

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2026-64138
(P2026-64138A)

(43)公開日

令和8年4月13日(2026.4.13)

(51)Int. Cl.	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 C	5 C 0 5 4
G 0 8 B 25/00 (2006.01)	G 0 8 B 25/00 5 1 0 M	5 C 0 8 7
H 0 4 N 7/18 (2006.01)	H 0 4 N 7/18 D	5 L 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 19 頁)

(21)出願番号	特願2024-172757(P2024-172757)	(71)出願人	520083840 日本技術コンサルタント株式会社 東京都府中市押立町2-19-26
(22)出願日	令和6年10月1日(2024.10.1)	(74)代理人	100110722 弁理士 齊藤 誠一
		(74)代理人	100213540 弁理士 鈴木 恵庭
		(72)発明者	永田 潔 東京都渋谷区幡ヶ谷1-1-2 朝日生命 幡ヶ谷ビル7階 日本技術コンサルタント 株式会社内
		Fターム(参考)	5C054 CA04 CC02 FC13 FE09 HA19 5C087 AA02 AA03 AA25 AA44 BB02 BB74 DD02 EE14 FF01 FF04 GG02 GG08 GG66 GG83

最終頁に続く

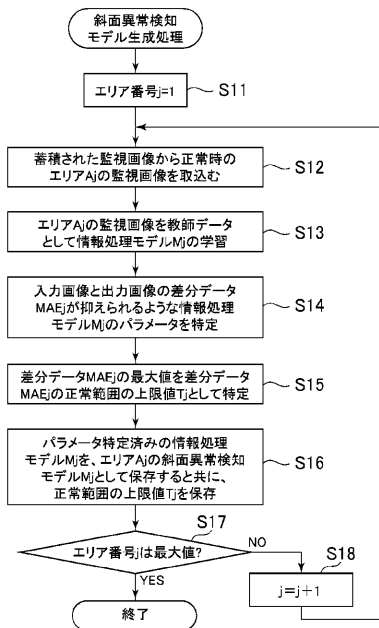
(54)【発明の名称】 斜面異常検知モデルの生成方法、斜面監視システム、斜面監視装置、斜面監視サーバ、及びコンピュータ読取り可能なプログラム

(57)【要約】

【課題】 シンプルなハードウェア構成で高精度に斜面の異常を検知することを可能とする。

【解決手段】 斜面異常検知モデルの生成方法は、入力された画像を変換して変換後の画像を出力する情報処理モデルを準備する準備手順と、正常時の斜面の監視画像を教師データとして前記情報処理モデルに入力し、前記情報処理モデルの入力画像と出力画像の差分が抑えられるような前記変換のパラメータを特定する学習処理を実行し、当該差分のとり得る範囲を正常範囲として特定する学習手順(S11~S15)と、前記正常範囲及び前記パラメータの特定された学習済みの前記情報処理モデルを斜面異常検知モデルとして保存する保存手順(S16)とを含み、前記斜面を分割してできる複数のエリアごとに前記学習手順及び前記保存手順を実行することにより、前記斜面異常検知モデルをエリアごとに生成する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

入力された画像を変換して変換後の画像を出力する情報処理モデルを準備する準備手順と、

正常時の斜面の監視画像を教師データとして前記情報処理モデルに入力し、前記情報処理モデルの入力画像と出力画像の差分が抑えられるような前記変換のパラメータを特定する学習処理を実行し、当該差分のとり得る範囲を正常範囲として特定する学習手順と、

前記正常範囲及び前記パラメータの特定された学習済みの前記情報処理モデルを斜面異常検知モデルとして保存する保存手順とを含み、

前記斜面を分割してできる複数のエリアごとに前記学習手順及び前記保存手順を実行することにより、前記斜面異常検知モデルをエリアごとに生成する

ことを特徴とする斜面異常検知モデルの生成方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の斜面異常検知モデルの生成方法において、

各エリアの前記教師データには、各エリアの少なくとも 1 2 か月分の監視画像が含まれる

ことを特徴とする斜面異常検知モデルの生成方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の斜面異常検知モデルの生成方法において、

前記情報処理モデルは、

前記入力画像の特徴量ベクトルの次元を低減するエンコーダと、次元低減後の特徴量ベクトルから復元される復元画像を前記出力画像として出力するデコーダとを含むオートエンコーダである

ことを特徴とする斜面異常検知モデルの生成方法。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の斜面異常検知モデルの生成方法でエリアごとに生成された斜面異常検知モデルを用いた斜面管理システムであって、

エリアごとの前記斜面異常検知モデルを管理するモデル管理部と、

前記斜面のエリアごとの監視画像を取込む画像取込部と、

各エリアの前記監視画像を各エリアの前記斜面異常検知モデルへ入力し、全てのエリアの差分が前記正常範囲に収まっているか否かを判別する判別部と、

前記差分が前記正常範囲に収まらないエリアが存在する場合に警報を発する通知部と、

を備えることを特徴とする斜面監視システム。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の斜面監視システムにおいて、

通信ネットワークを介して気象サーバが公開する気象データを取込む気象データ取込部と、

取込まれた前記気象データに応じて前記正常範囲の大きさを調節する正常範囲調整部とを備えることを特徴とする斜面監視システム。

【請求項 6】

請求項 4 に記載の斜面監視システムにおいて、

前記監視画像の取込み及び前記判別は、少なくとも 20 秒に 1 回の頻度で行われる

ことを特徴とする斜面監視システム。

【請求項 7】

請求項 4 に記載の斜面監視システムにおいて、

前記画像取込部が取込んだ前記監視画像の履歴を格納する記憶部と、

前記監視画像の履歴を用いて前記情報処理モデルの再学習を行うことにより前記斜面異常検知モデルを更新する更新部と

を備えることを特徴とする斜面監視システム。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

請求項 7 に記載の斜面監視システムにおいて、
少なくとも 1 2 か月に 1 回の頻度で前記更新が行われる
ことを特徴とする斜面監視システム。

【請求項 9】

請求項 4 に記載の斜面監視システムに用いられる斜面監視装置であって、
前記モデル管理部、前記画像取込部、及び前記判別部を備える
ことを特徴とする斜面監視装置。

【請求項 10】

請求項 4 に記載の斜面監視システムに用いられる斜面監視サーバであって、
前記通知部を備えることを特徴とする斜面監視サーバ。

10

【請求項 11】

コンピュータ読取り可能なプログラムであって、
請求項 9 に記載の斜面監視装置としてコンピュータを機能させることを特徴とするコン
ピュータ読取り可能なプログラム。

【請求項 12】

コンピュータ読取り可能なプログラムであって、
請求項 10 に記載の斜面監視サーバとしてコンピュータを機能させることを特徴とする
コンピュータ読取り可能なプログラム。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、斜面の異常を検知するための斜面異常検知モデルの生成方法、これを用いた
斜面監視システム、これに用いられる斜面監視装置、斜面監視サーバ、及びコンピュータ
読取り可能なプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、崩落斜面の監視方法が開示されている。特許文献 1 の監視方法は、崩
落斜面の変動値の実測を行うと共に、崩落斜面の撮影を行い、実測した変動値が異常値で
あった場合に、その時刻の前後の撮影画像を抽出するものである。

30

特許文献 2 には、斜面監視システムが開示されている。特許文献 2 の監視システムは、
ワイヤで連結される不動柱および可動柱を斜面に設置し、下柱部の傾斜を検出する傾斜角
センサと、上部柱の下端と下柱部の上端とを接続するヒンジ部とを備えている。

特許文献 3 には、斜面監視装置が開示されている。特許文献 3 の斜面監視装置は、斜面
に設置され指示値を目視化した表示計と、指示値を観測する CCD カメラと、CCD カメ
ラから転送された画像を処理する画像処理システムから構成される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2020 - 060526 号公報

40

【特許文献 2】特開 2009 - 250664 号公報

【特許文献 3】特開 2003 - 187370 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1, 2, 3 に開示された技術は、計測器又は標識を斜面に設置
する必要があるため、設置コストがかかる、設置の難しい急斜面には適用できない、計測
器又は標識が風雨により外れると斜面の監視ができなくなるという問題があった。特に、
特許文献 1 の方法によると、風雨による植物の揺れや野生動物の行動に起因して計測誤差
の生じる可能性があると共に、計測器の出力に基づく判定基準の決定や画像の目視確認に

50

必ず専門家の知見を要していた。

【 0 0 0 5 】

そこで、本発明は、シンプルなハードウェア構成で高精度に斜面の異常を検知することを可能とする斜面異常検知モデルの生成方法、これを用いた斜面監視システム、これに用いられる斜面監視装置、斜面監視サーバ、及びコンピュータ読取り可能なプログラムを提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

本発明に係る一の斜面異常検知モデルの生成方法は、入力された画像を変換して変換後の画像を出力する情報処理モデルを準備する準備手順と、正常時の斜面の監視画像を教師データとして前記情報処理モデルに入力し、前記情報処理モデルの入力画像と出力画像の差分が抑えられるような前記変換のパラメータを特定する学習処理を実行し、当該差分のとり得る範囲を正常範囲として特定する学習手順と、前記正常範囲及び前記パラメータの特定された学習済みの前記情報処理モデルを斜面異常検知モデルとして保存する保存手順とを含み、前記斜面を分割してできる複数のエリアごとに前記学習手順及び前記保存手順を実行することにより、前記斜面異常検知モデルをエリアごとに生成することを特徴とする。

10

【 0 0 0 7 】

本発明に係る何れかの斜面異常検知モデルの生成方法において、各エリアの前記教師データには、各エリアの少なくとも12か月分の監視画像が含まれてもよい。

20

【 0 0 0 8 】

本発明に係る何れかの斜面異常検知モデルの生成方法において、前記情報処理モデルは、前記入力画像の特徴量ベクトルの次元を低減するエンコーダと、次元低減後の特徴量ベクトルから復元される復元画像を前記出力画像として出力するデコーダを含むオートエンコーダであってもよい。

【 0 0 0 9 】

本発明に係る一の斜面管理システムは、本発明に係る何れかの斜面異常検知モデルの生成方法でエリアごとに生成された斜面異常検知モデルを用いた斜面管理システムであって、エリアごとの前記斜面異常検知モデルを管理するモデル管理部と、前記斜面のエリアごとの監視画像を取込む画像取込部と、各エリアの前記監視画像を各エリアの前記斜面異常検知モデルへ入力し、全てのエリアの差分が前記正常範囲に収まっているか否かを判別する判別部と、前記差分が前記正常範囲に収まらないエリアが存在する場合に警報を発する通知部と、を備えることを特徴とする。

30

【 0 0 1 0 】

本発明に係る何れかの斜面管理システムにおいて、通信ネットワークを介して気象サーバが公開する気象データを取込む気象データ取込部と、取込まれた前記気象データに応じて前記正常範囲の大きさを調節する正常範囲調整部とを備えてもよい。

【 0 0 1 1 】

本発明に係る何れかの斜面管理システムにおいて、前記監視画像の取込み及び前記判別は、少なくとも20秒に1回の頻度で行われてもよい。

40

【 0 0 1 2 】

本発明に係る何れかの斜面管理システムにおいて、前記画像取込部が取込んだ前記監視画像の履歴を格納する記憶部と、前記監視画像の履歴を用いて前記情報処理モデルの再学習を行うことにより前記斜面異常検知モデルを更新する更新部とを備えてもよい。

【 0 0 1 3 】

本発明に係る何れかの斜面管理システムにおいて、少なくとも12か月に1回の頻度で前記更新が行われてもよい。

【 0 0 1 4 】

本発明に係る一の斜面監視装置は、本発明に係る何れかの斜面管理システムに用いられる斜面監視装置であって、前記モデル管理部、前記画像取込部、及び前記判別部を備える

50

ことを特徴とする。

【0015】

本発明に係る一の斜面監視サーバは、本発明に係る何れかの斜面監視システムに用いられる斜面監視サーバであって、前記通知部を備えることを特徴とする。

【0016】

本発明に係る一のコンピュータ読取り可能なプログラムは、本発明に係る何れかの斜面監視装置としてコンピュータを機能させることを特徴とする。

【0017】

本発明に係る一のコンピュータ読取り可能なプログラムは、本発明に係る何れかの斜面監視サーバとしてコンピュータを機能させることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0018】

本発明に係る一の斜面異常検知モデルの生成方法は、正常時の斜面の監視画像を教師データとした情報処理モデルの学習処理を斜面のエリアごとに行い、斜面異常検知モデルをエリアごとに生成する。このようにして生成されたエリアごとの斜面異常検知モデルは、少なくとも1つのエリアの変位を伴う斜面異常を確実に検知することが可能であり、しかも斜面異常以外の環境変化の影響を受けにくいという効果がある。

【0019】

ここでいう「斜面異常」は斜面の少なくとも一部の変位を伴う斜面崩壊のことであり、山崩れ、崖崩れ、土砂崩れ、地すべり、落石、土石流などを含む。また、「斜面異常以外の環境変化」には、季節又は時刻による太陽の位置の変化、月の満ち欠け、天候の変化、季節による植物の変化（植物の成長、立ち枯れ、落葉）、野生動物の写り込みなどが含まれる。

20

【0020】

本発明に係る一の斜面監視システムは、斜面の監視画像を斜面異常検知モデルへ入力したときの差分データが正常範囲に収まっているか否かにより斜面の異常の有無を検知するので、ハードウェアとして斜面を視野に収めた監視カメラと斜面異常検知モデルを動かすコンピュータとを準備できれば、計測器又は標識を準備する必要も斜面に設置する必要もないという効果がある。

【0021】

本発明に係る一の斜面監視装置、斜面監視サーバ、及びコンピュータ読取り可能なプログラムによれば、本発明に係る一の斜面監視システムを実現することができる。

30

その結果、シンプルなハードウェア構成で高精度に斜面の異常を検知することを可能とする斜面異常検知モデルの生成方法、これを用いた斜面監視システム、これに用いられる斜面監視装置、斜面監視サーバ、及びコンピュータ読取り可能なプログラムを実現できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】図1は、実施形態に係る斜面監視システムの概略構成図である。

【図2】図2は、斜面の数を「1」とした場合の斜面監視システムの構成図である。

40

【図3】図3は、1つの斜面を分割してできる複数のエリアを説明する図である。

【図4】図4は、斜面監視システムの運用スケジュールを説明する説明図である。

【図5】図5は、斜面異常検知モデルの生成処理のフローチャートである。

【図6】図6は、斜面監視装置による監視処理のフローチャートである。

【図7】図7は、斜面監視サーバによる監視処理のフローチャートである。

【図8】図8は、斜面監視サーバによる調整処理のフローチャートである。

【図9】図9は、実施形態に係る斜面監視システムの効果を説明する模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

1. 斜面監視システムの概略構成

50

以下、本発明に係る斜面監視システムの一実施形態を説明する。図1は、実施形態に係る斜面監視システムの概略構成図である。図1に示す斜面監視システム1は、斜面異常検知モデルを用いた斜面管理システムであって、互いに異なる斜面4-1, 4-2, 4-3, ...を個別に撮影する複数の監視カメラ11, 11, 11, ...と、複数の監視カメラ11, 11, 11, ...に個別に接続される複数の斜面監視装置10, 10, 10, ...と、インターネットなどの通信ネットワーク2と、広域監視センターなどに配置される斜面監視サーバ100と、国又は地方自治体が管理する気象サーバ3とが備えられる。このうち、複数の斜面監視装置10, 10, 10, ...、斜面監視サーバ100、及び気象サーバ3は、通信ネットワーク2に接続されている。この斜面監視システム1の監視対象となる斜面4-1, 4-2, 4-3, ...の各々は、例えば下記(1)~(3)の何れかである。

10

- (1) 岩、地層などの地肌が露出した斜面
- (2) 草や木が茂り、地肌が覆われた斜面
- (3) 地すべり対策などの施工された斜面

【0024】

2. 斜面監視システムの構成

以下、説明を簡単にするため、監視対象となる斜面の数を「1」と仮定して斜面監視システム1の構成を詳しく説明する。図2は、斜面の数を「1」とした場合の斜面監視システムの構成図である。図2に示すとおり、斜面監視システム1は、監視カメラ11、斜面監視装置10、斜面監視サーバ100、ネットワーク2、及び気象サーバ3を備える。

【0025】

20

2-1. 監視カメラ

監視カメラ11は、動画撮影又はタイムラプス撮影が可能なビデオカメラであり、例えば30fpsのフレームレートで4K画質のカラーの監視画像を繰返し生成することができる。監視カメラ11の感度は、昼間の明るさだけでなく夜間の明るさにも対応可能に設定されている。但し、監視カメラ11のフレームレートは30fpsに限定されることはなく、少なくとも20秒間に1フレームの頻度で監視画像を生成できればよい。また、監視カメラ11の視野が監視対象となる斜面の全域をカバーできないときには、例えば図3に示すとおり複数台(図3では2台)の監視カメラ11, 11の視野の全体で斜面全域をカバーすればよい。

ここで、本実施形態の斜面監視システム1は、1つの斜面を複数に分割してできる複数(ここでは50個とする。)のエリアA1~A50のそれぞれについて個別に異常の有無を判別する。斜面におけるエリアA1~A50の各々のサイズは、横数メートル×縦数メートル程度とされ、斜面におけるエリアA1~A50の間でサイズ及び形状は共通とされる。因みに、実際の監視画像に写っている斜面には多少の歪みが生じているので、斜面上の各エリアに対応する監視画像上の各エリアの間では、サイズ及び形状が必ずしも共通ではない。

30

【0026】

2-2. 斜面監視装置

以下、図2を参照して斜面監視装置10の構成について説明する。図2に示すとおり、斜面監視装置10は、プロセッサなどの制御部12、メモリなどの記憶部13、通信インタフェースなどの通信部14を備え、これらの構成要素を監視箱と呼ばれる密閉された筐体の内部に収容している。

40

制御部12は、画像取込部121、モデル管理部122、判別部123として機能する。

画像取込部121は、監視カメラ11が生成した斜面全域の監視画像を取込む処理、当該監視画像から斜面のエリアごとの監視画像を取込む処理などを実行する。例えば、画像取込部121は、斜面全域の監視画像を予め決められた分割パターンで分割することによりエリアごとの監視画像を取得することができる。なお、斜面の監視画像を取込む処理、エリアごとの監視画像を取込む処理は、所定の頻度(ここでは20秒間に1回の頻度とする)で行われる。

50

モデル管理部 1 2 2 は、記憶部 1 3 に格納されたエリアごとの斜面異常検知モデル M 1 ~ M 5 0 を管理する処理を実行する。

【 0 0 2 7 】

判別部 1 2 3 は、エリア A 1 ~ A 5 0 の監視画像を各エリアの斜面異常検知モデル M 1 ~ M 5 0 へ個別に入力し、斜面異常検知モデル M j の入力画像と出力画像の差分データ（ここでは、平均絶対値誤差 M A E j とする。）をエリアごとに取得する。また、判別部 1 2 3 は、エリア A 1 ~ A 5 0 の差分データ M A E 1 ~ M A E 5 0 の各々が正常範囲に収まっているか否か（ここでは正常範囲の上限値 T j 以下に収まっているか否かとする。）を判別する処理を実行する。そして、判別部 1 2 3 は、差分データ M A E j が上限値 T j 以下に収まらないようなエリアが 1 つでも存在する場合には、異常が生じた旨及び該当エリアのエリア番号を、通信部 1 4 及びネットワーク 2 を介して斜面監視サーバ 1 0 0 へ送信する。なお、判別部 1 2 3 の処理は、所定の頻度（ここでは 2 0 秒間に 1 回の頻度とする）で実行される。

10

【 0 0 2 8 】

記憶部 1 3 は、斜面監視プログラム 1 3 1、エリアごとの斜面異常検知モデル M 1 ~ M 5 0、エリアごとの正常範囲の上限値 T 1 ~ T 5 0 などを格納する。

【 0 0 2 9 】

斜面監視プログラム 1 3 1 は、制御部 1 2 を斜面監視装置として機能させるためのプログラムである。

【 0 0 3 0 】

斜面異常検知モデル M j は、j 番目のエリア A j の異常の有無を検知するために用いられる情報処理モデルである。斜面異常検知モデル M j の詳細は後述する。

20

【 0 0 3 1 】

正常範囲の上限値 T j は、j 番目の斜面異常検知モデル M j の入力画像と出力画像の差分データ M A E j の正常範囲の上限値である。正常範囲の上限値 T j の詳細は後述する。

【 0 0 3 2 】

通信部 1 4 は、制御部 1 2 の指示の下、斜面全体の監視画像、エリアごとの監視画像、エリアごとの差分データ M A E j などのデータを、通信ネットワーク 2 を介して斜面監視サーバ 1 0 0 へ逐次に送信する。なお、これらデータの送信は、所定の頻度（ここでは 2 0 秒間に 1 回の頻度とする）で行われる。

30

【 0 0 3 3 】

2 - 3 . 斜面監視サーバ

以下、図 2 を参照して斜面監視サーバ 1 0 0 について説明する。図 2 に示すとおり、斜面監視サーバ 1 0 0 は、プロセッサなどの制御部 1 5、メモリなどの記憶部 1 6、通信インタフェースなどの通信部 1 7 を備える。

【 0 0 3 4 】

制御部 1 5 は、気象データ取込部 1 5 1、通知部 1 5 3、正常範囲調整部 1 5 2、学習・更新部 1 5 5 として機能する。

気象データ取込部 1 5 1 は、気象サーバ 3 が所定の頻度で公開・更新する最新の気象データを通信ネットワーク 2 及び通信部 1 7 介して適時に取込む。気象サーバ 3 から取込まれる気象データは、例えば、気象サーバ 3 が 1 0 分に 1 回の頻度で公開・更新する 1 k m メッシュごとの降水量である。降水量とは、1 時間当たりの雨量を水深 (m m) で表したものである。なお、気象データ取込部 1 5 1 による累加雨量の取込み頻度は、例えば、気象サーバ 3 による降水量の更新頻度と同じ頻度に設定される。

40

そして、気象データ取込部 1 5 1 は、気象サーバ 3 から取込んだ 1 k m メッシュごとの降水量に基づいて、監視対象となっている斜面の累加雨量を求める処理を実行する。累加雨量とは、降り始めから現在までの雨量の合計であって、無降雨が所定期間（例えば 6 時間又は 1 2 時間）続くと、その値がゼロにリセットされる。

また、気象データ取込部 1 5 1 は、斜面が 1 つのメッシュに収まらずに複数のメッシュに跨っている場合（斜面が複数のメッシュに属する場合）には、当該複数のメッシュの累

50

加雨量の重みづけ平均を斜面の累加雨量として求める。当該重みづけ平均における各メッシュの重みは、斜面の占める割合が大きいメッシュほど大きく設定される。

【 0 0 3 5 】

通知部 1 5 3 は、通信ネットワーク 2 及び通信部 1 7 を介して斜面監視装置 1 0 から斜面の監視画像を受信すると、その監視画像をリアルタイムで不図示のディスプレイに表示する処理を実行する。また、通知部 1 5 3 は、エリアごとの差分データ MAE_j ($j = 1 \sim 50$) を受信すると、各エリア A_j の差分データ MAE_j を異常度値としてディスプレイ上の該当エリアに重畳表示する処理を実行する。例えば、通知部 1 5 3 は、差分データ MAE_j (異常度値) の高いエリアほど、エリアの輪郭線を目立つ色で強調表示する。また、通知部 1 5 3 は、通信ネットワーク 2 及び通信部 1 7 を介して斜面監視装置 1 0 から異常が生じた旨及び該当エリアのエリア番号を受信すると、ディスプレイ上の該当エリアを最も目立つ色で強調表示するなどして警報を発する処理を実行すると共に、予め登録されたメールアドレスに緊急メールを送信する処理を実行する。なお、警報の発報は、ディスプレイへの表示によって行うことができるほか、不図示のスピーカからの発音によっても行うことができる。

10

【 0 0 3 6 】

また、或るエリア A_j に異常がある旨の警報が発報されたとしても、例えば、オペレータ又は専門家が実際には当該エリア A_j に異常が生じていないことを確認した場合には、当該エリア A_j が正常であった旨の識別データ(訂正データ)を、斜面監視サーバ 1 0 0 へ入力することができるようになっている。この識別データ(訂正データ)は、当該エリア A_j の差分データ MAE_j と共に記憶部 1 6 に格納される。

20

【 0 0 3 7 】

正常範囲調整部 1 5 2 は、気象データ取込部 1 5 1 が求めた斜面の累加雨量に応じて、各エリアの正常範囲の上限値 $T_1 \sim T_{50}$ を調節する処理を実行する。具体的には、正常範囲調整部 1 5 2 は、斜面の累加雨量が多いほど正常範囲の上限値 $TD_1 \sim D_{50}$ を引下げる処理を実行する(詳細は後述する)。このようにして斜面の累加雨量が多いほど正常範囲の上限値 $TD_1 \sim D_{50}$ を低く設定すれば、正常とみなされる範囲が狭くなるので、斜面の累加雨量の多いときに生じ得る僅かな斜面異常を見過ごす可能性を低く抑えることができる。

【 0 0 3 8 】

学習・更新部 1 5 5 は、入力された画像(=入力画像)を変換して変換後の画像(=出力画像)を出力する情報処理モデル 1 6 2 を準備する(記憶部 1 6 に保管する)準備手順と、正常時の斜面のエリア A_j の複数の監視画像を教師データとして情報処理モデル 1 6 2 に入力し、情報処理モデル 1 6 2 の入力画像と出力画像の差分データ MAE_j が抑えられるような当該変換のパラメータを特定する学習処理とを実行する。この学習処理により、当該差分データ MAE_j のとり得る範囲(差分データ MAE_j の最大値)が当該差分データ MAE_j の正常範囲の上限値 T_j として特定される。その結果、正常範囲の上限値 T_j 及びパラメータの特定された学習済みの情報処理モデル 1 6 2 が生成される。そして、学習・更新部 1 5 5 は、パラメータの特定された学習済みの情報処理モデル 1 6 2 をエリア A_j の斜面異常検知モデル M_j として斜面監視装置 1 0 に送信すると共に、正常範囲の上限値 T_j を斜面監視装置 1 0 に送信する保存手順を実行する。その結果、エリア A_j の斜面異常検知モデル M_j 及び正常範囲の上限値 T_j がエリア番号 j に対応付けられた状態で斜面監視装置 1 0 の記憶部 1 3 に保存される。なお、学習・更新部 1 5 5 は、以上の学習手順及び保存手順を斜面のエリアごとに実行することにより、斜面異常検知モデル M_j 及び正常範囲の上限値 T_j をエリアごとに生成・保存する。このようにして生成・保存されたエリアごとの斜面異常検知モデル $M_1 \sim M_{50}$ 及び正常範囲の上限値 $T_1 \sim T_{50}$ によれば、少なくとも1つのエリアの変位を伴う斜面異常を確実に検知することが可能であり、しかも、斜面異常以外の環境変化の影響を受けにくい。

30

40

なお、ここでいう「斜面異常」は斜面の少なくとも一部の変位を伴う斜面崩壊のことであり、山崩れ、崖崩れ、土砂崩れ、地すべり、落石、土石流などを含む。また、「斜面異

50

常以外の環境変化」には、季節又は時刻による太陽の位置の変化、月の満ち欠け、天候の変化、季節による植物の変化（植物の成長、立ち枯れ、落葉）、野生動物の写り込みなどが含まれる。

【 0 0 3 9 】

また、教師データとしての監視画像は、例えば、少なくとも過去 1 2 か月間に監視カメラ 1 1 が斜面から取得した監視画像である。ここでは、監視画像の取得開始から少なくとも 1 2 か月間に斜面異常は生じなかったものと仮定し、監視画像の取得開始から 1 2 か月の経過後に斜面監視システム 1 の本運用が開始されるものと仮定する（後述する図 4 を参照）。

【 0 0 4 0 】

また、学習・更新部 1 5 5 は、斜面監視システム 1 の本運用が開始された後の適当なタイミングで情報処理モデル 1 6 2 の再学習を行うことにより、エリアごとの斜面異常検知モデル M 1 ~ M 5 0 を更新する処理（更新処理）を実行する（後述する図 4 を参照）。この更新処理では、その時点までに記憶部 1 6 に蓄積されたエリアごとの監視画像の履歴 1 6 3（後述）及びエリアごとの差分データの履歴 1 6 4（後述）が用いられる。このような更新処理は、運用開始時における斜面異常検知モデルの生成処理と基本的に同様であり、教師データのサンプリング期間が異なるだけである。そして、このような更新処理を本運用中に繰り返せば、本運用を継続しつつ斜面異常の検知精度を段階的に高めることができる。なお、この更新処理の頻度は、1 2 か月に 1 回以上であることが望ましい。

【 0 0 4 1 】

図 2 に戻り、記憶部 1 6 は、斜面監視プログラム 1 6 1、情報処理モデル 1 6 2、監視画像の履歴 1 6 3、差分データの履歴 1 6 4 などを格納する。

記憶部 1 6 に格納された斜面監視プログラム 1 6 1 は、制御部 1 5 を斜面監視サーバ 1 0 0 として機能させるためのプログラムである。

記憶部 1 6 に格納された情報処理モデル 1 6 2 は、ニューラルネットワークモデルなどの情報処理モデルである（情報処理モデルの種類の詳細は後述する）。

記憶部 1 6 に格納されたエリアごとの監視画像の履歴 1 6 3 は、画像取込部 1 2 1 が取込んだエリアごとの監視画像の履歴である。

記憶部 1 6 に格納されたエリアごとの差分データの履歴 1 6 4 は、判別部 1 2 3 が取得したエリアごとの差分データ M A E 1 ~ M A E 5 0 のそれぞれの履歴である。その他、記憶部 1 6 には、各時点のエリア A j の差分データ M A E j が正常範囲内に収まっていたか否かの識別データと、各時点のエリア A j に実際に異常が生じていたか否かを示す識別データ（前述した訂正データ）とが格納される。

【 0 0 4 2 】

3. 運用スケジュール

以下、斜面監視システム 1 の運用スケジュールについて説明する。図 4 は、斜面監視システムの運用スケジュールを説明する説明図である。図 4 に示すとおり、運用スケジュールには、監視画像の取得を開始するステップ S 1、仮運用を開始するステップ S 2、本運用を開始するステップ S 3、斜面異常検知モデルを更新するステップ S 4 が含まれる。以下、各ステップについて説明する。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 1：斜面監視装置 1 0 が監視画像の取得を開始する。監視画像の取得頻度は例えば 2 0 秒間に 1 フレームである。以後、エリアごとの監視画像の履歴 1 6 3 が斜面監視サーバ 1 0 0 の記憶部 1 6（図 1）に蓄積されていく。

【 0 0 4 4 】

ステップ S 2：ステップ S 1 の実行から 3 か月後、斜面監視サーバ 1 0 0 は、記憶部 1 6 に蓄積されたエリアごとの正常時の監視画像（3 か月分）に基づき、エリアごとの情報処理モデル 1 6 2 の学習処理を実行する。これによって、エリアごとの斜面異常検知モデル M 1 ~ M 5 0 が生成され、斜面監視装置 1 0 の記憶部 1 3 に保存される。その後、エリアごとの斜面異常検知モデル M 1 ~ M 5 0 を用いた斜面監視システム 1 の仮運用が開始さ

10

20

30

40

50

れる。

【 0 0 4 5 】

ステップ S 3 : ステップ S 1 の実行から 1 2 か月後、斜面監視サーバ 1 0 0 は、記憶部 1 6 に蓄積されたエリアごとの正常時の監視画像 (1 2 か月分) に基づき、エリアごとの情報処理モデル 1 6 2 の学習処理を実行する。各エリアの監視画像が正常時の監視画像であるか否かの判別は、エリアごとの差分データの履歴 1 6 4 に基づき行われる。これによって、エリアごとの斜面異常検知モデル M 1 ~ M 5 0 が生成され、斜面監視装置 1 0 の記憶部 1 3 に上書き保存される。その後、最新の斜面異常検知モデル M 1 ~ M 5 0 を用いた斜面監視システム 1 の本運用が開始される。

【 0 0 4 6 】

ステップ S 4 : ステップ S 3 の実行から 1 2 か月後、斜面監視サーバ 1 0 0 は、記憶部 1 6 に蓄積されたエリアごとの正常時の監視画像 (2 4 か月分) に基づき、エリアごとの情報処理モデル 1 6 2 の学習処理 (更新処理) を実行する。各エリアの監視画像が正常時の監視画像であるか否かの判別は、記憶部 1 6 に格納された識別データ (前述した訂正データ) に基づき行われる。したがって、正常時のエリアごとの監視画像に基づきエリアごとの斜面異常検知モデル M 1 ~ M 5 0 が更新 (上書き保存) される。その後、更新後の斜面異常検知モデル M 1 ~ M 5 0 を用いた斜面監視システム 1 の本運用が継続される。そして、このステップ S 4 は、例えば 1 2 か月に 1 回の頻度で繰り返し実行される。

【 0 0 4 7 】

以上の運用スケジュール (図 4) によれば、監視画像の取得開始から 3 か月後に仮運用が開始され、監視画像の取得開始から 1 2 か月後に本運用が開始される。仮運用では過去 3 か月分の正常時の監視画像に基づき生成された斜面異常検知モデル M 1 ~ M 5 0 が使用され、本運用では過去 1 2 か月分の正常時の監視画像に基づき生成された斜面異常検知モデル M 1 ~ M 5 0 が用いられる。よって、本運用よりも監視精度 (各エリアの異常度値の算出精度、警報発報の精度) の低い仮運用が 9 カ月先行して開始されることになる。このような仮運用は、本運用よりも四季の変化の影響を受けやすいので、季節によっては異常度値が大きめに算出される可能性や、季節の変化を斜面の異常と判別して誤警報を発報する可能性もあると考えられる。しかしながら、監視カメラ 1 1 及び斜面監視装置 1 0 を設置してから 3 か月後に仮運用が開始された場合には、本運用が開始されるまでの 9 カ月間に通知部 1 5 3 の出力 (各エリアの異常度値、警報発報の有無) をオペレータ又は専門家が斜面監視の判断材料として用いることができるので、仮運用の有用性は十分にあると考えられる。

【 0 0 4 8 】

また、本実施形態の斜面監視システム 1 では、本運用の開始後、1 2 か月に 1 回の頻度で斜面異常検知モデル M 1 ~ M 5 0 が更新される。記憶部 1 6 に蓄積される正常時の監視画像の枚数は時間経過によって増えていくので、この更新が繰り返されるごとに、教師データのサンプリング期間が広がり、その結果として本運用の監視精度が向上する。

【 0 0 4 9 】

4 . 情報処理モデルの種類について

以下、情報処理モデル 1 6 2 の種類について説明する。情報処理モデル 1 6 2 としては、例えばオートエンコーダを用いることができる。オートエンコーダは、入力画像の特徴量ベクトルの次元を低減するエンコーダ (符号器) と、次元低減後の特徴量ベクトルから復元される復元画像を出力画像として出力するデコーダ (復号器) とを含むニューラルネットワークモデルである。このオートエンコーダの学習処理では、入力画像と出力画像の差分データ M A E が抑えられるようなエンコーダ及びデコーダのパラメータが特定されると共に、差分データ M A E の正常範囲の上限値 T が特定される。そして、正常範囲の上限値 T 及びパラメータの特定された学習済みのオートエンコーダが斜面異常検知モデル M として保存される。

なお、本実施形態では、エリアごとの斜面異常検知モデル M 1 ~ M 5 0 を生成する必要があるため、オートエンコーダに対する監視画像の入力、オートエンコーダの学習、上限

10

20

30

40

50

値Tの特定、及びパラメータの特定は、エリアごとに行われる。

【0050】

5. 斜面異常検知モデルの生成処理

以下、斜面異常検知モデルの生成処理について説明する。図5は、斜面異常検知モデルの生成処理のフローチャートである。斜面異常検知モデルの生成処理は、例えば以下のステップS11～S18を含む。これらのステップS11～S18は、主に学習・更新部155によって実行される。

【0051】

ステップS11：学習・更新部155は、エリア番号jを初期値「1」に設定する。

ステップS12：学習・更新部155は、記憶部16に蓄積されたエリアごとの監視画像の履歴163、エリアごとの差分データの履歴164に基づいて、正常時のエリアjの監視画像（複数）を抽出する。因みに、仮運用の開始時（図4ステップS2）には過去3か月分のエリアA_jの監視画像が抽出され、本運用の開始時（図4ステップS3）には過去12か月分のエリアA_jの監視画像が抽出される。

10

【0052】

ステップS13：学習・更新部155は、ステップS12で抽出したエリアA_jの複数の監視画像を教師データとして情報処理モデルM_jの学習処理を開始する。

ステップS14：学習・更新部155は、情報処理モデルM_jの入力画像と出力画像との差分データMAE_jが抑えられるような情報処理モデルM_jのパラメータを特定する。

ステップS15：学習・更新部155は、エリアA_jの複数の監視画像の差分データMAE_jの最大値を、差分データMAE_jの正常範囲の上限値T_jとして特定する。これによって、情報処理モデルM_jの学習が終了する。

20

【0053】

ステップS16：学習・更新部155は、正常範囲の上限値T_j及びパラメータの特定された学習済みの情報処理モデルM_jを、エリアA_jの斜面異常検知モデルM_jとして斜面監視装置10の記憶部13に保存する。また、学習・更新部155は、特定した上限値T_jをエリアA_jの正常範囲の上限値T_jとして斜面監視装置10の記憶部13に保存する。

ステップS17：学習・更新部155は、エリア番号jが最大値「50」に達したか否かを判別し、達していない場合にはステップS18に移行し、達した場合にはフローを終了する。

30

ステップS18：学習・更新部155は、エリア番号jをインクリメントした後にステップS12に移行する。

【0054】

6. 斜面監視装置による監視処理

以下、斜面監視装置10による監視処理について説明する。図6は、斜面監視装置による監視処理のフローチャートである。この監視処理は、例えば以下のステップS21～S28を含む。これらのステップS21～S28は、斜面監視装置10の画像取込部121、モデル管理部122、又は判別部123によって実行される。

【0055】

ステップS21：画像取込部121は、エリア番号jを「1」に設定する。

ステップS22：画像取込部121は、監視カメラ11が取得した監視画像からエリアA_jの監視画像を取込む。

ステップS23：モデル管理部122は、エリアA_jの監視画像を、記憶部13に保管されている斜面異常検知モデルM_jに入力する。

ステップS24：判別部123は、斜面異常検知モデルM_jの入力画像と出力画像の差分データMAE_jを算出する。

【0056】

ステップS25：判別部123は、算出した差分データMAE_jが記憶部13に保管された上限値T_jを超えたか否かを判別し、超えた場合にはステップS26に移行し、超え

40

50

ていない場合にはステップ S 2 7 に移行する。

ステップ S 2 6 : 判別部 1 2 3 は、エリア A j に異常が生じた旨をサーバに通知してからステップ S 2 7 に移行する。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 2 7 : 画像取込部 1 2 1 は、エリア番号 j が最大値「 5 0 」に達したか否かを判別し、達していない場合にはステップ S 2 8 に移行し、達した場合にはフローを終了する。

ステップ S 2 8 : 画像取込部 1 2 1 は、エリア番号 j をインクリメントしてからステップ S 2 2 に移行する。

なお、以上の監視処理では、複数のエリア A 1 ~ A 5 0 の処理を順次に行うが、複数のエリア A 1 ~ A 5 0 の処理を並行して実行してもよい。

【 0 0 5 8 】

7 . 斜面監視サーバによる監視処理

以下、斜面監視サーバ 1 0 0 による監視処理について説明する。図 7 は、斜面監視サーバによる監視処理のフローチャートである。この監視処理は、例えば以下のステップ S 3 1 ~ S 3 5 を含む。これらのステップ S 3 1 ~ S 3 5 は、主に斜面監視サーバ 1 0 0 の通知部 1 5 3 によって実行される。

【 0 0 5 9 】

ステップ S 3 1 : 通知部 1 5 3 は、斜面監視装置 1 0 から送信されてくる斜面の監視画像など逐次に取込む。

ステップ S 3 2 : 通知部 1 5 3 は、斜面監視装置 1 0 から受信した斜面の監視画像をリアルタイムでディスプレイに表示すると共に、エリア A 1 ~ A 5 0 の境界を示すグリッドを監視画像に重畳表示する。

ステップ S 3 3 : 通知部 1 5 3 は、斜面監視装置 1 0 から異常がある旨及び該当エリアのエリア番号が送信されてきた否かを判別し、送信されてきた場合にはステップ S 3 4 に移行し、送信されてこない場合にはステップ S 3 1 に移行する。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 3 4 : 通知部 1 5 3 は、ディスプレイ上の該当するエリアを強調表示する。

ステップ S 3 5 : 通知部 1 5 3 は、ディスプレイ及びスピーカによる警報の発報、及び、予め登録されたメールアドレスへの緊急メールの送信を行い、ステップ S 3 1 に移行する。

【 0 0 6 1 】

8 . 正常範囲調整処理

以下、正常範囲調整処理について説明する。図 8 は、斜面監視サーバによる調整処理のフローチャートである。この調整処理は、例えば以下のステップ S 4 1 ~ S 4 8 を含む。これらのステップ S 4 1 ~ S 4 8 は、主に斜面監視サーバ 1 0 0 の気象データ取込部 1 5 1 及び正常範囲調整部 1 5 2 によって実行される。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 4 1 : 気象データ取込部 1 5 1 は、気象サーバ 3 による気象データの更新時期（ここでは 1 0 分ごと）が到来したか否かを判別し、到来した場合にはステップ S 4 2 に移行し、到来しない場合には待機する。

ステップ S 4 2 : 気象データ取込部 1 5 1 は、気象サーバ 3 が公開する最新の気象データ（ここでは 1 k m メッシュごとの降水量）を取込む。

ステップ S 4 3 : 気象データ取込部 1 5 1 は、取込んだ 1 k m メッシュごとの降水量に基づき、監視対象となっている斜面の累加雨量を求める。但し、斜面が複数のメッシュに属する場合には、それら複数のメッシュの累加雨量の重みづけ平均が斜面の累加雨量として求められ、各メッシュの重みは、斜面の占める割合が大きいメッシュほど大きく設定される。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 4 4 : 正常範囲調整部 1 5 2 は、斜面の累加雨量が第 1 の閾値 U 1 を下回る

か否かを判別し、下回る場合 (S 4 4 Y E S) には「危険度低」としてステップ S 4 5 に移行し、そうでない場合 (S 4 4 N O) にはステップ S 4 6 に移行する。

ステップ S 4 5 : 正常範囲調整部 1 5 2 は、エリア A 1 ~ A 5 0 の差分データの正常範囲の上限値 T 1 ~ T 5 0 をそれぞれ当初の値に設定し、ステップ S 4 1 に戻る。ここでいう「当初の値」とは、直近の学習処理又は更新処理で特定された上限値 T 1 ~ T 5 0 のことである。

ステップ S 4 6 : 正常範囲調整部 1 5 2 は、斜面の累加雨量が第 1 の閾値 U 1 よりも大きな第 2 の閾値 U 2 を下回るか否かを判別し、下回る場合 (S 4 6 Y E S) には「危険度中」としてステップ S 4 7 に移行し、そうでない場合 (S 4 6 N O) には「危険度高」としてステップ S 4 8 に移行する。

【 0 0 6 4 】

ステップ S 4 7 : 正常範囲調整部 1 5 2 は、エリア A 1 ~ A 5 0 の差分データの正常範囲の上限値 T 1 ~ T 5 0 をそれぞれ当初の値の 0 . 9 倍に引き下げ、ステップ S 4 1 に戻る。これによって、異常が検出される可能性 (警報が発報される可能性) を高めることができる。

ステップ S 4 8 : 正常範囲調整部 1 5 2 は、エリア A 1 ~ A 5 0 の差分データの正常範囲の上限値 T 1 ~ T 5 0 をそれぞれ当初の値の 0 . 8 倍に引き下げ、ステップ S 4 1 に戻る。これによって、異常が検出される可能性 (警報が発報される可能性) を更に高めることができる。

【 0 0 6 5 】

9 . 実施形態の効果

以上説明したとおり、本実施形態に係る斜面異常検知モデルの生成方法では、正常時の斜面の監視画像を教師データとした情報処理モデル 1 6 2 の学習処理を斜面のエリアごとに行い、エリアごとの斜面異常検知モデル M 1 ~ M 5 0 を生成する。このようにして生成されたエリアごとの斜面異常検知モデル M 1 ~ M 5 0 は、少なくとも 1 つのエリアの変位を伴う斜面異常を確実に検知することが可能であり、しかも、斜面異常以外の環境変化の影響を受けにくい。しかも、各エリアの教師データには、各エリアの少なくとも 1 2 か月分の正常時の監視画像が含まれるので、1 2 か月以内に生じ得る環境変化の影響を確実に排除することができる。

【 0 0 6 6 】

具体的に、本運用前における教師データのサンプリング期間である 1 2 か月の間には、太陽の位置の変化、月の満ち欠け、天候の変化、季節による植物の変化、野生動物の行動などの各種の環境変化が生じているので、これらの環境変化の影響を確実に排除することができる。例えば、監視対象となる斜面の或るエリアに例えば図 9 (A) のような樹木が生えていた場合を想定すると、樹木の成長による葉の量の変化 (図 9 (B))、時間帯の変化 (図 9 (C))、風雨による枝の揺れ (図 9 (D))、野生動物の映り込み (図 9 (E)) などが生じて、本実施形態の斜面監視システム 1 が誤警報を発報することはない。一方、樹木の位置の変化 (図 9 (F)) が生じた場合には、本実施形態の斜面監視システム 1 が異常を検知して直ちに警報を発報する。

【 0 0 6 7 】

そして、本実施形態に係る斜面監視システム 1 は、斜面のエリア A j の監視画像を斜面異常検知モデル M j へ入力したときの差分データ M A E j が正常範囲の上限値 T j 以下に収まっているか否かによりエリア A j の異常の有無を検知するので、ハードウェアとして、斜面を視野に収めた監視カメラ 1 1 と、斜面異常検知モデル M j を動かすコンピュータとを準備できれば、斜面に計測器又は標識を設定する必要がない。

したがって、本実施形態に係る斜面監視システム 1 によれば、シンプルなハードウェア構成で高精度に斜面の異常を検知することができる。

【 0 0 6 8 】

1 0 . 変形例

1 0 - 1 . 情報処理モデルの変形例

10

20

30

40

50

上述した情報処理モデル162としては、例えば敵対的生成ネットワーク(GAN)を用いることもできる。敵対的生成ネットワークは、入力画像から生成される偽画像を出力画像として出力するジェネレータ(生成器)と、出力画像の真偽を判別するディスクリミネータ(判別器)とを含むニューラルネットワークモデルである。この敵対的生成ネットワークの学習処理では、誤判別の確率を高めるためのジェネレータのパラメータ調整と、誤判別の確率を抑えるためのディスクリミネータのパラメータ調整とを繰り返すことにより、ジェネレータ及びディスクリミネータのパラメータを収束させる。これによって、ジェネレータのパラメータが特定され、ジェネレータの入力画像と出力画像の差分データの正常範囲の上限値が特定される。そして、正常範囲の上限値T及びパラメータの特定された学習済みのジェネレータが斜面異常検知モデルMとして保存される。

10

なお、本実施形態では、エリアごとの斜面異常検知モデルM1~M50を生成する必要があるため、敵対的生成ネットワークに対する監視画像の入力、敵対的生成ネットワークの学習、上限値Tの特定、及びパラメータの決定は、エリアごとに行われる。

【0069】

10-2. 機能分担の変形例

上述した実施形態又は変形例における機能分担は上述したものに限定されることはなく、斜面監視装置10の機能の一部は斜面監視サーバ100の側に搭載されてもよいし、斜面監視サーバ100の機能の一部又は全部は斜面監視装置10の側に搭載されてもよい。

例えば、上述した実施形態又は変形例では、斜面監視システム1に属するコンピュータ(斜面監視サーバ100の制御部15)が斜面異常検知モデルの生成処理を実行したが、この斜面異常検知モデルの生成処理を斜面監視システム1以外のコンピュータが実行してもよい。

20

但し、斜面異常検知モデルM1~M50の搭載先は、上述した実施形態又は変形例のように斜面監視装置10の側であるほうが好ましい。なぜなら、異常が生じてから異常を検知するまでのディレイ時間(=監視画像の転送にかかる時間)を抑えることができると考えられる。

【0070】

10-3. 数の変形例

上述した実施形態又は変形例の斜面監視システム1では、斜面のエリアの数を50としたが、50以外の数にしてもよい。但し、いずれの数であったとしても、斜面上のエリアのサイズが数メートル×数メートルとなるように分割されることが望ましい。

30

また、上述した実施形態又は変形例の斜面監視システム1では、仮運用の開始タイミングを監視画像の取得開始から3か月後とし、本運用の開始タイミングを仮運用の開始タイミングから9か月後とし、初回の更新のタイミングを本運用の開始タイミングから12か月後としたが、これらのタイミングについては適宜に変更することが可能である。

また、上述した実施形態又は変形例の斜面監視システム1では、更新処理の頻度を12か月に1回の頻度としたが、監視の精度をなるべく高くする必要がある場合には、更新処理の頻度を12か月に1回の頻度より高くしてもよいし、監視の精度を高くする必要がない場合には、更新処理の頻度を12か月に1回の頻度より低くしてもよい。

また、上述した正常範囲調整処理(図8)では、危険度のレベルが「中」のときに上限値Tを0.9倍に引下げ、危険度のレベルが「高」のときに上限値Tを0.8倍に引下げたが、これらの倍率については適宜に変更することが可能である。

40

また、上述した正常範囲調整処理(図8)では、危険度のレベルを「低」、「中」、「高」の3段階に設定したが、2段階又は4段階以上としてもよい。

また、上述した実施形態又は変形例では、入力画像と出力画像の差分データとして平均絶対値誤差MAEを用いたが、入力画像と出力画像の差異を反映した別の指標を用いてもよい。

また、上述した実施形態又は変形例の斜面監視システム1では、気象サーバ3から取込まれる気象データとして、10分に1回の頻度で公開・更新される1kmメッシュごとの降水量を用いたが、斜面の累加雨量を求めることが可能な他の気象データを用いてもよい

50

。

また、上述した実施形態又は変形例の斜面監視システム 1 では、正常範囲の大きさ（上限値 T 1 ~ T 5 0 の大きさ）に反映させる気象データとして、斜面の累加雨量を用いたが、当該斜面に土砂災害が生ずる可能性を示す他の気象データを用いてもよい。

【 0 0 7 1 】

1 0 - 4 . その他

本発明は上述した実施形態又は変形例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で構成要素を適宜変形して具体化できる。また、各実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。

【符号の説明】

【 0 0 7 2 】

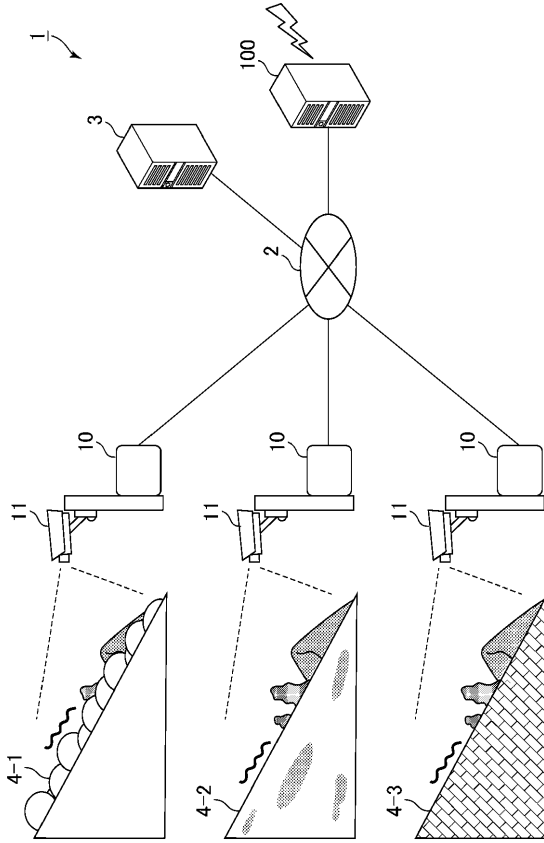
- 1 斜面監視システム
- 1 0 斜面監視装置
- 1 0 0 斜面監視サーバ
- 1 1 監視カメラ
- 1 2 制御部
- 1 2 1 画像取込部
- 1 2 2 モデル管理部
- 1 2 3 判別部
- 1 3 記憶部
- 1 3 1 斜面監視プログラム
- 1 4 通信部
- 1 5 制御部
- 1 5 1 気象データ取込部
- 1 5 2 正常範囲調整部
- 1 5 3 通知部
- 1 5 5 学習・更新部
- 1 6 記憶部
- 1 6 1 斜面監視プログラム
- 1 6 2 情報処理モデル
- 1 6 3 監視画像の履歴
- 1 6 4 差分データの履歴
- 1 7 通信インタフェースなどの通信部
- 2 通信ネットワーク
- 3 気象サーバ
- 4 - 1 ~ 4 - 3 斜面
- A 1 ~ A 5 0 エリア
- T 1 ~ T 5 0 正常範囲の上限値
- M 1 ~ M 5 0 斜面異常検知モデル

10

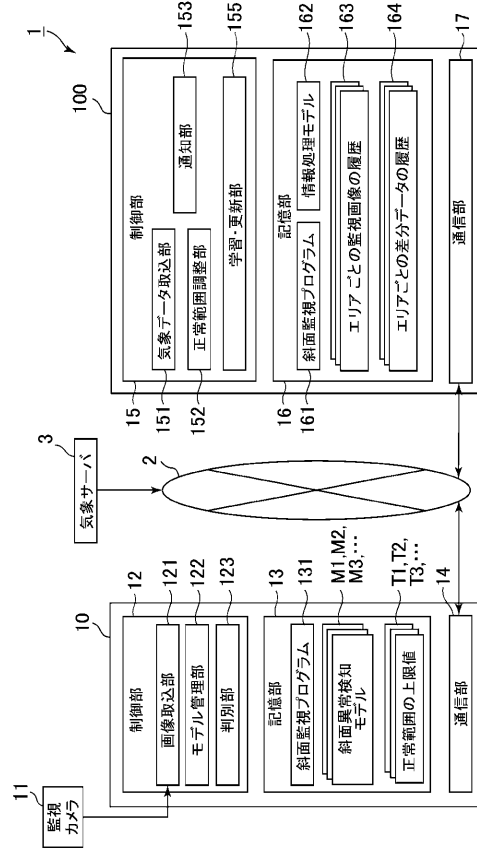
20

30

【図1】



【図2】



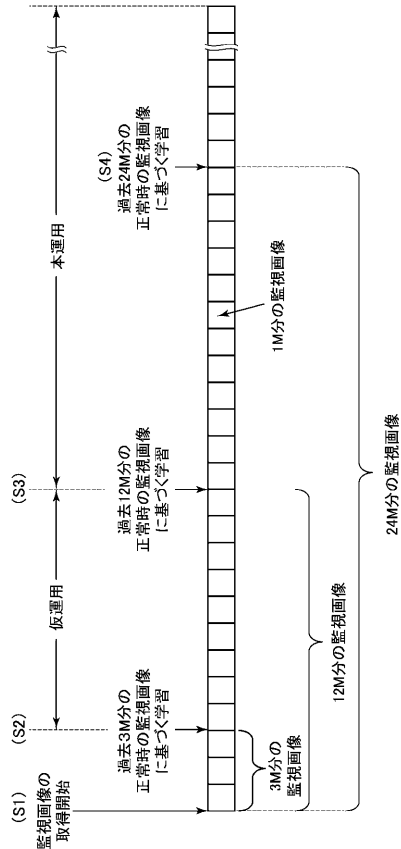
【図3】

監視カメラの視野

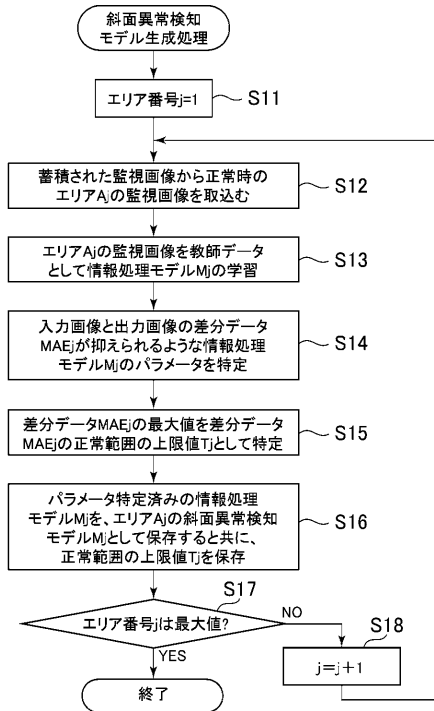
A1	A2	A3	A4	A5	A26	A27	A28	A29	A30
A6	A7	A8	A9	A10	A31	A32	A33	A34	A35
A11	A12	A13	A14	A15	A36	A37	A38	A39	A40
A16	A17	A18	A19	A20	A41	A42	A43	A44	A45
A21	A22	A23	A24	A25	A46	A47	A48	A49	A50

監視カメラの視野

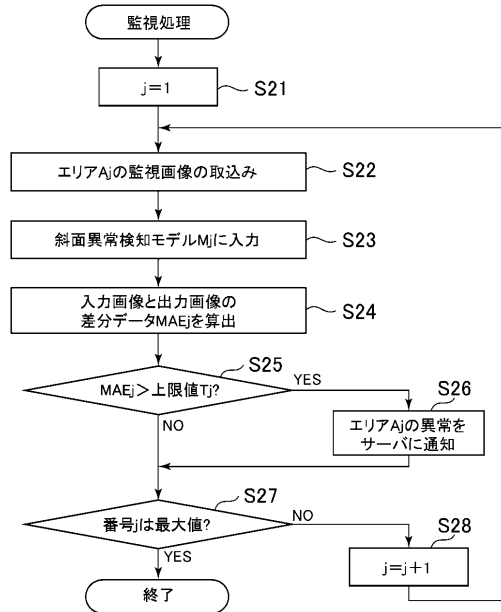
【図4】



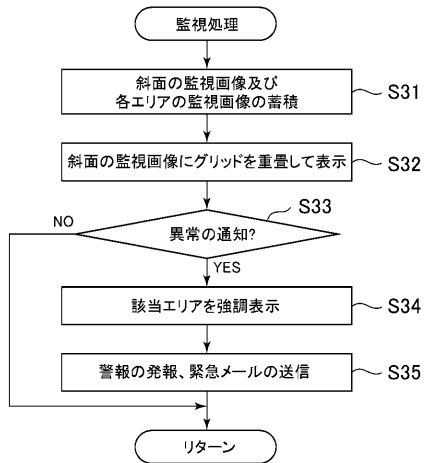
【 図 5 】



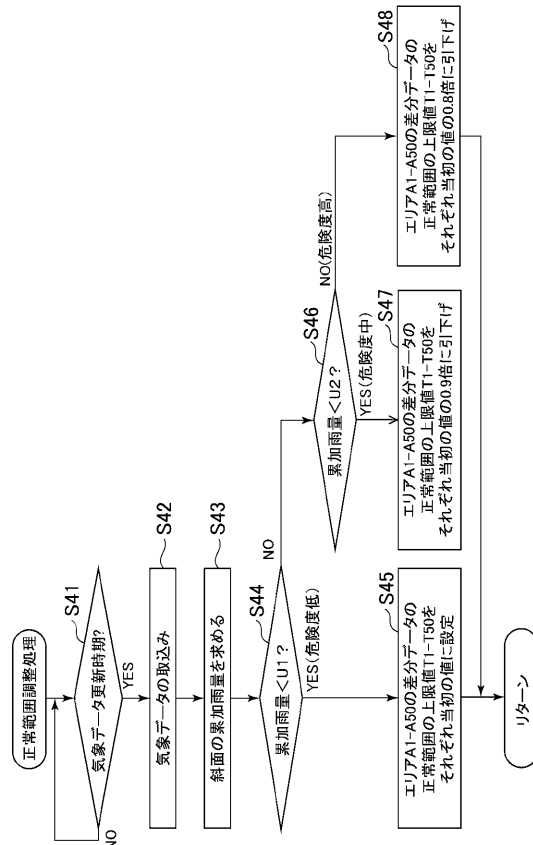
【 図 6 】



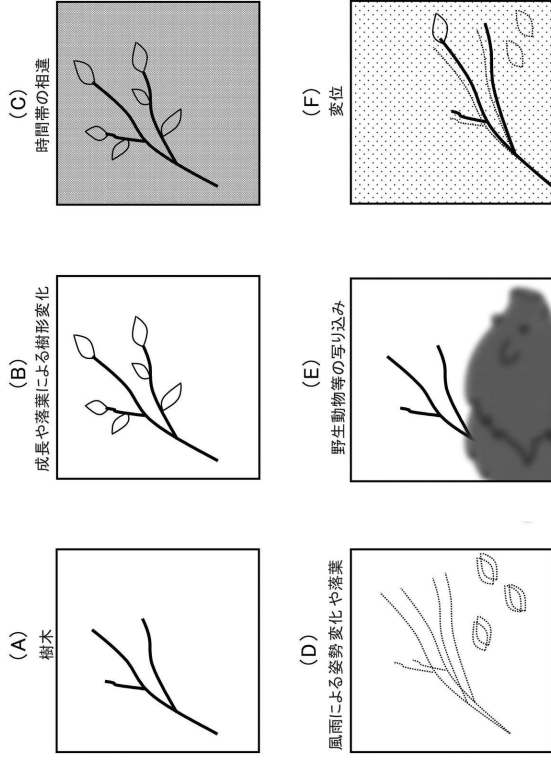
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5L096 BA02 DA03 HA11 KA04