



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102010901799595
Data Deposito	14/01/2010
Data Pubblicazione	14/07/2011

Classifiche IPC

Titolo

SISTEMA PER IL TRACCIAMENTO DI OGGETTI IN MOVIMENTO ED IL RICONOSCIMENTO DI CONFIGURAZIONI DEI MEDESIMI OGGETTI IN UN DETERMINATO SPAZIO

DESCRIZIONE del brevetto per invenzione industriale
avente per titolo: **“Sistema per il tracciamento di oggetti in
movimento ed il riconoscimento di configurazioni dei
medesimi oggetti in un determinato spazio”**

appartenente al dott. Gianluca Moro
(MROGLC69B21H294K), nato a Rimini il 21-02-1969,
residente a Santarcangelo di Romagna (RN), in via E. Sancisi
32.

[Inventori del ritrovato: Gianluca Moro
(MROGLC69B21H294K), Fabio Marchesi
(MRCFBA80M11H294J), Giacomo Tufano (TFNGCM81B19H199L),
Andrea Bellucci (BLLNDR78T28H294M), Davide Dardari
(DRDDVD68A19H294T)].

Depositato il al No.

TESTO DELLA DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda i sistemi di
tracciamento di oggetti, ed in particolare riguarda un sistema
per il tracciamento di oggetti in movimento ed il
riconoscimento di configurazioni dei medesimi oggetti in un
determinato spazio.

La ricerca che ha condotto alla presente invenzione
parte dal concetto che in numerosi sistemi di tracciamento di
oggetti, quali ad esempio i sistemi di sicurezza, è presente la
capacità di gestire la reazione a determinate situazioni solo
dal momento in cui le medesime vengono rilevate, a mezzo di

sensori che normalmente rilevano variazioni in determinati parametri fisici.

Lo stato dell'arte prevede soluzioni come quelle del documento EP755034B1 in cui è descritto un apparecchio di riconoscimento del percorso creato dai vari movimenti, comprendente: un dispositivo di rilevamento dei segnali di movimento che utilizza un sensore per monitorare un corpo mobile da rilevare in una regione spaziale delimitata in cui l'oggetto si sposta, il quale corpo può essere rilevato dai dati registrati dal sensore, il movimento essendo indicato dal cambiare della posizione del corpo mobile allo scorrere del tempo.

Di conseguenza, scopo della presente invenzione è fornire un sistema per il tracciamento di oggetti in movimento ed il riconoscimento di configurazioni dei medesimi in un determinato spazio che sia in grado di determinare automaticamente le attività, umane e/o di sistemi elettromeccanici, in svolgimento, prevederne l'evoluzione negli istanti di tempo successivi ed attivare delle procedure di risposta programmabili e differenziabili in base al contesto applicativo.

Oggetto della presente invenzione è pertanto un sistema per il tracciamento di oggetti in movimento ed il riconoscimento di configurazioni dei medesimi oggetti in un determinato spazio comprendente una pluralità di mezzi di

emissione di una radiazione elettromagnetica ad una data frequenza, mezzi di rilevamento del movimento, ed una unità di elaborazione del dato rilevato, essendo detti mezzi di emissioni sistemati sugli oggetti destinati al tracciamento, essendo detti mezzi di rilevamento sensibili alle radiazioni emesse dai detti mezzi di emissione, ed essendo detta unità di elaborazione in grado di elaborare i dati rilevati in modo interpretare i movimenti ad essi associati.

I detti mezzi di emissione possono essere realizzati con semplici fonti infrarossi, quali ad esempio dei LED, che mostrano notevoli caratteristiche di economicità e di basso consumo; in particolare un emettitore può comprendere un LED infrarosso a basso consumo, con un assorbimento di circa 8-12 mA per una tensione di 1.3 V.

Quale mezzo di rilevamento possono essere utilizzate una o più telecamere che, con la loro qualità in termini di capacità di filtraggio delle frequenze infrarosse, risoluzione e frequenza di aggiornamento, caratterizzano la complessità e l'efficienza globale del sistema.

Nel caso di un sistema con tempistiche di risposta non troppo stringenti, si può pensare ad una realizzazione con una semplice videocamera collegabile al computer (e.g. webcam) modificata per filtrare lo spettro della luce visibile aggiungendo un filtro infrarosso di qualità qualsiasi: un dispositivo di questo tipo ha, generalmente, una buona

capacità di distinguere gli emettitori- migliorabile con computazione software attraverso algoritmi di filtraggio dell'immagine, una risoluzione di circa 640 per 480 pixel e un framerate intorno ai 16 frame per secondo. In questo modo il sistema ha un ritardo nel rispondere ad una posizione, non inferiore a 62,5 millisecondi dovuti alla frequenza di cattura delle immagini. Impiegando attrezzature con caratteristiche migliori le prestazioni globali del metodo migliorano proporzionalmente, ad esempio con una telecamera leggermente migliore con 100 frame per secondo, la latenza della risposta si riduce a 10 millisecondi. Naturalmente si possono ottenere prestazioni ancora migliori utilizzando telecamere ad infrarossi e/o con frame rate per secondo ancora maggiori.

Ulteriore oggetto della presente invenzione è un metodo per il tracciamento di oggetti in movimento ed il riconoscimento di configurazioni dei medesimi oggetti in un determinato spazio, comprendente le fasi di rilevamento delle posizioni dei detti oggetti; riconoscimento del movimento effettuato da ciascun oggetto, ed attivazione di una risposta conseguente all'azione rilevata.

Nella sua forma esecutiva generica, detto metodo comprende l'analisi dei movimenti rilevati, il riconoscimento dell'attività sulla base di tale analisi, e la decisione dell'azione di risposta conseguente. Ulteriormente, può

essere eseguita una fase di predizione dell'evoluzione dell'attività riconosciuta, che influisce sulla decisione dell'azione di risposta: riferendosi alle prestazioni riportate precedentemente a titolo di esempio, questa elaborazione predittiva permette di ridurre i tempi di risposta di diverse decine di millisecondi, fino ad annullarli del tutto o anticiparli, anche in caso di dispositivi di bassa qualità grazie alla possibilità di agire preventivamente rispetto al verificarsi della situazione a cui reagire. Il sistema è anche in grado di ridurre o eliminare gli eventuali falsi positivi, che ogni forma di previsione può naturalmente introdurre, mediante (i) metodi tradizionali di taratura, basati ad esempio su soglie parametrizzabili di accelerazioni/decelerazioni, e/o mediante (ii) tecniche di data mining per l'addestramento del sistema stesso.

Ulteriori vantaggi e caratteristiche risulteranno evidenti dalla seguente descrizione dettagliata di alcune forme esecutive della presente invenzione, resa, a scopo esemplificativo e non limitativo, con riferimento alle tavole dei disegni allegati, in cui:

la figura 1 è un diagramma schematico che illustra il sistema secondo la presente invenzione ed il metodo che il detto sistema implementa;

la figura 2 rappresenta schematicamente un esempio di applicazione del metodo e del sistema secondo la presente

invenzione; e

la figura 3 è un ulteriore esempio di applicazione del metodo e del sistema secondo la presente invenzione.

In figura 1 è illustrato schematicamente il sistema secondo la presente invenzione; con 1 sono designati gli emettitori, in particolare i LED ad infrarosso, che si trovano su degli oggetti posizionati su di un'area 10, suddivisa nelle sotto-aree 11, 12 e 13. Gli oggetti si trovano distribuiti nelle diverse zone, ed il tracciamento è affidato al dispositivo marcato con il numero 2, nel caso presentato una videocamera dotata di un filtro per la cattura delle radiazioni nel campo dell'infrarosso, ossia da 700 a 1000 nm. Il dispositivo di rilevamento 2 è collegato all'unità di elaborazione, in cui è implementato il metodo che prevede la fase 40 di rilevamento delle posizioni, la fase 41 di riconoscimento, rispettivamente, dei movimenti, nella fase 42, e delle attività, nella fase 43. Segue secondo la logica del metodo, la fase 44, di decisione dell'azione di risposta che, grazie ai dati disponibili nella base di conoscenza marcata con 45, attua la reazione alla situazione (o attività) rilevata: questa fase può anche essere associata ad un'ulteriore elaborazione predittiva, fase 46, sull'evoluzione dell'attività la quale, a sua volta, può avvalersi delle informazioni presenti nella base di conoscenza. L'azione, decisa come reazione del sistema, determina l'attuazione 47

delle misure di risposta decise in 44.

Sempre riferendosi alla figura 1, un primo scenario applicativo esemplificativo dove degli oggetti si muovano in zone più o meno pericolose (associabili alle aree 11 12 e 13) e dove la risposta da dare sia una contromisura di sicurezza e/o un avvertimento. Il sistema proposto, nella forma presentata, è immediatamente applicabile, nella sua forma più semplice di tracciamento dei movimenti, per riconoscere situazioni rischiose ed agire in questo contesto: considerando le macchine industriali che presentano parti mobili pericolose per gli arti degli operatori (es. macchine per il taglio o la segatura di materiali, incluso il legno, presse, etc.), uno o più rilevatori possono essere posizionati in maniera da monitorare, dall'alto, il piano di lavoro, mentre gli emettitori vengono posizionati sulle parti a rischio degli operatori come dita, mani, braccia, o gambe. Suddividendo il detto piano di lavoro in più zone e associando un livello di allarme (relativo alla vicinanza con la parte mobile pericolosa), si può usare il sistema per verificare quando gli arti si trovano in zone pericolose (quindi superano le soglie di distanza che le delimitano) ed emettere avvertimenti o segnali per fermare le macchine (in caso di pericolo effettivo). In particolare il sistema di predizione può ulteriormente migliorare il comportamento del sistema verificando ad ogni istante, oltre alla zona in cui l'arto

controllato si trova al momento, anche la velocità e l'accelerazione con cui si sta spostando per decidere se, pur essendo normale la situazione al momento, nell'immediato futuro il movimento in corso determinerà una situazione di pericolo o un incidente per l'operatore.

In figura 2 è illustrata un'ulteriore forma di applicazione del sistema dell'invenzione; con 1 sono designati gli emettitori, disposti sul corpo dell'utente 20, che vengono rilevati dai dispositivi di rilevamento 2 disposti sulle pareti 21. In questo scenario applicativo si considera l'uso del sistema proposto, per monitorare l'utente mentre compie esercizi ginnici o riabilitativi. L'attività da rilevare, in questo caso, consiste nella serie di movimenti effettuati per eseguire esercizi sia a corpo libero che mediante l'uso di macchine per la riabilitazione, il potenziamento o il mantenimento muscolare, la perdita di peso e simili.

Il vantaggio nell'impiego della tecnologia proposta, viene dalla possibilità offerta, sia all'utente che a supervisori, di verificare la corretta esecuzione dei movimenti, in tempo reale oppure a posteriori, per confrontarli all'istante o in un secondo momento, con movimenti estratti da modelli di performance ideali pre-calcolati, tenendo conto, ad esempio, di peso, sesso, altezza ed età dell'utente.

Inoltre, grazie alla possibilità di compiere rilevazioni

sui movimenti, è anche possibile proporre funzioni avanzate quali la schedatura dei progressi dell'allenamento: infatti, accoppiando i dati della tecnologia con altri (esterni) quali la quantità di resistenza usata, il numero di ripetizioni e i dati biometrici durante lo sforzo, è possibile realizzare dei veri e propri rapporti completi sullo stato fisico dell'utente in termini di prestazioni e di miglioramenti nel tempo.

Dal punto di vista della configurazione, ferma restando l'architettura descritta in precedenza, in questo scenario viene sfruttata la possibilità di utilizzare contemporaneamente più rilevatori visivi, posizionandoli nell'ambiente in maniera tale da avere una ripresa da più angolazioni del soggetto da controllare.

Gi emettitori 1 sono posizionati su particolari zone del corpo dell'utente in maniera tale da demarcare dei punti di controllo anatomici in base ai quali ricostruire i movimenti dei vari arti: in questo senso, varie tecniche si possono utilizzare compresa quella, molto diffusa ad esempio nel motion capture, di segnare la posizione di articolazioni principali come gomito, ginocchio, spalla, caviglia, etc.

Utilizzando il dispositivo 2 di rilevamento della posizione, il sistema può ricevere i dati di posizione dei vari rilevatori installati nelle diverse visuali: le informazioni rilevate possono, quindi, essere elaborate aggregando le varie informazioni, rendendo, dunque, il sistema in grado di

ricostruire un'attività attualmente in esecuzione (e.g. esercizio). Una volta in possesso di questi dati, quindi, si può eseguire un confronto con modelli ideali contenuti nella base di conoscenza e/o registrare l'attività accoppiata con dati aggiuntivi, sempre fruibili attraverso la base di conoscenza. Naturalmente, in caso di controllo in tempo reale dell'esecuzione, il sistema può determinare azioni di risposta attraverso la fase di attuazione in maniera da avvertire, visivamente o sonoramente, l'osservatore dell'andamento dell'esercizio, indicandogli eventualmente azioni correttive. Allo stesso modo l'uso del sistema proposto in questa applicazione consente di eseguire vere e proprie sessioni di addestramento dell'utente insegnandogli i movimenti corretti degli esercizi mostrando, in sequenza lenta, su un display i gesti da fare e al contempo controllando che l'esecuzione (ovvero i movimenti rilevati) segua il modello proposto.

In figura 3 è schematizzata un'altra applicazione del sistema secondo la presente invenzione; con 1 sono indicati gli emettitori, sistemati su di un supporto che si muove in un percorso inserito tra ostruzioni costituite da scaffali 30, mentre i mezzi di rilevamento 2 sono collocati sui supporti di sospensione 31.

Questo caso d'uso prevede l'impiego del sistema proposto per tenere traccia degli spostamenti di carrelli per

la spesa in strutture come supermercati, magazzini all'ingrosso e più generalmente esercizi commerciali con un ampio numero di merci e di clienti.

Grazie all'uso del sistema, in questo scenario, è possibile fornire servizi di monitoraggio dei percorsi effettuati dai clienti nell'ambiente. Questo, insieme ad altri dati relativi all'area come la posizione delle varie tipologie di prodotto e la planimetria del luogo, permette di effettuare un'analisi approfondita di molti parametri fondamentali per l'attività commerciale come, ad esempio, l'ergonomicità della suddivisione degli spazi nell'ambiente (larghezza corsie, facilità di movimento), l'interesse percentuale (su un campione di clienti) verso alcuni tipi di prodotti piuttosto che per altri ed il percorso inconsciamente preferito dalla clientela all'interno del negozio.

In un caso più avanzato, inoltre, è possibile esaminare, previo consenso, la scelta dei prodotti del singolo cliente al momento del passaggio dalla cassa per accoppiare ulteriori dati al percorso rilevato e, dunque, arricchire di dettagli, attraverso tecniche di elaborazione tipiche del data mining, il rapporto di analisi fornibile al gestore dell'esercizio.

Naturalmente, in questo scenario, vi sono due fasi distinte di lavoro, dapprima una sessione (di ore, giorni) di raccolta dati e successivamente una fase di elaborazione e aggregazione dei dati per arrivare al risultato, in questo

caso, rappresentato da un documento di sintesi dei dati utili per migliorare l'attività di vendita.

Dal punto di vista dell'installazione, il sistema prevede una situazione come quella presentata in figura 3, in cui l'ambiente da monitorare viene coperto posizionando diversi rilevatori 2 in una posizione sopraelevata con puntamento verso il basso: considerando per esempio, il caso di un supermercato, questi sono piazzati a qualche metro di altezza dal suolo in maniera tale da poter avere una visuale perpendicolare dell'ambiente e non essere occlusi da scansie che, in molti casi, possono superare i due metri di altezza.

Gli emettitori 1 sono installati su carrelli spinti dagli utenti per evitare di incomodare il cliente durante le sue attività di spesa: in questo modo, inoltre, sarebbe possibile evitare a priori eventuali danni o incidenti dovuti ad usi inappropriati.

Per migliorare la visibilità dei segnalatori da parte dei rilevatori ed evitare l'occlusione da parte di oggetti e persone, sui carrelli è possibile montare aste telescopiche di uno o due metri su cui installare il dispositivo in maniera da posizionare il segnalatore ad un'altezza paragonabile a quella delle scansie.

Il sistema, in questo scenario agisce secondo le stesse meccaniche descritte in precedenza, salvo la definizione dell'attività come lo spostamento nel negozio del cliente:

inoltre, non è necessario rispondere con azioni predeterminate in tempi rapidi, ma piuttosto la dinamica prevede il salvataggio dei dati relativi alle attività riconosciute nella base di conoscenza durante la fase di raccolta di informazioni. Successivamente, all'attivazione della fase di elaborazione, la fase decisionale può ottenere i dati precedentemente salvati ed applicare specifici algoritmi e processi per arrivare ad ottenere quei risultati raffinati da includere nel documento di analisi finale già evidenziato per questo scenario.

I componenti hardware contemplati dal metodo si basano sulla tecnologia del riconoscimento visivo di oggetti luminosi nello spettro degli infrarossi. Questa tecnica permette di ottenere un sistema molto facile ed economico da installare e gestire evitando le problematiche di calibrazione e sensibilità al rumore tipiche dei sistemi di rilevazione con tecnologie basate su onde radio.

Dal lato software, l'architettura è quella descritta nella corrispondente sezione e figura 1 sopra riportati. Va precisato che il componente Rilevatore di posizioni può utilizzare diversi algoritmi per migliorare la qualità dell'immagine proveniente dal componente hardware di cattura delle immagini: in particolare, risultano utili operazioni sull'istogramma in scala di grigi come la

binarizzazione a soglia fissa e la sfocatura gaussiana. Grazie a questa fase di miglioramento, il suddetto Rilevatore di posizioni può riconoscere facilmente oggetti che appaiono come zone bianche su sfondo nero e, ricorrendo alle calibrazioni eseguite in fase di installazione, è possibile assegnare ad ognuna di queste “forme” una coppia di coordinate x,y nel sistema di riferimento relativo al piano monitorato o a triple x,y, z nello spazio.

RIVENDICAZIONI

1. Sistema per il tracciamento di oggetti in movimento ed il riconoscimento di configurazioni dei medesimi oggetti in un determinato spazio comprendente una pluralità di mezzi di emissione di una radiazione elettromagnetica ad una data frequenza, mezzi di rilevamento delle emissioni, ed una unità di elaborazione del dato rilevato, essendo detti mezzi di emissioni sistemati sugli oggetti destinati al tracciamento, essendo detti mezzi di rilevamento sensibili alle radiazioni emesse dai detti mezzi di emissione, ed essendo detta unità di elaborazione in grado di elaborare i dati rilevati in modo da interpretare i movimenti ad essi associati.
2. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui detti mezzi di emissione sono realizzati con semplici fonti infrarossi, quali ad esempio dei LED.
3. Sistema secondo la rivendicazione 2, in cui detto mezzo di emissione comprende un LED infrarosso a partire da quelli più diffusi a basso consumo, con un assorbimento di circa 8-12 mA per una tensione di 1.3 V.
4. Sistema secondo una qualunque delle rivendicazioni da 1 a 3, in cui detto mezzo di rilevamento comprende almeno una videocamera provvista di un filtro ad infrarosso o nativamente sensibile all'infrarosso.
5. Sistema secondo la rivendicazione 4, in cui detti

mezzi di rilevamento comprendono una o più videocamere collegabili al computer e sensibili all'infrarosso opportunamente modificate per filtrare lo spettro della luce visibile aggiungendo un filtro infrarosso.

6. Sistema secondo la rivendicazione 5, in cui le dette videocamere sono capaci di risoluzioni variabili, come 640 per 480 pixel, 800 per 600 pixel, 1024 per 768 pixel o superiori ed un framerate dai 16 frame per secondo fino a valori più alti come 150 o più frame per secondo.

7. Metodo per il tracciamento di oggetti in movimento ed il riconoscimento di configurazioni dei medesimi oggetti in un determinato spazio, comprendente le fasi di rilevamento delle posizioni dei detti oggetti; riconoscimento del movimento effettuato da ciascun oggetto, ed attivazione di una risposta conseguente all'azione rilevata.

8. Metodo secondo la rivendicazione 7, ulteriormente comprendente l'analisi dei movimenti rilevati, il riconoscimento dell'attività sulla base di tale analisi, e la decisione dell'azione di risposta conseguente.

9. Metodo secondo la rivendicazione 7 od 8, in cui è contemplata una fase di predizione dell'evoluzione dell'attività riconosciuta, che influenza e/o anticipa la

decisione dell'azione di risposta riducendo o eliminando eventuali latenze.

10. Metodo secondo la rivendicazione 9, per ridurre o eliminare gli eventuali falsi positivi, intrinsecamente legati alla previsione, mediante (i) taratura tradizionale del sistema, basata ad esempio su soglie parametrizzabili di accelerazioni/decelerazioni, e/o mediante (ii) tecniche di data mining per l'addestramento del sistema stesso.

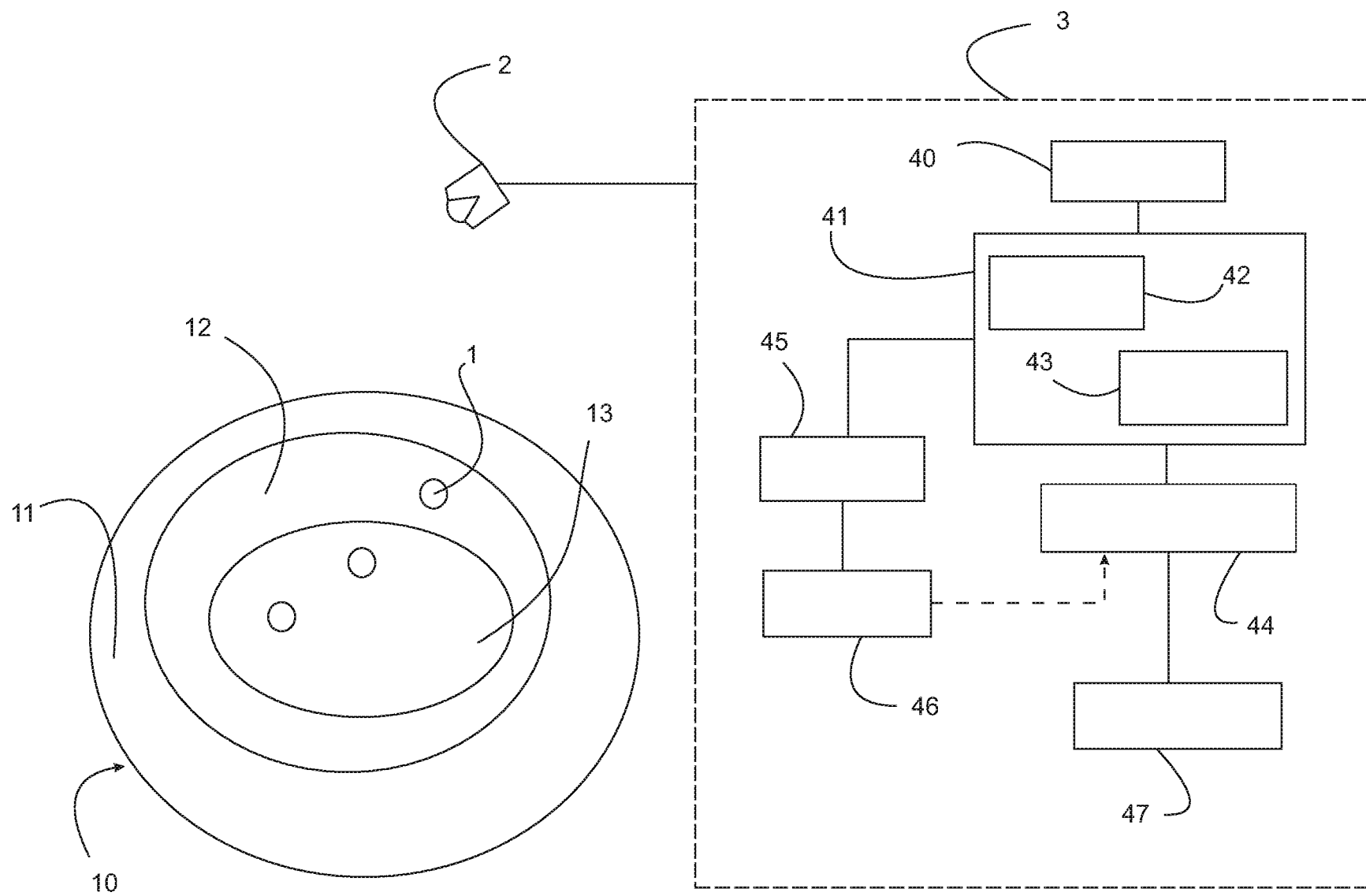


Fig. 1

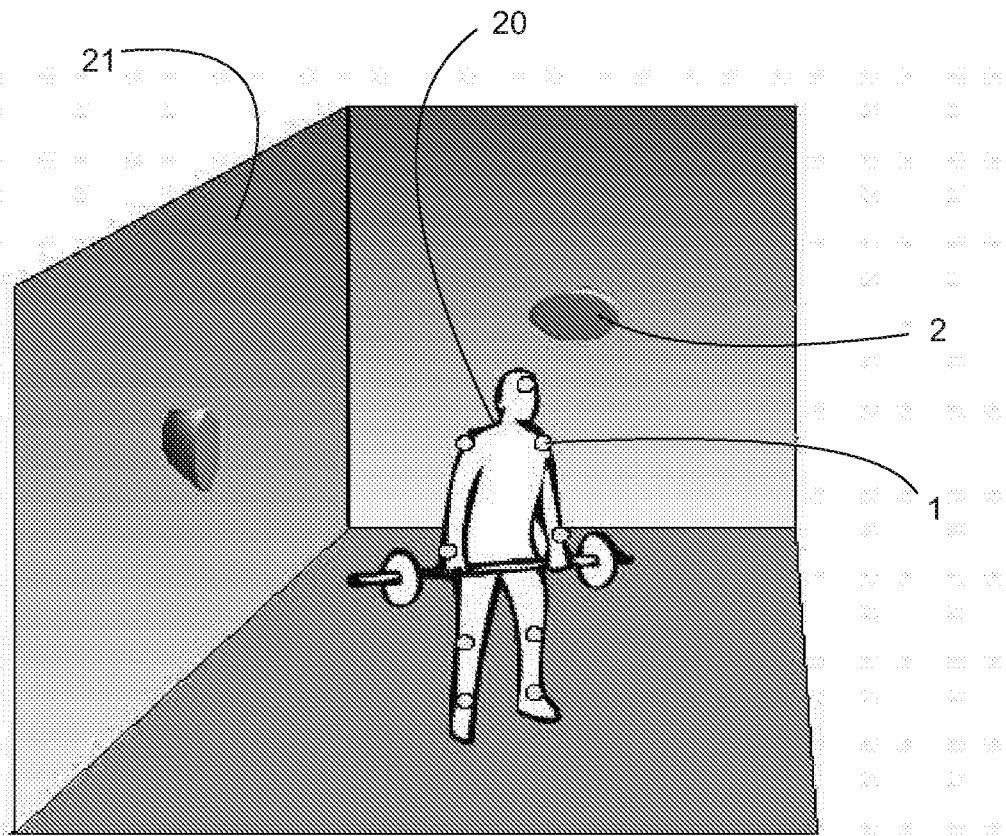


Fig. 2

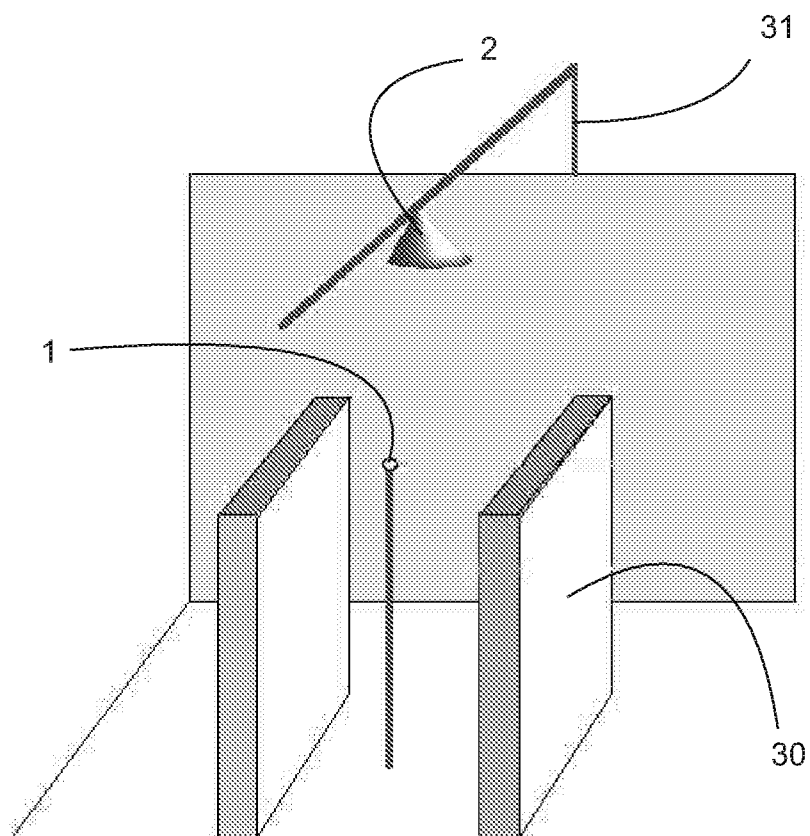


Fig. 3