第 2 検出用画像データから検出した前記他の種類の物体のサイズと前記関係とから前記第 1 物体のサイズを算出し、

前記第 1 物体のサイズの入力に伴って前記学習モデルから出力される値を、前記第 2 検出用画像データを撮像した前記撮像装置から前記第 1 物体までの第 4 距離情報として特定

10

20

30

40

50

し、

特定した前記第 4 距離情報を出力する、

処理をコンピュータに実行させることを特徴とする学習プログラム。

【請求項 9】

請求項 8 において、

前記関係を特定する処理では、前記複数の踏切警標、交差点または歩道橋ごとに、前記他の種類の物体のサイズに対する各踏切警標、交差点または歩道橋のサイズの割合を算出し、

前記第 1 物体のサイズを算出する処理では、前記第 1 物体が検出されない場合、前記第 2 検出用画像データから検出した前記他の種類の物体のサイズと前記割合とを乗算することによって前記第 1 物体のサイズを算出する、

ことを特徴とする学習プログラム。

【請求項 10】

請求項 9 において、

前記他の種類の物体は、踏切警標に取り付けられた信号機、方向指示器または注意柵である、

ことを特徴とする学習プログラム。

【請求項 11】

撮像装置によって撮像された複数の学習用画像データを取得したことに応じて、前記複数の学習用画像データごとに、各学習用画像データに映る所定種類の物体を検出し、

前記複数の学習用画像データごとに、各学習用画像データにおける前記所定種類の物体の位置情報に対して、前記撮像装置から前記所定種類の物体までの距離情報を付加することによって、複数の学習データを生成し、

前記複数の学習データを用いた機械学習を行うことによって、学習モデルを生成し、

撮像装置によって撮像された第 1 検出用画像データを取得したことに応じて、前記第 1 検出用画像データに映る前記所定種類の物体を検出し、

検出した前記所定種類の物体の前記第 1 検出用画像データにおける位置情報の入力に伴って前記学習モデルから出力される値を、前記第 1 検出用画像データを撮像した前記撮像装置から前記所定種類の物体までの第 1 距離情報として特定し、

特定した前記第 1 距離情報を出力する、

処理をコンピュータに実行させ、

前記第 1 距離情報を特定する処理では、前記所定種類の物体を検出する処理において複数の前記所定種類の物体を検出した場合、前記複数の所定種類の物体ごとに、前記第 1 検出用画像データを撮像した前記撮像装置から各所定種類の物体までの前記第 1 距離情報を特定し、

前記第 1 距離情報を出力する処理では、特定した前記第 1 距離情報における最小値を出力することを特徴とする学習プログラム。

【請求項 12】

撮像装置によって撮像された複数の学習用画像データを取得したことに応じて、前記複数の学習用画像データごとに、各学習用画像データに映る踏切警標、交差点または歩道橋を検出する物体検出部と、

前記複数の学習用画像データごとに、各学習用画像データにおける前記踏切警標、交差点または歩道橋の位置情報に対して、前記撮像装置から前記踏切警標、交差点または歩道橋までの距離情報を付加することによって、複数の学習データを生成する学習データ生成部と、

前記複数の学習データを用いた機械学習を行うことによって、学習モデルを生成するモデル生成部と、を有する、

ことを特徴とする学習装置。

【請求項 13】

撮像装置によって撮像された複数の学習用画像データを取得したことに応じて、前記複

10

20

30

40

50

数の学習用画像データごとに、各学習用画像データに映る所定種類の物体を検出する物体検出部と、

前記複数の学習用画像データごとに、各学習用画像データにおける前記所定種類の物体の位置情報に対して、前記撮像装置から前記所定種類の物体までの距離情報を付加することによって、複数の学習データを生成する学習データ生成部と、

前記複数の学習データを用いた機械学習を行うことによって、学習モデルを生成するモデル生成部と、

撮像装置によって撮像された第1検出用画像データを取得したことに応じて、前記第1検出用画像データに映る前記所定種類の物体を検出する物体検出部と、

検出した前記所定種類の物体の前記第1検出用画像データにおける位置情報の入力に伴って前記学習モデルから出力される値を、前記第1検出用画像データを撮像した前記撮像装置から前記所定種類の物体までの第1距離情報として特定する距離特定部と、

特定した前記第1距離情報を出力する情報出力部と、を有し、

前記距離特定部は、前記所定種類の物体を検出する処理において複数の前記所定種類の物体を検出した場合、前記複数の所定種類の物体ごとに、前記第1検出用画像データを撮像した前記撮像装置から各所定種類の物体までの前記第1距離情報を特定し、

前記情報出力部は、特定した前記第1距離情報における最小値を出力することを特徴とする学習装置。

【請求項14】

撮像装置によって撮像された複数の学習用画像データを取得したことに応じて、前記複数の学習用画像データごとに、各学習用画像データに映る踏切警標、交差点または歩道橋を検出し、

前記複数の学習用画像データごとに、各学習用画像データにおける前記踏切警標、交差点または歩道橋の位置情報に対して、前記撮像装置から前記踏切警標、交差点または歩道橋までの距離情報を付加することによって、複数の学習データを生成し、

前記複数の学習データを用いた機械学習を行うことによって、学習モデルを生成する、処理をコンピュータに実行させることを特徴とする学習方法。

【請求項15】

撮像装置によって撮像された複数の学習用画像データを取得したことに応じて、前記複数の学習用画像データごとに、各学習用画像データに映る所定種類の物体を検出し、

前記複数の学習用画像データごとに、各学習用画像データにおける前記所定種類の物体の位置情報に対して、前記撮像装置から前記所定種類の物体までの距離情報を付加することによって、複数の学習データを生成し、

前記複数の学習データを用いた機械学習を行うことによって、学習モデルを生成し、

撮像装置によって撮像された第1検出用画像データを取得したことに応じて、前記第1検出用画像データに映る前記所定種類の物体を検出し、

検出した前記所定種類の物体の前記第1検出用画像データにおける位置情報の入力に伴って前記学習モデルから出力される値を、前記第1検出用画像データを撮像した前記撮像装置から前記所定種類の物体までの第1距離情報として特定し、

特定した前記第1距離情報を出力する、

処理をコンピュータに実行させ、

前記第1距離情報を特定する処理では、前記所定種類の物体を検出する処理において複数の前記所定種類の物体を検出した場合、前記複数の所定種類の物体ごとに、前記第1検出用画像データを撮像した前記撮像装置から各所定種類の物体までの前記第1距離情報を特定し、

前記第1距離情報を出力する処理では、特定した前記第1距離情報における最小値を出力することを特徴とする学習方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、学習プログラム、学習装置及び学習方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、高齢者の生活活動を支援することを目的とした電動カート（以下、シニアカーとも呼ぶ）の利用が広がっている。高齢者は、例えば、シニアカーに乗車して買い物等の外出を行うことで、外出に伴う身体への負担を軽減させることが可能になる。

【0003】

ここで、上記のようなシニアカーは、例えば、悪路等の影響によって走行中に転倒する可能性がある。そして、高齢者は、この場合、自力で立ち上がることができない可能性がある。

10

【0004】

そのため、シニアカーは、例えば、特に走行を慎重に行う必要がある場所（例えば、走行経路上にある踏切）の存在を検出しながら走行を行う。そして、シニアカーは、例えば、走行経路上における踏切の存在を検知した場合、存在を検知した踏切についての情報を運転者（高齢者）に通知する。これにより、シニアカーは、走行時における運転者（高齢者）の安全を確保することが可能になる（特許文献1乃至3を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2020-042853号公報

20

【文献】特開2017-016604号公報

【文献】特開平11-339197号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記のような踏切の存在有無についての情報は、シニアカーの運転者の安全性を確保するための情報として不十分である場合がある。そのため、シニアカーの分野では、走行経路上に存在する踏切についてのさらなる情報を提供が求められている。

【0007】

そこで、本発明の目的は、走行経路上における踏切についての情報を提供することを可能とする学習プログラム、学習装置及び学習方法を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するための本発明における学習プログラムは、撮像装置によって撮像された複数の学習用画像データを取得したことに応じて、前記複数の学習用画像データごとに、各学習用画像データに映る所定種類の物体を検出し、前記複数の学習用画像データごとに、各学習用画像データにおける前記所定種類の物体の位置情報に対して、前記撮像装置から前記所定種類の物体までの距離情報を付加することによって、複数の学習データを生成し、前記複数の学習データを用いた機械学習を行うことによって、学習モデルを生成する、処理をコンピュータに実行させることを特徴とする。

40

【0009】

また、上記目的を達成するための本発明における学習プログラムは、一つの態様では、前記複数の学習用画像データごとに、各学習用画像データと各学習用画像データに対応する前記位置情報とに対して、前記撮像装置から前記所定種類の物体までの前記距離情報を付加することによって、前記複数の学習データの生成を行う、ことを特徴とする。

【0010】

また、上記目的を達成するための本発明における学習プログラムは、一つの態様では、撮像装置によって撮像された第1検出用画像データを取得したことに応じて、前記第1検出用画像データに映る前記所定種類の物体を検出し、検出した前記所定種類の物体の前記第1検出用画像データにおける位置情報の入力に伴って前記学習モデルから出力される値

50

を、前記第 1 検出用画像データを撮像した前記撮像装置から前記所定種類の物体までの第 1 距離情報として特定し、特定した前記第 1 距離情報を出力する、処理をコンピュータに実行させることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

また、上記目的を達成するための本発明における学習プログラムは、一つの態様では、前記所定種類の物体を検出する処理において複数の前記所定種類の物体を検出した場合、前記複数の所定種類の物体ごとに、前記第 1 検出用画像データを撮像した前記撮像装置から各所定種類の物体までの前記第 1 距離情報を特定し、特定した前記第 1 距離情報における最小値を出力する、ことを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

また、上記目的を達成するための本発明における学習プログラムは、一つの態様では、前記第 1 距離情報における最大値と前記最小値との差を算出し、前記第 1 検出用画像データの後に撮像された第 2 検出用画像データを取得したことに応じて、前記第 2 検出用画像データから前記所定種類の物体を検出し、前記最小値に対応する第 1 物体が検出されない場合、前記最大値に対応する第 2 物体の前記第 2 検出用画像データにおける位置情報の入力に伴って前記学習モデルから出力される値を、前記第 2 検出用画像データを撮像した前記撮像装置から前記第 2 物体までの前記第 2 距離情報として特定し、特定した前記第 2 距離情報から前記差を減算することによって算出した第 3 距離情報を出力する、処理をコンピュータに実行させることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

また、上記目的を達成するための本発明における学習プログラムは、一つの態様では、前記複数の所定種類の物体ごとに、各所定種類の物体のサイズと前記所定種類と異なる他の種類の物体のサイズとの関係を特定し、前記第 1 検出用画像データの後に撮像された第 2 検出用画像データを取得したことに応じて、前記第 2 検出用画像データから前記所定種類の物体と前記他の種類の物体とを検出し、前記最小値に対応する第 1 物体が検出されない場合、前記第 2 検出用画像データから検出した前記他の種類の物体のサイズと前記関係とから前記第 1 物体のサイズを算出し、前記第 1 物体のサイズの入力に伴って前記学習モデルから出力される値を、前記第 2 検出用画像データを撮像した前記撮像装置から前記第 1 物体までの第 4 距離情報として特定し、特定した前記第 4 距離情報を出力する、処理をコンピュータに実行させることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

また、上記目的を達成するための本発明における学習プログラムは、一つの態様では、前記複数の所定種類の物体ごとに、前記他の種類の物体のサイズに対する各所定種類の物体のサイズの割合を算出し、前記第 1 物体が検出されない場合、前記第 2 検出用画像データから検出した前記他の種類の物体のサイズと前記割合とを乗算することによって前記第 1 物体のサイズを算出する、ことを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

また、上記目的を達成するための本発明における学習装置は、撮像装置によって撮像された複数の学習用画像データを取得したことに応じて、前記複数の学習用画像データごとに、各学習用画像データに映る所定種類の物体を検出する物体検出部と、前記複数の学習用画像データごとに、各学習用画像データにおける前記所定種類の物体の位置情報に対して、前記撮像装置から前記所定種類の物体までの距離情報を付加することによって、複数の学習データを生成する学習データ生成部と、前記複数の学習データを用いた機械学習を行うことによって、学習モデルを生成するモデル生成部と、を有する、ことを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

また、上記目的を達成するための本発明における学習方法は、撮像装置によって撮像された複数の学習用画像データを取得したことに応じて、前記複数の学習用画像データごとに、各学習用画像データに映る所定種類の物体を検出し、前記複数の学習用画像データごとに、各学習用画像データにおける前記所定種類の物体の位置情報に対して、前記撮像装置から前記所定種類の物体までの距離情報を付加することによって、複数の学習データを

10

20

30

40

50

生成し、前記複数の学習データを用いた機械学習を行うことによって、学習モデルを生成する、処理をコンピュータに実行させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本発明における学習プログラム、学習装置、学習方法によれば、走行経路上における踏切についての情報の提供を容易に行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】図1は、第1の実施の形態における情報処理装置1の構成例を示す図である。

【図2】図2は、シニアカー3と踏切4との関係を説明する図である。

10

【図3】図3は、第1の実施の形態における検出端末2の構成例を示す図である。

【図4】図4は、第1の実施の形態における学習処理の概略について説明する図である。

【図5】図5は、第1の実施の形態における推論処理の概略について説明する図である。

【図6】図6は、第1の実施の形態における学習処理の詳細を説明するフローチャート図である。

【図7】図7は、第1の実施の形態における推論処理の詳細を説明するフローチャート図である。

【図8】図8は、第1の実施の形態における推論処理の詳細を説明するフローチャート図である。

【図9】図9は、第1の実施の形態における推論処理の詳細を説明するフローチャート図である。

20

【図10】図10は、第1の実施の形態における推論処理の詳細を説明するフローチャート図である。

【図11】図11は、踏切4の具体例について説明する図である。

【図12】図12は、第1の学習モデルの具体例について説明する図である。

【図13】図13は、第1の学習モデルの具体例について説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。しかしながら、かかる実施の形態例が、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

30

【0020】

初めに、第1の実施の形態における情報処理装置1（以下、学習装置1とも呼ぶ）の構成例について説明を行う。図1は、第1の実施の形態における情報処理装置1の構成例を示す図である。

【0021】

情報処理装置1は、コンピュータ装置であって、例えば、汎用的なPC（Personal Computer）である。そして、情報処理装置1は、図2に示すように、シニアカー3とシニアカー3の走行経路上に存在する踏切4との間における距離の算出（推定）を行う学習モデルの学習処理（以下、単に学習処理とも呼ぶ）を行う。

【0022】

40

情報処理装置1は、汎用的なコンピュータ装置のハードウェア構成を有し、例えば、図1に示すように、プロセッサであるCPU101と、メモリ102と、通信インタフェース103と、記憶媒体104とを有する。各部は、バス105を介して互いに接続される。

【0023】

記憶媒体104は、例えば、学習処理を行うためのプログラム（図示しない）を記憶するプログラム格納領域（図示しない）を有する。

【0024】

また、記憶媒体104は、例えば、学習処理を行う際に用いられる情報を記憶する記憶部110（以下、記憶領域110とも呼ぶ）を有する。なお、記憶媒体104は、例えば、HDD（Hard Disk Drive）やSSD（Solid State Drive）

50

v e) であってよい。

【 0 0 2 5 】

C P U 1 0 1 は、記憶媒体 1 0 4 からメモリ 1 0 2 にロードされたプログラムを実行して学習処理を行う。

【 0 0 2 6 】

通信インタフェース 1 0 3 は、例えば、インターネット網等のネットワーク N W を介して検出端末 2 と通信を行う。

【 0 0 2 7 】

次に、第 1 の実施の形態における検出端末 2 の構成例について説明を行う。図 3 は、第 1 の実施の形態における検出端末 2 の構成例を示す図である。

【 0 0 2 8 】

検出端末 2 は、コンピュータ装置であって、例えば、スマートフォン等の携帯端末である。そして、検出端末 2 は、図 2 に示すように、例えば、シニアカー 3 の進行方向前方付近に取り付けられる機器であって、情報処理装置 1 が生成した学習モデルを用いることによる推論処理（以下、単に推論処理とも呼ぶ）を行う。

【 0 0 2 9 】

検出端末 2 は、汎用的なコンピュータ装置のハードウェア構成を有し、例えば、図 3 に示すように、プロセッサである C P U 2 0 1 と、メモリ 2 0 2 と、通信インタフェース 2 0 3 と、記憶媒体 2 0 4 とを有する。各部は、バス 2 0 5 を介して互いに接続される。

【 0 0 3 0 】

記憶媒体 2 0 4 は、例えば、学習処理を行うためのプログラム（図示しない）を記憶するプログラム格納領域（図示しない）を有する。

【 0 0 3 1 】

また、記憶媒体 2 0 4 は、例えば、情報処理装置 1 が生成した学習モデルを用いることによる推論処理を行う際に用いられる情報を記憶する記憶部 2 1 0 （以下、記憶領域 2 1 0 とも呼ぶ）を有する。なお、記憶媒体 2 0 4 は、例えば、H D D や S S D であってよい。

【 0 0 3 2 】

C P U 2 0 1 は、記憶媒体 2 0 4 からメモリ 2 0 2 にロードされたプログラムを実行して学習処理を行う。

【 0 0 3 3 】

通信インタフェース 2 0 3 は、例えば、インターネット網等のネットワーク N W を介して情報処理装置 1 と通信を行う。なお、情報処理装置 1 と検出端末 2 との間における情報の移動は、例えば、作業者が U S B メモリ等の記憶媒体等を用いることによって手動で行うものであってもよい。

【 0 0 3 4 】

具体的に、検出端末 2 は、例えば、シニアカー 3 の走行時において、カメラ等の撮像装置 2 a が撮像した走行経路についての動画データに含まれる画像データを、情報処理装置 1 から予め受信した学習モデルに対して連続的に入力する。そして、検出端末 2 は、学習モデルから出力された値を用いることにより、シニアカー 3 とシニアカー 3 の走行経路上に存在する踏切 4 との間における距離の算出を連続的に行う。さらに、検出端末 2 は、例えば、シニアカー 3 の運転手（高齢者）に対して、シニアカー 3 と踏切 4 との接近状況を示す情報やシニアカー 3 と踏切 4 の間における距離についての通知を行う。

【 0 0 3 5 】

なお、検出端末 2 は、走行経路についての動画データを撮像する撮像装置 2 a を内蔵するものであってもよい。

【 0 0 3 6 】

また、以下、学習処理が情報処理装置 1 において行われる場合について説明を行うが、学習処理は、検出端末 2 において行われるものであってもよい。すなわち、検出端末 2 は、自装置において生成した学習モデルを用いることによって推論処理を行うものであってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

〔 第 1 の実施の形態の概略 〕

次に、第 1 の実施の形態における学習処理及び推論処理の概略について説明を行う。

【 0 0 3 8 】

初めに、第 1 の実施の形態における学習処理の概略について説明を行う。図 4 は、第 1 の実施の形態における学習処理の概略について説明する図である。

【 0 0 3 9 】

情報処理装置 1 の画像取得部 1 1 1 は、例えば、学習モデルの生成に用いられる複数の画像データ（以下、学習用画像データとも呼ぶ）を取得する。

【 0 0 4 0 】

具体的に、画像取得部 1 1 1 は、例えば、作業者によって予め記憶領域 1 1 0 に記憶された動画データ（例えば、撮像装置 2 a によって予め撮像された動画データ）を構成する複数の画像データを取得する。

【 0 0 4 1 】

そして、情報処理装置 1 の物体検出部 1 1 2 は、画像取得部 1 1 1 が取得した複数の画像データごとに、各画像データに映る所定種類の物体を検出する。

【 0 0 4 2 】

具体的に、シニアカー 3 の走行経路上に存在する踏切 4 は、図 2 に示すように、踏切警標 4 a を有している場合が多い。そのため、物体検出部 1 1 2 は、例えば、画像取得部 1 1 1 が取得した複数の画像データごとに、各画像データに含まれる踏切警標 4 a の検出を行う。

【 0 0 4 3 】

続いて、情報処理装置 1 の学習データ生成部 1 1 3 は、画像取得部 1 1 1 が取得した複数の画像データごとに、各画像データにおける所定種類の物体の位置及びサイズについての情報（以下、これらを総称して単に位置情報とも呼ぶ）に対して、撮像装置 2 a から所定種類の物体までの距離情報（正解ラベル）を付加することによって、複数の学習データを生成する。

【 0 0 4 4 】

具体的に、学習データ生成部 1 1 3 は、例えば、画像取得部 1 1 1 が取得した複数の画像データごとに、各画像データと、各画像データに映る踏切警標 4 a の X 座標、Y 座標、縦幅、横幅、面積及びアスペクト比等のうちの少なくとも一部と、撮像装置 2 a から各画像データに映る踏切警標 4 a までの距離情報とを対応付けることによって、複数の学習データの生成を行う。

【 0 0 4 5 】

なお、学習データ生成部 1 1 3 は、例えば、画像取得部 1 1 1 が取得した複数の画像データごとに、各画像データと各画像データにおける所定種類の物体に対応する位置情報とに対して、撮像装置 2 a から所定種類の物体までの距離情報を付加することによって、複数の学習データを生成するものであってもよい。

【 0 0 4 6 】

また、学習データ生成部 1 1 3 は、例えば、踏切警標 4 a の縦幅と横軸のうちの最大値を位置情報として用いて複数の学習データの生成を行うものであってもよい。これにより、学習データ生成部 1 1 3 は、例えば、踏切警標 4 a の一部が障害物等の存在によって映っていない画像データが多い場合であっても、判定精度の高い学習モデルを生成可能な学習データを生成することが可能になる。

【 0 0 4 7 】

その後、情報処理装置 1 のモデル生成部 1 1 4 は、学習データ生成部 1 1 3 が生成した複数の学習データを用いた機械学習を行うことによって、学習モデルを生成する。

【 0 0 4 8 】

次に、第 1 の実施の形態における推論処理の概略について説明を行う。図 5 は、第 1 の実施の形態における推論処理の概略について説明する図である。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

検出端末 2 の画像取得部 2 1 1 は、例えば、撮像装置 2 a によって撮像された動画データに含まれる画像データ（以下、検出用画像データとも呼ぶ）を取得する。具体的に、画像取得部 2 1 1 は、例えば、検出端末 2 から送信された画像データを受信する。

【 0 0 5 0 】

そして、検出端末 2 の物体検出部 2 1 2 は、画像取得部 2 1 1 が取得した画像データに映る所定種類の物体を検出する。

【 0 0 5 1 】

具体的に、物体検出部 2 1 2 は、例えば、画像取得部 2 1 1 が取得した画像データに含まれる踏切警標 4 a の検出を行う。

【 0 0 5 2 】

続いて、検出端末 2 の距離特定部 2 1 3 は、物体検出部 2 1 2 が検出した所定種類の物体の画像データにおける位置情報の入力に伴って学習モデルから出力される値を、撮像装置 2 a から所定種類の物体までの距離情報として特定する。

【 0 0 5 3 】

具体的に、距離特定部 2 1 3 は、例えば、画像取得部 2 1 1 が取得した画像データと、その画像データにおける踏切警標 4 a の X 座標、Y 座標、縦幅、横幅、面積及びアスペクト比等のうちの少なくとも一部の入力に伴って学習モデルから出力される値を、撮像装置 2 a（シニアカー 3）から踏切警標 4 a までの距離情報として特定する。

【 0 0 5 4 】

その後、検出端末 2 の情報出力部 2 1 4 は、例えば、距離特定部 2 1 3 が特定した距離情報をシニアカー 3 の運転者（高齢者）に対して通知する。

【 0 0 5 5 】

すなわち、本実施の形態における情報処理装置 1 は、例えば、シニアカー 3 の走行経路上における踏切 4 の存在有無についての情報だけでなく、シニアカー 3 と踏切 4 との間における距離情報についても運転者に通知する。

【 0 0 5 6 】

これにより、情報処理装置 1 は、シニアカー 3 の走行中における運転者の安全性をより確保することが可能になる。

【 0 0 5 7 】

〔 第 1 の実施の形態の詳細 〕

次に、第 1 の実施の形態における学習処理及び推論処理の詳細について説明を行う。図 6 から図 10 は、第 1 の実施の形態における学習処理及び推論処理の詳細を説明するフローチャート図である。また、図 11 から図 13 は、第 1 の実施の形態における学習処理及び推論の詳細を説明する図である。

【 0 0 5 8 】

〔 学習処理の詳細 〕

初めに、第 1 の実施の形態における学習処理の詳細について説明を行う。図 6 は、学習処理の詳細について説明する図である。

【 0 0 5 9 】

画像取得部 1 1 1 は、図 6 に示すように、例えば、学習タイミングになるまで待機する（S 1 1 の NO）。学習タイミングは、例えば、作業者が操作端末（図示しない）を介して学習モデルの学習処理を開始する旨の情報を入力したタイミングであってよい。

【 0 0 6 0 】

そして、学習タイミングになった場合（S 1 1 の YES）、画像取得部 1 1 1 は、記憶領域 1 1 0 に記憶された動画データを構成する複数の画像データを取得する（S 1 2）。

【 0 0 6 1 】

続いて、物体検出部 1 1 2 は、S 1 2 の処理で取得した複数の画像データごとに、各画像データに映る踏切警標 4 a を検出する（S 1 3）。

【 0 0 6 2 】

10

20

30

40

50

具体的に、例えば、S 1 2 の処理において図 1 1 に示す画像データを取得した場合、物体検出部 1 1 2 は、踏切 4 に含まれる踏切警標 4 1 a と踏切警標 4 2 a とをそれぞれ検出する。

【 0 0 6 3 】

なお、物体検出部 1 1 2 は、この場合、例えば、学習済の学習モデル (Y O L O (Y o u O n l y L i v e O n c e) や S S D (S i n g l e S h o t M u l t i b o x D e t e c t o r) 等による学習モデル) を用いることによって、踏切警標 4 a の検出を行うものであってよい。

【 0 0 6 4 】

さらに、学習データ生成部 1 1 3 は、S 1 2 の処理で取得した複数の画像データごとに、各画像データと、各画像データに映る踏切警標 4 a の位置情報とに対して、撮像装置 2 a から踏切警標 4 a までの距離情報を付加することによって、複数の学習データを生成する (S 1 4) 。そして、学習データ生成部 1 1 3 は、例えば、生成した複数の学習データを記憶領域 1 1 0 に記憶する。

10

【 0 0 6 5 】

具体的に、作業者は、例えば、操作端末 (図示しない) を介して、S 1 2 の処理で取得した複数の画像データごとに、撮像装置 2 a と各画像データに映る踏切警標 4 a との間における距離情報を正解ラベルとして入力する。そして、学習データ生成部 1 1 3 は、S 1 2 の処理で取得した複数の画像データごとに、各画像データと各画像データにおける踏切警標 4 a の位置情報とに対して、作業者によって入力された距離情報を付加することによって、複数の学習データの生成を行う。

20

【 0 0 6 6 】

その後、モデル生成部 1 1 4 は、S 1 4 の処理で生成した複数の学習データを用いた機械学習を行うことによって、学習モデルを生成する (S 1 5) 。以下、S 1 5 の処理で生成される学習モデルの具体例について説明を行う。

【 0 0 6 7 】

[学習モデルの具体例 (1)]

図 1 2 は、第 1 の学習モデルの具体例について説明する図である。具体的に、図 1 2 は、最小二乗法を用いることによる学習モデルの具体例である。

【 0 0 6 8 】

学習データ生成部 1 1 3 は、S 1 4 の処理において、例えば、S 1 2 の処理で取得した複数の画像データごとに、各画像データにおける踏切警標 4 a の縦幅に対して撮像装置 2 a から踏切警標 4 a までの距離情報を正解ラベルとして付加することによって、複数の学習データを生成する。

30

【 0 0 6 9 】

そして、モデル生成部 1 1 4 は、S 1 5 の処理において、S 1 4 の処理で生成した複数の学習データのそれぞれを対象とした最小二乗法を行うことにより、学習モデルを生成する。

【 0 0 7 0 】

具体的に、モデル生成部 1 1 4 は、この場合、図 1 2 に示すように、例えば、各学習データに含まれる踏切警標 4 a の逆数と各学習データに含まれる距離情報とに対応する点を平面上にプロットする。そして、モデル生成部 1 1 4 は、各点と回帰直線との差の二乗が最小になるように、以下の式 (1) における係数 A 及び係数 B を算出することによって、学習モデルとして機能する回帰直線を生成する。

40

【 0 0 7 1 】

【 数 1 】

$$[\text{推定距離}] = [\text{係数 } A] \cdot \frac{1}{[\text{踏切警標の縦幅}]} + [\text{係数 } B] \quad \cdots \text{ (式1)}$$

50

式(1)において、「推定距離」は、撮像装置2aから踏切警標4aまでの距離情報に対応し、「踏切警標の縦幅」は、踏切警標4aの縦幅に対応する。

【0072】

なお、学習データ生成部113は、S14の処理において、例えば、S12の処理で取得した複数の画像データごとに、各画像データにおける踏切警標4aの面積に対して撮像装置2aから踏切警標4aまでの距離情報を正解ラベルとして付加することによって、複数の学習データを生成するものであってもよい。

【0073】

[学習モデルの具体例(2)]

図13は、第2の学習モデルの具体例について説明する図である。具体的に、図13は、ニューラルネットワークの具体例である。

10

【0074】

学習データ生成部113は、S14の処理において、例えば、S12の処理で取得した複数の画像データごとに、各画像データにおける踏切警標4aのX座標、Y座標、縦幅、横幅及び面積に対して撮像装置2aから踏切警標4aまでの距離情報を正解ラベルとして付加することによって、複数の学習データを生成する。

【0075】

そして、モデル生成部114は、S15の処理において、S13の処理で生成した複数の学習データのそれぞれを用いることによって、ニューラルネットワークの学習を行う。

【0076】

20

具体的に、モデル生成部114は、この場合、図13に示すように、例えば、ニューラルネットワークの入力層から踏切警標4aのX座標、Y座標、縦幅、横幅及び面積のそれぞれに対応する値を入力することによって出力層から出力される値と、撮像装置2aから踏切警標4aまでの距離情報(正解ラベル)との差が小さくなるように、ニューラルネットワークの中間層に対応する重みのそれぞれを学習する。

【0077】

[推論処理の詳細(1)]

次に、第1の実施の形態における推論処理の詳細について説明を行う。図7及び図8は、推論処理の詳細について説明する図である。

【0078】

30

画像取得部211は、図7に示すように、例えば、推論タイミングになるまで待機する(S21のNO)。推論タイミングは、例えば、走行中のシニアカー3に搭載された撮像装置2aによって画像データが撮像されたタイミングであってよい。すなわち、推論タイミングは、シニアカー3に搭載された撮像装置2aが進行方向前方についての画像データ(フレーム)を撮影するごとに訪れるタイミングであってよい。具体的に、撮像装置2aが撮影する動画データのフレーム数が30フレームである場合、推論タイミングは、1秒間に30回訪れるタイミングであってよい。

【0079】

そして、推論タイミングになった場合(S21のYES)、画像取得部211は、撮像装置2aによって撮像された画像データを取得する(S22)。

40

【0080】

続いて、物体検出部212は、S22の処理で取得した画像データに映る踏切警標4aを検出する(S23)。

【0081】

具体的に、例えば、S22の処理において図11に示す画像データを取得した場合、物体検出部212は、踏切4における踏切警標41aと踏切警標42aとのそれぞれを検出する。

【0082】

その結果、前回までに行われたS23の処理において検出された踏切警標4aのうち、撮像装置2a(シニアカー3)から最も近い踏切警標4a(以下、第1踏切警標4aとも

50

呼ぶ)が、今回行われたS 2 3の処理においても検出された場合(S 2 4のNO)、距離特定部2 1 3は、S 2 3の処理で検出した踏切警標4 aごとに、各踏切警標4 aの位置情報の入力に伴って学習モデルから出力される値を、撮像装置2 a(シニアカー3)から各踏切警標4 aまでの距離情報として特定する(S 2 5)。

【0 0 8 3】

そして、距離特定部2 1 3は、S 2 5の処理で特定した距離情報における最大値と最小値との差を算出する(S 2 6)。

【0 0 8 4】

具体的に、S 2 2の処理において図1 1に示す画像データを取得した場合、距離特定部2 1 3は、撮像装置2 aと踏切警標4 2 a(踏切4における奥側の踏切警標4 a)との間における距離情報を、S 2 5の処理で特定した距離情報における最大値として特定する。また、距離特定部2 1 3は、この場合、撮像装置2 aと踏切警標4 1 a(踏切4における手前側の踏切警標4 a)との間における距離情報を、S 2 5の処理で特定した距離情報における最小値として特定する。そして、距離特定部2 1 3は、撮像装置2 aと踏切警標4 2 aとの間における距離情報と、撮像装置2 aと踏切警標4 1 aとの間における距離情報との差を算出する。すなわち、距離特定部2 1 3は、この場合、踏切4の奥行のついでに距離情報を算出する。

【0 0 8 5】

その後、距離特定部2 1 3は、図8に示すように、S 2 5の処理で特定した距離情報を出力する(S 3 3)。

【0 0 8 6】

具体的に、情報出力部2 1 4は、S 2 5の処理で特定した距離情報をシニアカー3の運転者(高齢者)に通知する。

【0 0 8 7】

なお、情報出力部2 1 4は、この場合、例えば、S 2 5の処理で特定した距離情報を音声によって通知するものであってもよい。

【0 0 8 8】

そして、S 2 2の処理において全ての画像データを取得していない場合(S 3 4のNO)、画像取得部2 1 1は、S 2 2以降の処理を再度行う。

【0 0 8 9】

一方、S 2 2の処理において全ての画像データを取得した場合(S 3 4のYES)、検出端末2は、推論処理を終了する。

【0 0 9 0】

また、S 2 4の処理において、前回までに行われたS 2 3の処理において検出された踏切警標4 aのうち、撮像装置2 a(シニアカー3)から最も近い第1踏切警標4 aが、今回行われたS 2 3の処理において検出されなかった場合(S 2 4のYES)、距離特定部2 1 3は、図8に示すように、S 2 5の処理で算出した距離が最大の踏切警標4 a(以下、第2踏切警標4 aとも呼ぶ)の位置情報の入力に伴って学習モデルから出力される値を、撮像装置2 aから第2踏切警標4 aまでの距離情報として特定する(S 3 1)。

【0 0 9 1】

そして、距離特定部2 1 3は、S 3 1の処理で特定した距離情報から、S 2 6の処理で算出した差を減算して距離情報を算出する(S 3 2)。

【0 0 9 2】

すなわち、例えば、撮像装置2 aと第1踏切警標4 aとの間において障害物が存在する場合や撮像装置2 aが踏切4に近接した場合、S 2 3の処理において、第1踏切警標4 aが検出されない可能性がある。

【0 0 9 3】

そのため、距離特定部2 1 3は、この場合、撮像装置2 aと第2踏切警標4 aとの間における距離情報と踏切4の奥行についての距離情報とから、撮像装置2 aと第1踏切警標4 aとの間における距離情報の算出を行う。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 4 】

これにより、距離特定部 2 1 3 は、S 2 3 の処理において第 1 踏切警標 4 a が検出されない場合であっても、撮像装置 2 a と第 1 踏切警標 4 a との間における距離情報の算出を行うことが可能になる。

【 0 0 9 5 】

その後、情報出力部 2 1 4 は、S 3 2 の処理で算出した距離情報を出力する (S 3 3) 。

【 0 0 9 6 】

そして、S 2 2 の処理において全ての画像データを取得していない場合 (S 3 4 の N O) 、画像取得部 2 1 1 は、S 2 2 以降の処理を再度行う。

【 0 0 9 7 】

一方、S 2 2 の処理において全ての画像データを取得した場合 (S 3 4 の Y E S) 、検出端末 2 は、推論処理を終了する。

【 0 0 9 8 】

すなわち、本実施の形態における情報処理装置 1 は、例えば、シニアカー 3 の走行経路上における踏切 4 の存在有無についての情報だけでなく、シニアカー 3 と踏切 4 との間における距離情報についても運転者に通知する。

【 0 0 9 9 】

これにより、情報処理装置 1 は、シニアカー 3 の走行中における運転者の安全性をより確保することが可能になる。

【 0 1 0 0 】

[推論処理の詳細 (2)]

次に、第 1 の実施の形態における他の推論処理の詳細について説明を行う。図 9 及び図 1 0 は、他の推論処理の詳細について説明する図である。

【 0 1 0 1 】

画像取得部 2 1 1 は、図 9 に示すように、例えば、推論タイミングになるまで待機する (S 4 1 の N O) 。

【 0 1 0 2 】

そして、推論タイミングになった場合 (S 4 1 の Y E S) 、画像取得部 2 1 1 は、撮像装置 2 a によって撮像された画像データを取得する (S 4 2) 。

【 0 1 0 3 】

続いて、物体検出部 2 1 2 は、S 2 2 の処理で取得した画像データに映る踏切警標 4 a と他の物体とを検出する (S 4 3) 。

【 0 1 0 4 】

具体的に、例えば、S 4 2 の処理において図 1 1 に示す画像データを取得した場合、物体検出部 2 1 2 は、踏切 4 における踏切警標 4 1 a と踏切警標 4 2 a とを検出するとともに、踏切 4 における信号機 4 1 b 、方向指示器 4 1 c 、注意柵 4 1 d 及び信号機 4 2 b のうちの少なくとも 1 つを検出する。

【 0 1 0 5 】

その結果、前回までに行われた S 4 3 の処理において検出された踏切警標 4 a のうち、撮像装置 2 a (シニアカー 3) から最も近い第 1 踏切警標 4 a が、今回行われた S 4 3 の処理においても検出された場合 (S 4 4 の N O) 、距離特定部 2 1 3 は、S 4 3 の処理で検出した踏切警標 4 a の位置情報の入力に伴って学習モデル (例えば、図 1 3 で説明した学習モデル) から出力される値を、撮像装置 2 a から踏切警標 4 a までの距離情報として特定する (S 4 5) 。

【 0 1 0 6 】

そして、距離特定部 2 1 3 は、S 4 3 で検出した踏切警標のサイズと他の物体のサイズとの関係を特定する (S 4 6) 。

【 0 1 0 7 】

具体的に、例えば、S 4 2 の処理において図 1 1 に示す画像データを取得した場合、距離特定部 2 1 3 は、例えば、信号機 4 2 b のサイズに対する踏切警標 4 1 a (第 1 踏切警

10

20

30

40

50

標 4 a) のサイズの割合を算出する。

【 0 1 0 8 】

さらに具体的に、距離特定部 2 1 3 は、この場合、例えば、信号機 4 2 b の縦幅に対する踏切警標 4 1 a (第 1 踏切警標 4 a) の縦幅の割合を算出する。

【 0 1 0 9 】

その後、情報出力部 2 1 4 は、図 1 0 に示すように、S 4 5 の処理で特定した距離情報を出力する (S 5 3) 。

【 0 1 1 0 】

具体的に、情報出力部 2 1 4 は、S 4 5 の処理で特定した距離情報をシニアカー 3 の運転者 (高齢者) に通知する。

【 0 1 1 1 】

そして、S 4 2 の処理において全ての画像データを取得していない場合 (S 5 4 の N O) 、画像取得部 2 1 1 は、S 4 2 以降の処理を再度行う。

【 0 1 1 2 】

一方、S 4 2 の処理において全ての画像データを取得した場合 (S 5 4 の Y E S) 、検出端末 2 は、推論処理を終了する。

【 0 1 1 3 】

また、S 4 4 の処理において、前回までに行われた S 4 3 の処理において検出された踏切警標 4 a のうち、撮像装置 2 a (シニアカー 3) から最も近い第 1 踏切警標 4 a が、今回行われた S 4 3 の処理において検出されなかった場合 (S 4 4 の Y E S) 、距離特定部 2 1 3 は、図 1 0 に示すように、S 4 2 の処理で取得した画像データから検出した他の物体のサイズと、S 4 6 の処理で特定した関係とから、第 1 踏切警標 4 a のサイズを算出する (S 5 1) 。

【 0 1 1 4 】

具体的に、例えば、S 4 2 の処理において図 1 1 に示す画像データを取得した場合、距離特定部 2 1 3 は、信号機 4 2 b のサイズと、S 4 6 の処理で算出した割合 (信号機 4 2 b のサイズに対する踏切警標 4 1 a のサイズの割合) とを乗算することにより、踏切警標 4 1 a (第 1 踏切警標 4 a) のサイズを算出する。

【 0 1 1 5 】

さらに具体的に、距離特定部 2 1 3 は、この場合、例えば、信号機 4 2 b の縦幅と、S 4 6 の処理で算出した割合 (信号機 4 2 b の縦幅に対する踏切警標 4 1 a の縦幅の割合) とを乗算することにより、踏切警標 4 1 a (第 1 踏切警標 4 a) の縦幅を算出する。

【 0 1 1 6 】

そして、距離特定部 2 1 3 は、S 5 1 の処理で算出したサイズの入力に伴って学習モデル (例えば、図 1 2 で説明した学習モデル) から出力される値を、撮像装置 2 a から第 1 踏切警標 4 a までの距離情報として特定する (S 5 2) 。

【 0 1 1 7 】

すなわち、S 4 3 の処理において、第 1 踏切警標 4 a が検出されなくなった場合、距離特定部 2 1 3 は、S 4 2 の処理で取得した画像データから検出した他の物体のサイズと、他の物体のサイズに対する第 1 踏切警標 4 a のサイズの割合とから、第 1 踏切警標 4 a のサイズを算出する。そして、距離特定部 2 1 3 は、算出した第 1 踏切警標 4 a のサイズを用いることによって、撮像装置 2 a から第 1 踏切警標 4 a までの距離情報として特定する。

【 0 1 1 8 】

これにより、距離特定部 2 1 3 は、S 4 3 の処理において第 1 踏切警標 4 a が検出されない場合であっても、撮像装置 2 a と第 1 踏切警標 4 a との間における距離情報の算出を行うことが可能になる。

【 0 1 1 9 】

なお、上記の例では、情報処理装置 1 及び検出端末 2 がシニアカー 3 と踏切 4 との間における距離の特定を行う場合について説明を行ったが、情報処理装置 1 及び検出端末 2 は、シニアカー 3 と踏切 4 以外の場所 (例えば、交差点や歩道橋) との間における距離の特

10

20

30

40

50

定を行うものであってもよい。

【符号の説明】

【 0 1 2 0 】

1：情報処理装置

2：検出端末

1 0 1：C P U

1 0 2：メモリ

1 0 3：通信インタフェース

1 0 4：記憶媒体

1 0 5：バス

10

20

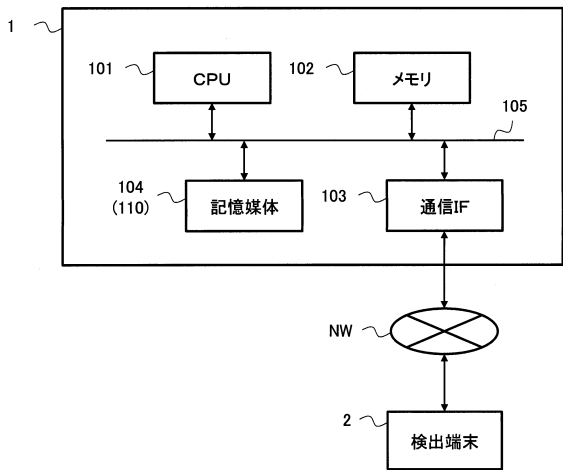
30

40

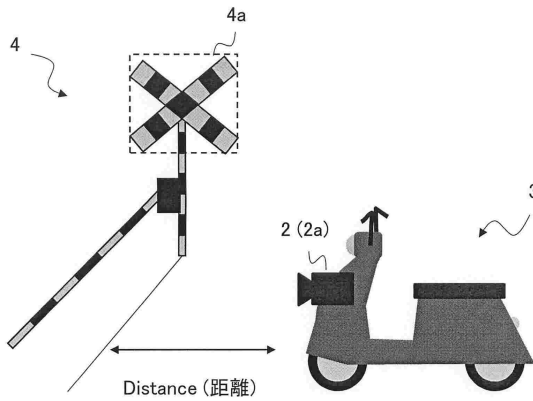
50

【図面】

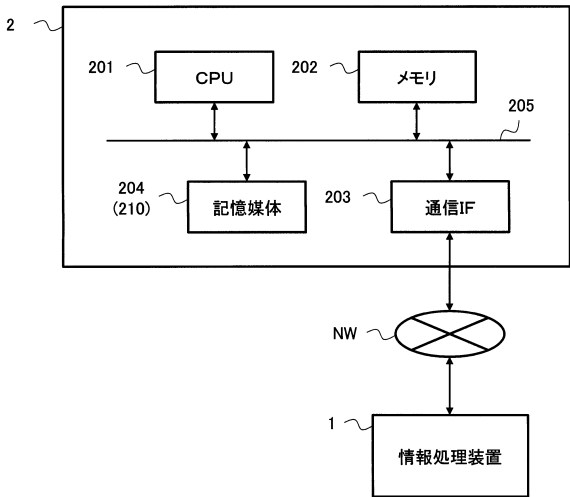
【図 1】



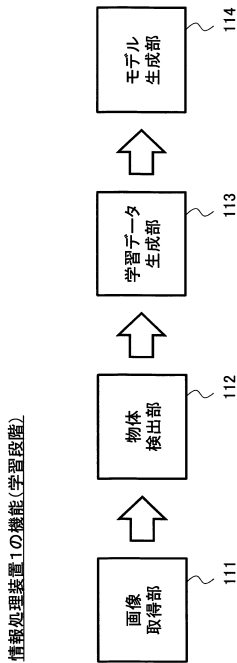
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

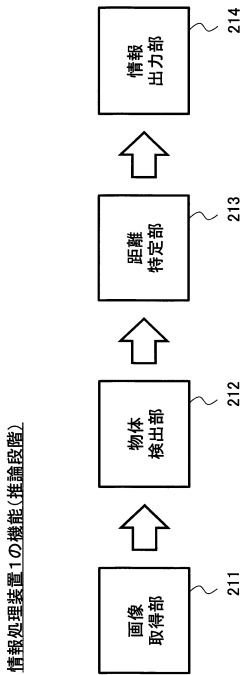
20

30

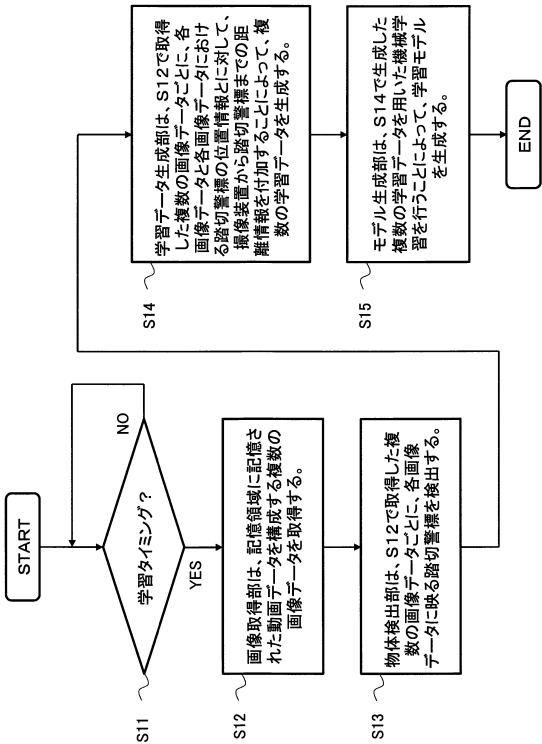
40

50

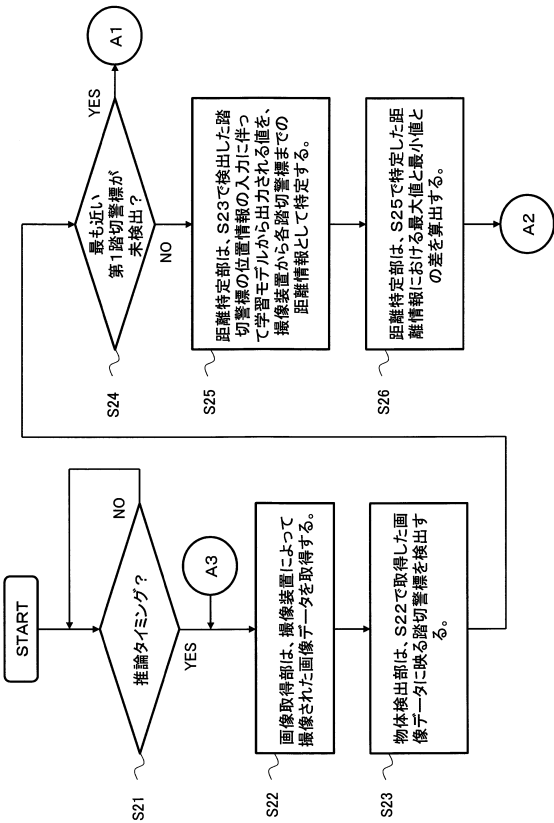
【図 5】



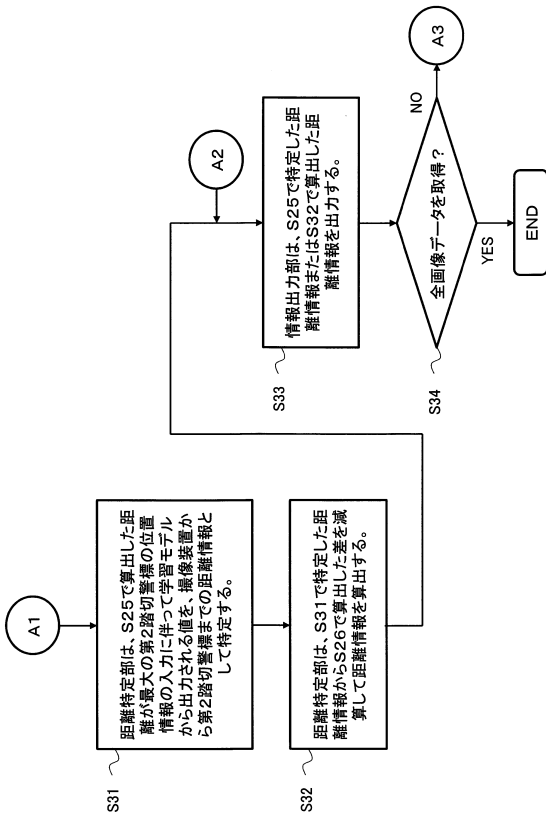
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

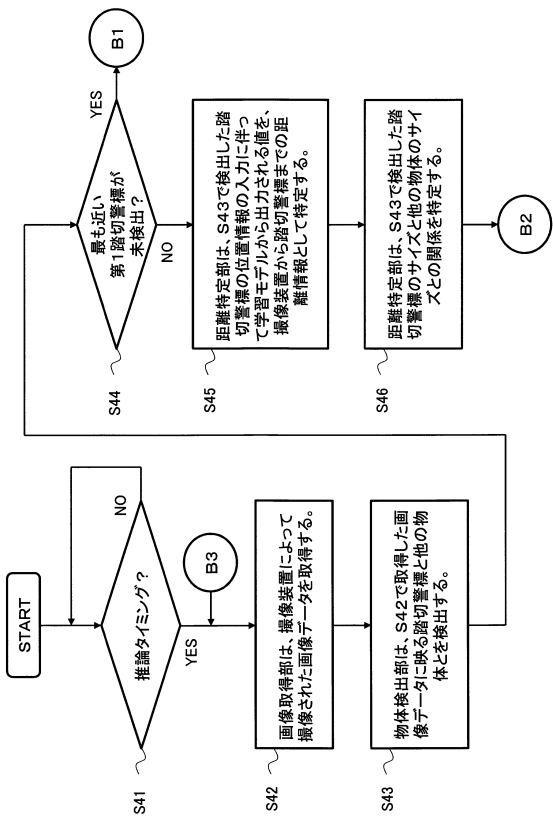
20

30

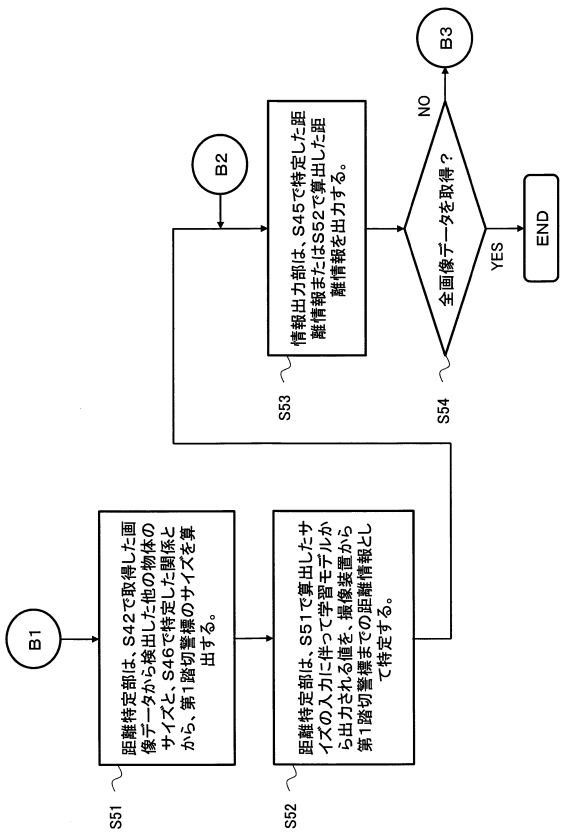
40

50

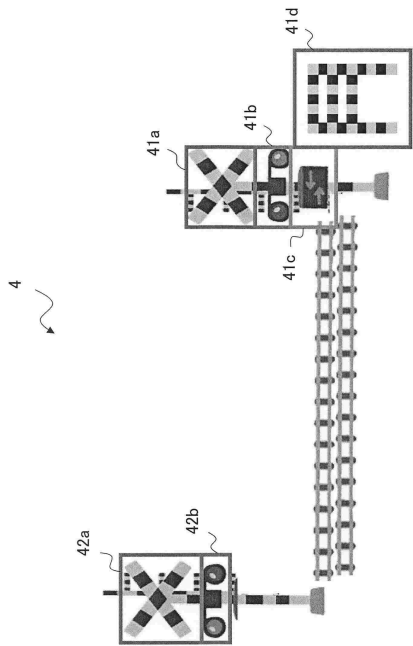
【図 9】



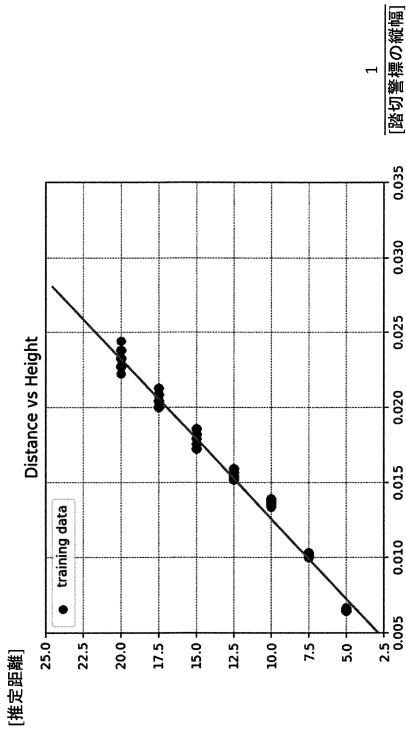
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

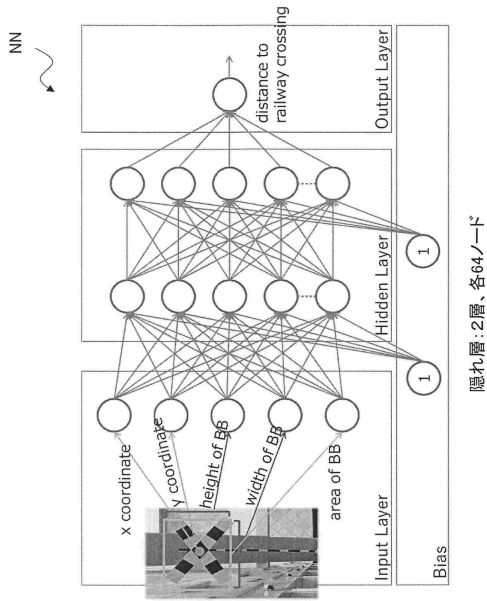
20

30

40

50

【図 13】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

福島県会津若松市一箕町大字鶴賀字上居合 9 0 番地 公立大学法人会津大学内
(72)発明者 志村 魁星
福島県会津若松市一箕町大字鶴賀字上居合 9 0 番地 公立大学法人会津大学内
審査官 秦野 孝一郎
(56)参考文献 特開 2 0 2 0 - 0 4 1 3 2 6 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 9 / 1 8 9 6 6 1 (W O , A 1)
特開 2 0 1 8 - 1 1 6 5 9 9 (J P , A)
特開平 0 9 - 2 8 7 9 1 5 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 6 T 7 / 0 0