

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **03.06.2009**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **15.12.2010**
(Věstník č. 50/2010)

(21) Číslo dokumentu:

2009-355

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

G01B 15/08 (2006.01)

G01B 11/30 (2006.01)

(71) Přihlašovatel:

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava,
Ostrava - Poruba, CZ

(72) Původce:

Rapant Petr Doc. Ing. CSc., Ostrava - Poruba, CZ
Sojka Eduard Doc. Dr. Ing., Ostrava - Zábřeh, CZ

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob pořizování vektorových 3D dat
povrchu tělesa a zařízení k provádění tohoto
způsobu**

(57) Anotace:

Způsob využívá nejméně jeden světelný paprsek emitovaný laserem, který se vychyluje v prostoru a vede po povrchu proměřovaného tělesa, přičemž se videokamerami zaznamenávají body představující průsečík tohoto laserového paprsku s povrchem tělesa v reálném čase. Následně se ze znalosti nejméně jednoho průsečíku laserového paprsku a povrchu tělesa na snímaných obrazech a ze znalosti polohy videokamer vyhodnocují souřadnice jednotlivých bodů nacházejících se na povrchu tělesa. Alternativně jsou známy polohy několika bodů v měřené scéně, z jejichž zaměření se odvodí poloha a orientace digitálních kamer a případně i zdroje laserového paprsku. Prostorový úhel laserového paprsku se může měnit na základě vizuálního pozorování průsečíku laserového paprsku s povrchem tělesa. Nejméně dva laserové paprsky mohou mít vzájemně odlišnou barvu a/nebo vzájemně odlišný tvar světelné značky a/nebo vzájemně odlišný okamžik svícení. Světelný paprsek se může vést po hraně předem detekované zpracováním digitalizovaného obrazu. Zařízení obsahuje nejméně jeden zdroj laserového paprsku, videokamera a vyhodnocovací jednotku, přičemž vyhodnocovací jednotka je spojena jak s videokamerami, tak se zdrojem laserového paprsku pomocí prostředků pro přenos dat. Zdroj laserového paprsku může být opatřen prostředky pro změnu směru a/nebo změnu polohy zdroje laserového paprsku nebo může být opatřen zařízením pro vychýlení směru laserového paprsku a případně i prostředky pro automatické snímání směru laserového paprsku nebo jeho synchronizované rozsvěcování a zhasínání.

Způsob pořizování vektorových 3D dat povrchu tělesa a zařízení k provádění tohoto způsobu

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu pořizování vektorových 3D dat a zařízení k provádění tohoto způsobu a řeší získávání dat popisujících tvar a rozměry tělesa, například stavby, za účelem vytvoření 3D digitálního modelu tohoto tělesa, například pro posouzení důsledků zamýšlené změny okolí nebo pro potřeby navrhování rekonstrukce budovy.

Dosavadní stav techniky

Je známo, že za účelem získání dat popisujících v prostoru umístěné těleso se využívají fotogrammetrické metody, které jsou založeny na srovnávání dvou fotografií téhož tělesa, pořízených ze dvou míst, vůči sobě posunutých. Při vizuálním vyhodnocování pozoruje obsluha každým okem jiný obraz, přičemž díky stereoskopickému vjemu vnímá fotografie jako prostorový obraz, ve kterém zjišťuje souřadnice měřených bodů na základě jejich srovnávání s prostorově vnímaným obrazem současně pozorované značky a zaznamenává prostorové souřadnice měřených bodů. Při počítačovém vyhodnocování jsou zjišťovány souřadnice totožných bodů v rovině obou snímků a z jejich odchylek se vypočítávají souřadnice takového bodu v prostoru.

Nevýhodou této metody je, že na povrch proměřovaného tělesa se musí manuálně umístit zaměřovací body. Nevýhodou je i to, že se vyhodnocování provádí až následně po zhotovení snímků. V případě, že nebyl předmět vyfotografován z optimálního místa, je nutné fotografování opakovat, což v případě, že se předmět nenachází v blízkosti vyhodnocovacího pracoviště zvyšuje nejen náklady, ale též celkovou dobu měření.

Dále je známo, že pro zaznamenávání informací o velikosti a tvaru tělesa lze použít geodetická měření, při kterých se měří souřadnice jednotlivých, vizuálně zaměřovaných bodů, nacházejících se na povrchu proměřovaného tělesa, vůči referenčnímu bodu nebo vůči několika bodům, jejichž poloha je známa.

Nevýhodou této metody je vysoký podíl ruční práce, neboť body se vybírají individuálně a zaměřují se ručně. Další nevýhodou je to, že zaměřování komplikovaných prostorových útvarů není touto metodou možné. Potíže rovněž činí přiřazení naměřených hodnot k lokalizaci na povrchu proměřovaného tělesa, neboť se neobejde bez vyznačení změřeného bodu na orientačním nákresu nebo zpracování obsáhlého slovního popisu.

Je rovněž známa metoda zjišťování tvaru tělesa, která využívá laserového skenování. Při této metodě se laserový paprsek vede po povrchu tělesa v souřadnicovém rastru a na základě sledování času, potřebného k návratu odraženého paprsku do blízkosti zdroje v jednotlivých bodech se v závislosti na prostorovém úhlu paprsku a na vzdálenosti bodu jeho dopadu na povrch proměřovaného tělesa zjišťují souřadnice bodů na povrchu tělesa vůči referenčnímu bodu, zdroji laserového paprsku nebo přijímači odraženého světla. Získané hodnoty se zavádějí do počítače, kde se zpracují na virtuální obraz povrchu. Nevýhodami této metody jsou vysoké pořizovací náklady na zařízení, výkonný počítač a software a dále to, že výsledná 3D data nejsou vektorová, ale pouze rastrová. Vektorová data lze z nich odvodit až při následném zpracování a ne se zcela 100% úspěšností.

Podstata vynálezu

Uvedené nevýhody řeší způsob pořizování vektorových 3D dat povrchu tělesa a zařízení k provádění tohoto způsobu. Podstatou způsobu je, že se nejméně jeden světelný paprsek emitovaný laserem vychyluje v prostoru a vede po povrchu proměřovaného tělesa, přičemž se dvěma a více videokamerami zaznamenávají body představující průsečík nejméně jednoho laserového paprsku s povrchem tělesa v reálném čase. Dále se ze znalosti nejméně jednoho průsečíku laserového paprsku a povrchu tělesa na snímaných obrazech a ze znalosti polohy videokamer vyhodnocují souřadnice jednotlivých bodů, nacházejících se na povrchu tělesa. Alternativně jsou známy polohy několika bodů v měřené scéně, z jejichž zaměření se odvodí poloha a orientace digitálních kamer. Dle dalších alternativ je podstatou, že se prostorový úhel laserového paprsku mění na základě vizuálního pozorování průsečíku laserového paprsku s povrchem tělesa, že nejméně dva laserové paprsky mají vzájemně odlišnou barvu a/nebo vzájemně odlišný tvar světelné značky a/nebo svítí v přesně definovaných časových okamžicích nebo že se nejméně jeden světelný

paprsek vede po hraně předem detekované zpracováním digitalizovaného obrazu. Podstatou zařízení pro pořizování vektorových 3D dat povrchu tělesa obsahujícího nejméně jeden zdroj laserového paprsku je, že dále obsahuje videokamery a vyhodnocovací jednotku, přičemž vyhodnocovací jednotka je spojena jak s videokamerami, tak se zdrojem laserového paprsku pomocí prostředků pro přenos dat. Alternativně je podstatou, že zdroj laserového paprsku je opatřen prostředky pro změnu směru a/nebo změnu polohy zdroje laserového paprsku nebo že je zdroj laserového paprsku opatřen zařízením pro vychýlení směru laserového paprsku. Zdroj laserového paprsku může být vybaven i zařízením pro měření směru laserového paprsku.

Výhodou způsobu a zařízení podle vynálezu je možnost provádět proměřování těles přímo v terénu a v reálném čase, průběžně porovnávat pořízená vektorová 3D data se skutečnou scénou a eliminovat tak jednak čas potřebný na přípravu měření v laboratoři a jednak i potenciální chyby a nepřesnosti, ke kterým by při laboratorním zpracování mohlo dojít.

Příklady provedení vynálezu

Příklad 1

K zaměření geometrie kamenného mostu byly použity digitální kamery, zařízení vysílající laserový paprsek a vyhodnocovací jednotka. Vyhodnocovací jednotka je spojena prostředky pro přenos dat, příkladně kabely, jednak s digitálními kamerami a jednak se zařízením vysílajícím laserový paprsek. Zařízení vysílající laserový paprsek je opatřeno prostředky pro nastavování orientace zdroje laserového paprsku v prostoru, které je opatřeno ovládacím prvem umožňujícím ručně nastavovat směr laserového paprsku. Vyhodnocovací jednotka registruje polohy bodů, představujících průsečík povrchu budovy a laserového paprsku na obrazech z digitálních kamer. Za použití známých hodnot poloh digitálních kamer, které byly alternativně odvozeny zaměřením známých bodů signalizovaných na mostní konstrukci, vyhodnocuje vyhodnocovací jednotka souřadnice jednotlivých bodů, nacházejících se na povrchu zaměřovaného mostu. Při pořizování záznamu obsluha mění manuálně směr laserového paprsku, čímž umísťuje průsečík laserového paprsku a povrchu mostu do vybraných bodů, jejichž souřadnice se mají zjistit, případně na základě vizuálního

pozorování sleduje laserovým paprskem tvarové linie mostu. Vidokamery snímají proměřovanou část scény. Vyhodnocovací jednotka zaznamenává snímané obrazy a zjišťuje údaje o průsečících laserového paprsku s povrchem snímaného mostu na obrazech z digitálních kamer, přičemž ze známé polohy videokamer vyhodnocuje souřadnice jednotlivých bodů na povrchu mostu, případně průběžně vyhodnocuje sérii bodů sledujících pohybující se paprsek.

Příklad 2

Zařízení se od příkladu 1 liší tím, že měření se provádí na historické budově, tím, že se použijí dva zdroje laserového paprsku s různou barvou světla a vyhodnocovací jednotka je dále opatřena prostředkem pro dálkové ovládání směru nebo polohy zdroje laserového paprsku. Obsluha mění směr laserového paprsku pomocí pokynů zadávaných počítači myší.

Příklad 3

Zařízení je opatřeno prostředky pro automatické vychylování laserového paprsku. Vyhodnocovací jednotka vytváří drátový model a navádí laserový paprsek po hranách tělesa, detekovaných v obraze digitální kamery, obsluha sleduje pohyb světelného bodu po snímaném tělese a koriguje výsledek přidáváním dalších zaměřovaných bodů.

Příklad 4

Zařízení je opatřeno prostředky pro automatické snímání směru laserového paprsku. Vyhodnocovací jednotka využívá tuto doplňkovou informaci pro zpřesnění polohy bodů v prostoru.

Příklad 5

Zařízení je opatřeno prostředky pro synchronizované rozsvěcování více laserových paprsků tak, aby v daný okamžik svítil jen požadovaný paprsek. Vyhodnocovací jednotka řídí rozsvěcování paprsků a s ním synchronní snímání scény a následné vyhodnocení získaných obrazů videokamer.

Průmyslová využitelnost

Vynálezu je možné využít k mapování prostorových objektů, jako jsou například historické budovy s komplikovanými fasádami nebo proměření nebezpečných prostor za účelem zjišťování úzkých profilů pro záchrannou techniku. Dále je možno vynálezu využít k mapování archeologických vykopávek nebo k automatickému mapování scény pro potřeby navigace autonomních robotů a pod.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob pořizování vektorových 3D dat povrchu tělesa, **vyznačující se tím**, že se nejméně jeden světelný paprsek emitovaný laserem vede vychylováním v prostoru po povrchu tělesa a současně se nejméně dvěma videokamerami, jejichž vzájemná poloha je různá, snímají body představující průsečíky nejméně jednoho laserového paprsku s povrchem tohoto tělesa, přičemž se buď okamžitě nebo po předchozím zaznamenání vyhodnocují souřadnice jednotlivých bodů nacházejících se na povrchu tělesa, a to ze znalosti polohy obrazu průsečíku laserového paprsku s povrchem tělesa na snímaných obrazech a ze znalosti nejméně jedné skupiny údajů: buď souřadnic videokamer nebo souřadnic několika bodů, nacházejících se na povrchu tělesa.
2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že se prostorový úhel laserového paprsku mění na základě vizuálního pozorování průsečíku laserového paprsku s povrchem tělesa.
3. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že nejméně dva laserové paprsky mají vzájemně odlišnou barvu a/nebo vzájemně odlišný tvar světelné značky a/nebo jsou rozsvěcovány v různý časový okamžik, synchronizovaný vyhodnocovací jednotkou.
4. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že se nejméně jeden světelný paprsek vede po hraně vizuálně pozorované nebo předem detekované zpracováním digitalizovaného obrazu.
5. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že zdroj laserového paprsku je opatřen prostředky pro automatické snímání směru laserového paprsku.
6. Zařízení pro pořizování vektorových 3D dat povrchu tělesa obsahující nejméně jeden zdroj laserového paprsku, **vyznačující se tím**, že obsahuje videokamery a vyhodnocovací jednotku, přičemž vyhodnocovací jednotka je

spojena jak s videokamerami, tak se zdrojem laserového paprsku pomocí prostředků pro přenos dat.

7. Zařízení podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že zdroj laserového paprsku je opatřen prostředky pro změnu směru a/nebo změnu polohy zdroje laserového paprsku.
8. Zařízení podle nároku 6 nebo 7, **vyznačující se tím**, že zdroj laserového paprsku je opatřen zařízením pro vychýlení směru laserového paprsku.
9. Zařízení podle nároku 6, 7 nebo 8, **vyznačující se tím**, že zdroj laserového paprsku je opatřen prostředky pro automatické snímání směru laserového paprsku.
10. Zařízení podle nároku 6, 7, 8 nebo 9, **vyznačující se tím**, že zdroj laserového paprsku je opatřen prostředky pro synchronizované rozsvěcování a zhasínání laserového paprsku.