MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETA' INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	**101997900605918**
Data Deposito	**23/06/1997**
Data Pubblicazione	**23/12/1998**

Priorità	19625361.6
Nazione Priorità	DE
Data Deposito Priorità	

Sezione	**Classe**	**Sottoclasse**	**Gruppo**	**Sottogruppo**
G	01	B		

Titolo

PROCEDIMENTO E DISPOSITIVO PER IL RILEVAMENTO GEOMETRICO DI GROSSI OGGETTI CON UN SISTEMA A TELECAMERE MULTIPLE.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo "Procedimento e dispositivo per il rilevamento geometrico di grossi oggetti con un sistema a telecamere multiple"

JF186IIT

di: JENOPTIK Aktiengesellschaft, nazionalità tedesca Carl-Zeiss-Strasse 1, D-07743 Jena (Germania)

Inventore designato: Ernst Neumann

Depositata il: 23 GIU. 1997

* * *

TO 97 A 000549

DESCRIZIONE

L'invenzione riguarda un procedimento e un dispositivo per il rilevamento geometrico di grossi oggetti, di preferenza per oggetti sviluppati praticamente secondo due dimensioni, ad esempio lamiere di grandi dimensioni o parti di carrozzerie. Esso viene impiegato negli impianti che rilevano per mezzo di una pluralità di telecamere dati di immagini primarie di oggetti geometrici o in funzione della posizione, che mediante una successive elaborazione elettronica arrivano a indicazioni di dimensioni geometriche o a caratteristiche dipendenti dalla posizione.

Sono noti nello stato della tecnica impianti e procedimenti nei quali per la misura e per il

AT

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

rilevamento di grandi oggetti vengono impiantati sistemi a telecamere multiple.

Un tale sistema viene presentato da RADINGER ed al. in "Mehrkamerasysteme für die Kontrolle von großen Blechen" (Rivista delle lamiere, nastri, tubi 9-1993, pag. 36-38, edizioni Vogel e Druck GmbH & Co KG Würzburg). Il sistema prevede una pluralità di telecamere posizionate le quali si trovano in tratti importanti del profilo, in questo caso sugli spigoli. In questo modo è possibile determinare i profili importanti dell'oggetto rispetto ad un sistema unitario di coordinate, viene effettuata in modo costante una taratura per mezzo di una sorta di reticolo dell'oggetto, il quale presenta i cosiddetti contrassegni di accoppiamento per l'intero possibile campo di lavoro delle quattro telecamere, e ad esempio viene montato al di sotto dell'oggetto sul supporto dell'oggetto. E' svantaggioso il fatto che per tutte le possibili variazioni di posizione dell'oggetto deve essere assicurato con un controllo On-line il fatto che all'interno di ciascun campo della immagine della telecamera gli spigoli degli oggetti e i contrassegni di accoppiamento (reticoli

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

dell'oggetto) non si sovrappongano oppure si ricoprano. Altre soluzioni analoghe prevedono degli adatti impianti di taratura che siano adattati agli oggetti in funzione delle loro dimensioni, e presentino dei contrassegni di misura sui tratti importanti del profilo, ossia delle posizioni di montaggio delle telecamere. Oltre al fatto che un tale impianto di taratura ha dimensioni rilevanti, si riscontra anche particolarmente svantaggioso il fatto che per oggetti diversi e di conseguenza per un diverso posizionamento delle telecamere sono sempre necessari nuovi impianti di taratura adattati.

Alla base della invenzione sta il problema di trovare una nuova possibilità per il rilevamento geometrico di grandi oggetti con un dispositivo di telecamere multiple che può venire tarato, e che si possa commutare secondo oggetti di dimensioni diverse con una semplice esecuzione dell'impianto di taratura e in modo non complicato.

Il problema viene risolto secondo l'invenzione con un procedimento per il rilevamento geometrico di grandi oggetti con una disposizione di telecamere multiple, nel quale viene disposto nello spazio un numero di

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

telecamere a piacere, adattato in funzione della complicazione e dimensione dell'oggetto, per cui le telecamere vengono indirizzate verso parti caratteristiche dell'oggetto, senza che i loro singoli campi dell'oggetto ricoprano necessariamente l'intero oggetto, e senza che avvenga un accoppiamento metrico dei loro campi dell'oggetto e quindi dei loro campi di immagine mediante una operazione di taratura, per il fatto che un impianto di taratura, che è notevolmente più piccolo degli oggetti da misurare e presenta elementi geometrici per il fissaggio di punti in uno spazio dell'oggetto, viene spostato a scatti in modo definito, l'impianto di taratura riceve per mezzo di un dispositivo di posizionamento sufficientemente preciso un abbinamento ad una posizione in un sistema di coordinate unitario del vano dell'oggetto e questo abbinamento della posizione viene rilevato e raccolto in una memoria, e l'impianto di taratura viene posizionato almeno secondo un numero di scatti tale, per cui almeno tre punti caratteristici, che vengono prestabiliti per mezzo di almeno un elemento geometrico dell'impianto di taratura, vengono rilevati all'interno nell'ambito di

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

una operazione di taratura nel campo dell'oggetto di ciascuna telecamera e avviene una trasformazione di coordinate, nella quale le coordinate dei punti caratteristici di elementi geometrici vengono trasformate dal sistema di coordinate locale dell'impianto di taratura nel sistema di coordinate unitario del dispositivo di posizionamento.

Per lo svolgimento di una operazione di taratura, a causa delle diverse forme possibili dell'impianto locale di taratura si ricavano varianti diverse della sequenza degli scatti di posizionamento.

Se si impiega un impianto di taratura di piccole dimensioni provvisto soltanto di un singolo elemento geometrico, il quale definisce con precisione il punto caratteristico, questo viene posizionato vantaggiosamente nel campo dell'oggetto di ciascuna telecamera almeno tre volte in diverse posizioni.

Con l'impiego di un impianto di taratura di piccole dimensioni provvisto soltanto di un singolo elemento geometrico, il quale definisce almeno tre punti caratteristici, viene convenientemente effettuato un posizionamento

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

almeno una volta nel campo dell'oggetto di ciascuna telecamera.

Il posizionamento dell'impianto di taratura si riduce convenientemente ad un movimento monodimensionale, quando l'impianto di taratura è sviluppato praticamente soltanto secondo una dimensione, per cui il movimento avviene pressochè ortogonalmente alla direzione dello sviluppo longitudinale dell'impianto, e nel campo dell'oggetto di ciascuna telecamera vengono ogni volta posizionati tre punti caratteristici. In tal modo nel campo dell'oggetto di ciascuna telecamera viene convenientemente posizionato almeno un elemento geometrico con almeno tre punti caratteristici e almeno per una volta.

Lo stesso effetto si ricava mediante il posizionamento effettuato almeno una volta di almeno tre elementi geometrici, i quali definiscono ciascuno un solo punto caratteristico e non sono disposti lungo una retta.

Si ottiene un'altra variante con un impianto di taratura sviluppato nel senso della lunghezza, quando vengono posizionati due elementi geometrici, ciascuno con un punto caratteristico, almeno per due volte nel campo dell'oggetto di

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

ciascuna telecamera.

Nel caso di interventi di misura necessari su due dimensioni, l'impianto di taratura viene convenientemente guidato per mezzo di un supporto piano per l'oggetto parallelamente a quest'ultimo tramite un dispositivo di posizionamento x-y, mentre la telecamera viene indirizzata praticamente in senso perpendicolare sul supporto dell'oggetto.

Per necessità di misura sulle tre dimensioni è conveniente posizionare nel vano dell'oggetto elementi geometrici e disporre la telecamera almeno a coppie in modo da formare un sistema stereoscopico. La produzione di punti caratteristici, disposti almeno in due piani diversi, nel campo dell'oggetto di ciascuna telecamera, avviene convenientemente con un impianto di taratura provvisto di almeno un elemento geometrico per mezzo di un manipolare (3D) che funziona sulle tre dimensioni, il quale fa avanzare l'impianto di taratura nel campo dell'oggetto di ciascuna telecamera. Nel caso di un impianto di taratura impiegato in via preferenziale, il quale presenta di per sè un numero adatto di punti caratteristici disposti

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

secondo almeno due piani, questo impianto viene convenientemente spostato secondo due dimensioni, al fine di presentarli ai campi degli oggetti dei sistemi stereoscopici di telecamere.

Il compito opposto viene risolto secondo l'invenzione con un dispositivo per il rilevamento geometrico di grandi oggetti con una disposizione di telecamere multiple, la quale presenta un numero di telecamere scelto in funzione della grandezza e della complicazione degli oggetti, per cui le telecamere sono montate in modo da essere posizionate nello spazio su un dispositivo di posizionamento, e sono indirizzate verso le caratteristiche interessanti dell'oggetto, senza che i loro singoli campi dell'oggetto ricoprano necessariamente l'intero oggetto, e con un dispositivo di supporto per l'oggetto che deve venire ogni volta analizzato, per cui, lungo il dispositivo di suoporto si può inserire un impianto per la taratura delle telecamere, per il fatto che l'impianto di taratura è notevolmente più piccolo degli oggetti da misurare e presenta almeno un elemento geometrico per stabilire dei punti in uno spazio dell'oggetto, e un elemento geometrico dell'impianto di taratura

JACOBACCI & PERANI S.p.A

contiene ogni volta almeno un punto caratteristico il quale si può facilmente interpolare ed estrarre dalle immagini della telecamera, per cui a ciascuna telecamera si possono addurre nell'ambito di una operazione di taratura almeno tre punti caratteristici, i quali comprendono una superficie sufficientemente grande nel campo dell'oggetto della telecamera, e l'impianto di taratura è accoppiato rigidamente ad un dispositivo di posizionamento sufficientemente preciso con il quale si può abbinare all'impianto di taratura una precisa posizione nello spazio dell'oggetto lungo il dispositivo di supporto, per cui questo abbinamento della posizione viene rilevato e raccolto in una memoria, e viene impiegata una unità di elaborazione per la trasformazione delle coordinate, per mezzo della quale le coordinate dei punti caratteristici degli elementi geometrici vengono trasformate dal sistema locale delle coordinate dell'impianto di taratura nel sistema unitario delle coordinate del dispositivo di posizionamento.

Per le operazioni di misura su due dimensioni, vengono convenientemente impiegate come elementi geometrici delle superficie bordate

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

rettilinee. In tal caso la forma più semplice è un triangolo, i cui punti di vertice vengono impiegati come punti caratteristici. Sono anche adatti allo scopo elementi geometrici sotto forma di un quadrilatero, di preferenza un quadrato, per cui sono disponibili come punti caratteristici i punti di spigolo e il punto di intersezione tra le diagonali.

Quali elementi geometrici per gli interventi di misura bidimensionali, vengono inoltre considerate le superfici delle sezioni coniche chiuse, per cui sono disponibili come punti caratteristici i punti centrali o i punti focali. Di preferenza viene impiegato quale punto caratteristico il centro di una superficie circolare.

Per gli interventi di misura tridimensionali, si possono impiegare quali elementi geometrici convenienti dei corpi bordati rettilinei, come piramidi, tronchi di piramide, cubi, parallelogrammi, ecc. Sono anche convenienti, però con una "resa" più ridotta, in termini di punti caratteristici, i corpi di rotazione, come i coni, le sfere, gli elissoidi di rotazione. Di preferenza vengono impiegate sfere con il loro

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

centro caratteristico.

Se si impiegano quali elementi geometrici superfici bordate o corpi bordati rettilinei, è sufficiente in modo conveniente che nell'ambito di una operazione di taratura soltanto un elemento geometrico si possa posizionare nel campo della immagine di ciascuna telecamera.

Nel caso delle superfici o dei corpi bordati con andamento curvilineo e nel caso di un fabbisogno ridondante di taratura, si possono convenientemente posizionare una pluralità di elementi geometrici nel campo dell'oggetto di ciascuna telecamera. Ciò avviene di preferenza mediante un collegamento rigido tra gli elementi all'interno dell'impianto di taratura. però si può anche ottenere mediante un posizionamento multiplo dello stesso elemento geometrico per mezzo del dispositivo di posizionamento.

Se l'impianto di taratura utilizzato presenta solamente un elemento geometrico con un punto caratteristico (cerchio oppure sfera), l'impianto di taratura si può convenientemente spostare all'interno del campo dell'oggetto di ciascuna telecamera almeno per due volte secondo direzioni diverse del piano o dello spazio e secondo il

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

medesimo modello. D'altra parte è conveniente che l'impianto di taratura non si sviluppi in modo rilevante lungo la superficie di un campo della immagine di una telecamera, presenti una pluralità di elementi geometrici e si possa spostare secondo due dimensioni da un campo all'altro dell'oggetto delle telecamere. Un'altra variante conveniente prevede che l'impianto di taratura si sviluppi praticamente secondo una sola dimensione lungo una dimensione (di preferenza la più corta) del dispositivo di supporto e presenti una pluralità di elementi geometrici con una disposizione regolare, per cui l'impianto di taratura si può spostare praticamente soltanto in una sola dimensione perpendicolarmente alla sua dilatazione longitudinale. In tal modo, gli elementi geometrici vengono allineati convenientemente in maniera equidistante lungo una retta. Di preferenza essi vengono addirittura allineati lungo due rette parallele, per cui le file degli elementi geometrici possono essere spostare l'una rispetto all'altra (ad esempio sono disposte con degli spazi intermedi).

L'invenzione si basa sulla constatazione di tarare con un impianto locale di taratura e a

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

scatti un sistema di telecamere multiple il quale viene impiegato per la misura dei grandi oggetti. Questa idea di base è adatta per tutti i dispositivi i quali determinano parametri dell'oggetto e caratteristiche dipendenti dalla posizione, sia nello spazio bidimensionale sia anche in quello tridimensionale.

L'impianto utilizzato per la taratura è formato mediante elementi geometrici, la cui posizione rispetto a punti caratteristici è nota con elevata precisione e che permettono nella immagine della telecamera, mediante una semplice estrazione e interpolazione, un abbinamento univoco dei punti caratteristici, anche quando ad esempio un lavaggio degli spigoli comprometta l'immagine della telecamera.

Per mezzo di una determinazione sufficientemente precisa della posizione dell'impianto di taratura nello spazio mediante il dispositivo di posizionamento, i punti caratteristici degli elementi geometrici spostati nel senso dello spazio possono essere illustrati in un sistema di coordinate unitario e permettono il collegamento metrico reciproco dei campi di immagine delle telecamere in modo noto.

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

Con il procedimento secondo l'invenzione e con il dispositivo proposto a questo scopo è possibile misurare mediante fotogrammetria grandi oggetti con un dispositivo tarato di telecamere multiple, per cui l'impianto di taratura è semplice e di piccole dimensioni, e il dispositivo di telecamere multiple si può tarare a piacere e si può nuovamente tarare in modo semplice per i diversi oggetti.

L'invenzione verrà descritta in maggiore dettaglio nel seguito sulla base di un esempio di esecuzione. I disegni mostrano quanto segue:

la figura 1 mostra uno schema panoramico del dispositivo secondo l'invenzione per un controllo continuo su di un nastro di oggetti praticamente piani, secondo una vista laterale,

la figura 2 mostra una vista in pianta della figura 1;

la figura 3 mostra un oggetto con campi selezionati dell'oggetto delle singole telecamere, i quali sono indirizzati verso caratteristiche geometriche rilevanti dell'oggetto,

la figura 4 mostra una forma conveniente di un sistema di taratura, nel quale l'impianto di taratura presenta soltanto un

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

elemento geometrico;

la figura 5 mostra una immagine di una telecamera combinata in modo elettronico, nella quale, nel campo dell'oggetto della telecamera, è stato posizionato per quattro volte in modo diverso un elemento geometrico, il quale definisce con precisione un punto caratteristico;

la figura 6 mostra un impianto di taratura con quattro elementi geometrici, i quali definiscono fino a venti punti caratteristici, con collegamento del sistema di coordinate locali nel sistema di coordinate unitario del dispositivo di posizionamento;

la figura 7 mostra un impianto di taratura con una distribuzione praticamente monodimensionale, il quale viene posizionato in senso perpendicolare al suo sviluppo longitudinale;

la figura 8 mostra un'altra esecuzione di un impianto di taratura sviluppato secondo una sola dimensione e che può venire posizionato perpendicolarmente a questa secondo una sola dimensione;

la figura 9 mostra un esempio per l'esecuzione di un dispositivo secondo

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

l'invenzione per interventi di misura tridimensionali;

la figura 10 mostra una forma di esecuzione di un impianto di taratura tridimensionale.

Il procedimento secondo l'invenzione è formato praticamente dalle seguenti operazioni:

- allestimento di una pluralità di telecamere secondo caratteristiche geometriche scelte di un oggetto,

- taratura delle telecamere in un sistema di coordinate unitario dello spazio dell'oggetto mediante:

  * spostamento a scatti di un impianto di taratura, il quale è notevolmente inferiore agli oggetti da misurare e presenta elementi geometrici per la definizione dei punti nello spazio dell'oggetto,

  * abbinamento locale dell'impianto di taratura mediante rilevazione e raccolta in memoria dei parametri di spostamento di un dispositivo di posizionamento,

  * regolazione di operazioni di spostamento definite, le quali vengono scelte in funzione del numero e della grandezza in

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

modo tale per cui nel campo dell'oggetto di ciascuna telecamera nell'ambito di una operazione di taratura vengono posizionati almeno tre punti caratteristici, i quali vengono prestabiliti mediante almeno un elemento geometrico dell'impianto di taratura.

- esecuzione di una trasformazione di coordinate, nella quale le coordinate note dei punti caratteristici di elementi geometrici vengono trasformate dal sistema di coordinate locali dell'impianto di taratura nel sistema di coordinate unitario del dispositivo di posizionamento,

- determinazione di caratteristiche geometriche (dimensioni della grandezza, distanze, angoli, variazioni di linearità, ecc.) in base alle effettive immagini sulle telecamere degli oggetti presentati.

Vengono inoltre descritte le operazioni del procedimento secondo l'invenzione, le quali si possono riscontrare principalmente nella esecuzione e nella forma del procedimento di taratura, in relazione al dispositivo secondo l'invenzione, senza che il procedimento si limiti

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

a questo tipo di impianti o dispositivi.

Nella figura 1 viene mostrato il caso più semplice di una misurazione di superfici piane, ad esempio per la prova in lamiere tagliate, in uno schema panoramico di insieme. Un nastro trasportatore 1 quale dispositivo di supporto per gli oggetti da misurare (in questo caso: lamiere) viene spostato al di sotto di un dispositivo di telecamere multiple 2 regolabile in modo flessibile. Il dispositivo 2 a telecamere multiple viene messo in grado di misurare solamente con l'aggiunta di un sistema di taratura 3 nel senso di effettuare operazioni di misure fotogrammetriche più precise, poichè i campi degli oggetti delle singole telecamere del dispositivo 2 a telecamere multiple non si sovrappongono (se non in speciali casi eccezionali).

Il sistema di taratura è anche la chiave per il collegamento metrico reciproco delle immagini delle telecamere come pure della taratura dimensionale all'interno di un singolo campo della immagine.

La figura 2 mostra nella vista in pianta, il sistema di prova delle lamiere fissato nella figura 1. Sul nastro trasportatore 1 viene

IACOBACCI & PERANI S.p.A.

trasportata una lamiera 4 da provare, (quale esempio di oggetti bidimensionali a piacere). Mediante un dispositivo rilevatore, viene segnalata la presenza della lamiera 4 nella zona di ripresa delle telecamere elettroniche da 16 a 21 e viene effettuata una registrazione della immagine.

Le telecamere da 16 a 21 si possono posizionare (ad esempio accoppiate) su guide trasversali 7, 8, 9 in senso trasversale rispetto alla direzione di spostamento del nastro trasportatore 1, per cui le guide trasversali da 7 a 9 si possono spostare da parte loro per mezzo dei carrelli da 10 a 15 su guide longitudinali 5 e 6. Questa possibilità di spostamento delle telecamere da 16 a 21 serve per selezionare le zone importanti del profilo dell'oggetto. Nel caso che vengano misurate lamiere 4, nell'esempio sono stati scelti gli spigoli e un tratto dello spigolo longitudinale. Il numero delle telecamere si può anch'esso scegliere liberamente in funzione dello scopo della misura. Di solito per una lamiera di forma rettangolare, la quale viene provata soltanto in funzione del mantenimento dimensionale degli spigoli, sono già sufficienti le quattro

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

telecamere 16, 17, 20 e 21. Le telecamere 18 e 19 servono per rilevare la rettilinearità degli spigoli e favoriscono la prova della perpendicolarità.

A questo proposito, la figura 3 mostra il posizionamento dei campi degli oggetti da 22 a 27 delle telecamere da 16 a 21 di fronte agli spigoli e ai vertici della lamiera 4.

Un sistema di taratura non illustrato in figura 2 sarebbe formato secondo lo stato della tecnica da una lamiera 4 che mantiene con precisione le sue dimensioni in cooperazione con un reticolo dell'oggetto (ad es. contrassegni di accoppiamento sul suoporto dell'oggetto), per cui nel caso di grosse lamiere 4 si dovrebbero spostare scomodi impianti di taratura. Contrariamente a ciò, l'invenzione compie un progresso in una nuova direzione, la quale viene stabilita nella figura 4 come schema fondamentale.

Il sistema di taratura 3 secondo l'invenzione è formato da un dispositivo di posizionamento 30 con un impianto di taratura 33 di superficie ridotta (ossia, notevolmente inferiore risoetto alla grandezza dell'oggetto da misurare).

Si può derivare dalla figura 4 che il

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

dispositivo di posizionamento 30 per interventi di misura bidimensionali permette di solito un posizionamento bidimensionale dell'impianto di taratura 33, il quale viene realizzato per mezzo di guide longitudinali 28 e mediante una guida trasversale 29, accoppiata per mezzo dei carrelli 31. Il dispositivo di posizionamento 30 permette quindi di posizionare con precisione in caso di necessità l'impianto di taratura 33 nell'intero spazio dell'oggetto regolabile dalle telecamere da 16 a 21, e relativo ai campi degli oggetti da 22 a 27. Indipendentemente dalla regolazione del formato del sistema delle telecamere, secondo l'invenzione quindi anche l'impianto di taratura 33 viene posizionato a scatti nel campo da 22 a 27 dell'oggetto di ciascuna telecamera da 16 a 21. Ciò avviene nel caso dell'impianto di taratura 33 impiegato in figura 4, il quale presenta soltanto un elemento geometrico singolo 34, (qui ad esempio: un cerchio) con soltanto un punto caratteristico (centro del cerchio). Per il fatto che l'impianto di taratura 33 viene posizionato almeno tre volte, in modo conveniente quattro volte, in ciascun campo da 22 a 27 dell'oggetto della telecamera. Quindi in ciascuna immagine 36

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

di una telecamera (combinata in modo elettronico) si formano, come illustrato in figura 3, riproduzioni di cerchi, dalle quali si possono interpolare ed estrarre con una precisione a piacere ogni volta i centri da 37 a 42 a guisa di punti caratteristici, per cui nel particolare esempio quattro punti che non sono disposti su di una stessa retta sono disponibili per la taratura all'interno delle immagini 36 della telecamera e delle immagini 36 della telecamera le une rispetto alle altre. La taratura avviene in questo caso in modo completo per mezzo del dispositivo di posizionamento e dell'indirizzo di posizione in ciascun sistema unitario di coordinate.

Un'altra variante è mostrata nella figura 6. L'impianto di taratura 33 presenta in questo caso elementi geometrici 34 a forma di quadrilateri, di preferenza quadrati da 41 a 44, i quali mettono a disposizione, quali punti caratteristici ogni volta i punti di intersezione 45 tra le diagonali e i punti degli spigoli 46. In questo caso, l'immagine 36 della telecamera indicata in figura 5 conterrebbe all'interno di una ripresa della immagine l'intero impianto di taratura 33 (o per lo meno tutti gli elementi

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

geometrici 34 sotto forma dei quadrati da 41 a 44), in base alla figura 6.

Anche nel caso della rioroduzione di un solo singolo quadrato 41, è già disponibile per una sufficiente grandezza del quadrato 41 una quantità sufficiente di punti caratteristici, la quale - presentata una volta di fronte a ciascun campo dell'oggetto della telecamera - permette una taratura. Con l'impianto di taratura 33 secondo la figura 6 viene anche ottenuta una ridondanza della taratura.

Diversamente si può anche naturalmente scegliere soltanto determinati punti caratteristici degli elementi geometrici 34 (ad es. i punti di intersezione 45 tra le diagonali dei quadrati da 41 a 44) e utilizzare i punti rimanenti (in questo caso di conseguenza i punti dei vertici 46) per una migliore interpolazione ed estrazione dei punti scelti 45 di intersezione tra le diagonali.

Nell'ultima definizione dei punti caratteristici, l'operazione di taratura ha allora una caratteristica seguente.

All'inizio della taratura di una telecamera, ad esempio la telecamera 16 della figura 2,

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

l'impianto di taratura 33 viene posizionato nel campo 22 dell'oggetto di questa telecamera 16, in modo che vengono rilevati contemporaneamente tutti i quadrati da 41 a 44. I punti di intersezione 45 tra le diagonali vengono definiti come punti caratteristici dell'impianto di taratura 33 mediante la posizione degli elementi geometrici 34, che in questo caso sono inquadrati da 41 a 44. I punti di intersezione 45 tra le diagonali sono noti con precisione in un sistema di coordinate locali (x', y') dell'impianto di taratura 33 con la sua origine 50 delle coordinate, per cui può avere luogo con semplicità la trasformazione delle coordinate x' e y' nel sistema unitario di coordinate x, y del dispositivo di posizionamento 30 con la sua origine 51 delle coordinate, per il fatto che vengono sommate le variazioni tra le coordinate Δx e Δy tra le origini delle coordinate 50 e 51 e le coordinate locali x' e y' dei punti 45 di intersezione tra le diagonali. Le variazioni tra le coordinate Δx e Δy si ottengono in tal caso dalla posizione effettiva dell'impianto di taratura 33 all'interno del sistema di coordinate unitario (x, Δy) del dispositivo di posizionamento 30.

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

Gli elementi geometrici 34 rilevati dalla telecamera 16 permettono una estrazione sufficientemente precisa dei punti caratteristici stabiliti. Questi punti caratteristici servono per il calcolo della norma di trasformazione tra le coordinate della immagine e le coordinate dell'oggetto in modo noto, per cui avviene una taratura delle telecamere in funzione delle coordinate.

La figura 7 comprende una esecuzione del procedimento di taratura secondo l'invenzione, nel quale l'impianto di taratura 33 deve venire posizionato soltanto secondo una singola dimensione. A questo scopo vengono impiegate due guide 28 sulle quali si spostano due carrelli 31, tra i quali è disposto rigidamente un impianto di taratura 33 sviluppato nel senso della lunghezza, il quale è distribuito praticamente secondo una sola dimensione. La particolarità di questo impianto di taratura 33 consiste in un allineamento lineare di elementi geometrici 34, il quale deve essere realizzato in modo così ristretto per cui per ciascuna posizione teorica possibile delle telecamere da 16 a 21, nei loro campi delle immagini da 22 a 27 si possono

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

posizionare almeno tre punti caratteristici che non sono disposti su di una medesima retta.

Ciò avviene convenientemente con elementi geometrici 34 aventi la forma di cerchi, come è illustrato in figura 7, per i quali la distanza tra i cerchi deve essere inferiore alla dimensione del campo dell'oggetto delle telecamere, per cui almeno due cerchi sono presenti contemporaneamente in un singolo campo dell'oggetto. In aggiunta a ciò, in questa variante preferita è necessario un secondo posizionamento per ciascun campo dell'oggetto della telecamera. I cerchi sono convenientemente disposti in maniera equidistante.

Se si impiega una successione di elementi geometrici 34, i quali definiscono almeno tre punti caratteristici, come ad esempio triangoli, rettangoli, quadrati, ecc., è sufficiente che per ciascun campo di un oggetto si possa posizionare almeno un elemento geometrico 34. Ciò viene assicurato con regolarità dal momento che le loro distanze sono a loro volta inferiori alla dimensione dei campi dell'oggetto nella telecamera. Un maggiore addensamento o posizionamento multiplo all'interno di un campo di immagine della telecamera provoca, come è già

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

stato ricordato, una ridondanza e un aumento di precisione.

Se si ritorna ai cerchi quali elementi geometrici 34, e se ciò malgrado si volesse evitare un posizionamento multiplo all'interno di un campo dell'oggetto di una telecamera, la figura 8 indica una soluzione adeguata per la forma dell'impianto di taratura 33. Le file di cerchi disposte parallele sono in tal caso allineate con precisione l'una rispetto all'altra, per cui davanti a ciascuna telecamera viene guidato almeno un quadrato formato da quattro cerchi, quando l'impianto di taratura 33 viene posizionato in modo corrispondente, oppure essi sono disposti di fatto paralleli però spostati l'uno rispetto all'altro, per cui si può vedere almeno una configurazione di cerchi disposta secondo un triangolo nel campo dell'oggetto della telecamera. Tenendo conto della posizione degli elementi geometrici 34 (in questo caso: cerchi), la quale varia ogni volta soltanto in modo unidimensionale praticamente perpendicolarmente alla distribuzione longitudinale dell'impianto di taratura 33, vengono allora convertite mediante una semplice trasformazione della direzione delle coordinate

JACOBACCI & PERANI S.p.A

locali x' + x = x (con y' = y) le coordinate dei punti caratteristici (in questo caso: i centri dei cerchi) nel sistema unitario delle coordinate (x, y).

La figura 9 mostra ora come ampliamento dei dispositivi e delle operazioni descritti in precedenza un dispositivo per rilevare la posizione nello spazio di un corpo, nel caso concreto una carrozzeria 64 di una automobile illustrata stilizzata prima della operazione tecnologica di un trattamento della parte inferiore del fondo. Il trattamento della parte inferiore del fondo deve essere realizzato con il braccio di un robot (manipolare 65). Quindi, debbono essere imparate le singole operazioni del ciclo, per cui il manipolare 65 viene guidato nella corrispondente posizione. In tal caso, il manipolare 65 si sposta in un sistema unitario di coordinate (x, y, z) con una origine 69 delle coordinate.

Per evitare che variazioni di posizione di una carrozzeria 64 nel processo di produzione possano provocare disturbi in una carrozzeria campione impiegata per l'apprendimento, si deve tener conto (e tarare) di queste variazioni

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

all'atto del posizionamento del manipolatore 65 nel processo di produzione.

Al fine di ottenere riprese delle posizioni nello spazio, vengono disposte le telecamere da 58 a 63, (almeno) accoppiate sotto forma di sistemi stereoscopici, e vengono indirizzate verso particolari interessanti dell'oggetto (carrozzeria 64 di una automobile). Nell'esempio, ogni volta due telecamere rilevano un punto di riferimento 66, 67 o 68 della carrozzeria 64. Le telecamere da 58 a 63 vengono tarate secondo il sistema di coordinate unitario del manipolatore 65.

La taratura avviene secondo il procedimento che segue, per il fatto che con il manipolatore 65 un impianto di taratura 33 a 3D viene portato nel relativo campo dell'oggetto delle coppie di telecamere (oppure nel caso generale: di un gruppo formato da una pluralità di telecamere). Quale luogo per il posizionamento dell'impianto di taratura 33 viene ad esempio regolata la posizione dei punti di riferimento 66, 67, 68 (in presenza della carrozzeria 64). Questa posizione nello spazio dell'impianto di taratura 33 è nota mediante la regolazione del manipolatore 65 nel suo proprio sistema di coordinate (x, y, z). La

IACOBACCI & PERANI S.p.A.

posizione dell'impianto di taratura 33 viene considerata secondo l'invenzione come base per la trasformazione dei punti caratteristici di elementi geometrici dell'impianto di taratura 33 nel sistema di coordinate unitario (x, y, z).

L'impianto di taratura 33 a 3D descritto in precedenza come "black-box" per interventi di misura sulle tre dimensioni verrà illustrato in una vantaggiosa esecuzione in figura 10. Esso è formato di preferenza da una piastra di base piana 70, sulla quale sono montati gli elementi geometrici sotto forma di sfere 71 su aste ortogonali 72 di lunghezze diverse. Le sfere 71 definiscono mediante i loro centri, i punti caratteristici in piani diversi all'interno del sistema locale delle coordinate (x', y', z') dell'impianto di taratura 33 con la sua origine delle coordinate 73. La trasformazione delle coordinate locali x', y', z' avviene nello stesso modo come nella struttura di misura bidimensionale descritta in precedenza.

Se, per quanto riguarda gli oggetti di misura, come ad esempio nel caso della parte inferiore del fondo di una carrozzeria 64, si tratta di oggetti pressochè sviluppati in

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

superficie con risalti e cavità trascurabili rispetto alla loro superficie di base, in certi casi può anche essere conveniente che l'impianto di taratura 33 venga spostato solamente secondo due dimensioni (in questo caso: ad esempio esclusivamente con la sua piastra di base 70 lungo un piano parallelo al piano y-x). Quali elementi geometrici 34 sono adatti, anche in modo analogo al caso di 2D, dei corpi con superficie piana, per cui al fine di utilizzare i vertici come punti caratteristici vengono impiegati possibilmente quei corpi nei quali mediante una disposizione stereoscopica delle telecamere gli stessi punti di vertice possono essere visti con precisione da tutte le telecamere di un gruppo abbinato (ad esempio da una coppia di telecamere) e contemporaneamente. Sono adatte a questo scopo in particolare proprio le piramidi e i tronchi di piramide. Se si vuole ottenere con corpi di rotazione una ridondanza della taratura oppure si vuole rappresentare con un numero ridotto di elementi geometrici la necessaria quantità di punti caratteristici dell'impianto di taratura 33, sono adatti (in modo ugualmente analogo all'impianto di taratura 33 a 2D) i punti focali o

IACOBACCI & PERANI S.p.A.

i centri di ellissoidi di rotazione oppure anche i vertici, il punto di base più alto oppure i punti centrali di superfici circolari di coni circolari rettilinei oppure di tronchi di coni circolari.

Il tipo degli elementi geometrici 34 richiede allora nuovamente all'interno di tutti i campi degli oggetti delle telecamere dei dispositivi multipli di posizionamento (ad esempio nel caso di sfere, ellissoidi, coni, ad esempio nel caso di corpi che non forniscono singolarmente il numero necessario di punti caratteristici) oppure mediante un posizionamento effettuato una singola volta dell'impianto di taratura 33, quando un solo elemento geometrico 34 definisce più di tre punti caratteristici, oppure quando i punti caratteristici vengono messi a disposizione secondo il numero necessario mediante una pluralità di elementi geometrici 34, rigidamente collegati mediante l'impianto di taratura 33.

Se si scelgono ora per gli elementi geometrici 34 adatte superfici piane e queste vengono disposte in piani diversi (senza che si sovrappongano le superfici nel campo dell'oggetto della telecamera) queste possono anche venire impiegate in un impianto di taratura a 3D 33 al

JACOBACCI & PERANI S.p.A

posto delle sfere 71 della figura 10, per il fatto che esse vengono fissate sulle aste 72 parallelamente alla piastra di base 70. A questo scopo vengono impiegati di preferenza cerchi oppure quadrati.

Anche se fondamentalmente nell'ambito di un impianto di taratura 33 non è limitata la scelta degli elementi geometrici convenienti, per motivi di interpolazione e di estrazione dei punti caratteristici si dovrebbe stabilire una sola forma in base alle immagini delle telecamere.

Si deve anche preferire una taratura ridondante mediante il posizionamento effettuato una volta sola e per mezzo di punti caratteristici collegati rigidamente nell'ambito di un singolo impianto di taratura 33 (indipendentemente dal fatto che sia definito da uno o più elementi geometrici) di un posizionamento multiplo di un singolo punto o di due punti caratteristici all'interno dei campi dell'oggetto delle telecamere.

Con il procedimento secondo l'invenzione e con i dispositivi indicati a questo scopo è possibile tarare con mezzi semplici di un impianto di taratura locale 33 di forma speciale, e con un

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

dispositivo di posizionamento con un abbinamento locale definito e sufficientemente preciso, le telecamere di un dispositivo a telecamere multiole per interventi di misura fotogrammetrici di elevate prestazioni, senza che si sovrappongano i loro campi degli oggetti o l'impianto di taratura si debba poter vedere contemporaneamente da tutte le telecamere.

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

RIVENDICAZIONI

1. - Procedimento per il rilevamento geometrici di grossi oggetti con una disposizione di telecamere multiple, nel quale viene disposto nello spazio un numero di telecamere a piacere, adattato in funzione della complicazione e della grandezza dell'oggetto, per cui le telecamere vengono indirizzate secondo le parti caratteristiche dell'oggetto in uno spazio dell'oggetto, senza che i loro singoli campi dell'oggetto ricoprano necessariamente l'intero oggetto, e senza che l'accoppiamento metrico dei loro campi dell'oggetto e quindi dei loro campi di immagine avvenga per mezzo di una operazione di taratura, caratterizzato dal fatto, che

- un impianto di taratura (33), il quale è di dimensioni notevolmente inferiori rispetto a quelle degli oggetti da misurare, e presenta elementi geometrici (34, 41, 42, 43, 44, 71) per la definizione di punti nello spazio dell'oggetto, viene spostato a scatti in modo definito,

- l'impianto di taratura (33) viene ad avere, per mezzo di un dispositivo di posizionamento (30, 65) sufficientemente preciso, un abbinamento locale in un sistema di coordinate

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

unitario dello spazio dell'oggetto, e questo abbinamento locale viene rilevato e raccolto in una memoria,

- l'impianto di taratura (33) viene posizionato almeno secondo un numero tale di operazioni, per cui almeno tre punti caratteristici (37, 38, 39, 40, 45, 46), che vengono prestabiliti mediante almeno un elemento geometrico (34, 41, 42, 43, 44, 71) dell'impianto di taratura (33), vengono rilevati nell'ambito di una operazione di taratura nel campo (22, 23, 24, 25, 26, 27) dell'oggetto di ciascuna telecamera, e

- avviene una trasformazione di coordinate, nella quale le coordinate dei punti caratteristici di elementi geometrici (34, 41, 42, 43, 44, 71) vengono trasformate dal sistema locale di coordinate dell'impianto di taratura (33) nel sistema di coordinate unitario del dispositivo di posizionamento (30, 65).

2. - Procedimento secondo la rivendicazione 1. caratterizzato dal fatto,

che l'impianto di taratura (33) viene posizionato quale impianto locale di taratura (33) con un solo elemento geometrico (34), il quale definisce con precisione un punto caratteristico

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

(37, 38, 39, 40), nel campo (22, 23, 24, 25, 26, 27) dell'oggetto di ciascuna telecamera almeno tre volte in posizioni diverse, che non sono disposte lungo una stessa retta.

3. - Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto,

che l'impianto di taratura (33), quale impianto di taratura (33) locale con un solo elemento geometrico (41, 42, 43, 44), il quale definisce almeno tre punti caratteristici (45, 46), viene posizionato almeno una volta nel campo (22, 23, 24, 25, 26, 27) dell'oggetto di ciascuna telecamera.

4.- Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto,

che l'impianto di taratura (33), a forma di un impianto di taratura (33) sviluppato praticamente secondo una sola dimensione, e con una pluralità di elementi geometrici (34) viene spostato praticamente secondo una sola dimensione perpendicolarmente alla direzione del suo allungamento longitudinale, per cui per effetto del movimento di posizionamento, vengono prodotti almeno tre punti caratteristici (37, 38, 39, 40) di elementi geometrici (34) nel campo (22, 23, 24,

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

25, 26, 27) dell'oggetto di ciascuna telecamera.

5. - Procedimento secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto,

che nel campo (22, 23, 24, 25, 26, 27) dell'oggetto di ciascuna telecamera viene posizionato almeno una volta almeno un elemento geometrico (41, 42, 43, 44) con almeno tre punti caratteristici (45, 46).

6. - Procedimento secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto,

che nel campo (22, 23, 24, 25, 26, 27) dell'oggetto di ciascuna telecamera vengono posizionati almeno una volta almeno tre elementi geometrici, (34), ciascuno con un punto caratteristico (37, 38, 39, 40).

7. - Procedimento secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto,

che nel campo (22, 23, 24, 25, 26, 27) dell'oggetto di ciascuna telecamera vengono posizionati almeno per due volte due elementi geometrici (34), ciascuno con un punto caratteristico (37, 38, 39, 40).

8. - Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto,

che nel caso di operazioni di misura

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

bidimensionali, l'impianto di taratura (33) viene guidato direttamente per mezzo di un supporto piano (1) dell'oggetto parallelamente a quest'ultimo e per mezzo di un dispositivo di posizionamento (30) x-y, per cui le telecamere sono posizionate praticamente perpendicolari rispetto al supporto (1) dell'oggetto.

9.- Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto,

che per interventi di misura tridimensionali per mezzo dell'impianto di taratura (33), elementi geometrici (71) disposti nello spazio vengono posizionati nello spazio dell'oggetto e le telecamere vengono montate almeno in coppia sotto forma di un sistema stereografico.

10. - Procedimento secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto,

che l'impianto di taratura (33), formato da almeno un elemento geometrico (71) disposto nello spazio, viene guidato per mezzo di un manipolare (65) a 3D di fronte ai campi (22, 23, 24, 25, 26, 27) dell'oggetto della telecamera.

11. - Procedimento secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto,

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

che l'impianto di taratura (33), il quale presenta in almeno due piani dei punti caratteristici disposti nello spazio, viene spostato in un solo piano secondo due dimensioni nello spazio dell'oggetto e viene guidato di fronte ai sistemi stereo delle telecamere.

12. - Dispositivo per il rilevamento geometrico di grossi oggetti con una disposizione di telecamere multiple, il quale presenta una pluralità di telecamere scelta in funzione alla grandezza e alla complicazione degli oggetti, per cui le telecamere sono montate su di un dispositivo di posizionamento con possibilità di posizionamento nello spazio e sono allineate in funzione delle caratteristiche interessanti dell'oggetto, senza che i loro singoli campi dell'oggetto ricoprano necessariamente l'intero oggetto, e con un dispositivo di supporto per l'oggetto che deve venire ogni volta analizzato, per cui lungo il dispositivo di supporto si può inserire un impianto (33) per la taratura delle condizioni geometriche di distanza dei campi della immagine della telecamera, caratterizzato dal fatto, che

- l'impianto di taratura (33) è

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

notevolmente più piccolo degli oggetti da misurare e presenta almeno un elemento geometrico (34, 41, 42, 43, 44, 71) per definire i punti nello spazio dell'oggetto.

- un elemento geometrico (34, 41, 42, 43, 44, 71) dell'impianto di taratura (33) presenta ogni volta almeno un punto caratteristico (37, 38, 39, 40, 45, 46), il quale può venire facilmente interpolato ed estratto dalle immagini della telecamera, per cui davanti a ciascuna telecamera si possono guidare nell'ambito di una operazione di taratura almeno tre punti caratteristici (37, 38, 39, 40, 45, 46), i quali formano una superficie sufficientemente grande nel campo (22, 23, 24, 25, 26, 27) dell'oggetto della telecamera.

- l'impianto di taratura (33) è accoppiato rigidamente ad un dispositivo di posizionamento (30, 65) sufficientemente preciso, per mezzo del quale si può abbinare all'impianto di taratura (33) una precisa posizione locale nello spazio dell'oggetto, per cui questo abbinamento locale viene rilevato e raccolto in memoria.

- una unità di trattamento per la

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

trasformazione delle coordinate, per mezzo della quale le coordinate dei punti caratteristici (37, 38, 39, 40, 45, 46) degli elementi geometrici (34, 41, 42, 43, 44, 71) vengono trasformate dal sistema locale delle coordinate dell'impianto di taratura (33) nel sistema di coordinate unitario del dispositivo di posizionamento (30, 65).

13. - Dispositivo secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto,

che quali elementi geometrici (34, 41, 42, 43, 44, 71) per operazioni di misura bidimensionali vengono impiegate superfici bordate rettilinee.

14. - Dispositivo secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto,

che l'elemento geometrico (34, 41, 42, 43, 44, 71) è un triangolo, nel quale, quali punti caratteristici vengono impiegati i punti dei vertici.

15. - Dispositivo secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto,

che l'elemento geometrico (34, 41, 42, 43, 44, 71) è un quadrilatero, di preferenza un quadrato, nel quale quali punti caratteristici, sono disponibili i punti dei vertici (46) e il

IACOBACCI & PERANI S.p.A.

punto (45) di intersezione tra le diagonali.

16. - Dispositivo secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto,

che gli elementi geometrici (34, 41, 42, 43, 44, 71) per gli interventi di misura bidimensionali sono superfici chiuse di sezione conica, nelle quali sono disponibili come punti caratteristici i centri e i punti focali.

17. - Dispositivo secondo la rivendicazione 16, caratterizzato dal fatto,

che l'elemento geometrico (34) è un cerchio, per cui viene impiegato quale punto caratteristico il suo centro (37, 38, 39, 40).

18. - Dispositivo secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto,

che gli elementi geometrici (34, 41, 42, 43, 44, 71) per interventi di misura tridimensionali sono corpi rettilinei bordati.

19. - Dispositivo secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto,

che gli elementi geometrici (34, 41, 42, 43, 44, 71) per interventi di misura tridimensionali sono corpi di rotazione.

20. - Dispositivo secondo la rivendicazione 19, caratterizzato dal fatto,

INGEGNERI A PERANI S.p.A.

che l'elemento geometrico (34) è una sfera (71).

21. - Dispositivo secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto,

che gli elementi geometrici (34, 41, 42, 43, 44, 71) per interventi di misura tridimensionali sono superfici piane, le quali sono disposte in piani diversi di preferenza parallelamente ad una superficie di fondo dell'impianto di taratura (33).

22. - Dispositivo secondo una delle rivendicazioni 13, 14, 15 e 18, caratterizzato dal fatto,

che ogni volta soltanto un elemento geometrico (34, 41, 42, 43, 44, 71) può venire posizionato nell'ambito di una operazione di taratura nel campo (22, 23, 24, 25, 26, 27) dell'oggetto di ciascuna telecamera.

23. - Dispositivo secondo una delle rivendicazioni da 13 a 21, caratterizzato dal fatto,

che ogni volta una pluralità di elementi geometrici (34, 41, 42, 43, 44, 71) possono venire posizionati nell'ambito di una operazione di taratura nel campo (22, 23, 24, 25, 26, 27)

JACOBACCI & PERANI S.p.A

dell'oggetto di ciascuna telecamera, al fine di produrre almeno tre punti caratteristici (37, 38, 39, 40, 45, 46) per ciascun campo (22, 23, 24, 25, 26, 27) di un oggetto della telecamera.

24. - Dispositivo secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto,

che il piatto di taratura (33) presenta soltanto un elemento geometrico (34, 71), il quale definisce soltanto un punto caratteristico (37,38, 49, 40), per cui l'impianto di taratura (33) si può spostare anche all'interno del campo (22, 23, 24, 25, 26, 27) dell'oggetto di ciascuna telecamera, per almeno due volte secondo direzioni diverse.

25. - Dispositivo secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto,

che l'impianto di taratura (33) si porta praticamente non oltre la superficie di un campo (36) della immagine della telecamera, presenta una pluralità di elementi geometrici (34, 41, 42, 43, 44, 71) e si può spostare secondo due dimensioni dal campo (22, 23, 24, 25, 26, 27) dell'oggetto della telecamera al campo (22, 23, 24, 25, 26, 27) dell'oggetto della telecamera.

26. - Dispositivo secondo la rivendicazione

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

12. caratterizzato dal fatto.

che l'impianto di taratura (33) si sviluppa praticamente secondo una sola dimensione nel senso dello sviluppo del dispositivo di supporto (1) e presenta una pluralità di elementi geometrici (34) disposti regolarmente, per cui l'impianto di taratura (33) si può posizionare praticamente in una sola dimensione perpendicolarmente al suo sviluppo longitudinale.

27. - Dispositivo secondo la rivendicazione 26. caratterizzato dal fatto.

che gli elementi geometrici (34) sono allineati in modo equidistante lungo una linea retta.

28. - Dispositivo secondo la rivendicazione 26. caratterizzato dal fatto.

che gli elementi geometrici (34) sono allineati in modo equidistante lungo due rette parallele, per cui le file degli elementi geometrici (34) sono spostate l'una rispetto all'altra.

IACOBACCI & PERANI S.p.A.

PER INCARICO
Ing. Angelo CERBINO
N. iscriz. Albo 486
(in proprio e per gli altri)

TO 97 000549

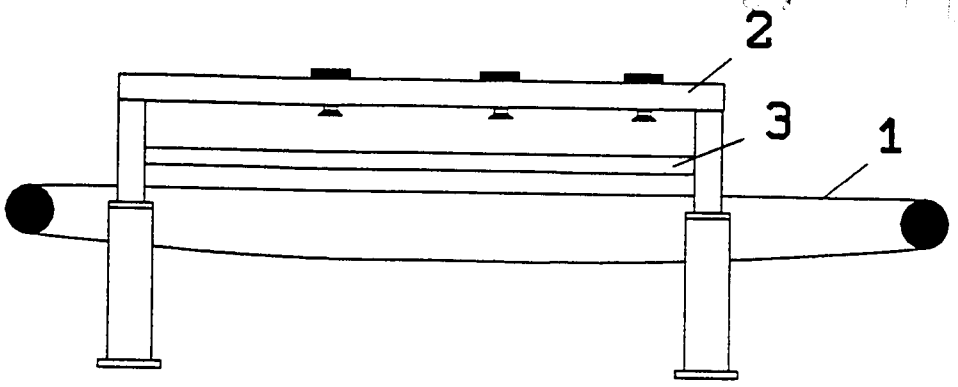


Fig. 1

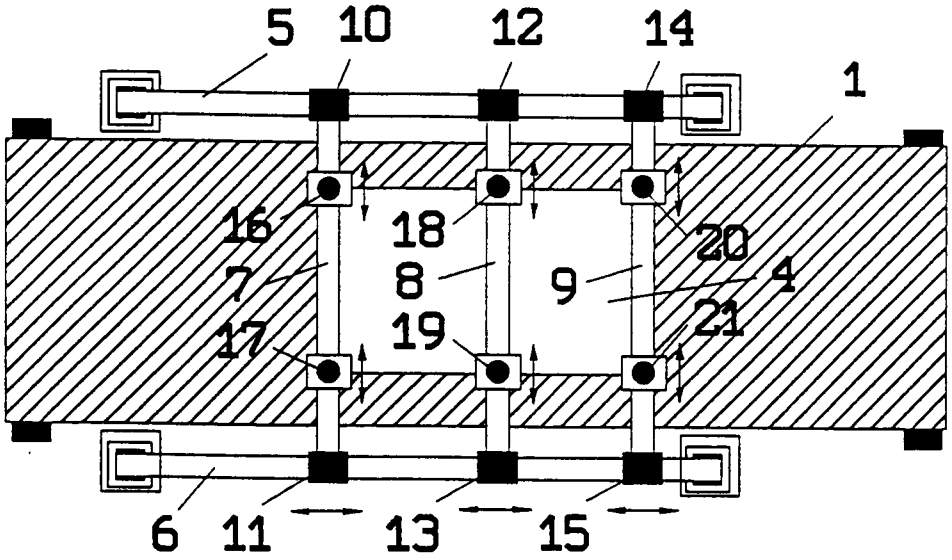


Fig. 2

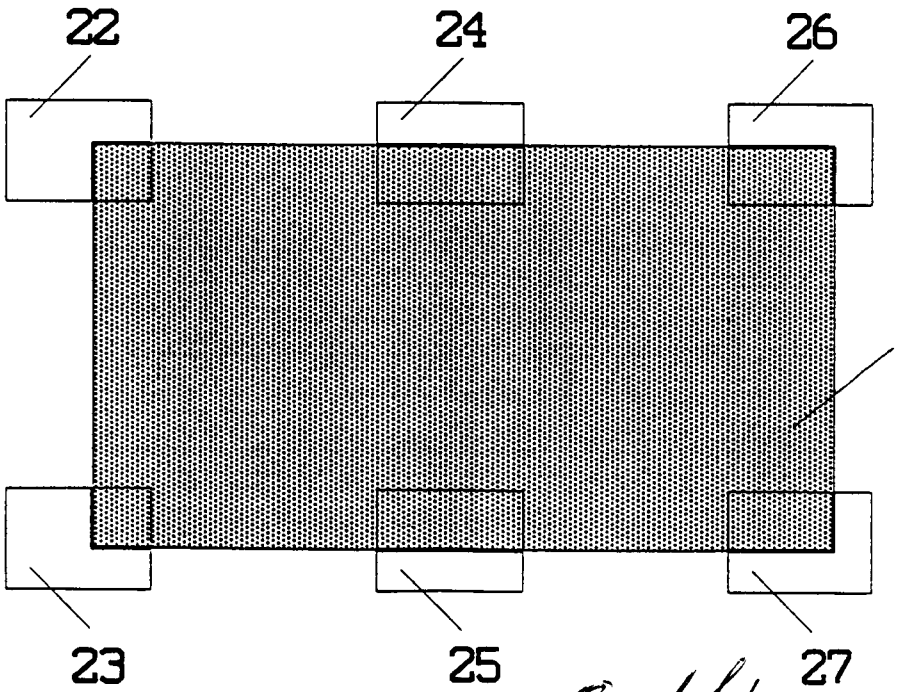


Fig. 3

Per incarico di JENOPTIK Aktiengesellschaft

Ing. Angelo GERBINO
N. Iscriz. ALBO 488
Un proprio e per gli altri

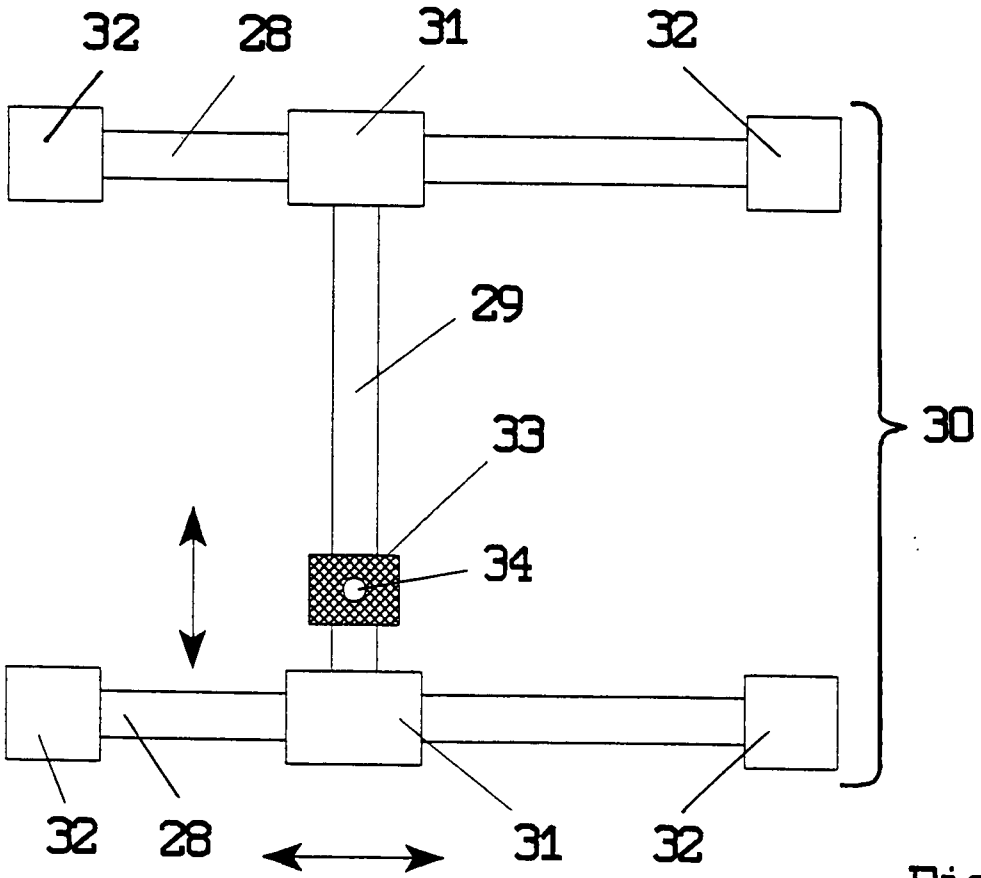


Fig. 4

Per incarico di JENOPTIK Aktiengesellschaft

Ing. Angelo GERBINO
N. Iscriz. ALBO 488
per proprio e per gli altri

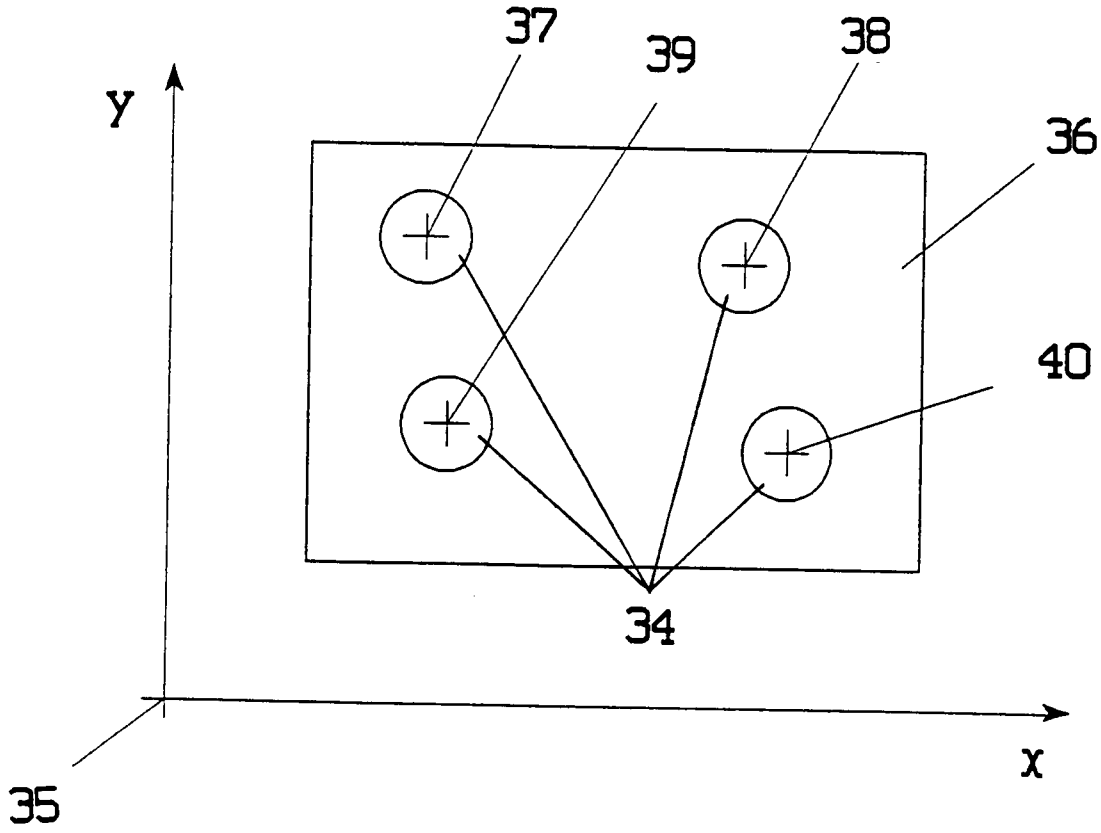


Fig. 5

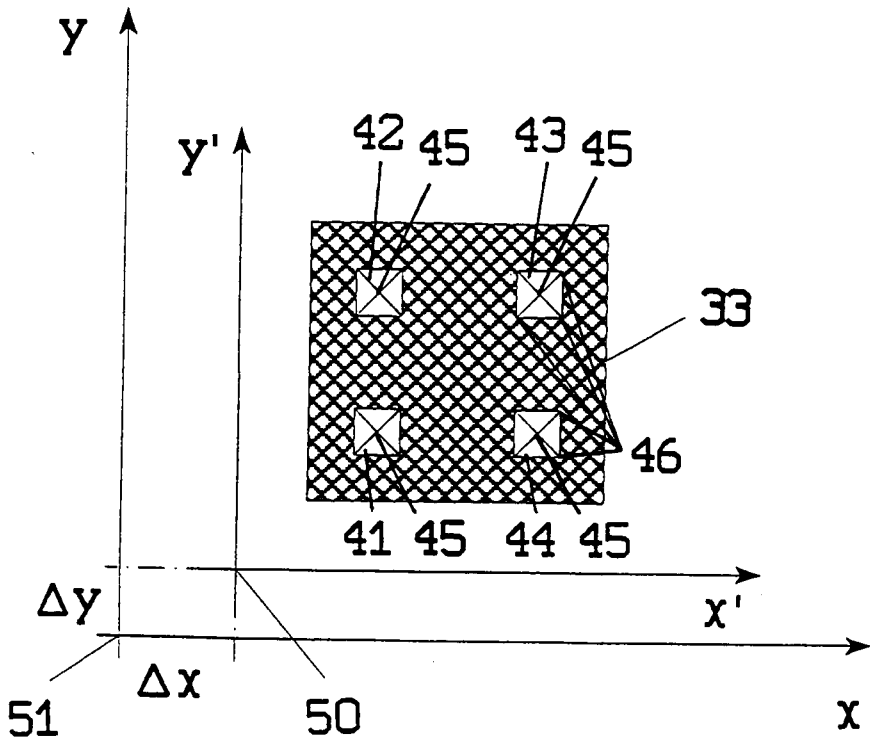


Fig. 6

Per incarico di JENOPTIK Aktiengesellschaft

Ing. Angelo Cerbo
(In proprio e per gli altri)

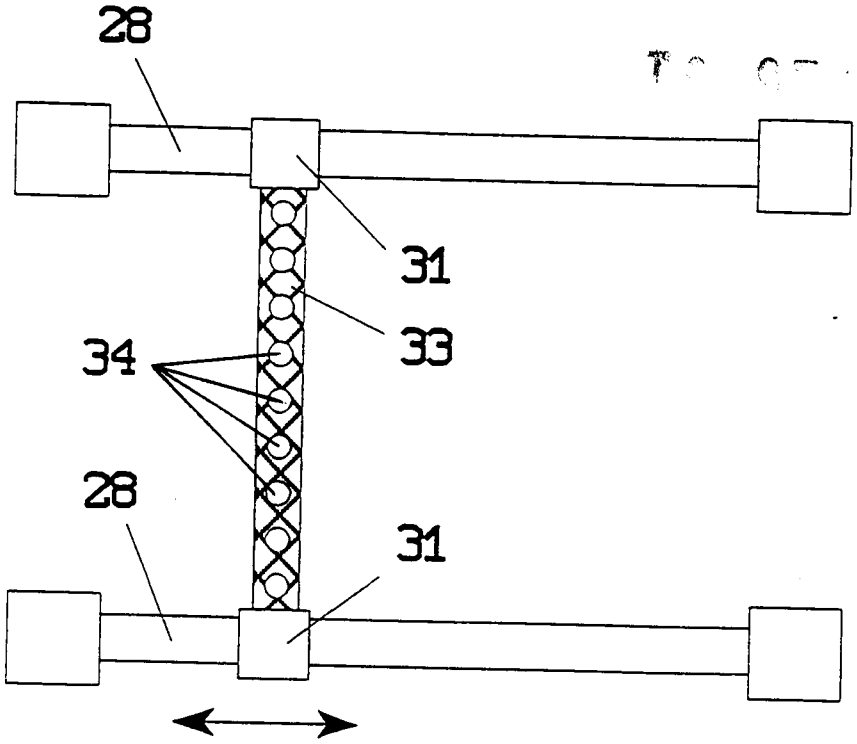


Fig. 7

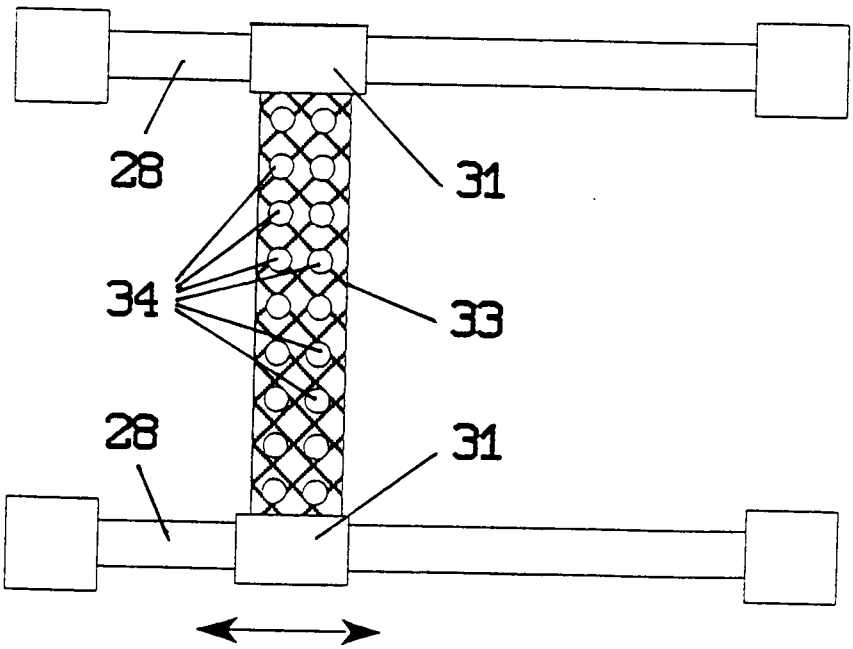


Fig. 8

Per incarico di JENOPTIK Aktiengesellschaft

Ing. Angelo GERBINO
N. Iscriz. Albo 488
(In proprio e per gli altri)

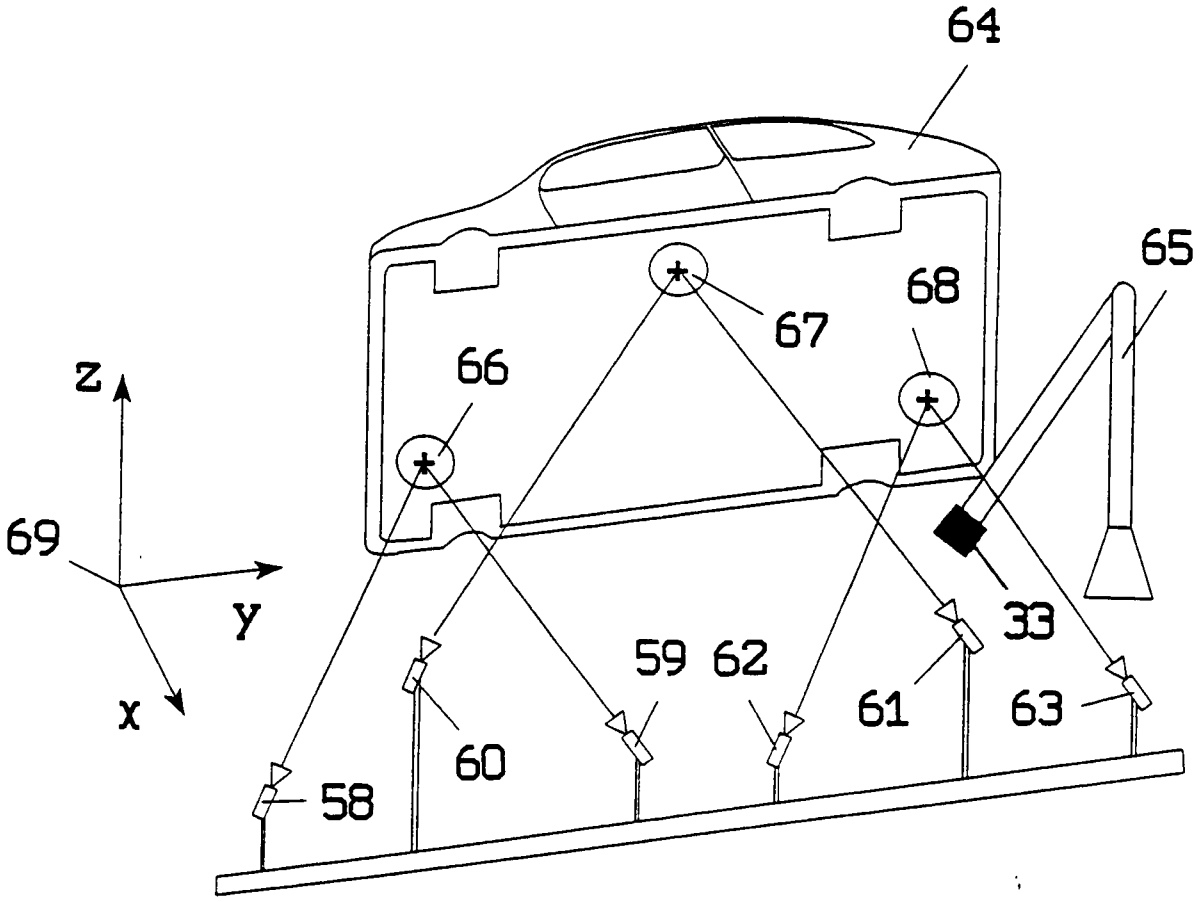


Fig. 9

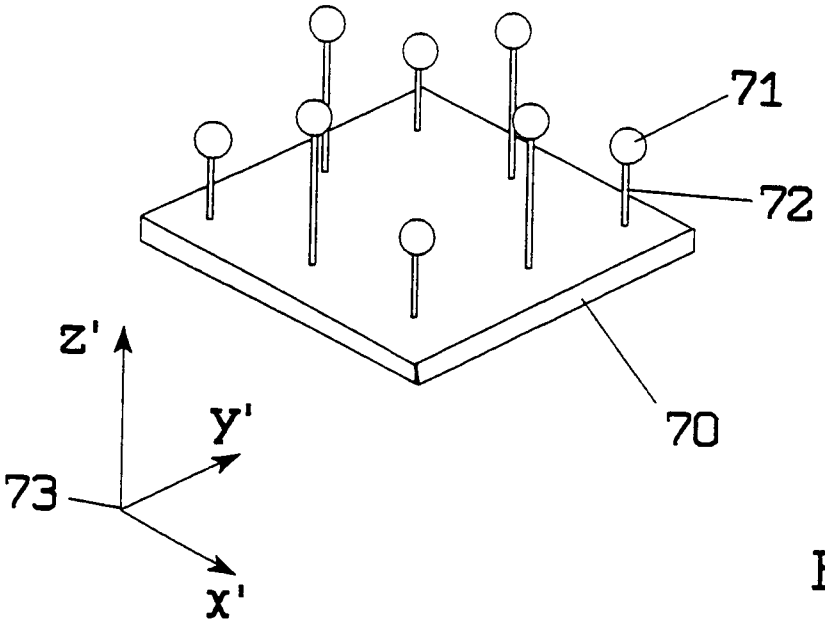


Fig. 10

Per incarico di JENOPTIK Aktiengesellschaft

Ing. Angelo GERBINO
N. Iscriz. Albo 488
(In proprio e per gli altri)