



SUOMI-FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT

86112

C (15) Patentti myönnetty

Patent meddelat 10 07 1992

(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

G 06F 15/64

(21) Patentihakemus - Patentansökning	902005
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	20.04.90
(24) Alkupäivä - Löpdag	20.04.90
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	21.10.91
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	31.03.92

(71) Hakija - Sökande

1. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Vuorimiehentie 15, 02150 Espoo, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Heikkilä, Tapio, VTT/ELE, PL 200, 90571 Oulu, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Papula Rein Lahtela Oy

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä etäisyyskuvan mittaamiseksi
Förfarande för mätning av avståndsbild

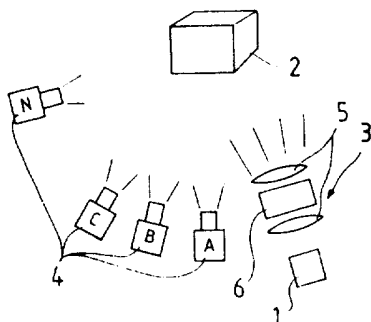
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US A 4486775 (H 04N 7/18), WO A 85/04245 (G 01B 11/03), WO A 87/06353 (G 01S 5/16)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on menetelmä etäisyyskuvan mittaamiseksi, jossa menetelmässä valokuvio heijastetaan valolähteestä (1) kuvattavaan pintaan (2) ja heijastunut valokuvio rekisteröidään tiettyssä heijastuskulmassa heijastavan laitteen (3) optiselta akselilta. Keksinnön mukaan menetelmässä käytetään useita rekisteröintilaitteita (4), joiden optiset akselit eroavat asteittain valolähteen optisesta akselista, jolloin mittaus tapahtuu vaihteittain rekisteröintilaitteelta toiselle järjestyksessä valolähteen optisesta akselista poispäin ottamalla kullakin rekisteröintilaitteella huomioon edellisen rekisteröintilaitteen antama kuva kuvattavasta pinnasta.

Förfarande för mätning av en avståndsbild, vid vilket förfarande ett ljusmönster projiceras från en ljuskälla (1) på den yta (2), som skall avbildas, det reflekterade ljusmönstret registreras i en viss reflektionsvinkel från den reflekterande anordningens (3) optiska axel och åtminstone två kameror eller motsvarande registreringsanordningar (4), vars optiska axlar skiljer sig gradvis från ljuskällans optiska axel används. Tolknin-gen av det på var och en registrering-sanordning registrerade ljusmönstret sker med hjälp av det av den föregående registreringsanordningen registrerade ljusmönstret genom att bevara det nya ljusmönstrets punkt eller linje kongruens med det föregående ljusmönstret genom att utföra mätningen gradvis från ljuskällans optiska axel bortåt i tur och ordning från en registreringsanordning till en annan.



MENETELMÄ ETÄISYYSKUVAN MITTAAMISEKSI

Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdanto-osassa määritelty menetelmä etäisyyskuvan
5 mittaamiseksi.

Koko kuva-alueen kattavia etäisyyskuvia voidaan erilaisista kappaleista ottaa strukturoitua valoa käyttäen joko skannaamalla kuva-alue piste pisteeltä tai juova juovalta tai heijastamalla koko piste tai
10 juovakuvio kokonaisuena yhdellä kerralla.

Skannattaessa kunkin pisteen tai juovan heijastuksen ja mittauksen synkronointi takaa etäisyystietoon tarvittavan heijastuskulman yhtäpitävyyden mittauksen kanssa. Käytännössä tämä tarkoittaa, ettei
15 ole vaaraa siitä, että pisteiden tai juovien tulkinnessa olisi vaikeuksia, vaan kunkin pisteen tai juovan heijastuskulma tiedetään luotettavasti. Ongelmaksi jää skannausperiaatteesta johtuva mittausajan pituus. Toisaalta heijastusmekanismi voi sisältää liikkuvia mekanismeja (peilipoikkeutus), mikä heikentää laitteiston
20 luotettavuutta vaativissa olosuhteissa.

Toinen vaihtoehto, heijastaa koko valokuvio kerrallaan esim. hilan avulla, poistaa mittausnopeudesta aiheutuvat ongelmat. Ongelmaksi jää kuitenkin pisteen tai juovien vastaavuuden tulkinta eli mikä mitattu piste tai juova vastaa mitäkin heijastettua pistettä tai juovaa. Monimutkaisissa tapauksissa tämä voi olla ylivoimainen tehtävä. Toisaalta ilman vastaavuusinformaatiota tarkkaa absoluuttista etäisyystietoa ei
25 voida määrittää. Ongelman merkitys kasvaa sitä suuremaksi, mitä kauemmaksi mittaavan kameran optinen akseli sijoitetaan heijastavan laitteen optisesta akselistä eli mitä tarkemmaksi järjestelmä tehdään sekä mitä suurempia pintagradientteja kohteessa on.

35 Keksinnön tarkoituksena on poistaa edellä mainitut epäkohdat. Erityisesti keksinnön tarkoituksena on mahdollistaa mittausmenetelmä, joka on nykyisiä

menetelmiä sekä tarkempi että nopeampi samanaikaisesti.

Keksinnölle tunnusomaisten seikkojen osalta viitataan vaatimusosaan.

Keksinnön mukaisessa etäisyyskuvan mittaus-
5 menetelmässä käytetään vähintään kahta, mutta edulli-
sesti suurempaa määrää kameroita tai muita vastaavia
rekisteröintilaitteita, joiden optiset akselit eroavat
asteittain valolähteen optisesta akselistä. Kameroilla
10 rekisteröidään kuvattavaan pintaan heijastetun valo-
kuvion heijastukset eri kulmiin vuoron perään eli mit-
taus tapahtuu vaiheittain rekisteröintilaitteelta toi-
selle järjestyksessä valolähteen optisesta akselistä
poispäin ottamalla aina kullakin rekisteröintilaitteel-
la huomioon edellisen rekisteröintilaitteen antama kuva
15 kuvattavasta pinnasta.

Toisin sanoen järjestelmän sisältäessä perin-
teisen, esim. hilaa käyttävän, strukturoitua valoa
kohteeseen heijastavan mekanismin sekä vaiheittain
heijastavan laitteen optiselta akselilta poikkeavia
20 kameroita, on keksinnön perusajatuksena säilyttää hei-
jastetun valokuvion piste tai juova yhtäpitävyys mita-
tun kuvatiedon kanssa toteuttamalla mittaus ja etäi-
syystiedon tarkentaminen vaiheittain järjestyksessä
kameralta toiselle.

25 Koska heijastavan laitteen optisella akselilla
oleva kamera näkee heijastuskuvion täysin muuttumat-
tomana, riippumatta kohdealueen etäisyyksistä, näkyy
heijastuskuvio heijastavan laitteen optiselta akselilta
vain hieman poikkeavalle kameralle vain hieman muut-
30 tuneena. Tämä tarkoittaa sitä, että riippuen kunkin
heijastuvan pisteen tai juovan heijastavan pinnanosan
etäisyydestä piste tai juova näkyy kameran kuvassa
tietyn rajatun kuva-alueen (ikkunan) sisällä. Koska
ikkuna on rajattu, voidaan pisteen tai juovan paikka
35 kuva-alueessa määrittää nopeasti. Koska pisteiden tai
juovien esiintyminen ikkunoissaan on myös toisistaan
riippumatonta, voidaan laskenta myös rinnakkaistaa.

Yhtä kameraa käyttäen saadaan tuloksena etäisyyskuva, jonka syvyysresoluutio on heikko johtuen kameran ja heijastavan laitteen optisten akseleiden läheisyydestä.

- Kun keksinnön mukaisesti järjestelmään lisätään ensimmäisen kameran viereen heijastavan laitteen optisesta akselista ensimmäistä kameraa enemmän poikkeava toinen kamera, voidaan syvyysresoluutiota parantaa. Toisaalta ensimmäisen kameran antamaa etäisyyskuvaa voidaan käyttää ennustamaan, mille kuva-alueelle kukin piste tai juova osuu. Tämän näkyvyysikkunan koko riippuu ensimmäisen kameran tuottamasta syvyysresoluutiosta, mutta joka tapauksessa se on jälleen rajattu kuva-alue, johon kuvankäsittelyalgoritmi voidaan kohdistaa. Lisäämällä keksinnön mukaisesti järjestelmään kameroita yhä enemmän, voidaan syvyysresoluutiota parantaa edelleen. Piste- tai juovayhtäpitävyys saadaan kuitenkin koko ajan ylläpidetyksi eikä laskentaa hidastavia tulkintarutiineja tarvita. Menetelmän lopputuloksena saadaan tarkka etäisyyskuva, joka on määritetty nopeasti askel askeleelta tarkentaen.

- Laskennan nopeuteen vaikuttaa käytettävien prosessoreiden määrä. Jos jokaiselle pisteelle tai juovalle on oma prosessorinsa, kuluu etäisyyskuvan laskentaoperaatioihin vain niin monta laskentasykliä kuin on kameroiden lukumäärä.

- Mitä pienempi on vierekkäisten kameroiden etäisyys toisistaan, sitä jyrkempiä pintagradientteja sisältäviä kohteita voidaan luotettavasti analysoida. Hallittava maksimijyrkkyys voidaan määrittää kameroinnin sijaintigeometriasta ja kuvapisteresoluutiosta. Toisaalta analysoitavan pinnan ominaisuuksista voidaan määrittää, minkälainen mittauskonfiguraatio on tarpeellinen. Täten käytettävien kameroiden lukumäärää ja niiden etäisyyttä toisistaan eli niiden optisten akselien kulmia toisiinsa nähden voidaan aina tarpeen mukaan muuttella haluttavan kuvatarkkuuden sekä tutkittavan pinnan laadun mukaan.

Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskoh-
taisesti viitaamalla oheiseen piirustukseen, jossa
kuva 1 esittää kaaviomaisesti keksinnön mukaista mit-
tausjärjestelyä,

- 5 kuva 2 esittää ennustettuja laskentaikkunoita ja
kuva 3 esittää keksinnön mukaista järjestelmäkaaviota.

Kuvan 1 esittämään erääseen keksinnön mukai-
seen mittausjärjestelyyn kuuluu kuvattava kappale tai
pinta 2, johon heijastavalla laitteella 3 suunnataan
10 valonsäde. Heijastavan laitteen 3 muodostaa valolähde
1, joka on esim. laservalolähde sekä sen edessä oleva
optiikka 5 ja hila 6, jolloin hilasta riippuen kuvatta-
vaan pintaan 2 kohdistuu käytettävän strukturoidun
valon muodostama valokuvio, pisteitä, viivoja tms,
15 jotka heijastuvat heijastavan laitteen 3 optisen akse-
lin suhteen eri kulmissa oleville kameroille 4.

Ensimmäinen kamera A, jonka optinen akseli
poikkeaa vähiten heijastavan laitteen optisesta akse-
listä, näkee heijastuskuvion vain hieman muuttuneena,
20 toinen kamera B vähän enemmän muuttuneena jne. Näin
riippuen kunkin heijastuvan juovan heijastavan pinnan-
osan etäisyydestä juova näkyy kameran kuvassa tietyn
rajatun kuva-alueen eli ikkunan 7 (kuvan 2) sisällä.
Näin ikkunan ollessa rajattu, voidaan juovan paikka
25 kuva-alueessa määrittää nopeasti.

Näin keksinnön mukaisesti heijastunut valo-
kuvio mitataan ensiksi kameralla A, sen jälkeen kame-
ralla B, sen jälkeen kameralla C ja näin jatkaen vii-
meiseen kameraan N saakka. Koska aina edellisen kameran
30 antamaa kuvaa voidaan käyttää hyväksi seuraavan kameran
kuvaa tulkittaessa ja vierekkäisten kameroiden optisten
akselien välisen kulman ollessa suhteellisen pieni ja
täten vierekkäisten kameroiden antamien kuvien erotessa
toisistaan suhteellisen vähän, ei valokuvion eri viivo-
35 jen tulkinnessa tule ongelmia ja sekaannuksia, mikä
olisi todennäköistä, mikäli kuva otettaisiin vain yh-
dellä viimeisen kameran N paikalla olevalla kameralla.

Kuvassa 3 on esitettyinä keksintöön liittyvä järjestelmäkaavio. Kameroihin A, B ... N kuuluu sopiva optiikka sekä valoherkkä kenno. Näiden jälkeen on videomultiplekseri VM, joka tarvitaan, jos kuvamuisteja on käytössä vähemmän kuin kameroita. Tämän jälkeen on kuvamuistit KM, joilla kuvadata tallennetaan. Prosessoreilla PR1, PR2, ... PRm käsitellään ikkunoiden antama kuvadata. Emoprosessori PR kontrolloi koko järjestelmän toimintaa ja se sisältää globaalin muistin, missä talletetaan tarvittavat etukäteistiedot ja tuloksena saatava etäisyyskartta kuvattavasta kohteesta. Strukturoitua valoa heijastava laite 3 koostuu laservalolähteestä, valon strukturoivasta laitteesta, kuten hilasta tai vastaavasta sekä tarvittavasta optiikasta. Myös järjestelmässä on kontrolleri KONT, joka käynnistää ja lopettaa heijastuksen. Lisäksi edellä mainitut prosessorit on yhdistetty toisiinsa tiedonsiirtoväylällä, ns nopea väylä.

Edellä keksintöä on selostettu esimerkinomaisesti oheisten piirustusten avulla keksinnön eri sovellusten ollessa kuitenkin mahdollisia patenttivaatimusten rajaaman keksinnöllisen ajatuksen puitteissa.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä etäisyyskuvan mittaamiseksi, jossa menetelmässä valokuvio heijastetaan valolähteestä
5 (1) kuvattavaan pintaan (2), heijastunut valokuvio rekisteröidään tiettyssä heijastuskulmassa heijastavan laitteen (3) optiselta akselilta ja käytetään ainakin kahta, edullisesti useita kameroita tai vast. rekisteröintilaitteita (4), joiden optiset akselit eroavat
10 asteittain valolähteen optisesta akselistä, t u n n e t t u siitä, että kullekin rekisteröintilaitteelle rekisteröidyn valokuvion tulkinta tapahtuu edellisen rekisteröintilaitteen rekisteröimän valokuvion avulla säilyttämällä uuden valokuvion piste tai juova yhtäpitävyys edellisen valokuvion kanssa suorittamalla mit-
15 taus vaiheittain valolähteen optisesta akselistä pois- päin järjestyksessä rekisteröintilaitteelta toiselle.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että heijastettavana valokuviona
20 na käytetään pistekuviota.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että heijastettavana kuviona käytetään viivakuviota.

4. Jonkin patenttivaatimuksista 1-3 mukainen
25 menetelmä, t u n n e t t u siitä, että edellisen rekisteröintilaitteen (4) rekisteröimää kuvaa käytetään ennustettaessa seuraavan rekisteröintilaitteen havaitsemaa kuvaa.

5. Jonkin patenttivaatimuksista 1-4 mukainen
30 menetelmä, t u n n e t t u siitä, että rekisteröintilaitteiden (4) määrää ja niiden optisten akseleiden välisiä keskinäisiä kulmia muutetaan haluttavan kuvatakkkuuden mukaan.

6. Jonkin patenttivaatimuksista 1-5 mukainen
35 menetelmä, t u n n e t t u siitä, että rekisteröintilaitteiden (4) optisten akseleiden välisiä keskinäisiä kulmia muutetaan tutkittavan pinnan laadun mukaan.

PATENTKRAV

1. Förfarande för mätning av en avståndsbild, vid vilket förfarande ett ljusmönster projiceras från en ljuskälla (1) på en yta (2), som skall avbildas, det reflekterade ljusmönstret registreras i en viss refleksionsvinkel från den reflekterande anordningens (3) optiska axel och åtminstone två, fördelaktigt flera kameror eller motsvarande registreringsanordningar (4) används, vars optiska axlar skiljer sig gradvis från ljuskällans optiska axel, k ä n n e t e c k n a t därav, att tolkningen av det på var och en registreringsanordning registrerade ljusmönstret sker med hjälp av det av den föregående registreringsanordningen registrerade ljusmönstret genom att bevara det nya ljusmönstrets punkt eller linje kongruens med det föregående ljusmönsteret genom att utföra mätningen stegvis från ljuskällans optiska axel bortåt i tur och ordning från en registreringsanordning till en annan.

2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att såsom projicerat ljusmönster används ett punktmönster.

3. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att såsom projicerat ljusmönster används ett linjemönster.

4. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 3, k ä n n e t e c k n a t därav, att den av den föregående registreringsanordningen (4) registrerade bilden används för att förutspå den av den följande registreringsanordningen detekterade bilden.

5. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 4, k ä n n e t e c k n a t därav, att registreringsanordningarnas (4) antal och deras inbördes mellan de optiska axlarna liggande vinklar ändras enligt den önskade bildskärpan.

6. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 5, k ä n n e t e c k n a t därav, att vinklarna in-

bördes mellan registreringssanordningarnas (4) optiska axlarna ändras enligt den undersökta ytans natur.

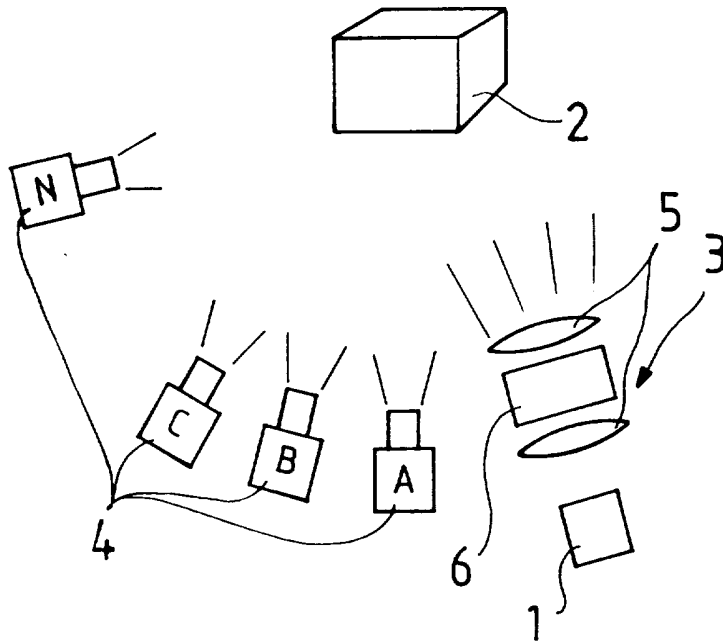


Fig. 2

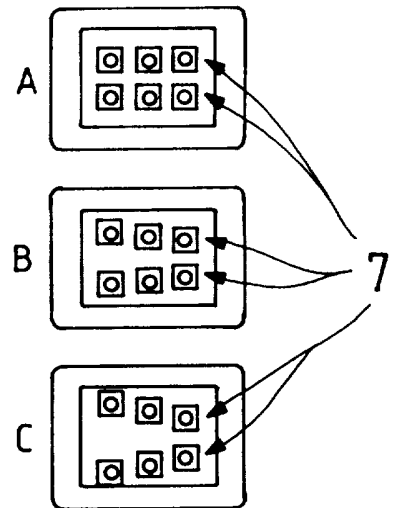


Fig. 3

