

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6273041号
(P6273041)

(45) 発行日 平成30年1月31日(2018.1.31)

(24) 登録日 平成30年1月12日(2018.1.12)

(51) Int.Cl.

E21C 41/16 (2006.01)

F1

E21C 41/16

請求項の数 11 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2016-563261 (P2016-563261)
 (86) (22) 出願日 平成27年1月14日 (2015.1.14)
 (65) 公表番号 特表2017-503100 (P2017-503100A)
 (43) 公表日 平成29年1月26日 (2017.1.26)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2015/050565
 (87) 國際公開番号 WO2015/107068
 (87) 國際公開日 平成27年7月23日 (2015.7.23)
 審査請求日 平成28年10月20日 (2016.10.20)
 (31) 優先権主張番号 PCT/EP2014/050598
 (32) 優先日 平成26年1月14日 (2014.1.14)
 (33) 優先権主張国 歐州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 515277780
 サンドヴィック マイニング アンド コンストラクション オーワイ
 フィンランド共和国 33330 タンペレ, ピティスルンカツ 9
 (74) 代理人 110002077
 園田・小林特許業務法人
 (72) 発明者 プーラ, ユッシ
 フィンランド国 エフアイエヌ-33330 タンペレ, ピティスルンカツ 9,
 シー/オー サンドヴィック マイニング アンド コンストラクション オーワイ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 採掘坑車両及び採掘坑作業タスクの開始方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

移動式キャリアと、

採掘坑内で採掘坑作業タスクを実行するための少なくとも1つの採掘坑作業デバイスと、

採掘坑車両の周囲をスキャンし、前記周囲の3Dスキャニングデータを生成するための少なくとも1つのスキャニングデバイスと

データを受信して前記データを少なくとも1つのプロセッサで処理するように構成された制御ユニットと

を備える採掘坑車両であって、

前記制御ユニットには、前記プロセッサで実行することが可能な少なくとも1つのポイントクラウド照合プログラムが提供されており、

初期の第1ポイントクラウドデータは前記制御ユニットに入力され、前記第1ポイントクラウドデータは採掘坑座標系でのポイントクラウドデータを含む前記採掘坑の保存された基準3Dモデルを備えており、

前記採掘坑車両の前記スキャニングデバイスによって生成された少なくとも1つの第2ポイントクラウドデータが前記制御ユニットに入力され、前記第2ポイントクラウドデータは前記採掘坑車両の現在位置での操作のためのスキャニングデータを備えており、

前記制御ユニットは、前記周囲の表面のポイントクラウドデータを抽出し、他の対象物のポイントクラウドデータを取り除くことによって、前記第2ポイントクラウドデータを

10

20

処理するように構成されており、これによって、前記周囲の表面の単純化された第2ポイントクラウドデータが作成され

前記制御ユニットは、前記単純化された第2ポイントクラウドデータを基準の前記第1ポイントクラウドデータと照合するため、前記ポイントクラウド照合プログラムを実行するように構成されており、

前記制御ユニットは、前記単純化された第2ポイントクラウドデータと基準の前記第1ポイントクラウドデータとの間で決定された前記照合に基づいて、前記採掘坑座標系における前記採掘坑車両の位置と方向を決定するように構成されており、

前記制御ユニットには、前記採掘坑座標系における採掘坑作業現場の位置及び前記採掘坑作業現場で実行される採掘坑作業タスクを定義する少なくとも1つの採掘坑作業計画が提供されており、更に

前記制御ユニットは、前記採掘坑作業現場で前記採掘坑作業タスクを開始するため、前記採掘坑車両の前記決定された位置と前記採掘坑作業計画の位置とを関連付けるように構成されている、採掘坑車両。

【請求項2】

前記制御ユニットは、前記採掘坑車両が動作している前記採掘坑の領域又は区域を決定するように構成されており、前記決定された領域又は区域に基づいて、前記制御ユニットはスキャンされた前記第2ポイントクラウドデータを前記採掘坑の一部のポイントクラウドデータと比較するように構成されており、その際、前記採掘坑の限定されたポイントクラウドデータのみが前記比較における前記基準の第1ポイントクラウドデータとして使用される、請求項1に記載の採掘坑車両。

【請求項3】

前記採掘坑車両は、掘削ユニットが搭載された少なくとも1つの掘削ブームを備える削岩リグであり、

前記制御ユニットには、前記採掘坑作業計画としての役割を果たし、前記採掘坑内の所定の掘削位置で掘削されるラウンドに対して、幾つかの掘削孔の位置と方向を前記採掘坑座標系で定義する、少なくとも1つの掘削パターンが提供され、

前記制御ユニットは、前記掘削位置で前記掘削を開始するため、前記削岩リグの前記決定された位置と前記掘削パターンの前記位置とを関連付けるように構成されている、請求項1又は2に記載の採掘坑車両。

【請求項4】

前記採掘坑車両は、坑道ラインと前記坑道ラインの深さ方向の実際の切羽面とを備える掘削された岩盤空間内で操作可能であり、

前記採掘坑車両には、前記切羽面を検出するための、及び深さ方向で前記坑道ラインに対する前記切羽面の位置を決定するための手段が提供され、

前記制御ユニットは、前記実際の切羽面の前記決定された深さ位置に基づいて、前記採掘坑作業計画の前記位置を定義するように構成されている、請求項1から3のいずれか一項に記載の採掘坑車両。

【請求項5】

前記採掘坑車両は、前記坑道ラインの前記深さ方向で前記切羽面の最大深度を決定するための測定手段を備え、

前記制御ユニットは、前記切羽面の前記位置を定義するため検出された前記最大深度を決定するように構成されている、請求項4に記載の採掘坑車両。

【請求項6】

前記スキャニングデバイスは、前記実際の切羽面に向かってスキャンするように配置されており、座標を伴うポイントクラウドデータは、これまでに掘削された少なくとも1つのラウンドの実際の表面から生成され、

前記制御ユニットは、前記生成されたポイントクラウドデータに基づいて、実際の表面の特性を決定するように構成されている、請求項4または5に記載の採掘坑車両。

【請求項7】

10

20

30

40

50

前記採掘坑車両は少なくとも 1 つのブームを備え、前記採掘坑作業デバイスは前記ブームの遠位部分に配置されており、更に

前記ブームは搭載されており、前記キャリアに対する前記切羽面の位置は、採掘坑作業デバイスを前記切羽面に接して配置すること、及び測定デバイスを含む搭載された前記ブームによって前記切羽面の位置を決定することによって決定される、請求項 5 又は 6 に記載の採掘坑車両。

【請求項 8】

前記採掘坑作業デバイスの位置と方向は前記採掘坑車両の前記周囲をスキャンすることによって決定され、これによって、前記採掘坑作業デバイスのポイントクラウドデータは作成され、

前記少なくとも 1 つの制御ユニットには、前記採掘坑作業デバイスの基準ポイントクラウドデータが提供され、更に

少なくとも 1 つのポイントクラウド処理プログラムは、スキャンされた前記ポイントクラウドデータ内で前記採掘坑作業デバイスを探して検出し、前記採掘坑作業デバイスの位置と方向を決定するため、スキャンされた前記ポイントクラウドデータと前記基準ポイントクラウドデータとを比較するための少なくとも 1 つの制御ユニット内で実行される、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の採掘坑車両。

【請求項 9】

前記制御ユニットは、前記検出された位置に関して、スキャニングデバイスにより生成された前記ポイントクラウドデータを前記採掘坑の前記基準 3 D モデルと比較するように構成されており、また、新しく作られた又は変化した壁が検出され記録されることを可能にする、前記スキャンされた位置での新しい又は変化した周囲のポイントクラウドデータを前記スキャニングデータ中で検出するように構成されており、

前記制御ユニットは、前記新しいポイントクラウドデータを前記採掘坑の前記基準 3 D モデルの前記ポイントクラウドデータに組み込むように構成されており、これにより、前記制御ユニットは、前記スキャニングデータに基づいて前記採掘坑の前記基準 3 D モデルを更新するように構成されている、請求項 8 に記載の採掘坑車両。

【請求項 10】

少なくとも 1 つのスキャニングデバイスを備える採掘坑車両の採掘坑内の位置と方向を決定するための制御ユニットであって、前記制御ユニットは、

前記採掘坑車両の周囲をスキャンし、前記周囲の 3 D スキャニングデータを生成するための少なくとも 1 つのスキャニングデバイスを備える前記採掘坑車両と操作のための通信を行うための接続手段と、

前記採掘坑車両の現在位置での操作のためのスキャニングデータであって、前記少なくとも 1 つのスキャニングデバイスによって生成される操作のための第 2 ポイントクラウドデータを含むスキャニングデータを前記採掘坑車両から受信するための受信手段と、

受信した前記操作のためのスキャニングデータを処理するための処理手段とを含み、

前記制御ユニットには、プロセッサで実行されることが可能な少なくとも 1 つのポイントクラウド照合プログラムが提供され、

前記制御ユニットには、採掘坑座標系でのポイントクラウドデータを含む前記採掘坑の保存された基準 3 D モデルを含む初期の第 1 ポイントクラウドデータが提供され、

前記制御ユニットは、前記周囲の表面のポイントクラウドデータを抽出し、他の対象物のポイントクラウドデータを取り除くことによって、前記第 2 ポイントクラウドデータを処理するように構成されており、これによって、前記周囲の表面の単純化された第 2 ポイントクラウドデータが作成され、

前記制御ユニットは、前記単純化された第 2 ポイントクラウドデータを基準の前記第 1 ポイントクラウドデータと照合するため、前記ポイントクラウド照合プログラムを実行するように構成されており、

前記制御ユニットは、前記単純化された第 2 ポイントクラウドデータと基準の前記第 1 ポイントクラウドデータとの間の前記決定された照合に基づいて、前記採掘坑座標系にお

ける前記採掘坑車両の位置と方向を決定するように構成されており、

前記制御ユニットには、前記採掘坑座標系における採掘坑作業現場の位置及び前記採掘坑作業現場で実行される採掘坑作業タスクを定義する少なくとも1つの採掘坑作業計画が提供され、更に

前記制御ユニットは、前記採掘坑作業現場で前記採掘坑作業タスクを開始するため、前記採掘坑車両の前記決定された位置と前記採掘坑作業計画の前記位置とを関連付けるように構成されている、制御ユニット。

【請求項11】

採掘坑作業現場で採掘坑作業タスクを開始する方法であって、前記方法は、

採掘坑内で採掘坑車両を位置決めすることと、

10

前記採掘坑車両の少なくとも1つの搭載スキャニングデバイスによって、前記採掘坑車両の周囲の少なくとも1つの操作のためのスキャニングを実行することと、

ポイントクラウド照合プログラムを備える少なくとも1つの制御ユニットに、前記周囲の操作可能なスキャニングで生成された少なくとも1つの操作のためのポイントクラウドデータを入力することと、

3D採掘坑モデルのポイントクラウドデータを前記制御ユニットに入力して、これを前記採掘坑の基準ポイントクラウドデータとして使用することであって、前記3D採掘坑モデルのポイントクラウドデータは採掘坑座標系における前記基準ポイントクラウドデータの座標を含む、使用することと、

前記周囲の表面のポイントクラウドデータを抽出し、他の対象物のポイントクラウドデータを取り除くことによって、前記操作のためのポイントクラウドデータを処理することであって、これによって、前記周囲の表面の単純化された操作のためのポイントクラウドデータが作成される、処理することと、

20

前記単純化された操作のためのポイントクラウドデータと前記基準ポイントクラウドデータとの間の照合ポイントを探すため、前記制御ユニットのプロセッサ内で前記ポイントクラウド照合プログラムを実行することと、

前記採掘坑座標系における前記採掘坑車両の位置と方向を決定するために前記ポイントクラウド照合プログラムの結果を利用することと、

前記制御ユニットに、前記採掘坑座標系における採掘坑作業現場の位置及び前記採掘坑作業現場で実行される採掘坑作業タスクを定義する少なくとも1つの採掘坑作業計画も提供することと、

30

前記採掘坑作業現場で前記採掘坑作業タスクを開始するため、前記採掘坑車両の前記決定された位置と前記採掘坑作業計画の前記採掘坑作業現場の位置とを関連付けることを含む方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、採掘坑車両の位置と配向を決定するためのデータを生成するため、採掘坑車両の周囲をスキャンするためのスキャニングデバイスを搭載した採掘坑車両に関する。

【0002】

40

本発明は更に、採掘坑作業現場で採掘坑車両の採掘坑作業タスクの開始方法に関する。

【背景技術】

【0003】

本発明の分野は、独立請求項のプリアンブルにより具体的に定義される。

【0004】

採掘坑車両は、所望の作業現場で採掘坑作業操作を実行するため、種々の採掘坑で使用されている。採掘坑車両の位置決めは、広範囲に及ぶ複雑な位置決めシステムの使用を必要とする。既知の位置決めシステム及び方法はまた、熟練したオペレータを必要とし、自動化が難しい。

【発明の概要】

50

【 0 0 0 5 】

本発明の目的は、位置決めシステムを搭載した新しい改良された採掘坑車両を提供することにある。更なる目的は、採掘坑作業現場において採掘坑作業タスクを開始するための新しい改良された方法を提供することにある。

【 0 0 0 6 】

本発明による採掘坑車両は、独立の装置クレームの機能によって特徴付けられている。

【 0 0 0 7 】

本発明による制御ユニットは、別の独立の装置クレームの機能によって特徴付けられている。

【 0 0 0 8 】

本発明による方法は、独立の方法クレームの機能によって特徴付けられている。

【 0 0 0 9 】

開示されている解決策の考え方では、採掘坑車両には採掘坑で採掘坑作業タスクを実行するための一又は複数の採掘坑作業デバイスが搭載されている。採掘坑車両の位置及び方向を決定するため、採掘坑車両は採掘坑車両の周囲をスキャンするための一又は複数のスキャニングデバイスを備える。スキャニングデバイスは周囲の 3D スキャニングデータを生成する。スキャニングデータはポイントクラウドデータを含み、ポイントクラウドデータの検出されたポイントの座標が検出される。採掘坑車両は、少なくとも 1 つのプロセッサでデータを受信してデータを処理する、少なくとも 1 つの制御ユニットを備える。制御ユニットには、プロセッサ内で実行される一又は複数のポイントクラウド照合プログラムが搭載されている。初期の第 1 ポイントクラウドデータは、制御ユニットに入力される。第 1 ポイントクラウドデータは、採掘坑座標系での ポイントクラウドデータを含む 採掘坑の保存された基準 3D モデルを含む。更に、採掘坑車両のスキャニングデバイスによって生成された少なくとも 1 つの第 2 ポイントクラウドデータも、制御ユニットに入力される。第 2 ポイントクラウドデータは、採掘坑車両の現在位置での操作のためのスキャニングデータを含む。制御ユニットは、周囲の表面のポイントクラウドデータを抽出し、他の対象物のポイントクラウドデータを取り除くことによって、受信したスキャニングデータを処理するように構成されており、これによって、周囲の表面の単純化されたポイントクラウドデータが作成される。一実施形態では、周囲の表面内にある他のすべての対象物のポイントクラウドデータは削除される。次に、単純化された第 2 ポイントクラウドデータを基準の第 1 ポイントクラウドデータと照合するため、制御ユニットはポイントクラウド照合プログラムを実行する。制御ユニットは、単純化された第 2 ポイントクラウドデータと基準の第 1 クラウドデータとの間で決定された照合に基づいて、採掘坑座標系での採掘坑車両の位置と方向を決定しうる。この解決策は、ポイントクラウドを比較する際に、ポイントクラウドが最もよく適合する方法を実装しうる。更に、採掘坑内であらかじめ設計された採掘坑作業操作を実行するため、制御ユニットには、採掘坑座標系で採掘坑作業現場の位置を定義する少なくとも 1 つの採掘坑作業計画及び採掘坑作業現場で実行される採掘坑作業タスクが提供される。採掘坑作業現場で採掘坑作業タスクを開始する前に、制御ユニットは、決定された採掘坑車両の位置と採掘坑作業計画の位置を関連付けるように構成される。

【 0 0 1 0 】

スキャニングとポイントクラウド照合を中継する、開示された解決策の利点は、広範囲にわたる探査並びに測定インフラと機器を必要とせずに位置決定が実行されうることにある。更なる利点は、この手続が熟練した作業者を必要とせず、容易に自動化可能なものである。実現可能な更なる利点は、スキャニングと解析プロセスの反復が容易かつ迅速であるため、開示された解決策が生成された結果に対して強力な統計学的確実性を獲得しうることにある。

【 0 0 1 1 】

単純化されたポイントクラウドデータのおかげで、データの保存及び取扱いが容易になる。単純化されたポイントクラウドデータのデータパッケージのサイズは更に小さくなる

10

20

30

40

50

ことがあり、データは不必要的情報を含まない。更に、単純化されたポイントクラウドデータの原理は、坑道の新しい領域又は変化した領域を探索するときに利用されることがある。制御ユニットはそこで、新たに単純化されたポイントクラウドデータを採掘坑の3Dモデルのポイントクラウドデータと比較することができる。ポイントクラウドデータの比較に基づいて、採掘坑制御ユニットは、単純化されたポイントクラウドデータを実際の採掘坑の3Dモデルに組み込むことによって、採掘坑の3Dモデルを更新することができる。単純化されたポイントクラウドデータのおかげで、無関係なデータが採掘坑の3Dモデルに組み込まれることはない。

【0012】

一実施形態によれば、採掘坑車両の位置は、スキャニングとポイントクラウド処理と照合技術を利用することによって決定される。ポイントクラウドの処理を促進するため、制御システムは、比較処理において採掘坑のポイントクラウドデータの特定の部分のみを利用しうる。次に、システムは採掘坑車両が現在操作されている採掘坑の領域又は区域を決定するように構成されてもよく、また、位置データに基づいて、システムは生成されたポイントクラウドデータを採掘坑の一部のポイントクラウドデータと比較してもよい。このように、比較は採掘坑計画の3Dモデル全体に対して行われるわけではない。そうではなく、スキャンされたポイントクラウドデータが比較されるのは、モニタリング時に採掘坑車両が操作されている採掘坑の一部のみで、この比較は採掘坑の3Dモデル全体の限られた部分に対して行われる。この解決策の利点は、比較時に処理されるデータ量が限定され、これによって必要とされる計算容量が少なくなり、処理時間が短縮されうることにある。

【0013】

一実施形態によれば、開示された位置決めシステムとナビゲーションシステムは、採掘坑作業計画に従って、採掘坑で操作され採掘坑作業タスクを実行する任意の種類の採掘坑車両に実装されうる。採掘坑車両は手動で制御されてもよく、或いは自動的に操作可能なデバイスであってもよい。手動制御される採掘坑車両はオペレータによって遠隔制御されてもよく、或いは代替的に、採掘坑車両は有人車であってもよい。したがって、開示された解決策は、制御システム及び自動化の程度にかかわらず、いかなる採掘坑車両にも適している。更に、採掘坑車両は操作上のみならず、構造的にも異なりうる。したがって、採掘坑車両は、例えば、削岩リグ、ボルト締めリグ、輸送車両、貨物車両、又は計測車両であってもよい。任意の種類の採掘坑車両に、採掘坑車両の位置及び方向並びに坑道と岩盤空間の所望の面を決定することができるスキャニングモジュールが提供されうる。スキャニングモジュールはまた、採掘坑車両の周囲のモニタリング及び検出時には探索ツールとしての役割を果たしうる。モニタリングモジュールは、スキャニングデバイス及びモジュールシステムの操作を制御するための、並びに生成され収集された測定結果を処理するための一又は複数の制御ユニットを含みうる。加えて、モニタリングモジュールは、搭載モジュールと採掘坑制御システムの採掘坑制御ユニットとの間のデータ通信接続を作り出すための一又は複数のデータ通信ユニットを含みうる。データ通信ユニットはまた、採掘坑車両の搭載型制御ユニットと通信を行い、一又は複数の外部の端末デバイス又はサーバーにデータを送信しうる。スキャニングモジュールは、モジュールが任意の採掘坑車両に容易に搭載できる迅速な連結手段を含みうる。

【0014】

一実施形態によれば、採掘坑車両は、発破孔及び／又は岩盤ボルト並びにその他の補強要素のための掘削孔を掘削するように設計された削岩リグである。削岩リグは、掘削ユニットを備えた少なくとも1本の掘削ブームを含む。削岩リグには、搭載型の制御ユニットが提供される。制御ユニットには、採掘坑作業計画としての役割を果たす少なくとも1つの掘削パターンが提供されている。掘削計画又は掘削パターンは、採掘坑内の所定の掘削位置で掘削されるラウンド (round) に対して、採掘坑座標系で幾つかの掘削孔の位置と方向を定義する。更に、制御ユニットは、掘削位置で掘削を開始するため、削岩リグの決定された位置と掘削パターンの位置とを関連付けるように構成されている。したがつ

10

20

30

40

50

て、スキャニング技術は、削岩の位置及と方向並びに掘削パターン又は掘削計画とを関連付けるために利用される。

【0015】

一実施形態によれば、採掘坑車両は、坑道ラインと坑道ラインの深さ方向に実際の切羽面とを備える掘削された岩盤空間内で動作するように配置される。岩盤空間は坑道であってもよく、切羽面は坑道の端部に位置しうる。実際の切羽面は、前のラウンドが発破され、分離された岩盤物質が坑道の端部から取り除かれて形成される。切羽面の位置と形状は、切羽面が発破によって形成され、幾つかの採掘坑作業ステップによって影響されるという事実があるため、計画された位置及び形状を逸脱することがありうる。掘削処理の効率と品質を改善するため、切羽面の位置が決定される。したがって、採掘坑車両には、切羽面を検出するための手段、並びに深さ方向で坑道ラインに対する切羽面の位置を決定するための手段が提供される。制御ユニットは、実際の切羽面の決定された深さ位置に基づいて、採掘坑作業計画の位置を定義しうる。

【0016】

一実施形態によれば、採掘坑車両は、坑道ラインと坑道ラインの深さ方向に実際の切羽面を備える掘削された岩盤空間内で操作可能である。岩盤空間は坑道であってもよく、或いは対応する空間であってもよい。坑道の掘削は深さ方向に進められる。切羽面は既存の坑道の端部に配置されうる。採掘坑車両は、坑道ラインの深さ方向で坑道切羽面の最大深度を決定するための測定手段を備える。制御ユニットは、検出された最大深度を決定し、最大深度に基づいて切羽面の位置を定義するように構成されている。坑道切羽面の最大深度はスキャニングデバイスによって決定されてもよく、或いは代替的に、従来のセンサーと測定デバイスとを備えたブームによって決定されてもよい。

【0017】

一実施形態によれば、採掘坑車両は削岩リグで、制御ユニットには幾つかの所定の掘削パターンが提供される。掘削パターン又は掘削計画はそれぞれ、掘削された岩盤空間の坑道ラインの深さのみを目的としている。場合によっては、同一の特徴的な機能を有する2つ以上のラウンドに対して、同一の掘削パターンが実装されてもよい。削岩リグは、坑道切羽面の最大深度を決定するためのスキャニング手段又は他の測定手段を備えており、当該データに基づいて、制御ユニットは、計画された切羽面の位置に対して、実際の切羽面の位置を決定しうる。制御ユニットは次に、実行される掘削パターンに対して望ましい位置を計算する。すなわち、制御ユニットは、決定された最大深度に基づいて掘削パターンの位置を調整するように構成されている。この実施形態では、掘削された坑道切羽面の最大深度は、計画された坑道ラインの深さとの関係で検出され、この検出された切羽面の深さ位置は、削岩リグの位置と採掘坑とを関連付けるときに使用される。

【0018】

一実施形態によれば、採掘坑車両は、上述の段落で開示された削岩リグを踏まえている。制御ユニットには、幾つかのあらかじめ設計された掘削パターンが提供される。更に、制御ユニットは、掘削された坑道の切羽面の実際の位置、或いは岩盤空間を決定するように構成されており、切羽面の位置データに基づいて掘削パターンを修正しうる。制御ユニットは、例えば、掘削パターンを伸張又は短縮しうる。この実施形態は、特に2つ以上の連続するラウンドで同一の掘削パターンが使用されるときに利用されうる。

【0019】

一実施形態によれば、削岩リグの制御ユニットには、1つの坑道ラインに特定の深さが意図された、幾つかのあらかじめ設計された掘削パターンが提供される。制御ユニットは、スキャニング及び/又は測定結果に基づいて、坑道の実際の切羽面の位置を決定する。切羽面の位置は、坑道ラインの深さ方向に坑道の最大深度を検出することによって決定されうる。制御ユニットは、切羽面の位置に基づいて実行される掘削パターンを選択するように構成されている。

【0020】

一実施形態によれば、採掘坑車両は削岩リグであり、坑道の各ラウンド又は対応する岩

10

20

30

40

50

盤空間に対して幾つかの掘削孔を掘削するように配置される。坑道の掘削は、連続するラウンドの掘削及び発破によって進む。ラウンドの発破は、新しい坑道切羽面と空間を限定する輪郭面も生み出す。削岩リグは、前のラウンドで実現される掘削を決定するためのスキャニング手段、又は他の測定手段を備える。制御ユニットは、前のラウンドで決定された実際の掘削に基づいて、その後のラウンドの掘削パターンを修正しうる。したがって、その後のラウンドでの過剰な掘削や掘削不足などの質的な問題を回避することが可能である。

【 0 0 2 1 】

一実施形態によれば、採掘坑車両には、制御ユニットと共に切羽面の実際の位置を決定するように構成されたスキャナデバイスが搭載されている。面の位置は、採掘坑との関係で、掘削パターンなどの採掘坑作業計画との関係で、或いは採掘坑車両のキャリアとの関係で決定されうる。座標変換は、所望のデータを生成するため、制御ユニットで実行されうる。

【 0 0 2 2 】

一実施形態によれば、採掘坑車両のスキャニングデバイスは、実際の切羽面に向かってスキャンするように配置され、これによって、座標を有するポイントクラウドデータが、これまでに掘削された少なくとも1つのラウンドの実際の表面から生成される。制御ユニットは、生成されたポイントクラウドデータに基づいて、実際の表面の特性を決定するように構成されている。制御ユニットは、実際の表面で決定された実際の特性を、少なくとも1つのラウンドの所定の設計特性と比較しうる。制御ユニットは、生成されたポイントクラウドデータに基づいて、切羽面の位置、切羽面の坑道輪郭及び/又は採掘坑座標系における切羽面のトポグラフィ (topography) を決定しうる。代替的に、又は付加的に、制御ユニットは、生成されたポイントクラウドデータに基づいて、坑道ラインとの関係で切羽面の方向を決定しうる。更に、制御ユニットは、決定された切羽面の実際の特性を所定の切羽面の設計特性と比較するように構成されており、また、この比較によって検出された偏差に応答して掘削パターンを修正するように構成されうる。制御ユニットは、例えば、監視角、孔間隔又は掘削パターンで決定されたラウンドの長さを修正しうる。他の任意の修正行為は、検出された品質データと状態データに基づいて、実行されうる。

【 0 0 2 3 】

一実施形態によれば、採掘坑車両は、ブームの遠位部分に配置される採掘坑作業デバイスを備えた少なくとも1本のブームを含む。ブームが搭載されると、キャリアに対する切羽面の位置は、採掘坑作業デバイスを切羽面に接して配置すること、並びにセンサー又は測定デバイスを含む搭載されたブームによって切羽面の位置を決定すること、によって決定される。機械座標系における採掘坑作業デバイスの検出された位置座標は、制御ユニットで実行される座標変換プログラムによって、採掘坑座標系の採掘坑座標に変換されうる。

【 0 0 2 4 】

一実施形態によれば、採掘坑作業デバイスの位置と方向は、採掘坑車両の周囲をスキャンすることによって決定され、これにより採掘坑作業デバイスのポイントクラウドデータが生成される。制御ユニットには、採掘坑作業デバイスの基準ポイントクラウドデータが提供される。基準データは採掘坑作業デバイスの設計データであってもよく、或いは、基準データは採掘坑作業デバイスの最初のスキャニングによって生成されうる。ポイントクラウド処理プログラムは、スキャンされたポイントクラウドデータ内で採掘坑作業デバイスを検索して検出するため、スキャンされたポイントクラウドデータと基準ポイントクラウドデータを比較するための制御ユニット内で実行される。採掘坑作業デバイスがポイントクラウドデータから見つかった後、採掘坑作業デバイスの位置と方向は、ポイントクラウドの照合点の座標に基づいて決定されうる。

【 0 0 2 5 】

一実施形態によれば、制御ユニットは、採掘坑座標系における採掘坑車両の採掘坑作業

10

20

30

40

50

デバイスによって影響される掘削孔の位置と方向を決定し、記録するように構成されている。採掘坑車両は削岩リグ又は岩盤補強リグであってもよく、どちらも掘削孔に影響を及ぼす手段を含む。制御ユニットは、掘削ユニットのフィードビームの位置と方向を決定することができ、掘削ユニットが掘削孔の位置にあるとき、決定されたデータを掘削孔の位置と方向のデータとして記録することができる。この解決策の利点は、掘削孔と岩盤ボルトの位置と方向が、追加のデバイス及び手段なしで記録され保存されうることにある。

【0026】

一実施形態によれば、採掘坑作業デバイスは、探索ツールとしての役割を果たすように構成されており、これにより、採掘坑作業デバイスは対象物に対して位置決めされ、採掘坑作業デバイスの位置データはスキャニングとポイントクラウド照合によって、或いはセンサーが搭載されたブームの取り付けによって、決定される。

10

【0027】

一実施形態によれば、採掘坑車両には、周囲の面上のポイントクラウドデータを生成するためのスキャニング手段が提供される。制御ユニットには、採掘坑の3Dモデルを含む採掘坑計画が提供される。採掘坑の3Dモデルは、採掘坑座標系におけるポイントクラウドデータを含む。制御ユニットは、採掘坑の3Dモデルを有するスキャニングデバイスによって、生成されたポイントクラウドデータを比較するように構成されている。制御ユニットは、スキャンされた位置で、スキャニングデータ中に新しい或いは変化した周囲のポイントクラウド対象物を検出するための適切なプログラム、アルゴリズム、プロセッサ及びデータ処理手段を含みうる。これにより、新たに作られた或いは変化した採掘坑の壁又はその他の表面が検出され記録される。採掘坑制御ユニットは、採掘坑の実際の3Dモデルのポイントクラウドデータに、新しいポイントクラウドデータを組み込みうる。これにより、採掘坑制御ユニットは、受信したスキャニングデータに基づいて、採掘坑の3Dモデルを更新しうる。この実施形態のおかげで、採掘坑内の変化は記録され、考慮されうる。採掘坑の実際の3Dモデルが更新されると、採掘坑に関する信頼性の高い情報がいくつもの目的に使用されうる。

20

【0028】

一実施形態によれば、スキャニングデバイスが搭載された採掘坑車両は、移動式探索デバイスとしての役割を果たす。採掘坑車両は、採掘坑車両の通常の操作のみを実行しているときには、探索を連続的に実行することができる。採掘坑車両が削岩リグ又は補強リグである場合には、掘削を実行するため、或いは補強要素又は補強材料を注入するため、作業現場に停止する際に、採掘坑車両は周囲をスキャンしてもよい。採掘坑車両が移動していないときには、スキャニングは毎回最低1回実行されると、定義されてもよい。この手続のおかげで、採掘坑は反復的に、また、余分なリソースを必要とすることなく、通常の操作プロセスと並行して探索されうる。採掘坑の3Dモデルは更新され、正確なものになりうる。

30

【0029】

一実施形態によれば、制御ユニットには、第2スキャニングデータと基準ポイントクラウドデータとの間に要求される照合一致率を定義する少なくとも1つの組み込みルールが提供される。制御ユニットは、組み込みルールが満たされるときにのみ、新しいポイントクラウドデータを採掘坑の基準モデルの基準ポイントクラウドデータに組み込むように構成されている。

40

【0030】

一実施形態によれば、採掘坑車両には、フレーム、一又は複数のスキャニングデバイス並びに一又は複数のデータ送信デバイス又はユニットが提供される。スキャニングモジュールは、データ送信デバイスによって、一又は複数の制御ユニットと通信しうる。スキャニングモジュールはまた、生成されたモニタリングデータを処理するためのプロセッサと必要なコンピュータプログラムとアルゴリズムを備える一又は複数の制御ユニットを含みうる。モニタリングモジュールは、任意の採掘坑車両に装着可能であるように設計されうる。スキャニングモジュールの締結ユニットは迅速な連結手段を含みうる。

50

【0031】

一実施形態によれば、スキャニングデバイスはレーザースキャナである。

【0032】

一実施形態によれば、スキャニングデバイスは少なくとも1つのカメラを備える。スキャニングデバイスは、少なくとも2つのカメラを備えるステレオビジョンシステムに基づいてもよい。代替的に、スキャニングは焦点深度システムとして知られる技術に基づいてもよく、このシステムでは1台のカメラが使用され、その方法は基本的に、対象物の焦点を積み重ね、次に各ピクセルの輝度を近隣との関係で分析することによって機能する。制御ユニットには、一又は複数のカメラから受け取ったデータを処理するための画像処理システムが提供されうる。

10

【0033】

一実施形態によれば、スキャニングデバイスは、スキャニングユニットに加えて、スキャンされた障害物の色情報を記録するための少なくとも1台のカメラを備える。レコーダーの色情報は、スキャンされたポイントクラウドデータに接続されうる。このように、附加情報が収集されうる。

【0034】

一実施形態によれば、3Dスキャニングデータは、測定面又は対象物を掃引するレーザーの往復移動時間によって得られる。この種のリモートセンシング技術はLIDAR (Light Detection And Ranging)として知られている。

20

【0035】

一実施形態によれば、3Dスキャニングデータは、単一(変調)光源の往復移動時間、及び測定面又は対象物の様々な部分からの反射の戻り時間によって得られる。この種のリモートセンシング技術はTOF (Time of Flight)として知られている。この実施形態では、TOFカメラが使用されうる。

【0036】

一実施形態によれば、3Dスキャニングデータは、一又は複数のカメラ画像に示された測定面又は対象物に投影された光の既知のパターンの幾何学によって得られる。この種の3Dスキャニングはまた、構造光3Dスキャニング技術として知られている。

【0037】

一実施形態によれば、3Dスキャニングデータは、異なる視点から撮影された同一ターゲットの複数の写真の解析によって得られる。この実施形態では、ステレオカメラシステムが利用されうる。制御ユニットには、2台以上のカメラから撮影された画像データを処理するための画像処理システムが提供されうる。

30

【0038】

一実施形態によれば、採掘坑車両は、搭載制御ユニットと一又は複数の外部制御ユニットとの間のデータ通信を可能にする少なくとも1つのデータ通信システムを含む。データ通信は任意の無線データ送信技術に基づいてもよい。採掘坑には、電波信号を利用する無線ネットワークが提供されうる。データ送信は、例えば、無線ローカルエリアネットワーク(WLAN)に基づいてもよい。

【0039】

一実施形態によれば、制御システムは、採掘坑及び採掘坑車両の外部にある一又は複数のコンピュータ或いは制御ユニットを含みうる。代替的に、制御システムは、スキャニングデータが解析されている制御ユニットから送信されたデータを受信するための電気端末デバイスへのアクセスを可能にする一又は複数のサーバーを含みうる。制御ユニットはまた、他のデータ通信を意味するとみなされ、処理されたデータへのアクセスを可能にする分配手段となりうる。

40

【0040】

一実施形態によれば、少なくとも1つのプロセッサと少なくとも1つのポイントクラウド照合プログラムが搭載されている制御ユニットが採掘坑車両に配置されている。したがって、採掘坑車両には、周囲からデータを収集し、そのデータを車内で処理するために必

50

要となるすべてのリソースが提供されている。この実施形態はまた、採掘システムへのデータ接続が失われた、或いは適切に動作していない状況においても動作可能である。採掘坑の基準モデルの最新バージョンは、適切な場合に車載の制御ユニットにダウンロードすることが可能で、車載の記憶媒体に保存されうる。ダウンロードされた採掘坑モデルは、元の採掘坑モデルから構成されてもよく、或いは記述的な様式又は特徴のみを含むようにフィルタ処理されてもよい。採掘坑車両が現在動作している採掘坑の一部の限られたポイントクラウドデータセットだけをダウンロードすることも可能である。

【0041】

一実施形態によれば、採掘坑車両の位置と方向を決定するための制御ユニットは、少なくとも1つのスキャニングデバイスを備える採掘坑車両と操作のための通信を行うための接続手段と、採掘坑車両の現在位置での操作のためのスキャニングデータであって、少なくとも1つのスキャニングデバイスによって生成される操作のための第2ポイントクラウドデータを含むスキャニングデータを採掘坑車両から受信するための受信手段と、受信した操作のためのスキャニングデータを処理するための処理手段とを含み、更に、制御ユニットには、プロセッサで実行されることが可能な少なくとも1つのポイントクラウド照合プログラム、及び採掘坑座標系でのポイントクラウドデータを含む採掘坑の保存された基準3Dモデルを含む初期の第1ポイントクラウドデータが提供され、制御ユニットは、周囲の表面のポイントクラウドデータを抽出し、他のすべての対象物のポイントクラウドデータを取り除くことによって、第2ポイントクラウドデータを処理するように構成されており、これによって、周囲の表面の単純化された第2ポイントクラウドデータが作成され、制御ユニットは、単純化された第2ポイントクラウドデータを基準の第1ポイントクラウドデータと照合するためポイントクラウド照合プログラムを実行し、単純化された第2ポイントクラウドデータと基準クラウドデータとの間で決定された照合に基づいて、採掘坑座標系による採掘坑車両の位置と方向を決定するように構成されており、制御ユニットには、採掘坑座標系による採掘坑作業現場の位置及び採掘坑作業現場で実行される採掘作業タスクを定義する少なくとも1つの採掘坑作業計画が提供され、更に、制御ユニットは、採掘坑作業現場で採掘坑作業タスクを開始するため、採掘坑車両の決定された位置と採掘坑作業計画の位置とを関連付けるように構成されている。

【0042】

採掘坑車両に関連して開示されている詳細な実施形態も方法に関連しており、逆もまた真である。

【0043】

スキャニングデバイス、ポイントクラウド照合プログラム及び制御ユニットを含む同一の装置は、ナビゲーション、採掘坑作業デバイス及び掘削孔の位置検出、採掘坑探索、衝突防止、並びに採掘坑制御と全車両管理システムのための情報提供に利用されうる。

【0044】

上述の開示された実施形態は、開示された必要な機能を備えた適切な解決策を形成するため、組み合わせ可能である。

【0045】

幾つかの実施形態は、添付の図面により詳細に説明されている。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】スキャニング手段及びモニタリング手段を搭載した削岩リグの側面図である。

【図2】採掘坑車両周囲の面及び物理的な障害物をスキャンする原理を概略的に示す。

【図3】採掘坑車両のキャリア上に配置されたスキャニングモジュールの概略側面図である。

【図4】スキャニング結果を処理するときに利用されるポイントクラウド照合の基本原理の概略図である。

【図5】採掘坑の新しい面又は変化した面を示す概略的かつ大幅に単純化された図で、スキャンしたデータを基準データと照合した後に検出された偏移したポイントクラウドデータ

10

20

30

40

50

タを組み込んでいる。

【図6】新たにスキャンして検出された点を組み込む、更新済みの基準ポイントクラウドデータの概略的かつ大幅に単純化された図である。

【図7】ポイントクラウドデータを処理することができる制御ユニットの関連要素、処理手段及び機能を示す概略図である。

【図8】面掘削方法の概略上面図で、削岩リグは、掘削パターンに従って坑道の端面に掘削孔を掘削するため、掘削現場に配置されている。

【図9】扇形掘削方法の概略上面図で、削岩リグは、掘削パターンに従ってパイロット坑道の内側輪郭面に掘削孔を掘削するため、掘削現場に配置されている。

【図10】扇形掘削方法の概略側面図である。

10

【図11】掘削パターンの概略図である。

【図12】削岩リグの位置決め及び掘削される掘削パターンを示す概略上面図である。

【図13】幾つかの坑道及び坑道内で動作して採掘坑制御システムと通信している種々の採掘坑車両の概略図である。

【0047】

明確にするため、これらの図は、開示されている実施形態の幾つかを単純化した方法で示している。これらの図では、同様の参照番号は同様の要素を示す。

【発明を実施するための形態】

【0048】

図1は、採掘坑車両の例として、削岩リグ1を示す。また、岩盤ボルト締めリグ、チャージング(char ging)リグ、計測車両、輸送車両及び貨物車両も採掘坑車両である。したがって、図12に示すように、採掘坑車両には、削岩ユニット、ボルト締めユニット、チャージングユニット、貨物ユニット及び貨物輸送ユニットなどの採掘坑作業デバイスが提供される。開示された解決策は、すべての種類の採掘坑車両に適用される。

20

【0049】

削岩リグ1は、移動式キャリア2及びキャリア2に接続された一又は複数のブーム3を含みうる。ブーム3の遠位端部分は掘削ユニット4であってもよい。掘削ユニット4は、フィードビーム5及びその上に支持される削岩マシン6を含みうる。削岩マシン6は、削岩マシン6の先端にツール7を接続するためのシャンクを含みうる。少なくとも1つのブーム3は、掘削ユニット以外の採掘坑作業デバイスを含みうる。したがって、採掘坑作業デバイスは、例えば、岩盤ボルト締めユニット又はチャージングユニットであってもよい。

30

【0050】

図1では、削岩リグ1は地下の採掘坑空間8で操作されているが、この空間は例えば、坑道、貯蔵ホール又は回廊となりうる。採掘坑空間8は、切羽面9、壁面10及び天井面11を含みうる。削岩リグ1には、削岩リグ1の周囲を測定するための一又は複数のスキャニングデバイス5が備えられている。スキャニングデバイス5は360度スキャン可能であり、したがって、削岩リグ1の周囲の表面及び他の障害物を測定可能で、システムに対してスキャニングデータを生成する。スキャニングデバイス5は、ポイントクラウドデータを生成することができるレーザースキャナ、カメラ、又は他の任意のデバイスを含みうる。スキャニングデバイス5は、キャリア2の上に配置される。

40

【0051】

スキャニングデバイス5は、採掘坑車両の上の既知の場所に配置される。その結果、スキャニングデバイスの座標は採掘坑車両のマシン座標系12で既知となる。スキャニングデバイスは周囲を観測し、一又は複数の対象物、採掘坑車両の部品又は要素を同様に検出することができる。

【0052】

代替的に、スキャニングデバイス5の位置は、事前に正確に決定される必要はなく、開示されたシステムがポイントクラウド照合技術を利用するときに較正される。次に、少なくとも1つの削岩リグの基準要素又は対象物がスキャニングデータ中に検出され、検出さ

50

れた対象物の生成されたポイントクラウドデータは、キャリア2上でのスキャニングデバイスSの相対位置決定に利用される。

【0053】

削岩リグ1はマシン座標系12を有し、採掘坑は採掘坑座標系13を有する。搭載された削岩リグ1は、本特許申請で開示される原理に基づく、スキャニングデータの受信、ポイントクラウド照合及び検索手段の実行、位置データの生成、及び必要な座標変換の実行のための一又は複数の制御ユニット14aであってもよい。制御ユニットにはまた、この事例の掘削パターンで、どの採掘坑作業計画、採掘坑作業操作が作業現場で実行されるかに従って、一又は複数の採掘坑作業計画が提供されうる。

【0054】

スキャニングデバイスSは、装着手段を備えたフレーム30、並びにプロセッサ及び上述の位置決定手続を実行するのに必要となるプログラムを備えた制御ユニットCUを含むスキャニングモジュールSMの一部であってもよい。

【0055】

必要な位置と方向のデータはスキャニングによって生成されうるため、ブーム3にはセンサーがなくてもよい。しかしながら、ブーム3及び採掘坑作業デバイスは、代替的に、位置と方向を決定するための従来のセンサー又は測定手段31を含んでもよい。

【0056】

採掘坑車両1の採掘坑座標系での位置と方向は、スキャニング及びポイントクラウド照合技術を利用することによって決定されうる。スキャニング手段はまた、切羽面9の位置、採掘坑空間8の輪郭、及び切羽面のトポグラフィと空間8の内面を決定するために使用されうる。

【0057】

図1は、採掘坑車両1が、一又は複数の外部採掘坑制御ユニットMCUと通信しうることを開示している。

【0058】

図2は、採掘坑車両1を取り囲む採掘坑空間8の表面のスキャニングを示している。したがって、ポイントクラウドデータ15は、壁面10a、10b及び天井面11から生成されうる。また、空間8の最大深度、すなわち切羽面がスキャンされうる。拡大図付きの単純化された図2で開示されているように、壁面10a、10b及び天井面11の表面は、発破によって岩盤物質が分離されているため、個々の形状を有する。表面のトポグラフィは、採掘坑の指紋の一種とみなされている。採掘坑空間8の実際の表面の3Dスキャニングデータが生成されうる。したがって、スキャンされたポイントクラウドデータに基づいて、採掘坑の3Dモデルが更新されうる。

【0059】

図2はまた、スキャニングによって、モニターされた対象物MOは検出され、そのポイントクラウドは生成されうることを開示している。モニターされた対象物MOのポイントクラウドデータは、モニターされた対象物に対して特徴的なポイントを含む。ポイントが作り出す形状に基づいて、モニターされた対象物MOは、スキャニング手続の検索ステップで認識されうる。次に、制御ユニット14aは、ポイントクラウド内でモニターされた対象物を定義する認識されたポイントの座標を決定し、マシン座標系12におけるモニターされた対象物の位置と方向を決定しうる。制御ユニット14aは、採掘坑車両1の位置がわかると、モニターされた対象物MOの位置と方向のデータを採掘坑座標系13の座標に変換する。採掘坑内の採掘坑車両1の位置はスキャニング技術によって決定されうる。採掘坑車両1及びモニターされた対象物MOの位置は、スキャンされた採掘坑空間8の実際の表面トポグラフィ及び切羽面の位置に関する情報と共に、決定されうる。

【0060】

図2、及び図4では、スキャニングデバイスSの光線が物理的なターゲットに到達して検出される場所が黒丸17のポイントによって示されている。ポイントクラウドデータ15は、スキャニングによって作り出された幾つかのポイント17を含む。ポイント17は

黒丸で示される。ポイントクラウドデータは、スキャニングが観測する情報を示すとみなすことができる。すべてのポイント 17 は、マシン座標系 12 で x、y、z の座標を有し、モニターされた対象物 MO の位置と方向は、スキャニングデバイス S に対してマシン座標系 12 で決定されうる。モニターされた対象物 MO は、制御ユニット 14a すなわち CU に入力された基準データに基づいて、ポイントクラウドデータから検出されうる。

【0061】

採掘坑空間 8 の底部の切羽面及び他の表面の位置、方向並びにトポグラフィは、採掘坑車両の位置がわかり、座標変換が利用されると、採掘坑座標系 13 で決定されうる。

【0062】

図 3 では、スキャニングモジュール SM は、採掘坑車両 1 のキャリア 2 上に配置されている。スキャニングモジュール SM は、スキャニングデバイス S、フレーム 18 及び制御ユニット CU を含む。制御ユニット CU は、スキャニングデバイス S 及び測定デバイスから受信した測定データを処理するように配置されてもよく、データ通信ユニット DCU によって、処理されたデータとデータ要素だけを採掘坑制御ユニット MCU 又は他の任意の外部制御ユニットに送信してもよい。更に、スキャニングデバイス S 又はスキャニングモジュールは迅速な連結手段を含んでもよく、これによって採掘坑車両 1 に容易に装着されうる。

10

【0063】

図 4 は、スキャニングとポイントクラウド照合によって、採掘坑車両 1 の位置と配向を決定する基本原理を開示している。採掘坑車両 1 の周囲がスキャンされ、第 2 ポイントクラウドデータ 21 が生成される。初期の第 1 ポイントクラウドデータ 22 は、事前に生成されて、採掘坑車両 1 に搭載の制御ユニット 14a に保存されてもよい。制御ユニット 14a、14c には、プロセッサ並びに、第 2 ポイントクラウドデータ 21 を第 1 ポイントクラウドデータ 22 と照合するためのポイントクラウド照合プログラム又はアルゴリズムが提供されうる。したがって、第 1 ポイントクラウドデータ 22 は基準ポイントクラウドデータとしての役割を果たし、第 2 ポイントクラウドデータ 21 は操作のためのポイントクラウドデータとしての役割を果たす。図 4 では、照合 23 が非常に単純化された方法で示されている。この照合 23 に基づいて、制御ユニット 14a 又は 14b は、採掘坑車両 1 の位置と配向を採掘坑座標系 13 で決定しうる。ポイントクラウドデータのすべてのポイント 17 は、x、y 及び z 座標を有する。図 4 の単純化された例では、第 2 ポイントクラウドデータ 21 は基準ポイントクラウドデータ 22 に完全に一致する。

20

【0064】

上述のポイントクラウド照合解析及びポイントクラウド最良適合手続の原理は、採掘坑車両のブーム又は採掘坑作業デバイスなど、モニターされた対象物の位置と方向を検索して検出するために利用されうる。パターン照合中に、システムはモニターされた対象物を検索し、対象物の位置と方向を計算する。

30

【0065】

図 5 は、採掘坑の新しい表面又は変化した表面を検出することを開示している。スキャニングデバイスが搭載された採掘坑車両は、移動式探索デバイスとしての役割を果たす。したがって、採掘坑車両は、掘削或いはその他の定義された採掘坑操作を実行するため、作業現場で停止すると、周囲をスキャンすることができる。制御ユニットは、ポイントクラウド照合解析を実行し、操作のための第 2 スキャニングデータを制御ユニットに保存されている或いはそこから取り出された基準スキャニングデータ 22 と比較するように構成されている。パターン照合中、システムは、操作のための第 2 スキャニングデータ 21 が、基準ポイントクラウドデータ 22 の中に存在しない又は複数の周囲を取り囲む新しいポイントを含むかどうかを検出する。これらの新しいポイント 17a は、図 5 に白丸として表示されている。一実施形態によれば、制御ユニットには、第 2 スキャニングデータと基準ポイントクラウドデータとの間に要求される照合一致率を定義する少なくとも 1 つの組み込みルールが提供される。組み込みルールは、例えば、50%一致のためのニーズを定義しうる。セット組み込みルールが満たされると、新しいポイント 17a は基準ポイン

40

50

トクラウドデータ22に組み込まれる。したがって、採掘坑車両により、新しく作られた壁又は変化した表面の検出及び記録が可能になる。図6は、新たにスキャンして検出されたポイントを組み込む、更新された新しい基準ポイントクラウドデータ22aを開示している。

【0066】

図7は、生成されたポイントクラウドデータを処理するための、実行可能な制御ユニット及び制御ユニットのプロセッサで実行できる必要なプログラムを示している。制御ユニットは、採掘坑車両の操作のための制御及び採掘坑車両の位置と採掘坑作業計画の決定に利用される位置データを生成する。

【0067】

開示された制御ユニットは採掘坑車両に搭載可能であり、スキャニングデータを事前に処理し、その結果だけをデータ送信デバイスによって採掘坑制御ユニットに送信することができる。

【0068】

図8は切羽面の掘削方法を示すもので、削岩リグは、掘削パターンに従って坑道の端面に掘削孔を掘削するため、掘削現場に配置されている。代替的に、ラウンドRの掘削は、他の種類の掘削計画に従って制御されうる。坑道の深さは掘削が進むにつれて増す。したがって、坑道の深さはラウンドごとに増していく。深さ方向DDは矢印によって示されている。

【0069】

切羽面掘削リグ1が動作する掘削された岩盤空間8は、坑道ラインTL及び坑道ラインTLの深さ方向DDでの実際の切羽面9を含む。切羽面9は坑道8の端部に位置する。切羽面9は、前のラウンドRが発破されると形成される。切羽面の位置と形状は、破線9aで示される計画された位置と形状を逸脱することがある。切羽面掘削リグ1には、採掘坑内でのリグの位置を決定するためのスキャニングデバイスSD又はモジュールが装備される。スキャニング技術はまた、深さ方向DDで坑道ラインTLに対して切羽面9の位置を決定するためにも使用されうる。システムは、坑道ラインTLの深さ方向DDで坑道切羽面9の最大深度を決定し、最大深度に基づいて切羽面の位置を正確に定義しうる。加えて、生成されたスキャニングデータは、切羽面9の坑道輪郭、坑道ラインTLに対する切羽面9の方向、及び切羽面9のトポグラフィを決定するために使用されうる。

【0070】

図9及び図10は扇形掘削方法の原理を示しており、削岩リグ1は、掘削パターンに従ってパイロット坑道8bの内側輪郭面に掘削孔を掘削するため、掘削現場に配置されている。扇形掘削では、掘削孔の位置と方向を定義する扇形掘削パターンが使用されうる。扇形掘削リグ1には、採掘坑内でのリグの位置を決定するためのスキャニングデバイスSD又はモジュールが装備される。スキャニング技術はまた、深さ方向DDで坑道ラインTLに対して切羽面9の位置を決定するためにも使用されうる。掘削された坑道8の表面S及び坑道輪郭はまた、スキャンされ検出されうる。

【0071】

切羽面掘削及び扇形掘削では、あらかじめ設計された坑道ラインTLを掘削パターンの代わりに採掘坑作業計画として使用することも可能である。更に、坑道ラインに沿った坑道の内側輪郭はまた、あらかじめ設計されて制御ユニットに入力されてもよい。採掘坑作業計画はまた、所望の坑道部分に対して、最小輪郭及び最大輪郭を定義しうる。

【0072】

図11は、切羽面掘削のための掘削パターン32のxz投影を示す。掘削パターン32は、複数の入れ子になった列34a～34c上に配置された複数の掘削孔33を定義する。更に、掘削パターン32は、最も奥の掘削孔列34cと切削部36との間の区域に配置されるフィールド孔35aから35cまでを含みうる。掘削パターン34では、掘削孔33は円として示されうる。更に、各掘削孔33の方向は、掘削パターン32の方向ライン37によって示されうる。掘削孔33間の距離は孔間隔38と称される。掘削パターン3

10

20

30

40

50

2の特性とパラメータは、制御ユニットのプロセッサ内の掘削パターン設計プログラム又は対応する掘削作業計画を実行することによって、修正されうる。前のラウンドのモニタリングと検知の結果は、以降の掘削パターンを修正するときに考慮されうる。

【0073】

図12は、掘削されるラウンドRに関連する掘削パターン32の原理を示している。掘削される坑道8の切羽面9には、掘削パターン32の座標系が設定されうるナビゲーション面Nが提供される。ナビゲーション面Nは切羽面9の正面に配置されうる。掘削パターン32は、その座標系で決定された削岩リグ1の位置と方向を含み、その場合、削岩リグ1は掘削が開始される前に座標系に従ってナビゲートされる。ラウンドRの底部は更に、ナビゲーション面Nからのパターンの長さに応じた距離に発破面39を含みうる。

10

【0074】

図13は、幾つかの坑道8a～8dと坑道で動作する種々の採掘坑車両1a～1dを示す。最も下の坑道8aには、坑道の端面に発破孔を掘削するための切羽面掘削リグ1aがある。扇形掘削リグ1bは、第2坑道8bに扇状の掘削パターンを掘削している。第3坑道8cでは、貨物車両1cが分離された岩盤物質を運んでおり、第4坑道8dではチャージング車両1dが動作している。採掘坑内で動作するこれらすべての採掘坑車両には、上記で開示した採掘作業計画及びスキャニングモジュールが提供される。採掘坑車両は本願で開示されるように位置決めされ、人手によって操作される。採掘坑車両はまた、採掘坑制御ユニットMCUに探索及びモニタリングデータを提供する。採掘坑制御ユニットMCUは制御室に配置され、オペレータに現在のステータスに関する情報を提供し、状況レポートを表示するため、一又は複数の端末デバイス又はディスプレイユニットDUに接続されてもよい。

20

【0075】

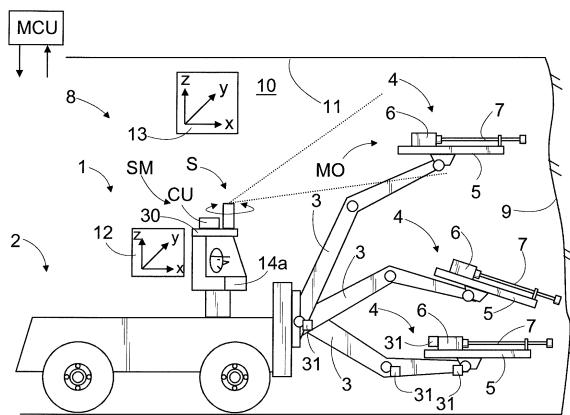
扇形掘削リグ1bが坑道内で使用されるときには、パイロット坑道内で動作し、パイロット坑道の壁又は天井に発破孔を掘削してもよい。掘削孔の発破後、パイロット坑道は拡張される。2つの連続した扇形掘削孔がラウンドRの長さを定義する。切羽面掘削では、切羽面掘削リグ1aが坑道8aの端面すなわち切羽面に掘削孔を掘削する。開発掘削後、形成された採掘坑空間は、採掘坑車両のモニタリングモジュールによって探索されうる。モニタリングモジュールは、坑道8a～8dの切羽面及びその他の表面をスキャンするためのスキャニングデバイスを含みうる。

30

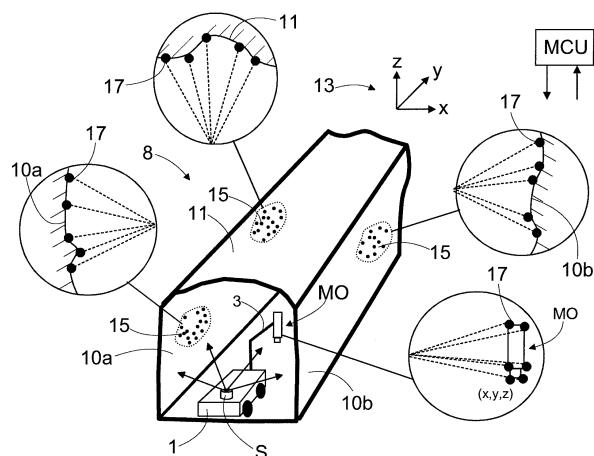
【0076】

図面及び関連する記述は、本発明のアイデアを示すことのみを目的とする。本発明の詳細は、特許請求の範囲内で変化しうる。

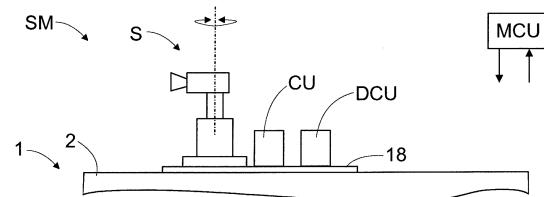
【 図 1 】



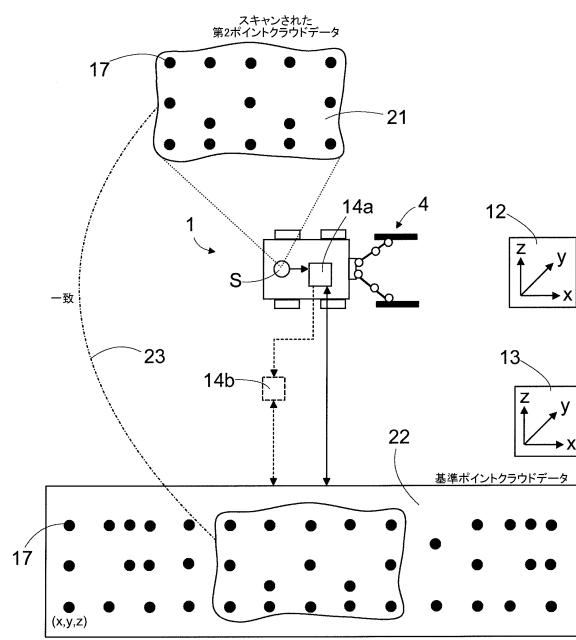
【 図 2 】



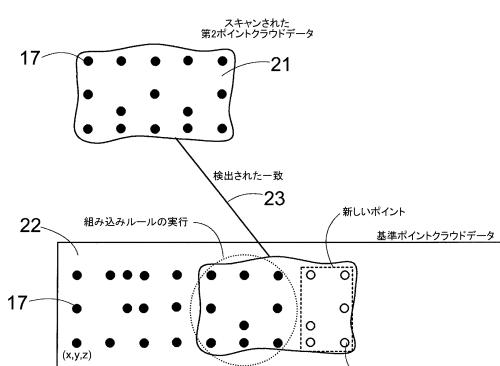
【図3】



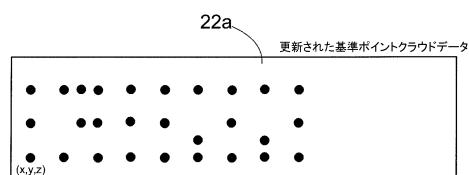
【 図 4 】



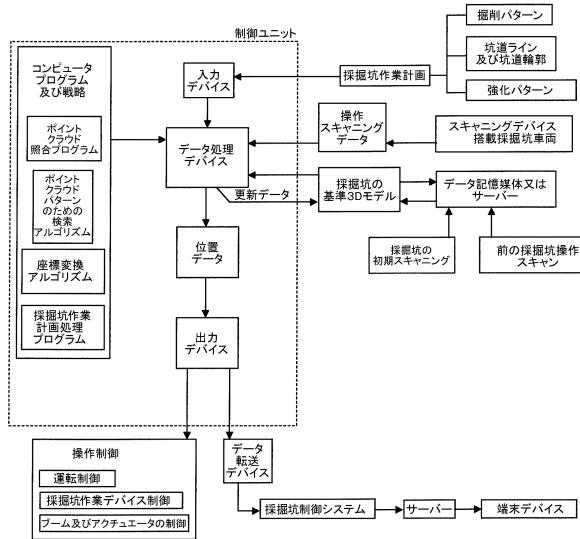
【 図 5 】



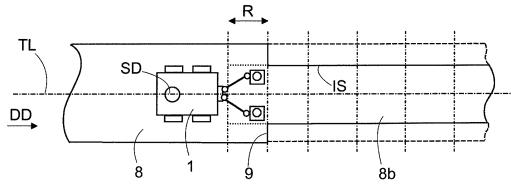
【圖 6】



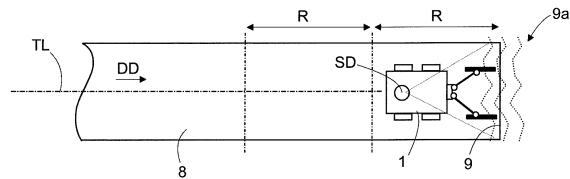
【図7】



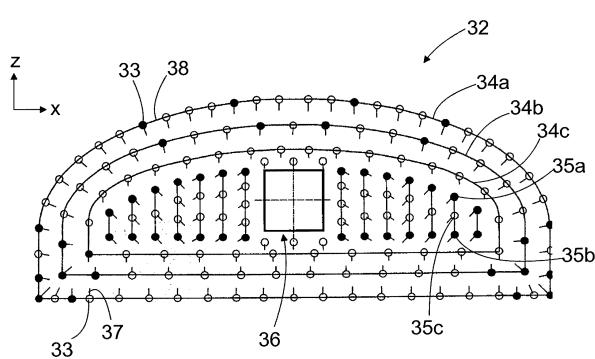
【図9】



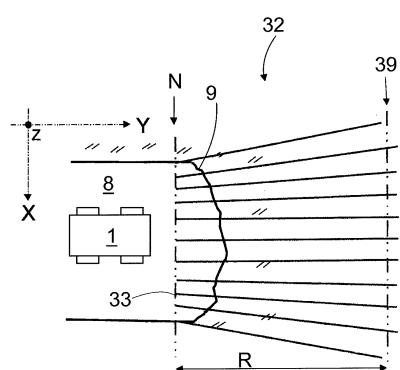
【図8】



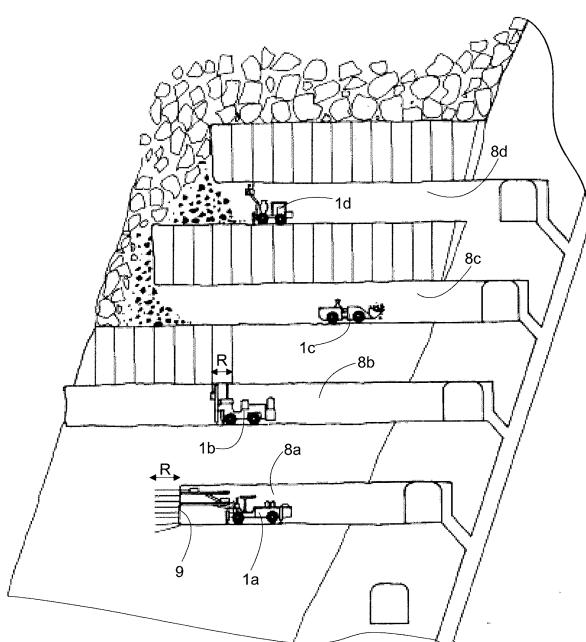
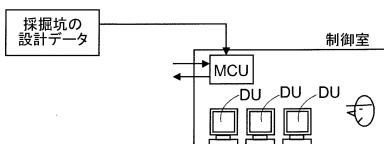
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 フォン エッセン , トミ
フィンランド国 エフアイエヌ-33330 タンペレ , ピティスルンカツ 9 , シー / オー
サンドヴィック マイニング アンド コンストラクション オーワイ

審査官 石川 信也

(56)参考文献 欧州特許出願公開第01176393 (EP, A2)
国際公開第2007/000488 (WO, A1)
国際公開第1996/022547 (WO, A2)
特開2008-025163 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

E 21 C 41/16
E 21 D 9/00
E 21 B 1/00 - 49/10