

明 細 書

発明の名称：

巡回ロボット、情報収集システム、遠隔画像表示システム、情報収集方法、遠隔画像表示方法、現場支援装置、および現場支援装置システム

技術分野

[0001] 本発明は、巡回ロボット、情報収集システム、遠隔画像表示システム、情報収集方法、遠隔画像表示方法、現場支援装置、および現場支援装置システムに関する。

本願は、2020年6月10日に、日本国に出願された特願2020-101087号および特願2020-101088号と、2021年1月25日に、日本国に出願された特願2021-009884号とに基づき優先権を主張し、この内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 近年、建設現場の周囲環境の状態を示す計測情報を収集する技術が知られている（例えば、特許文献1を参照）。上述した従来技術では、建設現場内を移動する工事関係者に携帯させた携帯端末を利用して、建設現場の所定の場所に配置されたセンサー装置が計測した計測情報を収集していた。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2014-146169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、従来では、建設現場の係員が巡回して、例えば、進捗管理、職人管理、品質管理、及び安全管理などの管理情報を収集した。上述した技術により、建設現場の所定の場所に配置されたセンサー装置が計測した一部の計測情報を収集した。しかしながら、上述した技術では、建設現場の係

員などの工事関係者の移動に依存するため、建設現場で利用する様々な情報を統合して収集及び管理することは困難であり、収集の効率が悪い場合があった。

- [0005] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、その目的は、建設現場において、適切な情報を効率良く収集することができる巡回ロボット、情報収集システム、遠隔画像表示システム、及び情報収集方法、遠隔画像表示方法を提供することと、建設現場で利用する様々な情報を統合して収集及び管理することができる現場支援装置、及び現場支援装置システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0006] 本発明の一態様は、建設現場を自立移動可能な駆動部と、画像を撮像可能な撮像部と、前記建設現場の地図情報と、前記建設現場の周囲環境の状態を示す状態情報を取得する地点であるノードを含む予め定められた巡回経路とに基づいて、前記駆動部によって自立移動させるとともに、前記ノードに到達した場合に、前記撮像部による前記画像を撮像させて、少なくとも前記画像を含む前記状態情報を取得する巡回処理部とを備えることを特徴とする巡回ロボットである。
- [0007] 本発明の一態様は、建設現場を自立移動可能な駆動部と、画像を撮像可能な撮像部と、前記建設現場の地図情報と、前記建設現場の周囲環境の状態を示す状態情報を取得する地点であるノードを含む予め定められた巡回経路とに基づいて、前記駆動部によって自立移動させるとともに、前記ノードに到達した場合に、前記撮像部による前記画像を撮像させて、少なくとも前記画像を含む前記状態情報を取得する巡回処理部とを備える巡回ロボットと、前記巡回ロボットが取得した前記状態情報を収集して記憶する情報収集装置とを備えることを特徴とする情報収集システムである。
- [0008] 本発明の一態様は、巡回ロボットと頭部装着型表示装置とを有する遠隔画像表示システムであって、前記巡回ロボットは、建設現場を自立移動可能な駆動部と、前記建設現場の画像を撮像可能な撮像部と、前記建設現場の地図

情報と、巡回経路とに基づいて、前記駆動部によって自立移動させるとともに、前記撮像部による前記画像を撮像させる巡回処理部と、前記頭部装着型表示装置から送信される視野角情報を受信する視野角情報受信部と、前記撮像部によって前記建設現場が撮像された全天球画像のうち、前記視野角情報に応じた画像を抽出する抽出部と、前記抽出された抽出画像を前記頭部装着型表示装置に送信する画像送信部と、を備え、前記頭部装着型表示装置は、ユーザの頭部に装着可能であり、前記頭部の姿勢を検出する姿勢検出部と、前記検出された姿勢に応じた視野の向きを表す視野角情報を求める視野角算出部と、前記求められた視野角情報を前記巡回ロボットへ送信する送信部と、前記抽出画像を受信する画像受信部と、前記受信した抽出画像を表示する表示部を備える遠隔画像表示システムである。

[0009] 本発明の一態様は、建設現場を自立移動可能な駆動部と、画像を撮像可能な撮像部とを備える巡回ロボットが、前記建設現場の地図情報と、前記建設現場の周囲環境の状態を示す状態情報を取得する地点であるノードを含む予め定められた巡回経路とに基づいて、前記駆動部によって自立移動させるとともに、前記ノードに到達した場合に、前記撮像部による前記画像を撮像させて、少なくとも前記画像を含む前記状態情報を取得する巡回処理ステップと、情報収集装置が、前記巡回処理ステップによって取得された前記状態情報を収集して記憶する収集ステップとを含むことを特徴とする情報収集方法である。

[0010] 本発明の一態様は、巡回ロボットと、ユーザの頭部に装着可能な頭部装着型表示装置と、を有する遠隔画像表示システムにおいて実行される遠隔画像表示方法であって、前記巡回ロボットが、建設現場を自立移動可能な駆動部と、前記建設現場の画像を撮像可能な撮像部とを備えており、前記建設現場の地図情報と、巡回経路とに基づいて、前記駆動部によって自立移動させるとともに、前記撮像部による前記画像を撮像させる巡回処理ステップと、前記巡回ロボットが、前記頭部装着型表示装置から送信される、前記頭部装着型表示装置が装着された頭部の姿勢に応じた視野の向きを表す視野角情報を

受信する視野角情報受信ステップと、前記巡回ロボットが、前記撮像部によって前記建設現場が撮像された全天球画像のうち、前記視野角情報に応じた画像を抽出する抽出ステップと、前記巡回ロボットが、前記抽出された抽出画像を前記頭部装着型表示装置に送信する画像送信ステップと、前記頭部装着型表示装置が、前記頭部の姿勢を検出する姿勢検出ステップと、前記頭部装着型表示装置が、前記検出された姿勢に応じた視野の向きを表す視野角情報を求める視野角算出ステップと、前記頭部装着型表示装置が、前記求められた視野角情報を前記巡回ロボットへ送信する送信ステップと、前記頭部装着型表示装置が、前記抽出画像を受信する画像受信ステップと、前記頭部装着型表示装置が、前記受信した抽出画像を表示する表示ステップと、を含むことを特徴とする遠隔画像表示方法である。

本発明の一態様は、建設現場に電力を供給する分電盤に接続される現場支援装置であって、表示部と、建設現場の周囲環境の状態を示す状態情報であって、少なくとも前記分電盤による使用電力量を含む状態情報を収集し、収集した前記状態情報を情報記憶部に記憶させる収集処理部と、前記建設現場における設計図面及び作業指示書を少なくとも含む作業に関連する作業情報を取得する情報取得部と、前記収集処理部が収集した前記状態情報に基づく管理情報と、前記情報取得部が取得した前記作業情報とを前記表示部に表示させる表示制御部とを備える現場支援装置。

本発明の一態様は、建設現場に電力を供給する分電盤に接続され、表示部と、建設現場の周囲環境の状態を示す状態情報であって、少なくとも前記分電盤による使用電力量を含む状態情報を収集し、収集した前記状態情報を情報記憶部に記憶させる収集処理部と、前記建設現場における設計図面及び作業指示書を少なくとも含む作業に関連する作業情報を取得する情報取得部と、前記収集処理部が収集した前記状態情報に基づく管理情報と、前記情報取得部が取得した前記作業情報とを前記表示部に表示させる表示制御部とを備える現場支援装置と、前記分電盤と、前記状態情報を検出する検出部とを備える現場支援システムである。

発明の効果

[0011] 上述の各態様によれば、建設現場において、適切な情報を効率良く統合して収集および管理することができる。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]第1の実施形態による現場支援システムの構成例を示す図である。
- [図2]第1の実施形態によるスマートステーションの設置例を示す図である。
- [図3]第1の実施形態による現場支援システムの一例を示す機能ブロック図である。
- [図4]第1の実施形態における地図情報及び巡回経路の一例を示す図である。
- [図5]第1の実施形態における360度画像の一例を示す図である。
- [図6A]第1の実施形態における展開画像の一例を説明する図である。
- [図6B]第1の実施形態における展開画像の一例を説明する図である。
- [図7]第1の実施形態における進捗管理表の一例を示す図である。
- [図8]第1の実施形態における進捗状況マップの一例を示す図である。
- [図9]第1の実施形態による巡回ロボットの情報収集処理の一例を示すフローチャートである。
- [図10]第1の実施形態による現場支援システムの進捗管理処理の一例を示すフローチャートである。
- [図11]第2の実施形態による現場支援システムの一例を示す機能ブロック図である。
- [図12]第3の実施形態による現場支援システム1bの一例を示す機能ブロック図である。
- [図13]巡回ロボット10aから頭部装着型表示装置90に抽出画像を送信する場合について説明する概念図である。
- [図14]頭部装着型表示装置90に表示される画像の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の一実施形態による巡回ロボット、現場支援装置、及び現場支援システムについて、図面を参照して説明する。

[0014] 〔第 1 の実施形態〕

第 1 の実施形態による現場支援システム 1 は、建設現場に設置されるシステムである。現場支援システム 1 は、建設現場の各種情報を収集する情報収集システムであるとともに、建設現場の作業に関する様々の情報を管理し、表示部 23 に表示する。現場支援システム 1 は、建設現場において、様々な情報を提供して、建設作業を支援する支援システムである。

[0015] 図 1 は、本実施形態による現場支援システム 1 の構成例を示す図である。

図 1 に示すように、現場支援システム 1 は、巡回ロボット 10 と、スマートステーション 20 と、スマート分電盤 30（30-1、30-2、30-3、30-4）と、現場サーバ 40 と、外部サーバ 50 とを備える。

[0016] 本実施形態において、スマート分電盤 30-1、スマート分電盤 30-2、スマート分電盤 30-3、及び、スマート分電盤 30-4 のそれぞれは、同一の構成である。現場支援システム 1 が備える任意のスマート分電盤を示す場合、又は特に区別しない場合には、スマート分電盤 30 として説明する。

[0017] 巡回ロボット 10 は、建設現場を自動で巡回して、建設現場の周囲環境の状態を示す状態情報を収集する。状態情報は、例えば、建設現場を撮像した撮像画像データや、各種センサーの検出情報などである。巡回ロボット 10 は、定期的（例えば、2 時間ごと）に、巡回して撮像画像データなどの状態情報を収集するとともに、巡回後にスマートステーション 20 と接続して、収集した状態情報を記憶させる。巡回ロボット 10 は、利用者の指示に応じて、検査巡回や臨時の巡回を行い、各種状態の確認、検査を行う。

[0018] 巡回ロボット 10 は、スマートステーション 20 に接続されている際に、自動巡回するための動力源として使用する不図示のバッテリーがスマートステーション 20 によって充電されるように構成してもよい。

[0019] スマートステーション 20（現場支援装置の一例）は、巡回ロボット 10 が取得した状態情報を収集して記憶する情報収集装置である。スマートステーション 20 は、建設現場に電力を供給するスマート分電盤 30（30-1

～30-4)に接続され、少なくともスマート分電盤30による使用電力量、巡回ロボット10が収集した撮像画像データなどを含む状態情報を収集する。

[0020] スマートステーション20は、建設現場における設計図面及び作業指示書を少なくとも含む作業に関連する作業情報を、現場サーバ40又は外部サーバ50から取得する。スマートステーション20は、状態情報に基づく管理情報や、現場サーバ40又は外部サーバ50から取得した作業情報を、表示部23に表示させる。

[0021] スマート分電盤30（分電盤の一例）は、建設現場に設置され、例えば、建設現場で電動工具や照明などを使用するために、建設現場に電力を供給する。スマート分電盤30は、例えば、建設中の建物の各フロアに所定の台数（例えば、4台等）設置される。スマート分電盤30は、使用電力量を検出する機能や、例えば、無線LANなどの無線通信を利用して、各種状態情報を取得する機能を有している。

[0022] 現場サーバ40は、建設現場に設置された情報サーバ装置である。現場サーバ40は、例えば、建設現場内に構築されたローカルエリアネットワーク（LAN: Local Area Network）を介して、設計図面及び作業指示書などの各種作業情報をスマートステーション20に提供する。現場サーバ40は、例えば、建設現場の現場事務所OF1に設置されている。

[0023] 外部サーバ50は、建設現場の外に設置された、例えば、クラウドサーバなどのサーバ装置である。外部サーバ50は、公衆ネットワークNW1（WAN: Wide Area Network）に接続されており、現場サーバ40を経由して、設計図面及び作業指示書などの各種作業情報をスマートステーション20に提供する。

[0024] 図2は、本実施形態によるスマートステーション20の設置例を示す図である。

図2に示すように、現場サーバ40には、複数のスマートステーション20が接続されている。複数のスマートステーション20は、例えば、建設中

のビルＢＬＤの各フロアに系統毎（例えば、系統Ｋ１毎、系統Ｋ２毎）に配置されている。複数のスマートステーション２０は、系統毎（例えば、系統Ｋ１毎、系統Ｋ２毎）に、キュービクル８０から電力を供給される。

[0025] キュービクル８０は、キュービクル式高圧受変電設備であり、発電所から変電所を通して送られてくる高電圧の電気を１００Ｖや２００Ｖに降圧する受電設備である。キュービクル８０は、スマートステーション２０及びスマート分電盤３０に電力を供給する。

[0026] 次に、図３を参照して、本実施形態による現場支援システム１の各構成の詳細について説明する。

図３は、本実施形態による現場支援システム１の一例を示す機能ブロック図である。

[0027] 図３に示すように、現場支援システム１は、巡回ロボット１０と、スマートステーション２０と、スマート分電盤３０と、現場サーバ４０と、外部サーバ５０と、センサー部６０と、携帯端末７０とを備える。

巡回ロボット１０は、カメラ１１と、無線通信部１２と、駆動部１３と、記憶部１４と、制御部１５とを備える。

[0028] カメラ１１（撮像部の一例）は、例えば、３６０度の画像を撮像可能なカメラであり、巡回ロボット１０の周辺の３６０度の画像（撮像画像データ）を撮像可能な位置に配置されている。カメラ１１は、例えば、巡回ロボット１０が建設現場を巡回した際に、３６０度の画像を撮像する。

[0029] 無線通信部１２は、例えば、無線ＬＡＮ、Bluetooth（登録商標）、特定小電力無線などの無線通信により、センサー部６０などとの間で通信を行う。無線通信部１２は、例えば、巡回ロボット１０が建設現場を巡回した際に、センサー部６０が検出した各種状態情報を取得する。

[0030] 駆動部１３は、巡回ロボット１０を建設現場で自立移動可能な駆動装置であり、例えば、駆動用のモータ、バッテリー、及び位置検出や障害物を検出するための各種センサー等を含んでいる。

[0031] 記憶部１４は、巡回ロボット１０が利用する各種情報を記憶する。記憶部

14は、例えば、地図情報記憶部141と、巡回経路記憶部142と、収集情報記憶部143とを備える。

[0032] 地図情報記憶部141は、巡回ロボット10が巡回する建設現場の地図情報を記憶する。地図情報記憶部141は、例えば、図4に示すような地図情報MAPを記憶する。

図4は、本実施形態における地図情報及び巡回経路の一例を示す図である。

図4に示す例では、地図情報MAPは、例えば、建設中の建物のフロアの地図を示している。すなわち、地図情報記憶部141は、建設中の建物のフロアごとの地図情報を記憶するように構成してもよい。

[0033] 図3の説明に戻り、巡回経路記憶部142は、巡回ロボット10が巡回する巡回経路を記憶する。巡回経路記憶部142は、例えば、図4に示すように、複数のノード（ノードND）を含む予め定められた巡回経路RTを記憶する。ノードNDは、図4に示す巡回経路RT上の黒丸であり、建設現場の周囲環境の状態を示す状態情報を取得する地点である。

[0034] 再び、図3の説明に戻り、収集情報記憶部143は、巡回ロボット10が収集した状態情報を、ノードごとに記憶する。収集情報記憶部143は、状態情報として、例えば、360度の画像データ、センサー部60や携帯端末70から収集した各種情報、等を記憶する。収集情報記憶部143は、ノードごとの状態情報と取得した日時情報とを対応付けて記憶するように構成してもよい。

[0035] 制御部15は、例えば、CPU（Central Processing Unit）などを含むプロセッサであり、巡回ロボット10を統括的に制御する。制御部15は、例えば、巡回処理部151と、収集処理部152とを備える。

[0036] 巡回処理部151は、建設現場の地図情報と、巡回経路とに基づいて、駆動部13によって巡回ロボット10を自立移動させるとともに、巡回ロボット10がノードに到達した場合に、カメラ11による360度の画像を撮像させて、少なくとも360度の画像を含む状態情報を取得する。巡回処理部

151は、定期的（例えば、2時間ごと）に、例えば、地図情報記憶部141が記憶する地図情報と、巡回経路記憶部142が記憶する巡回経路とに基づいて、駆動部13を用いて、巡回経路に沿って巡回ロボット10を移動させる。

巡回処理部151は、検査巡回や臨時の巡回をする場合などには、例えば、スマートステーション20が受け付けた利用者の指示に応じて、駆動部13を用いて、指示された巡回経路に沿って巡回ロボット10を移動させる巡回処理を実行する。

[0037] 巡回処理部151は、巡回経路上のノードに到達した場合に、例えば、図5に示す画像G1のような、各ノードにおける360度の撮像画像データを、状態情報として、カメラ11により取得する。巡回処理部151は、ノードにおけるセンサー部60が検出した検出情報や、ノードの周辺にいる作業者が所持する携帯端末からの情報などを、状態情報として、無線通信部12により取得する。

巡回処理部151は、取得した状態情報をノードごとに、収集情報記憶部143に記憶させる。

[0038] 収集処理部152は、巡回処理部151が取得した状態情報をスマートステーション20に記憶させる。収集処理部152は、定期的な巡回が完了した巡回ロボット10がスマートステーション20に接続された場合に、収集情報記憶部143が記憶する状態情報を、スマートステーション20に送信して、スマートステーション20の収集情報記憶部242に状態情報を記憶させる。

[0039] 現場サーバ40は、展開処理部41と、進捗管理部42と、制御指示部43とを備えている。

展開処理部41（分割処理部の一例）は、巡回処理部151が取得した360度の画像を、所定の範囲の部分画像に分割する。展開処理部41は、例えば、図6Bに示すように、360度の画像データから展開画像データ（部分画像）を生成する。ここで、図6Aおよび図6Bを参照して、展開処理部

4 1 による展開画像データの生成処理の詳細について説明する。

[0040] 図 6 A および図 6 B は、本実施形態における展開画像の一例を説明する図である。

展開処理部 4 1 は、スマートステーション 2 0 の収集情報記憶部 2 4 2 から 3 6 0 度の画像を取得し、図 6 A に示すように、3 6 0 度の画像を、前後左右及び上面（天井）の 5 つに分割して、展開画像データを生成する。展開処理部 4 1 は、例えば、展開画像 S G 1 ～展開画像 S G 4 と、天井の展開画像 S G 0 とを生成する。

[0041] 図 6 B は、図 5 に示す 3 6 0 度の画像 G 1 を、展開画像 S G 0 ～展開画像 S G 4 の 5 つの部分画像に分割した一例を示している。展開処理部 4 1 は、生成（分割）した展開画像 S G 0 ～展開画像 S G 4 を、状態情報として、ノードごとに、後述するスマートステーション 2 0 の収集情報記憶部 2 4 2 に追加で記憶させる。

[0042] 再び、図 3 の説明に戻り、進捗管理部 4 2 は、巡回ロボット 1 0 が取得した撮像画像データに基づいて、建設現場における作業の進捗状況を示す進捗情報を生成する。進捗管理部 4 2 は、例えば、展開処理部 4 1 が分割した展開画像データ（部分画像）に基づいて、ノードごとに作業の進捗状況を示す進捗情報を生成する。進捗管理部 4 2 は、分割した展開画像データごとに進捗を診断して、進捗情報を生成する。進捗管理部 4 2 は、例えば、収集情報記憶部 2 4 2 が記憶するノードごとの展開画像データを、日時情報の示す日時と比較して、ノードごと進捗情報を生成する。進捗管理部 4 2 は、生成した進捗情報をスマートステーション 2 0 の管理情報記憶部 2 4 3 に記憶させる。

[0043] 進捗管理部 4 2 は、作業の種類ごとに進捗情報を生成し、作業の種類ごとの進捗情報を表にまとめた進捗管理表を生成する。進捗管理部 4 2 は、例えば、図 7 に示すような進捗管理表を生成する。

図 7 は、本実施形態における進捗管理表の一例を示す図である。

図 7 に示すように、進捗管理部 4 2 は、各作業工程に対応した進捗情報を

0%～100%で表し、例えば、建設現場の階数及び室名ごとに表にまとめた進捗管理表を生成する。進捗管理部42は、生成した進捗管理表をスマートステーション20の管理情報記憶部243に記憶させる。

[0044] 進捗管理部42は、進捗情報に基づいて、地図情報に、作業の進捗状況を視覚化して重畳した進捗状況マップを生成する。進捗管理部42は、例えば、図8に示すような進捗状況マップを生成する。

図8は、本実施形態における進捗状況マップの一例を示す図である。

[0045] 図8に示すように、進捗管理部42は、進捗情報に基づいて、上述した図4に示す地図情報MAPを、進捗情報に応じて、“範囲外”、“～60%”（60%未満）、“～80%”（60%以上80%未満）、“～100%”（80%以上100%以下）に、視覚的に区別できるように表示して、進捗状況マップを生成する。進捗管理部42は、生成した進捗状況マップをスマートステーション20の管理情報記憶部243に記憶させる。

[0046] 制御指示部43は、現場事務所OF1の利用者からの各種指示を受け付けて、各種指示をスマートステーション20に送信して、各種制御を実行させる。制御指示部43は、例えば、電源供給をリモートで停止させるなど、現場事務所OF1からスマート分電盤30を制御する指示を、スマートステーション20に送信して、スマートステーション20に実行させる。

[0047] センサー部60（検出部の一例）は、各種状態情報を検出する。センサー部60は、例えば、温度、湿度、風速情報、騒音情報、及び振動情報などを状態情報として検出する。センサー部60は、例えば、無線通信機能を有し、巡回ロボット10がセンサー部60の周辺に近づいた場合に、検出した状態情報を巡回ロボット10に送信する。

[0048] 携帯端末70は、例えば、作業者が所持する携帯電話、スマートフォンなどである。携帯端末70は、巡回ロボット10がセンサー部60の周辺に近づいた場合に、作業者に関する情報（例えば、作業者を識別する識別情報、作業者のバイタル情報や作業内容など）を、状態情報として、無線通信により巡回ロボット10に送信する。

- [0049] センサー部60と携帯端末70とは、例えば、現場内ネットワークNW2に接続可能であり、現場内ネットワークNW2を介して、状態情報をスマートステーション20に送信して、スマートステーション20の収集情報記憶部242に記憶させるように構成してもよい。
- [0050] スマートステーション20は、NW（ネットワーク）通信部21と、入力部22と、表示部23と、装置記憶部24と、装置制御部25とを備える。
- NW通信部21は、例えば、有線LANや無線LANなどにより通信する通信部であり、現場サーバ40に接続可能である。NW通信部21は、現場サーバ40を介して、公衆ネットワークNW1に接続可能である。NW通信部21は、例えば、現場サーバ40又は外部サーバ50から作業情報を受信する。
- [0051] 入力部22は、例えば、タッチパネルなどの入力装置であり、利用者からの各種入力を受け付ける。
- 表示部23は、例えば、液晶ディスプレイなどの表示装置であり、スマートステーション20が収集した状態情報に基づく管理情報や、現場サーバ40又は外部サーバ50から取得した作業情報などを表示する。
- [0052] 装置記憶部24は、スマートステーション20が利用する各種情報を記憶する。装置記憶部24は、例えば、作業情報記憶部241と、収集情報記憶部242と、管理情報記憶部243とを備える。
- [0053] 作業情報記憶部241は、例えば、建設現場における設計図面及び作業指示書などの作業に関連する作業情報を記憶する。作業情報記憶部241は、後述する情報取得部252が取得した作業情報を記憶する。
- [0054] 収集情報記憶部242（情報記憶部の一例）は、巡回ロボット10、スマート分電盤30、センサー部60、及び携帯端末70などにより収集した状態情報を記憶する。収集情報記憶部242は、例えば、巡回ロボット10が収集した状態情報をノードごとに日時情報と対応付けて記憶する。
- [0055] 管理情報記憶部243は、収集した状態情報に基づいて生成した各種管理情報を記憶する。管理情報には、例えば、進捗管理表や進捗状況マップなど

の進捗情報、電力監視情報、作業者情報などが含まれる。

[0056] 装置制御部25は、例えば、CPUなどを含むプロセッサであり、スマートステーション20を統括的に制御する。装置制御部25は、例えば、収集処理部251と、情報取得部252と、集計処理部253と、電力監視部254と、作業者管理部255と、資機材管理部256と、表示制御部257とを備える。

[0057] 収集処理部251は、上述した状態情報を収集し、収集した状態情報を収集情報記憶部242に記憶させる。収集処理部251は、例えば、巡回ロボット10やスマート分電盤30を経由して取得された状態情報を、収集情報記憶部242に記憶させる。収集処理部251は、例えば、巡回ロボット10によって収集された状態情報（例えば、360度の撮像画像データや展開画像データなど）を、ノードごとに、日時情報と対応付けて、収集情報記憶部242に記憶させる。

収集処理部251は、例えば、スマート分電盤30による使用電力量を、状態情報として収集し、収集した状態情報を収集情報記憶部242に記憶させる。

[0058] 情報取得部252は、建設現場における設計図面及び作業指示書を少なくとも含む作業に関連する作業情報を取得する。作業情報は、例えば、建設現場において、閲覧する設計図面、作業指示書、建設現場における安全基準に関する情報などであり、情報取得部252は、作業情報を、NW通信部21を介して、例えば、現場サーバ40又は外部サーバ50から取得する。情報取得部252は、取得した作業情報を作業情報記憶部241に記憶させる。

[0059] 集計処理部253は、収集処理部251が収集した使用電力量を集計する。集計処理部253は、例えば、スマート分電盤30から収集した、建設現場における使用電力量を集計して、当該集計結果を、管理情報記憶部243に記憶させる。

[0060] 電力監視部254は、集計処理部253が集計した集計結果に基づいて、使用電力を監視する。電力監視部254は、例えば、日にちごと、及び時間

ごとの使用電力量と、計画電力量とを比較して、使用電力を監視する。電力監視部 254 は、使用電力量が計画電力量を上回った場合、又は上回る可能性がある場合に、後述する表示制御部 257 を介して、表示部 23 に警告を示すメッセージを表示させるように構成してもよい。電力監視部 254 は、例えば、使用電力量の集計結果と計画電力量との比較結果（例えば、グラフ、表）などを管理情報記憶部 243 に記憶させる。

[0061] 作業者管理部 255 は、展開処理部 41 が分割した展開画像データ（部分画像）に基づいて、作業者の作業状況（例えば、予定された作業を行っているか、等）を示す作業者情報を生成する。作業者管理部 255 は、例えば、既存の画像認識技術を用いて、展開画像データに含まれる作業者を識別し、作業者の作業状況を判定する。

[0062] 作業者管理部 255 は、作業者が所持する携帯端末 70 から収集した情報（例えば、作業者の識別情報など）により、作業者の作業状況を示す作業者情報を生成するように構成してもよい。作業者情報は、例えば、作業者の人数、作業内容などの情報や、当該作業者情報を表やグラフにまとめた管理情報である。作業者管理部 255 は、生成した作業者情報を管理情報記憶部 243 に記憶させる。

[0063] 資機材管理部 256 は、建設現場において使用する資機材の数量などを管理する。資機材管理部 256 は、例えば、建設現場への資機材の搬入、及び資機材の使用に応じて、管理情報記憶部 243 が記憶する資機材管理情報を変更する。

[0064] 表示制御部 257 は、収集処理部 251 が収集した状態情報に基づく管理情報と、情報取得部 252 が取得した作業情報とを表示部 23 に表示させる。表示制御部 257 は、例えば、入力部 22 が利用者の操作により受け付けた操作情報に応じて、表示する情報を切り替えて、表示部 23 に表示させる。

[0065] 表示制御部 257 は、例えば、集計処理部 253 が集計した使用電力量の集計結果、及び電力監視部 254 が監視する監視結果を、管理情報として、

表示部 2 3 に表示させる。表示制御部 2 5 7 は、例えば、進捗管理部 4 2 が生成した進捗情報（例えば、進捗管理表や進捗状況マップなど）を、管理情報として、表示部 2 3 に表示させる。

[0066] 表示制御部 2 5 7 は、例えば、作業者管理部 2 5 5 が生成した作業者情報を、管理情報として、表示部 2 3 に表示させる。

表示制御部 2 5 7 は、例えば、資機材管理部 2 5 6 が変更及び管理している資機材管理情報を、管理情報として、表示部 2 3 に表示させる。

このように、表示制御部 2 5 7 は、利用者の操作に応じて、管理情報記憶部 2 4 3 が記憶する管理情報を選択して、表示部 2 3 に表示させる。

[0067] 状態情報には、温度、湿度、風速情報、騒音情報、又は振動情報が含まれる。表示制御部 2 5 7 は、例えば、温度、湿度、風速情報、騒音情報、又は振動情報に基づく管理情報を、表示部 2 3 に表示させる。

作業情報には、例えば、建設現場における設計図面及び作業指示書、建設現場における安全基準に関する情報などが含まれる。表示制御部 2 5 7 は、利用者の操作に応じて、例えば、設計図面及び作業指示書、及び安全基準に関する情報などを、作業情報として選択して、表示部 2 3 に表示させる。すなわち、表示制御部 2 5 7 は、利用者の操作に応じて、作業情報記憶部 2 4 1 が記憶する作業情報を選択して、表示部 2 3 に表示させる。

[0068] 表示制御部 2 5 7 は、利用者の操作に応じて、上記の情報の他に、例えば、TC（タワークレーン）／ELV（エレベータ）の揚重・稼働状況の確認情報、立入禁止などデジタルサイネージ情報、鉄骨の状況や車両の入退場、検査状況、及び、作業者の入退出管理情報、等の様々な情報を表示部 2 3 に表示させるように構成してもよい。

[0069] 次に、図 9 を参照して、本実施形態による現場支援システム 1 の動作について説明する。

図 9 は、本実施形態による巡回ロボット 1 0 の情報収集処理の一例を示すフローチャートである。巡回ロボット 1 0 は、通常時に、スマートステーション 2 0 の位置に配置されており、スマートステーション 2 0 と接続されて

いるものとする。

- [0070] 図9に示すように、巡回ロボット10は、まず、巡回時刻になったか否かを判定する(ステップS101)。巡回ロボット10の巡回処理部151は、例えば、2時間おきの巡回時刻に達したか否かを判定する。巡回処理部151は、巡回時刻になった場合(ステップS101: YES)に、処理をステップS102に進め、巡回ロボット10は、スマートステーション20の位置から自立移動を開始する。巡回処理部151は、巡回時刻になっていない場合(ステップS101: NO)に、処理をステップS101に戻す。

図9に示す例では、巡回ロボット10が、2時間おきに巡回する例であり、利用者の指示に応じて、検査巡回や臨時の巡回をする場合にも、巡回処理部151は、同様に、処理をステップS102に進める。

- [0071] ステップS102において、巡回処理部151は、地図情報と、巡回経路とに基づいて、ノードの位置に移動させる。巡回処理部151は、例えば、地図情報記憶部141が記憶する地図情報と、巡回経路記憶部142が記憶する巡回経路とに基づいて、駆動部13を用いて、巡回経路に沿って巡回ロボット10を次のノードの位置に移動させる。

- [0072] 次に、巡回処理部151は、360度の画像を撮像するとともに各種状態情報を取得する(ステップS103)。巡回処理部151は、カメラ11に、ノードの位置における360度の画像を撮像させて、当該360度の画像データを取得するとともに、例えば、センサー部60などから各種状態情報(例えば、温度、湿度、風速情報、騒音情報、又は振動情報など)を取得する。巡回処理部151は、取得した360度の画像データを含む各種状態情報を収集情報記憶部143に記憶させる。

- [0073] 次に、巡回処理部151は、現在のノードが、巡回経路上の最後のノードであるか否かを判定する(ステップS104)。巡回処理部151は、現在のノードが、最後のノードである場合(ステップS104: YES)に、処理をステップS105に進める。巡回処理部151は、現在のノードが、最後のノードでない場合(ステップS104: NO)に、処理をステップS1

02に戻し、次のノードの位置に巡回ロボット10を移動させる。

[0074] ステップS105において、巡回処理部151は、スマートステーションの位置に戻って、スマートステーション20と接続する。巡回処理部151は、駆動部13を用いて、巡回経路に沿って巡回ロボット10をスマートステーション20の位置に移動させ、スマートステーション20と巡回ロボット10とを接続させる。

[0075] 次に、巡回ロボット10の収集処理部152は、スマートステーション20に状態情報を送信して記憶させる（ステップS106）。収集処理部152は、収集情報記憶部143が記憶する各種状態情報を、スマートステーション20に送信し、スマートステーション20の収集情報記憶部242に記憶させる。ステップS106の処理後に、収集処理部152は、処理をステップS101に戻し、巡回ロボット10を次の巡回時刻までスマートステーション20の位置に待機させる。

[0076] 次に、図10を参照して、本実施形態による現場支援システム1の進捗管理処理について説明する。

図10は、本実施形態による現場支援システム1の進捗管理処理の一例を示すフローチャートである。

[0077] 図10に示すように、現場支援システム1のスマートステーション20は、まず、状態情報の記憶要求を受信したか否かを判定する（ステップS201）。スマートステーション20の収集処理部251は、巡回ロボット10が接続され、巡回ロボット10の収集処理部152からの状態情報の記憶要求を受信したか否かを判定する。収集処理部251は、記憶要求を受信した場合（ステップS201：YES）に、処理をステップS202に進める。収集処理部251は、記憶要求を受信していない場合（ステップS201：NO）に、処理をステップS201に戻す。

[0078] ステップS202において、収集処理部251は、状態情報を収集情報記憶部242に記憶させる。収集処理部251は、巡回ロボット10が巡回により収集した状態情報（例えば、360度の画像データ）を受信し、当該状

態情報を収集情報記憶部242に記憶させる。

[0079] 次に、現場サーバ40の展開処理部41は、360度の画像から展開画像を生成する（ステップS203）。展開処理部41は、装置制御部25からの指示により、360度の画像データを分割して、図6に示すような5つの展開画像（例えば、画像SG0～画像SG4）を生成する。展開処理部41は、生成した展開画像データを、状態情報の一部として、スマートステーション20の収集情報記憶部242に記憶させる。

[0080] 次に、現場サーバ40の進捗管理部42は、状態情報から進捗情報を生成する（ステップS204）。進捗管理部42は、装置制御部25からの指示により、例えば、収集情報記憶部242が記憶するノードごとの展開画像データを、日時情報の示す日時で比較して、ノードごと進捗情報を生成する。進捗管理部42は、生成した進捗情報を管理情報記憶部243に記憶させる。

[0081] 次に、進捗管理部42は、進捗情報から進捗管理表及び進捗状況マップを生成する（ステップS205）。進捗管理部42は、生成した進捗情報に基づいて、例えば、図7に示すような進捗管理表を生成するとともに、図8に示すような進捗状況マップを生成する。

[0082] 次に、進捗管理部42は、進捗管理表及び進捗状況マップを管理情報記憶部243に記憶させる（ステップS206）。ステップS206の処理後に、進捗管理部42は、処理をステップS201に戻す。

[0083] 次に、本実施形態によるスマートステーション20の各種情報の表示処理について説明する。

スマートステーション20の表示制御部257は、入力部22による利用者の操作に応じて、作業情報記憶部241が記憶する作業情報、管理情報記憶部243が記憶する管理情報などの各種情報を、選択して、表示部23に表示させる。

[0084] 以上説明したように、本実施形態による巡回ロボット10は、建設現場を自立移動可能な駆動部13と、画像（例えば、360度の画像）を撮像可能

なカメラ 11（撮像部）と、巡回処理部 151 とを備える。巡回処理部 151 は、建設現場の地図情報（例えば、図 4 の地図情報 MAP）と、建設現場の周囲環境の状態を示す状態情報を取得する地点であるノードを含む予め定められた巡回経路（例えば、図 4 の巡回経路 RT）とに基づいて、駆動部 13 によって巡回ロボット 10 を自立移動させる。巡回処理部 151 は、巡回ロボット 10 がノードに到達した場合に、カメラ 11 による画像を撮像させて、少なくとも画像を含む状態情報を取得する。

[0085] これにより、本実施形態による巡回ロボット 10 は、建設現場を自立して巡回して状態情報を収集するため、例えば、作業者などの工事関係者の移動に依存せずに、適切な情報を効率良く収集することができる。よって、本実施形態による巡回ロボット 10 は、建設現場において、利便性を向上させることができる。

[0086] 本実施形態による巡回ロボット 10 は、巡回処理部 151 が取得した状態情報をスマートステーション 20（情報収集装置）に記憶させる収集処理部 152 を備える。

これにより、本実施形態による巡回ロボット 10 は、収集した状態情報を自動でスマートステーション 20（情報収集装置）に記憶させることができるため、建設現場において、適切な情報をさらに効率良く収集することができる。

[0087] 本実施形態による巡回ロボット 10 は、巡回処理部 151 が取得した画像（例えば、360度の画像）を、所定の範囲の部分画像（例えば、上述した展開画像）に分割する展開処理部 41（分割処理部）を備えるように構成してもよい。この場合、収集処理部 152 は、部分画像（例えば、上述した展開画像）を状態情報に含めて、ノードごとにスマートステーション 20 に記憶させる。

これにより、本実施形態による巡回ロボット 10 は、画像（例えば、360度の画像）を分割することで、例えば、作業の進捗などを効率良く判定することができる。

[0088] 本実施形態による現場支援システム１（情報収集システム）は、上述した巡回ロボット１０と、巡回ロボット１０が取得した状態情報を収集して記憶するスマートステーション２０とを備える。

これにより、本実施形態による現場支援システム１は、上述した巡回ロボット１０と同様の効果を奏し、建設現場において、適切な情報をさらに効率良く収集することができる。

[0089] 本実施形態による現場支援システム１は、展開処理部４１と、進捗管理部４２とを備える。展開処理部４１は、巡回処理部１５１が取得した３６０度の画像を、所定の範囲の部分画像（例えば、上述した展開画像）に分割する。進捗管理部４２は、展開処理部４１が分割した部分画像（例えば、上述した展開画像）に基づいて、ノードごとに作業の進捗状況を示す進捗情報を生成する。

[0090] これにより、本実施形態による現場支援システム１は、建設現場において、進捗情報を把握することができるため、建設現場を適切に管理できるとともに、利便性を向上させることができる。

[0091] 本実施形態では、進捗管理部４２は、作業の種類ごとに進捗情報を生成し、作業の種類ごとの進捗情報を表にした進捗管理表（例えば、図７参照）を生成する。

これにより、本実施形態による現場支援システム１は、作業の種類ごと進捗状況を簡単に把握することができるため、建設現場を適切に管理できるとともに、利便性を向上させることができる。

[0092] 本実施形態では、進捗管理部４２は、進捗情報に基づいて、地図情報に、作業の進捗状況を視覚化して重畳した進捗状況マップを生成する。

これにより、本実施形態による現場支援システム１は、作業の進捗状況を地図情報に重ねて視覚的に把握することができるため、建設現場を適切に管理できるとともに、利便性を向上させることができる。

[0093] 本実施形態による現場支援システム１は、展開処理部４１が分割した部分画像（例えば、上述した展開画像）に基づいて、作業者の作業状況を示す作

業者情報を生成する作業者管理部 255 を備える。

これにより、本実施形態による現場支援システム 1 は、作業者の作業状況を簡単に把握することができるため、建設現場を適切に管理できるとともに、利便性を向上させることができる。

[0094] 本実施形態による現場支援システム 1 では、情報収集装置は、例えば、スマートステーション 20 である。スマートステーション 20 は、建設現場に電力を供給するスマート分電盤 30（分電盤）に接続され、表示部 23 と、収集処理部 251 と、情報取得部 252 と、表示制御部 257 とを備える。収集処理部 251 は、少なくともスマート分電盤 30 による使用電力量を含む状態情報を収集し、収集した状態情報を収集情報記憶部 242（情報記憶部）に記憶させる。情報取得部 252 は、建設現場における設計図面及び作業指示書を少なくとも含む作業に関連する作業情報を取得する。表示制御部 257 は、収集処理部 251 が収集した状態情報と、情報取得部 252 が取得した作業情報とを表示部 23 に表示させる。

[0095] これにより、本実施形態による現場支援システム 1 では、スマートステーション 20 を利用して、建設現場で利用する様々な情報を統合して収集及び集中管理することができるため、効率性及び利便性をさらに向上させることができる。

[0096] 本実施形態による情報収集方法は、巡回処理ステップと、収集ステップとを含む。巡回処理ステップにおいて、上述した巡回ロボット 10 が、建設現場の地図情報と、建設現場の周囲環境の状態を示す状態情報を取得する地点であるノードを含む予め定められた巡回経路とに基づいて、駆動部 13 によって自立移動させるとともに、ノードに到達した場合に、カメラ 11 による画像（例えば、360度の画像）を撮像させて、少なくとも画像を含む状態情報を取得する。ここで、巡回ロボット 10 は、建設現場を自立移動可能な駆動部 13 と、画像を撮像可能なカメラ 11 とを備える。また、収集ステップにおいて、スマートステーション 20（情報収集装置）が、巡回処理ステップによって取得された状態情報を収集して記憶する。

- [0097] これにより、本実施形態による情報収集方法は、上述した巡回ロボット 10 及び現場支援システム 1（情報収集システム）と同様の効果を奏し、建設現場において、適切な情報を効率良く収集することができる。
- [0098] 本実施形態によるスマートステーション 20（現場支援装置）は、建設現場に電力を供給するスマート分電盤 30（分電盤）に接続される現場支援装置であって、表示部 23 と、収集処理部 251 と、情報取得部 252 と、表示制御部 257 とを備える。収集処理部 251 は、建設現場の周囲環境の状態を示す状態情報であって、少なくともスマート分電盤 30 による使用電力量を含む状態情報を収集し、収集した状態情報を収集情報記憶部 242（情報記憶部）に記憶させる。情報取得部 252 は、建設現場における設計図面及び作業指示書を少なくとも含む作業に関連する作業情報を取得する。表示制御部 257 は、収集処理部 251 が収集した状態情報に基づく管理情報と、情報取得部 252 が取得した作業情報とを表示部 23 に表示させる。
- [0099] これにより、本実施形態によるスマートステーション 20 は、建設現場で利用する様々な情報（例えば、状態情報、状態情報に基づく管理情報、作業情報など）を統合して収集及び集中管理することができる。よって、本実施形態によるスマートステーション 20 は、建設現場において、利便性を向上させることができる。
- [0100] 本実施形態によるスマートステーション 20 は、例えば、以下の点に利点があり、建設現場において、利便性を向上させることができる。
- （１）スマートステーション 20 は、建設現場における電力の管理が可能である。すなわち、スマートステーション 20 は、建設現場における漏電の管理や使用電力の管理を行うことができる。
 - （２）スマートステーション 20 は、建設現場における情報を収集する端末として機能を有している。また、スマートステーション 20 は、無線 LAN などの通信ステーションとして機能可能である。
 - （３）スマートステーション 20 は、巡回ロボット 10 のステーションとして機能する。

- [0101] 本実施形態によるスマートステーション２０は、例えば、作業指示書の閲覧や、作業者向け図面の確認、建設現場での分割朝礼及びＫＹ（危険予知）ミーティングの際の各種情報の連絡及び共有化、建設現場で問題が発生した際の対策会議における各種情報の閲覧及び確認などに利用することが可能である。本実施形態によるスマートステーション２０は、例えば、電力量の監視、スマート分電盤３０（分電盤）の監視及び管理、人（作業者）の管理、残火確認、等を効率良く行うことができ、利便性を向上させることができる。
- [0102] 本実施形態によるスマートステーション２０は、収集処理部２５１が収集した使用電力量を集計する集計処理部２５３と、集計処理部２５３が集計した集計結果に基づいて、使用電力を監視する電力監視部２５４とを備える。そして、表示制御部２５７は、集計結果、及び電力監視部２５４が監視する監視結果を、管理情報として、表示部２３に表示させる。
- [0103] これにより、本実施形態によるスマートステーション２０は、使用電力の集計結果及び使用電力の監視結果を表示部２３に表示するため、建設現場において、スマート分電盤３０（分電盤）における使用電力の把握及び管理を適切に行うことができ、さらに利便性を向上させることができる。
- [0104] 状態情報には、建設現場において周囲環境の状態を撮像した撮像画像データが含まれる。表示制御部２５７は、撮像画像データに基づいて生成された建設現場における作業の進捗状況を示す進捗情報を、管理情報として、表示部２３に表示させる。スマートステーション２０は、撮像画像データに基づいて、建設現場における作業の進捗状況を示す進捗情報を生成する進捗管理部４２を備え、表示制御部２５７は、進捗管理部４２が生成した進捗情報を、管理情報として、表示部２３に表示させるように構成してもよい。
- [0105] これにより、本実施形態によるスマートステーション２０は、進捗情報を表示部２３に表示するため、建設現場において、作業の進捗状況を適切に把握することができ、利便性をさらに向上させることができる。
- [0106] 本実施形態によるスマートステーション２０は、撮像画像データに基づい

て、作業者の作業状況を示す作業者情報を生成する作業者管理部 255 を備える。表示制御部 257 は、作業者管理部 255 が生成した作業者情報を、管理情報として、表示部 23 に表示させる。

これにより、本実施形態によるスマートステーション 20 は、作業者の作業状況を適切に把握することができ、建設現場において、利便性をさらに向上させることができる。

[0107] 本実施形態では、状態情報には、温度、湿度、風速情報、騒音情報、又は振動情報が含まれる。表示制御部 257 は、温度、湿度、風速情報、騒音情報、又は振動情報に基づく管理情報を、表示部 23 に表示させる。状態情報には、温度及び湿度の代わりに、暑さを示す暑さ指数情報（WBGT）を含めてもよい。

これにより、本実施形態によるスマートステーション 20 は、様々な状態情報を統合して収集及び集中管理することができる。

[0108] 本実施形態では、作業情報には、建設現場における安全基準に関する情報が含まれる。表示制御部 257 は、安全基準に関する情報を、表示部 23 に表示させる。

これにより、本実施形態によるスマートステーション 20 は、安全基準などの様々な作業情報を表示することができ、利便性をさらに向上させることができる。

[0109] 本実施形態による現場支援システム 1 は、上述したスマートステーション 20 と、スマート分電盤 30 と、状態情報を検出するセンサー部 60（検出部）とを備える。上述したセンサー部 60、携帯端末 70、及びカメラ 11 は、検出部の一例である。

これにより、本実施形態による現場支援システム 1 は、上述したスマートステーション 20 と同様の効果を奏し、建設現場で利用する様々な情報を統合して収集及び集中管理することができる。

[0110] [第 2 の実施形態]

次に、図 11 を参照して、第 2 の実施形態による現場支援システム 1a に

ついて、説明する。

本実施形態による現場支援システム 1 a は、上述した第 1 の実施形態における巡回ロボット 1 0 を含まない変形例である。

[0111] 図 1 1 は、第 2 の実施形態による現場支援システム 1 a の一例を示す機能ブロック図である。

図 1 1 に示すように、現場支援システム 1 a は、スマートステーション 2 0 a と、スマート分電盤 3 0 と、現場サーバ 4 0 a と、外部サーバ 5 0 と、センサー部 6 0 と、携帯端末 7 0 とを備える。

[0112] 図 1 1 において、上述した図 3 と同一の構成には、同一の符号を付与してその説明を省略する。

本実施形態による現場支援システム 1 a では、巡回ロボット 1 0 を備えない点を除いて、基本的な機能及び処理は、第 1 の実施形態の現場支援システム 1 a と同様である。

[0113] 現場サーバ 4 0 a は、建設現場に設置された情報サーバ装置である。現場サーバ 4 0 a は、例えば、建設現場内に構築されたローカルエリアネットワークを介して、設計図面及び作業指示書などの各種作業情報をスマートステーション 2 0 a に提供する。現場サーバ 4 0 a は、例えば、建設現場の現場事務所 OF 1 に設置されている。現場サーバ 4 0 a は、現場事務所 OF 1 の利用者からの各種指示を受け付けて、各種指示をスマートステーション 2 0 a に送信して、各種制御を実行させる。現場サーバ 4 0 a は、例えば、電源供給をリモートで停止させるなど、現場事務所 OF 1 からスマート分電盤 3 0 を制御する指示を、スマートステーション 2 0 a に送信して、スマートステーション 2 0 に実行させる。

[0114] スマートステーション 2 0 a (現場支援装置の一例) は、建設現場に電力を供給するスマート分電盤 3 0 (3 0 - 1 ~ 3 0 - 4) に接続され、スマート分電盤 3 0 による無線ネットワークなどを介して状態情報を収集して記憶する情報収集装置である。スマートステーション 2 0 a は、スマート分電盤 3 0 による使用電力量を収集する。

- [0115] スマートステーション20aは、建設現場における設計図面及び作業指示書を少なくとも含む作業に関連する作業情報を、現場サーバ40a又は外部サーバ50から取得する。スマートステーション20aは、状態情報に基づく管理情報や、現場サーバ40a又は外部サーバ50から取得した作業情報を、表示部23に表示させる。
- [0116] スマートステーション20aは、NW通信部21と、入力部22と、表示部23と、装置記憶部24と、装置制御部25aとを備える。
- [0117] 装置制御部25aは、例えば、CPUなどを含むプロセッサであり、スマートステーション20aを統括的に制御する。装置制御部25aは、例えば、収集処理部251と、情報取得部252と、集計処理部253と、電力監視部254と、作業管理者管理部255aと、資機材管理部256と、表示制御部257とを備える。
- [0118] 作業管理者管理部255aは、作業管理者が所持する携帯端末70から収集した情報（例えば、作業管理者の識別情報など）により、作業管理者の作業状況を示す作業管理者情報を生成する。作業管理者管理部255aは、生成した作業管理者情報を管理情報記憶部243に記憶させる。
- [0119] 以上説明したように、本実施形態によるスマートステーション20aは、使用電力量を含む状態情報を、巡回ロボット10の代わりに、スマート分電盤30を介して収集する。これにより、本実施形態によるスマートステーション20aは、上述した第1の実施形態によるスマートステーション20と同様の効果を奏し、建設現場で利用する様々な情報（例えば、状態情報、状態情報に基づく管理情報、作業情報など）を統合して収集及び集中管理することができる。よって、本実施形態によるスマートステーション20aは、建設現場において、利便性を向上させることができる。
- [0120] [第3の実施形態]
- 次に、図12を参照して、第3の実施形態による現場支援システム1bについて、説明する。
- 本実施形態による現場支援システム1bは、上述した第1の実施形態にお

いて、さらに、無線ルータ 8 1、クラウドサーバ C S、無線ルータ 8 5、頭部装着型表示装置 9 0 を有する。

[0121] 図 1 2 は、第 3 の実施形態による現場支援システム 1 b の一例を示す機能ブロック図である。

図 1 2 に示すように、現場支援システム 1 b は、巡回ロボット 1 0 a と、スマートステーション 2 0 と、スマート分電盤 3 0 と、現場サーバ 4 0 と、外部サーバ 5 0 と、センサー部 6 0 と、携帯端末 7 0 と、無線ルータ 8 1 と、クラウドサーバ C S と、無線ルータ 8 5 と、頭部装着型表示装置 9 0 を備える。

[0122] 図 1 2 において、上述した図 3 と同一の構成には、同一の符号を付与してその説明を省略する。

本実施形態による現場支援システム 1 b では、無線ルータ 8 1、クラウドサーバ C S、無線ルータ 8 5、頭部装着型表示装置 9 0 を備える点を除いて、基本的な機能及び処理は、第 1 の実施形態の現場支援システム 1 と概ね同様である。

[0123] 巡回ロボット 1 0 a において、カメラ 1 1 a は、第 1 の実施形態と同様に、巡回ロボット 1 0 a を中心とした 3 6 0 度の画像（全方位の画像）を撮像する。カメラ 1 1 a が撮像する画像は、静止画と動画とのうちいずれであっても撮像することができるが、この第 3 の実施形態においては、3 6 0 度の動画を撮像する場合について説明する。カメラ 1 1 a は、建設現場におけるライブ画像の全天球画像を撮像する。

[0124] 無線通信部 1 2 a は、第 1 の実施形態における無線通信部 1 2 の機能を有するとともに、無線ルータ 8 1 と無線によって通信する機能を有する。

無線通信部 1 2 a は、カメラ 1 1 a によって撮像された画像を無線ルータ 8 1 に送信する。ここで、カメラ 1 1 a として全天球カメラが用いられる場合、無線通信部 1 2 a は、巡回ロボット 1 0 a のカメラ 1 1 を中心とした 3 6 0 度（全方位）の撮像画像データをカメラ 1 1 a から取得し、無線ルータ 8 1 に送信する。

無線通信部 12 a は、カメラ 11 a によって撮像された画像の解像度が第 1 の解像度である場合には、第 1 の解像度の撮像画像データを無線ルータ 81 に送信する。第 1 の解像度は、例えば、解像度が 3840×2160 である 4K 解像度である。

無線通信部 12 a は、頭部装着型表示装置 90 から送信される、頭部装着型表示装置 90 が装着された頭部の姿勢に応じた視野の向きを表す視野角情報を受信する視野角情報受信機能を有する。

制御部 15 は、抽出部 153 を有する。抽出部 153 は、カメラ 11 a によって撮像された全天球画像から、視野角情報に応じた画像を抽出する。抽出部 153 は、カメラ 11 a がライブ画像を撮像している場合には、ライブ画像である全天球画像から、視野角情報に応じた画像を抽出する。

制御部 15 は、抽出部 153 によって抽出された抽出画像を頭部装着型表示装置 90 に無線通信部 12 a によって送信する。無線通信部 12 a は、抽出画像を頭部装着型表示装置 90 に送信する画像送信機能を有する。

[0125] 無線ルータ 81 は、巡回ロボット 10 a の無線通信部 12 a と無線によって通信可能に接続するとともに、クラウドサーバ CS と無線によって通信可能に接続する。無線ルータ 81 は、無線通信部 12 a から、第 1 の解像度の撮像画像データを受信することが可能な通信速度にて通信することができる。無線ルータ 81 は、クラウドサーバ CS に対して、第 1 の解像度の撮像画像データを送信することが可能な通信速度にて通信することができる。

無線ルータ 81 は、例えば、W i F i（登録商標）ルータを用いることができる。無線ルータ 81 は、持ち運び可能であり、巡回ロボット 10 a に取り付けられていてもよい。この場合、巡回ロボット 10 a は、巡回ルートに沿って移動する場合であっても、移動しながらカメラ 11 a によって周囲の画像を撮像画像データとして撮像しつつ、無線ルータ 81 を介して、撮像画像データをクラウドサーバ CS に送信することができる。

図 12 において、無線ルータ 81 は、1 つのみ図示されているが、建設現場内において、お互いの距離を空けて複数の無線ルータ 81 が設けられてい

てもよい。この場合、巡回ロボット10aが建設現場内を移動する場合であっても、無線通信部12aは、移動先において接続可能な無線ルータ81に切り替えて接続することで、継続的に撮像画像データをクラウドサーバCSに送信することができる。

- [0126] クラウドサーバCSは、無線ルータ81と無線によって通信可能に接続するとともに、無線ルータ85と無線によって通信可能に接続する。クラウドサーバCSは、無線ルータ81から受信した撮像画像データを無線ルータ85に送信する。クラウドサーバCSは、無線ルータ81から受信した第1の解像度の撮像画像データを第1の解像度のまま無線ルータ85に送信してもよい。クラウドサーバCSは、第1の解像度の撮像画像データを、第1の解像度よりも低い解像度である第2の解像度の撮像画像データに変換し、無線ルータ85に送信してもよい。第2の解像度は、例えば、解像度が1920×1080である2K解像度である。

クラウドサーバCSは、第1の解像度の撮像画像データを第2の解像度の撮像画像データに変換してから無線ルータ85に送信する場合には、少なくともクラウドサーバCSと無線ルータ85との間における通信の遅延を低減することができる。

クラウドサーバCSは、撮像画像データのライブ画像を巡回ロボット10aから無線ルータ81を介して受信し、無線ルータ85を介して頭部装着型表示装置90に対してライブ配信することができる。

- [0127] 無線ルータ85は、クラウドサーバCSと無線によって通信可能に接続するとともに、頭部装着型表示装置90と無線によって通信可能に接続する。無線ルータ85は、クラウドサーバCSから、第2の解像度の撮像画像データを受信することが可能な通信速度にて通信することができる。無線ルータ85は、頭部装着型表示装置90に対して、第2の解像度の撮像画像データを送信することが可能な通信速度にて通信することができる。

ここで、無線ルータ85は、クラウドサーバCSから第1の解像度の撮像画像データを受信することが可能な通信速度で通信を行い、頭部装着型表示

装置 90 に対して、第 1 の解像度の撮像画像データを送信することが可能な通信速度にて通信することができてもよい。

無線ルータ 85 は、第 2 の解像度の撮像画像データをクラウドサーバ CS から受信し、頭部装着型表示装置 90 へ送信する場合、第 1 の解像度の撮像画像データをクラウドサーバ CS から受信して頭部装着型表示装置 90 へ送信する場合に比べて通信の遅延を低減することができる。そのため、頭部装着型表示装置 90 に対して、カメラ 11a によって撮像画像データが撮像された時刻と頭部装着型表示装置 90 に撮像画像データが表示される時刻とのずれを低減することができる。

無線ルータ 85 は、例えば、Wi-Fi ルータを用いることができる。無線ルータ 81 は、持ち運び可能であってもよい。図 12 において、無線ルータ 85 は、1 つのみ図示されているが、複数設けられていてもよい。

[0128] 頭部装着型表示装置 90 は、ユーザの頭部に装着されることが可能である。このような頭部装着型表示装置 90 としては、例えば、ヘッドマウントディスプレイを用いることができる。

頭部装着型表示装置 90 は、姿勢検出部 91 と、視野角算出部 92 と、通信部 93 と、表示部 94 とを含む。

姿勢検出部 91 は、頭部の姿勢を検出する。視野角算出部 92 は、検出された頭部の姿勢に応じた視野の向きを表す視野角情報を求める。通信部 93 は、無線ルータ 85 と無線によって通信可能に接続する機能を有する。通信部 93 は、求められた視野の向きを表す視野角情報を巡回ロボットへ送信する送信機能、巡回ロボット 10a から抽出画像を受信する画像受信機能を有する。

表示部 94 は、巡回ロボット 10a から受信した抽出画像を表示する。表示部 94 が表示する画像は、カメラ 11a によって撮像された全天球画像のうち頭部装着型表示装置 90 を装着したユーザの頭部の姿勢に応じた領域の画像である。表示部 94 は、例えば、両眼用の表示パネルが用いられる。

[0129] 頭部装着型表示装置 90 は、カメラ 11a によって撮像された建設現場の

撮像画像データを、無線ルータ 81、クラウドサーバCS、無線ルータ 85 を介して受信し、表示パネルに表示する。ここで頭部装着型表示装置 90 がクラウドサーバCSから受信する撮像画像データは、例えば、第2の解像度の撮像画像データである。

[0130] 巡回ロボット 10a から頭部装着型表示装置 90 に抽出画像を送信する場合について、図 13 の概念図を用いて説明する。

頭部装着型表示装置 90 の姿勢検出部 91 は、頭部の姿勢を検出することで、頭部の正面側が向いている方向 D を検出する。方向 D を検出することで、ユーザがどの方向（上方向、下方向、右方向、下方向等）を向いているかを把握できる。

視野角算出部 92 は、姿勢検出部 91 が検出した方向 D に基づいて、ユーザの視認の向きを表す視野角情報を求める。ここでは、全天球のうち、方向 D が視野の向きに対応しており、視野角算出部 92 は、この方向 D を示す情報を視野角情報として生成する。頭部装着型表示装置 90 の通信部 93 は、視野角情報を巡回ロボット 10a に送信する（符号 301 で示す処理）。

[0131] 巡回ロボット 10a において、制御部 15 の抽出部 153 は、無線通信部 12a によって視野角情報を受信すると、視野角情報に応じた画像を抽出する。ここでは、カメラ 11a によって撮像された全天球画像 ZT は、カメラ 11a を中心とした周囲 360 度の画像である。抽出部 153 は、全天球画像 ZT のうち、当該全天球画像 ZT の中心から視野角情報が表す向きに応じた方向であって、かつ、その方向において視野の範囲に応じた領域の画像である抽出画像 SR を抽出する。全天球画像 ZT のうち、抽出画像 SR として抽出する範囲は、視野に含まれる領域に応じて定めるようにしてもよい。

ここで、全天球画像 ZT に含まれる各画素に対して識別番号が割り当てられており、全天球のうちいずれの方向に対応する画素であるかを、識別番号に基づいて把握できる。抽出部 153 は、視野角情報が示す向きと、各画像の識別番号とに基づいて、視野の範囲に含まれる画像を抽出することができる。

抽出部 153 は、抽出画像が得られると、無線通信部 12a によって、頭部装着型表示装置 90 に対して抽出画像を送信する（符号 302 で示す処理）。

頭部装着型表示装置 90 の姿勢が変化した場合には、姿勢の変化が検出される毎に、または、一定時間毎に、頭部装着型表示装置 90 が視野角情報を生成して送信する。この視野角情報に基づいて、巡回ロボット 10a は、頭部の向きに応じた抽出画像を頭部装着型表示装置 90 に送信する。これにより、頭部の姿勢の変化に応じた抽出画像が頭部装着型表示装置 90 において表示される。

[0132] このように、頭部装着型表示装置 90 からは、視野角情報を送信する。視野角情報は、視野の向きを表す情報であればよいため、少ないデータ量で表すことができる。そのため、視野角情報を送信するための処理にかかる負荷を軽減することができ、また、送信にかかる時間を短縮することができる。

巡回ロボット 10a は、全天球画像 ZT そのものを頭部装着型表示装置 90 に送信することができるが、全天球画像 ZT そのものを送信するのではなく、視野角情報に応じて抽出された抽出画像を送信することができる。これにより、全天球画像 ZT の画像全体を送信する場合に比べて、送信する対象の画素を減らすことができる。送信する対象の画素を減らすことができるため、全天球画像 ZT の画像全体を送信する場合における通信速度と同程度の通信速度であっても、精細度の高い抽出画像を頭部装着型表示装置 90 に送信することができる。精細度の高い抽出画像を頭部装着型表示装置 90 において視聴することができることで、遅延を低減しつつ、建設現場における臨場感のある画像を提供することができる。

[0133] 巡回ロボット 10a のカメラ 11a によって撮像された撮像画像データがライブ配信されることで、頭部装着型表示装置 90 のユーザは、建設現場から離れた遠隔地（例えば、現場事務所 OF1 であってもよい）において、全天球カメラによって撮像された画像のうち、頭部の姿勢に応じた領域をリアルタイムで閲覧することができる。カメラ 11 として全天球カメラが適用さ

れることで、建設現場内において、視角制限のない画像を撮像し、頭部装着型表示装置 90 に表示することができる。ユーザがカメラ 11a を中心として建設現場において自身が確認したい場所の方向（左右、前後、上下等）に頭部の向きを変えると、頭部装着型表示装置 90 は、撮像画像データのうち、その向きに応じた領域の画像を表示する。これにより、ユーザは自身が見たい場所に応じた方向を向くことで、カメラ 11a を中心とした視野方向の範囲を閲覧することができる。これにより操作者は、臨場感を得ることができる。

例えば、頭部装着型表示装置 90 には、図 14 に示すように、建設現場内の作業状況等が表示される。

[0134] 巡回ロボット 10a は、ノード ND に到達した際に、当該ノード ND においてカメラ 11a によって周囲を撮像することができるが、巡回ロボット 10a が移動しながらカメラ 11a によって撮像するようにしてもよい。この場合、巡回ロボット 10a は、建設現場の地図情報を地図情報記憶部 141 に記憶し、巡回経路を巡回経路記憶部 142 に記憶する。そして、巡回ロボット 10a の巡回処理部 151 が、建設現場の地図情報と、巡回経路とに基づいて、駆動部 13 によって自立移動させるとともに、カメラ 11a による 360 度の画像を撮像させる。巡回処理部 151 は、ノード ND に到達した際にカメラ 11a によって撮像してもよし、ノード ND に到達したか否かにかかわらず、撮像する対象の経路上において撮像するようにしてもよい。撮像する対象の経路は、予め巡回経路とともに記憶されていてもよい。巡回処理部 151 は、巡回経路上のうち、頭部装着型表示装置 90 とスマートステーション 20 と現場サーバ 40 とのうちいずれか 1 つから入力される撮像開始や撮像終了の指示に従って、カメラ 11a に撮像させるように制御してもよい。この場合、巡回経路上における任意の位置から撮像することができる。

巡回ロボット 10a が移動しながら撮像する場合、ユーザは、自身が建設現場内を歩きながら、周囲の様子を観察しているような感覚で閲覧をするこ

とができる。

[0135] 以上説明した第3の実施形態においては、無線ルータ81及び無線ルータ85を一般的に流通している製品を用いることができ、また、クラウドサーバCSを既存のサービスを利用することもできる。そのため、汎用品を用いて低コストで実現することができ、かつ、低遅延で撮像画像データをライブ配信することができる。

[0136] 以上説明した第3の実施形態においては、カメラ11aによって撮像された撮像画像データをライブ配信する場合について説明したが、撮像画像データをクラウドサーバCSに記憶しておいてもよいし、撮像画像データをスマートステーション20に送信し、スマートステーション20に記憶しておくようにしてもよい。そして、記憶された撮像画像データをクラウドサーバCSから受信する、または、スマートステーション20から現場サーバ40を介して受信することで、頭部装着型表示装置90によって閲覧するようにしてもよい。この場合、撮影当時における建設現場の様子を遡って確認することができる。

撮像画像データをクラウドサーバCSまたはスマートステーション20に記憶しておく場合、第1の解像度の撮像画像データを記憶しておくようにしてもよい。そして、頭部装着型表示装置90が、第1の解像度の撮像画像データを再生するようにしてもよい。

[0137] 本発明は、上記の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で変更可能である。

例えば、上記の実施形態において、巡回ロボット10が巡回により収集した状態情報を記憶する情報収集装置として、スマートステーション20を用いる例を説明したが、これに限定されない。例えば、スマートステーション20の代わりに、情報収集装置として現場サーバ40や外部サーバ50などの他の装置を用いてもよい。

[0138] 上記の実施形態において、現場サーバ40が展開処理部41及び進捗管理部42を備える例を説明したが、これに限定されない。例えば、スマートス

テーション 20 又は巡回ロボット 10 が、展開処理部 41 及び進捗管理部 42 の機能を備えるように構成してもよい。

- [0139] 上記の実施形態において、スマートステーション 20 が備える機能の一部を、巡回ロボット 10 又は現場サーバ 40 が備えるように構成してもよい。例えば、作業者管理部 255 の一部又は全部の機能を、巡回ロボット 10 又は現場サーバ 40 が備えるように構成してもよい。

上記の実施形態において、巡回ロボット 10 は、カメラ 11 とともに、照明装置を備えるように構成してもよい。

- [0140] 上記の実施形態において、地図情報が、図 4 に示すように 2 次元マップであり、巡回経路も 2 次元経路である例を説明したが、これに限定されない。例えば、巡回ロボット 10 の駆動部 13 が、階段を移動可能な機能を有する場合など、地図情報及び巡回経路は、3 次元に対応した情報であってもよい。

- [0141] 上記の実施形態において、スマートステーション 20 は、巡回ロボット 10 が撮像した撮像画像データに基づいて、作業の進捗管理及び作業者管理を行う例を説明したが、これに限定されない。スマートステーション 20 は、撮像画像データに基づいて、例えば、工程管理、職人管理、安全管理、機材管理などの他の管理を行うように構成してもよい。

- [0142] 上述した現場支援システム 1 が備える各構成は、内部に、コンピュータシステムを有している。そして、上述した現場支援システム 1 が備える各構成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、実行することにより上述した現場支援システム 1 が備える各構成における処理を行ってもよい。ここで、「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」とは、コンピュータシステムにプログラムをインストールすることを含む。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。

- [0143] 「コンピュータシステム」は、インターネットやWAN、LAN、専用回線等の通信回線を含むネットワークを介して接続された複数のコンピュータ装置を含んでもよい。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装置のことをいう。このように、プログラムを記憶した記録媒体は、CD-ROM等の非一過性の記録媒体であってもよい。
- [0144] 記録媒体には、当該プログラムを配信するために配信サーバからアクセス可能な内部又は外部に設けられた記録媒体も含まれる。なお、プログラムを複数に分割し、それぞれ異なるタイミングでダウンロードした後に現場支援システム1が備える各構成で合体される構成や、分割されたプログラムのそれぞれを配信する配信サーバが異なってもよい。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、ネットワークを介してプログラムが送信された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(RAM)のように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。また、上記プログラムは、上述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。さらに、上述した機能をコンピュータシステムに既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、いわゆる差分ファイル(差分プログラム)であってもよい。
- [0145] 上述した機能の一部又は全部を、LSI(Large Scale Integration)等の集積回路として実現してもよい。上述した各機能は個別にプロセッサ化してもよいし、一部、又は全部を集積してプロセッサ化してもよい。また、集積回路化の手法はLSIに限らず専用回路、又は汎用プロセッサで実現してもよい。また、半導体技術の進歩によりLSIに代替する集積回路化の技術が出現した場合、当該技術による集積回路を用いてもよい。
- [0146] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。本発明は前述した説明によって限定されるこ

とはなく、添付の特許請求の範囲によってのみ限定される。

産業上の利用可能性

[0147] 上述の各実施形態によれば、建設現場において、適切な情報を効率良く統合して収集および管理することができる巡回ロボット、情報収集システム、遠隔画像表示システム、情報収集方法、遠隔画像表示方法、現場支援装置、および現場支援装置システムを提供することができる。

符号の説明

- [0148] 1、1 a 現場支援システム
- 10、10 a 巡回ロボット
 - 11、11 a カメラ
 - 12、12 a 無線通信部
 - 13 駆動部
 - 14 記憶部
 - 15 制御部
 - 20、20 a スマートステーション
 - 21 NW通信部
 - 22 入力部
 - 23、94 表示部
 - 24 装置記憶部
 - 25、25 a 装置制御部
 - 30、30-1、30-2、30-3、30-4 スマート分電盤
 - 40、40 a 現場サーバ
 - 41 展開処理部
 - 42 進捗管理部
 - 43 制御指示部
 - 50 外部サーバ
 - 60 センサー部
 - 70 携帯端末

- 8 0 キュービクル
- 8 1、8 5 無線ルータ
- 9 0 頭部装着型表示装置
- 9 1 姿勢検出部
- 9 2 視野角算出部
- 9 3 通信部
- 1 4 1 地図情報記憶部
- 1 4 2 巡回経路記憶部
- 1 4 3、2 4 2 収集情報記憶部
- 1 5 1 巡回処理部
- 1 5 2、2 5 1 収集処理部
- 1 5 3 抽出部
- 2 4 1 作業情報記憶部
- 2 4 3 管理情報記憶部
- 2 5 2 情報取得部
- 2 5 3 集計処理部
- 2 5 4 電力監視部
- 2 5 5、2 5 5 a 作業者管理部
- 2 5 6 資機材管理部
- 2 5 7 表示制御部
- C S クラウドサーバ
- N W 1 公衆ネットワーク
- N W 2 現場内ネットワーク
- O F 1 現場事務所