

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

34 567

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

G06K 9/00 (2006.01)
G06T 7/55 (2017.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2020-37950**
(22) Přihlášeno: **07.09.2020**
(47) Zapsáno: **24.11.2020**

(73) Majitel:
Vysoké učení technické v Brně, Brno, Veverčí, CZ

(72) Původce:
prof. Ing. dipl. Ing. Martin Drahanský, Ph.D., Brno,
Žabovřesky, CZ
Ing. Tomáš Goldmann, Frýdlant nad Ostravicí,
Frýdlant, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.
Dobroslav Musil, Zábrdovická 801/11, 615 00
Brno, Zábrdovice

(54) Název užitého vzoru:
3D snímač obličeje

3D snímač obličej

Oblast techniky

5

Technické řešení se týká 3D snímače obličej s kamerou pracující ve viditelném spektru (VIS kamerou) a výpočetní jednotkou.

10

Dosavadní stav techniky

K identifikaci osob se, mimo jiné, používá ve většině zemí světa jednotný způsob založený na biometrické šabloně obličej. Aktuálně se pro tvorbu biometrické šablony využívají pouze informace, které lze získat z průkazové fotografie, tedy 2D snímku obličej (dle normy ISO/IEC 15 19794-5). Takováto z 2D snímku vytvořená biometrická šablona však nemusí být dostatečná, zejména chceme-li provádět identifikaci osoby na snímcích, kde má osoba nefrontální natočení obličej, např. má nakloněnou, otočenou nebo skloněnou hlavu. Většina zařízení používaná pro pořízení biometrické šablony založené na 2D snímku obličej taktéž neumožňují testovat živost snímané osoby a zabránit tak použití falzifikátu obličej, například fotografie nebo masky, 20 a vyžadují tak vždy kontrolu snímaných osob obsluhujícím personálem.

25

Ze stavu techniky jsou známy různé způsoby vytváření 3D modelu obličej. Například US 7856125 B2 popisuje způsob přímé rekonstrukce 3D modelu obličej z fotek, neuvádí však způsob ani zařízení pro získávání snímků použitých pro vytvoření 3D modelu obličej.

30

Mimo výše uvedené způsoby vytváření 2D a 3D modelů obličej je z US 9825425 B2 a US 20140376092 A1 známo vytváření 3D modelu obličej způsobem, kdy se na obličej promítá strukturované světlo, které je snímáno kamerou, a ze získaných informací se následně provádí výpočet hloubkové mapy obličej. Nevýhodou technologie popsané v US 9825425 B2 a US 20140376092 A1 je nutnost snímat obličej v úzce vymezené oblasti před snímačem. Tato oblast je definovaná optickými vlastnostmi projektoru strukturovaného světla a optickými vlastnostmi snímací kamery. Další nevýhodou této technologie je, že při expozici snímače slunečním zářením dochází ke zhoršení kvality výsledné hloubkové mapy. V neposlední řadě má způsob snímání a vytváření 3D modelů obličej pomocí IR technologie tu nevýhodu, že nesnímá 35 přímo texturní data. Tuto nevýhodu některá známá zařízení odstraňují tak, že jsou doplněna o jeden RGB snímač, který pořizuje rovněž texturní snímek snímaného obličej. Nevýhodou takového zařízení ovšem je, že jedním RGB snímačem pořízený texturní snímek obličej poskytuje informace o snímaném obličej pouze z jednoho, obvykle frontálního, směru pohledu.

40

Z patentů US 7406184 B2 a US 7469060 B2 je známo využití termovizní kamery pro snímání a rozpoznávání obličej. Ze stavu techniky však není známo využití termovizní techniky pro zjišťování parametrů živosti osoby za účelem detekce prezentačního útoku a odhalení použití falzifikátu obličej.

45

Cílem technického řešení je vytvořit snímač obličej, který je schopný snímat biometrická data obličej s vysokou tolerancí a případně i rozpoznat použití falzifikátu obličej, čímž odstraňuje nebo alespoň snižuje nevýhody výše uvedených technických řešení.

50

Podstata technického řešení

55

Cíle technického řešení je dosaženo kamerovým snímačem obličej, který obsahuje alespoň dvě obrazové RGB kamery s fotosenzitivními obrazovými snímači, např. CCD nebo CMOS čipy, pro pořizování snímků ve viditelné části spektra, které jsou umístěny na společné nosné základně, např. na desce připevněné na stojanu nebo na panelu připevněném na zdi, a které jsou propojeny

- s výpočetní jednotkou, např. propojením USB sběrnice nebo bezdrátovým propojením obsahujícím vysílač a přijímač nebo jiným propojením, které podporuje řízený simultánní sběr obrazových dat z kamer. Kamery umístěné na společné nosné základně jsou nasměrovány tak, že jejich optické osy se protínají ve společném soustředném bodě umístěném před nosnou základnou, takže kamery snímají objekt, např. obličej uživatele umístěný frontálně ve vyhrazeném prostoru před kamerovým snímačem, a to z různých úhlů pohledu a simultánně pořizují snímky objektu ve viditelné části spektra světla o vlnové délce 380 nm až 760 nm. 2D obrazová data takto pořizovaných snímků jsou přenesena do výpočetní jednotky, kde jsou uložena a dále zpracována na 3D obrazová data, která jsou ve výpočetní jednotce zpracována počítačovým programem, přičemž výstupem je 3D model obličeje s povrchovou strukturou (texturou). Tento model lze následně převést na biometrickou šablonu. Pro správnou funkci zařízení je nutné použít alespoň dvě obrazové kamery, nicméně větší množství použitých statických obrazových kamer, které simultánně pořizují 2D snímek objektu z různých úhlů pohledu, vede k vyšší přesnosti vytvořeného 3D modelu.
- Počítačový program, který zpracovává obrazová 2D data a vytváří 3D model obličeje uživatele zařízení, je založen na specifickém algoritmu, který je vytvořen na míru pro práci s daty vytvořenými kamerovým snímačem s definovanými klíčovými parametry, např. rozlišením čipu, ohniskovou vzdáleností čoček nebo orientací optických os. Kamerový snímač používající statické kamery vybavené stojany se třemi stupni volnosti, např. s kloubovými spoji nebo kulovými klouby, umožňuje měnit nasměrování optických os jednotlivých kamer a používat tak snímač pro vytváření odlišných 2D obrazových dat, která mohou být zpracována různými algoritmy. Výhodou takového kamerového snímače je, že jeho použití není vázáno pouze na jeden konkrétní algoritmus.
- Ve výhodném provedení kamerového snímače je 3D model obličeje vytvářen z obrazových 2D dat s použitím specifického fotogrammetrického algoritmu. Pro správné fungování zařízení a dosažení vysoké přesnosti vytvářeného 3D modelu je výhodné, pokud optické osy všech obrazových VIS (RGB) kamer svírají s povrchem nosné základny ostrý úhel, který je pro všechny obrazové VIS (RGB) kamery umístěné na nosné základně stejně veliký a zároveň jsou snímány 2D snímky rotačně způsobilé. Rotační způsobilost pořizovaných 2D snímků je zaručena správnou orientací obrazových snímačů, čipů, kamer, které všechny směřují do společného soustředného bodu optických os a jsou umístěny na společné virtuální kulové ploše, se středem v soustředném bodě optických os. Vzhledem k tomu, že obrazové snímače, např. CCD čipy, mají tvar obdélníku, získáme, při pravouhlém promítání tvaru stejných, ale různě umístěných, obrazových snímačů do roviny nosné základny, obrazy ve tvaru rovnoběžníku, např. čtverce nebo kosodélníku, které mají vždy alespoň dvě rovnoběžné protilehlé strany, rovnoběžné také se dvěma protilehlými stranami průmětů tvarů všech obrazových čipů v rovině nosné základny kamerového snímače.
- Kamerový snímač podle předloženého technického řešení obsahuje termovizní kameru s radiometrií, která snímá obraz obličeje v infračervené části spektra elektromagnetického záření a je, stejně jako obrazové kamery, propojena s výpočetní jednotkou, která vyhodnocuje termogram a radiometrická data, takže srovnáním teploty jednotlivých bodů IR snímku dokáže odhalit nejenom studený obraz obličeje, ale také, například, vyhřívaný model.
- Jak již bylo řečeno výše, větší počet použitých obrazových kamer zvyšuje přesnost 3D modelu obličeje vytvářeného zařízením. Ve výhodném provedení zařízení, které poskytuje dostatečně přesný 3D model objektu, obsahuje kamerový snímač šest obrazových kamer pro současné snímání obrazu ve viditelné části spektra, které jsou rozmístěny v kruhovém uspořádání na nosné základně a jsou propojeny s výpočetní jednotkou. Uprostřed mezi obrazovými kamerami je umístěna termovizní kamera. Všechny kamery jsou propojeny s výpočetní jednotkou, která vyhodnocuje živost snímaného obličeje a používá fotogrammetrický algoritmus, s jehož pomocí z 2D dat nasnímaných kamerami vytváří 3D model, obsahující informace o struktuře, tvaru a teplotě snímaného obličeje. 3D model výpočetní jednotka ukládá společně s metadaty nesoucími informaci o místě a času snímání do datového úložiště.

55

Objasnění výkresů

Předkládané technické řešení bude vysvětleno na základě příkladů provedení, které jsou schematicky znázorněny na výkresech, kde Obr. 1 znázorňuje provedení technického řešení kamerového snímače obličej se šesti obrazovými kamerami a jednou termovizní kamerou, Obr. 2 schematické uspořádání obrazových snímačů kamer zařízení na Obr. 1 v pravoúhlém promítání do roviny nosné základny zařízení, Obr. 3 schematické uspořádání zařízení v řezu A-A vyznačeném na Obr. 2.

10

Příklady uskutečnění technického řešení

Technické řešení bude detailně popsáno na příkladném provedení 3D kamerového snímače obličej v podobě více kamerového systému.

15

3D kamerový snímač obličej obsahuje nosnou základnu 1, tvořenou např. plastovou deskou. Na nosné základně 1 je uložena skupina alespoň dvou, ve znázorněném příkladu provedení skupina šesti, VIS (RGB) kamer 2 pro snímání 2D obrazu obličej ve viditelné části světelného spektra (380 nm až 760 nm). Na nosné základně 1 je dále uložena alespoň jedna termovizní kamera 3 pro snímání obrazu obličej v infračervené části spektra a pro pořízení radiometrických dat ze snímaného obličej. 3D kamerový snímač dále obsahuje výpočetní jednotku 4, která je ve znázorněném příkladu provedení uložena na nosné základně 1. V neznázorněném příkladu provedení je výpočetní jednotka 4 uložena mimo nosnou základnu 1. Výpočetní jednotka 4 je s VIS kamerami 2 a termovizní kamerou 3 propojena propojením 5, např. pomocí technologie USB nebo jiné vhodné technologie pro řízený simultánní přenos dat z VIS kamer 2 a z termovizní kamery 3.

20

25

Nosná základna 1 obsahuje čelní plochu R, která pro zjednodušení reprezentuje rovinu proloženou VIS kamerami 2.

30

Každá VIS kamera 2 má optickou osu o, přičemž optické osy o všech VIS kamer 2 směřují od nosné základny 1 před nosnou základnu 1 do společné oblasti snímání, resp. do společného soustředného bodu S, ve kterém se protínají. Čelní plocha R obsahuje bod S', který je kolmým průmětem soustředného bodu S na čelní plochu R. VIS kamery 2 jsou na nosné základně 1 uspořádány v definovaných polohách vůči bodu S', kdy ve znázorněném konkrétním příkladu uskutečnění s šesti VIS kamerami 2 jsou uspořádány v podstatě na kružnici se středem v bodě S' a poloměrem 24 cm. Vzdálenost L mezi body S a S' je ve znázorněném příkladu provedení kamerového snímače rovna 98 cm. Optická osa o každé VIS kamery 2 svírá s čelní plochou R nosné základny 1 úhel α, který odpovídá poloze každé VIS kamery 2 na čelní ploše R a vzdálenosti společného soustředného bodu S od čelní plochy R. Ve znázorněném konkrétním příkladu provedení je úhel α pro všech šest VIS kamer 2 stejný a má velikost 83°.

35

40

Každá z VIS kamer 2 obsahuje alespoň jednu neznázorněnou optickou čočku a alespoň jeden obrazový snímač 21, kterým je např. CCD nebo CMOS čip. V příkladném provedení 3D kamerového snímače obsahují VIS kamery 2 4K obrazový snímač 21 v zásadě obdélníkového tvaru snímací plochy, přičemž každá VIS kamera 2 je orientována tak, že kolmé průměty alespoň horizontálních hran a obrazového snímače 21 každé VIS kamery 2 na čelní plochu R nosné základny 1, resp. do roviny proložené VIS kamerami 2, jsou rovnoběžné, resp. že jsou kolmé průměty a' horizontálních obrysových hran a obrazových snímačů 21 VIS kamer 2 na čelní plochu R nosné základny 1 navzájem rovnoběžné – viz Obr. 2. Obrazový snímač 21 každé VIS kamery 2 má i vertikální hrany b. Takové nastavení (orientace) obrazových snímačů 21 jednotlivých VIS kamer 2 zaručuje, že každou VIS kamerou 2 získaný 2D snímek obličej bude rotačně způsobilý pro následné vytvoření 3D modelu obličej a přesnost zpracování získaných 2D obrazových dat výpočetní jednotkou 4 bude dostatečná.

50

55

Ve znázorněném konkrétním příkladu uskutečnění je každá z VIS kamer 2 na nosné základně uložena na nastavitelném stojánku 22, který je uložen na nosné základně 1. Stojánek 22 je ve znázorněném příkladném provedení otočný jednak kolem osy kolmé na rovinu čelní plochy R, takže VIS kamerou 2 lze otáčet o 360° . Stojánek 22 je dále opatřen dvojicí na sebe kolmých kloubů, které umožňují naklápět VIS kameru 2 ve dvou na sebe kolmých osách. Takové provedení stojánku 22 umožňuje měnit nasměrování optických os o kamer 2 a přizpůsobovat tak 3D kamerový snímač různým algoritmům pro zpracování 2D obrazových dat do 3D modelu obličeje pomocí výpočetní jednotky 4.

V neznázorněném provedení jsou VIS kamery 2 uloženy na jiném vhodném stojánku 22 s vhodným počtem stupňů volnosti nebo jsou VIS kamery 2 na nosné základně pevně nastaveny.

V jiném neznázorněném provedení jsou VIS kamery 2 na nosné základně 1 uloženy přestavitelně i v rozloze čelní plochy R, což dovoluje ještě více měnit pozice VIS kamer 2 pro pořízení 2D obrazových dat pro zpracování do 3D modelu obličeje různými algoritmy ve výpočetní jednotce 4.

V závislosti na použitých algoritmech pro zpracování pořízených 2D obrazových dat do 3D modelu obličeje je tak v jiných provedeních 3D kamerového snímače použit odlišný počet, rozmístění na nosné základně 1 a vzájemné nasměrování (úhel α) VIS kamer 2, do společného soustředného bodu S, podobně jako i odlišné snímací rozlišení obrazového snímače 21 kamery 2. S ohledem na proporce běžného obličeje a na potřebu optimalizace velikost 3D snímače podle technického řešení je výhodné použít 2 až 12 VIS kamer 2 rozmístěných v podstatě na kružnici se středem S' a poloměrem v rozmezí 20 cm až 50 cm, s úhlem α , který svírá optická osa o každé VIS kamery 2 s čelní plochou R nosné základny 1, v rozmezí 45° až 85° a se vzdáleností L soustředného bodu S od čelní plochy R nosné základny 1 v rozmezí 20 cm až 120 cm. Termovizní kamera 3 s radiometrií obsahuje snímač infračerveného záření, zde konkrétně s rozlišením 160×120 pixelů, který je uzpůsoben jak pro pořízení termogramu snímaného obličeje, tak i pro pořízení radiometrických dat snímaného obličeje, obou pak pro zpracování 3D modelu snímaného obličeje za účelem detekce prezentačního útoku. Optická osa termovizní kamery 3 je v příkladném provedení snímače v podstatě kolmá na čelní plochu R nosné základny 1, přičemž termovizní kamera 3 je výhodně uložena na nosné základně v oblasti mezi VIS kamerami 2, ideálně pak přímo v bodě S' kolmého průmětu společného soustředného bodu S VIS kamer 2 na nosnou základnu 1.

Výše popsany kamerový snímač pracuje tak, že se z 2D snímků obličeje pořízených současně sestavou VIS kamer 2 vytvoří výpočetní jednotkou 4 podle matematického modelu 3D model obličeje a současně se z termogramu snímaného obličeje a radiometrických dat snímaného obličeje zjistí "živost" obličeje (detekce prezentačního útoku), a to vše podle programu prováděného výpočetní jednotkou 4. Přitom se nejprve alespoň jednou VIS kamerou 2 nebo termovizní kamerou 3 zjistí, zda je v reakční části snímače, tj. v oblasti společného soustředného bodu S umístěn obličej. V případě, že se v reakční části snímače detekuje obličej, spustí se snímání obličeje, ideálně se spustí zcela automaticky. Přitom se VIS kamerami 2 současně pořídí 2D snímky obličeje ze směrů odpovídajících poloze a sklonu os o každé VIS kamery 2. Získaná 2D obrazová data se přenesou do výpočetní jednotky 4 a uloží se do datového úložiště. Následuje vyhodnocení kvality získaných obrazových dat s tím, že pokud je kvalita 2D obrazových dat nedostatečná, je toto signalizováno neznázorněným signalizačním zařízením uživateli pro provedení opakovaného snímání 2D snímků obličeje. Pokud je kvalita obrazových dat dostatečná, vytvoří výpočetní jednotka 4 z obrazových dat 2D snímků a s použitím fotogrammetrického či obdobného algoritmu 3D model obličeje, který obsahuje informace o tvaru a struktuře obličeje. Tento 3D model se uloží do datového úložiště. Poté se vyhodnotí kvalita vytvořeného 3D modelu a pokud je nedostatečná, signalizuje se to uživateli pro opakované snímání 2D dat a výše uvedený postup snímání 2D snímků obličeje a následné vytvoření 3D modelu obličeje se opakuje. Pokud je kvalita vytvořeného 3D modelu obličeje dostatečná, signalizuje se uživateli snímače úspěšné provedení snímání. V datovém úložišti tak zůstanou uložena 2D i 3D data daného obličeje, společně s metadaty, např. údaji o čase a místě snímání.

55

Pro ověření živosti snímaného obličeje a zabránění prezentačnímu útoku na 3D snímač se během pořizování 2D snímků obličeje VIS kamerami 2 nebo bezprostředně po něm pořídí snímek příslušného obličeje ve snímací oblasti 3D snímače termovizní kamerou 3, vytvoří se termogram a radiometrická data daného obličeje, které se vyhodnotí pro určení "živosti" snímaného obličeje a z ní plynoucího rozhodnutí o pokusu o prezentační útok na 3D snímač, přičemž při zjištění prezentačního útoku se snímání ukončí a spustí se výstražná signalizace. Pokud jsou termogram a radiometrická data daného obličeje vyhodnoceny jako data živého člověka, uloží se termogram a radiometrická data spolu s 2D a 3D daty daného obličeje do datového úložiště. Spolu s termogramem a radiometrickými daty se uloží také jejich metadata, např. údaje o čase a místě snímání.

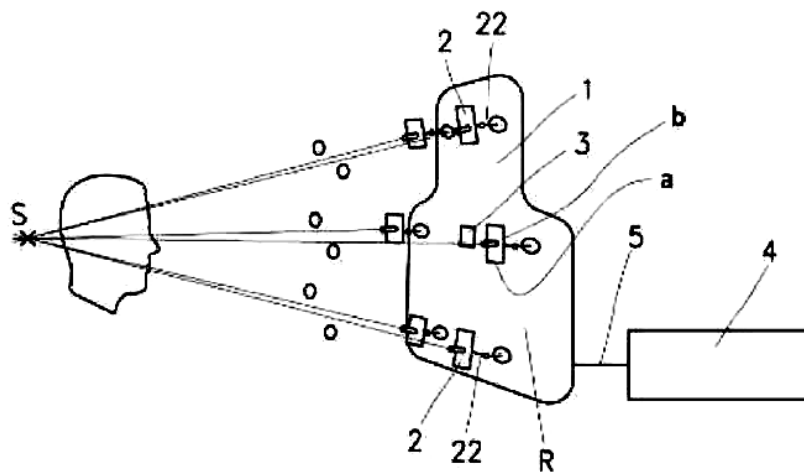
NÁROKY NA OCHRANU

1. 3D snímač obličejů s VIS kamerou (2) a výpočetní jednotkou (4), **vyznačující se tím**, že obsahuje alespoň dvě VIS kamery (2) nasměrované do společné oblasti snímání a uzpůsobené pro snímání 2D obrazu obličejů, přičemž VIS kamery (2) jsou spřaženy s výpočetní jednotkou (4), která je opatřena softwarem pro řízený simultánní sběr 2D obrazů z VIS kamer (2) a algoritmem pro zpracování 2D obrazů z VIS kamer (2) a vytvoření 3D modelu obličejů z řečených 2D obrazů.
2. 3D snímač obličejů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že s výpočetní jednotkou (4) je dále spřažena alespoň jedna termovizní kamera (3) nasměrovaná do společné oblasti snímání s VIS kamerami (2) a uzpůsobená pro pořízení termogramu a/nebo radiometrických dat snímaného obličejů pro detekci živosti snímaného obličejů.
3. 3D snímač obličejů podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že výpočetní jednotce (4) je přiřazeno datové úložiště uzpůsobené pro uložení 2D a 3D dat snímaného obličejů, včetně jejich metadat.
4. 3D snímač obličejů podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že výpočetní jednotce (4) je přiřazeno datové úložiště uzpůsobené pro uložení termogramu a/nebo radiometrických dat snímaného obličejů, včetně jejich metadat.
5. 3D snímač obličejů podle kteréhokoli z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že VIS kamery (2) jsou orientovány tak, že horizontální hrany kolmých průmětů jejich obrazových snímačů (21) do roviny proložené VIS kamerami (2) jsou navzájem rovnoběžné.
6. 3D snímač obličejů podle kteréhokoli z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že VIS kamery (2) jsou uloženy na společné nosné základně (1).
7. 3D snímač obličejů podle kteréhokoli z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že VIS kamery (2) jsou uloženy na stojánku (22), který má alespoň tři stupně volnosti pro nastavení směru a sklonu optické osy (o) každé VIS kamery (2).
8. 3D snímač obličejů podle kteréhokoli z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že obsahuje 2 až 12 VIS kamer (2) rozmístěných v podstatě na kružnici o poloměru od 20 cm do 50 cm a majících úhel α sklonu optické osy (o) každé VIS kamery (2) vůči rovině proložené VIS kamerami (2) v rozmezí od 45° do 85°, přičemž vzdálenost společné oblasti snímání od roviny proložené VIS kamerami (2) je v rozmezí od 20 cm do 120 cm.
9. 3D snímač obličejů podle kteréhokoliv z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že obsahuje šest VIS kamer (2) uložených na kružnici o poloměru 24 cm, přičemž VIS kamery (2) jsou nasměrovány do společného soustředného bodu (S) situovaného ve vzdálenosti 98 cm od roviny proložené VIS kamerami (2), přičemž mezi VIS kamerami (2) je ve středu řečené kružnice VIS kamer (2) uložena termovizní kamera (3) a všechny kamery (2, 3) jsou spřaženy s výpočetní jednotkou (4).

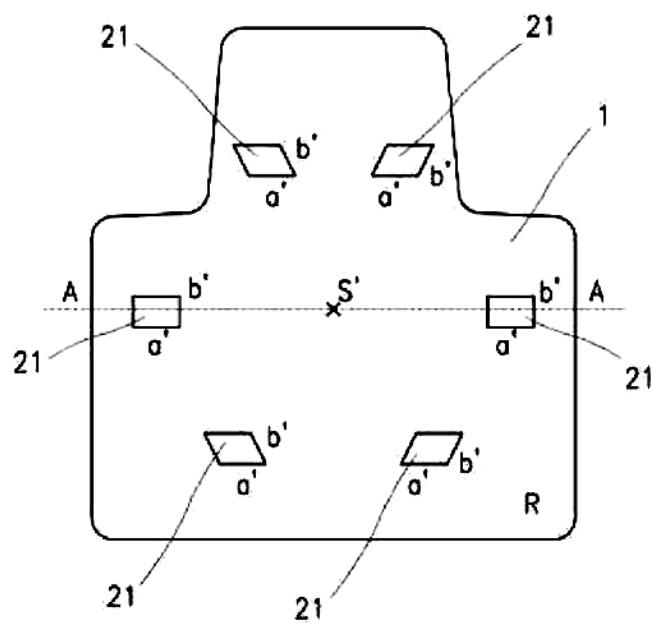
2 výkresy

Seznam vztahových značek:

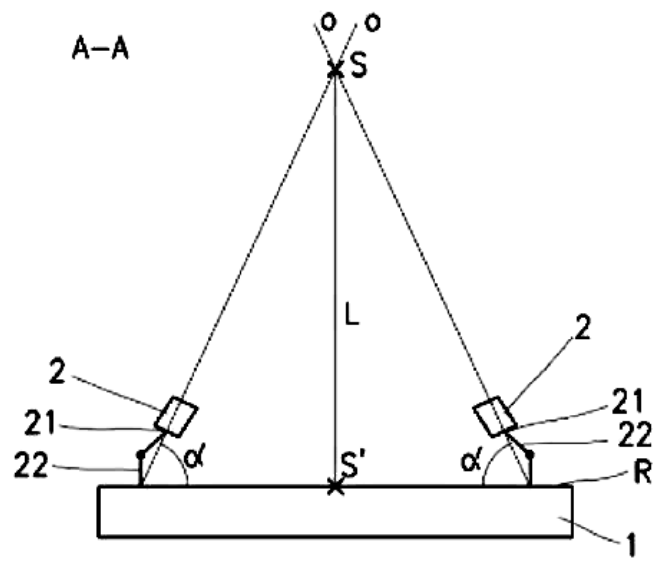
- 1 nosná základna zařízení
- 2 kamera
- 21 obrazový snímač kamery
- 22 stojan kamery
- 3 termovizní kamera
- 4 výpočetní jednotka
- 5 připojení výpočetní jednotky ke kamerám
- o optická osa kamery
- S společný soustředný bod
- S' pravoúhlá projekce soustředného bodu do roviny nosné základny
- R rovina povrchu nosné základny
- L vzdálenost soustředného bodu od nosné základny
- α úhel optické osy kamery s rovinou nosné základny
- a první strana obrazového snímače kamery
- b druhá strana obrazového snímače kamery
- a' pravoúhlý průmět první strany obrazového snímače kamery do roviny povrchu nosné základny
- b' pravoúhlý průmět druhé strany obrazového snímače kamery do roviny povrchu nosné základny.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3