

# UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

## 13088

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>:

**A 61 C 19/04**

**A 61 C 19/045**

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2003 - 13895**

(22) Přihlášeno: **31.01.2003**

(47) Zapsáno: **10.03.2003**

(73) Majitel :

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ, Praha, CZ;

(72) Původce :

Smutný Vladimír Ing., Praha, CZ;  
Šára Radim Dr. Ing., Praha, CZ;

(74) Zástupce:

Dušková Hana Ing., Žitkova 4, Praha 6, 16636;

(54) Název užitého vzoru:

**Systém pro měření tvaru kloubní dráhy zejména  
dolní čelisti**

CZ 13088 U1



## Systém pro měření tvaru kloubní dráhy zejména dolní čelisti

### Oblast techniky

Předkládané řešení se týká systému měření tvaru kloubní dráhy, zejména kloubu dolní čelisti. Čelist je uložena ve dvou kloubech, a to v levém a pravém kloubu. Každý kloub je tvořen lebeční částí, kterou tvoří kloubní jamka a čelistní částí tvořenou kloubní hlavičkou. Vazivo zajišťuje nepřetržitý kontakt čelisti a lebky. Při pohybech dolní čelisti po sobě obě části kloužou. Úkolem je vytvořit systém, který umožňuje měřit v souřadném systému lebky pohyb levé a pravé kloubní hlavičky.

### Dosavadní stav techniky

Měření tvaru kloubní dráhy je v současné době prováděno několika způsoby. Jedním z nich je použití mechanického písátka. Na pacientovu hlavu je připevněna nosná konstrukce s destičkou krytou záznamovým papírem. Na dolní čelist je připevněna konstrukce s písátkem. Pohyby kloubní hlavičky jsou zaznamenány na papír. Nevýhodami tohoto způsobu jsou pracnost upevnění, obtížné opakování měření, kdy je nutné vyměnit papír, malá přesnost měření a možnost měření jen v sagitální rovině.

Dalším způsobem je použití magnetických snímačů. Na pacientovu hlavu a dolní čelist jsou nasazeny podobné konstrukce jako u mechanického systému. Pohyb kloubní hlavičky je snímán indukčními snímači. Nasazována je rozměrná konstrukce a z toho vyplývá požadavek na tuhost upevnění především na dolní čelisti. Metoda je přesnější než mechanická, měří ve třech souřadnicích. Nevýhodou je pracné nasazení konstrukce při aplikaci.

Třetím používaným způsobem je určení úhlu sklonu kloubní dráhy z panoramatického rentgenového snímku. Metoda je standardně dostupná pro zubní lékaře. Mezi její nevýhody patří ozařování pacienta a nepřesnost určení úhlu, protože se nevychází ze skutečného pohybu, ale z jeho odhadu z průmětu tvaru kloubní jamky do roviny rentgenového snímku. Metoda měří jen v sagitální rovině.

### Podstata technického řešení

Výše uvedené nedostatky odstraňuje systém pro měření tvaru kloubní dráhy zejména dolní čelisti podle předkládaného řešení. Jeho podstatou je, že sestává z perspektivní kamery, jejíž výstup je spojen se vstupem vyhodnocovací jednotky a ze sestavy tří zkalibrovaných prostorových tuhých terčů opatřených na vnějším povrchu soustavou referenčních bodů v trojrozměrném souřadném systému, a to z prvního terčů pro dolní čelist, z druhého terčů pro horní čelist a z terčů okluzní roviny. První terč je upevněn v držáku pro upevnění na dolní čelist, druhý terč je upevněn v držáku pro upevnění na horní čelist a třetí terč je upevněn v držáku okluzní roviny tvořeném plochou tenkou destičkou. Perspektivní kamera je vzhledem k terčům umístěna tak, že ty z terčů, které jsou v daném okamžiku aplikovány, leží v zorném úhlu kamery a v obraze této kamery je na každém z nich minimálně sedm lokalizovatelných a identifikovatelných referenčních bodů neležících na prostorové kubické křivce.

V jednom možném provedení jsou terčů tvořeny dvěma stěnami, z nichž každá leží v jiné rovině.

Ve výhodném provedení jsou terčů tvořeny třemi sousedícími stěnami krychle nebo kvádra a jsou umístěny vzhledem ke kameře tak, že přímka procházející společným vrcholem stěn a svírající s každou z nich stejný úhel míří do blízkosti středu promítání kamery.

Výhodou předkládaného řešení je, že terčů jsou snímány bezkontaktně a při jejich malé hmotnosti jsou kladeny nízké nároky na pevnost jejich uchycení. Uvedený způsob za použití kamery je levný oproti magnetickému snímání a přesný oproti mechanickému zapisovači. Způsob umožňuje oproti metody s písátkem a panoramatickému rentgenu měřit trajektorii ve třech souřadni-

cích. V neposlední řadě je výhodné, že použití metody neexponuje pacienta ani obsluhu škodlivým zářením na rozdíl od rentgenu.

### Přehled obrázků na výkresech

5      Systém pro měření tvaru kloubní dráhy dolní čelisti je popsán pomocí přiložených výkresů. Na obr. 1 je schematicky znázorněna situace při aplikaci terčíku horní čelisti a terčíku okluzní roviny. Na obr. 2 je obdobná situace, avšak při aplikaci terčíku dolní a horní čelisti.

### Příklady provedení technického řešení

10      Příklad provedení předkládaného řešení bude nadále popsán pomocí přiložených výkresů. Systém pro měření tvaru kloubní dráhy, v daném příkladě kloubu dolní čelisti, viz obr. 1 a 2, je tvořen perspektivní kamerou 5, dále jen kamerou 5, upevněnou na stojanu a spojenou se vstupem vyhodnocovací jednotky 4, třemi zkalibrovanými terčíky, a to prvním terčíkem 1 dolní čelisti, druhým terčíkem 2 horní čelisti a terčíkem 3 okluzní roviny. První terčík 1 dolní čelisti je upevněn v prvním držáku 1000, druhý terčík 2 je upevněn ve druhém držáku 2000 a terčík 3 okluzní roviny je upevněn v držáku, který je tvořen plochou tenkou destičkou 11. Terčíky jsou tuhá  
15      tělesa, na jejichž povrchu jsou vyznačené referenční body, a to na prvním terčíku 1 jsou referenční body 100, na druhém terčíku 2 referenční body 200 a na terčíku 3 okluzní roviny jsou referenční body 300. Referenční body 100, 200 a 300 jsou jakékoliv obrazce nebo značky, které musí splňovat následující podmínky. Jsou zřetelně viditelné v obraze z kamery 5, jsou v obraze z kamery 5 lokalizovatelné s dostatečnou přesností, to znamená, že v obraze z kamery 5 je možné  
20      manuálně nebo automaticky přesně určit jejich polohu v obraze, jsou jednoznačně identifikovatelné v obraze z kamery 5, to znamená, že je-li v obraze z kamery 5 viditelný terčík, je možné manuálně nebo automaticky určit, který referenční bod je který. Další podmínkou je, že je možné nezávislou metodou určit polohu referenčních bodů na terčíku v trojrozměrném souřadném systému. Konečně je nutné, aby viditelné referenční body bylo možné použít pro geometrickou  
25      kalibraci kamery. To znamená, že referenční body jsou rozmístěny na povrchu příslušného terčíku tak, aby při snímání kamerou bylo v obraze alespoň sedm lokalizovatelných a identifikovatelných bodů neležících na prostorové kubické křivce. Jinými slovy řečeno, kamera 5 je vzhledem k terčíkům 1, 2 a 3 umístěna tak, že ty z terčíků 1, 2, 3, které jsou v daném okamžiku aplikovány, leží v zorném úhlu kamery 5.

30      Jak bylo řečeno, terčíky jsou zkalibrovány, to znamená, že je nezávislým způsobem změřena prostorová poloha všech referenčních bodů na povrchu terčíku ve zvoleném souřadném systému. Každý terčík má svůj pevně přiřazený souřadný systém, ve kterém jsou změřeny souřadnice referenčních bodů. Je tedy vytvořen první souřadný systém 10 prvního terčíku 1 dolní čelisti, druhý souřadný systém 20 druhého terčíku 2 horní čelisti a třetí souřadný systém 30 terčíku 3  
35      okluzní roviny. Terčíky 1, 2 a 3 mohou být identické nebo různé. Informace o souřadnicích referenčních bodů 100, 200 a 300 na terčících 1, 2 a 3 je vložena do vyhodnocovací jednotky 4. Terčík 3 okluzní roviny je pevně spojen s plochou tenkou destičkou 11, kterou je možné vložit do pacientových úst a stisknout mezi dolní čelist 8 a horní čelist 9. Změří se souřadný systém roviny, ve které leží tenká destička 11 v souřadném systému 30, ve kterém jsou měřeny referenční body 300 terčíku 3 okluzní roviny. Tuto rovinu nazýváme okluzní rovina. Souřadnice okluzní roviny se vloží do vyhodnocovací jednotky 4. Terčíky 1, 2 a 3 musí vykazovat dostatečnou tuhost, aby se neměnila vzájemná poloha referenčních bodů na terčíku, referenční body musí  
40      zaručovat svým vytvořením stálost a terčíky musí umožňovat jejich desinfikování a čištění, aniž by došlo k jejich poškození.

45      První držák 1000 prvního terčíku 1 dolní čelisti i druhý držák 2000 druhého terčíku 2 horní čelisti musí umožnit pro lékaře snadné a pevné upevnění na příslušnou čelist pacienta. Tyto držáky 1000 a 2000 musí vykazovat dostatečnou tuhost, musí umožňovat snadné upevnění na zubní oblouky a musí vyhovovat zvýšeným nárokům na možnost desinfikovat je. S výhodou mohou být držáky i na jednorázové použití.

Pokud jde o požadavky na kameru 5, musí poskytovat dostatečně kvalitní obraz, aby bylo možno lokalizovat a identifikovat referenční body na terčících. Zorné pole kamery 5 musí být takové, aby tato kamera 5 zabírala terčíky 1 a 2 dolní a horní čelisti, případně terčík 2 horní čelisti a terčík 3 okluzní roviny při jejich upevnění na zubní oblouky pacienta. V obraze musí být viditelné, to jest lokalizovatelné a identifikovatelné, nejméně výše uvedené minimální množství referenčních bodů 100, 200, 300. Geometrický model kamery 5 musí být perspektivní kamera, případně se známým radiálním zkreslením. V tomto případě musí být radiální zkreslení obrazu odstraněno ve vyhodnocovací jednotce.

Systém pracuje následujícím způsobem. Při kalibraci kamery 5, tedy určení parametrů geometrického modelu kamery 5 z obrazů referenčních bodů 100, 200, 300 na povrchu příslušných terčků 1, 2 a 3 a jejich nezávisle změřených prostorových souřadnic se určí vzájemná poloha souřadného systému kamery 5 a souřadného systému 10, 20, 30 příslušného terčku 1, 2, 3. Kamera 5 bude upevněna na stojan nebo na zubařské křeslo, její nehybnost vůči hlavě pacienta není požadována. Kamera 5 musí být správně zaostřena na příslušné terčíky a musí být nastavena clona. V případě nutnosti je kamera 5 doplněna o světelné zdroje.

Nezávislou metodou se změří poloha referenčních bodů 100 a 200 na terčících 1 a 2 dolní a horní čelisti v prostoru a naměřené souřadnice se vloží do vyhodnocovací jednotky 4. Připevní se terčík 3 okluzní roviny k destičce 11 okluzní roviny. Při měření polohy referenčních bodů 300 terčku 3 okluzní roviny se změří souřadnice okluzní roviny v prostoru ve stejném souřadném systému 30. Tyto souřadnice se vloží do vyhodnocovací jednotky 4. Posuvným měřítkem se změří na pacientovi vzdálenost levé a pravé kloubní hlavičky 6 a 7. Na pacientovu horní čelist se připevní terčík 2 horní čelisti. Posuvným měřítkem se odměří poloha sagitální roviny v souřadném systému 20 terčku 2 horní čelisti. Mezi zuby pacienta se vloží destička 11 okluzní roviny s terčíkem 3 okluzní roviny a pacient skousne. Kamera 5 sejme obraz obou terčků 1 a 2 do vyhodnocovací jednotky 4. Vyhodnocovací jednotka 4 v sejmutém obraze z kamery 5 lokalizuje a identifikuje referenční body 100 a 200 na terčku 1 dolní čelisti a na terčku 2 horní čelisti. Z obrazů referenčních bodů 200 na terčku 2 horní čelisti a jejich nezávisle změřených prostorových souřadnic se naleznou parametry perspektivního modelu kamery 5, dochází tedy ke kalibraci kamery 5. Z toho je možné určit vzájemnou polohu souřadného systému 50 kamery 5 a souřadného systému 20 terčku 2 horní čelisti. Z obrazů referenčních bodů 300 na terčku 3 okluzní roviny a jejich nezávisle změřených prostorových souřadnic se naleznou parametry perspektivního modelu kamery 5, tedy dochází opět k její kalibraci. Z toho je možné určit vzájemnou polohu souřadného systému 50 kamery 5 a souřadného systému 30 terčku 3 okluzní roviny. Z obou výše uvedených vztahů a polohy okluzní roviny v souřadném systému terčku 3 okluzní roviny se určí poloha okluzní roviny v souřadném systému 20 terčku 2 horní čelisti. Poté se vyjme terčík 3 okluzní roviny s destičkou 11 okluzní roviny z úst pacienta. Na pacientovu dolní čelist se připevní terčík 1 dolní čelisti. Pacient bude otvírat a zavírat ústa a zároveň kamera 5 sejme posloupnost obrazů obou terčků 1 a 2 do vyhodnocovací jednotky 4. Pro každý sejmutý obraz vyhodnocovací jednotka 4 lokalizuje a identifikuje referenční body 100 a 200 na terčku 1 dolní čelisti a na terčku 2 horní čelisti. Pro každý sejmutý obraz se z obrazů referenčních bodů 200 na terčku 2 horní čelisti a jejich nezávisle změřených prostorových souřadnic naleznou parametry perspektivního modelu kamery 5, kamera 5 se tedy opět kalibruje. Totéž se provede pro terčík 1 dolní čelisti. Pro každý obraz se určí vzájemná poloha souřadných systémů 20 a 10 terčků 2 a 1 horní a dolní čelisti. Všechny vzájemné polohy dolní a horní čelisti při otevírání úst splňují podmínku, že tyto vzájemné polohy se liší o otáčení okolo osy levého a pravého kloubu. Osa 12 otáčení v souřadném systému 20 terčku 2 horní čelisti se určí jako společná osa otáčení z těchto vzájemných poloh. Osa 12 otáčení a okluzní rovina společně se zvoleným počátkem na ose 12 otáčení definují souřadný systém, do kterého se přepočítají všechny pohyby naměřené v dalších bodech. Tento souřadný systém se označí jako souřadný systém hlavy. Pacient provede postupně následující případně další zvolené pohyby: předsunutí dolní čelisti zezadu dopředu, posunutí přední části dolní čelisti doleva a doprava. Pro každý pohyb se nasnímá kamerou 5 několik obrazů terčku 1 dolní čelisti a terčku 2 horní čelisti. Pro každý pohyb a pro každý obraz se vyhodnotí obrazy podle bodu výše uvedeným způsobem. Poloha osy 12 otáčení v souřadném

systému 10 terčíku 1 dolní čelisti se přepočte do souřadného systému hlavy. Pohyb čelisti a lebky se vynese tuhou konstrukcí z dutiny ústní pomocí prvního držáku 1000 nasazeného na dolní čelist respektive druhého držáku 2000 nasazeného na horní čelist. Na každém z držáků 1000 a 2000 je upevněn příslušný terčík 1 a 2 s referenčními body 100 a 200 o známé poloze. Elektronická kamera 5 snímá polohu obou terčíků 1 a 2. Referenční body 100 a 200 na terčících 1 a 2 jsou navrženy tak, že je možné je jednoznačně najít v obraze z kamery 5 a z nich kameru 5 zkalibrovat. Z každého obrazu z kamery 5 je možné určit vzájemnou polohu terčíku 1 dolní čelisti a terčíku 2 horní čelisti, tedy obou čelistí 8 a 9, tedy dolní čelisti 8 a lebky.

Pacient si nasadí první držák 1000 s terčíkem 1 dolní čelisti a druhý držák 2000 s terčíkem 2 horní čelisti. Provede předepsané pohyby dolní čelisti a kamera 5 zaznamená obrazy všech pohybů v čase. Vyhodnocovací jednotka 4, například počítač, vyhodnotí v každém jednotlivém obraze z kamery 5 vzájemnou polohu dolní čelisti 8 a lebky, tedy horní čelisti 9 a převede je do společné soustavy souřadné lebky. Poloha kloubní hlavičky 6 respektive 7 se určí jako osa 12 otáčení dolní čelisti 8 při mírném otvírání úst. Vzdálenost kloubních hlaviček 6 a 7 se změří jiným způsobem. Okluzní rovina se určí pomocí terčíku 3 okluzní roviny, jehož držák tvořený destičkou 11 okluzní roviny se přiloží na horní zubní oblouk. Po vyjádření polohy kloubních hlaviček 6 a 7 během pohybu v souřadném systému lebky se určí trajektorie kloubních hlaviček 6 a 7. Z trajektorií kloubních hlaviček 6 a 7 se určí parametry kloubu, například sklon průmětu kloubní dráhy k okluzní rovině v rovině svislé předozadní a v okluzní rovině.

#### Průmyslová využitelnost

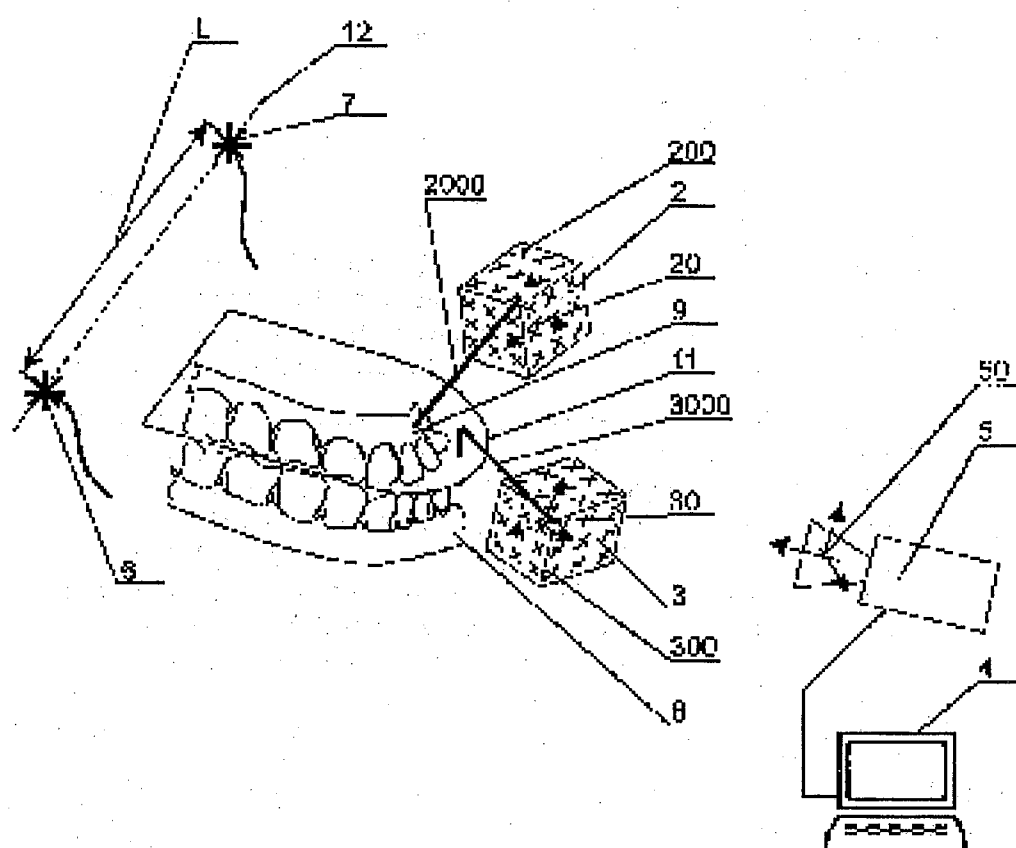
Uvedené řešení je využitelné zejména ve stomatologické protetice, při analýze stavu čelistního kloubu po úrazech. Kromě toho ho lze využít i v jiných oblastech, kde je třeba měřit vzájemnou polohu dvou nebo více těles staticky nebo za pohybu. Podmínkou je, aby bylo možno na měřená tělesa připevnit terčíky nebo umístit referenční body přímo na tato tělesa.

## N Á R O K Y   N A   O C H R A N U

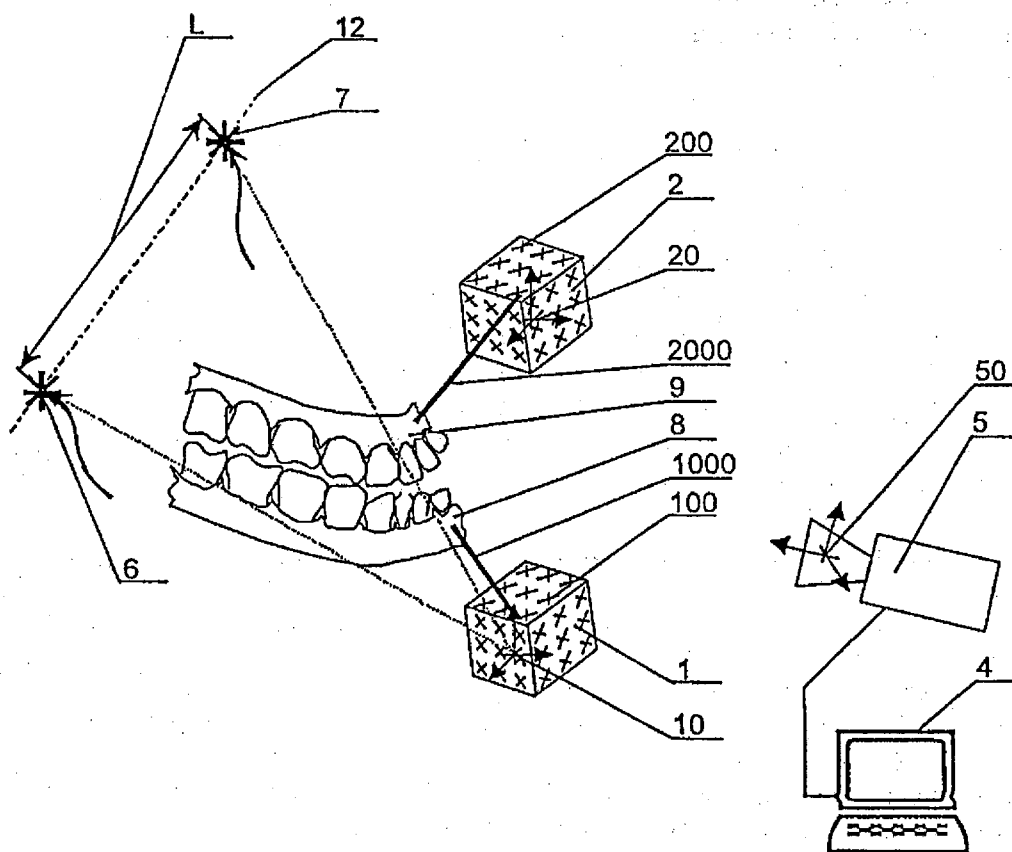
1. Systém pro měření tvaru kloubní dráhy zejména dolní čelisti, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že sestává z perspektivní kamery (5), jejíž výstup je spojen se vstupem vyhodnocovací jednotky (4) a ze sestavy tří zkalibrovaných prostorových tuhých terčíků (1, 2, 3) opatřených na vnějším povrchu soustavou referenčních bodů (100, 200, 300) v trojrozměrném souřadném systému, a to z prvního terčíku (1) pro dolní čelist, z druhého terčíku (2) pro horní čelist a z terčíku (3) okluzní roviny, kde první terčík (1) je upevněn v držáku pro upevnění na dolní čelist (8), druhý terčík (2) je upevněn v držáku pro upevnění na horní čelist (9) a třetí terčík (3) je upevněn v držáku okluzní roviny tvořeném plochou tenkou destičkou (11), přičemž perspektivní kamera (5) je vzhledem k terčíkům (1, 2, 3) umístěna tak, že ty z terčíků (1, 2, 3) které jsou v daném okamžiku aplikovány, leží v zorném úhlu kamery (5) a v obraze této kamery (5) je na každém z nich minimálně sedm lokalizovatelných a identifikovatelných referenčních bodů (100, 200, 300) neležících na prostorové kubické křivce.

2. Systém podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že terčíky (1, 2, 3) jsou tvořeny dvěma stěnami, z nichž každá leží v jiné rovině.

3. Systém podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že terčíky (1, 2, 3) jsou tvořeny třemi sousedícími stěnami krychle nebo kvádry a jsou umístěny vzhledem ke kameře (5) tak, že přímka procházející společným vrcholem stěn a svírající s každou z nich stejný úhel míří do blízkosti středu promítání kamery (5).



**OBR.1**



OBR.2

Konec dokumentu





CZ 13088U1  
Batch : U00036

Date : 17/05/2004

Number of pages : 8

Previous document : CZ 13087U1

Next document : CZ 13089U1