

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

308 335

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

G06T 15/00 (2011.01)
H04N 13/02 (2006.01)
G06T 7/00 (2017.01)
G06T 7/60 (2017.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2012-586**
(22) Přihlášeno: **29.08.2012**
(40) Zveřejněno: **12.03.2014**
(Věstník č. 11/2014)
(47) Uděleno: **16.04.2020**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **27.05.2020**
(Věstník č. 22/2020)

(56) Relevantní dokumenty:
XP055276310 Ken McCann et al. "Beyond HDTV: Implications for Digital Delivery", http://stakeholders.ofcom.org.uk/binaries/research/technology-research/Beyond_HDTV.pdf.
WO 2005065085 A; EP 1085463 A; EP 0937963 B; US 2010157280 A; WO 2010058362 A; WO 2010035193 A.

(73) Majitel patentu:
AWE spol. s r.o., 911 01 Trenčín, SK

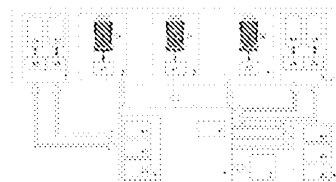
(72) Původce:
Pavol Janík, Žilina, SK

(74) Zástupce:
INPARTNERS GROUP, Ing. Dušan Kendereški,
Koliště 1965/13a, 602 00 Brno, Černá Pole

jedno pomocné snímání zařízení (32). Tato zařízení jsou připojena na vstupy centrální řídicí jednotky (4) CPU, jejíž součástí je blok (5) softwarových aplikací a blok (6) výpočetního modulu s vyhodnocovacím software. Komunikace bloku (5) softwarových aplikací a bloku (6) výpočetního modulu s vyhodnocovacím software s CPU (4) je vedena přes datové sběrnice. Výstupy CPU (4) jsou dále připojeny, jednak na blok (7) interní paměti a/nebo výměnné paměti a jednak na blok (8) on-line výstupů.

(54) Název vynálezu:
**Způsob popisu bodů předmětů
předmětového prostoru a zapojení k jeho
provádění**

(57) Anotace:
Způsob popisu skutečných bodů (12) předmětu (11) z předmětového prostoru (1) prostřednictvím nejméně dvou snímacích zařízení (3) uspořádaných v odstupu od sebe, spočívá v tom, že ke každému bodu (12) předmětu (11) předmětového prostoru (1) zobrazeném na rastru (35) z hlavního snímacího zařízení (31) se zaznamenává informace o jeho skutečné vzdálenosti (1) od bodu (36) rastru (35) z hlavního snímacího zařízení (31) ve směru osy Z, a takto vzniklá informace se ukládá ke každému bodu (36) rastru (35) snímku z hlavního snímacího zařízení (31) jako dodatečná data tvořící hlavní obraz předmětového prostoru (1). Alespoň jedno pomocné snímací zařízení (32) uspořádané v odstupu od hlavního snímacího zařízení (31) zaznamenává informace o vzdálenosti (1) bodu (12) předmětu (11) předmětového prostoru (1) od bodu (36) rastru (35) pomocného snímacího zařízení (32) a takto vzniklá informace se ukládá ke každému bodu (36) rastru (35) snímku z pomocného snímacího zařízení (32) jako dodatečná data tvořící pomocný obraz předmětového prostoru (1), který zahrnuje i zákrytové body předmětového prostoru (1). Zapojení pro provádění způsobu popisu bodů (12) předmětu (11) z předmětového prostoru (1) zahrnuje nejméně dvě snímací zařízení (3) uspořádané v odstupu od sebe. Snímací soustavu (2) tvoří hlavní snímací zařízení (31) snímající skutečné body (12) předmětu (11) z předmětového prostoru (1) ve směru osy Z a nejméně



CZ 308335 B6

Způsob popisu bodů předmětů předmětového prostoru a zapojení k jeho provádění

Oblast techniky

5

Vynález se týká způsobu popisu bodů předmětů předmětového prostoru a zápisu obrazové informace a zapojení pro jeho provádění.

10

Dosavadní stav techniky

Lidé pro sledování okolního světa používají oči a díky jim je člověk schopen orientovat se v prostoru na základě informace o hloubce scény. Prostorový (trojrozměrný) vjem statického obrazu, který vzniká v mozku člověka při sledování dvou plošných posunutých obrazů stejné scény, popsal již ve 30. letech 19. století sir Charles Wheatstone. Při sledování dvojrozměrného obrazu nejsme schopni rozlišit informaci o hloubce jednoznačně. V případě vidění jedním okem je člověk schopen vnímat hloubku pouze na základě monokulárních jevů. Při sledování trojrozměrných (stereoskopických) obrazů je třeba používat dvou očí. Binokulární vidění je vnímání obrazů či scény pomocí obou očí. Výsledné obrazy se promítnou na sítnici a mozek je rekonstruuje do vjemu prostorové podoby. Stereoskopie je obor, který se zabývá zobrazováním prostorových obrazů nebo snímků, přičemž dva snímky pořízené pro pravé a levé oko se nazývají stereo pár. Stereoskopická videofrekvence je sledování sekvence po sobě jdoucích snímků. Stereoskopie má v poslední době široké uplatnění v různých vědních oborech, v oblasti zábavního průmyslu, či jiných oborech. Je známo, že za účelem trojrozměrného (stereoskopického) zobrazování se používají vizualizační technologie již dlouho. Tyto systémy nepromítají pouze jeden obraz pro obě oči diváka, ale snaží se pro každé oko promítnout jeden ze dvojice oddělených pohledů. Je známo stereoskopické zobrazování dvou vedle sebe umístěných snímků. Jde o historicky nejstarší způsob, který je používán dodnes. Pomocí stereo-prohlížečů (tzv. stereoskopů), se brýlemi pozorují dva vedle sebe umístěné statické snímky pořízené fotoaparáty horizontálně posunutými o rozteč očí (cca 7 cm). Tato vzdálenost bývá často nazývána, podobně jako v audiotecnice, stereobáze. Pro tyto účely byly a stále jsou vyráběny i speciální fotoaparáty se dvěma objektivy. Díky digitální fotografii je možno potřebné posunuté obrázky dnes vytvořit i pomocí speciálních programů z digitální fotografie. Brýle umožňují buď přímé (pravé oko pozoruje pravý a levé oko levý dílčí snímek) nebo naopak křížové sledování posunutých snímků (pravé oko pozoruje levý a levé oko pravý dílčí snímek). Experimenty ukázaly, že právě „zkřížené“ sledování umožňuje rozšíření zorného pole a zlepšení hloubky stereoskopického efektu. Pro toto zobrazování byly vyvinuty brýle se speciální prismatickou optikou. Dílčí snímky jsou v tomto případě rovněž přehozeny. Princip funguje i pro pohyblivé obrazy, je tedy teoreticky použitelný i pro televizi, ale vyžaduje speciální řádkový rozklad. Výhodou těchto systémů je dostatečný jas výsledného obrazu, protože se jasové příspěvky dílčích snímků sečítají v plné hodnotě. Často mají dílčí snímky formu diapozitivů. Dalším z těchto principů 3D zobrazování je stereoskopické zobrazování superposice dvou posunutých obrazů (systém Anaglyph). Pozorovaný obraz tvoří superpozice dvou dílčích obrazů (tzv. anaglyph) současně snímáných dvěma fotoaparáty (kamerami), které jsou opět horizontálně posunuty o vzdálenost očí a snímají tedy scénu pod různými úhly. V kinematografii nebo projekční televizi se dílčí obrazy promítají na plátno přes barevné filtry (zelenomodrý a červený). Divák sleduje obrazovku brýlemi s odpovídajícími barevnými skly. Tato barevná filtrace zajišťuje, že každé oko vnímá jen příslušný dílčí obraz a v mozku se vytváří prostorový vjem. V případě barevných obrazů může tento způsob separace zkraslit barevný vjem výsledného virtuálního obrazu. Postupně vznikala celá řada variant tohoto systému. Jednou z nich je např. systém Color Code 3D, u něhož je použita jiná barevná kombinace (žlutá-tmavě modrá ve filtrech projektorů a jantarová-tmavě modrá ve filtrech brýlí). Za zmínku stojí i kompatibilní Anachrome Method s podstatně užší stereobází sledující možnost pozorovat anaglyph i bez brýlí – samozřejmě bez prostorového vjemu. Nevýhodou této metody je, kromě nutnosti použití speciálních brýlí, malá přípustná odchylka pozice pozorovatele vůči ose obrazu, ve kterém se projevuje prostorový vjem

(stereoskopický efekt). Dnes, ve věku digitální fotografie, již existuje spousta programů, které umožňují vytvořit anaglyph z běžné 2D digitální fotografie. Další z prostředků pro sledování 3D jsou brýle vybavené různě polarizovanými filtry (s ortogonální nebo kruhovou polarizací). Výsledný obraz i v tomto případě opět tvoří současná superpozice dvou dílčích obrazů snímáných posunutými kamerami. Je vytvořena na projekční ploše projekcí ze dvou projektorů vybavených polarizačními filtry s různými orientacemi nebo směry polarizace. Divák pozoruje obrazovku brýlemi s odpovídajícími polarizačními filtry různé polarizace pro každé oko. Výhodou této poněkud dražší metody je menší barevné zkreslení barevného vjemu. Projekční plocha je však velmi drahá (speciálně upravené stříbrné plátno), protože nesmí způsobovat změnu polarizace dopadajícího a odraženého světelného toku (depolarizaci).

Zásadní nevýhodu výše popisovaných řešení je problém časové nespojitosti signálů přicházejících do mozku z očí. Důvodem pro takovou časovou nespojitost je skutečnost, že signály vedené přes levé a pravé oko dochází do zrakového centra mozku s časovým posunem. Toto má za důsledek mozkovou nestabilitu z důvodu nepřirozeného přijímání obrazového signálu. Zrakové centrum je nuceno zpracovávat nespojitý signál, k čemuž není uzpůsobeno. Důsledkem takového zpracovávání přijímaných informací mohou být epileptické záchvaty či bolesti hlavy. Jinou alternativou je postupné stereoskopické zobrazování dílčích obrazů se zatemňováním (Eclipse Method). Dílčí obrazy, snímáné posunutými kamerami, jsou zobrazovány na zobrazovači nebo promítány na projekční plochu postupně. Jejich sled může být totožný např. s periodou pulsů. Pro snížení zkreslení v případě sekvencí snímků s rychlou změnou obsahu je vhodné periodu střídání zkrátit – např. použitím 100 Hz rozkladu. Luminofovy zobrazovače (zejména zelený), případně použitá projekční plocha, nesmí ze stejného důvodu vykazovat dlouhý dosvit. I v tomto případě je nutno použít pozorovací brýle. Průzory levého a pravého oka se postupně zatemňují a otvírají synchronně se střídáním dílčích obrazů. Potřebný synchronizační signál je obvykle vyslán v pásmu IR záření, což může prakticky omezit pozorovací prostor a počet diváků. Technickou realizaci lze zajistit např. brýlemi s přepínanými LCD (angl. LCD SH Shutter Glasses). U této verze je pozorovací úhel větší. U poslední popisované metody jde souběžně signál z jednoho a druhého projektoru souběžně a jediný rozdíl mezi těmito signály je v tom, že jeden obraz je ochuzen o modrou složku a druhý o červenou. Protože oko je nejcitlivější na zelenou (až 70% obrazové informace tvoří zelená barva), tak dojde k zmatení mozku a člověk to vnímá jako stereo obraz, i když malinko tonálně posunutý. Je to samozřejmě zase jiná zátěž na vnímání, ale neplatí předchozí problém tj bolesti hlavy a možnost epileptických záchvatů. Poslední ze jmenovaných metod lze realizovat i v pasivní asynchronní formě nevyžadující řízení funkce brýlí diváka. Dílčí obrazy se v tomto případě promítají v časovém sledu dvěma projektory vybavenými polarizačními filtry s různými směry polarizace. Divák používá brýle s odpovídajícími polarizačními filtry různé polarizace pro každé oko podobně jako v předchozí metodě. Nevýhodou, společnou pro všechny 3D systémy uvedené v této kapitole, je nutnost použití speciálních brýlí. Dále je v odborné literatuře popsán „Postup Mesh-Based hloubkové kódování pro 3D video pomocí hierarchické dekompozice hloubkového mapování“ (Mesh-Based Depth Coding For 3d Video Using Hierarchical Decomposition Of Depth Maps, Sung-Yeol Kim and Yo-Sung Ho, Gwangju Institute of Science and Technology (GIST) 1 Oryong-dong Buk-gu, 500-712, Gwangju, Korea). V tomto článku je vyložen postup 3D zobrazení na základě struktury trojúhelníkových polí spojených do struktury plošné mřížky. Celý systém je založen na snímání pravou a levou kamerou. Dále se fotografie z pravé a z levé kamery položí na sebe a tam, kde se dají obrazové plochy vzájemně definovat a spočítat, definuje se trojúhelník jedné barvy s cca minimálně několika body v každém směru. Vzhledem ke stranovému posunu pravého a levého obrazu se dá dopočítat, který trojúhelník bude výše a který níže. Trojúhelníky, které jsou virtuální a umístěné na virtuální střed tvoří celistvou plochu, která se prolamuje dle systému protlačení prostoru. Je zde tedy možnost určitým způsobem vytvořit částečnou plasticitu obrazu. Vzhledem k tomu, že se tato trojúhelníková mřížka může chovat pouze jako například povrch plechu v lisovací formě, je možno dosáhnout určitého profilování obrazu, ale naprosto není možno dosáhnout ani velké dynamiky hloubky obrazu tak, jak je nutno pro reálné zobrazení, anebo přesné bodové struktury. Problémem je to, že povrch je počítán plochami trojúhelníků a jejich protlačení nahoru a dolů je vytvářena iluze prostoru. Jde ale stále

jen o celistvou mřížku s různě deformovanými trojúhelníkovými poli, které nejsou schopny vizuální věmosti obrazu. Tento systém je schopen pracovat pouze jako demonstrace možnosti trojúhelníkových polí při profilování 2D obrazu. Co je ale podstatné, při pohledu na takto deformovaný 2D prostor člověk nevidí 3D obraz, ale jen částečně profilovaný otisk povrchu obrazu, ale vytvořený barevnými plochami, a tedy bez možnosti jakékoliv bližší definice detailů obrazu. Nedochází zde k definování obrazu v jeho plné hloubkové dynamice, ale jen k řádově procentům vůči reálnému 3D prostorovému vjemu. Navíc celý profilovaný obraz je vytvářen trojúhelníkovými poli jako neexistující středový obraz s trojúhelníkovou strukturou protláčených barevných ploch. Jde o demonstraci možnosti použití technologie, která se běžně používá v počítačových hrách. Problém ale je, že tato technologie je stavěna právě na vytváření virtuální reality. Je prakticky nemožné na základě takového postupu a takového výpočtu trojúhelníkové mřížky dosáhnout 3D zobrazení, schopné přesvědčit lidské oko, že se dívá na reálný obraz.

Stereoskopické uspořádání snímacích zařízení popisují dokumenty WO 2005065085 A, EP 1085463 A, EP 0937963 B, WO 2010035193 A a XP 055276310 Ken McCann et al. „Beyond HDTV: Implications for Digital Delivery“. Výpočet daný stereoskopií neodpovídá přesnému prostorovému popisu celkové scény, jelikož nasnímaná data nepočítají s prioritou hlavního snímacího zařízení a s výpočtem primárně vztaženým k obrazovým bodům předmětů v předmětovém prostoru hlavního snímacího zařízení. Proto výpočet daný stereoskopií neodpovídá přesnému prostorovému popisu celkové scény. Body počítané stereoskopií fyzikálně neumožňují přesný popis celého předmětového prostoru. Pokud je jakýkoliv bod předmětu předmětového prostoru počítán z obou os mimo osu středovou, tedy pomocí virtuálních os Z, dochází matematicky doložitelně ke značné míře zkreslení u řady bodů předmětů v předmětovém prostoru, jelikož se počítají jiné body, než jsou reálně viditelné hlavním snímacím zařízením.

Patentová přihláška US 201057280 A popisuje zařízení a způsob zarovnání kamery a laserového skeneru (LIDAR) pro tvorbu 3D obrazových dat. Je zřejmé, že kamera a laser jsou proti sobě posunuty na nesouběžných osách. To v praxi určuje dvě velmi klíčové vlastnosti při snímání předmětového prostoru, a to nemožnost vidět významnou část předmětového prostoru mimo úhel zacílení kamery.

Mezinárodní přihláška WO 2010058362 A popisuje rozšíření 2D grafiky do 3D grafického uživatelského rozhraní. Hloubkové parametry (vzdálenost bodů), které jsou přiřazeny obrazovým datům, jsou výsledkem grafického smyslu autora, nejsou v prostoru předurčeny reálným světem, není nutno je detekovat nebo vypočítat, pouze je potřeba tyto parametry stanovit. Tyto parametry jsou navíc přiřazeny k uměle vytvořeným 2D grafickým prvkům v uměle vytvořeném grafickém uživatelském rozhraní, a nikoliv k bodům předmětů v reálně nasnímaném prostoru.

40 Podstata vynálezu

Cílem vynálezu je navrhnout nový způsob popisu bodů předmětu z předmětového prostoru, který by umožňoval práci ve 3D bez nutnosti použití dodatečných optoelektronických či jiných pomůcek.

Výše uvedené nedostatky jsou odstraněny a cíle je dosaženo způsobem popisu skutečných bodů předmětu z předmětového prostoru prostřednictvím nejméně dvou snímacích zařízení uspořádaných v odstupu od sebe, jehož podstata spočívá v tom, že ke každému bodu předmětu předmětového prostoru zobrazeném na rastru hlavního snímacího zařízení se zaznamenává informace o jeho skutečné vzdálenosti od bodu rastru hlavního snímacího zařízení ve směru osy Z, a takto vzniklá informace se ukládá ke každému bodu rastru snímku z hlavního snímacího zařízení jako dodatečná data, tvořící hlavní obraz předmětového prostoru. Dále alespoň jedno pomocné snímací zařízení uspořádané v odstupu od hlavního snímacího zařízení zaznamenává informace o vzdálenosti (l) bodu předmětu předmětového prostoru od bodu rastru pomocného snímacího zařízení a takto vzniklá informace se ukládá ke každému bodu rastru snímku z

pomocného snímacího zařízení jako dodatečná data tvořící pomocný obraz předmětového prostoru, který zahrnuje i zákrytové body předmětového prostoru.

5 Pro přesný popis předmětů v předmětovém prostoru obsahující zákrytové body s různou mírou průhlednosti, je výhodné, když se pro předměty předmětového prostoru obsahující zákrytové body s různou mírou průhlednosti zaznamenává informace o jejich vzdálenostech „I“ od pomocného snímacího zařízení, přičemž se zároveň zaznamenává jasová a barvonosná informace zákrytových bodů předmětu spolu s mírou průhlednosti daného bodu vrstvy a takto vzniklá informace se ukládá k bodu rastru pomocného snímacího zařízení.

10

Pro snímek znázorňující několik překrývajících se oblastí s vrstvami bodů s různou mírou průhlednosti a různou hloubkovou informací se přiřadí hloubkové informace o dalších vzdálenostech těchto bodů od snímacího zařízení, přičemž se zároveň zaznamenává jasová a barvonosná informace bodů snímku spolu s mírou průhlednosti bodu v dané vrstvě a takto

15

vzniklá informace se ukládá ke každému snímku jako dodatečná data.

Podstata tohoto vynálezu spočívá v tom, že ke každé obrazové informaci kódované kterýmkoliv známým kodekem přidáme následující informace:

20

- informaci o vzdálenosti každého z bodů (pixelů) snímku či obrazu z předmětového prostoru od snímacího zařízení (hloubkový otisk), a to individuálně nebo ve skupinách.
- informace o zákrytových bodech skrytých v ose bodu snímku za body hloubkového otisku různou mírou průhlednosti a s různou vzdáleností „I“, např. situace typu scéna za nedokonalé průsvitným sklem, mlha apod.

25

- informace o zákrytových bodech za hranami neprůhledných bodů, protože za každým neprůhledným bodem mohou existovat zákrytové body s vlastní jasovou a barevnou informací a vlastní vzdáleností „I“ od snímacího zařízení.

Výhodou tohoto řešení je stoprocentní zpětná kompatibilita se stávajícími systémy kódování a předávání obrazových dat. Způsob zápisu podle tohoto vynálezu umožňuje současné profesionální technice mimo jiné pracovat s těmito daty jako s 2D obrazem, provádět například editace, stříh a úpravy v 2D a tyto následně pomocí informací z dodatečných dat vytvořených na základě našeho návrhu převést do reálného 3D obrazu. Není problémem spojení potřebných údajů, jak s plnohodnotnými kodeky, jež ukládají přímo barevné složky každého obrazového bodu, včetně vysílacích standardů, tak i se současnými komprimovanými vysílacími standardy, využívajícími nepoměrného rozdělení jasové a barevné složky, tzv. chroma sampling (od nejběžnější varianty 4:2:2 přes všechny varianty a kombinace, včetně netypických, jako je třeba 3:1:1 HDCAM).

35

40

Současný zápis chroma subsamplingu:

4:4:4:4 4: poloha bodu na osách X a Y

4: barevná informace bodu

4: jasová informace bodu

4: jasová informace bodu pro vyrovnání jasu v celém obrazu

45

4:4:4 4: poloha bodu na osách X a Y

4: barevná informace bodu

4: jasová informace bodu

50

4:2:2 4: poloha bodu na osách X a Y

2: barevná informace bodu

2: jasová informace bodu

55

4:2:0 4: poloha bodu na osách X a Y

2: barevná informace bodu

0: jasová informace bodu

4:1:1 4: poloha bodu na osách X a Y
1: barevná informace bodu
1: jasová informace bodu

S údaji hloubkového otisku podle tohoto vynálezu bude zápis následující:

- 10 4:4:4:4 + hloubková informace
4:4:4 + hloubková informace
4:2:2 + hloubková informace
4:2:0 + hloubková informace
4:1:1 + hloubková informace
- 15 4:4:4:4 + hloubková informace + 4:4 + hloubková informace
4:4:4 + hloubková informace + 4:4 + hloubková informace
4:2:2 + hloubková informace + 2:2 + hloubková informace
4:2:0 + hloubková informace + 2:0 + hloubková informace
4:4:4:4 + hloubková informace + 4:4 + hloubková informace + 4:4 + hloubková informace
- 20 4:4:4 + hloubková informace + 4:4 + hloubková informace + 4:4 + hloubková informace
4:2:2 + hloubková informace + 2:2 + hloubková informace + 2:2 + hloubková informace
4:2:0 + hloubková informace + 2:0 + hloubková informace + 2:0 + hloubková informace

25 Výhodou je, že takto sestavený formát obrazu 3D bude především výstupem různých zařízení od profesionálních kamer až po jednoduché mobilní telefony, počítače a tablety pro konzumenský trh.

30 Pak též formát může sloužit jako vstup pro další zpracování ve specializovaných stříhových programech pro zpracování videa nebo v odpovídajícím grafickém software pro práci se statickými snímky; zároveň bude i jejich formátem výstupním.

Stejně dobře bude formát obrazu 3D využíván jako vstupní formát pro 3D zobrazovací zařízení či jednotky k tomu uzpůsobené.

35 Finálně pak je vhodný i pro ukládání a archivaci obrazových dat, neboť umožňuje plnohodnotný záznam třírozměrné scény, z něž lze podle potřeby snadno a efektivně generovat i zjednodušené podoby (např. obraz ve formátu 2x2D pro současné "třírozměrné" projekční systémy nebo zobrazovací zařízení pro stereogramy, nebo obraz ve formátu 2D pro běžné zobrazovací jednotky či tisk). Přitom je formát obrazu 3D podle tohoto způsobu efektivní z hlediska datového toku (a

40 tedy i potřebné kapacity archivačního zařízení), obecně díky ukládání pouze nutných přesahů.

Výhodou způsobu podle tohoto vynálezu je, že dojde vždy k přesnému přiřazení vzdálenosti (tj. hloubkové informace) od snímacího zařízení pro každý bod předmětového prostoru. Pokud je třeba popsat bod předmětového prostoru v místě, kde má barvonosná informace méně než 100%

45 sytost (jde tedy o průhlednost), nebo bod, který by nebylo možno z polohy snímacího zařízení vidět, bude tento popis tvořit nejen další vzdálenost „l“, ale i jasová a barvonosná informace.

K provádění přesného popisu bodů předmětů předmětového prostoru slouží zapojení pro provádění způsobu podle předcházejících způsobových nároků, zahrnující nejméně dvě

50 snímací zařízení uspořádané v odstupu od sebe, jehož podstata spočívá v tom, že snímací soustavu tvoří hlavní snímací zařízení snímající skutečné body předmětu z předmětového prostoru ve směru osy Z a nejméně jedno pomocné snímací zařízení, přičemž jsou tato zařízení připojena na vstupy centrální řídicí jednotky CPU, jejíž součástí je blok softwarových aplikací a blok výpočetního modulu s vyhodnocovacím software, přičemž komunikace bloku softwarových

55 aplikací a bloku výpočetního modulu s vyhodnocovacím software s CPU je vedena přes datové

sběrnice, přičemž výstupy CPU jsou dále připojeny, jednak na blok interní paměti a/nebo výměnné paměti a jednak na blok on-line výstupů.

- 5 Pro popis tvaru předmětů v předmětovém prostoru je výhodou, je-li pomocné snímací zařízení tvořeno detektorem záření (vzdálenosti) a emitorem záření.

Pro popis tvaru a zároveň i barvy předmětů v předmětovém prostoru je výhodou, když hlavní snímací zařízení nebo pomocné snímací zařízení je tvořeno kamerou.

- 10 Je výhodou, když detektor záření (vzdálenosti) tvoří CCD nebo CMOS snímače opatřené optikou a emitor záření tvoří laser.

- 15 Pro způsob popisu bodů předmětů v předmětovém prostoru, a to barevného i tvarového z více míst pohledu, a to až do 360° je výhodné použití nejméně tří snímacích soustav, které jsou vůči předmětu (předmětovému prostoru) uspořádány v odstupu dokola.

- 20 Takto navržená zapojení umožní správně definovat a přiřadit data hloubkových informací, a tak vytvořit hloubkovou informaci předmětového prostoru. Snímací soustavy, které jsou součástí těchto zapojení, několika způsoby umožňují získat a přiřadit hloubkovou informaci pro každý bod předmětového prostoru, a tím vytvořit plnou hloubkovou informaci pro každý 2D snímek.

Objasnění výkresů

- 25 Vynález bude objasněn pomocí výkresů, kde obr. 1 znázorňuje vybraný bod obrazového rastru snímacího zařízení, obr. 2 znázorňuje vzdálenost „l“ konkrétního bodu rastru, která je znázorněna pomocí souřadnice „z“, obr. 3 znázorňuje bod rastru snímacího zařízení a k němu přiřazenou souřadnici „z“ s údajem konkrétní vzdálenosti „l“ bodu předmětu předmětového prostoru, obr. 4 znázorňuje bod rastru snímacího zařízení a k němu přiřazenou souřadnici „z“ s údajem o konkrétních vzdálenostech prvního a druhého bodu předmětu předmětového prostoru, obr. 5 znázorňuje bod předmětu předmětového prostoru viditelný třemi snímacími zařízeními, obr. 6 znázorňuje bod předmětu předmětového prostoru viditelný dvěma snímacími zařízeními, obr. 7 znázorňuje bod předmětu předmětového prostoru viditelný jedním pomocným snímacím zařízením, obr. 8 znázorňuje bod předmětu předmětového prostoru viditelný hlavním snímacím zařízením, obr. 9 body předmětu předmětového prostoru viditelné soustavou tří snímacích zařízení uspořádaných vůči sobě v odstupu 120° , obr. 10 bod předmětu předmětového prostoru viditelný hlavním snímacím zařízením a detektorem a emitorem záření, obr. 11 znázorňuje základní blokové schéma zapojení snímací soustavy zahrnující dvě snímací zařízení a zapojení CPU s příslušnými obslužnými bloky, obr. 12 znázorňuje blokové schéma zapojení snímací soustavy, kde snímací zařízení tvoří hlavní snímací zařízení, které je tvořeno kamerou, a nejméně jedno pomocné snímací zařízení tvořené emitorem záření a detektorem záření, obr. 13 znázorňuje blokové schéma zapojení snímací soustavy, kde hlavní snímací zařízení a pomocné snímací zařízení je tvořeno kamerou, obr. 14 znázorňuje blokové schéma zapojení snímací soustavy, kde hlavní snímací zařízení je tvořeno kamerou a pomocné snímací zařízení je tvořeno jednak kamerou a jednak emitorem a detektorem záření, obr. 15 schematicky znázorňuje zapojení snímací soustavy, kde hlavní snímací zařízení a pomocné snímací zařízení tvoří emitory a detektory záření, obr. 16 znázorňuje jedno z příkladných provádění přiřazování identifikace jednotlivých bodů obrazového rastru na jednotlivých řádcích pomocí aplikačního software, obr. 17 znázorňuje 3D kodek a způsob jeho zápisu na základě toho, jaký ze tří druhů kodeku bude použit na sloučení s „hloubkovou informací“, obr. 18 znázorňuje body předmětů předmětového prostoru snímání soustavou tří snímacích zařízení uspořádaných v odstupu od sebe, obr. 19 znázorňuje objasnění výpočtu hloubkové informace, obr. 20 znázorňuje předmětový prostor snímání na daném snímku od roviny (osy), na které jsou snímací zařízení uspořádána, obr. 21 znázorňuje vývojový diagram sekvence kroků identifikace jednotlivých bodů předmětu předmětového prostoru, obr. 22 znázorňuje vývojový diagram 3D kodeku, a obr. 23 znázorňuje

vývojový diagram pro výpočet hloubkové informace prostřednictvím hlavního snímacího zařízení a pomocného snímacího zařízení.

5 Příklady uskutečnění vynálezu

Vynález bude blíže vysvětlen na příkladech jeho provedení. Je nasnadě, že níže uvedené popisy jsou ilustrativním vyjádřením aplikace principů tohoto vynálezu.

- 10 Pro popis způsobu a zařízení k jeho provádění podle tohoto vynálezu uvádíme následující definice pojmů, které budou dále použity v popisu.

Definice používaných pojmů, přičemž v okamžiku snímání pracujeme ve 2D a používáme následující pojmy:

- 15 Snímací zařízení - je zařízení, které snímá předmětový prostor prostřednictvím obrazových snímačů, a které následně zaznamenává získané údaje o předmětovém prostoru za účelem ukládání, zpracování nebo zobrazení získaných dat (snímacím zařízením v intencích tohoto vynálezu mohou být například fotoaparát, kamera, rentgen, soustava emitoru a detektoru anebo
20 podobná zařízení tohoto typu)

Obrazový snímač - elektronický prvek (např. čip CCD nebo CMOS) tvořený soustavou světlocitlivých elementů uspořádaných do rastru, které převádí dopadající světelné záření na elektrický signál

- 25 Rastr snímacího zařízení - v pojetí tohoto vynálezu je síť světlocitlivých elementů obrazového snímače. Typicky jsou tyto světlocitlivé elementy uspořádány do mřížky a jimi snímané hodnoty při zpracování do matic.

- 30 Světlocitlivý element – nejmenší snímací jednotka obrazového snímače, která zachytí obrazovou informaci o výseku předmětového prostoru (je to vlastně nejmenší jednotka rastru)

- Předmětový prostor - prostor, který se nachází před objektivem snímacího zařízení. V předmětovém prostoru se nachází snímané předměty. Tyto předměty se mj. mohou překrývat
35 nebo zakrývat nebo i být různě členité. Mohou mít také různou barvu, případně průhlednost. Každý předmět je charakterizován svojí barevností a průhledností.

Výsek předmětového prostoru - část předmětového prostoru zachycená světlocitlivým elementem snímacího zařízení

- 40 Obraz /snímek – reprezentace snímaného předmětového prostoru množinou bodů snímku nesoucích obrazovou informaci.

- 45 Bod snímku – nejmenší jednotka obrazu (snímku) nesoucí obrazovou informaci (barevnou a jasovou), která reprezentuje výsek předmětového prostoru zachycený jedním světlocitlivým elementem rastru snímacího zařízení. Počet bodů snímku odpovídá počtu světlocitlivých elementů rastru snímacího zařízení (obrazového snímače)

Během zpracování a převodu do 3D přidáváme následující pojmy:

- 50 Hloubkový otisk předmětového prostoru - je soubor vzdáleností „l“ přiřazených bodům snímku (u kterých byla dosud známa pouze jasová a barvonosná informace) od předmětu v jimi reprezentovaných výsecích předmětového prostoru k rovině obrazového snímače snímacího zařízení. Tyto vzdálenosti jsou získány např. triangulací při zpracování alespoň dvou snímků ze
55 dvou různých snímacích zařízení. Každému bodu snímku je přiřazena právě jedna vzdálenost.

V případě, že ve výseku předmětného prostoru se nachází více předmětů charakterizovaných svojí barevností a průhledností, z nichž některé jsou z pohledu obrazového snímače úplně zakryty, nebo jsou díky průhlednosti bližších předmětů viditelné pouze částečně, je bodu snímku přiřazena vzdálenost předmětu z tohoto výseku předmětného prostoru, který se nachází nejbližší obrazovému snímači, resp. rovině obrazového snímače snímacího zařízení. Hloubkový otisk tak určuje v podstatě jakousi slupku předmětového prostoru.

Bod hloubkového otisku – reprezentace předmětu z dílčí části předmětného prostoru, který se nachází nejbližší obrazovému snímači, resp. rovině obrazového snímače snímacího zařízení.

Zákrytový bod/zákrytový bod bodu hloubkového otisku - ve smyslu tohoto vynálezu je reprezentace předmětu z dílčí části předmětného prostoru ležícího za bodem hloubkového otisku ve výseku předmětového prostoru, tj. nacházející se ve vzdálenosti od roviny obrazového rastru snímacího zařízení větší, než je vzdálenost předmětu z dílčí části předmětného prostoru, který se nachází nejbližší rovině obrazového rastru snímacího zařízení. Tento bod je definován vzdáleností „l“ od roviny obrazového rastru snímacího zařízení nebo od konkrétního bodu (bod hloubkového otisku nebo zákrytový bod), za kterým leží, jasovou a barvonosnou informaci, popřípadě průhledností. Počet těchto bodů není omezen.

Hloubková informace - vzniká spojením hloubkového otisku a informací o zákrytových bodech. Tato hloubková informace tedy představuje dostatek informací k tomu, abychom identifikovali jednotlivé předměty v předmětovém prostoru a jejich umístění v předmětovém prostoru, barvu, jas i průhlednost v okamžiku snímání předmětového prostoru.

3D kodek - v pojetí tohoto vynálezu je standardní kodek + údaj o hloubkové informaci pro každý obrazový bod. Případně údaj o hloubkové informaci dalších bodů na ose „Z“, které definují vzdálenosti „l“ jednotlivých bodů od snímacího zařízení se zápisem jejich vzdáleností „l“ na ose z a jasových a barvonosných informací.

Barvonosná informace - je v pojetí tohoto vynálezu informace o barvě daného bodu.

Pohledová přímka - je v pojetí tohoto vynálezu přímka procházející body Am a L nebo Am a P nebo Am a S.

Obecně způsob popisu bodů 12 předmětu 11 předmětového prostoru 1 podle tohoto vynálezu spočívá v následujících krocích. Prvním krokem je, že ke každému předmětu 11 zapsanému v 2D formátu nacházejícím se v předmětovém prostoru 1 se pro každý z jeho bodů zároveň zaznamenává hloubková informace o jeho vzdálenosti prostřednictvím nejméně dvou snímacích zařízení 3 uspořádaných v odstupu od sebe a druhý krok je, že takto vzniklá informace se ukládá ke každému snímku jako dodatečná data. Jak je uvedeno výše u předmětového prostoru 1, například snímku zapsaného v 2D formátu, se zaznamenané informace o jednotlivých bodech 12 předmětu – snímku z předmětového prostoru 1 doplní o hloubkový otisk.

Základní uspořádání zapojení k provádění způsobu podle tohoto vynálezu, který spočívá ve snímání jednotlivých bodů 12 předmětu 11 nacházejícího se v předmětovém prostoru 1, je znázorněno na obr. 11. Zapojení v tomto provedení obsahuje, jednak snímací soustavu 2, která zahrnuje nejméně dvě snímací zařízení 3. Snímací zařízení 3 jsou připojena na vstupy centrální řídicí jednotky 4 (v dalším textu CPU). V CPU 4 je, jednak integrován blok 5 softwarových aplikací, jenž obsahuje, jednak softwarovou aplikaci 51 pro řízení emitru 34 a detektoru 33 záření, jednak softwarovou aplikaci 52 pro řízení snímacích zařízení 3 a jednak softwarovou aplikaci 53 pro vyhodnocování bodů 36 rastru 35 a jednak je integrován blok 6 výpočetního modulu se softwarovou aplikací 61. Dále má CPU 4 některé své výstupy připojeny, jednak na blok 7 interní paměti a/nebo výměnné paměti a jednak na blok 8 on-line výstupů.

Komunikace mezi snímací soustavou 2 a centrální procesorovou jednotkou 4 CPU je následující.

Snímaná data se přivádějí ze snímacích zařízení 3 přes výpočtové moduly emitoru 38 a detektoru 39 zařízení a/nebo obrazové procesory 37 na vstupy CPU 4, kdy tato komunikuje jak blokem 5 softwarových aplikací v něm uloženým, softwarovou aplikací 51 pro komunikaci s výpočtovými moduly emitoru 38 a detektoru 39 zařízení a/nebo detektoru 12 zařízení, softwarovou aplikací 52 pro komunikaci s obrazovými procesory 37 hlavního snímacího zařízení 10 a/nebo pomocného snímacího zařízení 11 a softwarovou aplikací 53 pro vyhodnocování bodů 36 rastru 35, tak s výpočetním modulem 6 se softwarovou aplikací 61 pro výpočet 3D kodeku. Pomocí softwarové aplikace 53 pro vyhodnocování bodů 36 rastru 35 se provádí matematický výpočet hloubkové informace, načež se tyto informace o vzdálenostech ukládají ke každému bodu 12 předmětu 11 jako dodatečná data, čímž vznikne hloubkový otisk. Poté se prostřednictvím softwarové aplikace 61 pro výpočet 3D kodeku vypočte 3D kodek a запиše se jako dodatečná data do souboru, přičemž pro zpětné použití souboru obsahujícího dodatečná data je nutné k jejich opětovnému zobrazení použít 3D kodek.

Další možné zapojení snímací soustavy 2 pro 3D snímání předmětu 11 předmětového prostoru 1, například snímaného obrazu podle tohoto vynálezu, je znázorněno na obr. 13. Toto zapojení je určeno pro získání hloubkové informace včetně určení bodů 12 předmětu 11 ležících mimo úhel hlavního snímacího zařízení 31, ale viditelných pomocným snímacím zařízením 32. Zapojení snímací soustavy 2 v tomto provedení obsahuje tři snímací zařízení 3, z nichž jedno je hlavní snímací zařízení 31, tzv. středové a dvě pomocná snímací zařízení 32, tzv. boční. Snímací zařízení 3 snímací soustavy 2 jsou opět připojena na vstupy CPU 4. V CPU 4 je, jednak integrován blok 5 softwarových aplikací, jenž obsahuje, jednak softwarovou aplikací 52 pro řízení snímacích zařízení 3 a jednak softwarovou aplikací 53 pro vyhodnocování bodů 36 rastru 35 a jednak je integrován blok 6 výpočetního modulu se softwarovou aplikací 61. Dále má CPU 4 některé své výstupy připojeny, jednak na blok 7 interní paměti a/nebo výměnné paměti a jednak na blok 8 on-line výstupů.

Je to jedna z možností. V praxi může být použito i jiné množství pomocných snímacích zařízení 32 a není nutno mít je ve stejné rovině na jedné ose s hlavním snímacím zařízením 31. Co je ale nezbytné, to je informace o jejich vzájemné poloze v prostoru vymezeném souřadnicemi x, y a z. Dále je nutné znát úhel snímání „u“, snímacích zařízení 3 a úhel „u“ záběru, snímacích zařízení 3, která snímají předměty 11 v předmětovém prostoru 1. Zde je nutno vědět, zda je směr pohledu na snímaný předmětový prostor 1 pomocí pomocných snímacích zařízení 32 totožný či odlišný od směru pohledu na předmětový prostor 1 hlavního snímacího zařízení 31 a pokud je odlišný, o kolik stupňů a kterým směrem. U všech těchto podmínek platí, že postup identifikace bodů 12 předmětů umístěných v prostoru a následné vytvoření hloubkové informace je stejný. Jen se v případě odlišného počtu pomocných snímacích zařízení 32 a podle jejich umístění v prostoru mění počet zpracovaných dat. Princip mechanismu výpočtu se tím nemění, jen přibude veličin a vzorců korigujících vzájemnou polohu snímacích zařízení 3.

Snímací soustavu 2 lze použít buď s dvojicí, nebo s čtveřicí, či s vícero pomocnými snímacími zařízeními 32 uspořádanými v různých rozestupech od středového hlavního snímacího zařízení 31. Dosáhneme tak podstatně hlubšího záběru, který bude možno při zpracování, nebo projekci, natáčet a dále upravovat. Matematickým algoritmem, na základě znalosti umístění každého bodu 36 rastru 35 hlavního snímku, které jsou zobrazením bodů 12 předmětu 11 předmětového prostoru 1, a bodů 36 rastrů 35 na snímcích pomocných, které jsou zobrazením bodů 12 předmětu 11 předmětového prostoru 1, bude možné spočítat vzdálenosti každého jednotlivého bodu snímku od roviny (osy), na které jsou snímací zařízení 3 uspořádána.

Další způsob popisu bodů 12 předmětu 11 předmětového prostoru 1 prostřednictvím snímacích soustav 2 je znázorněn na obr. 9. V tomto případě jsou snímací soustavy 2 umístěny vůči sobě po 120°, které v tomto seskupení (minimálně 3) jsou schopny snímat body 12 předmětů 11 v předmětovém prostoru 1 v okruhu 360° jejího povrchu. V tomto případě musíme znát vzájemnou polohu snímacích soustav 2 a úhel snímání „u“ těchto snímacích soustav 2. Každá s takto umístěných snímacích soustav 2 zaznamená snímek z hlavního snímacího zařízení 31 a

hloubkovou informaci. Jednu z těchto snímacích soustav 2 dle našeho výběru definujeme jako hlavní snímací soustavu 2 z celé skupiny snímacích soustav 2. Dopočítáme ke snímku hlavního snímacího zařízení 31 té snímací soustavy, kterou jsme definovali jako hlavní snímací soustavu 2 následující data: hloubkové informace z tohoto seskupení snímacích soustav 2. Znamená to, že k snímku hlavního snímacího zařízení 31 z hlavní snímací soustavy 2 zapíšeme hloubkové informace, které mají v sobě zapsány obrazová data pro body 12 předmětů 11 v předmětovém prostoru z více míst a to až do 360° pohledu.

Je-li snímací zařízení 3 osazeno objektivem, jenž umožňuje přiblížení-zoom, je přiblížení charakterizováno jako poměr nejdelší možné ohniskové vzdálenosti objektivu k té nejkratší možné. Přiblížení je tedy založeno na objektivu se schopností měnit svou ohniskovou vzdálenost tzv. transfokátoru nebo pankratickém objektivu. Optický zoom je změna ohniskové vzdálenosti objektivu provedená na základě posunování čoček uvnitř objektivu. Změnu ohniskové vzdálenosti dosáhneme přeskupováním jednotlivých optických členů v objektivu snímacího zařízení. Jednotlivé optické skupiny se přitom pohybují po šroubovicích s určitým stoupáním a tím se proti sobě posunují. Zde se nabízí dvě řešení využití funkce zoom. U prvního řešení, kde je funkcí zoom vybaveno pouze hlavní snímací zařízení 31, dojde k předání informace o přiblížení-zoomu do CPU 4 komunikující se softwarovou aplikací 53 pro vyhodnocování bodů, zatímco pomocná snímací zařízení 32 mají neměnný úhel „u“ snímání. Matematické zpracování pomocí softwarové aplikace všechny snímané údaje uvede do souladu s ohniskovou vzdáleností (zoomem) hlavního snímacího zařízení 31.

U druhého řešení budou funkcí zoom vybavena i pomocná snímací zařízení 32. Zoom může být buď optický (viz výše), nebo digitální.

Další varianta uspořádání snímací soustavy 2 pro 3D snímání je znázorněna na obr. 14. Snímací soustava 2 v tomto provedení zahrnuje středové hlavní snímací zařízení 31, kde po jeho pravé i levé straně umístěnými pomocnými snímacími zařízeními 32 (např. kamera se středovým objektivem a dvojicí CCD snímačů s optikou uspořádaných po obou stranách hlavního snímacího zařízení 31), která je dále doplněna o pomocné snímací zařízení 32 opatřené emitorem 34 a detektorem 33 záření například emitorem vln/částic. Emitor 34 záření i detektor 33 záření, jímž jsou osazena pomocná snímací zařízení 32, pracují buď v režimu protitaktu nebo na odlišné frekvenci. Emitor 34 záření i detektor 33 záření souběžně odměří vzdálenost od jednotlivých bodů 12 předmětu 11.

Snímaná data vzdáleností jednotlivých bodů 12 předmětu 11 jsou zpracována matematicky pomocí softwarové aplikace 53 pro vyhodnocování bodů a jsou přiřazena k jednotlivým bodům snímku. Toto řešení zpřesňuje výpočet "hloubkové informace". Vzdálenost dodatečně odměřená emitorem 34 záření i detektorem 33 záření slouží jako kontrola výpočtu a eliminuje potenciální chyby ve výpočtu. Hloubková informace pro každý bod snímku hlavního snímacího zařízení 31 se následně zapíše do kodeku pomocí softwarové aplikace 53 pro vyhodnocování bodů.

Jednou z dalších variant uspořádání snímací soustavy 2 je zapojení snímacích zařízení 3 opatřené emitorem 34 a detektorem 33 záření například emitorem vln/částic. Takovou snímací soustavu 2 je možno použít i mimo viditelné obrazové spektrum, viz obr. 15. Jde o stav, kdy je třeba snímat předměty 11 v předmětovém prostoru 1 v prostředí, kde se nenachází záření viditelného spektra, nebo je tak slabé, že neumožní zápis barvonosné informace, a přesto je třeba vytvořit hloubkovou informaci, i když bez barvonosné informace. Pokud použijeme jedno hlavní snímací zařízení 31 opatřené emitorem 34 záření a detektorem 33 záření, a nejméně dvě pomocné snímací zařízení 32 opatřené emitorem 34 záření a detektorem 33 záření, můžeme vytvořit hloubkovou informaci, obsahující veškerá data, kromě dat o barvě, jasu a průhlednosti.

Samostatným řešením je uspořádání snímací soustavy 2 pro snímání předmětů 11 předmětového prostoru 1 s použitím mobilního telefonu nebo tabletu, viz obr. 12, jako snímacího zařízení 3 pro snímání předmětu 11. Snímací soustavu 2 tvoří dvě snímací zařízení 3. Zapojení snímací

soustavy 2 v tomto provedení obsahuje pouze dvě snímací zařízení 3, z nichž jedno je hlavní snímací zařízení 31, tzv. středové tvořené kamerou, a jedno pomocné snímací zařízení 32, tzv. boční, opatřené emitorem 34 a detektorem 33 záření, například emitorem vln/částic.

- 5 Na jedné straně vedle objektivu v ose jeho středu nebo i mimo střed (v tom případě se musí zahrnout matematická oprava této polohy) je uspořádán emitor 34 záření, např. rozmítaný laser, výkonná infračervená či ultrafialová dioda, či jiný druh emitoru vln/částic. Na druhé straně objektivu se umístí detektor 33 záření, který snímá odrazy záření vysílaného tímto emitorem 34 záření. Kde jednotlivé výpočtové moduly 38 emitoru a detektoru 39 záření spočítají časovou prodlevu mezi vysílaným a přijímaným paprskem záření a takto získaná informace o časové prodlevě bude propočítána v CPU 4 pomocí softwarové aplikace 51 a na základě nich bude přiřazena vzdálenost k 2D scéně, snímané hlavním snímacím zařízením 31. Takováto snímací soustava 2 je integrální součástí mobilního telefonu nebo tabletu. Tato data budou zapsaná do 3D kodeku. Díky tomu budeme schopni i ze zařízení jako je mobil či tablet dosáhnout snímání 3D scény a následně jejího zpracování. Toto řešení je použitelné i pro velmi levné ruční kamery, kde by nebylo z ekonomických důvodů možné řešení jedním hlavním snímacím zařízením 31 a alespoň jedním pomocným snímacím zařízením 32.

- 20 Způsob popisu bodů 12 předmětu 11 z předmětového prostoru 1 podle tohoto vynálezu, lze například uskutečnit pomocí zapojení snímací soustavy 2, která je znázorněna na obr. 13. Všechna tři snímací zařízení 3 jsou přesně ustavena ve stejné rovině, v našem schématu vymezené osami x a y , které s osou z svírají úhly α a β , přičemž úhly α a β s výhodou svírají s osou z úhel 90° . Snímací zařízení 3 v tomto případě tvoří hlavní snímací zařízení 31, dvě pomocná snímací zařízení 32, která jsou umístěna napravo a nalevo od hlavního snímacího zařízení 31 a mají od hlavního snímacího zařízení 31 stejnou vzdálenost. U všech tří snímacích zařízení 3 známe jejich vzájemnou polohu. Snímací zařízení 3 synchronizovaně snímají předmětový prostor 1. V takovém případě dojde k třem snímkům předmětů 11 v předmětovém prostoru 1, přičemž jeden ze snímků, tzv. primární, je pořízen hlavním snímacím zařízením 31, tzv. středovým, a dva další snímky, tzv. pomocné, jsou pořízeny pravým a levým pomocným snímacím zařízením 32. Pomocné snímky jsou posunuty vůči referenčnímu snímku. Body 36 rastru 35 snímku počítáme pomocí matematických postupů znázorněných výpočtových diagramů, kde první z nich znázorňuje výpočtový diagram pro výpočet a přiřazení vzdáleností „l“ k jednotlivým bodům 12 předmětu 11 předmětového prostoru 1.

- 35 Pojmy a symboly použité pro objasnění výpočtu hloubkové informace uváděné na obr. 19 výše mají následující význam:

- Am - libovolný bod 12 v předmětovém prostoru 1, kterou snímáme, kde "m" je libovolné přirozené číslo
- 40 S - snímací zařízení 31 - pro potřeby našeho schématu jeho velikost definujeme jako nekonečně malou (bod)
- L - snímací zařízení 32 - (v naší technologické sestavě umístěno nalevo od minimálně dvou dalších snímacích zařízení), pro potřeby našeho schématu jeho velikost definujeme jako nekonečně malou (bod)
- 45 P - snímací zařízení 32 - (v naší technologické sestavě umístěno napravo od minimálně dvou dalších snímacích zařízení), pro potřeby našeho schématu jeho velikost definujeme jako nekonečně malou (bod)
- S, L a P leží na ose X
- l - nejkratší vzdálenost bodu Am od osy X
- 50 uS - úhel snímání snímacího zařízení S, osa úhlu uS je totožná s přímkou procházející bodem S, která je zároveň kolmá na osu X
- uL - úhel snímání snímacího zařízení L, osa úhlu uL je totožná s přímkou procházející bodem L, která je zároveň kolmá na osu X
- uP - úhel snímání snímacího zařízení P, osa úhlu uP je totožná s přímkou procházející bodem P, která je zároveň kolmá na osu X
- 55

- kS - kružnice se středem S a poloměrem rS
 kL - kružnice se středem L a poloměrem rL
 kP - kružnice se středem P a poloměrem rP
 5 d'S - rozměr digitálního zobrazení předmětového prostoru $\underline{1}$ (výsledkem něhož je např. fotografie) podle osy X v souřadnicové soustavě v intencích našich schémat, přičemž předmětový prostor byl snímán snímacím zařízením S
 d'L - rozměr digitálního zobrazení předmětového prostoru $\underline{1}$ (výsledkem něhož je např. fotografie) podle osy X v souřadnicové soustavě v intencích našich schémat, přičemž předmětový prostor byl snímán snímacím zařízením L
 10 d'P - rozměr digitálního zobrazení předmětového prostoru $\underline{1}$ (výsledkem něhož je např. fotografie) podle osy X v souřadnicové soustavě v intencích našich schémat, přičemž předmětový prostor byl snímán snímacím zařízením P
 A'mS - bod Am zobrazený v zobrazení předmětového prostoru $\underline{1}$ (např. na fotografii), přičemž předmětový prostor $\underline{1}$ byl snímán snímacím zařízením S
 15 A'mL - bod Am zobrazený v zobrazení předmětového prostoru $\underline{1}$ (např. na fotografii), přičemž předmětový prostor $\underline{1}$ byl snímán snímacím zařízením L
 A'mP - bod Am zobrazený v zobrazení předmětového prostoru $\underline{1}$ (např. na fotografii), přičemž předmětový prostor $\underline{1}$ byl snímán snímacím zařízením P
 dS - část kružnice kS, přičemž platí, že délka dS se rovná d'S a současně platí, že koncové body dS leží na ramenech úhlu uS a současně alespoň jeden vnitřní bod dS leží v kruhovém výseku definovaném středem S a úhlem uS
 20 dL - část kružnice kL, přičemž platí, že délka dL se rovná d'L a současně platí, že koncové body dL leží na ramenu úhlu uL a současně alespoň jeden vnitřní bod dL leží v kruhovém výseku definovaném středem L a úhlem uL
 25 dP - část kružnice kP, přičemž platí, že délka dP se rovná d'P a současně platí, že koncové body dP leží na ramenu úhlu uP a současně alespoň jeden vnitřní bod dP leží v kruhovém výseku definovaném středem P a úhlem uP
 AmS - bod, který je průsečíkem dS a přímky procházející body Am a S
 AmL - bod, který je průsečíkem dL a přímky procházející body Am a L
 30 AmP - bod, který je průsečíkem dP a přímky procházející body Am a P
 vL - vzdálenost bodů S a L
 vP - vzdálenost bodů S a P
 u'L - úhel, který svírá osa X s přímkou, která prochází body Am, AmL a L
 u'S - úhel, který svírá osa "X" s přímkou, která prochází body Am, AmS a S
 35 u'P - úhel, který svírá osa "X" s přímkou, která prochází body Am, AmP a P

Výpočet vzdálenosti "l":

- "o" je délka kružnice
 40 "r" je poloměr kružnice
 "pi" je Ludolfovo číslo
 "u" je snímací úhel
 "d" je délka části kružnice příslušející výseku, který ohraničují ramena snímacího úhlu (který je středovým úhlem dané kružnice)
 45
 potom všeobecně platí, že:

$$o = 2 \times \pi \times r$$

$$d = (u \times \pi \times r) / 180$$

$$r = (180 \times d) / (u \times \pi)$$
 50 a pro naše schéma:

$$dS = (uS \times \pi \times rS) / 180$$

$$dL = (uL \times \pi \times rL) / 180$$

$$dP = (uP \times \pi \times rP) / 180$$

$$dS = d'S, dL = d'L, dP = d'P$$
 55
$$dS = dSa + dSb, dL = dLa + dLb, dP = dPa + dPb$$

$$rS=(180 \times dS)/(uS \times \pi)$$

$$rL=(180 \times dL)/(uL \times \pi)$$

$$rP=(180 \times dP)/(uP \times \pi)$$

5

$$u'S=((180-uS)/2)+((dSa \times 180)/(rS \times \pi))$$

$$u'S=((180-uS)/2)+((dSa \times 180)/(((180 \times dS)/(uS \times \pi)) \times \pi))$$

$$u'S=((180-uS)/2)+((dSa \times uS)/dS)$$

10

$$u'L=((180-uL)/2)+((dLa \times 180)/(rL \times \pi))$$

$$u'L=((180-uL)/2)+((dLa \times 180)/(((180 \times dL)/(uL \times \pi)) \times \pi))$$

$$u'L=((180-uL)/2)+((dLa \times uL)/dL)$$

$$u'P=((180-uP)/2)+((dPa \times 180)/(rP \times \pi))$$

15

$$u'P=((180-uP)/2)+((dPa \times 180)/(((180 \times dP)/(uP \times \pi)) \times \pi))$$

$$u'P=((180-uP)/2)+((dPa \times uP)/dP)$$

$$l=vL/(\cotg(u'S)+\cotg(u'L))$$

nebo

20

$$l=vP/(\cotg(u'S)+\cotg(u'P))$$

kde druhý z nich znázorňuje definici úhlu snímání „u“

25

Úhel snímání „u“ snímacího zařízení 3 v naší dokumentaci je úhlem, jehož osa prochází snímacím zařízením 3, které pro potřeby našeho schématu definujeme jako bod, a zároveň platí, že rovina tvořená osou úhlu a jeho rameny je kolmá na rovinu tvořenou průmětem snímané části předmětového prostoru 1. Navíc přímka procházející průsečíky ramen úhlu snímání a předmětového prostoru 1, kterou je snímací zařízení 3 schopno zachytit, je rovnoběžná s horizontální osou snímacího zařízení 3.

30

Máme tedy k dispozici tři snímky, z nichž můžeme pomocí matematických postupů znázorněných pomocí výpočtových diagramů, na základě znalosti umístění každého bodu 36 rastru 35 referenčního středového snímku na snímcích pomocných spočítat, pomocí softwarové aplikace 53 pro vyhodnocování bodů, vzdálenosti každého jednotlivého bodu 12 předmětu předmětového prostoru 11, který je nasnímán na daném snímku od roviny (osy), na které jsou tato snímací zařízení 3 uspořádána, viz obr. 20.

35

40

Způsob identifikace jednotlivých bodů 12 předmětu 11 předmětového prostoru 1, která je znázorněna pomocí bodů 36 rastu 35 na jednotlivých řádcích obrazového rastru 35, viz obr. 5 a obr. 18, se děje pomocí sekvence kroků, které jsou znázorněny na vývojovém diagramu na obr. 21.

Výsledkem způsobu identifikace je určení hloubkové informace.

45

Všechny tři snímky v tomto příkladném provedení mají stejné bodové rozlišení, to znamená, že rastr 35 hlavního snímacího zařízení 31 a rastry 35 pomocných snímacích zařízení 32 jsou stejné. Platí podmínka, že všechny tři snímky budou pořízeny snímacími zařízeními 3 ve stejném čase.

50

Je nasnadě, že vzhledem k rozdílným optickým i fyzikálním vlastnostem jednotlivých snímacích zařízení 3, uspořádaných ve snímací soustavě 2 se jednotlivé snímky budou lišit barevným podáním, to znamená barvou a jasnem. Proto jako první krok při určování „hloubkové informace“ musíme vyloučit tuto disproporci. Toho se dosáhne tím, že přiřadíme ICC profil hlavního snímacího zařízení 31 k profilům pomocných snímacích zařízení 32 a tímto krokem dosáhneme vyrovnání barevného podání u všech třech snímků. Snímek pořízený hlavním snímacím zařízením 31 je vždy referenčním snímkem pro barevné sladění.

55

Dále se porovnají rastry 35 pořízených snímků po jejich jednotlivých řádcích a jejich bodech 36 rastru 35. Poté se zjistí, jak vzájemně jsou vůči sobě posunuty jednotlivé body 36 na jednotlivých řádcích rastrů 35 porovnávaných snímků.

5

Přitom porovnávání bodů 36 rastru 35 jednotlivých snímků lze provádět jak, v horizontálním, tak ve vertikálním směru rastru 35 snímků. Pro objasnění postupu podle vynálezu popisovaného v souvislosti s tímto příkladem vyjdeme z toho, že pro popis tohoto výpočtu budeme počítat řádky v horizontální rovině, a to od prvního až po poslední řádek rastru 35 ve směru shora dolů.

10

Souběžně s každým snímkem pořízeným hlavním snímácím zařízením 31 a pomocnými snímácími zařízeními 32 je při snímání současně zaznamenáván i údaj o úhlu snímání „u“ u každého snímácího zařízení 3, jak je patrné z výše uvedených výpočtových diagramů. U hlavního snímácího zařízení 31 je úhel snímání označen písmeny „uS“, zatímco u pomocných snímácích zařízení 32 je úhel snímání označen písmeny „uP, uL“. Údaje o úhlech snímání nám definují, jaká čísla ohniskových vzdáleností je nutné přiřadit do výpočtových vzorců. Jakmile máme načteny tyto údaje do CPU 4, pak se pomocí softwarové aplikace 53 pro vyhodnocování bodů vezmou údaje o bodech 36 prvního řádku rastru 35 ze snímku snímaného hlavním snímácím zařízením 31. Ten je snímkem referenčním. A dále vezmeme údaje o bodech 36 prvních řádků rastru 35 ze snímků snímaných pravým a levým pomocným snímácím zařízením 32. Je nasnadě, že barvosná informace při standardním režimu má 16,7 milionu barev. Srovnáme tedy barevný profil jednotlivých bodů 36 na těchto prvních třech řádcích, přičemž jako referenční údaj pro srovnávání s ostatními body 36 v dalších prvních řádcích rastrů 35 pomocných snímků jsou údaje o bodech 36 z prvního řádku rastru 35 snímku pořízeným hlavním snímácím zařízením 31. Poté jsou pomocí softwarové aplikace 53 pro vyhodnocování bodů porovnány v CPU 4 všechny obrazové body z těchto tří řádků, přičemž je důležité, aby všechny údaje bodů 36 ze všech tří porovnávaných řádků rastru 35 byly při výpočtu pod sebou. Z výpočtu pořízeného softwarovou aplikací 53 pro vyhodnocování bodů vyplyne, o kolik bodů 36 rastrů na řádcích rastrů 35 a to buď doprava, či doleva je posunutý bod 36 rastru stejné barvy na prvním řádku rastru 35 z pravého a levého pomocného snímácího zařízení 32 vůči údajům bodů 36 referenčního řádku rastru 35, kterým je první řádek rastru 35 snímku hlavního snímácího zařízení 31. Porovnání o kolik jsou jednotlivé body 36 porovnávaných řádků rastrů 35 posunuty, provedeme postupně bod po bodu po celém řádku až na jeho konec. Dále pomocí softwarové aplikace 53 pro vyhodnocování bodů vypočítáme u bodů 36 na prvním řádku rastru 35 referenčního snímku hlavního snímácího zařízení 31 jejich vzdálenosti „l“ na ose „z“. Body 36 prvních řádků rastru 35 snímků pomocných snímácích zařízení 32 nám slouží v tomto případě pro určení poloh jednotlivých bodů 36 zobrazených na snímku hlavního snímácího zařízení 31. Tímto postupem pro tyto body 36 rastru 35 vypočítáme „hloubkový otisk“.

Pro výpočet hloubkové informace jednotlivých bodů 36 rastru 35, musíme uskutečnit stejný výpočet vzdáleností u bodů 36 na prvních řádcích rastru 35 snímků pořízených pomocnými snímácími zařízeními 32, avšak s prioritou výpočtu vzdáleností u bodu 36 rastru 35 prvního řádku rastru 35 snímku z pravého pomocného zařízení 32 a poté levého pomocného zařízení 32. Jelikož tato snímácí zařízení 3 snímají předmětový prostor 1 z jiného úhlu snímání „u“ v případě levého pomocného zařízení 32 je úhel snímání označen „uL“, a v případě pravého pomocného zařízení 32 je úhel snímání označen „uP“. Tímto postupem můžeme dostat dodatečné body 12 na stejnou osu „z“ za body 36 rastru 35 řádku rastru 35 snímku z hlavního snímácího zařízení 31. Jedná se o zákrytové body, které doplní „hloubkový otisk“ o „zákrytový bod či body“. Tímto postupem dostaneme pro daný bod 36 rastru 35 řádku rastru 35 referenčního snímku hlavního snímácího zařízení 31 „hloubkovou informaci“. Výše popsáním způsobem porovnáme všechny body 36 rastru 35 na řádku rastru 35 a poté stejně zpracujeme všechny řádky rastru 35 referenčního snímku.

Pro lepší vykreslení bodů 36 rastru 35 na okrajích rastrů 35 je výhodné u pomocných snímácích zařízení 32 použít většího rastru 35. Pokud bude na pomocných snímácích zařízeních 32 použito

55

většího rastru 35, bude lepší vykreslení bodů 36 na okrajových částech rastru 35 výsledného snímku s “hloubkovou informací”.

Průhledné body s reflexní plochou jsou demonstrovány na příkladu neosvícené a osvícené skleničky. V případě neosvícené skleničky bude jako první bod předmětu na trajektorii na ose Z přední stěna skleničky, pohlcující např. cca 4 % fotonů. To znamená, že objekt za touto stěnou už bude o 4 % tmavší, než kdyby tam toto sklo nebylo, a zároveň v místě útlumu máme měřitelný bod se 4 % například šedé barvy konkrétního odstínu dle barvy skla. To znamená, že je definována vzdálenost k tomuto bodu na ose Z, barva skleničky a procento průhlednosti. Dále je na trajektorii Z druhá stěna skleničky, přes kterou postupují fotony dále. Lze pro názornost logicky předpokládat, že i zadní stěna, stejně jako přední, zachytí cca 4 % fotonů, které na ní dopadly. V tomto místě je opět měřitelný bod s útlumem dalších 4 %. To znamená, že je definována vzdálenost i k tomuto bodu na ose Z, barva skleničky a procento průhlednosti. A svazek fotonů, tentokrát už jen cca 92 %, pokračuje až ke stěně, pro názornost třeba modré a na ní se vyzáří zbylých 92 % fotonů. Takže je definována i vzdálenost k tomuto bodu na ose Z a barva zdi. Zde bude barva zdi za skleničkou právě o tento procentuální objem tmavší a zároveň posunuta barevným ovlivněním průchodu dvěma stěnami skla ve skleničce. Každý bod na trajektorii je přesně určen jak barevně, tak co do průhlednosti a je zakončen bodem, kdy dojde k nárazu fotonů do vrstvy, která je pohltí všechny, a tedy už je neprůhledná.

V případě skleničky osvícené ze směru snímacího zařízení bude jako první bod předmětu na trajektorii na ose Z přední stěna skleničky, pohlcující např. cca 4 % fotonů. K tomu nutno připočíst, že fotony budou pohlceny přezářeným povrchem skleničky vnějším světlem, které při jasném světelném odlesku může mít modelově například 60 % pohlcovací schopnosti. Pro člověka se toto rovná světelnému odrazu na povrchu skleničky a na trajektorii Z to znamená následující věc. Objekt za touto stěnou už bude o 64 % tmavší, než kdyby tam toto sklo a nasvícení nebylo a zároveň v místě útlumu je měřitelný bod se 64 % například žlutě jasné barvy konkrétního odstínu dle barvy světla spolu s barvou skla. To znamená, že je definována vzdálenost k tomuto bodu na ose Z, barva skleničky a procento průhlednosti. Dále je na trajektorii Z druhá stěna skleničky, přes kterou postupují fotony dále. Lze pro názornost logicky předpokládat, že i zadní stěna, stejně jako přední, zachytí cca 4 % fotonů, které na ní dopadly. V tomto místě je opět měřitelný bod s útlumem dalších 4 %. To znamená, že je definována vzdálenost i k tomuto bodu na ose Z, barva skleničky a procento průhlednosti. A svazek fotonů, tentokrát už jen cca 32 %, pokračuje až ke stěně, pro názornost třeba modré a na ní se vyzáří zbylých 32 % fotonů. Takže je definována tato vzdálenost k tomuto bodu na ose Z a barva zdi. Zde bude barva zdi za skleničkou právě o tento procentuální objem tmavší a zároveň posunuta barevným ovlivněním průchodu nasvícením a dvěma stěnami skla ve skleničce. Každý bod na trajektorii je přesně určen jak barevně, tak co do průhlednosti a je zakončen bodem, kdy dojde k nárazu fotonů do vrstvy, která je pohltí všechny, a tedy už je neprůhledná.

Pro správné zařazení zákrytových bodů 12 za referenčním snímkem, které byly vidět jen jedním snímacím zařízením 3 použijeme technologii “detekce hran, plochy a nespojitostí”. Jde o popis postupu výpočtu bodů 36 rastru 35, které jsou viditelné na snímku jen jednoho snímacího zařízení 3. Výpočet bodů 12 předmětu 11 viditelných jen jedním snímacím zařízením 3 jak je patrné z obr.7 a dále bodů 12, které jsou vidět jen hlavním snímacím zařízením 31, jak je znázorněno na obr.8.

- Výpočet bodu 12 předmětu 11 předmětového prostoru 1 viditelného třemi snímacími zařízeními 3 viz obr. 5
- Výpočet bodu 12 předmětu 11 předmětového prostoru 1 viditelného dvěma snímacími zařízeními 3 viz obr. 6
- Výpočet bodu 12 předmětu 11 předmětového prostoru 1 viditelného jedním snímacím zařízením 3 viz obr. 7 a obr. 8

Výpočet bodu 12 předmětu 11 předmětového prostoru 1 viditelného třemi snímacími zařízeními 3, kde spojnice mezi bodem 12 a bodem 36 rastru 35 levého a pravého a středového snímacího zařízení 31 a 32 tvoří pohledové přímky 9 viz obr. 5. Jedná se o postup totožný z předchozím textem o výpočtu bodů 12 na ose "Z".

5

Výpočet při bodu 12 předmětu 11 předmětového prostoru 1 viditelného dvěma snímacími zařízeními 3, kde spojnice mezi bodem 12 a levým a středovým snímacím zařízením 32, resp. 31 tvoří pohledové přímky 9 viz obr. 6. Jedná se o postup totožný z předchozího textu o výpočtu bodů 12 na ose "Z".

10

Výpočet bodu 12 předmětu 11 předmětového prostoru 1 viditelného jedním snímacím zařízením 3, kde spojnice mezi bodem 12 (= Am) a levým nebo středovým snímacím zařízením 32, resp. 31 tvoří pohledová přímka 9 procházející body Am a L viz obr. 7. Tato pohledová přímka 9 sama o sobě nemá schopnost přímo určit vzdálenost „l“ bodu 12 na ose "z". Postup je tedy následující. Nejprve určíme, v jakých vzdálenostech "l" na pohledové přímce 9 bod 12 předmětu 11 předmětového prostoru 1 být nemůže. Vyloučíme tak všechny vzdálenosti "l" těch bodů 12 nacházejících se na pohledové přímce 9 kde je možno nalézt průsečíky (jde o matematické vyloučení průsečíků na dvou či třech pohledových přímkách 9' a 9'') s dalšími pohledovými přímkami 9' a 9'', které tvoří spojnice mezi bodem 12 (ve výpočtovém diagramu je označen jako bod Am) a body S a P dalších snímacích zařízení 3. Přesné určení vzdálenosti "l" bodu 12 ležícího na pohledové přímce 9 dosáhneme srovnáním s body 12, které již mají přiřazenu vzdálenost "l" jsou tedy viditelné nejméně dvěma snímacími zařízeními 3. Tyto body 12 se nacházejí v pohledových přímkách 9' a 9''. Při předchozích výpočtech bodů 12 předmětů 11 předmětového prostoru 1 viditelných na více než jedné pohledové přímce 9, procházející body Am a L jsme dosáhli u většiny bodů 12 předmětu 11 přesného přiřazení vzdálenosti "l". Přesné přiřazení vzdálenosti "l" mezi bodem 12 předmětu 11 předmětového prostoru 1 ležícího na pohledové přímce 9 procházející body Am a L viz obr. 7 a spojující bod 12 (Am) a snímací zařízení 3 (L) není v tuto chvíli definováno (viz obr. 7). U těch máme v tu chvíli jen informaci, kde na pohledové přímce 9 procházející body Am a L body 12 být nemohou.

30

Dále se při výpočtu bodů 12 tzv. nezařazených zákrytových bodů, které jsou viditelné jen jedním snímacím zařízením 3, se postupuje následovně.

35

U porovnaných rastrů 35 pořízených snímků (referenčního a pomocných) se zjistí, jak vzájemně jsou vůči sobě posunuty jednotlivé body 36 na jednotlivých řádcích rastrů 35 porovnávaných snímků. Pokud na obrazovém řádku rastru 35 porovnávaného snímku narazíme na bod 36 rastru 35, který je nezařazen, to znamená, že při jeho identifikaci není možné určit jeho polohu vůči bodům 36 na sousedních snímcích, postupujeme následovně. K tomuto nezařazenému bodu 36 přidáme jen informaci, v jakých vzdálenostech "l" na pohledové přímce 9 být nemůže a pod jakým úhlem "uL" jak je patrné z obr. 7 je identifikován a necháme přesné určení vzdálenosti "l" na pohledové přímce 9 až po dokončení celého výpočtu všech bodů 12 daného předmětu 11 (snímku). Na konci výpočtu celého snímku tedy budeme mít přesnou hloubkovou informaci ke všem bodům 12 předmětu 11 předmětového prostoru 1 definovanými dvěma nebo třemi pohledovými přímkami 9 viz obr. 5 a 6. Zůstanou nám body 36 rastru 35 snímku, které jsou zobrazením bodů 12 předmětu 11 předmětového prostoru 1 se zatím nepřirazenou vzdáleností „l“ zaznamenané pouze jednou pohledovou přímkou 9 viz obr. 7. K těmto bodům 36 jsou přiřazeny údaje o místě bodu 36 na řádku na rastru 35, ke kterému patří, údaj o úhlu "uL", pod kterým pohledová přímka 9 směřuje k bodu 12 a informace, v jakých vzdálenostech "l" na pohledové přímce 9 tento bod 12 být nemůže. Každý bod 12, který zatím ještě nemá přesně definovanou vzdálenost "l" na pohledové přímce 9 je součástí a pokračováním soustavy bodů 12, který už mají přiřazenu vzdálenost "l" z předchozích výpočtů. Každý z bodů 12 předmětů 11 předmětového prostoru 1 je součástí nějaké navazující části snímku. Každý z bodů 12 je součástí nějaké skupiny už přesně definovaných bodů 12 se stejnou, nebo velmi blízkou barvou, nacházející se v těsné blízkosti bodu 12, u něhož potřebujeme přiřadit vzdálenost "l" na pohledové přímce 9. Každá skupina bodů 12 předmětů 11 předmětového prostoru 1 přímo

55

sousedící s bodem či body 12 se zatím nepřirazenou vzdáleností “1” na pohledové přímce 9 má stejnou barvu či barvou blízkou bodu 12 či bodům 12 k nim těsně na předmětu 11 předmětového prostoru 1 přiléhajících. Tyto barvy a jejich struktura jsou identifikovatelné a analyzovatelné běžnými metodami analýzy obrazu (detekce hran, plochy a nespojitostí). To znamená, že jsme schopni tyto body 12 na základě jejich srovnání s již přesně určenými body 12 s těmito body 12 přímo sousedícími, správně definovat v přesné vzdálenosti “1” na pohledové ose 9 poté, co tyto skupiny bodů 12 předmětu 11 předmětového prostoru 1 vyhodnotíme pomocí detekce hran, ploch a nespojitostí. Každý z těchto bodů 12 zobrazený pomocí bodů 36 na rastru 35 snímku tvoří součást celkového rastru 35 snímku a jako takové už jdou definovat a je možno jim takto přiřadit vzdálenost “1” na pohledové přímce 9. Dopočítávané body 36 rastru 35 i celá hloubková informace pro snímek tedy bude správně definována i tehdy, pokud bude obsahovat i body 12 předmětů 11 předmětového prostoru 1 definovaného pouze jednou pohledovou přímkou 9 viz obr. 7.

Po tomto výpočtu máme hotový výsledný formát “hloubkové informace”. Referenční snímek hlavního snímacího zařízení 31 doplněný o údaje o “hloubkové informaci”. Jde tedy o plnohodnotný 3D snímek s přesným definováním bodů 12 předmětu 11 předmětového prostoru 1.

Tento formát je řešen natolik univerzálně, že ho můžeme zapsat k jakémukoliv obrazovému foto či video kodeku. Obrazový kodek, který je znázorněn na vývojovém diagramu kodeku níže a na obr. 17 v pojetí tohoto vynálezu znamená vytvoření a způsob umístění dodatečných informací tzv. “hloubkového otisku” nebo “hloubkové informace” ke standardním kodekům.

Na vývojovém diagramu 3D kodeku, viz obr. 22, je popsáno, jakým způsobem může být hloubková informace používána v souvislosti s jejím přiřazováním k různým kodekům v současnosti používaných pro zápis 2D formátů foto a videa.

2D kodeky lze rozdělit následovně:

- kodek podporující uživatelské streamy
- kodek nepodporující uživatelské streamy, souborový systém podporující metadata
- kodek nepodporující uživatelské streamy, souborový systém nepodporující metadata

Toto je základní dělení 2D kodeků. Z výše uvedeného je zřejmé, že pro každý z těchto druhů kodeků bude hloubková informace přiřazena odlišným způsobem. V konečném výsledku, ale kterákoliv z těchto variant umožní plnohodnotné přečtení takto upraveného 3D kodeku, a to dvojím způsobem.

První způsob je čtení 3D kodeku pomocí 2D přístrojů, kde je s 3D kodekem pracováno jako s 2D informací, přičemž hloubková informace nebude použita. V tomto případě je možno celou cestu zpracování 3D kodeku provádět pouze na 2D přístroji a až při finálním střihu a distribuci použít na výstupu buď 2D nebo 3D kodek.

Druhý způsob je čtení, zpracování 3D kodeku a jeho zobrazení pomocí 3D přístrojů, kde je s 3D kodekem pracováno jako s 3D informací a hloubková informace je zde použita.

Všechny tři druhy kodeků, znázorněné na pomoci vývojového diagramu 3D kodeku a obr. 17, lze rozdělit následovně,

- 3D kodek podporující uživatelské streamy
- 3D kodek nepodporující uživatelské streamy, souborový systém podporující metadata
- 3D kodek nepodporující uživatelské streamy, souborový systém nepodporující metadata

Výše jmenované 3D kodeky nesou stejná data v kontextu tohoto vynálezu. Jde o hloubkovou informaci jejíž součástí je i “hloubkový otisk”. Tato hloubková informace je definována výše a jedná se o přesný soubor dat ke každému bodu 12 předmětu 11 předmětového prostoru 1 (např.

fotografie, filmu a pod). Přiřazení těchto dat je stejně jako druhy kodeků (vývojový diagram 3D kodeku a obr. 17) dle našeho rozdělení následující:

- 5 • 3D kodek podporující uživatelské streamy - v případě tohoto 3D kodeku se celá hloubková informace zapisuje jako kontejner metadat do struktury 3D kodeku a stane se včetně předmětu 11, zapsaného v 2D formátu v předmětovém prostoru 1, integrální součástí 3D kodeku.
- 10 • 3D kodek nepodporující uživatelské streamy, ale podporující metadata - v případě tohoto 3D kodeku se hloubková informace zapisuje jako kontejner metadat do struktury 3D kodeku, přičemž metadata a předmět 11, zapsaný v 2D formátu v předmětovém prostoru 1, budou zapsána odděleně. V tomto případě tvoří integrální součást 3D kodeku.
- 15 • 3D kodek nepodporující uživatelské streamy a metadata - v případě tohoto 3D kodeku se hloubková informace zapisuje jako kontejner dat spolu s původním 2D kodeku. V tomto případě hloubková informace tvoří samostatnou část 3D kodeku. Spojení původního 2D kodeku a hloubkové informace se děje přes časovou osu pro jednotlivé snímky. Tyto dvě části tvoří 3D kodek původní 2D kodek + kontejner dat obsahující hloubkovou informaci.

Způsob popisu bodů 12 předmětu 11 z předmětového prostoru 1 podle tohoto vynálezu, lze uskutečnit pomocí zapojení snímací soustavy 2, která je znázorněna na obr. 12. V tomto případě je mobilní telefon nebo tablet osazen touto snímací soustavou 2 určenou pro snímání předmětu 11. Snímací soustavu 2 tvoří dvě snímací zařízení 3. Zapojení snímací soustavy 2 v tomto provedení obsahuje pouze dvě snímací zařízení 3, z nichž jedno je hlavní snímací zařízení 31, tzv. středové tvořené kamerou a jedno pomocné snímací zařízení 32, tzv. boční opatřené emitorem 34 a detektorem 33 záření například emitorem vln/částic. V tomto případě nemáme dostatek informací pro výpočet hloubkové informace, a proto při tomto způsobu snímání lze obdržet pouze hloubkový otisk. Postup pro obdržení informace o vzdálenosti "l" pro jednotlivé body 12 předmětu 11 umístěného v předmětovém prostoru 1 a jejího následného spojení s body 36 rastru 35 je popsán ve vývojovém diagramu pro výpočet hloubkové informace, tak jak je patrné z obr. 10 zahrnující hlavní snímací zařízení 31 tvořené středovou kamerou a pomocné snímací zařízení 32, sestávající z emitoru 34 záření a detektoru 33 záření.

Způsob identifikace jednotlivých bodů 12 snímané části předmětového prostoru 1, která je znázorněna pomocí bodů 36 rastru 35 na jednotlivých řádcích obrazového rastru 35, viz obr. 5, se děje pomocí sekvence kroků, které jsou znázorněny na vývojovém diagramu (vývojový diagram pro výpočet hloubkové informace pro snímací soustavu 2 tvořenou hlavním snímacím zařízením 31 a pomocným snímacím zařízením 32 sestávajícím z emitoru 34 a detektoru 33 záření). Výsledkem způsobu identifikace je určení hloubkové informace. Hlavní snímací zařízení 31 pořídí snímek nebo řadu snímků za sebou. Pomocným snímacím zařízením 32 změříme vzdálenost „l“ prostřednictvím emitoru 34 záření, který vyšle záření (vlny/částice) a po odrazu od snímaného bodu 12 předmětu 11 a po následné detekci odraženého záření detektorem 33 záření je vypočtena časová prodleva mezi vysláním a detekcí záření. Pomocí časového rozdílu mezi emitovaným zářením a jeho detekcí vypočítáme vzdálenost "l" na ose "z" pro každý z jednotlivých bodů snímané reality. Postupně takto postupujeme bod po bodu 12 předmětu 11 a seřadíme informace o vzdálenosti "l" těchto bodů 12 na ose "z" a tuto informaci vzdálenosti připojíme jako hloubkovou informaci jako dodatečná data ke snímku pořízeného hlavním snímacím zařízením 31. Jelikož jak snímání snímku na rastru 35 hlavního snímacího zařízení, tak vysílání záření emitorem 34 záření z pomocného snímacího zařízení 32 probíhá na stejném rastru 35 a pod stejným úhlem "u", jak je tomu u hlavního snímacího zařízení 31, můžeme tato data vzájemně spojit. Pro výpočet je s výhodou použito toto konstrukční schéma. Hlavní snímací zařízení 31 je uprostřed. Pomocné snímací zařízení 32, jenž tvoří, jednak detektor 33 záření, který je uspořádán v odstupu od hlavního snímacího zařízení 31 na jedné straně a jednak emitor 34 záření, který je uspořádán v odstupu od hlavního snímacího zařízení 31 na druhé straně jsou ve stejné vzdálenosti od hlavního snímacího zařízení 31 a ve stejné rovině na jedné ose s hlavním snímacím zařízením 31. Při tomto druhu uspořádání není třeba matematické opravy měření času po detekci záření detektorem záření 33.

Vývojový diagram pro výpočet hloubkové informace prostřednictvím hlavního snímacího zařízení 31 a pomocného snímacího zařízení 32 tvořeného emitorem 34 a detektorem 33 záření je znázorněn na obr. 23.

- 5 Tento formát je řešen natolik univerzálně, že ho můžeme zapsat k jakémukoliv obrazovému (foto či video) kodeku. (viz dále vývojový diagram 3D a obr. 17).

Průmyslová využitelnost

10

Způsob popisu bodů předmětu z předmětového prostoru je uplatnitelný všude tam, kde se pracuje se snímáním, zpracováním a zobrazováním obrazových informací. Je použitelný ve spojení se všemi zařízeními, které pracují se snímáním, zpracováním a zobrazováním obrazových informací typu fotoaparát, kamera a skener.

15

PATENTOVÉ NÁROKY

- 20 1. Způsob popisu skutečných bodů (12) předmětu (11) z předmětového prostoru (1) prostřednictvím nejméně dvou snímacích zařízení (3) uspořádaných v odstupu od sebe, přičemž ke každému bodu (12) předmětu (11) předmětového prostoru (1) zobrazeném na rastru (35) hlavního snímacího zařízení (31) se zaznamenává informace o jeho skutečné vzdálenosti (1) od bodu (36) rastru (35) hlavního snímacího zařízení (31) ve směru osy Z, a takto vzniklá informace se ukládá ke každému bodu (36) rastru (35) snímku z hlavního snímacího zařízení (31) jako
25 dodatečná data tvořící hlavní obraz předmětového prostoru (1), **vyznačující se tím**, že alespoň jedno pomocné snímací zařízení (32) uspořádané v odstupu od hlavního snímacího zařízení (32) zaznamenává informace o vzdálenosti (1) bodu (12) předmětu (11) předmětového prostoru (1) od bodu (36) rastru (35) pomocného snímacího zařízení (32) a takto vzniklá informace se ukládá ke každému bodu (36) rastru (35) snímku z pomocného snímacího zařízení (32) jako dodatečná data
30 tvořící pomocný obraz předmětového prostoru (1), který zahrnuje i zákrytové body předmětového prostoru (1).

- 35 2. Způsob popisu bodů (12) předmětu (11) z předmětového prostoru (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že pro předměty (11) předmětového prostoru (1) obsahující zákrytové body s různou mírou průhlednosti se zaznamenává informace o jejich vzdálenostech (1) od pomocného snímacího zařízení (32), přičemž se zároveň zaznamenává jasová a barvonosná informace zákrytových bodů předmětu (11) spolu s mírou průhlednosti daného bodu (12) vrstvy a takto vzniklá informace se ukládá k bodu (36) rastru (35) snímku z pomocného snímacího zařízení (32).
40

3. Zapojení pro provádění způsobu popisu bodů (12) předmětu (11) z předmětového prostoru (1) podle některého z předchozích nároků, zahrnující nejméně dvě snímací zařízení (3) uspořádané v odstupu od sebe, **vyznačující se tím**, že snímací soustavu (2) tvoří hlavní snímací
45 zařízení (31) snímající skutečné body (12) předmětu (11) z předmětového prostoru (1) ve směru osy Z a nejméně jedno pomocné snímací zařízení (32), přičemž jsou tato zařízení připojena na vstupy centrální řídicí jednotky (4) CPU, jejíž součástí je blok (5) softwarových aplikací a blok (6) výpočetního modulu s vyhodnocovacím software, přičemž komunikace bloku (5) softwarových aplikací a bloku (6) výpočetního modulu s vyhodnocovacím software s CPU (4) je
50 vedena přes datové sběrnice, přičemž výstupy CPU (4) jsou dále připojeny, jednak na blok (7) interní paměti a/nebo výměnné paměti a jednak na blok (8) on-line výstupů.

4. Zapojení pro provádění způsobu popisu bodů (12) předmětu (11) z předmětového prostoru (1), podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že pomocné snímací zařízení (32) tvoří detektor (33) záření a emitor (34) záření.
55

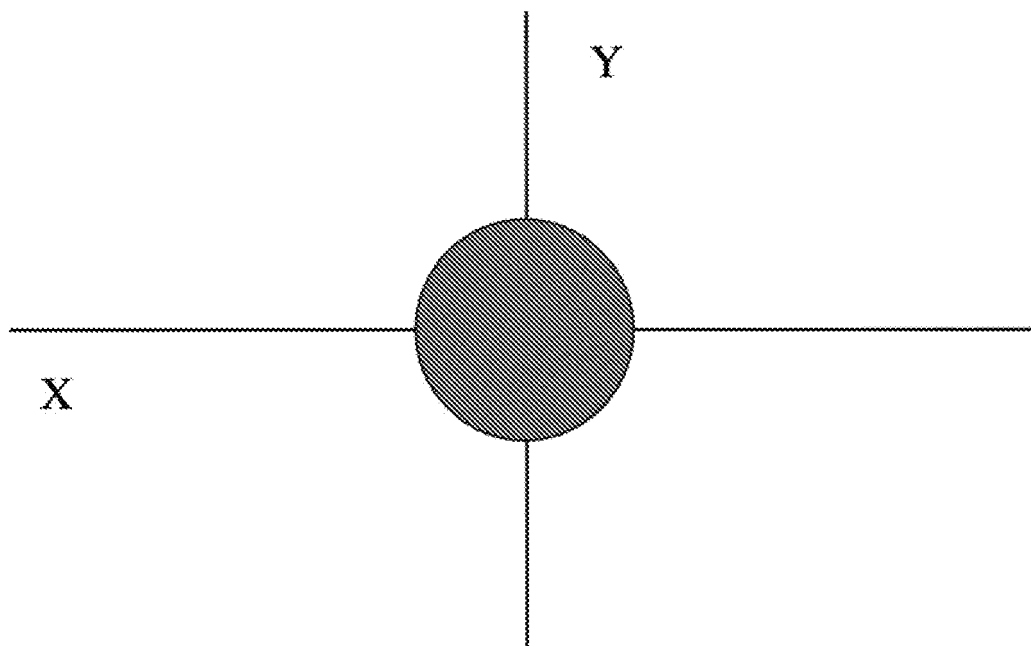
5. Zapojení pro provádění způsobu popisu bodů (12) předmětu (11) z předmětového prostoru (1), podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že hlavní snímací zařízení (31) nebo pomocné snímací zařízení (32) je tvořeno kamerou.
- 5 6. Zapojení pro provádění způsobu popisu bodů (12) předmětu (11) z předmětového prostoru (1), podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že detektor (33) záření tvoří CCD nebo CMOS snímače opatřené optikou a emitor (34) záření tvoří laser.
- 10 7. Zapojení pro provádění způsobu popisu bodů (12) předmětu (11) z předmětového prostoru (1) podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že nejméně tři snímací soustavy (2) jsou vůči předmětu (11) uspořádány v odstupu dokola.

22 výkresů

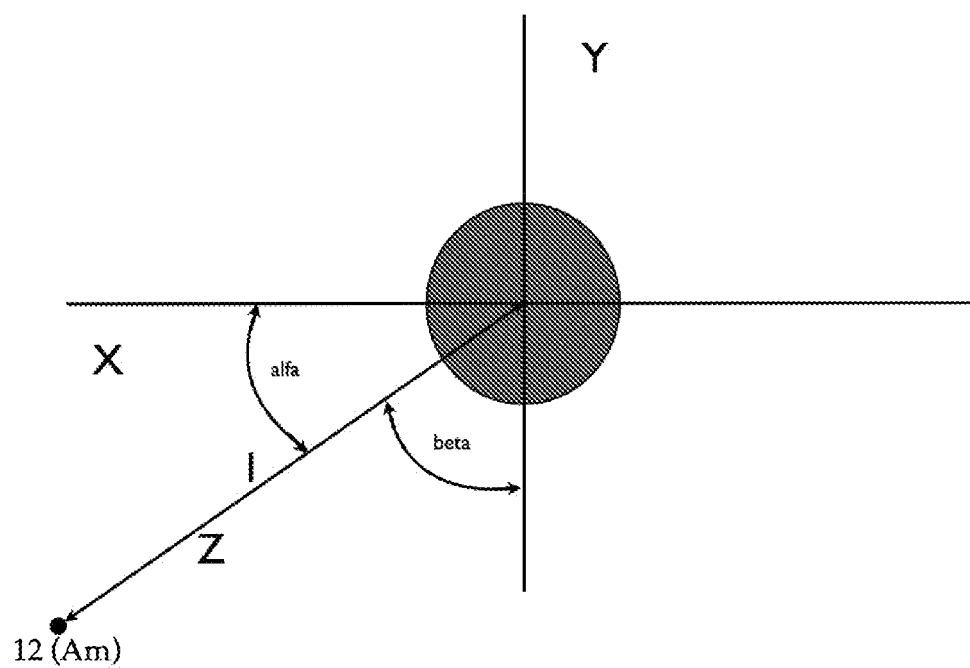
15

Seznam vztahových značek

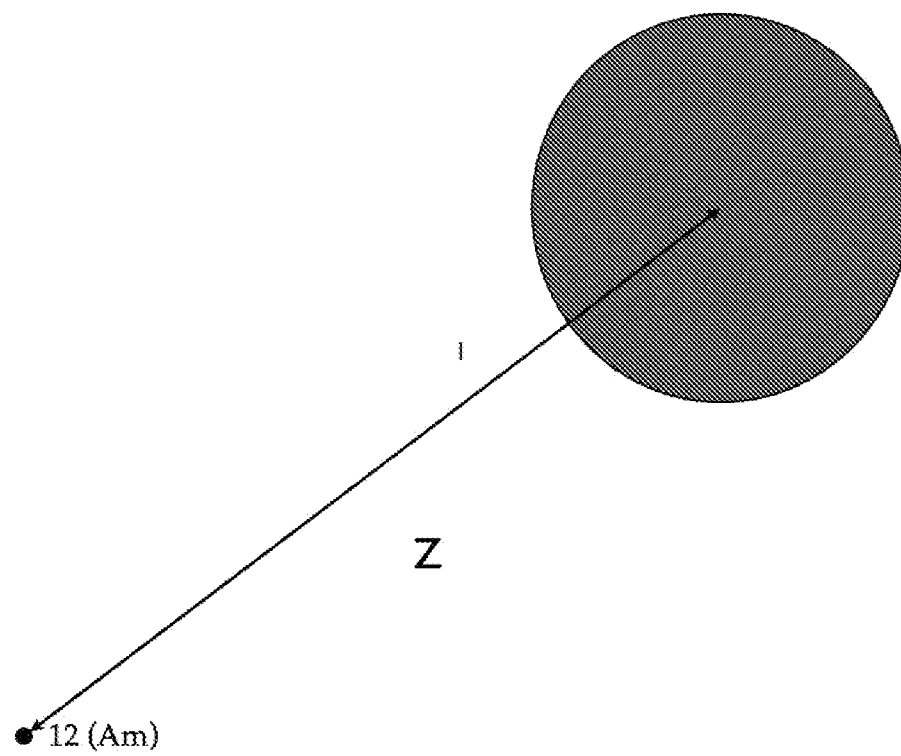
- 1 předmětový prostor
- 11 předmět v předmětovém prostoru
- 12 bod předmětu
- 1 snímací soustava
- 2 snímací zařízení
- 31 hlavní snímací zařízení
- 32 pomocné snímací zařízení
- 33 detektor záření
- 34 emitor záření
- 35 rastr
- 36 bod rastru
- 37 obrazový procesor snímacího zařízení
- 38 výpočtový modul emitoru
- 39 výpočtový modul detektoru
- 4 centrální procesorová jednotka
- 41 centrální řídicí jednotka snímacího zařízení
- 5 blok softwarových aplikací
- 51 softwarová aplikace pro řízení emitoru a detektoru záření
- 52 softwarová aplikace pro řízení snímacích zařízení
- 53 softwarová aplikace pro vyhodnocování bodů
- 6 výpočetní modul s sonarovou aplikací
- 7 datový modul s pamětí
- 8 blok on-line výstupů
- 81 digitální výstup
- 82 samostatná hloubková informace
- 83 analogový výstup
- 9 pohledová přímka



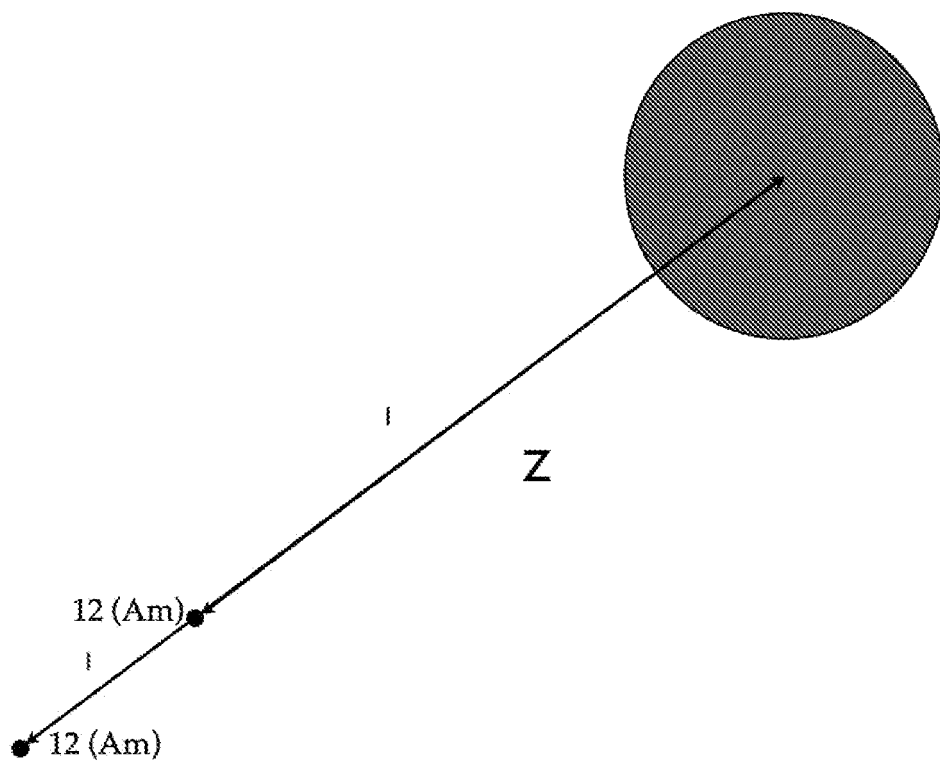
Obr. 1



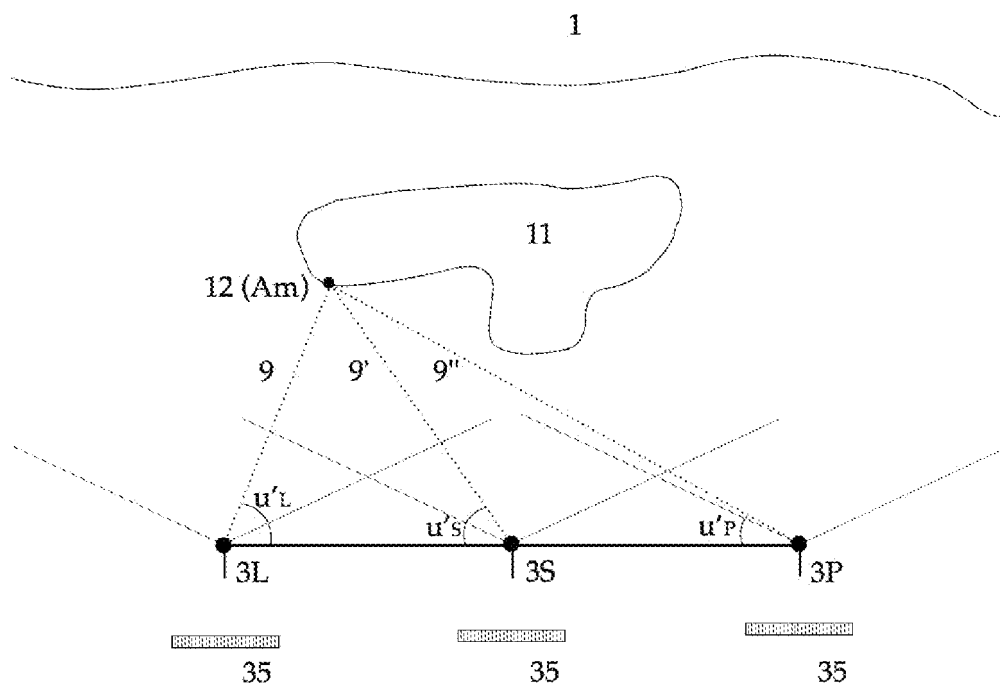
Obr. 2



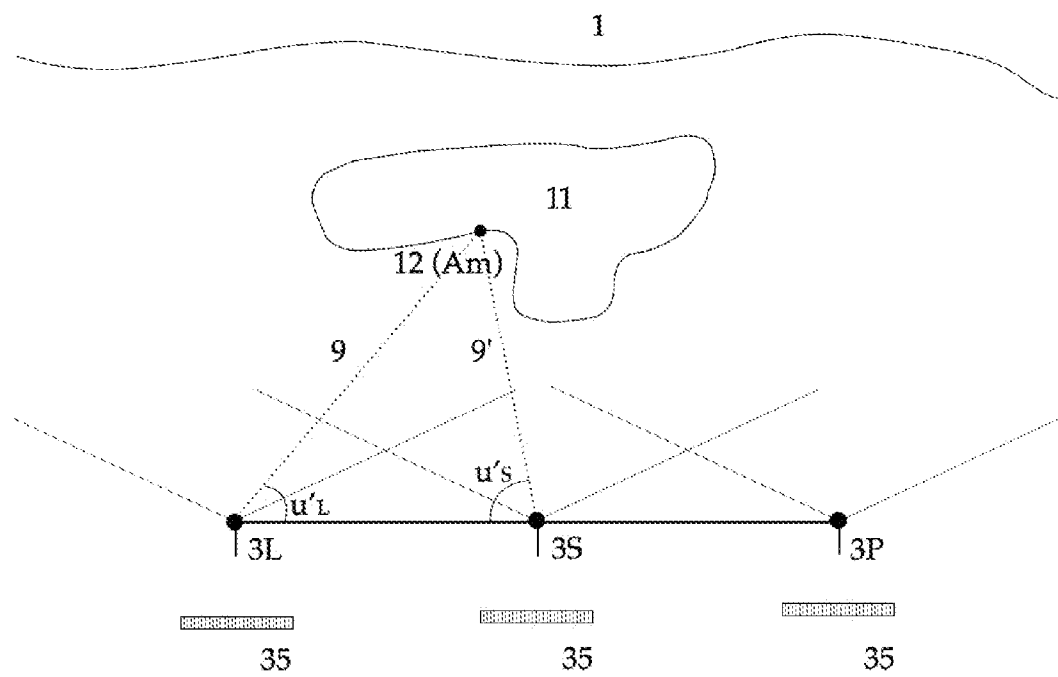
Obr. 3



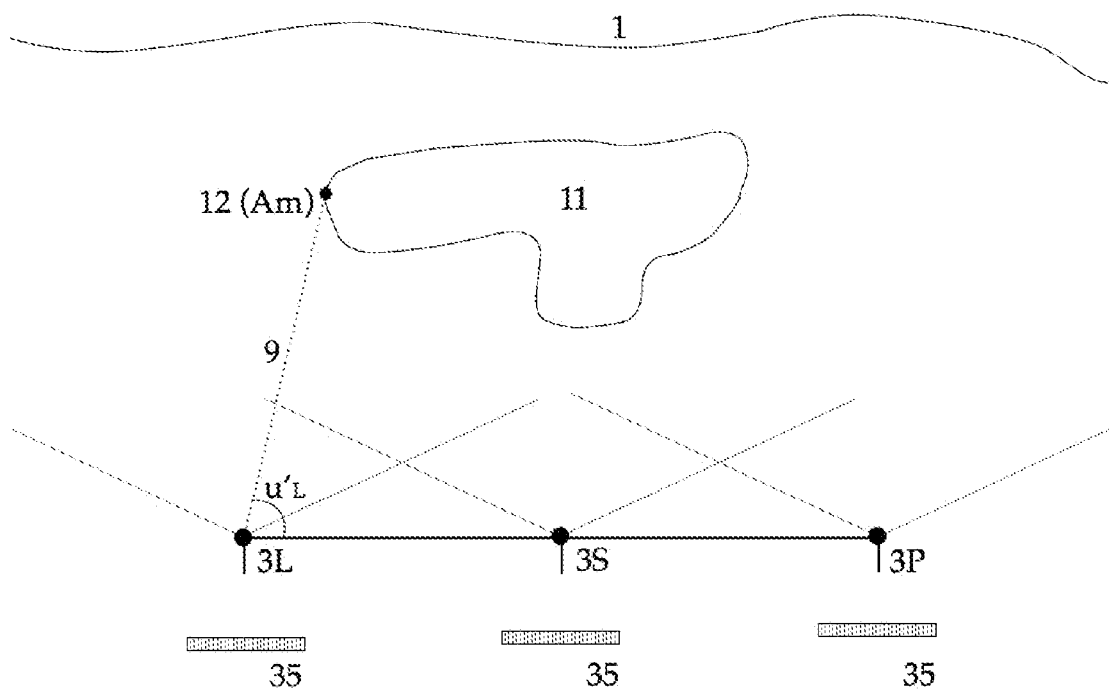
Obr. 4



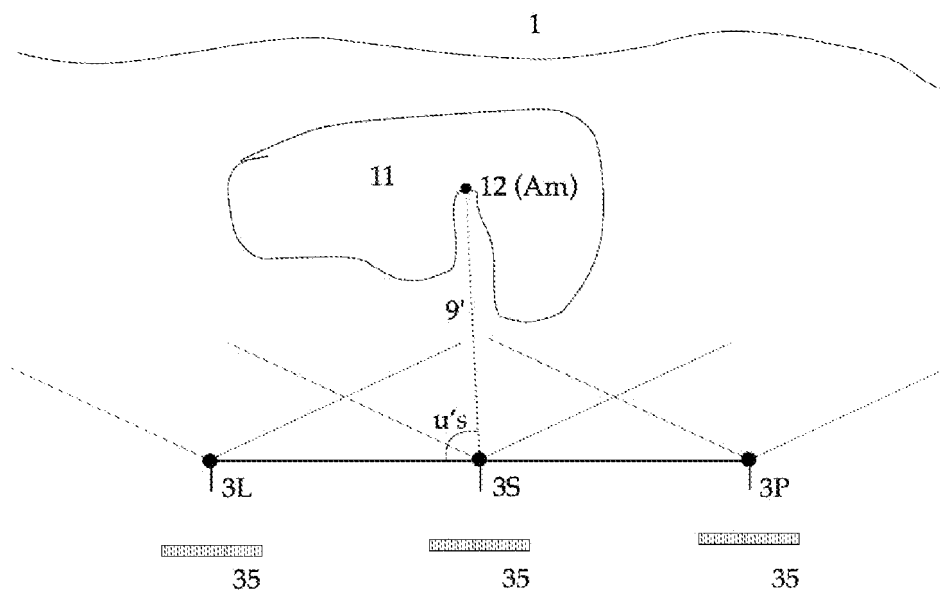
Obr. 5



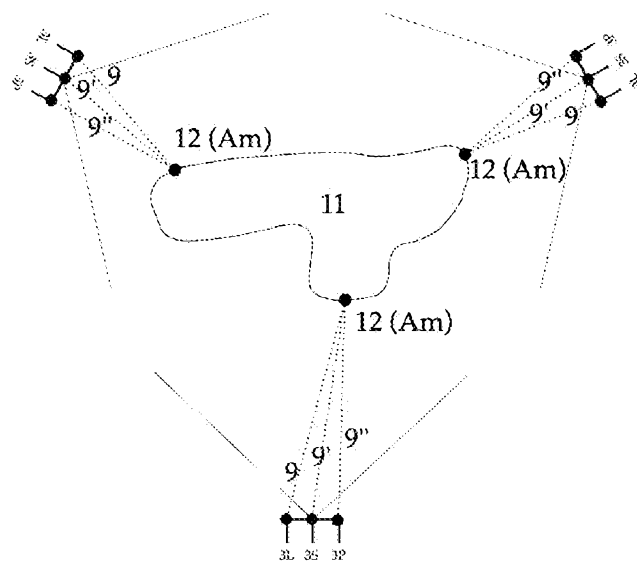
Obr. 6



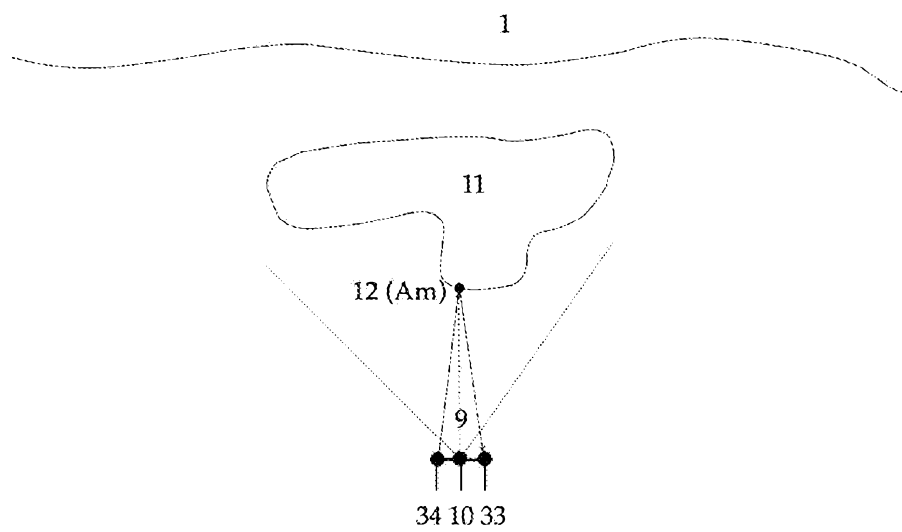
Obr. 7



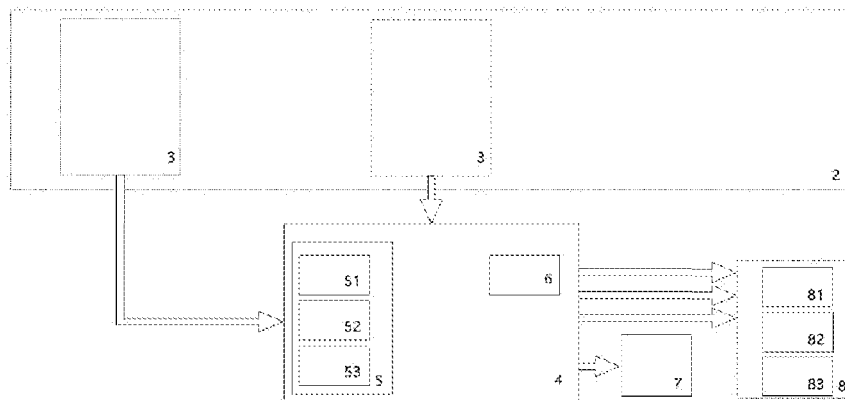
Obr. 8



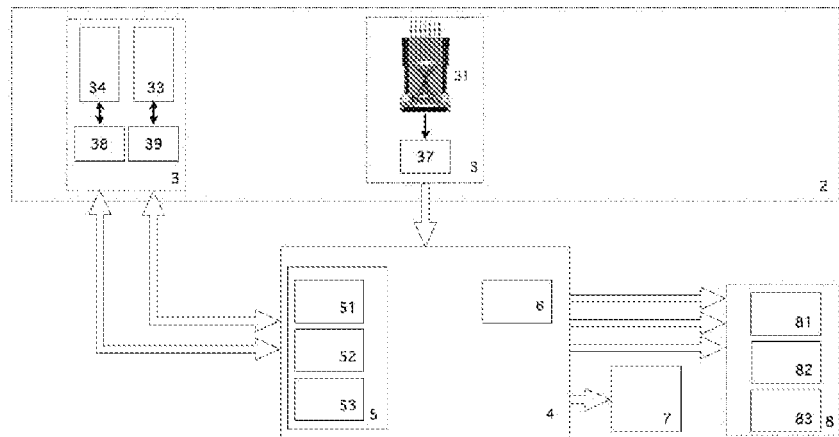
Obr. 9



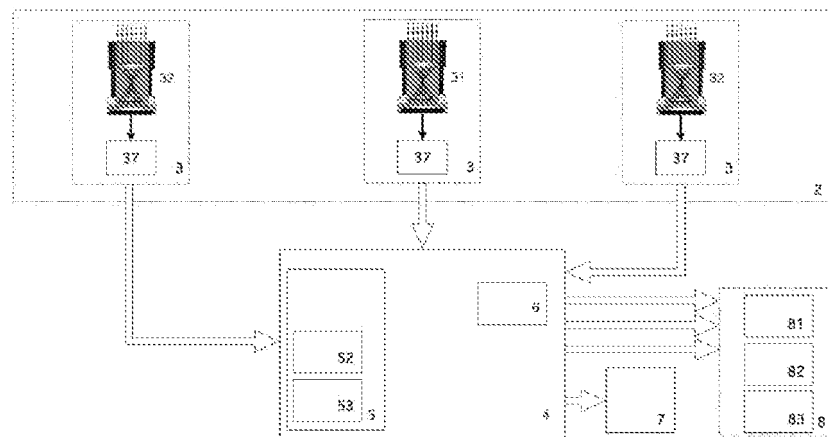
Obr. 10



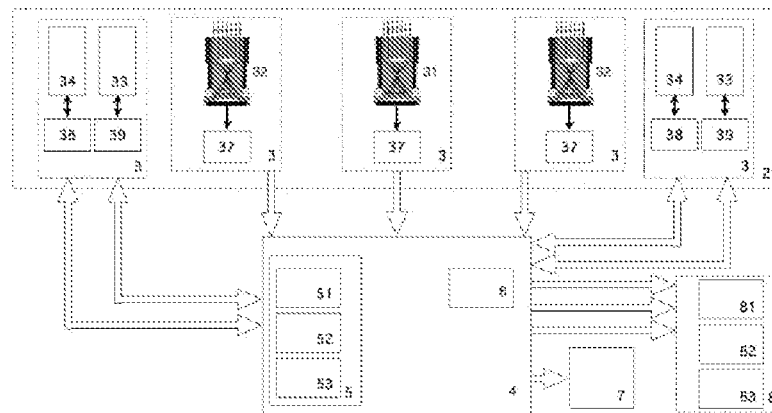
Obr. 11



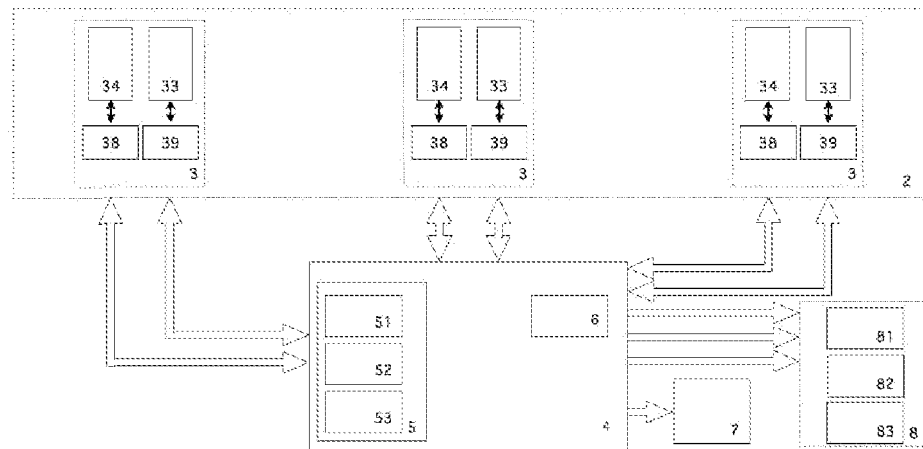
Obr. 12



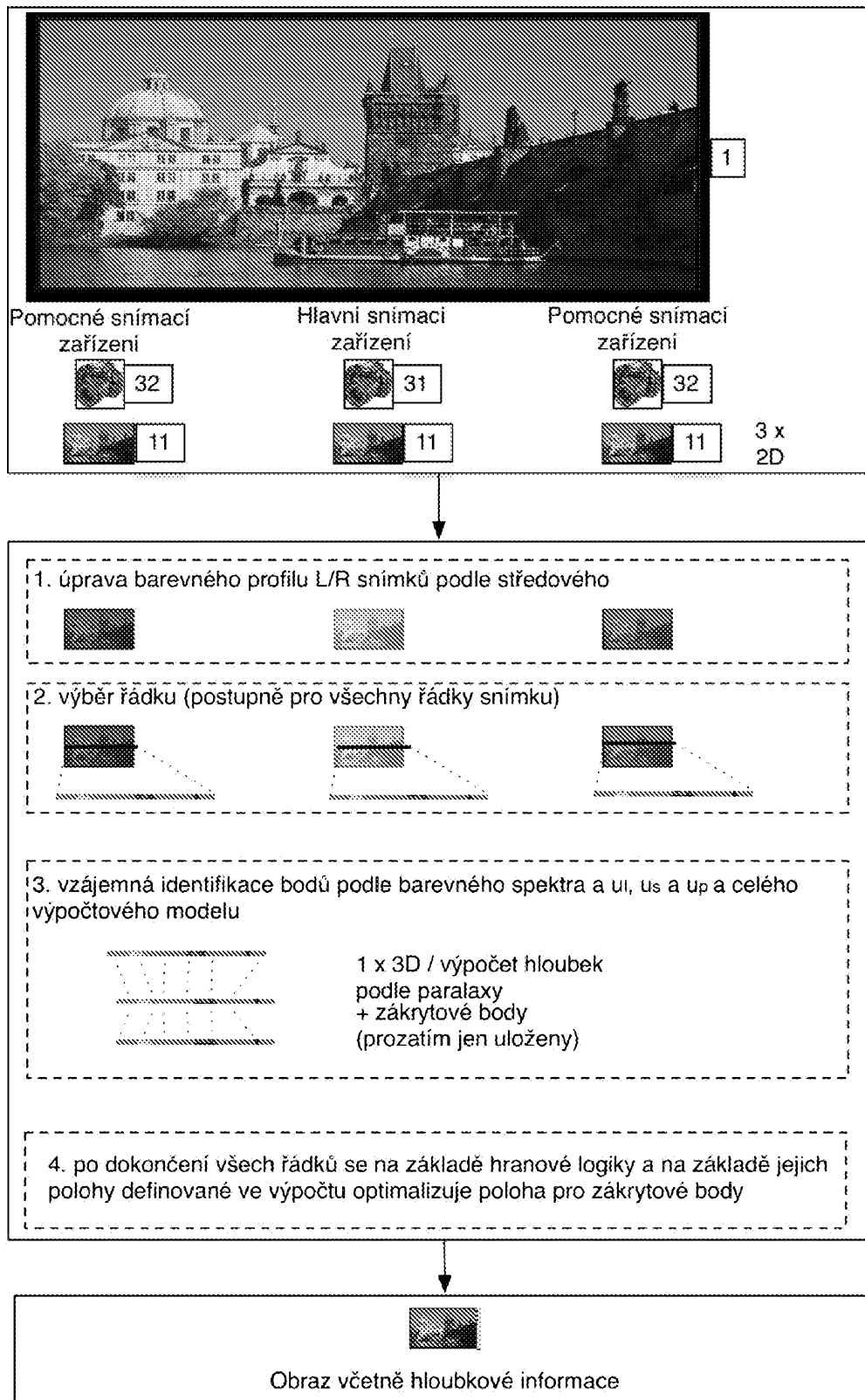
Obr. 13



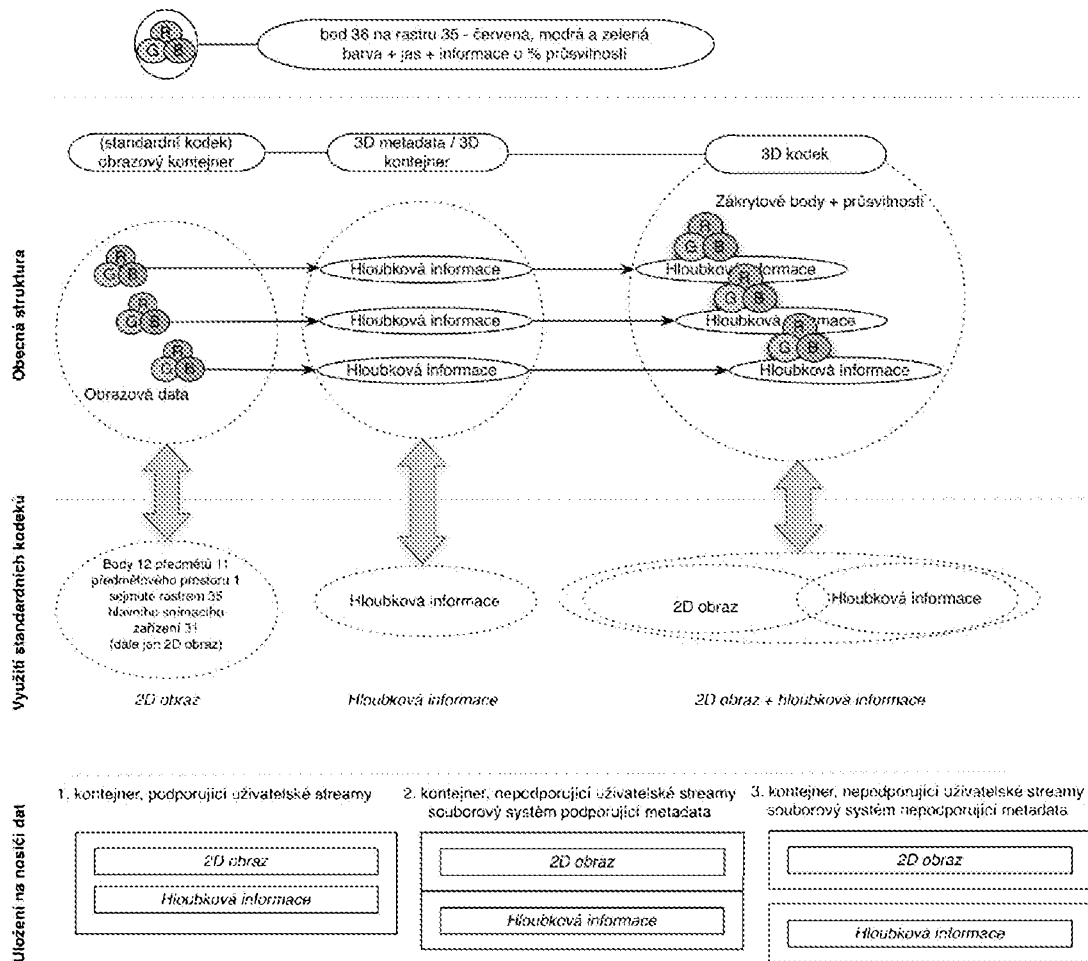
Obr. 14



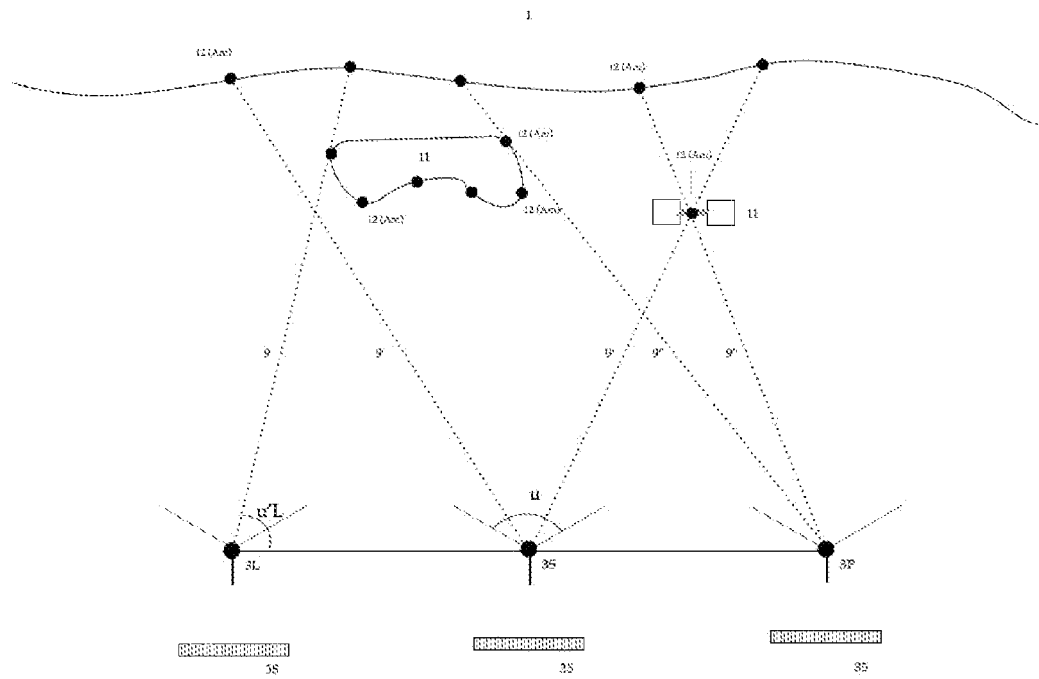
Obr. 15



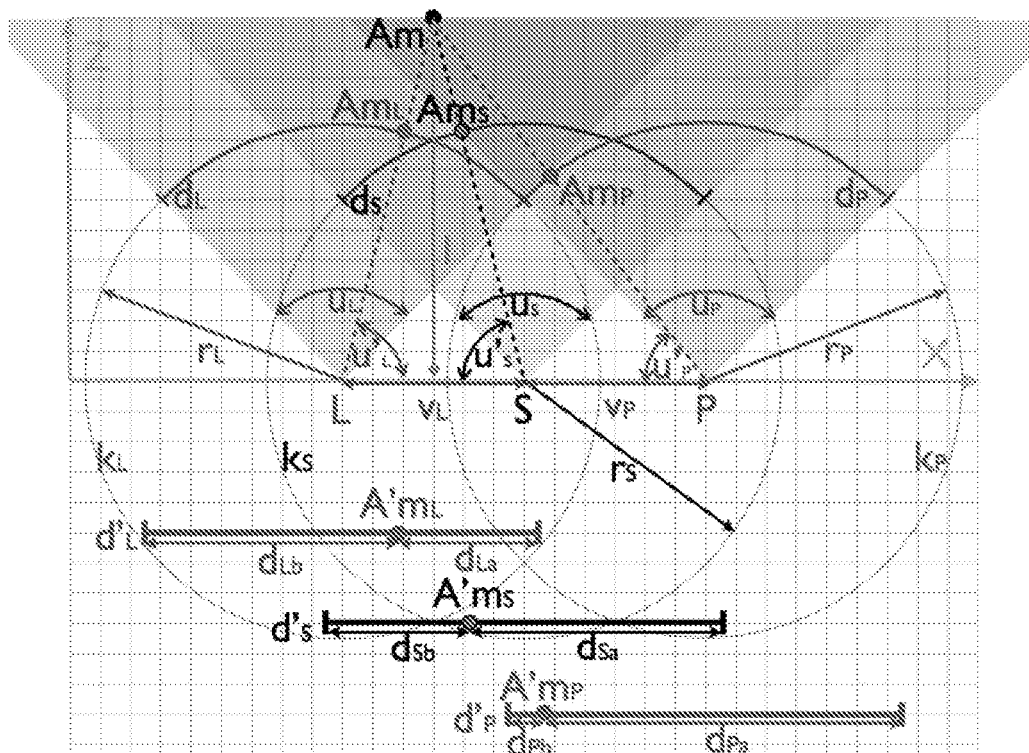
Obr. 16



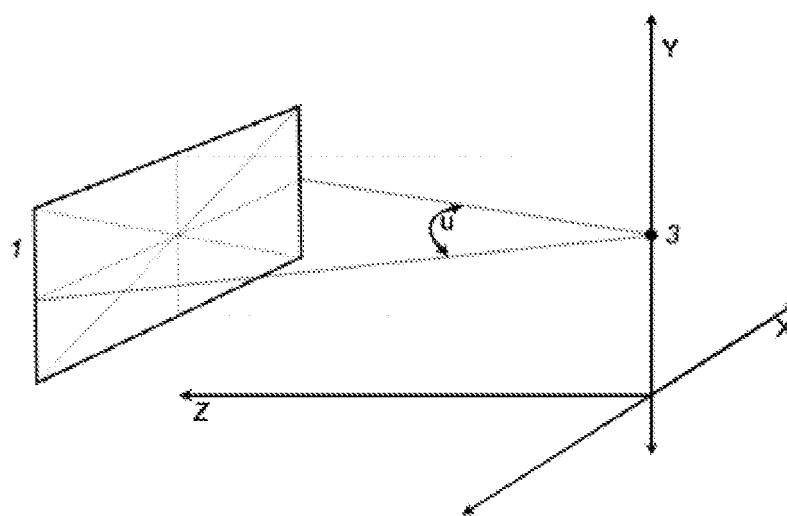
Obr. 17



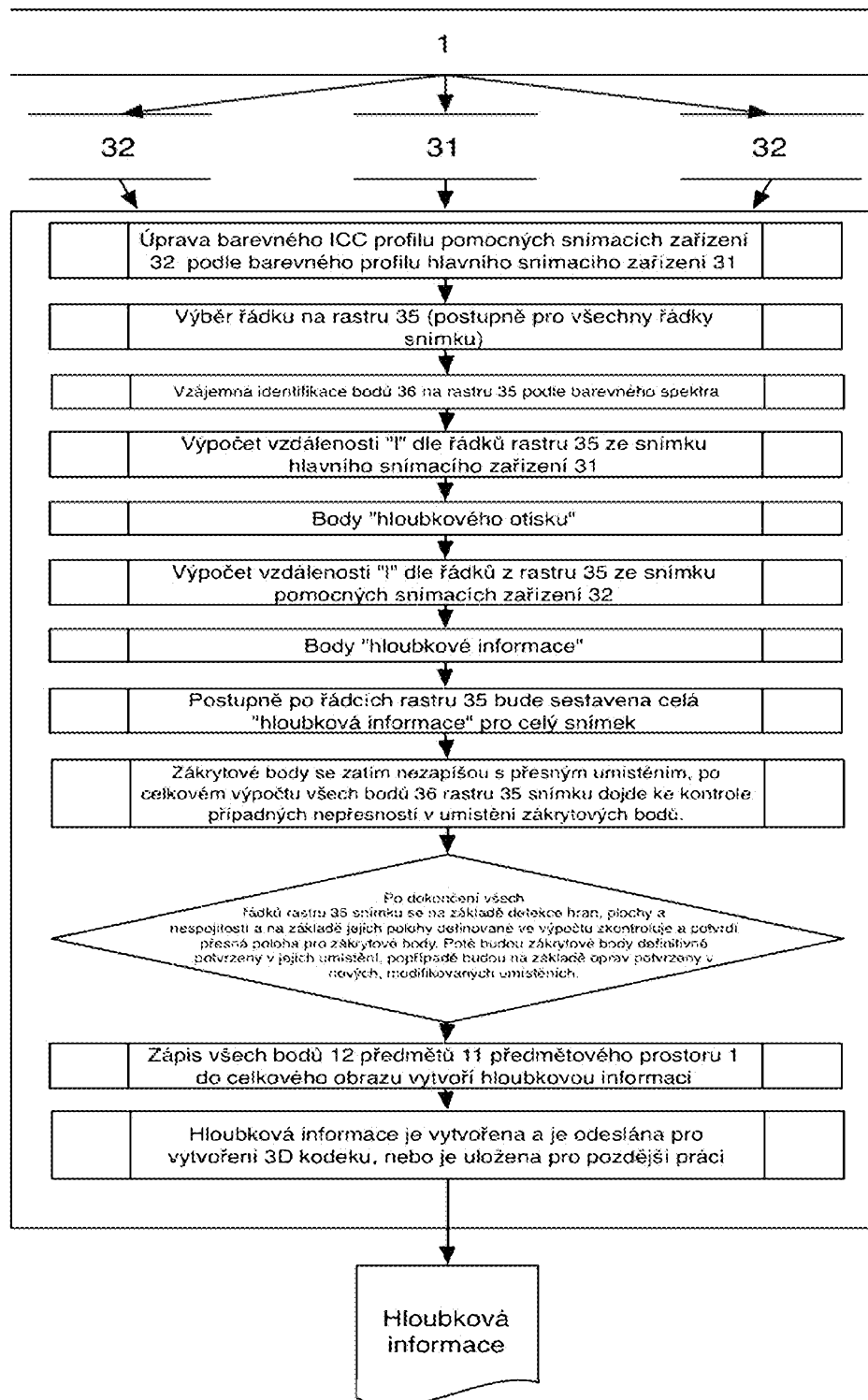
Obr. 18



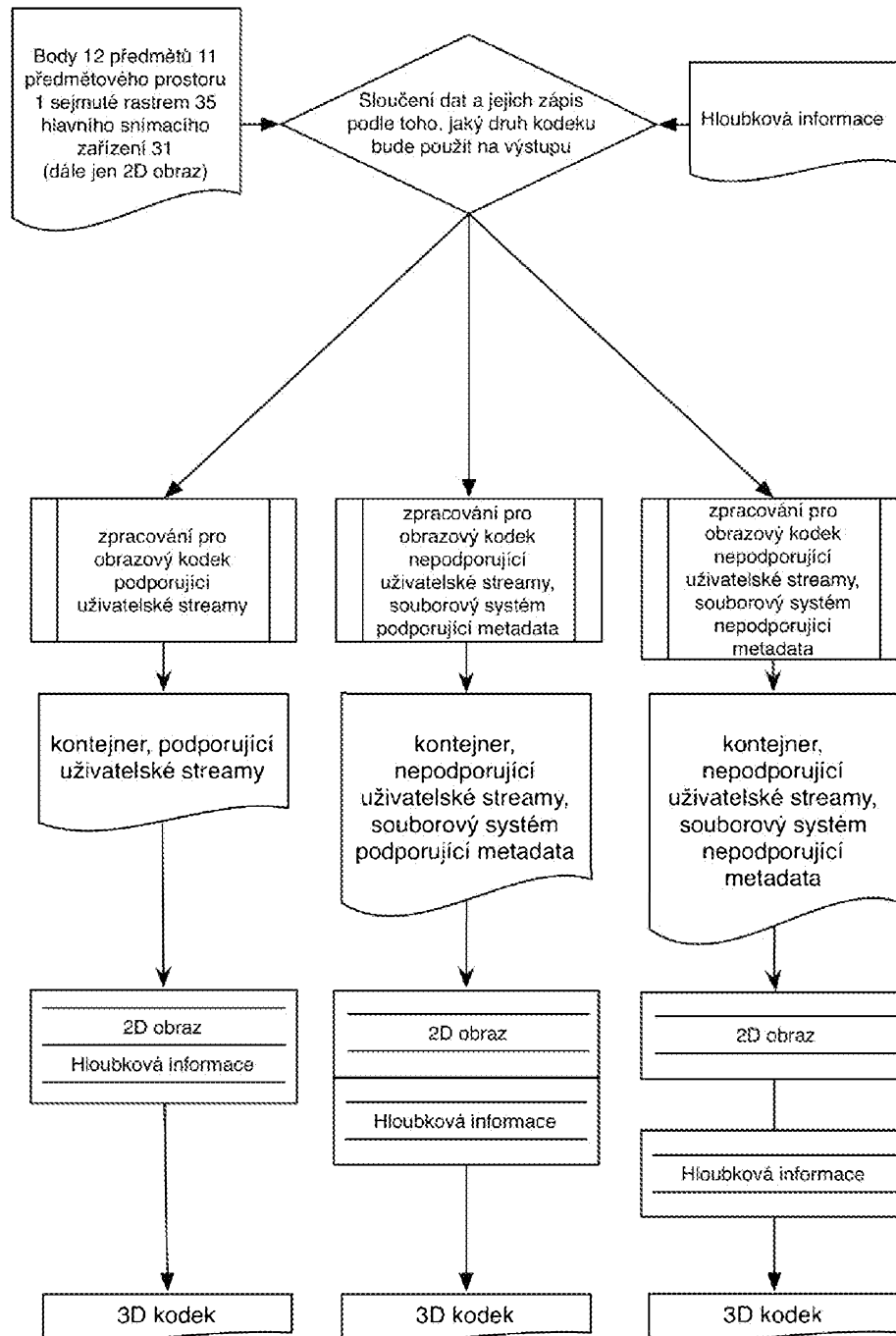
Obr. 19



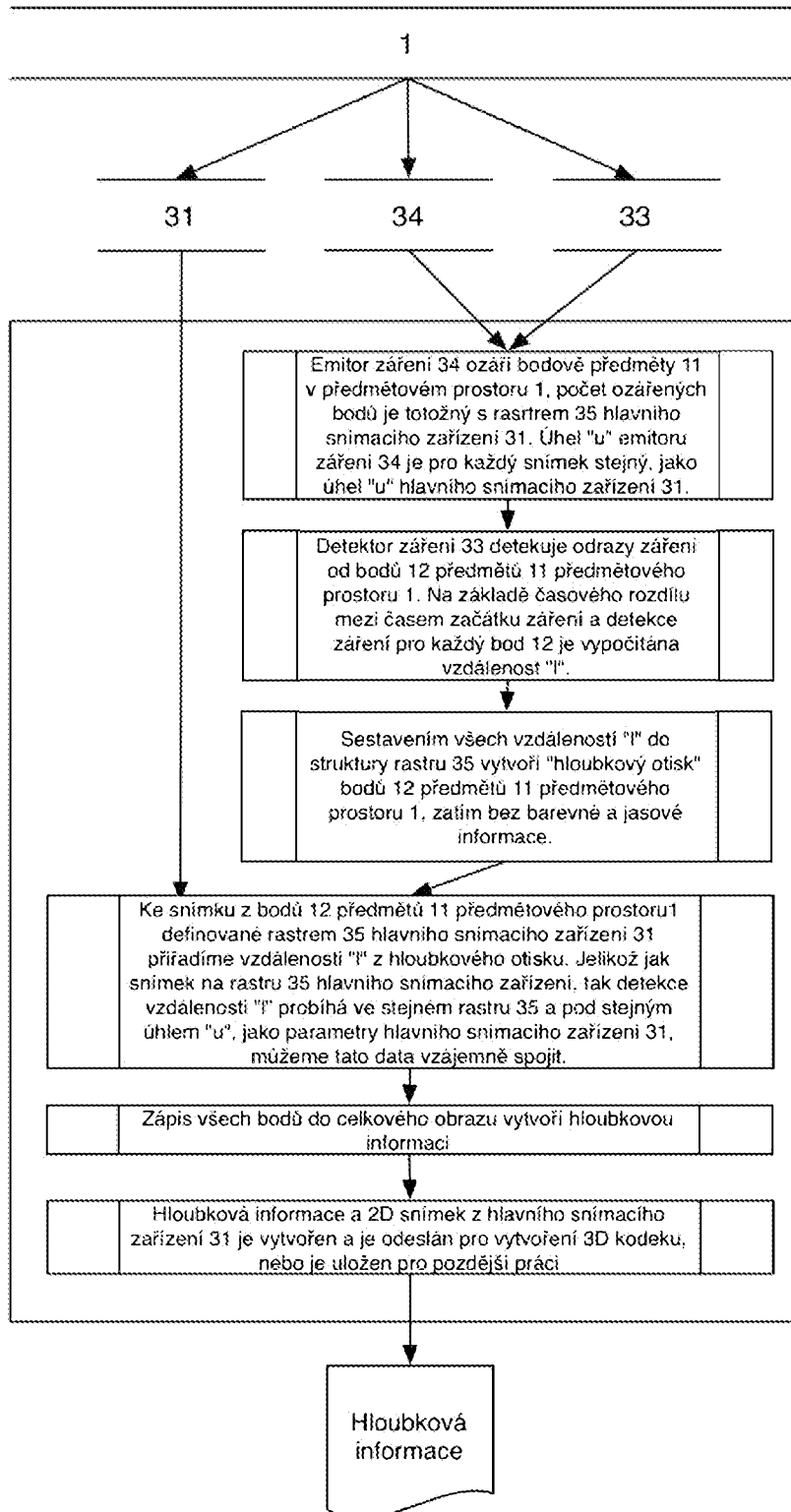
Obr. 20



Obr. 21



Obr. 22



Obr. 23