

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7464281号
(P7464281)

(45)発行日 令和6年4月9日(2024.4.9)

(24)登録日 令和6年4月1日(2024.4.1)

(51)国際特許分類	F I	
G 0 8 B 13/00 (2006.01)	G 0 8 B 13/00	
G 0 8 B 21/00 (2006.01)	G 0 8 B 21/00	
G 0 8 B 23/00 (2006.01)	G 0 8 B 23/00	
G 0 8 B 25/00 (2006.01)	G 0 8 B 25/00	
H 0 4 N 7/18 (2006.01)	H 0 4 N 7/18	D
請求項の数 9 (全23頁)		

(21)出願番号	特願2020-570258(P2020-570258)	(73)特許権者	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(86)(22)出願日	平成31年2月6日(2019.2.6)	(74)代理人	100103894 弁理士 家入 健
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/004217	(72)発明者	小島 崇 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(87)国際公開番号	WO2020/161823	合議体	
(87)国際公開日	令和2年8月13日(2020.8.13)	審判長	千葉 輝久
審査請求日	令和3年7月21日(2021.7.21)	審判官	猪瀬 隆広
審判番号	不服2023-3123(P2023-3123/J1)	審判官	稲葉 崇
審判請求日	令和5年2月24日(2023.2.24)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光ファイバセンシングシステム、監視装置、監視方法、及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

光ファイバを含むケーブルと、
前記ケーブルに含まれる少なくとも1つの光ファイバから、監視対象の状態に応じた振動パターンを有する散乱光を受信する受信部と、
前記散乱光が有する振動パターンに基づいて、前記監視対象の位置を特定し、特定された位置の位置変動に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定する監視部と、
を備え、
前記監視部は、前記散乱光が有する振動パターンに基づいて、前記監視対象の行動を特定する、

光ファイバセンシングシステム。

【請求項2】

ケーブルに含まれる少なくとも1つの光ファイバから、監視対象の状態に応じた振動パターンを有する散乱光を受信する受信部と、
前記散乱光が有する振動パターンに基づいて、前記監視対象の位置を特定し、特定された位置の位置変動に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定する監視部と、
を備え、
前記監視部は、前記散乱光が有する振動パターンに基づいて、前記監視対象の行動を特定する、

監視装置。

【請求項 3】

前記監視部は、前記散乱光が有する振動パターン及び前記監視対象を撮影可能なカメラが撮影したカメラ画像に基づいて、前記監視対象の位置を特定し、特定された位置の位置変動に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定する、

請求項 2 に記載の監視装置。

【請求項 4】

前記監視部は、

前記監視対象が前記カメラの撮影可能エリアの内部にいるときは、前記カメラ画像に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定し、

前記監視対象が前記撮影可能エリアの外部にいるときは、前記散乱光が有する振動パターンに基づいて、前記監視対象の軌跡を特定する、

請求項 3 に記載の監視装置。

10

【請求項 5】

前記監視部は、前記監視対象が前記カメラの撮影可能エリアの内部にいるときは、前記カメラ画像に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定し、前記散乱光が有する振動パターンに基づいて、前記監視対象の行動を特定する、

請求項 3 に記載の監視装置。

【請求項 6】

前記監視対象は、人であり、

前記監視部は、複数の方がいる場合、前記散乱光が有する振動パターンに基づいて、前記複数の人の各々について行動を特定し、前記複数の人の各々の行動に基づいて、前記複数の人の中から前記監視対象を決定する、

請求項 3 から 5 のいずれか 1 項に記載の監視装置。

20

【請求項 7】

前記監視対象は、人であり、

前記監視部は、複数の方がいる場合、前記カメラ画像に基づいて、前記複数の人の各々について顔認証を行い、前記複数の人の各々の顔認証の結果に基づいて、前記複数の人の中から前記監視対象を決定する、

請求項 3 から 5 のいずれか 1 項に記載の監視装置。

【請求項 8】

監視装置による監視方法であって、

ケーブルに含まれる少なくとも 1 つの光ファイバから、監視対象の状態に応じた振動パターンを有する散乱光を受信するステップと、

前記散乱光が有する振動パターンに基づいて、前記監視対象の位置を特定し、特定された位置の位置変動に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定する特定ステップと、

を含み、

前記特定ステップでは、前記散乱光が有する振動パターンに基づいて、前記監視対象の行動を特定する、

監視方法。

【請求項 9】

コンピュータに、

ケーブルに含まれる少なくとも 1 つの光ファイバから、監視対象の状態に応じた振動パターンを有する散乱光を受信する手順と、

前記散乱光が有する振動パターンに基づいて、前記監視対象の位置を特定し、特定された位置の位置変動に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定する特定手順と、

を実行させるためのプログラムであり、

前記特定手順では、前記散乱光が有する振動パターンに基づいて、前記監視対象の行動を特定する、

プログラム。

30

40

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】**【0001】**

本開示は、光ファイバセンシングシステム、監視装置、監視方法、及びコンピュータ可読媒体に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、監視対象（主に人）の監視は、カメラで行うことが多い。

例えば、特許文献1には、異常発生地点が特定されると、複数のカメラのうち、その地点を撮影可能なカメラを選択し、選択されたカメラの撮影方向を決定し、決定された撮影方向を向くように、カメラを旋回制御する技術が開示されている。

10

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【文献】特開2005-136774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、カメラで監視する監視エリアは、カメラを配置したエリアに限られる。また、特にカメラ画像の画像認識を可能とするために、カメラに高解像度が要求されるような場合には、カメラ1台辺りの監視エリアをより絞ったカメラ配置が必要となる。ここで、例えば、国境や空港周辺のように広域な監視エリアをカメラで監視する場合に、広域な監視エリアを全て網羅すべくカメラを配置すると、カメラの数も膨大となり、監視費用も膨大なものとなる。

20

【0005】

そこで本開示の目的は、上述した課題を解決し、監視対象の連続的な追跡が可能なシステムを構築することができる光ファイバセンシングシステム、監視装置、監視方法、及びコンピュータ可読媒体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

一態様による光ファイバセンシングシステムは、

光ファイバを含むケーブルと、

前記ケーブルに含まれる少なくとも1つの光ファイバから、監視対象の状態に応じたパターンを有する光信号を受信する受信部と、

前記光信号が有するパターンに基づいて、前記監視対象の位置を特定し、特定された位置の位置変動に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定する監視部と、

を備える。

30

【0007】

一態様による監視装置は、

ケーブルに含まれる少なくとも1つの光ファイバから、監視対象の状態に応じたパターンを有する光信号を受信する受信部と、

前記光信号が有するパターンに基づいて、前記監視対象の位置を特定し、特定された位置の位置変動に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定する監視部と、

を備える。

40

【0008】

一態様による監視方法は、

ケーブルに含まれる少なくとも1つの光ファイバから、監視対象の状態に応じたパターンを有する光信号を受信し、

前記光信号が有するパターンに基づいて、前記監視対象の位置を特定し、特定された位置の位置変動に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定する。

【0009】

50

一態様による非一時的なコンピュータ可読媒体は、
 コンピュータに、
 ケーブルに含まれる少なくとも1つの光ファイバから、監視対象の状態に応じたパターンを有する光信号を受信する手順と、
 前記光信号が有するパターンに基づいて、前記監視対象の位置を特定し、特定された位置の位置変動に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定する手順と、
 を実行させるためのプログラムが格納される。

【発明の効果】

【0010】

上述の態様によれば、監視対象の連続的な追跡が可能なシステムを構築することができる光ファイバセンシングシステム、監視装置、監視方法、及びコンピュータ可読媒体を提供できるという効果が得られる。

10

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施の形態1に係る光ファイバセンシングシステムの構成例を示す図である。

【図2】実施の形態1に係る光ファイバ検知部により取得される振動データの例を示す図である。

【図3】実施の形態1に係る光ファイバ検知部により取得される振動データを時系列に並べた例を示す図である。

【図4】実施の形態1に係る監視部が監視対象の追跡を行う例を示す図である。

20

【図5】実施の形態1に係る監視装置を実現するコンピュータのハードウェア構成の例を示すブロック図である。

【図6】実施の形態1に係る光ファイバセンシングシステムの動作フローの例を示すフロー図である。

【図7】実施の形態1に係る監視部の具体的な動作の例を示す図である。

【図8】実施の形態2に係る光ファイバセンシングシステムの構成例を示す図である。

【図9】実施の形態2に係る監視部が監視対象の追跡を行う例を示す図である。

【図10】実施の形態2に係る監視部が監視対象の追跡を行う他の例を示す図である。

【図11】実施の形態2に係る監視部が監視対象の追跡を行うさらに他の例を示す図である。

30

【図12】実施の形態2に係る光ファイバセンシングシステムの動作フローの例を示すフロー図である。

【図13】実施の形態3に係る光ファイバセンシングシステムの構成例を示す図である。

【図14】実施の形態3に係る表示部による監視対象の追跡結果の表示例を示す図である。

【図15】実施の形態3に係る表示部による監視対象の追跡結果の他の表示例を示す図である。

【図16】実施の形態3に係る表示部による監視対象の追跡結果のさらに他の表示例を示す図である。

【図17】実施の形態3に係る表示部による監視対象の追跡結果のさらに他の表示例を示す図である。

40

【図18】実施の形態3に係る表示部による監視対象の追跡結果のさらに他の表示例を示す図である。

【図19】実施の形態3に係る表示部による監視対象の追跡結果のさらに他の表示例を示す図である。

【図20】実施の形態3に係る表示部による監視対象の追跡結果のさらに他の表示例を示す図である。

【図21】実施の形態3に係る光ファイバセンシングシステムの動作フローの例を示すフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

50

以下、図面を参照して本開示の実施の形態について説明する。

<実施の形態 1 >

<実施の形態 1 の構成 >

まず、図 1 を参照して、本実施の形態 1 に係る光ファイバセンシングシステムの構成について説明する。なお、本実施の形態 1 では、監視対象がフェンス 10 及びその周辺にいる人であるものとして説明するが、監視対象はこれに限定されるものではない。

【0013】

図 1 に示されるように、本実施の形態 1 に係る光ファイバセンシングシステムは、フェンス 10 及びその周辺にいる監視対象を追跡するものであり、光ファイバケーブル 20 及び監視装置 30 を備えている。また、監視装置 30 は、光ファイバ検知部 31 及び監視部 32 を備えている。なお、光ファイバ検知部 31 は、受信部の一例である。

10

【0014】

光ファイバケーブル 20 は、1 以上の光ファイバを被覆して構成されるケーブルであり、気中のフェンス 10 及びフェンス 10 周辺の地中に一続きで敷設され、両端が光ファイバ検知部 31 に接続されている。図 1 では、光ファイバケーブル 20 は、気中に敷設された部分は実線で示され、地中に敷設された部分は点線で示されている。ただし、図 1 に示される光ファイバケーブル 20 の敷設方法は、一例であって、これに限定されるものではない。例えば、光ファイバケーブル 20 は、光ファイバセンシング（後述のパターン検知に基づく監視対象の追跡）を行う光ファイバセンシングエリア AR 1 内に、気中又は地中であるかを問わず、網羅的に敷設されていれば良い。

20

【0015】

光ファイバ検知部 31 は、光ファイバケーブル 20 に含まれる少なくとも 1 つの光ファイバにパルス光を入射する。また、光ファイバ検知部 31 は、パルス光が光ファイバを伝送されることに伴い発生した反射光や散乱光を、同じ光ファイバを経由して、戻り光として受信する。図 1 では、光ファイバ検知部 31 は、時計回りの方向にパルス光を入射し、時計回りの方向から、このパルス光に対する戻り光を受信すると共に、反時計回りの方向にパルス光を入射し、反時計回りの方向から、このパルス光に対する戻り光を受信する。そのため、光ファイバ検知部 31 は、2 方向から戻り光を受信している。

【0016】

フェンス 10 及びその周辺で振動が発生すると、その振動は光ファイバによって伝送される戻り光に重畳される。そのため、光ファイバ検知部 31 は、受信された戻り光に基づいて、フェンス 10 及びその周辺で発生した振動を検知することが可能である。また、光ファイバ検知部 31 は、光ファイバにパルス光を入射してから、振動が重畳された戻り光が受信されるまでの時間に基づいて、その振動が発生した位置（光ファイバ検知部 31 からの距離）も検知することが可能である。

30

【0017】

例えば、光ファイバ検知部 31 は、受信された戻り光を分散型振動センサ（Distributed Vibration Sensor）で検知することにより、フェンス 10 及びその周辺で発生した振動及びその振動が発生した位置を検知し、フェンス 10 及びその周辺で発生した振動の振動データを取得することが可能である。例えば、図 2 は、フェンス 10 及びその周辺で発生した振動の振動データの例を示しており、横軸は、位置（光ファイバ検知部 31 からの距離）、縦軸は、時間経過を示している。図 2 に示される例では、光ファイバ検知部 31 から約 400 m 離れた位置に振動が発生している。

40

【0018】

ここで、光ファイバ検知部 31 で検知された、フェンス 10 及びその周辺で発生した振動の振動データは、フェンス 10 及びその周辺にいる人の状態に応じて、振動の強弱、振動位置、振動数の変動の推移等が異なる固有パターンを有している。

【0019】

そのため、監視部 32 は、振動データが有する固有パターンの動的変化を分析することにより、フェンス 10 及びその周辺にいる監視対象の位置を特定することが可能となり、

50

また、その人の位置変動を分析することにより、その人の軌跡を特定することが可能となる。また、監視部 3 2 は、上記で特定された監視対象の軌跡に基づいて、監視対象が次に移動する位置を予測しても良い。

【 0 0 2 0 】

さらに、監視部 3 2 は、振動データが有する固有パターンの動的変化を分析することにより、フェンス 1 0 及びその周辺にいる監視対象が、上記で特定された位置で取った行動を特定することも可能となる。フェンス 1 0 及びその周辺にいる人の行動としては、例えば、以下が考えられる。

- (1) フェンス 1 0 を掴んで揺らす
- (2) フェンス 1 0 を叩く
- (3) フェンス 1 0 をよじ登る
- (4) フェンス 1 0 に梯子を掛けて、梯子を登る
- (5) フェンス 1 0 周辺をうろつく
- (6) フェンス 1 0 周辺に穴を掘る
- (7) フェンス 1 0 周辺で発砲する
- (8) フェンス 1 0 周辺に物を置く

10

【 0 0 2 1 】

例えば、監視対象がフェンス 1 0 を叩きながら移動し、最終的にフェンス 1 0 周辺に穴を掘っていることを示す振動データは、図 3 のようになる。図 3 に示される振動データは、図 2 に示される振動データと同様の振動データを、時系列に縦方向に並べたものである。

20

【 0 0 2 2 】

ここで、監視部 3 2 において、フェンス 1 0 及びその周辺で発生した振動の振動データに基づいて、フェンス 1 0 及びその周辺にいる監視対象の行動を特定する方法としては、例えば、パターンマッチングを利用する方法が挙げられる。以下、パターンマッチングの一例を説明する。

【 0 0 2 3 】

監視部 3 2 は、例えば、フェンス 1 0 及びその周辺で人が上述の (1) ~ (8) の行動をしたときに発生した振動の振動データが有する固有パターンを、事前に学習しておく。学習方法としては、機械学習が考えられるが、これには限定されない。

【 0 0 2 4 】

監視部 3 2 は、フェンス 1 0 及びその周辺にいる監視対象の行動を特定する場合、まず、光ファイバ検知部 3 1 から振動データを取得する。そして、監視部 3 2 は、光ファイバ検知部 3 1 から取得された振動データが有するパターンと、事前に学習された振動データが有するパターンと、のパターンマッチングを行うことで、フェンス 1 0 及びその周辺にいる監視対象の行動を特定する。

30

【 0 0 2 5 】

また、フェンス 1 0 及びその周辺で発生した音及び温度も、光ファイバによって伝送される戻り光に重畳される。そのため、光ファイバ検知部 3 1 は、受信された戻り光に基づいて、フェンス 1 0 及びその周辺で発生した音及び温度も検知することが可能である。

【 0 0 2 6 】

例えば、光ファイバ検知部 3 1 は、受信された戻り光を分散型音響センサ (Distributed Acoustic Sensor) 及び分散型温度センサ (Distributed Temperature Sensor) で検知することにより、フェンス 1 0 及びその周辺で発生した音及び温度を検知し、フェンス 1 0 及びその周辺で発生した音及び温度の音響データ及び温度データを取得することが可能である。その他にも、光ファイバ検知部 3 1 は、フェンス 1 0 及びその周辺で発生した歪み・応力を検知し、歪み・応力データを取得することも可能である。また、上述の音響データ、温度データ、及び歪み・応力データも、フェンス 1 0 及びその周辺にいる監視対象の状態に応じた固有パターンを有している。

40

【 0 0 2 7 】

そのため、監視部 3 2 は、フェンス 1 0 及びその周辺に発生した振動の固有パターンだ

50

けでなく、音、温度、歪み・応力等の固有パターンを含む、複合的な固有パターンの動的变化を分析することにより、さらに高精度に人の軌跡及び行動を特定することが可能になると共に、さらに複雑な人の行動を特定することが可能となる。

【 0 0 2 8 】

ここで、本実施の形態 1 において、監視部 3 2 が監視対象の追跡を行う例について、説明する。

例えば、図 4 に示されるように、光ファイバセンシングエリア A R 1 内を監視対象が移動したとする。この場合、監視部 3 2 は、光ファイバ検知部 3 1 で受信された戻り光が有するパターンに基づいて、監視対象が移動した各位置を特定し、さらに、特定された位置の位置変動に基づいて、監視対象の軌跡を特定する。さらに、監視部 3 2 は、戻り光が有するパターンに基づいて、監視対象が、上記で特定された位置で取った行動も特定する。

10

【 0 0 2 9 】

続いて以下では、図 5 を参照して、監視装置 3 0 を実現するコンピュータ 6 0 のハードウェア構成について説明する。

図 5 に示されるように、コンピュータ 6 0 は、プロセッサ 6 0 1、メモリ 6 0 2、ストレージ 6 0 3、入出力インタフェース（入出力 I / F）6 0 4、及び通信インタフェース（通信 I / F）6 0 5 等を備える。プロセッサ 6 0 1、メモリ 6 0 2、ストレージ 6 0 3、入出力インタフェース 6 0 4、及び通信インタフェース 6 0 5 は、相互にデータを送受信するためのデータ伝送路で接続されている。

【 0 0 3 0 】

プロセッサ 6 0 1 は、例えば C P U（Central Processing Unit）や G P U（Graphics Processing Unit）等の演算処理装置である。メモリ 6 0 2 は、例えば R A M（Random Access Memory）や R O M（Read Only Memory）等のメモリである。ストレージ 6 0 3 は、例えば H D D（Hard Disk Drive）、S S D（Solid State Drive）、またはメモリカード等の記憶装置である。また、ストレージ 6 0 3 は、R A M や R O M 等のメモリであっても良い。

20

【 0 0 3 1 】

ストレージ 6 0 3 は、監視装置 3 0 が備える光ファイバ検知部 3 1 及び監視部 3 2 の機能を実現するプログラムを記憶している。プロセッサ 6 0 1 は、これら各プログラムを実行することで、光ファイバ検知部 3 1 及び監視部 3 2 の機能をそれぞれ実現する。ここで、プロセッサ 6 0 1 は、上記各プログラムを実行する際、これらのプログラムをメモリ 6 0 2 上に読み出してから実行しても良いし、メモリ 6 0 2 上に読み出さずに実行しても良い。また、メモリ 6 0 2 やストレージ 6 0 3 は、光ファイバ検知部 3 1 及び監視部 3 2 が保持する情報やデータを記憶する役割も果たす。

30

【 0 0 3 2 】

また、上述したプログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体（non-transitory computer readable medium）を用いて格納され、コンピュータ（コンピュータ 6 0 を含む）に供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体（tangible storage medium）を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体（例えば、フレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ）、光磁気記録媒体（例えば、光磁気ディスク）、C D - R O M（Compact Disc-ROM）、C D - R（CD-Recordable）、C D - R / W（CD-ReWritable）、半導体メモリ（例えば、マスク R O M、P R O M（Programmable ROM）、E P R O M（Erasable PROM）、フラッシュ R O M、R A M を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体（transitory computer readable medium）によってコンピュータに供給されても良い。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

40

【 0 0 3 3 】

50

入出力インタフェース604は、表示装置6041や入力装置6042等と接続される。表示装置6041は、LCD(Liquid Crystal Display)やCRT(Cathode Ray Tube)ディスプレイのような、プロセッサ601により処理された描画データに対応する画面を表示する装置である。入力装置6042は、オペレータの操作入力を受け付ける装置であり、例えば、キーボード、マウス、及びタッチセンサ等である。表示装置6041及び入力装置6042は一体化され、タッチパネルとして実現されていても良い。なお、コンピュータ60は、分散型振動センサ等の不図示のセンサを備え、このセンサを入出力インタフェース604に接続した構成であっても良い。

【0034】

通信インタフェース605は、外部の装置との間でデータを送受信する。例えば、通信インタフェース605は、有線通信路または無線通信路を介して外部装置と通信する。

【0035】

<実施の形態1の動作>

以下、図6を参照して、本実施の形態1に係る光ファイバセンシングシステムの動作フローについて説明する。

【0036】

図6に示されるように、まず、光ファイバ検知部31は、光ファイバケーブル20に含まれる少なくとも1つの光ファイバにパルス光を入射し、パルス光を入射した光ファイバと同じ光ファイバから、フェンス10及びその周辺にいる監視対象の状態に応じたパターンを有する戻り光を受信する(ステップS11)。

【0037】

その後、監視部32は、戻り光が有するパターンに基づいて、監視対象の位置を特定し、特定された位置の位置変動に基づいて、監視対象の軌跡を特定する(ステップS12)。このとき、監視部32は、戻り光が有するパターンに基づいて、監視対象が、上記で特定された位置で取った行動を、さらに特定しても良い。

【0038】

以下、図7を参照して、本実施の形態1に係る監視部32の具体的な動作について説明する。なお、図7は、振動データに基づいて監視対象を追跡する例である。

図7の例では、複数のポイント(P1~P3)で振動パターンが発生している。そのため、監視部32は、複数のポイント(P1~P3)で振動パターンを検知し、振動パターンが検知された位置の位置変動に基づいて、監視対象の軌跡を特定する。ただし、軌跡の特定方法はこれには限定されない。

【0039】

例えば、監視部32は、複数のポイント(P1~P3)で検知された振動パターンを複合的にマッチング・解析して監視対象の軌跡を特定しても良い。複合的なマッチング・解析には、例えば、複数のポイント(P1~P3)をひとまとまりのパターンと捉え、モデル(例えば人物の歩行を表すパターン)とマッチングする処理を含む。

【0040】

また、監視部32は、それぞれのポイントにおける変動を解析して、追跡している監視対象の固有パターンを特定し、監視対象を特定しつつ追跡を実施しても良い。その場合、例えば、監視部32は、P1、P2で特定した人物行動の固有パターンをP3で検出するようにパターンマッチングを実施することで、P1~P3が同一の人物による振動パターンであることを特定し、移動軌跡を特定しても良い。

【0041】

また、図7の例では、P1~P3が近接しているが、例えば、ポイントP3がP1、P2点から離れており連続的に検知できないような場合がある。その場合、例えば、監視部32は、P1~P2の検出結果から、監視対象の移動方向、移動速度等を特定し、P3のあたりでのパターン解析を予測して実施しても良い。このとき、監視部32は、ポイントが変動した時間とポイント間の距離との関係から移動速度を特定しても良い。

【0042】

10

20

30

40

50

<実施の形態 1 の効果>

上述したように本実施の形態 1 によれば、監視装置 30 は、光ファイバケーブル 20 に含まれる少なくとも 1 つの光ファイバから受信した戻り光が有する監視対象の状態に応じたパターンに基づいて、監視対象の位置を特定し、特定された位置の位置変動に基づいて、監視対象の軌跡を特定する。そのため、広範な監視エリアであっても、監視エリアに網羅的に光ファイバケーブル 20 を敷設することで、監視対象の連続的な追跡が可能である。また、光ファイバケーブル 20 は、安価であり、敷設も容易である。よって、監視対象の連続的な追跡が可能なシステムを、安価かつ容易に構築することができる。

【0043】

また、本実施の形態 1 によれば、監視装置 30 は、戻り光が有するパターンに基づいて、監視対象が取った軌跡及び行動を特定する。このようなパターン検知に基づく追跡は、カメラ画像に基づく追跡と比較して、以下の利点がある。

- ・物陰等のカメラの死角ポイントにおける監視対象の軌跡及び行動も、途切れることなく追跡することが可能である。

- ・カメラにハレーションが発生し、カメラ画像に監視対象が映らない場合でも、監視対象の軌跡及び行動を追跡することが可能である。

- ・カメラで撮影されないような行動（例えば、顔を隠す、カメラの死角ポイントに移動する）をしている監視対象の軌跡及び行動も追跡することが可能である。

【0044】

また、本実施の形態 1 によれば、監視装置 30 は、上述のように、戻り光が有するパターンに基づいて、監視対象が取った行動を特定する。すなわち、監視装置 30 は、例えば、振動の大小といった大まかな基準で行動を特定する（例えば、振動が大、振動数が高で、行動を特定する）のではなく、戻り光の変化を動的に（例えば、振動の強弱の変化の推移等）パターン分析することで、監視対象の行動を特定する。そのため、監視対象の行動を高精度に特定することが可能である。

【0045】

また、本実施の形態 1 によれば、光ファイバをセンサとして用いる光ファイバセンシング技術を利用する。そのため、電磁ノイズの影響を受けない、センサへの給電が不要になる、環境耐性に優れる、メンテナンスが容易になる等の利点が得られる。

【0046】

<実施の形態 2 >

<実施の形態 2 の構成>

まず、図 8 を参照して、本実施の形態 2 に係る光ファイバセンシングシステムの構成について説明する。なお、本実施の形態 2 でも、上述した実施の形態 1 と同様に、監視対象がフェンス 10 及びその周辺にいる人であるものとして説明するが、監視対象はこれに限定されるものではない。

【0047】

図 8 に示されるように、本実施の形態 2 に係る光ファイバセンシングシステムは、上述した実施の形態 1 と比較して、カメラ 40 が追加されている。なお、図 8 においては、カメラ 40 が 1 台だけ設けられているが、カメラ 40 は複数台設けても良い。

【0048】

カメラ 40 は、フェンス 10 及びその周辺を撮影するカメラであり、例えば、固定カメラ、PTZ (Pan Tilt Zoom) カメラ等で実現される。なお、図 8 においては、カメラ 40 で撮影することが可能な撮影可能エリア AR2 は、光ファイバセンシングエリア AR1 の内部に含まれている。ただし、光ファイバセンシングエリア AR1 と撮影可能エリア AR2 の関係はこれに限定されない。例えば、撮影可能エリア AR2 は、光ファイバセンシングエリア AR1 に隣接して、または一部重複して配置されても良い。

【0049】

監視部 32 は、カメラ 40 の設置位置（光ファイバ検知部 31 からの距離、カメラ 40 の設置位置の緯度経度等）、撮影可能エリアを規定する位置（緯度経度等）等を示すカメ

10

20

30

40

50

ラ情報を保持する。また、監視部 3 2 は、上述のように、光ファイバ検知部 3 1 で受信された戻り光が有するパターンに基づいて、監視対象の位置を特定することが可能である。そのため、監視部 3 2 は、撮影可能エリア A R 2 内に監視対象がいることが検知された場合、カメラ 4 0 を制御する。例えば、監視部 3 2 は、カメラ 4 0 の角度（方位角、仰角）、ズーム倍率等を制御する。

【 0 0 5 0 】

そのため、監視部 3 2 は、撮影可能エリア A R 2 内に監視対象がいる場合には、カメラ 4 0 で撮影されたカメラ画像の画像認識を行い、監視対象の位置を特定し、特定された位置の位置変動に基づいて、監視対象の軌跡を特定することも可能である。また、監視部 3 2 は、カメラ画像の画像認識を行い、監視対象の行動を特定したり、カメラ画像に写る監視対象の顔認証を行ったりすることも可能である。

10

【 0 0 5 1 】

以下、本実施の形態 2 において、監視部 3 2 が監視対象の追跡を行う例について、具体的に説明する。なお、以下の説明において、カメラ画像に基づく追跡又はカメラ画像に基づく監視対象の追跡とは、カメラ 4 0 で撮影されたカメラ画像に基づいて監視対象の軌跡及び行動を特定することを意味するものとする。また、パターン検知に基づく追跡又はパターン検知に基づく監視対象の追跡とは、光ファイバ検知部 3 1 で受信された戻り光が有するパターンに基づいて監視対象の軌跡及び行動を特定することを意味するものとする。なお、監視部 3 2 は、例えば、検出された監視対象ごとに固有の I D を割り当て、監視対象の位置情報を当該監視対象の I D に対応付けて時系列で記録することで、監視対象の軌跡を記録しても良い。

20

【 0 0 5 2 】

(1) 第 1 の例

図 9 に示されるように、本例は、監視対象が、撮影可能エリア A R 2 の内部から、撮影可能エリア A R 2 の外部に出る例である。

【 0 0 5 3 】

監視部 3 2 は、監視対象が撮影可能エリア A R 2 の内部にいるときは、カメラ画像に基づく監視対象の追跡を行う。このとき、監視部 3 2 は、撮影可能エリア A R 2 の内部にいる特定の人のみを監視対象として追跡しても良い。監視対象の追跡のトリガとしては、例えば、以下が考えられる。

30

- ・カメラ画像に写る人がブラックリストに載っている人物と一致すること（顔認証、全身認証、歩容認証等による一致）
- ・カメラ画像に写る人が所定の行動（ふらつき、うろつき、所定時間以上の滞在、物を振り回す、フェンス 1 0 に近づく等）を取っていること
- ・カメラ画像に写る人が特定の服装であったり、特定の所持品を所持していたりしたこと

【 0 0 5 4 】

監視部 3 2 は、監視対象が撮影可能エリア A R 2 の内部から外部に出ると、監視対象の追跡を、カメラ画像に基づく追跡から、パターン検知に基づく追跡に切り替える。例えば、監視部 3 2 は、同一の監視対象の I D について、カメラ画像から特定された位置情報を記録していたのを、パターン検知によって特定された位置情報の記録に切り替える。このとき、監視部 3 2 は、カメラ画像を画像認識して監視対象が撮影可能エリア A R 2 の外部に出る位置を予測し、予測された位置を開始点として、パターン検知に基づく追跡を迅速に開始できるように準備しておいても良い。また、監視部 3 2 は、実際に監視対象が撮影可能エリア A R 2 の外部に出た位置を特定し、特定された位置を開始点として、パターン検知に基づく追跡を開始しても良い。ただし、カメラ画像で特定された位置を、パターン検知に基づく追跡の開始点とするためには、カメラ画像上の位置を、ファイバセンサ上の位置に変換する処理が必要となる。そこで、例えば、監視部 3 2 は、カメラ座標とファイバセンサの座標とを対応づけるテーブルを予め保持し、このテーブルを用いて上述の位置変換をしても良い。また、監視部 3 2 は、カメラ座標と世界座標を対応づけるテーブルと、世界座標とファイバセンサの座標を対応づけるテーブルと、の 2 つのテーブルを予め保

40

50

持し、これらの2つのテーブルを用いて上述の位置変換をしても良い。監視部32は、このようなテーブルを用いることで、カメラ画像に基づく追跡から、パターン検知に基づく追跡に切り替え、監視対象を連続的に追跡する。

【0055】

なお、監視部32は、監視対象が撮影可能エリアAR2の内部にいるときに、カメラ画像に基づく監視対象の追跡と同時に、パターン検知に基づく監視対象の追跡を行っても良い。例えば、監視対象の軌跡は、カメラ画像に基づく追跡によって特定し、監視対象の行動は、パターン検知に基づく追跡によって特定しても良い。また、カメラ画像に基づく追跡及びパターン検知に基づく追跡の両方で、監視対象の位置及び軌跡を特定し、カメラ画像に基づく追跡によって特定された位置情報と、パターン検知に基づく追跡によって特定された位置情報と、の両方を記録しても良い。

10

【0056】

また、監視部32は、カメラ画像に基づく監視対象の追跡と同時に、パターン検知に基づく監視対象の追跡を行う場合、監視対象の行動に応じてカメラ40の制御を変更しても良い。例えば、監視部32は、より緊急度の高い不審行動（例えば、フェンス10周辺に穴を掘る、フェンス10をよじ登る等）が検知された場合、より詳細に顔、人を特定するようにカメラ40のズームアップを行っても良い。また、監視部32は、より緊急度の高い不審行動が検知された場合、撮影可能エリアAR2を複数台のカメラ40で撮影可能であれば、複数台のカメラ40で監視対象を追跡しても良い。また、監視部32は、複数台のカメラ40で監視対象を追跡する場合、複数台のカメラ40のうち少なくとも1台のカメラ40は、監視対象の顔を撮影して、撮影された顔画像を顔認証に活用し、複数台のカメラ40のうち少なくとも1台のカメラ40は、撮影可能エリアAR2全体を撮影することで、撮影された画像を、監視対象の行動監視に活用しても良い。

20

【0057】

(2) 第2の例

図10に示されるように、本例は、監視対象が、撮影可能エリアAR2の外部から、撮影可能エリアAR2の内部に入る例である。

【0058】

監視部32は、監視対象が撮影可能エリアAR2の外部にいるときは、パターン検知に基づく監視対象の追跡を行う。このとき、監視部32は、撮影可能エリアAR2の外部にいる特定の人のみを監視対象として追跡しても良い。監視対象の追跡のトリガとしては、例えば、フェンス10及びその周辺にいる人が、上述の(1)~(8)の行動をしたこと等が考えられる。

30

【0059】

監視部32は、監視対象が撮影可能エリアAR2の外部から内部に入ると、監視対象の追跡を、パターン検知に基づく追跡から、カメラ画像に基づく追跡に切り替える。例えば、監視部32は、同一の監視対象のIDについて、パターン検知によって特定された位置情報を記録していたのを、カメラ画像から特定された位置情報の記録に切り替える。このとき、監視部32は、パターン検知に基づく追跡により監視対象が撮影可能エリアAR2に近づいたことを検知した場合、監視対象がいる方向を特定し、特定された方向にカメラを向ける、さらにズームアップを行う等の制御をしても良い。また、監視部32は、実際に監視対象が撮影可能エリアAR2の内部に入った位置を特定し、特定された位置を開始点として、カメラ画像に基づく追跡を開始しても良い。ただし、パターン検知で特定された位置を、カメラ画像に基づく追跡の開始点とするためには、ファイバセンサ上の位置を、カメラ画像上の位置に変換する処理が必要となる。そこで、例えば、監視部32は、上述の第1の例で説明したテーブルと同様のテーブルを予め保持し、このテーブルを用いて上述の位置変換をしても良い。監視部32は、このようなテーブルを用いることで、パターン検知に基づく追跡から、カメラ画像に基づく追跡に切り替え、監視対象を連続的に追跡する。

40

【0060】

50

なお、監視部 3 2 は、上述の第 1 の例と同様に、監視対象が撮影可能エリア A R 2 の内部にいるときに、カメラ画像に基づく監視対象の追跡と同時に、パターン検知に基づく監視対象の追跡を行っても良い。このときの具体例は、上述の第 1 の例と同様である。

【 0 0 6 1 】

(3) 第 3 の例

図 1 1 に示されるように、本例は、光ファイバセンシングエリア A R 1 の内部や、撮影可能エリア A R 2 の内部に、複数の人がいる場合の例である。

【 0 0 6 2 】

監視部 3 2 は、複数の人がいる場合、複数の人を全て監視対象にするのではなく、特定の人のみを監視対象にしても良い。

例えば、監視部 3 2 は、撮影可能エリア A R 2 の内部に複数の人がいる場合、複数の中のいずれかについて、以下の事象を検知した場合、その人を監視対象に決定することが考えられる。

- ・カメラ画像に写る人がブラックリストに載っている人物と一致すること（顔認証、全身認証、歩容認証等による一致）

- ・カメラ画像に写る人が所定の行動（ふらつき、うろつき、所定時間以上の滞在、物を振り回す、フェンス 1 0 に近づく等）を取っていること

- ・カメラ画像に写る人が特定の服装であったり、特定の所持品を所持していたりしたこと

この場合、以降、監視部 3 2 は、監視対象となった人のみを、パターン検知に基づく追跡及びカメラ画像に基づく追跡によって追跡する。また、監視部 3 2 は、監視対象となった人が何らかの行動を取ったときの振動データ等のパターンを、不審行動のパターン（例えば、歩く方向、歩くスピード、歩幅、足音等）として学習しておいても良い。

【 0 0 6 3 】

また、監視部 3 2 は、光ファイバセンシングエリア A R 1 の内部に複数の人がいる場合、複数の人の中からは監視対象を決定しても良い。例えば、監視部 3 2 は、不審行動を取っている人を監視対象として決定しても良い。この場合、以降、監視部 3 2 は、監視対象となった人のみを、パターン検知に基づく追跡及びカメラ画像に基づく追跡によって追跡する。また、上述の不審行動は、複数の行動を組み合わせた行動（例えば、フェンス 1 0 周辺をうろついた後に、物を置く等）としても良い。また、監視部 3 2 は、監視対象となった人が撮影可能エリア A R 2 の内部に入ると、その人の顔を撮影するようにカメラ 4 0 の向き、ズーム、露出等を制御し、その人を上述のブラックリストに追加しても良い。

【 0 0 6 4 】

< 実施の形態 2 の動作 >

以下、図 1 2 を参照して、本実施の形態 2 に係る光ファイバセンシングシステムの動作フローについて説明する。なお、図 1 2 は、監視対象が撮影可能エリア A R 2 の内部にいるときは、カメラ画像に基づく追跡のみを行い、パターン検知に基づく追跡は行わない場合の例である。

【 0 0 6 5 】

図 1 2 に示されるように、まず、光ファイバ検知部 3 1 は、光ファイバケーブル 2 0 に含まれる少なくとも 1 つの光ファイバにパルス光を入射し、パルス光を入射した光ファイバと同じ光ファイバから、フェンス 1 0 及びその周辺にいる監視対象の状態に応じたパターンを有する戻り光を受信する（ステップ S 2 1 ）。

【 0 0 6 6 】

続いて、監視部 3 2 は、監視対象が撮影可能エリア A R 2 の内部にいるか否かを判断する（ステップ S 2 2 ）。

【 0 0 6 7 】

監視対象が撮影可能エリア A R 2 の内部にいる場合（ステップ S 2 2 の Y e s ）、続いて、監視部 3 2 は、カメラ 4 0 で撮影されたカメラ画像に基づいて、監視対象の位置を特定し、特定された位置の位置変動に基づいて、監視対象の軌跡を特定する（ステップ S 2

10

20

30

40

50

3)。このとき、監視部32は、カメラ画像に基づいて、監視対象が、上記で特定された位置で取った行動を特定しても良い。

【0068】

一方、監視対象が撮影可能エリアAR2の内部にいない場合（ステップS22のNo）、続いて、監視部32は、戻り光が有するパターンに基づいて、監視対象の位置を特定し、特定された位置の位置変動に基づいて、監視対象の軌跡を特定する（ステップS24）。このとき、監視部32は、戻り光が有するパターンに基づいて、監視対象が、上記で特定された位置で取った行動を特定しても良い。

【0069】

<実施の形態2の効果>

上述したように本実施の形態2によれば、監視装置30は、光ファイバケーブル20に含まれる少なくとも1つの光ファイバから受信した戻り光が有する監視対象の状態に応じたパターン及びカメラ40で撮影されたカメラ画像に基づいて、監視対象の軌跡を特定する。このように、戻り光が有するパターン検知とカメラ画像とを連携させることで、監視対象の監視及び追跡をより高精度に行うことができる。

【0070】

また、カメラ画像に基づく追跡は、パターン検知に基づく追跡と比較して、以下の利点がある。

・光ファイバケーブル20が敷設されていないポイントにおける監視対象の軌跡及び行動も、途切れることなく追跡することが可能である。

・監視対象の画像解析（顔検知、顔認証等）を行うことが可能である。

・ファイバへの接触を伴わない行為（荷物の受け渡し、物を振り回す等）を検出することが可能である。

【0071】

また、光ファイバケーブル20が敷設されているエリアとカメラ40で撮影可能なエリアとが重複するエリア（上述の撮影可能エリアAR2）においては、カメラ画像に基づく追跡と、パターン検知に基づく追跡と、を同時に行っても良い。この場合、光ファイバケーブル20が敷設されていないポイントでは、カメラ画像に基づく追跡を行い、カメラ40の死角ポイントでは、パターン検知に基づく追跡を行う等により、両者の追跡の利点を生かしつつ、監視対象の監視及び追跡を行うことができる。

【0072】

また、カメラ画像に基づく追跡結果とパターン検知に基づく追跡結果とを統合して1つの事象を検知しても良い。例えば、以下の事象を検知することが考えられる。

・カメラ画像に基づく追跡でブラックリストに載っている人を検知し、その人がフェンス10を叩いていることを、パターン検知に基づく追跡で検知する。

・カメラ画像に基づく追跡及びパターン検知に基づく追跡の両方で、監視対象が穴を掘っていることを検知する。この場合、監視対象が穴を掘っている可能性が高いと考えられる。

【0073】

<実施の形態3>

<実施の形態3の構成>

まず、図13を参照して、本実施の形態3に係る光ファイバセンシングシステムの構成について説明する。なお、本実施の形態3でも、上述した実施の形態1, 2と同様に、監視対象がフェンス10及びその周辺にいる人であるものとして説明するが、監視対象はこれに限定されるものではない。

【0074】

図13に示されるように、本実施の形態3に係る光ファイバセンシングシステムは、上述した実施の形態2と比較して、表示部50が追加されている。

表示部50は、監視部32が追跡した監視対象の追跡結果を表示するもので、フェンス10及びその周辺を監視する監視ルーム等に設置される。なお、表示部50は、例えば、図6の表示装置6041として、図6のコンピュータ60（監視装置30を実現するコン

10

20

30

40

50

ピュータ)の入出力インタフェース604に接続される。

【0075】

表示部50は、監視部32がカメラ画像に基づく監視対象の追跡を行っているときは、例えば、図14に示されるように、カメラ40で撮影されたカメラ画像を表示する。

【0076】

また、表示部50は、監視部32がパターン検知に基づく監視対象の追跡を行っているときは、監視対象の軌跡の画像を表示する。このとき、表示部50は、地図上や、光ファイバセンシングエリアAR1を広域的に映した画像上に、監視対象の軌跡の画像を表示しても良い。例えば、図15の例は、図9の監視対象が撮影可能エリアAR2の外部に出た後の軌跡の画像を、光ファイバセンシングエリアAR1を広域的に映した画像上に表示した例である。また、図15のマークは、監視対象の特定された位置を示している。また、表示部50は、例えば、図16に示されるように、位置が特定された順番を示す数字等をマークに付加して、時系列がわかるような表示としても良い。また、監視部32が監視対象の次の移動位置を予測した場合、表示部50は、例えば、図17に示されるように、監視対象の次の予測位置を表示しても良い。また、表示部50は、例えば、図18に示されるように、光ファイバセンシングエリアAR1の画像及び撮影可能エリアAR2の画像を表示しても良い。

10

【0077】

また、表示部50は、監視対象が撮影可能エリアAR2の内部にいるときに、監視部32がカメラ画像に基づく追跡とパターン検知に基づく追跡とを同時に行う場合、例えば、図19に示されるように、カメラ40で撮影されたカメラ画像と、パターン検知に基づく追跡で得られた監視対象の軌跡の画像と、を同時に表示しても良い。なお、図19におけるカメラ画像と監視対象の軌跡の画像との位置関係は、一例であって、これに限定されるものではない。また、表示部50は、最初は、監視対象の軌跡の画像のみを表示しておき、その軌跡の画像上で監視対象の位置がクリック等されると、そのときの監視対象が映ったカメラ画像をポップアップ等で表示しても良い。

20

【0078】

また、表示部50は、光ファイバセンシングエリアAR1の内部に複数的人がおり、複数の人の中から監視対象を決定する前には、光ファイバセンシングエリアAR1の内部にいる複数の人の方々の位置をマークで表示しても良い。このとき、不審行動を取った人がいた場合、表示部50は、不審行動を取った人のマークを、他のマークよりも目立つように表示しても良い。例えば、図20に示されるように、表示部50は、不審行動を取った人のマークを大きく表示しても良い。また、表示部50は、不審行動を取った人がいた場合、ポップアップ等でアラームを表示しても良い。

30

【0079】

<実施の形態3の動作>

以下、図21を参照して、本実施の形態3に係る光ファイバセンシングシステムの動作フローについて説明する。なお、図21は、監視対象が撮影可能エリアAR2の内部にいるときは、カメラ画像に基づく追跡のみを行い、パターン検知に基づく追跡は行わない場合の例である。

40

【0080】

図21に示されるように、まず、上述の実施の形態2の図12で説明したステップS21～S22の処理が行われる。

その後、図12で説明したステップS23の処理(カメラ画像に基づく追跡)が行われた場合は、続いて、表示部50は、カメラ40で撮影されたカメラ画像を表示する(ステップS31)。

【0081】

一方、図12で説明したステップS24の処理(パターンに基づく追跡)が行われた場合は、続いて、表示部50は、パターン検知に基づく追跡で得られた監視対象の軌跡の画像を表示する(ステップS32)。このとき、表示部50は、上述のように、地図上や、

50

光ファイバセンシングエリア A R 1 を広域的に映した画像上に、監視対象の軌跡の画像を表示しても良い。また、表示部 5 0 は、位置が特定された順番を示す数字等をマークに付加しても良い。また、表示部 5 0 は、監視対象の次の予測位置をさらに表示しても良い。また、表示部 5 0 は、光ファイバセンシングエリア A R 1 の画像及び撮影可能エリア A R 2 の画像をさらに表示しても良い。

【 0 0 8 2 】

< 実施の形態 3 の効果 >

上述したように本実施の形態 3 によれば、表示部 5 0 は、カメラ 4 0 で撮影されたカメラ画像や、監視部 3 2 で特定された監視対象の軌跡の画像を表示する。そのため、監視ルーム等にいる監視員等は、表示部 5 0 の表示内容に基づいて、監視対象の軌跡を視覚的にかつ効率良く判断することができるようになる。

10

【 0 0 8 3 】

以上、実施の形態を参照して本開示を説明したが、本開示は上述の実施の形態に限定されるものではない。本開示の構成や詳細には、本開示のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

【 0 0 8 4 】

例えば、上述の実施の形態では、監視対象がフェンス及びその周辺にいる人である例について説明したが、監視対象は、これに限定されない。監視対象は、フェンス以外に、壁、床、パイプライン、電柱、土木構造物、道路、線路、及びこれらの周辺等にいる人でも良い。また、これらのフェンスや壁等は、商業施設、空港、国境、病院、街中、港、プラント、介護施設、社屋、保育所、自宅等に設置されるものであっても良い。また、監視対象は、人以外に、動物、自動車等であっても良い。

20

【 0 0 8 5 】

また、上述の実施の形態では、監視装置 3 0 が光ファイバ検知部 3 1 及び監視部 3 2 を備えていたが、これには限定されない。光ファイバ検知部 3 1 及び監視部 3 2 は、別々の装置で実現されても良い。

【 0 0 8 6 】

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

(付記 1)

光ファイバを含むケーブルと、

前記ケーブルに含まれる少なくとも 1 つの光ファイバから、監視対象の状態に応じたパターンを有する光信号を受信する受信部と、

前記光信号が有するパターンに基づいて、前記監視対象の位置を特定し、特定された位置の位置変動に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定する監視部と、

を備える光ファイバセンシングシステム。

(付記 2)

前記監視部は、前記光信号が有するパターンに基づいて、前記監視対象の行動を特定する、

付記 1 に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記 3)

前記監視対象を撮影可能なカメラをさらに備え、

前記監視部は、前記光信号が有するパターン及び前記カメラが撮影したカメラ画像に基づいて、前記監視対象の位置を特定し、特定された位置の位置変動に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定する、

付記 2 に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記 4)

前記監視部は、

前記監視対象が前記カメラの撮影可能エリアの内部にいるときは、前記カメラ画像に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定し、

30

40

50

前記監視対象が前記撮影可能エリアの外部にいるときは、前記光信号が有するパターンに基づいて、前記監視対象の軌跡を特定する、

付記 3 に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記 5)

前記監視部は、前記監視対象が前記カメラの撮影可能エリアの内部にいるときは、前記カメラ画像に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定し、前記光信号が有するパターンに基づいて、前記監視対象の行動を特定する、

付記 3 に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記 6)

前記監視対象は、人であり、

前記監視部は、複数の方がいる場合、前記光信号が有するパターンに基づいて、前記複数の人の各々について行動を特定し、前記複数の人の各々の行動に基づいて、前記複数の人の中から前記監視対象を決定する、

付記 3 から 5 のいずれか 1 項に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記 7)

前記監視対象は、人であり、

前記監視部は、複数の方がいる場合、前記カメラ画像に基づいて、前記複数の人の各々について顔認証を行い、前記複数の人の各々の顔認証の結果に基づいて、前記複数の人の中から前記監視対象を決定する、

付記 3 から 5 のいずれか 1 項に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記 8)

前記カメラが撮影したカメラ画像を表示すると共に、前記監視対象の特定された軌跡の画像を表示する表示部をさらに備える、

付記 3 から 7 のいずれか 1 項に記載の光ファイバセンシングシステム。

(付記 9)

ケーブルに含まれる少なくとも 1 つの光ファイバから、監視対象の状態に応じたパターンを有する光信号を受信する受信部と、

前記光信号が有するパターンに基づいて、前記監視対象の位置を特定し、特定された位置の位置変動に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定する監視部と、

を備える監視装置。

(付記 10)

前記監視部は、前記光信号が有するパターンに基づいて、前記監視対象の行動を特定する、

付記 9 に記載の監視装置。

(付記 11)

前記監視部は、前記光信号が有するパターン及び前記監視対象を撮影可能なカメラが撮影したカメラ画像に基づいて、前記監視対象の位置を特定し、特定された位置の位置変動に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定する、

付記 10 に記載の監視装置。

(付記 12)

前記監視部は、

前記監視対象が前記カメラの撮影可能エリアの内部にいるときは、前記カメラ画像に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定し、

前記監視対象が前記撮影可能エリアの外部にいるときは、前記光信号が有するパターンに基づいて、前記監視対象の軌跡を特定する、

付記 11 に記載の監視装置。

(付記 13)

前記監視部は、前記監視対象が前記カメラの撮影可能エリアの内部にいるときは、前記カメラ画像に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定し、前記光信号が有するパターンに基づいて、前記監視対象の行動を特定する、

10

20

30

40

50

付記 1 1 に記載の監視装置。

(付記 1 4)

前記監視対象は、人であり、

前記監視部は、複数の人がいる場合、前記光信号が有するパターンに基づいて、前記複数の人の各々について行動を特定し、前記複数の人の各々の行動に基づいて、前記複数の人の中から前記監視対象を決定する、

付記 1 1 から 1 3 のいずれか 1 項に記載の監視装置。

(付記 1 5)

前記監視対象は、人であり、

前記監視部は、複数の人がいる場合、前記カメラ画像に基づいて、前記複数の人の各々について顔認証を行い、前記複数の人の各々の顔認証の結果に基づいて、前記複数の人の中から前記監視対象を決定する、

付記 1 1 から 1 3 のいずれか 1 項に記載の監視装置。

(付記 1 6)

監視装置による監視方法であって、

ケーブルに含まれる少なくとも 1 つの光ファイバから、監視対象の状態に応じたパターンを有する光信号を受信し、

前記光信号が有するパターンに基づいて、前記監視対象の位置を特定し、特定された位置の位置変動に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定する、

監視方法。

(付記 1 7)

コンピュータに、

ケーブルに含まれる少なくとも 1 つの光ファイバから、監視対象の状態に応じたパターンを有する光信号を受信する手順と、

前記光信号が有するパターンに基づいて、前記監視対象の位置を特定し、特定された位置の位置変動に基づいて、前記監視対象の軌跡を特定する手順と、

を実行させるためのプログラムが格納された非一時的なコンピュータ可読媒体。

【符号の説明】

【0087】

10 フェンス

20 光ファイバケーブル

30 監視装置

31 光ファイバ検知部

32 監視部

40 カメラ

50 表示部

60 コンピュータ

601 プロセッサ

602 メモリ

603 ストレージ

604 入出力インタフェース

6041 表示装置

6042 入力装置

605 通信インタフェース

10

20

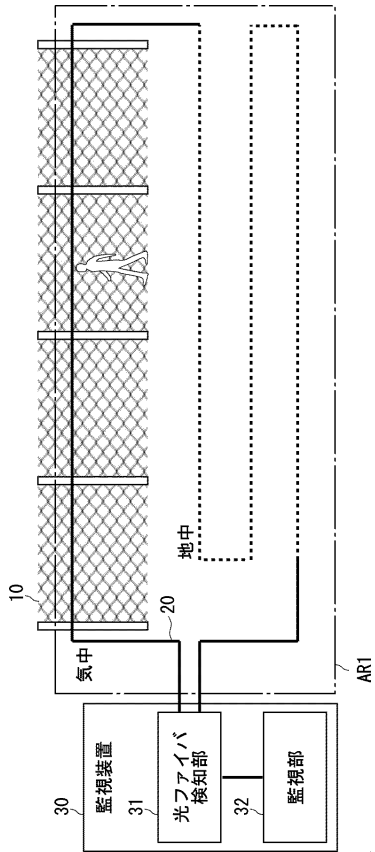
30

40

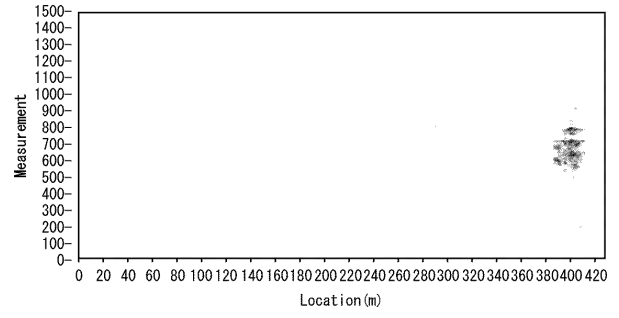
50

【図面】

【図 1】



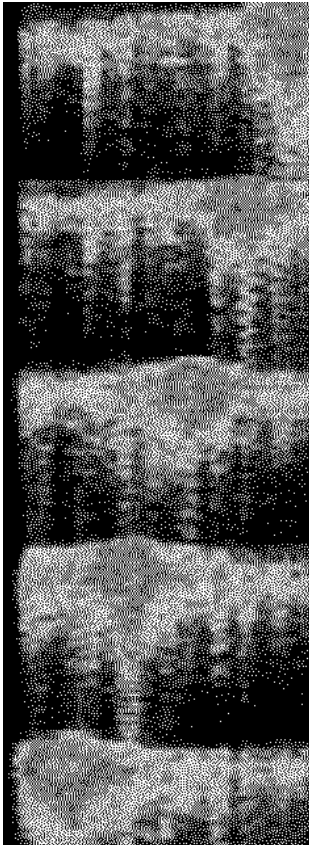
【図 2】



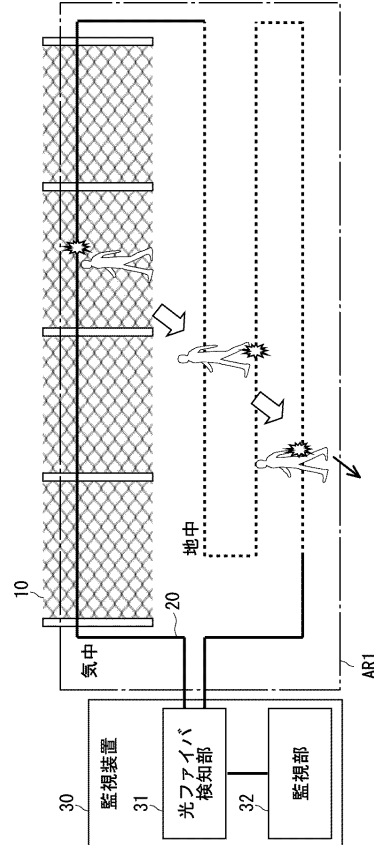
10

20

【図 3】



【図 4】

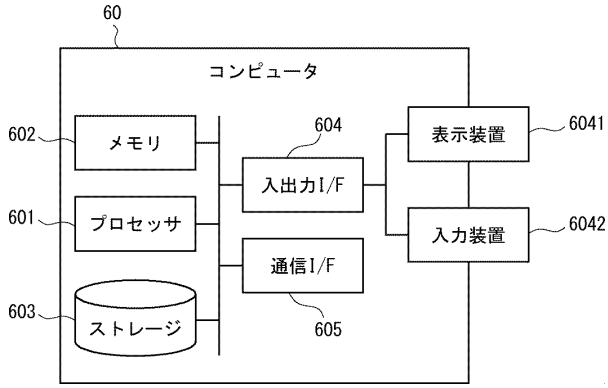


30

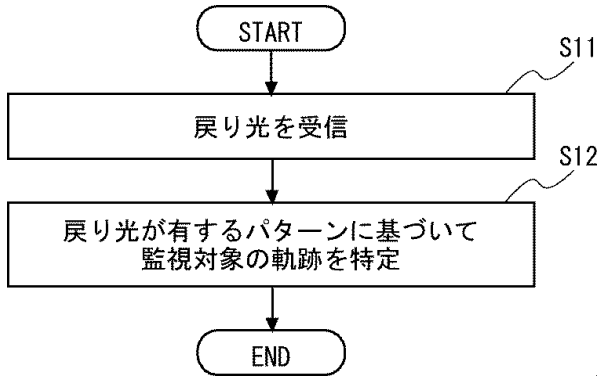
40

50

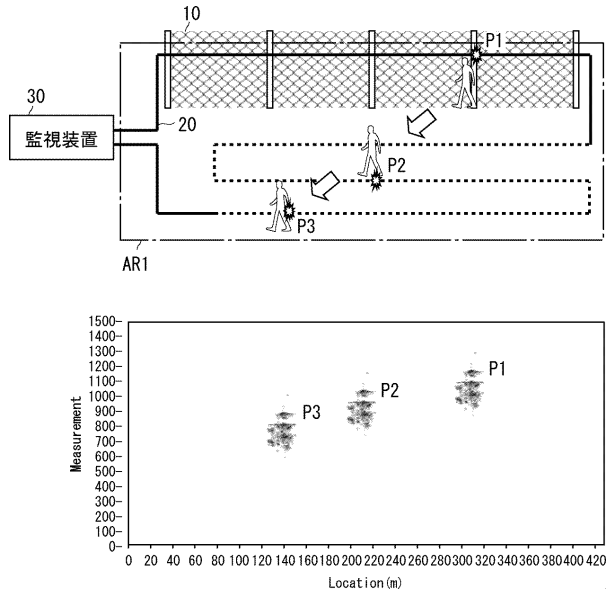
【図5】



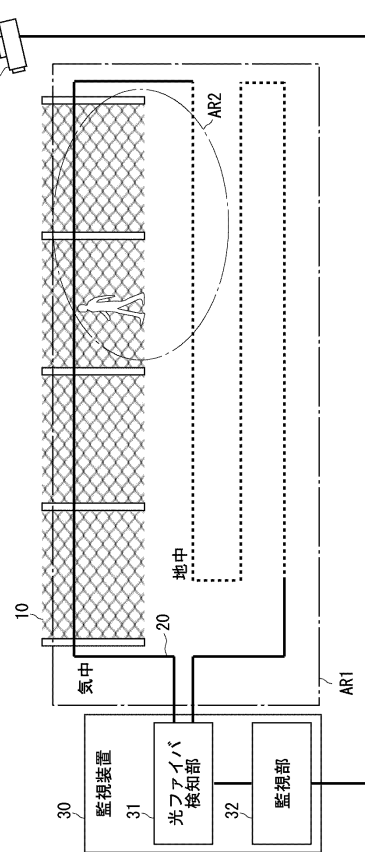
【図6】



【図7】



【図8】



10

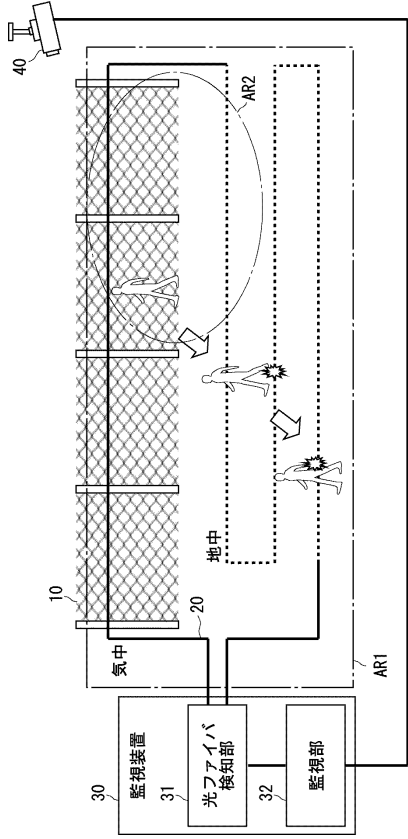
20

30

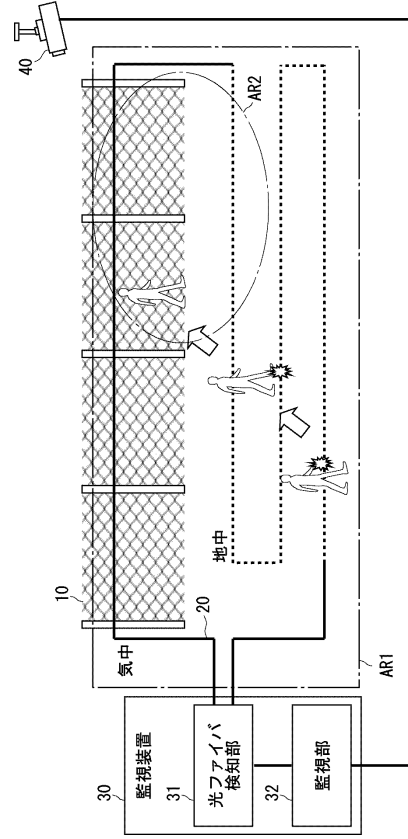
40

50

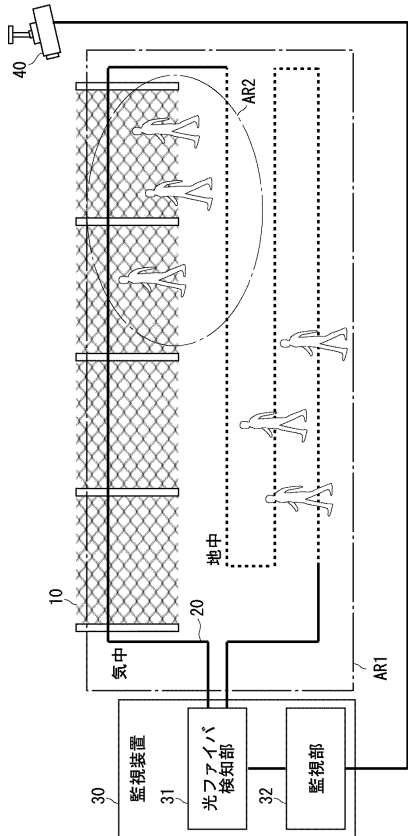
【図 9】



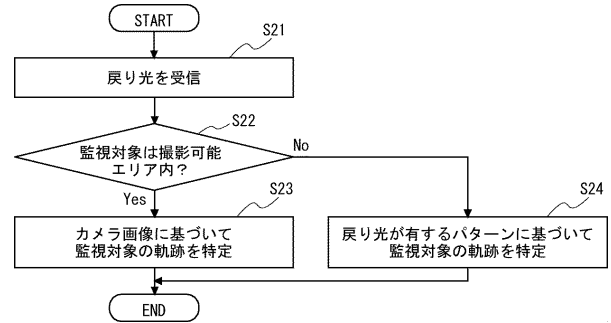
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

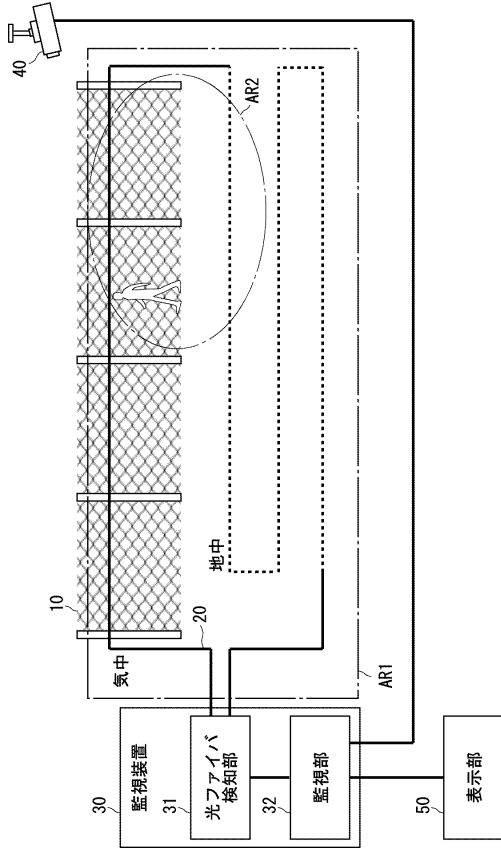
20

30

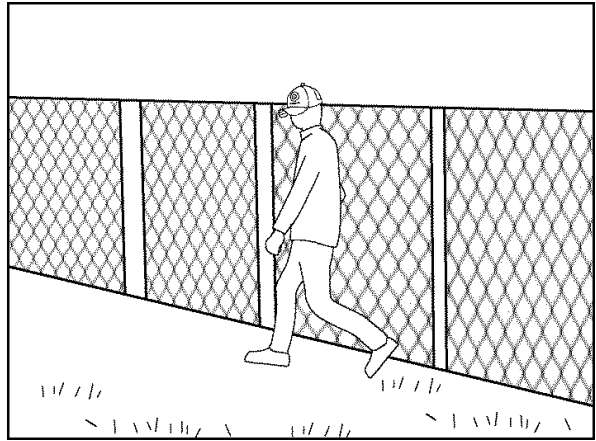
40

50

【図 13】



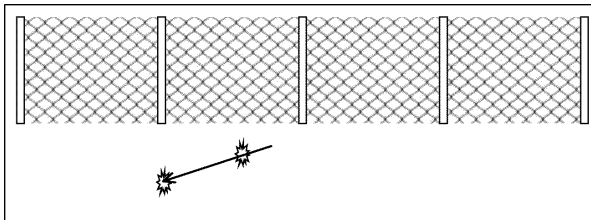
【図 14】



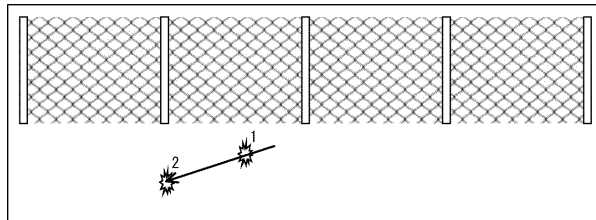
10

20

【図 15】



【図 16】

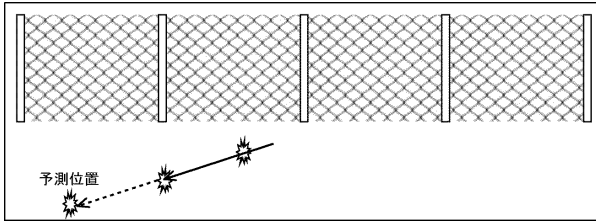


30

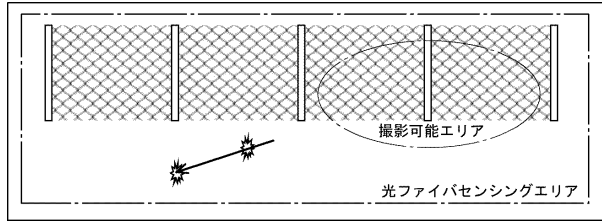
40

50

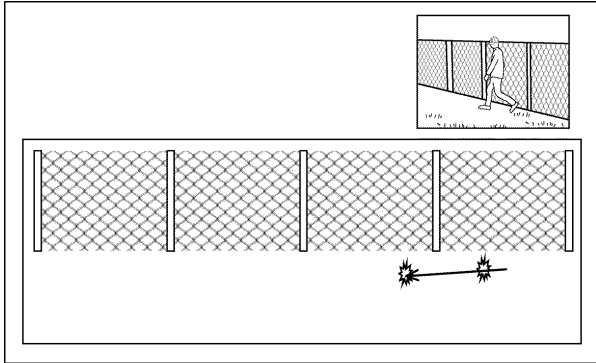
【図 17】



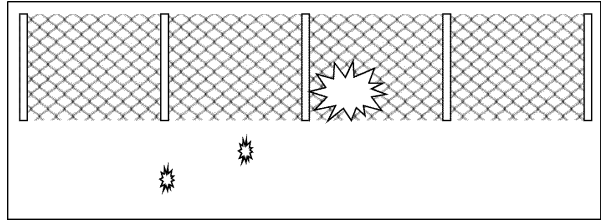
【図 18】



【図 19】



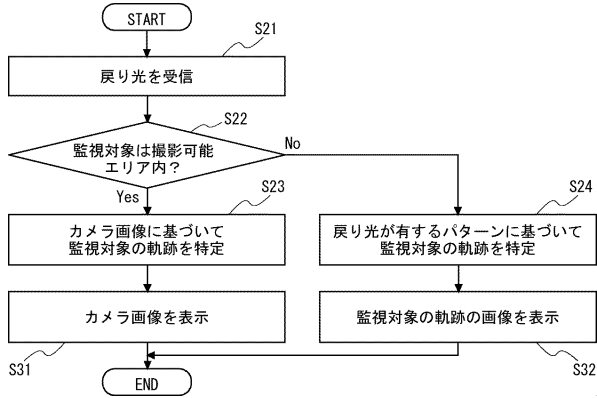
【図 20】



10

20

【図 21】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 中国特許出願公開第107238412号明細書(CN, A)
特開2005-32224号公報
国際公開第2008/111459号(WO, A1)
特開2009-128984号公報
特開2006-208061号公報
特表2014-502345号公報
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G08B 13/00-31/00
H04N 7/18