

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4512875号
(P4512875)

(45) 発行日 平成22年7月28日(2010.7.28)

(24) 登録日 平成22年5月21日(2010.5.21)

(51) Int.Cl.

F 1

GO 1 B	21/00	(2006.01)	GO 1 B	21/00	E
GO 1 C	15/00	(2006.01)	GO 1 C	15/00	104C
B 25 J	5/00	(2006.01)	B 25 J	5/00	C
B 25 J	13/00	(2006.01)	B 25 J	13/00	Z
B 25 J	19/02	(2006.01)	B 25 J	19/02	

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願2004-106516 (P2004-106516)

(22) 出願日

平成16年3月31日 (2004.3.31)

(65) 公開番号

特開2005-291879 (P2005-291879A)

(43) 公開日

平成17年10月20日 (2005.10.20)

審査請求日

平成19年3月16日 (2007.3.16)

(73) 特許権者 304021417

国立大学法人東京工業大学

東京都目黒区大岡山2丁目12番1号

(74) 代理人 100080838

弁理士 三浦 光康

(72) 発明者 廣瀬 茂男

東京都目黒区大岡山2-12-1 東京工業
大学内

(72) 発明者 岡本俊仁

千葉県長生郡長生村金田2695 大昌建設
株式会社内

(72) 発明者 福田 靖

東京都目黒区大岡山2-12-1 財団法人
理工学振興会内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】歩行ロボット用歩行データの測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

法面に形成された格子状のフレームの交点にマーカーを置き、追尾型三次元位置センサを用いて、その三次元位置を計測する交点の三次元位置計測工程、前記格子状のフレーム内の地面の少なくとも1箇所にマーカーを置き、追尾型三次元位置センサを用いて、格子内の三次元位置を計測する格子内の三次元位置計測工程、前記交点の三次元位置計測工程の交点データを線でつなぎ、網目を作り、そこにフレームの幅だけ肉付けしてフレームデータを作成するフレームデータ作成工程、前記格子内の三次元位置計測工程の格子内データの起伏が急に変化したところを計測データにより補正する補正データ作成工程とを用いた地形計測工程と、この地形計測工程で計測した格子状のフレームに位置させた、B座標系でマーカーをある軌道上で動かすことができる歩行ロボットと、A座標系の観測点に固定した追尾型三次元位置計測センサを静止させ、該歩行ロボットのマーカーをB座標系に対し、ある決まった軌道上で動かし、該追尾型三次元位置計測センサで前記マーカーを追尾し、一定期間位置計測を続ける位置計測工程、この位置計測工程でのA B両座標系におけるマーカーが描く軌跡により、前記歩行ロボットの姿勢を計測する姿勢計測工程を用いた歩行ロボットの位置姿勢計測工程とを含むことを特徴とする歩行ロボット用歩行データの測定方法。

10

【請求項 2】

法面に形成された格子状のフレームの交点にマーカーを置き、追尾型三次元位置センサを用いて、その三次元位置を計測する交点の三次元位置計測工程、前記格子状のフレーム内

20

の地面の少なくとも1箇所にマーカーを置き、追尾型三次元位置センサを用いて、格子内の三次元位置を計測する格子内の三次元位置計測工程、前記交点の三次元位置計測工程の交点データを線でつなぎ、網目を作り、そこにフレームの幅だけ肉付けしてフレームデータを作成するフレームデータ作成工程、前記格子内の三次元位置計測工程の格子内データの起伏が急に変化したところを計測データにより補正する補正データ作成工程とを用いた地形計測工程と、この地形計測工程で計測した格子状のフレームに位置させた追尾型三次元位置計測センサをA座標系で固定した歩行ロボットと、B座標系でマーカーを軌道上で動かすことができる固定点を静止させ、該固定点のマーカーをB座標系に対し、ある決まった軌道上で動かし、該追尾型三次元位置計測センサで前記マーカーを追尾し、一定期間位置計測を続ける位置計測工程、この位置計測工程でのAB両座標系におけるマーカーが描く軌跡により、前記歩行ロボットの姿勢を計測する姿勢計測工程を用いた歩行ロボットの位置姿勢計測工程とを含むことを特徴とする歩行ロボット用歩行データの測定方法。
10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は格子状のフレームが形成された法面等で作業する歩行ロボット用歩行データの測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、格子状のフレームが形成された法面で歩行ロボットを歩行させるには、歩行ロボットのフレームを挟着する挟着装置が先端部に取付けられた脚部材をオペレータが操作して、所定位置に移動させるとともに、挟着装置もオペレータの操作で挟着、挟着解除等の作業を行なわなければならなかつた。

【0003】

このため、歩行ロボットの近くにオペレータがいなければ歩行させることができないという欠点があるとともに、法面が急傾斜である場合には、オペレータも急傾斜部位での操作が必要で、危険な作業になるという欠点があつた。

【特許文献1】特許第3310937号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は以上のような従来の欠点に鑑み、法面に形成された格子状のフレームの三次元位置やフレーム内の三次元位置等の地形を計測するとともに、該格子状のフレームに位置する歩行ロボットの三次元位置と姿勢を計測して、歩行ロボットの歩行をスムーズに自動的に行なうことができる歩行ロボット用歩行データの測定方法を提供することを目的としている。

【0005】

本発明の前記ならびにそのほかの目的と新規な特徴は次の説明を添付図面と照らし合わせて読むと、より完全に明らかになるであろう。

ただし、図面はもっぱら解説のためのものであつて、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明は法面に形成された格子状のフレームの交点にマーカーを置き、追尾型三次元位置センサを用いて、その三次元位置を計測する交点の三次元位置計測工程、前記格子状のフレーム内の地面の少なくとも1箇所にマーカーを置き、追尾型三次元位置センサを用いて、格子内の三次元位置を計測する格子内の三次元位置計測工程、前記交点の三次元位置計測工程の交点データを線でつなぎ、網目を作り、そこにフレームの幅だけ肉付けしてフレームデータを作成するフレームデータ作成工程、前記格子内の三次元位置計測工程の格子内データの起伏が急に変化したところを計測データにより

10

20

30

40

50

補正する補正データ作成工程とを用いた地形計測工程と、この地形計測工程で計測した格子状のフレームに位置させた、B座標系でマーカーのある軌道上で動かすことができる歩行ロボットと、A座標系の観測点に固定した追尾型三次元位置計測センサを静止させ、該歩行ロボットのマーカーをB座標系に対し、ある決まった軌道上で動かし、該追尾型三次元位置計測センサで前記マーカーを追尾し、一定期間位置計測を続ける位置計測工程、この位置計測工程でのA B両座標系におけるマーカーが描く軌跡により、前記歩行ロボットの姿勢を計測する姿勢計測工程を用いた歩行ロボットの位置姿勢計測工程とで歩行ロボット用歩行データの測定方法を構成している。

【0007】

本発明は法面に形成された格子状のフレームの交点にマーカーを置き、追尾型三次元位置センサを用いて、その三次元位置を計測する交点の三次元位置計測工程、前記格子状のフレーム内の地面の少なくとも1箇所にマーカーを置き、追尾型三次元位置センサを用いて、格子内の三次元位置を計測する格子内の三次元位置計測工程、前記交点の三次元位置計測工程の交点データを線でつなぎ、網目を作り、そこにフレームの幅だけ肉付けしてフレームデータを作成するフレームデータ作成工程、前記格子内の三次元位置計測工程の格子内データの起伏が急に変化したところを計測データにより補正する補正データ作成工程とを用いた地形計測工程と、この地形計測工程で計測した格子状のフレームに位置させた追尾型三次元位置計測センサをA座標系で固定した歩行ロボットと、B座標系でマーカーを軌道上で動かすことができる固定点を静止させ、該固定点のマーカーをB座標系に対し、ある決まった軌道上で動かし、該追尾型三次元位置計測センサで前記マーカーを追尾し、一定期間位置計測を続ける位置計測工程、この位置計測工程でのA B両座標系におけるマーカーが描く軌跡により、前記歩行ロボットの姿勢を計測する姿勢計測工程を用いた歩行ロボットの位置姿勢計測工程とで歩行ロボット用歩行データの測定方法を構成している。

【0008】

【0009】

【0010】

【発明の効果】

【0011】

以上の説明から明らかなように、本発明にあっては次に列挙する効果が得られる。

【0012】

(1) 法面の格子状のフレームの三次元位置および格子内の三次元位置の地形を計測できるとともに、格子状のフレームに位置する歩行ロボットの三次元位置と姿勢を計測することができる。

したがって、歩行ロボットをスムーズに自動的に歩行させることができる。

【0013】

(2) 前記(1)によって、格子状のフレームの三次元位置を容易に確実に計測することができる。

【0014】

(3) 前記(1)によって、格子状のフレームに位置する歩行ロボットの三次元位置と姿勢とを容易に確実に計測することができる。

【0015】

(4) 請求項2も前記(1)～(3)と同様な効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、図面に示す本発明を実施するための最良の形態により、本発明を詳細に説明する。

10

20

30

40

50

【0017】

図1ないし図8に示す本発明を実施するための最良の第1の形態において、1は格子状のフレーム2が形成された法面3で歩行ロボット4を歩行させて作業を行なう場合に使用する本発明の歩行ロボット用歩行データの測定方法で、この歩行ロボット用歩行データの測定方法1は地形計測工程5と、この地形計測工程5で計測された格子状のフレーム2に位置する歩行ロボット4の位置と姿勢を計測する位置姿勢計測工程6とで構成されている。

【0018】

前記地形計測工程5は図2に示すように、前記法面3に形成された格子状のフレーム2の交点にマーカー7を置き、追尾型三次元位置センサ8を用いて、その三次元位置を計測する交点の三次元位置計測工程9と、前記格子状のフレーム2内の地面の少なくとも1箇所に、図3に示すようにマーカー7を置き、追尾型三次元位置センサ8を用いて格子内の三次元位置を計測する格子内の三次元位置計測工程10と、前記交点の三次元位置計測工程9の交点データを線でつなぎ、図4に示すように網目を作り、そこにフレーム2の幅だけ図5に示すように肉付けしてフレームデータを作成するフレームデータ作成工程11と、前記格子内の三次元位置計測工程10の格子内のデータの起伏が急に変化したところを計測データにより補正する補正データ作成工程12で構成されている。

10

【0019】

前記位置姿勢計測工程6は図6に示すように、格子状のフレーム2に位置する歩行ロボット4にB座標系でマーカー7をある軌道上で動かすことができるよう設置し、A座標系の観測点に固定した追尾型三次元位置計測センサ8を静止させ、歩行ロボット4のマーカー7をB座標系に対し、ある決まった軌道上で動かし、追尾型三次元位置計測センサ8で前記マーカー7を追尾し、一定期間位置計測を続ける位置計測工程13と、この位置計測工程13でのAB両座標系におけるマーカー7が描く軌跡により、前記歩行ロボット4の姿勢を計測する姿勢計測工程14とで構成されている。

20

【0020】

ここで、幾何学関係について説明すると、

A座標系から見たマーカー7の位置をP_A、B座標系から見たマーカー7の位置をP_Bとしたとき、

A座標系からB座標系への並追ベクトルt_{AB}は

30

$$t_{AB} = P_B - P_A$$

より容易に求まる。

ここでA座標系からB座標系への回転行列^BR_Aが問題になるが、これは各座標系内の2つの独立な方向ベクトルV₁、V₂を用いて、

$$A = (V_1, V_2, V_1 \times V_2)$$

なる行列を考え、これを用いて

$${}^B R_A = {}^B A A^{-1}$$

のように表せる。

もしBに固定された3点P、Q、RのB座標系での位置が既知(p_B、q_B、r_B)であり、その位置がA座標系からの観測できた(p_A、q_A、r_A)とすると、V₁ = q - p、V₂ = r - pを使って^BR_Aを求めることができる。

40

ここで行列^AAが逆行列を持つ(正則である)ためには、点P、Q、Rは同一線上にない3点でなければならない。

また、2点P、Qと重力方向gを利用して、V₁ = q - p、V₂ = gとして上記方法で^BR_Aを求めることが可能である。

これはベクトルPQと重力方向gとが一致しない場合にのみ使用可能である。

すなわち、物体AB間の座標変換を求めるには

AB両座標系における3点、もしくはAB両座標系における2点と、その2点が作る方向ベクトルと異なる方向の方向ベクトル情報(重力ベクトル等)が必要である。

また、マーカー7の動かし方は、

50

マーカー 7 を、例えば図 7 に示すように、上下左右に非対称図形の軌道に沿って動かした場合、センサ 8 からは点 P、Q、R を区別することができ、3 点の対応から座標変換が求まる。

この時、重力方向の情報は必要ない。

これに対し、マーカー 7 を図 8 に示すように、円弧のような対称な形状の軌道に沿って動かした場合、対称性より円弧上の点は区別がつかない。

このため、センサ 8 から得られる情報は対称中心点、回転面の法線ベクトルの 2 点のみとなり、重力方向を利用した姿勢推定が必要になる。

なお、B 座標系でのマーカー 7 の軌道が時系列で明らかになつていれば、軌道の形状が対称であつても、時々刻々のマーカー 7 の位置を A、B 両座標で一致させることができる。
10

したがつて、同一線上にない任意の 3 点を選ぶことによつて、重力の情報を使わずに座標変換を求めることができる。

[発明を実施するための異なる形態]

【0021】

次に、図 9 および図 10 に示す本発明を実施するための異なる形態につき説明する。なお、この本発明を実施するための異なる形態の説明に当つて、前記本発明を実施するための最良の第 1 の形態と同一構成部分には同一符号を付して重複する説明を省略する。

【0022】

図 9 および図 10 に示す本発明を実施するための第 2 の形態において、前記本発明を実施するための最良の第 1 の形態と主に異なる点は、歩行ロボット 4 に追尾方三次元位置計測センサ 8 を A 座標系で固定し、固定点でマーカー 7 を B 座標系に対し、ある決まつた軌道上で動かし、位置計測工程 13A と姿勢計測工程 14A を用いた位置姿勢計測工程 6A を用いた点で、このような位置姿勢計測工程 6A を用いて構成した歩行ロボット用歩行データの測定方法 1A を行なつても、前記本発明を実施するための最良の第 1 の形態と同様な作用効果が得られるとともに、歩行ロボット 4 に追尾型三次元位置計測センサ 8 を設けているため、該追尾型三次元位置計測センサ 8 と歩行ロボット 4 との間での計測データの通信が不要となり、構造の簡素化および正確な計測を行なうことができる。
20

【産業上の利用可能性】

【0023】

本発明は格子状のフレームが形成された法面で作業する歩行ロボットを製造する産業で利用される。
30

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図 1】本発明を実施するための最良の第 1 の形態の工程図。

【図 2】本発明を実施するための最良の第 1 の形態の交点の三次元位置計測工程の説明図。
。

【図 3】本発明を実施するための最良の第 1 の形態の格子内の三次元位置計測工程の説明図。
40

【図 4】本発明を実施するための最良の第 1 の形態の交点データでの網目を作る説明図。

【図 5】本発明を実施するための最良の第 1 の形態のフレームデータの説明図。

【図 6】本発明を実施するための最良の第 1 の形態の位置姿勢計測工程の説明図。

【図 7】本発明を実施するための最良の第 1 の形態のマーカーの軌道の説明図。

【図 8】本発明を実施するための最良の第 1 の形態のマーカーの異なる軌道の説明図。

【図 9】本発明を実施するための第 2 の形態の工程図。

【図 10】本発明を実施するための第 2 の形態の位置姿勢計測工程の説明図。

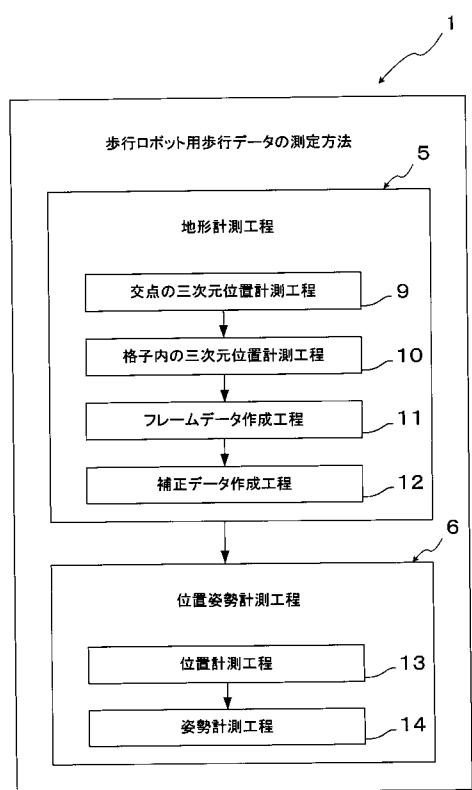
【符号の説明】

【0025】

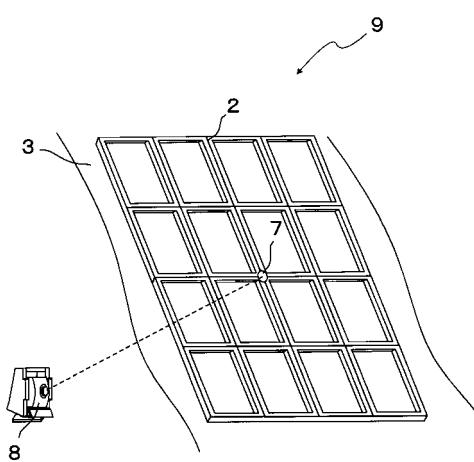
1、1A：歩行ロボット用歩行データの測定方法、
2：格子状のフレーム、3：法面、
50

4：歩行ロボット、 5：地形計測工程、
 6、6 A：位置姿勢計測工程、 7：マーカー、
 8：追尾型三次元位置センサ、 9：交点の三次元位置計測工程、
 10：格子内の三次元位置計測工程、
 11：フレームデータ作成工程、 12：補正データ作成工程、
 13、13 A：位置計測工程、 14、14 A：姿勢計測工程。

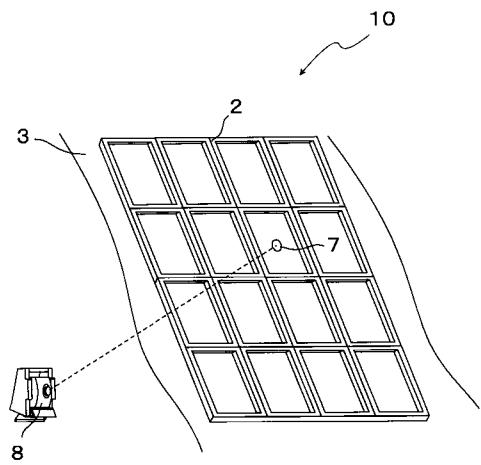
【図1】



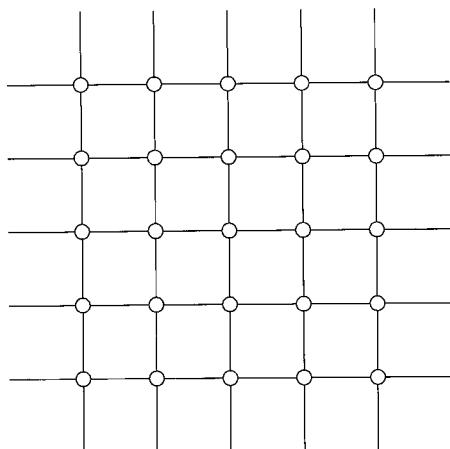
【図2】



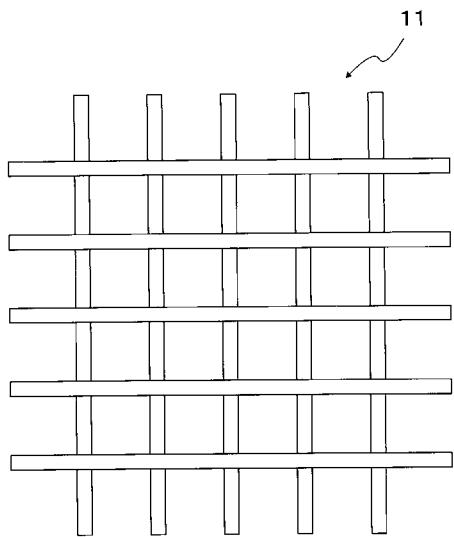
【図3】



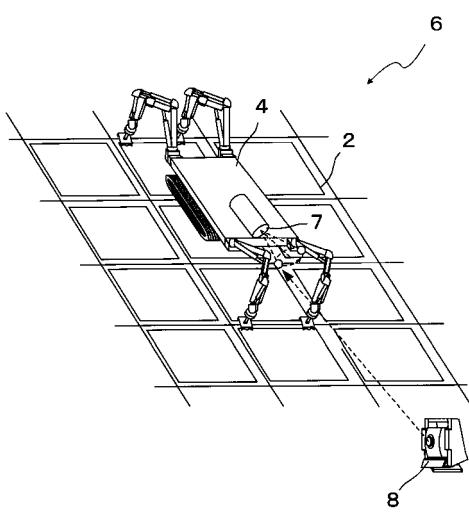
【図4】



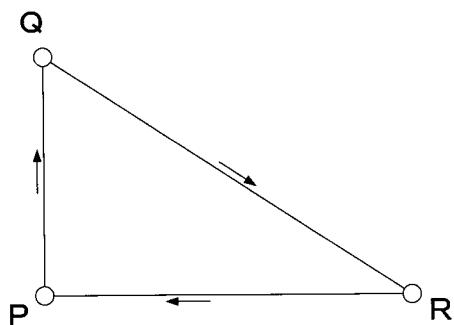
【図5】



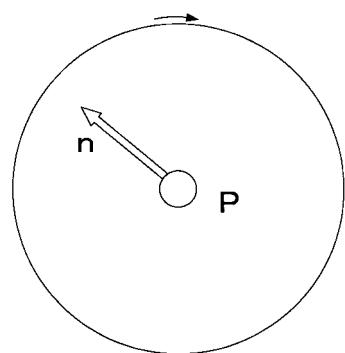
【図6】



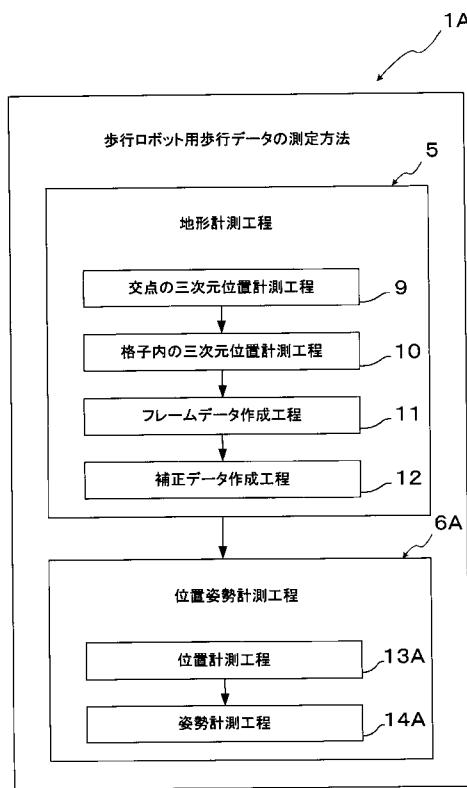
【図7】



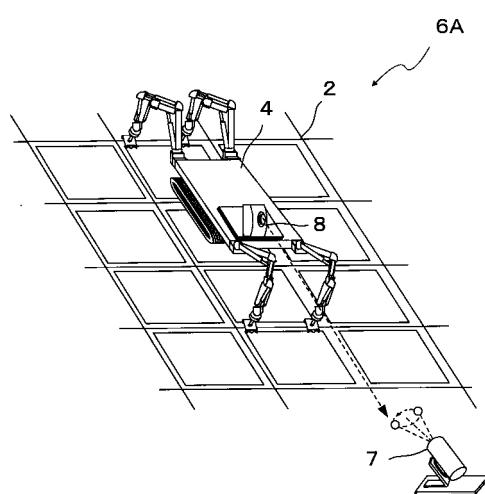
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 土居 隆宏
東京都目黒区大岡山2 12 1 財団法人理工学振興会内

審査官 大和田 有軌

(56)参考文献 特開2002-122415(JP,A)
特開平11-085385(JP,A)
特開平04-178505(JP,A)
程島竜一、外5名，“4足歩行型法面作業ロボットTITAN XIの開発”，ロボティクス・メカトロニクス講演会'03講演論文集(CD-ROM)，社団法人日本機械学会，2003年5月23日，2P2-1F-A2(1)~2P2-1F-A2(2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01 B	1 1 / 0 0	-	1 1 / 3 0
G 01 B	2 1 / 0 0	-	2 1 / 3 2
G 01 C	1 5 / 0 0	-	1 5 / 1 4
B 2 5 J	1 / 0 0	-	2 1 / 3 2
E 0 2 D	1 7 / 0 0	-	1 7 / 2 0