

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2023-168733
(P2023-168733A)

(43)公開日 令和5年11月29日(2023.11.29)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
G 0 6 T 7/00 (2017.01)	G 0 6 T 7/00 3 5 0 B	5 C 0 5 4
G 0 6 V 10/62 (2022.01)	G 0 6 V 10/62	5 L 0 9 6
H 0 4 N 7/18 (2006.01)	H 0 4 N 7/18 D	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全24頁)

(21)出願番号	特願2022-80016(P2022-80016)	(71)出願人	000003687 東京電力ホールディングス株式会社 東京都千代田区内幸町一丁目1番3号
(22)出願日	令和4年5月16日(2022.5.16)	(74)代理人	100149548 弁理士 松沼 泰史
		(74)代理人	100175824 弁理士 小林 淳一
		(74)代理人	100140774 弁理士 大浪 一徳
		(74)代理人	100179833 弁理士 松本 将尚
		(74)代理人	100114937 弁理士 松本 裕幸
		(72)発明者	富木 洋一 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号

最終頁に続く

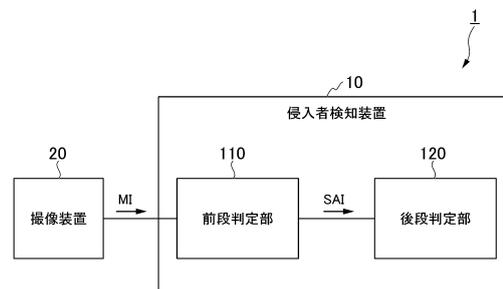
(54)【発明の名称】 侵入者検知システム及びプログラム

(57)【要約】

【課題】背景画像が変化する場合であっても侵入者が映り込んでいるか否か等の異常を検出する。

【解決手段】侵入者検知システムは、撮像された監視動画を取得する動画取得部と、基準画像と前記監視動画に含まれる検出対象画像との差分に基づいて、画像差分を検出する差分検出部と、前記画像差分の検出結果に基づいて、前記基準画像と異なる異常状態が前記監視動画に撮像されているか否かを、前記監視動画を区分した小領域ごとに判定する判定部と、を含む前段判定部と、前記前段判定部が異常であると判定した前記小領域について、当該小領域の部分の画像と、前記小領域ごとに学習された学習済みモデルの学習結果とに基づいて、前記小領域に異常状態が撮像されているかを判定する後段判定部とを備える。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像された監視動画を取得する動画取得部と、
 基準画像と前記監視動画に含まれる検出対象画像との差分に基づいて、画像差分を検出する差分検出部と、
 前記画像差分の検出結果に基づいて、前記基準画像と異なる異常状態が前記監視動画に撮像されているか否かを、前記監視動画を区分した小領域ごとに判定する判定部と、
 を含む前段判定部と、
 前記前段判定部が異常であると判定した前記小領域について、当該小領域の部分の画像と、前記小領域ごとに学習された学習済みモデルの学習結果とに基づいて、前記小領域に異常状態が撮像されているかを判定する後段判定部と
 を備える侵入者検知システム。

【請求項 2】

前記基準画像は、前記監視動画に含まれる画像であって、前記検出対象画像が撮像された時点より前の時点において撮像された画像である
 請求項 1 に記載の侵入者検知システム。

【請求項 3】

前記学習済みモデルは、時間軸で互いに異なるタイミングについてそれぞれ学習された複数の学習済みモデルから構成され、
 撮像されたタイミングを取得するタイミング取得部を更に備え、
 前記後段判定部は、取得された前記タイミングに応じた前記学習済みモデルに基づいて判定する
 請求項 1 又は請求項 2 に記載の侵入者検知システム。

【請求項 4】

前記学習済みモデルは、季節又は時間帯に応じて異なる複数の学習済みモデルから構成される
 請求項 3 に記載の侵入者検知システム。

【請求項 5】

前記後段判定部による判定結果を提示する提示部と、
 前記提示部が前記判定結果を提示したことに応じて、前記判定結果が正しいか否かの判断結果を受け付ける判断結果受付部と、
 前記提示部が提示した前記判定結果の画像と、前記判断結果受付部が受け付けた前記判断結果との組み合わせを教師情報として、前記学習済みモデルを再学習させる学習部と
 を更に備える請求項 1 又は請求項 2 に記載の侵入者検知システム。

【請求項 6】

前記提示部は、前記小領域それぞれについて前記後段判定部による前記判定結果を提示し、
 前記判断結果受付部は、前記小領域それぞれについて前記判定結果が正しいか否かの判断結果を受け付ける
 請求項 5 に記載の侵入者検知システム。

【請求項 7】

コンピュータに、
 撮像された監視動画を取得する動画取得ステップと、
 基準画像と前記監視動画に含まれる検出対象画像との差分に基づいて、画像差分を検出する差分検出ステップと、
 前記画像差分の検出結果に基づいて、前記基準画像と異なる異常状態が前記監視動画に撮像されているか否かを、前記監視動画を区分した小領域ごとに判定する判定ステップと、
 を有する前段判定ステップと、
 前記前段判定ステップにより異常であると判定された前記小領域について、当該小領域

の部分の画像と、前記小領域ごとに学習された学習済みモデルの学習結果とに基づいて、前記小領域に異常状態が撮像されているかを判定する後段判定ステップと
 を実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、侵入者検知システム及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、監視カメラ等の固定された撮像装置を用いて撮像された画像を画像処理することにより、侵入者が映り込んでいるか否か等の異常状態の発生の有無を検出する技術があった。このような画像処理技術の一例として、検出対象となる画像と背景画像とを比較することにより差分を検出し、検出された差分に基づいて異常状態の発生の有無を検出する技術が知られている（例えば、特許文献1を参照）。 10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2007 188294号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】 20

【0004】

上述したような背景差分による検出技術を用いた場合、背景画像が変化した場合に異常が発生したと誤検出をしてしまう場合があった。特に背景差分による検出技術を屋外で撮像された画像に用いる場合、急激な雨等の天候変化や風による木の葉の揺れ等により背景画像に変化がある場合が多く、誤検出をしてしまう場合があった。すなわち従来技術による異常検出技術によれば、比較対象となる背景画像が変化する場合における検出精度に課題があった。

【0005】

そこで、本発明は、背景画像が変化する場合であっても侵入者が映り込んでいるか否か等の異常状態の発生の有無を検出することが可能な侵入者検知システム及びプログラムを提供することを目的とする。 30

【課題を解決するための手段】

【0006】

(1)本発明の一態様は、撮像された監視動画を取得する動画取得部と、基準画像と前記監視動画に含まれる検出対象画像との差分に基づいて、画像差分を検出する差分検出部と、前記画像差分の検出結果に基づいて、前記基準画像と異なる異常状態が前記監視動画に撮像されているか否かを、前記監視動画を区分した小領域ごとに判定する判定部と、を含む前段判定部と、前記前段判定部が異常であると判定した前記小領域について、当該小領域の部分の画像と、前記小領域ごとに学習された学習済みモデルの学習結果とに基づいて、前記小領域に異常状態が撮像されているかを判定する後段判定部とを備える侵入者検知システムである。 40

【0007】

(2)本発明の一態様は、上記(1)に記載の侵入者検知システムにおいて、前記基準画像は、前記監視動画に含まれる画像であって、前記検出対象画像が撮像された時点より前の時点において撮像された画像である。

【0008】

(3)本発明の一態様は、上記(1)又は(2)に記載の侵入者検知システムにおいて、前記学習済みモデルは、時間軸で互いに異なるタイミングについてそれぞれ学習された複数の学習済みモデルから構成され、撮像されたタイミングを取得するタイミング取得部を更に備え、前記後段判定部は、取得された前記タイミングに応じた前記学習済みモデルに 50

基づいて判定する。

【0009】

(4) 本発明の一態様は、上記(3)に記載の侵入者検知システムにおいて、前記学習済みモデルは、季節又は時間帯に応じて異なる複数の学習済みモデルから構成される。

【0010】

(5) 本発明の一態様は、上記(1)から(4)のいずれかに記載の侵入者検知システムにおいて、前記後段判定部による判定結果を提示する提示部と、前記提示部が前記判定結果を提示したことに応じて、前記判定結果が正しいか否かの判断結果を受け付ける判断結果受付部と、前記提示部が提示した前記判定結果の画像と、前記判断結果受付部が受け付けた前記判断結果との組み合わせを教師情報として、前記学習済みモデルを再学習させる学習部とを更に備える。

10

【0011】

(6) 本発明の一態様は、上記(5)に記載の侵入者検知システムにおいて、前記提示部は、前記小領域それぞれについて前記後段判定部による前記判定結果を提示し、前記判断結果受付部は、前記小領域それぞれについて前記判定結果が正しいか否かの判断結果を受け付ける。

【0012】

(7) 本発明の一態様は、コンピュータに、撮像された監視動画を取得する動画取得ステップと、基準画像と前記監視動画に含まれる検出対象画像との差分に基づいて、画像差分を検出する差分検出ステップと、前記画像差分の検出結果に基づいて、前記基準画像と異なる異常状態が前記監視動画に撮像されているか否かを、前記監視動画を区分した小領域ごとに判定する判定ステップと、を有する前段判定ステップと、前記前段判定ステップにより異常であると判定された前記小領域について、当該小領域の部分の画像と、前記小領域ごとに学習された学習済みモデルの学習結果とに基づいて、前記小領域に異常状態が撮像されているかを判定する後段判定ステップとを実行させるプログラムである。

20

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、背景画像が変化する場合であっても侵入者が映り込んでいるか否か等の異常状態の発生の有無を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0014】

【図1】第1の実施形態に係る侵入者検知システムの機能構成の一例を示す機能構成図である。

【図2】第1の実施形態に係る前段判定部の機能構成の一例を示す機能構成図である。

【図3】第1の実施形態に係る基準画像の一例を示す図である。

【図4】第1の実施形態に係る検出対象画像の一例を示す図である。

【図5】第1の実施形態に係る後段判定部の機能構成の一例を示す機能構成図である。

【図6】第1の実施形態に係る前段判定部により小領域ごとに判定された画像の一例を示す図である。

【図7】第1の実施形態に係る侵入者検知システムの動作の一例を示すフローチャートである。

40

【図8】第1の実施形態に係る機械学習モデルを学習させる学習段階について説明するための図である。

【図9】第1の実施形態に係る侵入者検知システムの機能構成の変形例を示す機能構成図である。

【図10】第2の実施形態に係る侵入者検知システムの機能構成の一例を示す機能構成図である。

【図11】第2の実施形態に係る後段判定部の機能構成の一例を示す機能構成図である。

【図12】第3の実施形態に係る侵入者検知システムの概要について説明するための図である。

50

【図 1 3】第 3 の実施形態に係る侵入者検知システムの機能構成の一例を示す機能構成図である。

【図 1 4】第 3 の実施形態に係る情報処理端末装置が表示する表示画面の画面構成の一例を示す図である。

【図 1 5】第 3 の実施形態に係る情報処理端末装置が表示する表示画面の画面構成の変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の態様に係る侵入者検知システム及びプログラムについて、好適な実施の形態を掲げ、添付の図面を参照しながら詳細に説明する。なお、本発明の態様は、これら 10
の実施の形態に限定されるものではなく、多様な変更または改良を加えたものも含まれる。つまり、以下に記載した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のものが含まれ、以下に記載した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。また、本発明の要旨を逸脱しない範囲で構成要素の種々の省略、置換または変更を行うことができる。また、以下の図面においては、各構成をわかりやすくするために、各構造における縮尺および数等を、実際の構造における縮尺および数等と異ならせる場合がある。

【0016】

まず、本実施形態の前提となる事項について説明する。本実施形態に係る侵入者検知システムは、監視カメラ等の撮像装置により撮像された動画を解析し、侵入者が撮像されている等の異常状態の発生の有無を検知する。本実施形態における撮像装置は、壁や柱等の 20
土地に固定された建造物に設置されることが好適であるが、この一例に限定されない。本実施形態における撮像装置は、例えば、車両や船舶、ドローン等の移動体に設置されていてもよい。また、本実施形態における侵入者とは、撮像装置が撮像する範囲に通常存在し得ない物体等である。本実施形態において侵入者とは、人物に限定されず、熊や猪等の動物、車両やドローン等の移動体等を広く含む。

【0017】

[第 1 の実施形態]

まず、図 1 から図 9 を参照しながら、第 1 の実施形態について説明する。

図 1 は、第 1 の実施形態に係る侵入者検知システムの機能構成の一例を示す機能構成図 30
である。同図を参照しながら、侵入者検知システム 1 の機能構成の一例について説明する。侵入者検知システム 1 は、侵入者検知装置 10 と、撮像装置 20 とを含む。侵入者検知システム 1 において、侵入者検知装置 10 及び撮像装置 20 は、1 対 1 で対応して備えられる。換言すれば、一の侵入者検知装置 10 は、一の撮像装置 20 に対応する。侵入者検知装置 10 と撮像装置 20 とは、所定の通信方法により接続される。

【0018】

侵入者検知装置 10 及び撮像装置 20 は、共通の筐体に備えられていてもよいし、シリアル通信等の通信方式により有線接続がされていてもよいし、所定の通信ネットワークを介して 1 対 1 で通信可能なように接続されていてもよい。所定の通信ネットワークとは、 40
接続ブルートゥース（登録商標）(Bluetooth)等の規格による近距離無線通信であってもよい。本実施形態における近距離無線通信は、ブルートゥース（登録商標）の一例に限定されず、種々の通信方式を採用可能である。例えば、近距離無線通信とは、Wi-Fi（登録商標）、IrDA (Infrared Data Association)、TransferJet（登録商標）、ZigBee（登録商標）等であってもよい。また、所定の通信ネットワークとは、有線イーサネット等の有線ネットワーク、又はWi-FiやLTE等の無線ネットワークであってもよい。

【0019】

撮像装置 20 は、監視動画を撮像する。撮像装置 20 は、例えば所定箇所に固定された固定カメラである。撮像装置 20 は、画角及び撮像角度が固定されていてもよいし、画角及び撮像角度が変更可能なように構成されていてもよい。以下の説明においては、撮像装置 20 が同一の画角及び同一の撮像角度で監視動画を撮像する場合の一例について説明す 50

る。

【0020】

撮像装置20は、CCD (Charge Coupled Devices) イメージセンサを用いたCCDカメラであってもよいし、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサを用いたCMOSカメラであってもよい。また、撮像装置20により撮像される監視動画は、カラー動画であってもよいし、モノクロ動画であってもよい。

【0021】

また、撮像装置20は近赤外線を含む光を用いた赤外線カメラであってもよい。すなわち撮像装置20により撮像される監視動画は、赤外線動画であってもよい。

10

なお、撮像装置20により撮像される動画の種類は、時間帯により異なってもよい。例えば、撮像装置20は、光量が豊富な昼間はカラー動画又はモノクロ動画を撮像し、光量が減少する夜間は赤外線動画を撮像してもよい。

【0022】

撮像装置20は、撮像した監視動画を含む情報を監視動画情報MIとして侵入者検知装置10に出力する。撮像装置20は、例えば時間帯により異なる動画(例えばカラー動画又は赤外線動画)を撮像する場合、時間帯に応じて撮像された監視動画を含む情報を監視動画情報MIとして侵入者検知装置10に出力する。

【0023】

侵入者検知装置10は、前段判定部110と、後段判定部120とを備える。侵入者検知装置10は、バスで接続された不図示のCPU (Central Processing Unit)、ROM (Read only memory) 又はRAM (Random access memory) 等の記憶装置等を備え、侵入者検知プログラムを実行することによって前段判定部110と、後段判定部120とを備える装置として機能する。

20

なお、侵入者検知装置10の各機能の全てまたは一部は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、PLD (Programmable Logic Device) 又はFPGA (Field-Programmable Gate Array) 等のハードウェアを用いて実現されてもよい。侵入者検知プログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されてもよい。コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、例えばフレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置である。侵入者検知装置プログラムは、電気通信回線を介して送信されてもよい。

30

【0024】

侵入者検知装置10は、前段判定部110を備えることで背景差分による異常検出を行い、後段判定部120を備えることで背景差分により異常と検出された場合に機械学習アルゴリズムによる詳細な異常検出を行う。ここで、侵入者検知装置10は、監視動画に含まれる検出対象画像を複数の小領域に分割し、分割された小領域ごとに異常が存在するかどうかを判定する。小領域とは、例えば検出対象画像を n 等分(n は2以上の自然数)した領域であってもよい。一例として、検出対象画像を10等分する場合であって、検出対象画像の画素数が $1280 [px] \times 960 [px]$ である場合、小領域のサイズは、 $256 [px] \times 480 [px]$ であってもよい。

40

【0025】

具体的には、前段判定部110は、分割された小領域ごとに背景差分による異常検知を行う。前段判定部110は、背景差分による異常検知が発生した小領域についての情報を、小領域情報SAIとして後段判定部120に出力する。後段判定部120は、小領域の正常状態について予め学習された機械学習モデルを備える。後段判定部120は前段判定部110から取得した小領域情報SAIに含まれる異常を有すると判定された小領域に関する情報を機械学習モデルに入力し、機械学習アルゴリズムにより、異常が存在するかどうかを推論する。

【0026】

50

前段判定部 110 は、背景差分による異常検知を行うため、急激な雨等の天候変化や風による木の葉の揺れ等により背景画像に変化が生じた場合であっても異常と判定し、変化があった小領域に関する情報を後段判定部 120 に出力する。後段判定部 120 は、機械学習により小領域ごとの正常時の変化（例えば、急激な雨等の天候変化や風による樹木の揺れ等の変化）について予め学習されているため、当該変化が正常時における範囲内のものである場合は、異常でないとして推論する。すなわち、侵入者検知装置 10 は、前段判定部 110 及び後段判定部 120 を備え、2 段階で異常検知を行うことにより、精度よく異常検知を行うことができる。また、後段判定部 120 は全ての小領域について機械学習アルゴリズムを適用せず、前段判定部 110 により異常と判定された小領域について機械学習アルゴリズムを適用する。したがって、侵入者検知装置 10 の処理量は、全ての小領域について機械学習アルゴリズムを適用する場合と比較して少ない。

【0027】

図 2 は、第 1 の実施形態に係る前段判定部の機能構成の一例を示す機能構成図である。同図を参照しながら前段判定部 110 の機能構成の一例について説明する。前段判定部 110 は、動画取得部 111 と、基準画像記憶部 112 と、差分検出部 113 と、判定部 114 とを備える。

【0028】

動画取得部 111 は、撮像装置 20 により撮像された監視動画を含む情報を監視動画情報 MI として取得する。動画取得部 111 は、取得した監視動画情報 MI に含まれる監視動画のうち、検出対象とする画像を検出対象画像 TI として抽出する。検出対象画像 TI は、監視動画を構成する複数のフレームのうち、いずれかのフレームであってよい。例えば、動画取得部 111 は、所定の時間間隔で検出対象画像 TI を抽出する。所定の時間間隔とは、異常検知を行うタイミングであってもよい。所定の時間間隔が短いと、動画に短期間映り込むような異常を検知することができるが、頻繁に処理を行うことによるため処理負荷が増大してしまう。所定の時間間隔が長いと、処理を行う頻度が低くなることにより処理負荷が減少する一方、動画に短期間映り込むような異常を検知することができない。したがって、動画取得部 111 は、検出精度と処理負荷とのトレードオフを考慮した時間間隔により、監視動画から検出対象画像 TI を抽出する。動画取得部 111 は、抽出した検出対象画像 TI を差分検出部 113 に出力する。

【0029】

基準画像記憶部 112 は、基準画像 RI を記憶する。基準画像 RI とは、背景差分を行う際に検出対象画像 TI と比較の対象となる画像である。基準画像 RI とは、正常時における背景画像ということもできる。基準画像 RI は、好適には、検出対象画像 TI を撮像した撮像装置 20 により撮像された画像であることが好適である。また、基準画像 RI は、動画取得部 111 により取得された監視動画に含まれる画像であって、検出対象画像 TI が撮像された時点より前の時点において撮像された画像であることが好適である。特に、基準画像 RI とは、動画取得部 111 により取得された監視動画に含まれる画像であって、異常が検知されなかったときの画像（正常時の画像）であることが好適である。異常が検知されなかったときの画像であるか否かは、侵入者検知装置 10 の判定に基づいてもよいし、人為的に選定されてもよい。また、検出対象画像 TI が撮像された時点より前の時点とは、例えば 1 年前であってもよいし、1 秒前であってもよい。また、検出対象画像 TI が撮像された時点より前の時点により撮像された画像とは、数フレーム前の画像であってもよい。また、基準画像 RI は、複数枚で構成されてもよい。

【0030】

図 3 は、第 1 の実施形態に係る基準画像の一例を示す図である。同図を参照しながら、基準画像 RI の一例について説明する。同図に示すように基準画像 RI には、背景が撮像されている。同図を平行方向に見て中央より左側付近には監視対象となる敷地の内側が撮像され、右側付近には監視対象となる敷地の外側が撮像されている。また、同図の左上付近には建物が、中央上側から下側及び中央下側から左下付近には道が撮像されている。同図に示した状態において、画像内に侵入者は確認できないため、同図に異常は存在せず、

正常時の画像であるということが出来る。

【0031】

なお、図3に示した一例においては、いかなる人物や動物又は移動体等も映り込んでいないが、監視対象となる範囲によっては、基準画像R Iに人物や動物又は移動体等が映り込んでいる場合も想定される。例えば、監視対象となる範囲が広く、人通りが激しいような場所の場合、基準画像R Iに人物が映り込んでいてもよい。基準画像R Iに人物や動物又は移動体等が映り込んでいる場合、侵入者検知装置10は、正常時に映り込む人物や動物又は移動体等が有する特徴とは異なる特徴を有する人物や動物又は移動体等を侵入者として検知する。なお、正常時に映り込む人物や動物又は移動体等が有する特徴とは、静止画から判定可能な(外見的な)特徴であってもよいし、時間情報を含む動画から判定可能な(行動的な)特徴であってもよい。

10

【0032】

図3に戻り、差分検出部113は、動画取得部111から検出対象画像T Iを取得し、基準画像記憶部112から基準画像R Iを取得する。差分検出部113は、取得した検出対象画像T Iと基準画像R Iとを比較して、差分を検出する。すなわち、差分検出部113は、基準画像R Iと監視動画に含まれる検出対象画像T Iとの差分に基づいて、画像差分を検出する。差分検出部113は、検出した画像差分を差分情報D Iとして判定部114に出力する。

なお、基準画像R Iが、複数枚で構成されている場合は、画素ごとの値の出現頻度等から、統計的に検出対象画像T Iとの差分を検出してもよい。

20

【0033】

判定部114は、差分検出部113から差分情報D Iを取得する。判定部114は、取得した差分情報D Iに含まれる画像差分の検出結果に基づいて、検出対象画像T Iに基準画像R Iと異なる異常状態が監視動画に撮像されているか否かを判定する。異常状態であるか否かは、差分検出部113により検出された画像差分が、予め定められた所定の閾値以上であるか否かに基づいて判定されてもよい。具体的には、異常状態であるか否かは、所定の閾値以上の差分が発生した検出画素について、隣接する検出画素同士をクラスタ化し、クラスタを構成する画素数が一定以上か否かに基づいて判定されてもよい。クラスタを構成する画素数が一定以上であるとは、移動物体の大きさが一定以上であることを示す。また、異常状態であるか否かは、フレーム間のクラスタ中心の位置変化の連続数に基づいて判定されてもよい。フレーム間のクラスタ中心の位置が変化している場合、移動物体が存在していることを示す。

30

ここで、判定部114は、検出対象画像T Iに基準画像R Iと異なる異常状態が監視動画に撮像されているか否かを、監視動画を区分した小領域ごとに判定する。

【0034】

図4は、第1の実施形態に係る検出対象画像の一例を示す図である。同図を参照しながら、判定部114による判定の一例について説明する。同図には、検出対象画像T Iを10の小領域に区分した場合の一例について説明する。具体的には、検出対象画像T Iを水平方向に5区分、垂直方向に2区分、合計10区分に区分した場合の一例を示す。左上の小領域から順に小領域S A 1、...小領域S A 10とした場合、小領域S A 1から小領域S A 3、小領域S A 5、及び小領域S A 7から小領域S A 10は正常である。小領域S A 4には歩行者が撮像されているため、基準画像R Iとの差分が存在し、異常である(画像差分が閾値以上である)と判定される。また、小領域S A 6には作業員が撮像されているため、基準画像R Iとの差分が存在し、異常である(画像差分が閾値以上である)と判定される。

40

【0035】

判定部114は、異常である(画像差分が閾値以上である)と判定した小領域に関する情報を小領域情報S A Iとして後段判定部120に出力する。小領域情報S A Iには、小領域の位置を特定する識別情報、小領域の座標情報、小領域における検出対象画像T I及び基準画像R Iの画像情報、小領域における検出対象画像T I及び基準画像R Iの差分情

50

報等が含まれていてもよい。

【0036】

ここで、例えば小領域 S A 5 には木の葉が撮像されているため、風の強さによっては、当該小領域内に侵入者が撮像されていない場合であっても、基準画像 R I との差分が閾値以上であると判定される場合がある。このように侵入者が撮像されていないにもかかわらず差分が生じた場合であっても、判定部 1 1 4 は、差分が存在すると判定し、当該小領域に関する情報を小領域情報 S A I として後段判定部 1 2 0 に出力する。後段判定部 1 2 0 は、小領域情報 S A I に基づき、より詳細な異常か否かの判定を行う。すなわち、前段判定部 1 1 0 は、後段判定部 1 2 0 により詳細な判定が行われる前の、前処理（ふるい分け m 又はスクリーニング）を行う構成であるともいうことができる。

10

【0037】

図 5 は、第 1 の実施形態に係る後段判定部の機能構成の一例を示す機能構成図である。同図を参照しながら、後段判定部 1 2 0 の機能構成の一例について説明する。後段判定部 1 2 0 は、小領域情報取得部 1 2 1 と、学習済みモデル選択部 1 2 2 と、学習済みモデル 1 2 3 と、推論結果出力部 1 2 4 とを備える。

【0038】

後段判定部 1 2 0 は、小領域情報取得部 1 2 1 と、学習済みモデル選択部 1 2 2 と、学習済みモデル 1 2 3 と、推論結果出力部 1 2 4 とを備えることにより、より詳細な判定を行う。具体的には、後段判定部 1 2 0 は、前段判定部 1 1 0 から小領域情報 S A I を取得する。後段判定部 1 2 0 は、取得した小領域情報 S A I により示される小領域、すなわち前段判定部 1 1 0 により異常であると判定された小領域について、異常状態が撮像されているかを判定する。後段判定部 1 2 0 は、小領域ごとに学習された学習済みモデルの学習結果に基づいて以上の有無を判定する。換言すれば、後段判定部 1 2 0 は、前段判定部 1 1 0 が異常であると判定した小領域について、小領域の部分の画像と、小領域ごとに学習された学習済みモデルの学習結果とに基づいて、小領域に異常状態が撮像されているかを判定する。

20

【0039】

小領域情報取得部 1 2 1 は、前段判定部 1 1 0 から小領域情報 S A I を取得する。小領域情報取得部 1 2 1 は、取得した小領域情報 S A I に基づき、推論すべき小領域に関する情報を学習済みモデル選択部 1 2 2 に出力する。なお、小領域情報取得部 1 2 1 は、取得した小領域情報 S A I を加工せずに学習済みモデル選択部 1 2 2 に出力してもよいし、小領域情報 S A I に基づいた情報を学習済みモデル選択部 1 2 2 に出力してもよい。

30

【0040】

学習済みモデル選択部 1 2 2 は、小領域情報取得部 1 2 1 から、推論すべき小領域に関する情報（例えば、小領域情報 S A I ）を取得する。学習済みモデル選択部 1 2 2 は、取得した小領域に関する情報に基づき、推論に用いるべき学習済みモデルを選択する。例えば、学習済みモデル選択部 1 2 2 は、小領域を識別する小領域識別情報と、学習済みモデルを識別する学習済みモデル識別情報とを突合することにより、推論に用いるべき学習済みモデルを選択してもよい。学習済みモデル選択部 1 2 2 は、選択した学習モデルを識別する学習済みモデル識別情報を含む情報を、学習モデル選択情報 M S I として学習済みモデル 1 2 3 に出力する。なお、学習モデル選択情報 M S I には、小領域情報 S A I に含まれる小領域に関する情報であって、少なくとも検出対象画像 T I のうち、推論すべき小領域に関する画像情報が含まれる。

40

【0041】

学習済みモデル 1 2 3 は、複数の学習済みモデルを含む。学習済みモデル 1 2 3 に含まれる複数の学習済みモデルは、それぞれいずれかの小領域に対応する。図 5 に示す一例では、学習済みモデル 1 2 3 は、第 1 学習済みモデル 1 2 3 1 と、第 2 学習済みモデル 1 2 3 2 と、...、第 n 学習済みモデル 1 2 3 n（n は 1 以上の自然数）とを含む。図 4 に示した一例のように、10 の小領域に分割される場合の n は 10 であり、すなわち学習済みモデル 1 2 3 は、第 1 学習済みモデル 1 2 3 1 から第 10 学習済みモデル 1 2 3 10 で識別

50

される10の学習済みモデルを含む。

【0042】

それぞれの学習済みモデルは、前段判定部110により区分して判定されたそれぞれの小領域に対応する。それぞれの学習済みモデルは、対応する小領域に異常が存在するか否かを推論するよう予め学習されている。すなわち、それぞれの学習済みモデルは、前段判定部110により基準画像RIとの差分が存在すると判定された小領域について、当該差分が想定される範囲のものであるか侵入者によるものであるかを、機械学習アルゴリズムにより推論する。

なお、それぞれの学習済みモデルは、対応する小領域に異常が存在するか否かに加えて、又は代えて、異常である程度、正常である程度、又は異常である程度及び正常である程度の両方を推論してもよい。 10

【0043】

ここで、それぞれの学習済みモデルに用いられる機械学習アルゴリズムの一例としては、AutoEncoder、SSIM AutoEncoder、VAE-M又はAE-Grad等の自己符号化器(オートエンコーダ)系のアルゴリズムであってもよい。また、機械学習アルゴリズムのその他の一例としては、AnoGAN、Efficient-GAN、GANomaly又はSkipGANomaly等の敵対的生成ネットワーク(GAN)系のアルゴリズムであってもよい。また、機械学習アルゴリズムのその他の一例としては、Triplet Loss、L2-Softmax-Loss又はArcFace等のmetric Learning(距離学習)系のアルゴリズムであってもよい。 20

また、機械学習アルゴリズムのその他の一例としては、AE+GMM、DAGMM、DeepSVD又はDeepSAD等の、深層学習による特徴量抽出と従来の識別機の組み合わせ(ハイブリットモデル)であってもよい。

【0044】

学習済みモデル123は、推論した結果を、推論結果情報IRIとして推論結果出力部124に出力する。

推論結果出力部124は、学習済みモデル123から推論結果情報IRIを取得し、取得した結果を、所定の通信方式により出力する。

【0045】

図6は、第1の実施形態に係る前段判定部により小領域ごとに判定された画像の一例を示す図である。同図を参照しながら、学習済みモデル123により推論された結果の一例について説明する。同図を参照しながら、図4において説明した一例と同様の一例について説明する。図6に示す一例では、図4に示す一例と同様に、検出対象画像TIを水平方向に5区分、垂直方向に2区分、合計10区分に区分した場合の一例を示す。小領域SA1から小領域SA10のそれぞれには、対応する小領域に異常が存在するか否か、及び当該小領域が異常又は正常である程度が示されている。 30

【0046】

図6に示す一例では、小領域SA1の“正常”である程度は、“92%”であり、小領域SA2の“正常”である程度は、“98%”であり、小領域SA3の“正常”である程度は、“94%”であり、小領域SA4の“正常”である程度は、“70%”であり、小領域SA5の“正常”である程度は、“74%”であり、小領域SA6の“異常”である程度は、“88%”であり、小領域SA7の“正常”である程度は、“98%”であり、小領域SA8の“正常”である程度は、“98%”であり、小領域SA9の“正常”である程度は、“98%”であり、小領域SA10の“正常”である程度は、“98%”である。

【0047】

図4及び図6を比較すると、小領域SA4は、図4において前段判定部110により異常と判定された後、図6において後段判定部120により正常であると判定されている。この結果は、小領域SA4に映り込んでいる対象が歩行者であることに起因する。すなわち、小領域SA4に対応する学習済みモデルは、歩行者が通行することも含めて正常状態であることを学習しているため、たとえ基準画像RIと検出対象画像TIとの差分があっ 50

たとしても、後段判定部 1 2 0 によれば、正常であると推論される。なお、小領域 S A 4 の“正常”である程度は、“70%”と、他の正常な小領域と比較すると度合いが低くなっている。

【0048】

また、図 4 及び図 6 を比較すると、小領域 S A 6 は、図 4 において前段判定部 1 1 0 により異常と判定された後、図 6 においても同様に後段判定部 1 2 0 により異常であると判定されている。この結果は、小領域 S A 4 に映り込む作業員の存在が、小領域 S A 6 に対応する学習済みモデルにおいても正常状態とは学習されていなかったことに起因する。小領域 S A 6 の“異常”である程度は、“88%”である。

なお、本実施形態においては、正常であるか異常であるかをまず示し、そのうえで、正常である場合、正常である度合いを 0% から 100% までの百分率で示し、異常である場合、異常である度合いを 0% から 100% までの百分率で示す。

10

【0049】

また、図 6 において正常又は異常である程度をみると、小領域 S A 5 における正常である程度が“74%”と低い。これは、小領域 S A 5 には木の葉が映り込んでいることに起因する。木の葉は風により揺らぐため、基準画像 R I と検出対象画像 T I との差分が生じる。また、木の葉の揺らぎ方はそのときに応じて異なり、学習時における揺らぎ方と推論時における揺らぎ方は完全に同一ではない。したがって、小領域 S A 5 に対応する学習済みモデルが木の葉の揺らぎを正常の範囲と学習している場合であっても、正常である程度としては、他の正常である小領域と比較して低くなる。

20

【0050】

図 7 は、第 1 の実施形態に係る侵入者検知システムの動作の一例を示すフローチャートである。同図を参照しながら、侵入者検知システム 1 の一連の動作の一例について説明する。

(ステップ S 1 1 0) まず、撮像装置 2 0 により監視対象となる範囲が撮像された監視動画を取得する。

(ステップ S 1 2 0) 次に、差分検出部 1 1 3 により、監視動画に含まれる検出対象画像 T I と基準画像 R I との差分を検出する。判定部 1 1 4 は、差分検出部 1 1 3 により検出された差分に基づき、異常状態が撮像されているか否かを判定する。判定部 1 1 4 は、異常状態が撮像されているか否かを、小領域ごとに判定する。

30

【0051】

(ステップ S 1 3 0) 次に、前段判定部 1 1 0 は、異常状態を含む小領域が存在する場合(すなわちステップ S 1 3 0 ; Y E S)、当該小領域に関する情報を、小領域情報 S A I として後段判定部 1 2 0 に出し、処理をステップ S 1 4 0 に進める。前段判定部 1 1 0 は、ステップ S 1 1 0 により取得された動画に含まれる検出対象画像 T I のいずれについても異常状態を含む小領域が存在しない場合(すなわちステップ S 1 3 0 ; N O)、再度動画を取得する。すなわち、処理をステップ S 1 1 0 に戻す。

【0052】

(ステップ S 1 4 0) 次に、後段判定部 1 2 0 は、前段判定部 1 1 0 により異常状態を含むと判定された小領域について、異常が存在するか否かを機械学習アルゴリズムにより判定する。後段判定部 1 2 0 は、小領域ごとに対応する学習済みモデルを選択し、選択された学習済みモデルを用いて推論を行う。

40

(ステップ S 1 5 0) 最後に、後段判定部 1 2 0 は、推論した判定結果を出力する。

【0053】

なお、上述したステップ S 1 1 0 からステップ S 1 3 0 を含む工程をステップ S 1 0 と記載する。ステップ S 1 0 は、前段判定部 1 1 0 により行われる工程である。また、ステップ S 1 4 0 及びステップ S 1 5 0 を含む工程を、ステップ S 2 0 と記載する。ステップ S 2 0 は、後段判定部 1 2 0 により行われる工程である。

【0054】

図 8 は、第 1 の実施形態に係る機械学習モデルを学習させる学習段階について説明する

50

ための図である。同図を参照しながら、学習済みモデル 1 2 3 に含まれる複数の機械学習モデルの学習段階における一例について説明する。同図に示す一例において、学習済みモデル 1 2 3 は、第 1 学習済みモデル 1 2 3 1 と、第 2 学習済みモデル 1 2 3 2 と、...、第 n 学習済みモデル 1 2 3 n とを含む。学習済みモデル 1 2 3 に含まれるそれぞれの学習モデルを区別しない場合、第 n 学習済みモデル 1 2 3 n と記載する場合がある。

【 0 0 5 5 】

学習済みモデル 1 2 3 は、教師データ T D を用いた教師有り学習により学習される。教師データ T D には、対応する小領域ごとの正常画像が用いられる。なお、学習済みモデル 1 2 3 は、動画に基づいて学習されてもよいが、以下に示す一例では静止画に基づいて学習される場合について説明する。

10

教師データ T D は、第 n 学習済みモデル 1 2 3 n ごとに用意される。具体的には、第 1 学習済みモデル 1 2 3 1 は、第 1 小領域正常画像を第 1 教師データ T D 1 として学習される。第 2 学習済みモデル 1 2 3 2 は、第 2 小領域正常画像を第 2 教師データ T D 2 として学習される。第 n 学習済みモデル 1 2 3 n は、第 n 小領域正常画像を第 n 教師データ T D n として学習される。

【 0 0 5 6 】

ここで、学習済みモデル 1 2 3 は、撮像装置 2 0 に応じて用意される。すなわち、学習済みモデル 1 2 3 は、撮像装置 2 0 が所定の位置（例えば壁や柱等）に設置された後、当該設置された位置から撮像された画像を教師データ T D として学習される。学習に用いられる教師データ T D は、侵入者検知システム 1 により自動的に選定されてもよいし、管理者により異常状態が存在しないことが明らかにされた画像を用いてもよい。学習済みモデル 1 2 3 は、撮像装置 2 0 により撮像された動画に基づいて、所定のタイミングで追加学習を行ってもよい。

20

【 0 0 5 7 】

図 9 は、第 1 の実施形態に係る侵入者検知システムの機能構成の変形例を示す機能構成図である。同図を参照しながら、侵入者検知システム 1 の変形例である侵入者検知システム 1 A について説明する。侵入者検知システム 1 A は、侵入者検知装置 1 0 に代えて侵入者検知装置 1 0 A を備える点において侵入者検知システム 1 とは異なる。侵入者検知装置 1 0 A は、後段判定部 1 2 0 を有しない点において侵入者検知装置 1 0 とは異なる。侵入者検知システム 1 A の説明において、侵入者検知システム 1 と同様の構成については同様の符号を付すことにより説明を省略する場合がある。

30

【 0 0 5 8 】

侵入者検知装置 1 0 A は、筐体内に後段判定部 1 2 0 を備えない代わりに、所定の通信ネットワーク N W を介して後段判定部 1 2 0 A と接続される。後段判定部 1 2 0 A は、後段判定部 1 2 0 と同等の機能を有する。所定の通信ネットワーク N W とは、有線イーサネット等の有線ネットワーク、又は W i - F i や L T E 等の無線ネットワークであってもよい。

ここで、後段判定部 1 2 0 A は機械学習による処理を行うため、前段判定部 1 1 0 と比較して処理量が多い。したがって、侵入者検知システム 1 A によれば、後段判定部 1 2 0 A を侵入者検知装置 1 0 A の筐体外に備えることにより、侵入者検知装置 1 0 A の大きさを小さくすることができる。また、侵入者検知システム 1 A によれば、後段判定部 1 2 0 A を侵入者検知装置 1 0 A の筐体外に備えることにより、侵入者検知装置 1 0 A の処理量を減らすことができる。侵入者検知装置 1 0 A は、処理量を減らすことができるため、消費電力を減らすことができる。

40

【 0 0 5 9 】

なお、侵入者検知システム 1 A は、複数の侵入者検知装置 1 0 A を備えていてもよい。侵入者検知システム 1 A が複数の侵入者検知装置 1 0 A を備える場合、それぞれの侵入者検知装置 1 0 A は、所定の通信ネットワーク N W を介してそれぞれ対応する後段判定部 1 2 0 A に接続される。それぞれ対応する後段判定部 1 2 0 A は、例えば管理センターが備えるサーバ装置や、クラウド上に備えられていてもよい。

50

【 0 0 6 0 】

[第 1 の実施形態のまとめ]

以上説明したように、本実施形態に係る侵入者検知システム 1 は、前段判定部 1 1 0 を備えることにより小領域に区分して背景差分により異常状態が撮像されているか否かを判定し、後段判定部 1 2 0 を備えることにより異常状態が撮像されていると判定された小領域ごとに機械学習により、より詳細な異常検知を行う。具体的には、前段判定部 1 1 0 は、動画取得部 1 1 1 を備えることにより撮像された監視動画を取得し、差分検出部 1 1 3 を備えることにより基準画像 R I と監視動画に含まれる検出対象画像 T I との差分に基づいて、画像差分を検出し、判定部 1 1 4 を備えることにより画像差分の検出結果に基づいて、基準画像 R I と異なる異常状態が監視動画に撮像されているか否かを小領域ごとに判定する。また、後段判定部 1 2 0 は、前段判定部 1 1 0 が異常であると判定した小領域について、当該小領域の部分の画像と、小領域ごとに学習された学習済みモデル 1 2 3 の学習結果とに基づいて、小領域に異常状態が撮像されているかを判定する。したがって、本実施形態によれば、背景差分により異常状態が検知された場合であっても、機械学習により詳細な異常検知が行われるため、背景画像が変化する場合であっても侵入者が映り込んでいるか否か等の異常を検出することができる。また、侵入者検知システム 1 によれば、小領域ごとに区分して処理を行うため、前段判定部 1 1 0 により異常状態が検出されなかった小領域については機械学習による推論を行わない。したがって、侵入者検知システム 1 によれば、システム全体の処理速度を向上させることができる。よって、侵入者検知システム 1 によれば、システム全体の処理速度を向上させることができるため、監視カメラ等のリアルタイム性が求められるアプリケーションにおいても、リアルタイム処理を行うことができる。

10

20

【 0 0 6 1 】

また、上述した実施形態に係る侵入者検知システム 1 によれば、基準画像 R I は、撮像装置 2 0 により撮像された監視動画に含まれる画像であって、検出対象画像 T I が撮像された時点より前の時点において撮像された画像である。すなわち、学習済みモデル 1 2 3 は、検出対象画像 T I を撮像した撮像装置 2 0 により撮像された基準画像 R I に基づいて学習される。したがって、侵入者検知システム 1 によれば、精度よく侵入者検知を行うことができる。また、撮像装置 2 0 は容易に教師データ T D を撮像することができるため、容易に学習済みモデル 1 2 3 を学習させることができる。

30

【 0 0 6 2 】

[第 2 の実施形態]

次に、図 1 0 及び図 1 1 を参照しながら、第 2 の実施形態について説明する。まず、第 2 の実施形態が解決しようとする課題について説明する。本実施形態の前提として、侵入者検知システムの監視対象となる範囲における正常画像は、常に一定ではなく時間に応じて変化する場合がある。例えば昼間と夜間とでは明るさが異なる場合があり、正常状態において映り込む対象物が異なる場合もある。また、監視対象となる範囲に映り込む樹木等の自然物は、季節に応じて色彩や形状等が変化する場合がある。第 1 の実施形態においては、正常時における木の葉の揺れや通行人の往来等の時間的变化に対応した。第 2 の実施形態においては、1 日のうちの時間的变化や、季節に応じた時間的变化等、背景画像の長時間にわたる時間的变化に対応するものである。

40

【 0 0 6 3 】

図 1 0 は、第 2 の実施形態に係る侵入者検知システムの機能構成の一例を示す機能構成図である。同図を参照しながら、侵入者検知システム 1 B の機能構成について説明する。侵入者検知システム 1 B は、侵入者検知装置 1 0 に代えて侵入者検知装置 1 0 B を備える点において侵入者検知システム 1 とは異なる。侵入者検知装置 1 0 B は、後段判定部 1 2 0 に代えて後段判定部 1 2 0 B を備え、更にタイミング取得部 1 3 0 を備える点において侵入者検知装置 1 0 とは異なる。侵入者検知システム 1 B の説明において、侵入者検知システム 1 と同様の構成については同様の符号を付すことにより説明を省略する場合がある。

50

【 0 0 6 4 】

タイミング取得部 1 3 0 は、検出対象画像 T I が撮像されたタイミングを取得する。タイミング取得部 1 3 0 は、例えば監視動画が撮像されたタイミングを撮像装置 2 0 から取得してもよいし、監視動画に含まれる検出対象画像 T I が抽出されたタイミングを前段判定部 1 1 0 から取得してもよい。また、タイミング取得部 1 3 0 は、現在の日時に関する情報を取得する。タイミング取得部 1 3 0 は、例えば不図示の R T C (リアルタイムクロック) 又は現在時刻を計時する時計から、現在の日時に関する情報を取得してもよい。

タイミング取得部 1 3 0 は、取得したタイミングに関する情報をタイミング情報 T M I として後段判定部 1 2 0 B に出力する。

【 0 0 6 5 】

後段判定部 1 2 0 B は、前段判定部 1 1 0 から小領域情報 S A I を取得し、タイミング取得部 1 3 0 からタイミング情報 T M I を取得する。後段判定部 1 2 0 B は、取得したタイミング情報 T M I に基づき、小領域情報 S A I により特定される小領域に異常状態が撮像されているか否かを判定する。後段判定部 1 2 0 B は、複数の異なるタイミングに応じて学習された複数の学習済みモデルを備え、タイミング取得部 1 3 0 により取得されたタイミングに応じた学習済みモデルを選択し、推論を行う。すなわち、第 2 の実施形態に係る後段判定部 1 2 0 B は、タイミング取得部 1 3 0 により取得されたタイミングに応じた学習済みモデルに基づいた判定を行う。

【 0 0 6 6 】

図 1 1 は、第 2 の実施形態に係る後段判定部の機能構成の一例を示す機能構成図である。同図を参照しながら、後段判定部 1 2 0 B の機能構成の一例について説明する。後段判定部 1 2 0 B は、学習済みモデル選択部 1 2 2 に代えて学習済みモデル選択部 1 2 2 B を備え、学習済みモデル 1 2 3 に代えて学習済みモデル 1 2 3 B を備える点において、後段判定部 1 2 0 とは異なる。後段判定部 1 2 0 B の説明において後段判定部 1 2 0 と同様の構成については同様の符号を付すことにより説明を省略する場合がある。

【 0 0 6 7 】

学習済みモデル 1 2 3 B は、複数の学習済みモデルを含む。学習済みモデル 1 2 3 に含まれる複数の学習済みモデルは、それぞれ小領域に対応する。図 1 1 に示す一例では、学習済みモデル 1 2 3 は、第 1 学習済みモデル 1 2 3 1 と、第 2 学習済みモデル 1 2 3 2 と、...、第 n 学習済みモデル 1 2 3 n (n は 1 以上の自然数) とを含む。また、第 1 学習済みモデル 1 2 3 1 から第 n 学習済みモデル 1 2 3 n は、それぞれ時間軸で互いに異なるタイミングについてそれぞれ学習された複数の学習済みモデルを含む。図 1 1 に示す一例では、第 1 学習済みモデル 1 2 3 1 は、第 1 タイミング学習済みモデル 1 2 3 1 - 1 と、第 2 タイミング学習済みモデル 1 2 3 1 - 2 と、...、第 m タイミング学習済みモデル 1 2 3 1 - m (m は 1 以上の自然数) とを含む。また、第 2 学習済みモデル 1 2 3 2 は、第 1 タイミング学習済みモデル 1 2 3 2 - 1 と、第 2 タイミング学習済みモデル 1 2 3 2 - 2 と、...、第 m タイミング学習済みモデル 1 2 3 2 - m とを含む。また、第 n 学習済みモデル 1 2 3 n は、第 1 タイミング学習済みモデル 1 2 3 n - 1 と、第 2 タイミング学習済みモデル 1 2 3 n - 2 と、...、第 m タイミング学習済みモデル 1 2 3 n - m とを含む。

【 0 0 6 8 】

第 1 学習済みモデル 1 2 3 1 から第 n 学習済みモデル 1 2 3 n にそれぞれ含まれる学習済みモデルは、時間軸で互いに異なるタイミングについてそれぞれ学習される。すなわち学習済みモデル 1 2 3 B は、時間軸で互いに異なるタイミングについてそれぞれ学習された複数の学習済みモデルから構成される。

時間軸で互いに異なるタイミングの一例としては、季節又は時間帯に応じて異なるタイミングであってもよい。すなわち学習済みモデル 1 2 3 B は、季節又は時間帯に応じて異なる複数の学習済みモデルから構成されるともいうことができる。

なお、図 1 1 に示す一例では、複数の学習済みモデルが階層構造を有する場合の一例について説明したが、複数の学習済みモデルは、階層構造を有する場合の一例に限定されず、それぞれ別個独立に存在していてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 9 】

学習済みモデル選択部 1 2 2 B は、小領域情報取得部 1 2 1 から、推論すべき小領域に関する情報（例えば、小領域情報 S A I）を取得する。また、学習済みモデル選択部 1 2 2 B は、推論すべき小領域が含まれる検出対象画像 T I が撮像されたタイミングを示す情報が含まれるタイミング情報 T M I を、タイミング取得部 1 3 0 から取得する。学習済みモデル選択部 1 2 2 B は、取得した小領域に関する情報と、推論すべき小領域が含まれる検出対象画像 T I が撮像されたタイミングを示す情報とに基づき、推論に用いるべき学習済みモデルを選択する。例えば、学習済みモデル選択部 1 2 2 B は、小領域を識別する小領域識別情報と、検出対象画像 T I が撮像されたタイミングに応じた時間帯を識別する時間帯識別情報と、学習済みモデルを識別する学習済みモデル識別情報とを突合することにより、推論に用いるべき学習済みモデルを選択してもよい。学習済みモデル選択部 1 2 2 B は、選択した学習モデルを識別する情報を含む情報を、学習モデル選択情報 M S I として学習済みモデル 1 2 3 B に出力する。学習モデル選択情報 M S I には、小領域情報 S A I に含まれる小領域に関する情報であって、少なくとも検出対象画像 T I のうち、推論すべき小領域に関する画像情報が含まれていてもよい。

10

【 0 0 7 0 】

[第 2 の実施形態のまとめ]

以上説明したように、本実施形態に係る侵入者検知システム 1 B において、学習済みモデル 1 2 3 B は、時間軸で互いに異なるタイミングについてそれぞれ学習された複数の学習済みモデルから構成され、タイミング取得部 1 3 0 を備えることにより検出対象画像 T I が撮像されたタイミングを取得し、後段判定部 1 2 0 B は、取得されたタイミングに応じた学習済みモデルに基づいて判定を行う。したがって、本実施形態によれば、侵入者検知システム 1 B は、時間的变化があった場合であっても、侵入者等の異常状態以外は、正常状態であると判定することができる。すなわち本実施形態によれば、侵入者検知システム 1 B は、誤検知することなく、精度よく侵入者検知を行うことができる。

20

【 0 0 7 1 】

また、上述した実施形態に係る侵入者検知システム 1 B によれば、学習済みモデル 1 2 3 B は、季節又は時間帯に応じて異なる複数の学習済みモデルから構成される。したがって、本実施形態によれば、侵入者検知システム 1 B は、1 日のうちの時間的变化や、季節の時間的变化等、背景画像の長時間にわたる時間的变化があった場合であっても、侵入者等の異常状態とは異なる正常状態における変化は、正常状態の範囲内であると判定することができる。すなわち本実施形態によれば、侵入者検知システム 1 B は、誤検知することなく、精度よく侵入者検知を行うことができる。

30

【 0 0 7 2 】

[第 3 の実施形態]

次に、図 1 2 から図 1 5 を参照しながら、第 3 の実施形態について説明する。まず、第 3 の実施形態の概要について説明する。第 3 の実施形態においては、侵入者検知装置 1 0 C による判定結果をユーザ U が確認し、ユーザ U により確認された結果を入力として学習済みモデルを再学習させることにより、より精度よく学習及び推論を行おうとするものである。

40

【 0 0 7 3 】

図 1 2 は、第 3 の実施形態に係る侵入者検知システムの概要について説明するための図である。同図を参照しながら、侵入者検知システム 1 C について説明する。侵入者検知システム 1 C は、侵入者検知装置 1 0 に代えて侵入者検知装置 1 0 C を備え、更に情報処理端末装置 3 0 を備える点において侵入者検知システム 1 とは異なる。侵入者検知システム 1 C の説明において、侵入者検知システム 1 と同様の構成については同様の符号を付すことにより説明を省略する場合がある。

【 0 0 7 4 】

情報処理端末装置 3 0 は、ユーザ U により操作される端末である。情報処理端末装置 3 0 は、例えば、スマートフォン、タブレット端末又はノートパソコン等であってもよい。

50

ユーザUとは、例えば侵入者検知システム1Cを提供する提供者、又は侵入者検知システム1Cを管理する管理者等であってもよい。情報処理端末装置30は、不図示のキーボード、タッチパネル又はマイク等の入力装置を備え、ユーザUからの操作を受け付ける。また、情報処理端末装置30は、不図示の液晶ディスプレイ等の表示部を備え、ユーザUに所定の情報を表示する。ユーザUは、表示部に表示された情報に基づき、入力装置に対して所定の操作を行うことにより、情報処理端末装置30に情報を入力する。

【0075】

侵入者検知装置10Cは、侵入者検知をした結果を推論結果情報IRIとして情報処理端末装置30に出力する。情報処理端末装置30は、推論結果情報IRIを取得する。情報処理端末装置30は、取得した推論結果情報IRIに基づき、侵入者検知がされた結果をユーザUに提示する。ユーザUは提示された結果を視覚的に確認し、提示された結果が正しいか否かを情報処理端末装置30に対して入力する。情報処理端末装置30は、ユーザUから入力された情報に基づいた再学習を行う。

10

【0076】

図13は、第3の実施形態に係る侵入者検知システムの機能構成の一例を示す機能構成図である。同図を参照しながら、侵入者検知システム1Cの機能構成の一例について説明する。まず、情報処理端末装置30の機能構成について説明する。情報処理端末装置30は、表示部31と、操作受付部32と、制御部33とを備える。

【0077】

表示部31は、制御部33の制御に応じて各種情報を表示する。表示部31は、制御部33から表示情報DPIを取得し、取得した表示情報DPIに応じた情報を表示する。表示部31は、例えば液晶ディスプレイ、有機EL(Electroluminescence)ディスプレイ等であってもよい。

20

操作受付部32は、ユーザUからの入力操作を受け付ける。操作受付部32は、例えば不図示のキーボード、タッチパネル又はマイク等の入力装置をユーザUが操作することに応じて、ユーザUからの入力操作を受け付ける。操作受付部32は、ユーザUから取得した操作に関する情報を、操作情報OIとして制御部33に出力する。

制御部33は、不図示のCPU、ROM又はRAM等の記憶装置等を含み、情報処理端末装置プログラムを実行することにより制御部33として機能する。制御部33は、侵入者検知装置10Cから表示情報DPIを取得し、取得した表示情報DPIに基づき、表示部31に情報を表示させる。また、制御部33は、操作受付部32から操作情報OIを取得し、取得した操作情報OIを侵入者検知装置10Cに出力する。

30

【0078】

次に、侵入者検知装置10Cが備える各構成について説明する。侵入者検知装置10Cは、提示部150と、判断結果受付部160と、学習部170とを更に備える。

提示部150は、後段判定部120から推論結果情報IRIを取得し、取得した推論結果情報IRIに基づいて、表示情報DPIを生成する。提示部150は、生成した表示情報DPIを情報処理端末装置30に出力することにより、後段判定部120による判定結果を提示する。

表示情報DPIとは、情報処理端末装置30が備える表示部31に表示させるための情報である。表示部31に表示させる表示画面の画面構成の一例については後述する。

40

【0079】

判断結果受付部160は、情報処理端末装置30から操作情報OIを取得する。判断結果受付部160は、取得した操作情報OIに基づいて、学習情報LIを生成する。学習情報LIとは、学習済みモデル123を再学習させるための情報である。判断結果受付部160は、学習情報LIを生成するため、後段判定部120から推論結果情報IRIを、又は提示部150から表示情報DPIを取得してもよい。学習情報LIとは、すなわちユーザUにより確認された正しい正解データを含む教師データTDであるともいうことができる。また、判断結果受付部160は、提示部150が判定結果を提示したことに応じて、判定結果が正しいか否かの判断結果を受け付けるともいうことができる。

50

【 0 0 8 0 】

学習部 1 7 0 は、判断結果受付部 1 6 0 から学習情報 L I を取得する。学習部 1 7 0 は、取得した学習情報 L I に基づき再学習をする。ここで、再学習のために用いられる教師データ T D は、提示部 1 5 0 が提示した判定結果の画像と、判断結果受付部 1 6 0 が受け付けた判断結果との組み合わせであるともいうことができる。すなわち学習部 1 7 0 は、提示部 1 5 0 が提示した判定結果の画像と、判断結果受付部 1 6 0 が受け付けた判断結果との組み合わせを教師情報 T D として、学習済みモデル 1 2 3 を再学習させる。

【 0 0 8 1 】

次に図 1 4 及び図 1 5 を参照しながら表示部 3 1 が表示する表示画面の画面構成の一例について説明する。ユーザ U により行われる正しいか否かの判定方法としては、複数の小領域についてユーザ U が検出対象画像 T I を 1 つの単位として判定する場合と、複数の小領域それぞれについてユーザ U が判定する場合とが考えられる。

10

図 1 4 は、第 3 の実施形態に係る情報処理端末装置が表示する表示画面の画面構成の一例を示す図である。同図を参照しながら、情報処理端末装置 3 0 が表示する表示画面の一例であって、複数の小領域についてユーザ U が検出対象画像 T I を 1 つの単位として判定する場合の一例について説明する。

【 0 0 8 2 】

表示画面 4 1 は、画面構成として符号 4 1 1 と符号 4 1 2 とを有する。符号 4 1 1 には、侵入者検知装置 1 0 C により判定された結果が表示される。符号 4 1 1 を見て明らかのように、符号 4 1 1 には、検出対象画像 T I が小領域に分割され、分割された小領域ごとに正常又は異常であるかの判定結果が示されている。ユーザ U は、当該出対象画像 T I を 1 つの単位として、侵入者検知装置 1 0 C による判定結果が正しいか否かを判断する。符号 4 1 1 は、表示部 3 1 の一例であるともいうことができる。

20

【 0 0 8 3 】

符号 4 1 2 は、画面構成として符号 4 1 2 1 と、符号 4 1 2 2 とを備える。符号 4 1 2 1 及び符号 4 1 2 2 は、いずれもボタンである。当該ボタンは、ユーザ U がマウスやキーボード等の入力装置を操作することにより、選択されることができる。また、当該ボタンは、ユーザ U がタッチパネルをタップする操作により、選択されることができる。符号 4 1 2 1 及び符号 4 1 2 2 は、いずれか一方が排他的に選択される。

ユーザ U は、侵入者検知装置 1 0 C の判定が正しいと判断した場合、符号 4 1 2 1 を選択する。また、ユーザ U は、侵入者検知装置 1 0 C の判定が誤りと判断した場合、符号 4 1 2 2 を選択する。符号 4 1 2 は、操作受付部 3 2 の一例であるともいうことができる。

30

【 0 0 8 4 】

図 1 5 は、第 3 の実施形態に係る情報処理端末装置が表示する表示画面の画面構成の変形例を示す図である。同図を参照しながら、情報処理端末装置 3 0 が表示する表示画面の一例であって、複数の小領域それぞれについてユーザ U が判定する場合の一例について説明する。複数の小領域それぞれについてユーザ U が判定する場合の一例においては、操作受付部 3 2 が表示部 3 1 内の領域に存在するともいうことができる。

【 0 0 8 5 】

表示画面 4 2 は、画面構成として符号 4 2 1 を有する。符号 4 2 1 には、侵入者検知装置 1 0 C により判定された結果が表示される。符号 4 2 1 を見て明らかのように、符号 4 2 1 には、検出対象画像 T I が小領域に分割され、分割された小領域ごとに正常又は異常であるかの判定結果が示されている。

40

表示画面 4 2 は、分割された小領域ごとに画面構成として符号 4 2 2 を有する。ユーザ U は、複数の小領域それぞれについて、侵入者検知装置 1 0 C による判定結果が正しいか否かを判断する。

【 0 0 8 6 】

具体的には、符号 4 2 1 は、小領域 S A 1 に対応する符号 4 2 2 - 1 と、...、小領域 S A 1 0 に対応する符号 4 2 2 - 1 0 とを備える。符号 4 2 2 - 1 はボタンとして符号 4 2 2 1 - 1 と、符号 4 2 2 2 - 1 とを備え、...、符号 4 2 2 - 1 0 はボタンとして符号 4 2

50

21-10と、符号4222-10とを備える。

ユーザUは、小領域SA1について、侵入者検知装置10Cの判定が正しいと判断した場合、符号4221-1を選択する。また、ユーザUは、小領域SA1について侵入者検知装置10Cの判定が誤りと判断した場合、符号4222-1を選択する。...また、ユーザUは、小領域SA10について、侵入者検知装置10Cの判定が正しいと判断した場合、符号4221-10を選択する。また、ユーザUは、小領域SA10について侵入者検知装置10Cの判定が誤りと判断した場合、符号4222-10を選択する。

【0087】

図15に示した一例において、符号421は、表示部31の一例であるともいうことができる。表示部31は、提示部150から取得した表示情報DPIに基づいて、小領域それぞれについて後段判定部120Cによる判定結果を表示する。また、符号422は、操作受付部32の一例であるともいうことができる。操作受付部32は、取得した操作情報OIを、制御部33を介して判断結果受付部160に出力する。換言すれば、提示部150は、小領域それぞれについて後段判定部120Cによる判定結果を提示し、判断結果受付部160は、小領域それぞれについて判定結果が正しいか否かの判断結果を受け付ける。

10

【0088】

[第3の実施形態のまとめ]

以上説明したように、本実施形態に係る侵入者検知システム1Cによれば、提示部150を備えることにより後段判定部120による判定結果を提示し、判断結果受付部160を備えることにより提示部150が判定結果を提示したことに応じて判定結果が正しいか否かの判断結果を受け付け、学習部170を備えることにより提示部150が提示した判定結果の画像と判断結果受付部160が受け付けた判断結果との組み合わせを教師情報TDとして、学習済みモデル123を再学習させる。したがって、本実施形態によれば、侵入者検知システム1Cは、侵入者検知装置10Cによる判定結果をユーザUが確認し、ユーザUにより確認された結果を入力として学習済みモデル123を再学習させることにより、より精度よく学習を行うことができる。よって、本実施形態によれば、精度よく推論を行うことができ、精度よく侵入者検知を行うことができる。

20

【0089】

また、上述した実施形態に係る侵入者検知システム1Cによれば、提示部150は、小領域それぞれについて後段判定部120による判定結果を提示し、判断結果受付部160は、小領域それぞれについて判定結果が正しいか否かの判断結果を受け付ける。すなわち、本実施形態に係る侵入者検知システム1Cによれば、ユーザUは、小領域ごとに後段判定部120による判定結果が正しいか否かの判断を行う。したがって、本実施形態によれば、侵入者検知システム1Cは、侵入者検知装置10Cによる判定結果をユーザUが小領域ごとに確認し、ユーザUにより確認された結果を入力として学習済みモデル123を小領域ごとに再学習させることにより、より精度よく学習を行うことができる。よって、本実施形態によれば、精度よく推論を行うことができ、精度よく侵入者検知を行うことができる。

30

【0090】

なお、上述した実施形態における侵入者検知システム1及び侵入者検知装置10が備える各部の機能全体あるいはその一部は、これらの機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現しても良い。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

40

【0091】

また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶部のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」と

50

は、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含んでも良い。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであっても良い。

【0092】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

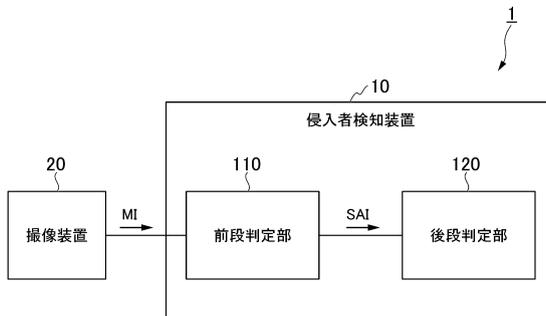
【符号の説明】

【0093】

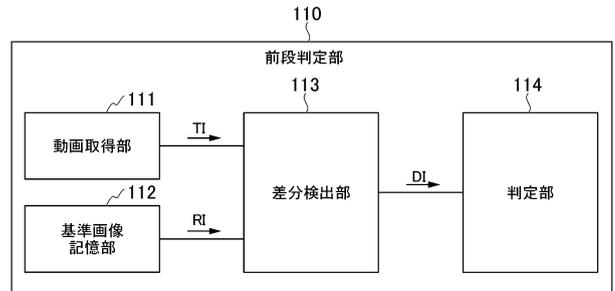
1 ... 侵入者検知システム、10 ... 侵入者検知装置、110 ... 前段判定部、111 ... 動画取得部、112 ... 基準画像記憶部、113 ... 差分検出部、114 ... 判定部、120 ... 後段判定部、121 ... 小領域情報取得部、122 ... 学習済みモデル選択部、123 ... 学習済みモデル、124 ... 推論結果出力部、130 ... タイミング取得部、150 ... 提示部、160 ... 判断結果受付部、170 ... 学習部、20 ... 撮像装置、30 ... 情報処理端末装置、31 ... 表示部、32 ... 操作受付部、33 ... 制御部、T D ... 教師データ、N W ... 通信ネットワーク、U ... ユーザ、M I ... 監視動画情報、S A I ... 小領域情報、T I ... 検出対象画像、R I ... 基準画像、D I ... 差分情報、M S I ... 学習モデル選択情報、I R I ... 推論結果情報、T M I ... タイミング情報、D P I ... 表示情報、O I ... 操作情報、L I ... 学習情報

【図面】

【図1】



【図2】



10

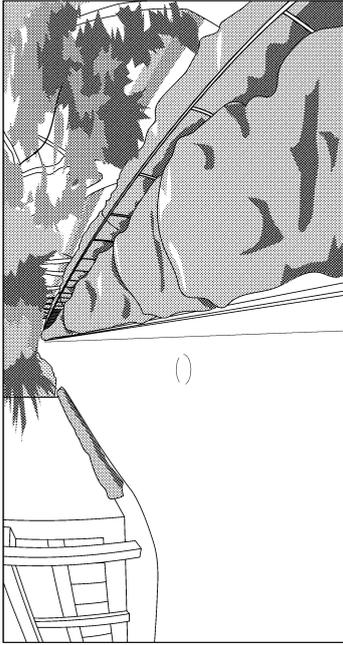
20

30

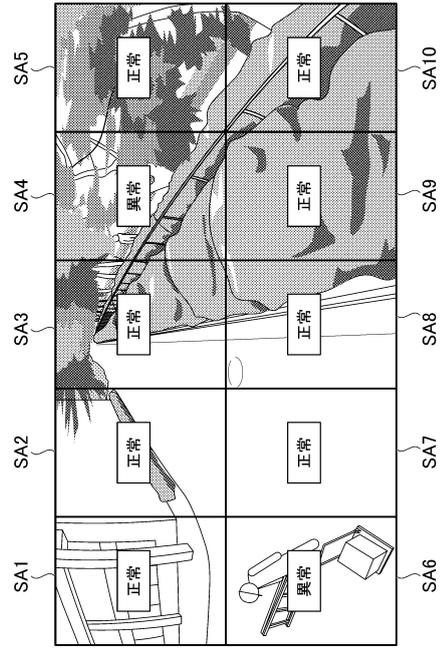
40

50

【 図 3 】



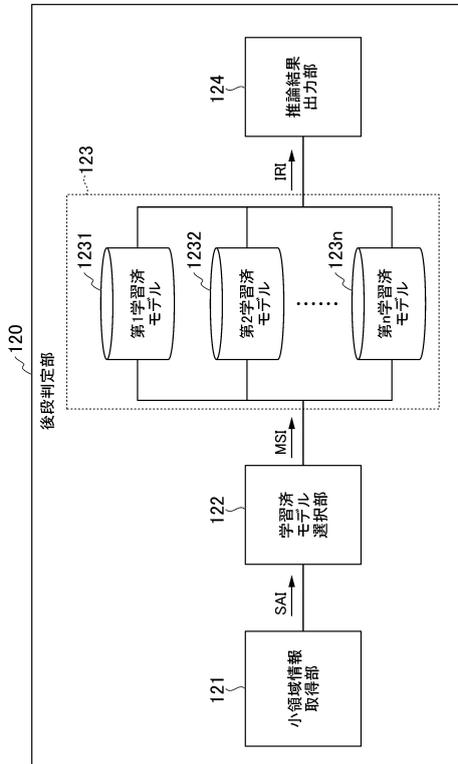
【 図 4 】



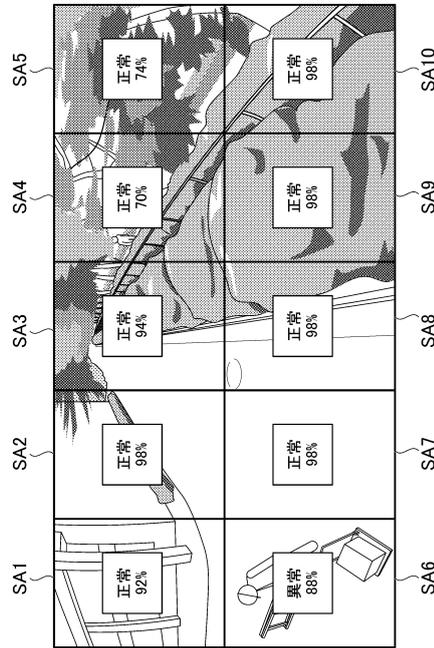
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

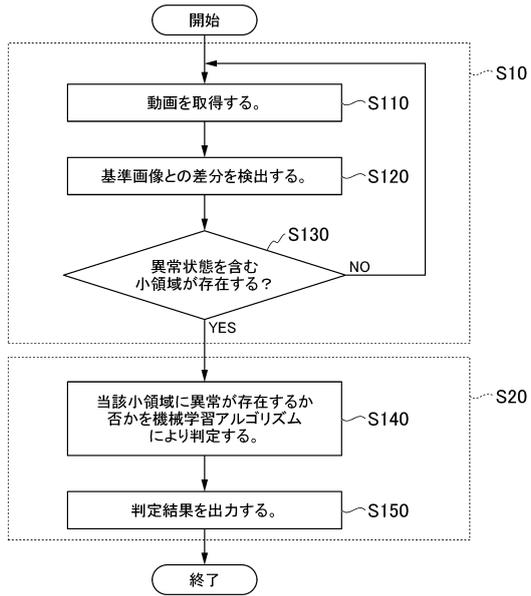


30

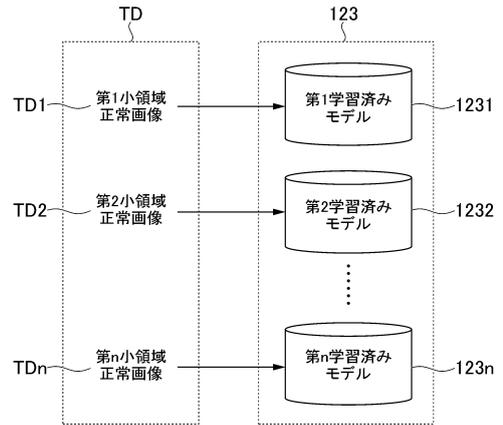
40

50

【図7】

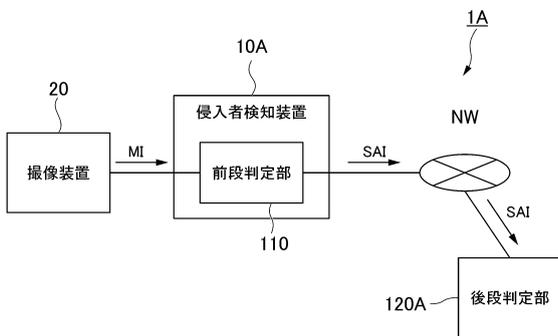


【図8】

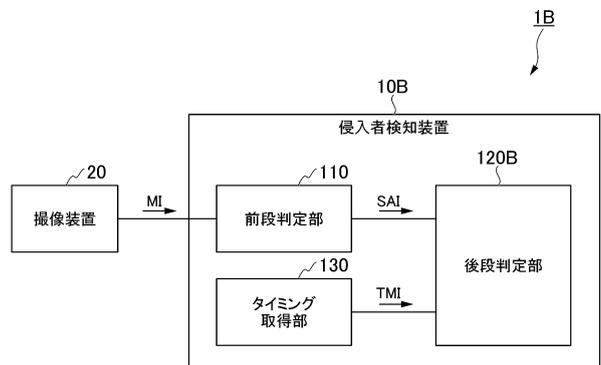


10

【図9】



【図10】



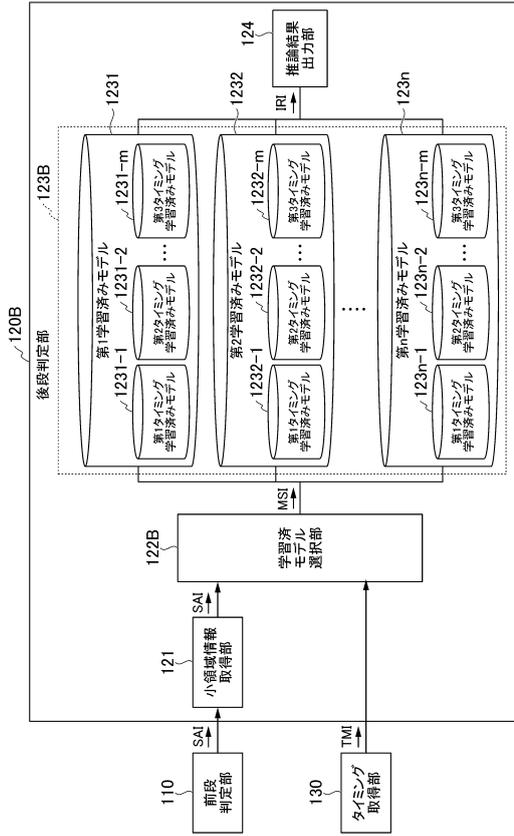
20

30

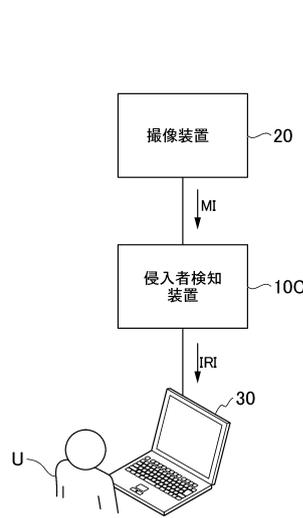
40

50

【 図 1 1 】



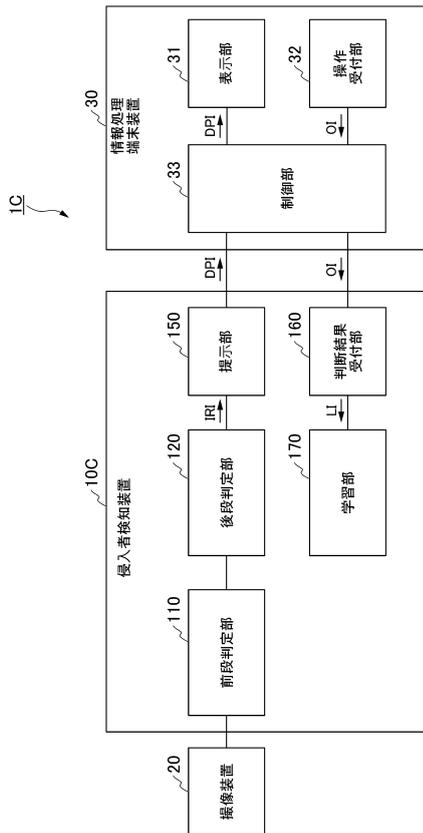
【 図 1 2 】



10

20

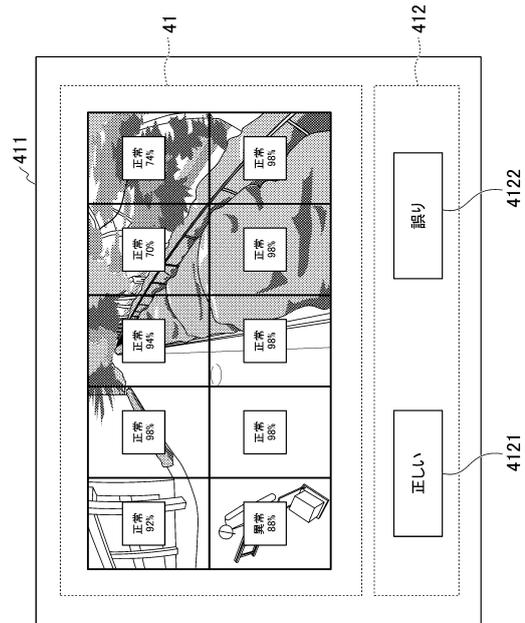
【 図 1 3 】



30

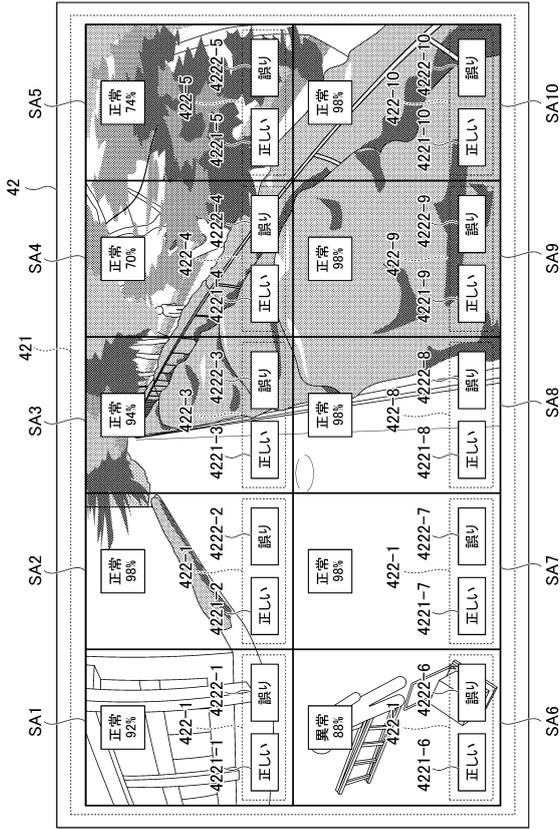
40

【 図 1 4 】



50

【 図 15 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

東京電力ホールディングス株式会社内

(72)発明者 甘利 治雄

東京都千代田区内幸町1丁目1番3号 東京電力ホールディングス株式会社内

(72)発明者 石毛 浩和

東京都千代田区内幸町1丁目1番3号 東京電力ホールディングス株式会社内

(72)発明者 前川 俊浩

東京都千代田区内幸町1丁目1番3号 東京電力ホールディングス株式会社内

Fターム(参考) 5C054 DA09 FC01 FC12 FE11 HA18

5L096 BA02 CA04 GA08 GA19 HA02 KA04