

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102010901798140A1

Publication Date

20110707

Applicant

3DSWITCH S.R.L.

Title

DISPOSITIVO E METODO PER IL RICONOSCIMENTO DI OCCHIALI PER
VISIONE STEREOSCOPICA, E RELATIVO METODO DI CONTROLLO DELLA
VISUALIZZAZIONE DI UN FLUSSO VIDEO STEREOSCOPICO.

Come noto, la visione stereoscopica viene ottenuta utilizzando due immagini relative a corrispondenti prospettive di un medesimo oggetto, tipicamente una prospettiva destra ed una sinistra.

Le immagini relative a queste due prospettive (tipicamente chiamate immagine destra ed immagine sinistra) vengono destinate rispettivamente all'occhio destro e a quello sinistro, in modo tale che il cervello umano integri le due prospettive in un'immagine che viene percepita come tridimensionale.

Le immagini destra e sinistra possono essere ottenute grazie ad un opportuno sistema di acquisizione (una cosiddetta "telecamera stereoscopica" con due obiettivi o una coppia di telecamere), oppure partendo da una prima immagine (ad es. l'immagine sinistra) e ricostruendo elettronicamente (mediante elaborazioni numeriche) l'altra immagine (ad es. l'immagine destra).

Nel corso degli anni sono state sviluppate molteplici tecniche che permettono la fruizione di contenuti 3D trasmessi mediante immagini stereoscopiche.

Una prima tecnica nota consiste nell'alternare nel tempo la visualizzazione dell'immagine destra e di quella sinistra.

Questa tecnica presenta però il problema che l'utente deve utilizzare degli occhiali attivi (noti come "shutter glasses") che oscurano alternativamente l'occhio destro e

quello sinistro, in modo tale che ogni occhio veda solamente le immagini associate ad una data prospettiva.

E' altresì noto proiettare le immagini destra e sinistra mediante luce polarizzata in modo differente. Ciò può ad esempio essere ottenuto trattando appositamente uno schermo di un televisore o utilizzando appositi filtri in un proiettore.

Anche in questo caso l'utente deve dotarsi di appositi occhiali (in questo caso passivi) provvisti di lenti polarizzate in modo diverso, ognuna delle quali permette il passaggio di una sola delle due immagini destra e sinistra.

In entrambi i casi, qualora l'utente provasse a guardare un flusso video stereoscopico senza questi appositi occhiali (d'ora in poi denominati occhiali stereoscopici per distinguerli dai normali occhiali da vista), la visione risulterebbe disturbata e sfocata, con conseguente affaticamento della vista per l'utente fino anche a portare mal di testa.

Per questo motivo esistono sistemi per la visualizzazione di video ed immagini 3D che consentono di selezionare manualmente la visualizzazione monoscopica (2D) o stereoscopica (3D). In questo modo se l'utente vuole vedere un contenuto 3D si dota degli occhiali stereoscopici e seleziona la visualizzazione 3D, differentemente viene selezionata la visualizzazione 2D e l'utente non deve

indossare gli occhiali per la visualizzazione stereoscopica. D'altronde la regolazione manuale da parte dell'utente limita la flessibilità di utilizzo del dispositivo stereoscopico, poiché può accadere che l'utente abbia difficoltà a commutare la modalità di visualizzazione del segnale video, ad esempio per handicap fisici o per il posizionamento del dispositivo di visualizzazione o per la complicazione d'uso di quest'ultimo.

Per risolvere questo problema sono noti sistemi di visione stereoscopica il cui funzionamento è controllato automaticamente.

Ad esempio i brevetti JP2001326949A e JP 2008171013A descrivono dispositivi che consentono all'utente di svolgere altre attività mentre indossa occhiali attivi per la visione stereoscopica. Questi sistemi utilizzano una telecamera posta sugli occhiali che, quando inquadra lo schermo, lo riconosce e fornisce un segnale al controllo degli occhiali che vengono così attivati. Quando l'utente non guarda lo schermo, gli occhiali vengono disattivati, vale a dire nessuno dei due occhi viene oscurato.

Questi dispositivi presentano lo svantaggio di richiedere occhiali stereoscopici alimentati e muniti di una telecamera e perciò complessi, pesanti e costosi.

Inoltre la soluzione proposta da questi brevetti prevede che l'utente indossi sempre gli occhiali dato che il segnale

video è sempre visualizzato in modalità stereoscopica. Queste soluzioni non risolvono quindi il problema della visualizzazione di un segnale video qualora l'utente non stia indossando gli occhiali stereoscopici.

Il brevetto JP1093987A descrive un dispositivo in grado di commutare automaticamente tra visione monoscopica e stereoscopica in base al segnale di un sensore posto sullo schermo, che rileva la radiazione emessa da una sorgente infrarossa sugli occhiali stereoscopici; solo quando l'utente che indossa gli occhiali stereoscopici è rivolto verso lo schermo, il segnale video è visualizzato in modalità stereoscopica. Questo dispositivo presenta lo svantaggio che gli occhiali richiedono un'apposita alimentazione per la sorgente infrarossa e risultano pertanto complessi e costosi. Scopo della presente invenzione è di presentare un dispositivo ed un metodo che risolvano i problemi dell'arte nota.

In particolare è scopo della presente invenzione quello di presentare un metodo che permetta di riconoscere la presenza di occhiali stereoscopici in un ambiente antistante uno schermo ove vengono visualizzati contenuti 3D, ad esempio ove viene proiettato o visualizzato un flusso video stereoscopico.

E' poi scopo della presente invenzione quello di presentare un metodo che permetta di rilevare la presenza degli occhiali

senza richiedere modifiche, o almeno non modifiche ingombranti e/o costose, degli occhiali stereoscopici.

E' anche scopo della presente invenzione quello di presentare un metodo ed un relativo dispositivo che permettano di controllare efficacemente un sistema di visualizzazione di contenuti stereoscopici.

Inoltre, è scopo della presente invenzione quello di presentare un metodo ed un relativo dispositivo che permettano di controllare la modalità di visualizzazione di un flusso video in funzione dell'analisi dell'ambiente antistante allo schermo su cui sono visualizzate le immagini stereoscopiche.

E' poi scopo della presente invenzione quello di presentare un metodo per controllare la visualizzazione di un flusso video stereoscopico in modo più possibile vicino alle intenzioni delle persone che si trovano di fronte allo schermo ove sono visualizzati i contenuti video stereoscopici.

Questi ed altri scopi della presente invenzione sono raggiunti mediante un dispositivo ed un metodo incorporanti le caratteristiche delle rivendicazioni allegate, le quali formano parte integrante della presente descrizione.

L'idea generale alla base della presente invenzione è di prevedere un metodo per il riconoscimento di occhiali stereoscopici, in cui vengono acquisite dal medesimo punto di

vista almeno due immagini di un ambiente posto di fronte all'immagine proiettata, così da inquadrare uno o più utenti. Sfruttando le proprietà degli occhiali stereoscopici (polarizzazione delle lenti o oscuramento alternato degli occhi), viene effettuato il riconoscimento della presenza di questi occhiali mediante un confronto fra le due immagini.

Il metodo descritto viene implementato mediante un dispositivo comprendente almeno un sensore che acquisisce immagini e mezzi per processare opportunamente le suddette immagini.

Questa soluzione consente di superare gli svantaggi dell'arte nota dato che il rilevamento degli occhiali avviene senza richiedere telecamere o altri elementi attivi (ad esempio sorgenti luminose) collocati sugli occhiali per il rilevamento degli occhiali stessi.

Un tale rilevamento consente poi di migliorare la flessibilità di utilizzo del sistema di visualizzazione stereoscopica, consentendo di selezionare automaticamente una modalità di visualizzazione dipendente dalla presenza o meno degli occhiali stereoscopici nell'ambiente ripreso dal sensore. Ad esempio, il metodo consente di commutare automaticamente tra la visione monoscopica e quella stereoscopica e viceversa. Ancora, nei sistemi in cui la coppia d'immagini viene generata localmente, il metodo consente di regolare la profondità dell'immagine

stereoscopica a seconda delle condizioni rilevate dal sensore.

Utilizzando differenti modalità di acquisizione delle immagini (ad esempio ad intervalli di tempo prestabiliti o con luce polarizzata), l'idea qui proposta permette di rilevare sia occhiali a lenti polarizzate (circolari o lineari) che occhiali attivi (per esempio di tipo "shutter"). E' chiaro quindi che la soluzione qui proposta presenta notevoli vantaggi in termini di flessibilità d'utilizzo.

Vantaggiosamente, poi, il metodo di rilevamento degli occhiali prevede di rilevare se gli occhiali sono indossati o meno, ad esempio confrontando la posizione dei volti delle persone con quella degli occhiali. In questo modo è possibile selezionare in modo più accurato la modalità di visualizzazione che più probabilmente è attesa dall'utente.

Ad esempio se gli occhiali sono appoggiati sul tavolo, ciò vuol dire che l'utente desidera vedere il video in modalità monoscopica (2D) e quindi viene selezionata questa modalità di visualizzazione; viceversa se gli occhiali sono indossati allora è chiaro che l'utente vuole vedere un video 3D e la modalità di visualizzazione stereoscopica deve essere selezionata.

In un'ulteriore forma di realizzazione vantaggiosa, il metodo prevede di rilevare se tutti gli utenti indossano occhiali per la visione stereoscopica. In questo modo se solo una

parte degli utenti indossano occhiali stereoscopici, si seleziona una modalità di visualizzazione (ad esempio quella 2D) che non disturbi troppo la vista di chi non indossa gli occhiali, e/o si generano opportuni messaggi per gli spettatori. Ad esempio, in una forma di realizzazione se il segnale in ingresso è stereoscopico e nessuno indossa gli occhiali si genera un messaggio che suggerire di indossarli e si visualizza il segnale in formato 2D; nel caso in cui solo una parte degli spettatori indossa gli occhiali si genera un messaggio analogo che suggerisce a chi non indossa gli occhiali di provvedere ad indossarli. I messaggi così generati possono essere visivi e/o acustici ed utilizzare tecniche OSD (On Screen Display) per la visualizzazione di caratteri o simboli grafici in sovrapposizione al video o fare uso di segnalatori luminosi come delle luci che si accendono e spengono esternamente allo schermo. Ulteriori scopi e vantaggi della presente invenzione appariranno maggiormente chiari dalla descrizione dettagliata di alcuni esempi di forme di realizzazione preferite, qui di seguito descritte con riferimento ai disegni annessi forniti a puro titolo esemplificativo e non limitativo, in cui:

- La figura 1 mostra un'immagine schematica di un esempio di scena inquadrata dal dispositivo oggetto della presente invenzione.
- La figura 2 mostra un primo esempio di realizzazione del

dispositivo oggetto della presente invenzione.

- La figura 3 mostra un secondo esempio di realizzazione del dispositivo oggetto della presente invenzione.

- La figura 4 mostra un terzo esempio di realizzazione del dispositivo oggetto della presente invenzione.

- La figura 5 mostra un primo esempio del metodo oggetto della presente invenzione.

Nell'esempio di figura 1 viene illustrata un'immagine 100 che mostra la scena che tipicamente si trova di fronte ad uno schermo, ossia un utente 1 seduto su un divano. L'utente 1 indossa degli occhiali stereoscopici 2 per fruire di contenuti (immagini o video) stereoscopici.

L'immagine 100 di figura 1 è un'immagine dell'ambiente posto di fronte ad uno schermo ove vengono visualizzati contenuti stereoscopici, ad esempio uno schermo di un televisore o un telo su cui viene proiettata un'immagine.

L'immagine 100 viene acquisita da un dispositivo di ripresa collocato in prossimità dello schermo e rivolto verso l'utente 1 che è seduto di fronte allo schermo. Il dispositivo di ripresa riprende quindi frontalmente l'ambiente antistante lo schermo. Questa prospettiva di ripresa risulta preferita in quanto eventuali occhiali stereoscopici indossati dall'utente vengono ripresi frontalmente e quindi la superficie ripresa delle lenti appare maggiore rispetto ad una ripresa laterale

dell'ambiente.

Alternativamente il dispositivo di ripresa può essere posizionato in altre posizioni, anche lontano dallo schermo, ma preferibilmente riprendendo un ambiente posto di fronte a questo.

In entrambi i casi risulta preferito e vantaggioso dotare il dispositivo di ripresa di opportune sorgenti di luce infrarossa che illuminino l'ambiente così da migliorare la successiva elaborazione dell'immagine dell'ambiente secondo il metodo qui di seguito descritto. In figura 2 viene illustrato schematicamente un primo esempio di realizzazione del dispositivo di ripresa 3 che acquisisce l'immagine 100.

Il dispositivo 3 comprende una lente obbiettivo 4 che inquadra la scena già descritta con riferimento alla figura 1 ed oggetto dell'immagine 100.

L'immagine ripresa 100 viene trasmessa ad un beam splitter 5 che crea due cammini ottici separati. Le immagini che percorrono il primo cammino ottico 6a vengono filtrate da un primo polarizzatore 7, cosicché la radiazione in uscita dal polarizzatore risulta polarizzata secondo una prima direzione, ad esempio una direzione y orizzontale ortogonale alla direzione di propagazione, oppure secondo una polarizzazione circolare, per esempio di verso antiorario. Le immagini che invece percorrono il secondo cammino ottico 6b, in uscita dal beam splitter 5, vengono riflesse dallo

specchio 8 e vengono filtrate da un secondo polarizzatore 9 in grado di polarizzare la radiazione entrante secondo una seconda direzione di polarizzazione diversa (e preferibilmente ortogonale) a detta prima direzione di polarizzazione, ovvero di tipo circolare ma di verso opposto alla precedente, ovvero di tipo orario. Nell'esempio di figura 2 la radiazione luminosa in uscita al polarizzatore 9 è polarizzata verticalmente (direzione z in figura 2).

Il dispositivo comprende ulteriormente due sensori d'immagine 10 e 11 che rilevano ciascuno una delle immagini che arrivano lungo i due diversi cammini ottici 6a e 6b. I due sensori possono essere ad esempio sensori CCD o utilizzando qualsiasi altra tecnologia adatta allo scopo di rilevare luce, o in generale una radiazione luminosa, in particolare radiazione visibile o nell'infrarosso.

Così facendo si ottengono due immagini catturate dallo stesso punto di vista e nello stesso istante di tempo, una delle quali è filtrata da un primo polarizzatore 7 mentre l'altra è filtrata da un secondo polarizzatore 9.

Le immagini acquisite dai sensori d'immagini 10 e 11 sono quindi trasformate in segnali elettrici e trasmesse ai mezzi 12 che le processano realizzando il metodo che verrà descritto in seguito. Tali mezzi 12 sono preferibilmente costituiti da un processore o un microcontrollore, tuttavia essi possono comprendere uno o più dispositivi elettronici

collegati, integrati o interconnessi, in grado di confrontare le immagini ricevute dai sensori d'immagine 10 e 11 secondo le modalità qui di seguito descritte.

Il dispositivo 3 permette di rilevare la presenza di occhiali per la visione stereoscopica che sfruttano la tecnologia a lenti polarizzate. A questo scopo i filtri polarizzatori 7 e 9 permettono di polarizzare la luce nelle due direzioni di polarizzazione delle immagini destra e sinistra che vengono visualizzate dal televisore o proiettore che l'utente sta osservando. I filtri polarizzatori avranno quindi le medesime capacità di polarizzazione delle due lenti degli occhiali 2.

In una forma di realizzazione alternativa, per acquisire due immagini polarizzate del medesimo ambiente, il dispositivo di ripresa viene previsto di una sorgente luminosa, per esempio di tipo infrarosso, che illumina la scena mediante luce polarizzata secondo le due direzioni di polarizzazione delle immagini. Ciò viene ad esempio ottenuto mediante due LED infrarossi posti dietro due filtri polarizzatori del medesimo tipo delle lenti degli occhiali stereoscopici. Alternativamente è possibile prevedere un sistema meccanico in grado di muovere due filtri polarizzatori avanti ad una sorgente di luce non polarizzata, così da ottenere un'alternanza di luce polarizzata secondo due modalità differenti date dai due filtri. Un tale sistema può ad esempio comprendere una ruota con i due filtri a coprire metà

dell'area della ruota; ruotando la ruota, la luce emessa dalla sorgente non polarizzata viene alternatamente polarizzata dai due filtri. In questa forma di realizzazione, il dispositivo di ripresa può essere provvisto di un beam splitter come in figura 2, in modo tale da acquisire immagini dell'ambiente nel medesimo istante di tempo, ma con differente polarizzazione. Alternativamente il dispositivo di ripresa può essere semplificato e prevedere un unico sensore d'immagine e nessun beam splitter. In questo caso i due LED che illuminano l'ambiente vengono comandati in modo alternato e si acquisiscono due immagini riprese in istanti di tempo differenti. Alternando rapidamente (a distanza di poche decine o centinaia di ms) l'illuminazione dell'ambiente, le due immagini risultano comparabili ai fini del rilevamento degli occhiali stereoscopici come meglio spiegato nel seguito.

Nell'esempio di figura 3 è rappresentata un'ulteriore forma di realizzazione del dispositivo di ripresa. Con numeri uguali sono indicati i medesimi elementi di figura 2.

In questa forma di realizzazione, il dispositivo di ripresa 3' comprende un unico sensore d'immagini. La luce ripresa dall'obiettivo 4 viene divisa lungo i due cammini ottici 6a e 6b dal beam splitter 5; successivamente i polarizzatori 7 e 9 posti lungo i due cammini ottici polarizzano la radiazione in ingresso e forniscono in uscita due immagini polarizzate che

convergono sulle due metà del sensore d'immagini 13, la cui uscita viene trasmessa ai mezzi 12' che le processano.

Questa variante privilegia la compattezza del dispositivo e permette di ridurre il numero di componenti.

In figura 4 viene illustrato un altro esempio di realizzazione del dispositivo di ripresa.

Il dispositivo di ripresa 3'' comprende una lente obiettivo 4 che inquadra la scena già descritta con riferimento alla figura 1. L'immagine in ingresso viene trasmessa direttamente ad un sensore d'immagini 14 che acquisisce immagini ad una frequenza stabilita dai mezzi di sincronizzazione 15. La frequenza di acquisizione delle immagini è corrispondente alla frequenza di visualizzazione delle immagini stereoscopiche o ad un suo multiplo intero, ad esempio è pari a 50Hz così da acquisire un'immagine ogni cinquantesimo di secondo. Preferibilmente, i mezzi di sincronizzazione 15 sono integrati o collegati al televisore o al proiettore che visualizza le immagini o il flusso video osservato dall'utente 1, in modo tale da acquisire immagini in modo sincrono con la visualizzazione delle immagini destre e sinistre.

Le immagini acquisite dal sensore d'immagini 14 sono trasmesse ai mezzi 16 che le processano secondo il metodo che sarà descritto in seguito.

Questo dispositivo 3'' è particolarmente adatto qualora si

voglia rilevare la presenza di occhiali attivi per la visione stereoscopica, che sfruttano la tecnologia del tipo "shutter". Infatti, nei vari istanti di acquisizione il dispositivo è in grado di rilevare le differenze di apertura e/o otturazione di ciascuna delle lenti degli occhiali 2.

Nel caso in cui i mezzi di sincronizzazione 15 sono sincronizzati con la visualizzazione delle immagini destra e sinistra, questi risultano sincronizzati anche con gli occhiali "shutter", che come noto vengono sincronizzati al televisore o proiettore in modo tale che l'occhio destro veda sempre l'immagine destra e l'occhio sinistro veda sempre l'immagine sinistra. In questo modo il dispositivo 3" riprende sempre una lente otturata (o chiusa) ed una trasparente (o aperta), però in due fotogrammi consecutivi la lente oscurata nel primo risulta aperta nel secondo e viceversa.

In una forma di realizzazione, il dispositivo di ripresa 3" comprende una sorgente luminosa, per esempio di tipo infrarosso, che illumina la scena mediante luce pulsante alla medesima frequenza di acquisizione delle immagini. Tale sorgente luminosa viene quindi preferibilmente comandata dai mezzi di sincronizzazione 15.

In tutte le forme di realizzazione sopra descritte, il dispositivo di ripresa consente di eseguire un metodo di rilevamento degli occhiali stereoscopici e di controllo della

visione stereoscopica.

La figura 5 permette di seguire le fasi di un primo esempio di un tale metodo che, ai soli fini di maggior chiarezza, viene descritto con riferimento al dispositivo di ripresa 3.

Il dispositivo 3 acquisisce le immagini 51 e 52 che corrispondono alle due immagini filtrate dai polarizzatori 7 e 9. In figura 5 viene evidenziata la differenza tra la lente sinistra e quella destra degli occhiali stereoscopici polarizzati indossati dall'utente. Nell'immagine 51 la lente sinistra risulta scura, mentre nell'immagine 52 la stessa lente risulta trasparente. Questo perché quando la luce attraversa un filtro polarizzatore, la lente con la medesima polarizzazione risulta trasparente, mentre l'altra risulta scura per via della diversa polarizzazione.

Lo stesso tipo di immagini 51 e 52 si ottengono se gli occhiali sono attivi (es. occhiali di tipo "shutter") e le immagini acquisite in istanti di tempo diversi come spiegato sopra con riferimento alla descrizione del dispositivo 3" di figura 4.

In entrambi i casi, il metodo di riconoscimento della presenza degli occhiali stereoscopici prevede, successivamente all'acquisizione delle due immagini 51 e 52, di confrontarle per evidenziarne le differenze.

In una forma di realizzazione, l'immagine 51 viene sottratta all'immagine 52 (chiaramente si potrebbe fare il contrario e

sottrarre l'immagine 52 all'immagine 51).

Come noto, un'immagine è costituita da una pluralità di pixel i cui valori RGB sono rappresentati da una sequenza di bit, pertanto sottrarre due immagini equivale a sottrarre i valori di RGB di un pixel di un'immagine a quelli di un corrispondente pixel dell'altra immagine.

Il risultato di questa differenza è un'immagine i cui pixel hanno valore pressoché nullo dappertutto ad eccezione delle zone occupate dalle lenti degli occhiali stereoscopici. In queste zone si avranno rispettivamente valori positivi e negativi in corrispondenza delle due lenti come illustrato nell'immagine 53, mentre la restante parte dell'immagine 53 risulta essere completamente nulla (qui rappresentata in nero).

Occorre notare che nel caso in cui le due immagini vengano riprese in tempi differenti (come ad es. nel caso degli occhiali shutter sopra descritto con riferimento alla fig. 4), le due immagini possono non essere perfettamente sovrapponibili a causa del possibile movimento dello spettatore. Tuttavia, nella fase successiva, che ora si va a descrivere, rimane sempre possibile riconoscere il pattern degli occhiali, in quanto è estremamente improbabile che le differenze dovute al movimento riproducano un pattern simile a quello prodotto dagli occhiali.

In una forma di realizzazione, per evitare situazioni nelle

quali il movimento dello spettatore può compromettere la misurazione, il metodo prevede di stimare un indice di confidenza basato su una somma dei quadrati delle differenze fra corrispondenti pixel delle due immagini acquisite in modo da capire quanto le due immagini differiscono. Un tale indice può ad esempio essere la media delle differenze di una parte o di tutti i pixel delle due immagini, oppure può essere il numero di differenze che superano un certo valore di soglia prefissato.

Nel caso in cui l'indice di confidenza superi un valore predefinito (ad esempio calcolato empiricamente), la misura viene ignorata e si attende a generare un segnale relativo alla presenza degli occhiali fino a che l'indice di confidenza non torna sotto soglia, il che vuol dire che nella scena è sostanzialmente cessato il moto.

Tornando ora al metodo per il riconoscimento degli occhiali, dopo aver calcolato l'immagine differenza, il metodo prevede una fase di riconoscimento degli occhiali nell'immagine differenza.

In una forma di realizzazione, gli occhiali vengono rilevati rilevando la presenza di due lenti all'interno dell'immagine differenza. In una forma di realizzazione, una lente viene rilevata quando si ha un gruppo di pixel contigui non nulli in numero superiore ad un valore predeterminato. In un'altra forma di realizzazione, si rileva una lente mediante

confronto di un gruppo di pixel contigui non nulli con immagini predefinite di lenti.

In una forma di realizzazione, il pattern nelle zone occupate dalle lenti viene riconosciuto mediante tecniche di ricerca dei pattern o elaborazione delle immagini, come per esempio la nota tecnica di Haar. Questo metodo può essere implementato ad esempio usando librerie software di per sé note quali la libreria OpenCV ("Open Computer Vision") che contiene diverse implementazioni di algoritmi di visione artificiale.

In caso di assenza degli occhiali, le due immagini 51 e 52 sarebbero sostanzialmente identiche, quindi l'immagine differenza 53 sarebbe completamente nulla, ed il processore del dispositivo di ripresa (ad esempio i mezzi 12, 12' o 16) rileverebbe l'assenza degli occhiali.

Nel caso in cui ci siano due sensori, o nel caso in cui le ottiche del dispositivo di ripresa non siano perfettamente allineate, le due immagini acquisite non sono immediatamente sovrapponibili. Per migliorare la rilevazione degli occhiali, il metodo prevede un passo di calibrazione iniziale al fine di assicurare il miglior allineamento e la miglior linearità possibili delle immagini.

In una forma di realizzazione preferita, dopo aver riconosciuto la presenza (o assenza) degli occhiali stereoscopici, il dispositivo fornisce in uscita un segnale

indicativo della presenza o meno degli occhiali.

Con riferimento alle figure 2, 3, e 4, un tale segnale è indicato dalla freccia in uscita dai mezzi 12, 12' e 16 che sono deputati a generarlo. In una forma di realizzazione, il dispositivo per il rilevamento degli occhiali stereoscopici è un dispositivo indipendente dal sistema di visualizzazione (televisore, set-top-box, proiettore ecc...) e comprende mezzi di trasmissione (non mostrati nelle figure da 2 a 4) che permettono di trasmettere il segnale relativo alla presenza di occhiali stereoscopici al sistema di visualizzazione. La trasmissione del segnale dal dispositivo di rilevazione degli occhiali può avvenire via cavo o senza cavo, utilizzando modi e protocolli di comunicazione di tipo standardizzato (USB, bluetooth, Wi-fi, Ethernet, ecc...) o protocolli proprietari. Il sistema di visualizzazione viene quindi previsto di mezzi di ricezione e decodifica di un tale segnale e di mezzi atti a controllare la visualizzazione dei contenuti 3D sulla base del segnale ricevuto come descritto qui nel seguito.

Chiaramente, il dispositivo per il rilevamento degli occhiali può essere integrato nel sistema di visualizzazione; in questo caso gli stessi mezzi che rilevano la presenza degli occhiali possono controllare la visualizzazione dell'immagine 3D, ad esempio tale segnale può essere utilizzato per commutare da visione monoscopica a stereoscopica (e

viceversa).

In questo modo, sfruttando il rilevamento degli occhiali secondo il metodo sopra descritto, è possibile implementare un metodo di controllo della visualizzazione di immagini e/o flussi video, in cui si seleziona automaticamente la modalità di visualizzazione più adatta ai desideri dell'utente, fornendo immagini stereoscopiche solo quando egli indossa gli occhiali stereoscopici. Viene così ad aumentare la flessibilità di utilizzo dell'apparato di visualizzazione di immagini stereoscopiche.

In un'ulteriore forma di realizzazione, in aggiunta ad individuare la presenza degli occhiali come illustrato sopra (ossia facendo la differenza di due immagini riprese con luce polarizzata differente o in istanti di tempo predeterminati differenti), il metodo prevede di rilevare la presenza di teste di persone nell'immagine.

Più preferibilmente il metodo prevede di rilevare la presenza di volti.

Questa rilevazione dei volti viene ottenuta mediante tecniche di riconoscimento facciale di per sé note, soprattutto nel settore della sicurezza e della videosorveglianza.

Preferibilmente il rilevamento dei volti viene effettuato su una sola delle due immagini acquisite, in modo tale da ridurre i tempi di elaborazione ed il costo computazionale del processo di rilevamento.

Preferibilmente, il metodo prevede di rilevare l'area occupata dai volti.

Le fasi di riconoscimento dei volti e di riconoscimento degli occhiali possono essere effettuate in parallelo o in un ordine qualsiasi.

Successivamente, la posizione dei volti nell'immagine viene confrontata con la posizione delle lenti.

In questo modo, dal confronto tra la posizione dei volti e quella delle lenti si rileva se gli occhiali stereoscopici sono indossati da un'utente, oppure semplicemente appoggiati su un mobile o un divano in posizione tale da essere inquadrati dal dispositivo. Anche questo passo del metodo può essere implementato preferibilmente mediante algoritmi OpenCV.

In un'ulteriore forma di realizzazione, il metodo prevede di rilevare se il numero di occhiali rilevati (eventualmente calcolato sulla base delle lenti rilevate) corrisponde al numero di volti rilevati, e più preferibilmente se tutti gli occhiali sono indossati (ossia se tutti gli occhiali si trovano nell'area dei volti riconosciuti).

Se tutti gli utenti indossano gli occhiali, allora il metodo di controllo della visualizzazione prevede di visualizzare il flusso video secondo una modalità stereoscopica.

Se, differentemente, si riconosce che un utente non indossa gli occhiali stereoscopici, il metodo prevede di variare la

modalità di visione, per esempio in una modalità monoscopica. Alternativamente, è possibile che il metodo vari la modalità di visione in una modalità sempre stereoscopica, ma con profondità ridotta per ridurre il senso di disagio dello spettatore sprovvisto di occhiali stereoscopici.

In una forma di realizzazione, in aggiunta o in alternativa a selezionare la modalità di visualizzazione, a seconda che tutti gli utenti indossino gli occhiali o meno il metodo prevede di generare dei messaggi d'informazione per gli spettatori.

Ad esempio, se il segnale in ingresso è stereoscopico e nessuno indossa gli occhiali si genera un messaggio (visivo e/o acustico) che suggerire di indossarli e si visualizza il segnale in formato 2D. Nel caso in cui solo una parte degli spettatori indossi gli occhiali si genera un messaggio che suggerisce a chi non indossa gli occhiali di provvedere ad indossarli. I messaggi così generati possono essere visivi e/o acustici ed utilizzare tecniche OSD (On Screen Display) per la visualizzazione di caratteri o simboli grafici in sovrapposizione al video o fare uso di segnalatori luminosi come delle luci che si accendono e spengono esternamente allo schermo.

Il metodo descritto sinora può prevedere in aggiunta una fase di training adattativo in maniera da riconoscere con maggior efficacia le situazioni in cui l'utente desidera che la

modalità di visualizzazione venga commutata automaticamente, per esempio definendo la forma preferita dei pattern da associare agli occhiali stereoscopici. Questi occhiali stereoscopici possono per esempio essere fra loro diversi per forma e dimensioni, ma tutti devono mantenere alcune caratteristiche comuni (per esempio, il tipo di polarizzazione o la frequenza di attivazione) che ne consentono il riconoscimento mediante il dispositivo di ripresa. Preferibilmente, anche questo training adattativo può essere implementato mediante algoritmi OpenCV.

Nel caso in cui il dispositivo di ripresa inquadri degli occhiali con lenti polarizzate ma non atti alla visione stereoscopica (per esempio, occhiali da sole di tipo speciale) il metodo riconosce la presenza di questi occhiali poiché la differenza tra le due immagini evidenzia la presenza di lenti con la medesima polarizzazione, ed il metodo pertanto assume che non vi siano occhiali stereoscopici in quella posizione.

L'acquisizione ed elaborazione delle immagini da parte del dispositivo descritto in precedenza, può essere fatta in continuo o più preferibilmente ripetuta ad intervalli di tempo regolari, per esempio con una frequenza di 15 secondi. Aumentando la durata degli intervalli è possibile per esempio ridurre l'onere computazionale per il dispositivo.

In una forma di realizzazione, le immagini dell'ambiente

antistante lo schermo vengono acquisite ed elaborate in continuo, con ciò intendendo che il processo di acquisizione ed elaborazione viene ripetuto in continuo; chiaramente dato che tale processo richiede del tempo (alcuni ms), con il termine "acquisizione ed elaborazione in continuo" si intende che tale processo viene ripetuto continuamente. In questa forma di realizzazione, la modalità di visione non è modificata in continuo ad ogni rilevamento della presenza degli occhiali; in questo modo si evita che false rilevazioni causino un continuo alternarsi dell'immagine tra due diverse modalità di visualizzazione. In una forma di realizzazione, il segnale utile alla selezione della modalità di visualizzazione del flusso video viene generato dopo un numero predeterminato di processi di acquisizione ed elaborazione: in altri termini, affinché si verifichi un cambiamento della modalità di visualizzazione non basta una sola acquisizione, ma ne occorrono un certo numero. Alternativamente, il segnale viene generato di continuo alla fine di ogni elaborazione, tuttavia il dispositivo di visualizzazione non lo considera.

E' chiaro ora che molte varianti sono possibili all'uomo esperto del settore senza per questo fuoriuscire dall'ambito di protezione quale risulta dalle rivendicazioni allegate. In particolare, è chiaro che l'invenzione non è limitata alle singole forme di realizzazione sopra descritte, bensì molte

altre possono essere ottenute prendendo elementi e caratteristiche di differenti forme di realizzazione sopra descritte per combinarle (eventualmente anche con soluzioni tecniche di per sé note al tecnico del settore) in metodi e dispositivi diversi pur utilizzando l'idea di base per rilevare gli occhiali stereoscopici mediante acquisizione e confronto di due immagini riprese da uno stesso punto di vista, o comunque di controllare la modalità di visualizzazione di un flusso video grazie ad un siffatto rilevamento degli occhiali.

E' altresì chiaro che l'invenzione non è limitata al dispositivo di ripresa che permette di rilevare la presenza di occhiali stereoscopici, ma è altresì estesa ad un sistema di visualizzazione video comprendente sia il suddetto dispositivo di ripresa, sia mezzi atti a ricevere un flusso video stereoscopico, sia mezzi atti a visualizzare tale flusso video stereoscopico secondo un metodo di controllo della modalità di visualizzazione del flusso video come sopra descritto. In un tale sistema, il dispositivo di ripresa e quello di visualizzazione (ad esempio un televisore o un proiettore) possono essere tra loro collegati, integrati o in altro modo operativamente connessi.

In una variante, il metodo di rilevamento degli occhiali stereoscopici qui sopra proposto può comprendere algoritmi di rilevazione del movimento di pattern degli occhiali, per

fornire funzionalità accessorie tra cui per esempio la commutazione del segnale video o perfino la modifica delle immagini stereoscopiche per evitare effetti di parallasse, nel caso di sistemi stereoscopici che generano in tempo reale le immagini per uno dei due occhi.

In un'ulteriore forma di realizzazione, occhiali di tipo "shutter" vengono provvisti di due filtri polarizzati preferibilmente posti in corrispondenza delle due lenti, ad esempio esternamente alla montatura ai lati delle lenti. In questo modo è possibile utilizzare un dispositivo che rileva la presenza degli occhiali stereoscopici polarizzati anche se questi sono di tipo shutter. Quando il dispositivo riprende l'ambiente antistante lo schermo con luce polarizzata secondo le due direzioni dei due filtri, questi appariranno rispettivamente trasparenti o scuri come spiegato sopra con riferimento alla figura 5 e permettono quindi la rilevazione degli occhiali mediante il metodo sopra descritto. Il vantaggio di questo metodo è quello di prevenire eventuali incertezze o errori di rilevamento dovuti al movimento dello spettatore.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per il riconoscimento di occhiali stereoscopici, in cui vengono acquisite dal medesimo punto di vista due immagini di un ambiente antistante uno schermo atto a visualizzare flussi video stereoscopici, **caratterizzato dal fatto di**

- calcolare un'immagine differenza sottraendo una di dette due immagini dall'altra,
- rilevare la presenza di due lenti all'interno di detta immagine sulla base di detta immagine differenza.

2. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui si rileva una lente quando si ha un gruppo di pixel contigui non nulli in numero superiore ad un valore predeterminato.

3. Metodo secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui si rileva una lente mediante confronto di un gruppo di pixel contigui non nulli con immagini predefinite di lenti.

4. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 3, in cui dette due immagini sono acquisite attraverso un rispettivo un filtro polarizzatore, in cui i filtri polarizzatori associati a dette due immagini sono diversi.

5. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 4, in cui dette due immagini sono acquisite in diversi istanti di tempo, ed in cui l'acquisizione di dette immagini è sincronizzata rispettivamente alla visualizzazione di un'immagine destra ed un'immagine sinistra su detto schermo.

6. Metodo secondo la rivendicazione 5, in cui dette immagini destra e sinistra corrispondono a due diversi fotogrammi stereoscopici di un flusso video stereoscopico.

7. Metodo secondo una delle rivendicazioni da 1 a 6, in cui si eseguono diverse rilevazioni nel tempo di detti occhiali, in cui ad una prima rilevazione si memorizza la forma e/o la dimensione di detti occhiali rilevati, ed in cui ad una successiva rilevazione si confronta la forma e/o le dimensioni degli occhiali rilevati con la forma e/o dimensione memorizzata.

8. Metodo secondo una delle rivendicazioni da 1 a 7, in cui si eseguono diverse rilevazioni nel tempo di detti occhiali, ed in cui si modifica la modalità di visualizzazione solo dopo aver ripetuto per un numero predeterminato di volte le fasi di acquisizione delle immagini e di rilevazione degli occhiali.

9. Metodo per controllare la modalità di visualizzazione di un flusso video stereoscopico, in cui detto flusso video stereoscopico comprende una sequenza di immagini destre destinate all'occhio destro di un utente, ed una sequenza di immagini sinistre destinate all'occhio sinistro di un utente, il metodo essendo caratterizzato dal fatto di rilevare la presenza di occhiali stereoscopici in un ambiente antistante uno schermo atto a visualizzare flussi video stereoscopici mediante un metodo incorporante le

caratteristiche di una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 8, e di

visualizzare detto flusso stereoscopico secondo una modalità dipendente dal rilevamento di detti occhiali stereoscopici.

10. Metodo secondo la rivendicazione 9, in cui si ripete nel tempo la rilevazione degli occhiali stereoscopici e si commuta automaticamente modalità di visualizzazione quando cambia il risultato di detto rilevamento.

11. Metodo secondo la rivendicazione 9 o 10, in cui si visualizza detto flusso video in modalità stereoscopica quando si rilevano detti occhiali, ed in cui si visualizza detto flusso video in modalità monoscopica quando detti occhiali non sono rilevati.

12. Metodo secondo la rivendicazione 9 o 10 o 11, ulteriormente comprendente un passo di riconoscimento dei volti di utenti presenti in detto ambiente antistante lo schermo, in modo tale da visualizzare detto flusso video in funzione del rilevamento di detti occhiali e del rilevamento di detti volti in una posizione corrispondente a quella degli occhiali.

13. Metodo secondo la rivendicazione 12, in cui si generano messaggi acustici e/o visivi se tutti gli occhiali rilevati sono in una posizione corrispondente ad un volto.

14. Dispositivo per il riconoscimento di occhiali per visione stereoscopica, comprendente almeno un sensore

(10,11,13,14) che acquisisce immagini e mezzi (12,12') per processare dette immagini acquisite, **caratterizzato dal fatto che** detti mezzi (12,12') per processare sono atti ad eseguire un metodo per il riconoscimento degli occhiali secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 8.

15. Dispositivo secondo la rivendicazione 14, ulteriormente comprendente

un beam splitter (5) atto a dividere la luce acquisita da un obiettivo secondo due cammini ottici differenti,

un primo polarizzatore (7) posto su un primo di detti due cammini ottici ed atto a polarizzare la luce entrante con un primo tipo di polarizzazione, ed

un secondo polarizzatore (9) posto su un secondo di detti due cammini ottici ed atto a polarizzare la luce entrante con un secondo tipo di polarizzazione.

16. Dispositivo secondo la rivendicazione 15, in cui dette prima immagine e detta seconda immagine sono acquisite ciascuna da un rispettivo sensore di immagini (10,11).

17. Dispositivo secondo la rivendicazione 15, in cui detta prima immagine e detta seconda immagine sono acquisite da un unico sensore di immagini (14).

18. Dispositivo secondo una delle rivendicazioni da 14 a 17, ulteriormente comprendente mezzi per illuminare la scena inquadrata da detto almeno un sensore di immagini.

19. Dispositivo secondo la rivendicazione 18, in cui detti

mezzi per illuminare comprendono una sorgente di luce polarizzata.

20. Dispositivo secondo la rivendicazione 19, in cui detto dispositivo comprende una sorgente di luce non polarizzata, in particolare una luce nell'infrarosso, ed un sistema meccanico atto a muovere una coppia di filtri polarizzatori avanti a detta sorgente di luce non polarizzata.

21. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 14 a 20, ulteriormente comprendente mezzi atti a trasmettere in uscita a detto dispositivo un segnale relativo alla rilevazione di detti occhiali.

22. Sistema di visualizzazione video, comprendente un dispositivo per rilevare la presenza di occhiali stereoscopici secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 14 a 21, mezzi atti a ricevere un flusso video stereoscopico, e mezzi atti a visualizzare detto flusso video stereoscopico secondo un metodo incorporante le caratteristiche di una qualsiasi delle rivendicazioni da 9 a 13.

CLAIMS

1. Method for the recognition of stereoscopic glasses, wherein two images of an environment in front of a screen adapted to display stereoscopic video streams are acquired from the same point of view, **characterized in that**

- a differential image is calculated by subtracting one of said two images from the other one,
- the presence of two lenses in said image is detected based on said differential image.

2. Method according to claim 1, wherein a lens is detected when there is a group of contiguous non-null pixels in a number exceeding a predetermined value.

3. Method according to claim 1 or 2, wherein a lens is detected by comparing a group of contiguous non-null pixels with predefined lens images.

4. Method according to any of claims 1 to 3, wherein said two images are acquired through a respective polarizer filter, wherein the polarizer filters associated with said two images are different.

5. Method according to any of claims 1 to 4, wherein said two images are acquired at different time instants, and wherein the acquisition of said images is synchronised with the visualization of a right image and a left image, respectively, on said screen.

6. Method according to claim 5, wherein said right and left

images correspond to two different stereoscopic frames of a stereoscopic video stream.

7. Method according to one of claims 1 to 6, wherein several detections of said glasses take place over time, wherein during a first detection the shape and/or size of said detected glasses are stored, and wherein during a subsequent detection the shape and/or size of the detected glasses are compared with the stored shape and/or size.

8. Method according to any of claims 1 to 7, wherein several detections of said glasses take place over time, and wherein the display mode is only changed after the image acquisition and glass detection steps have been repeated for a predetermined number of times.

9. Method for controlling the display mode of a stereoscopic video stream, wherein said stereoscopic video stream comprises a sequence of right images intended for a user's right eye and a sequence of left images intended for a user's left eye, the method being characterized in that the presence of stereoscopic glasses within an environment in front of a screen adapted to display stereoscopic video streams is detected through a method incorporating the features set out in any of claims 1 to 8, and said stereoscopic stream is displayed in a mode that depends on the detection of said stereoscopic glasses.

10. Method according to claim 9, wherein the detection of

the stereoscopic glasses is repeated over time and the display mode is switched automatically when the result of said detection changes.

11. Method according to claim 9 or 10, wherein said video stream is displayed in stereoscopic mode when said glasses are detected, and wherein said video stream is displayed in monoscopic mode when said glasses are not detected.

12. Method according to claim 9 or 10 or 11, further comprising a step of recognizing users' faces within said environment in front of the screen, so as to display said video stream as a function of the detection of said glasses and of the detection of said faces in a position corresponding to that of the glasses.

13. Method according to claim 12, wherein acoustic and/or visual messages are generated if all detected glasses are in a position corresponding to a face.

14. Device for the recognition of glasses for stereoscopic vision, comprising at least one sensor (10,11,13,14) for acquiring images and means (12,12') for processing said acquired images, **characterized in that** said processing means (12,12') are adapted to implement a method for glasses recognition according to any of claims 1 to 8.

15. Device according to claim 14, further comprising a beam splitter (5) adapted to split the light acquired by a lens into two different optical paths,

a first polarizer (7) placed on a first one of said two optical paths and adapted to polarize the incoming light by means of a first type of polarization, and

a second polarizer (9) placed on a second one of said two optical paths and adapted to polarize the incoming light by means of a second type of polarization.

16. Device according to claim 15, wherein said first image and said second image are acquired each by a respective image sensor (10,11).

17. Device according to claim 15, wherein said first image and said second image are both acquired by a single image sensor (14).

18. Device according to any of claims 14 to 17, further comprising means for illuminating the scene taken by said at least one image sensor.

19. Device according to claim 18, wherein said illumination means comprise a source of polarized light.

20. Device according to claim 19, wherein said device comprises a source of non-polarized light, in particular infrared light, and a mechanical system adapted to move a pair of polarizer filters before said source of non-polarized light.

21. Device according to any of claims 14 to 20, further comprising means adapted to output to said device a signal relating to the detection of said glasses.

22. Video display system, comprising a device for detecting the presence of stereoscopic glasses according to any of claims 14 to 21, means adapted to receive a stereoscopic video stream, and means adapted to display said stereoscopic video stream according to a method incorporating the features set out in any of claims 9 to 13.

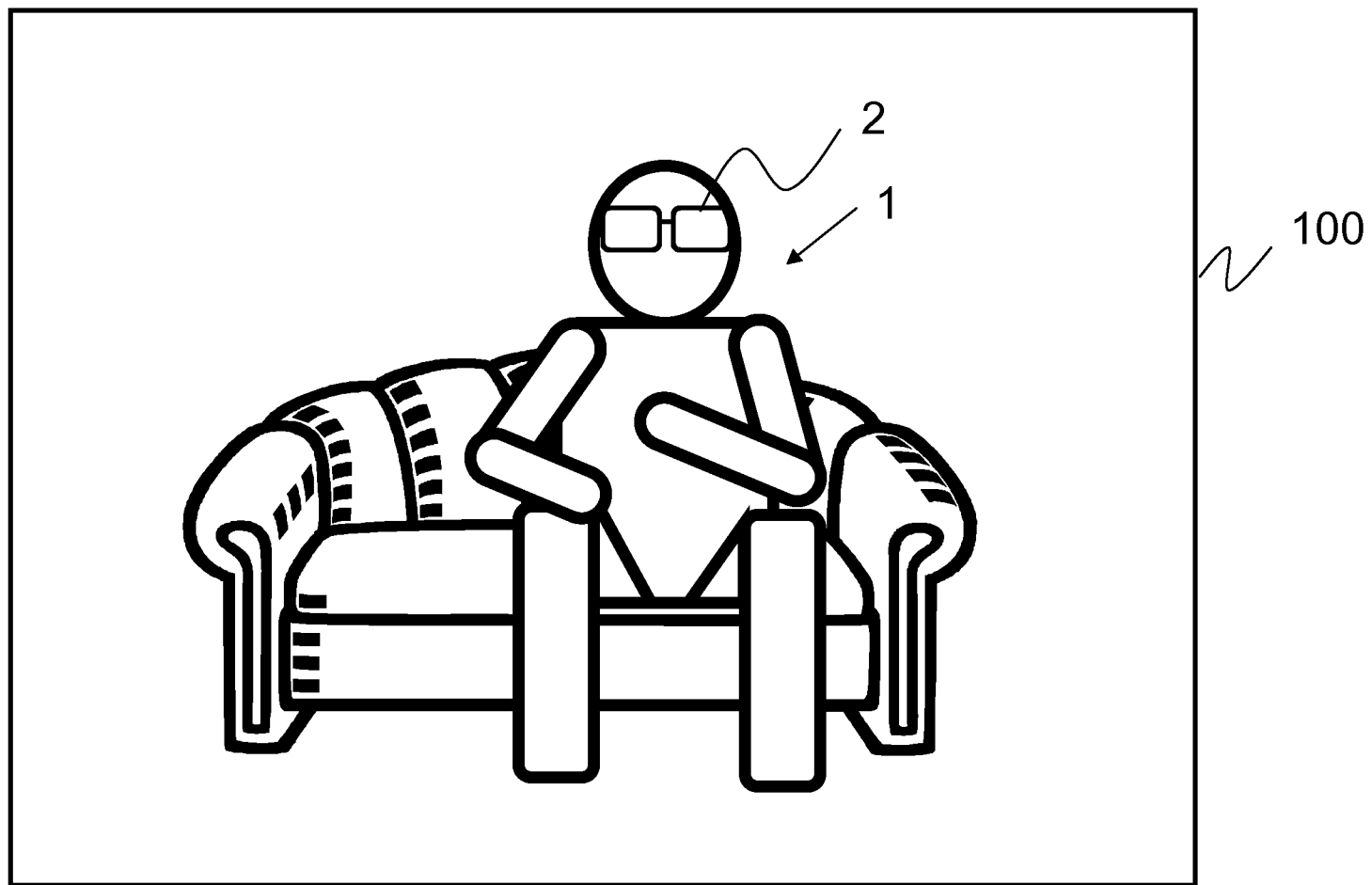


Fig. 1

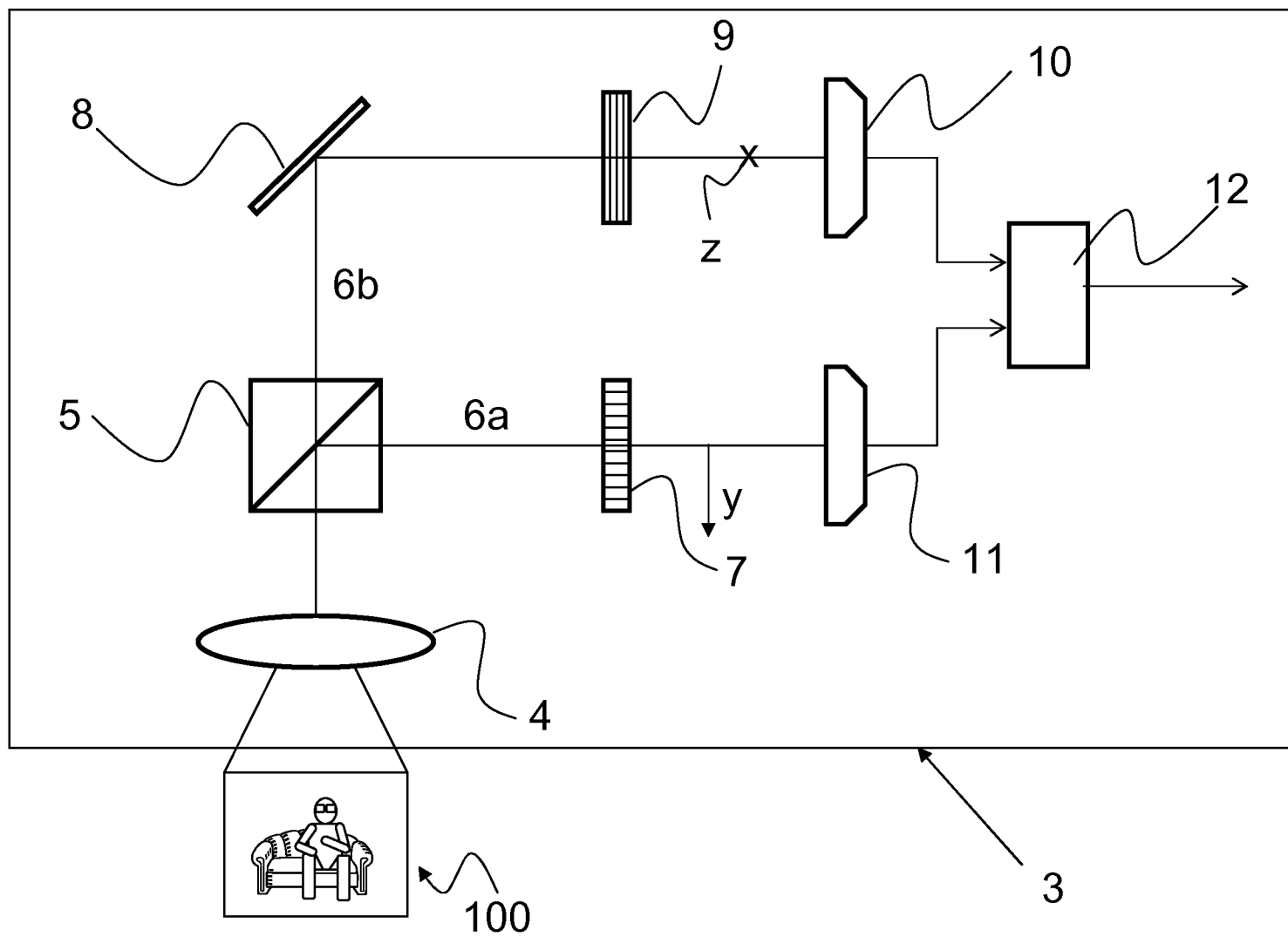


Fig. 2

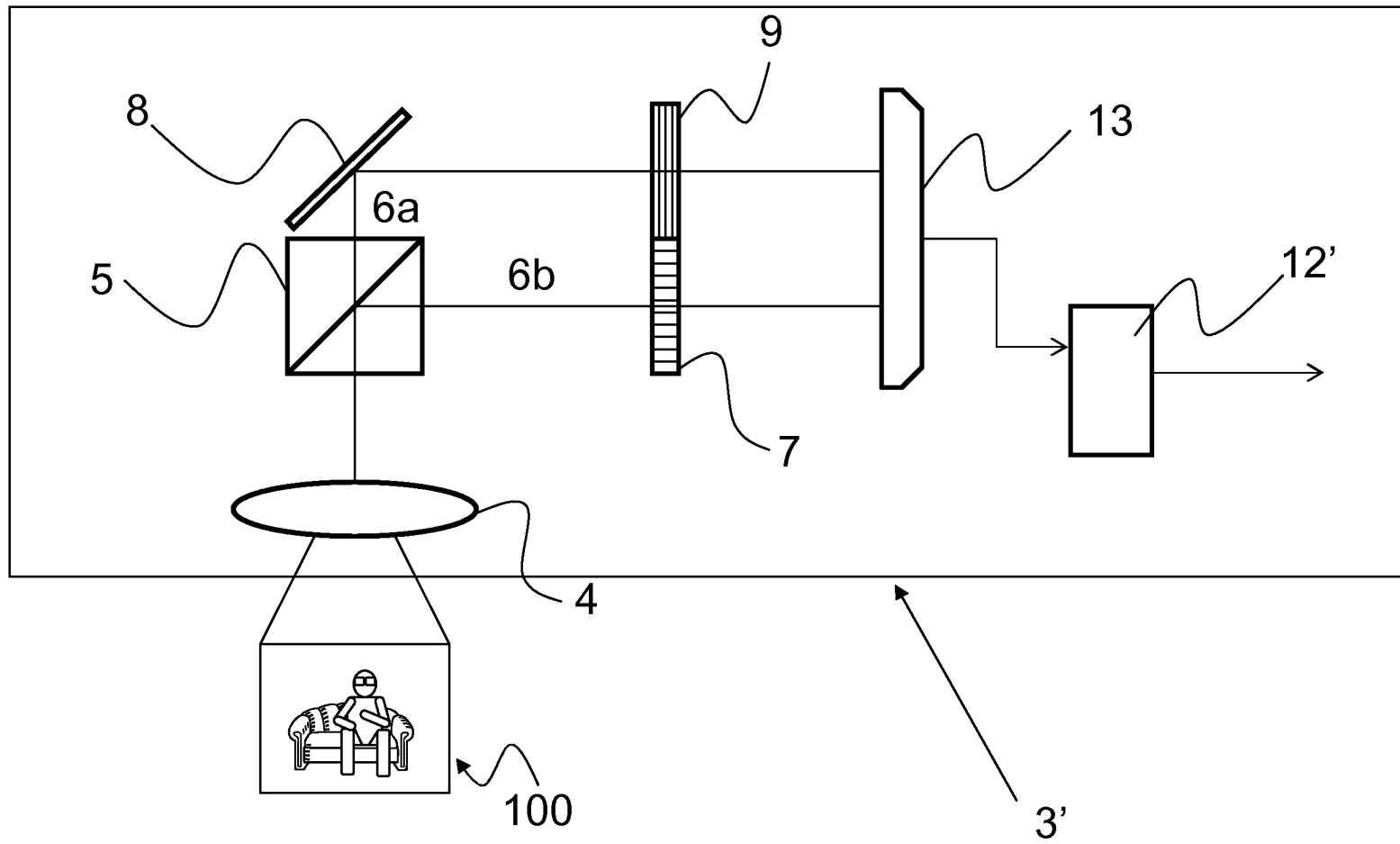


Fig. 3

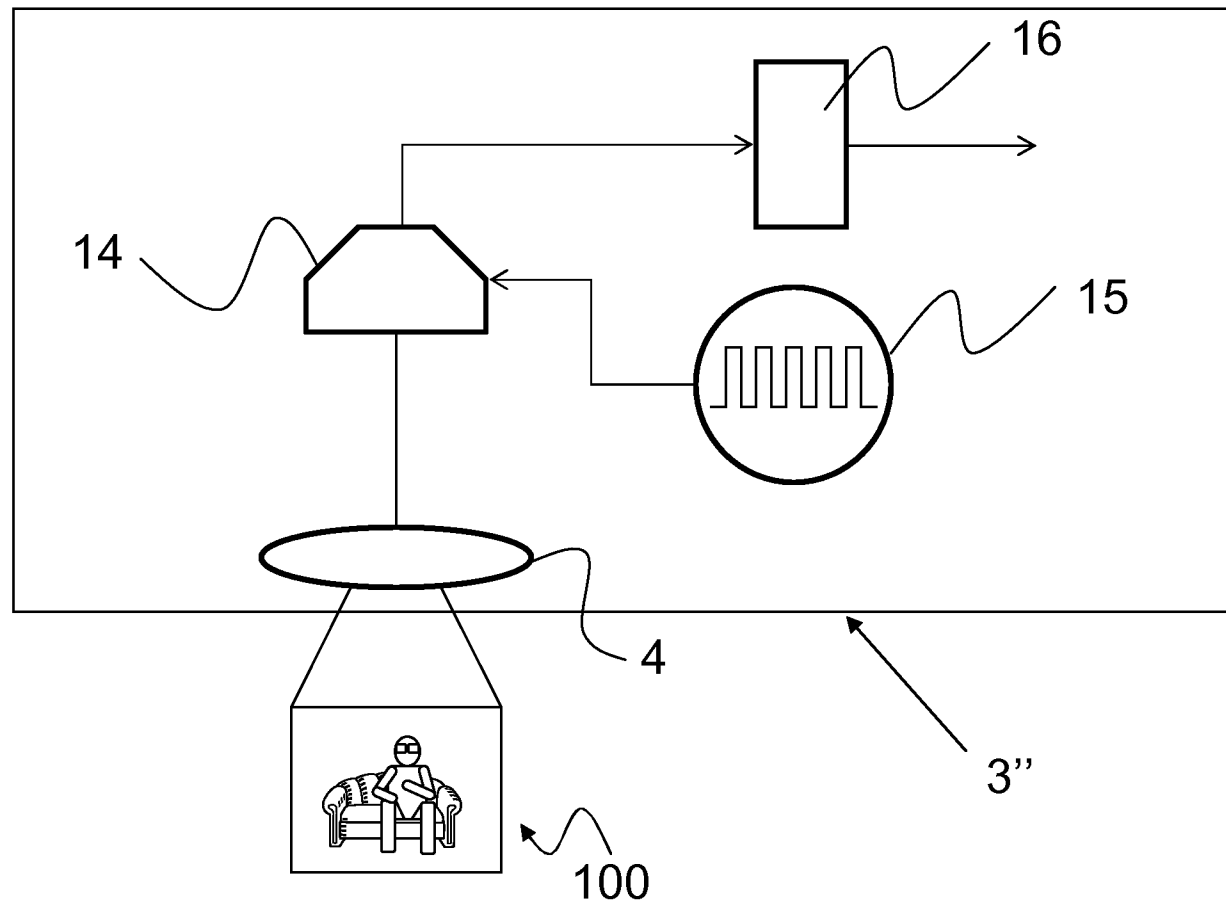


Fig. 4

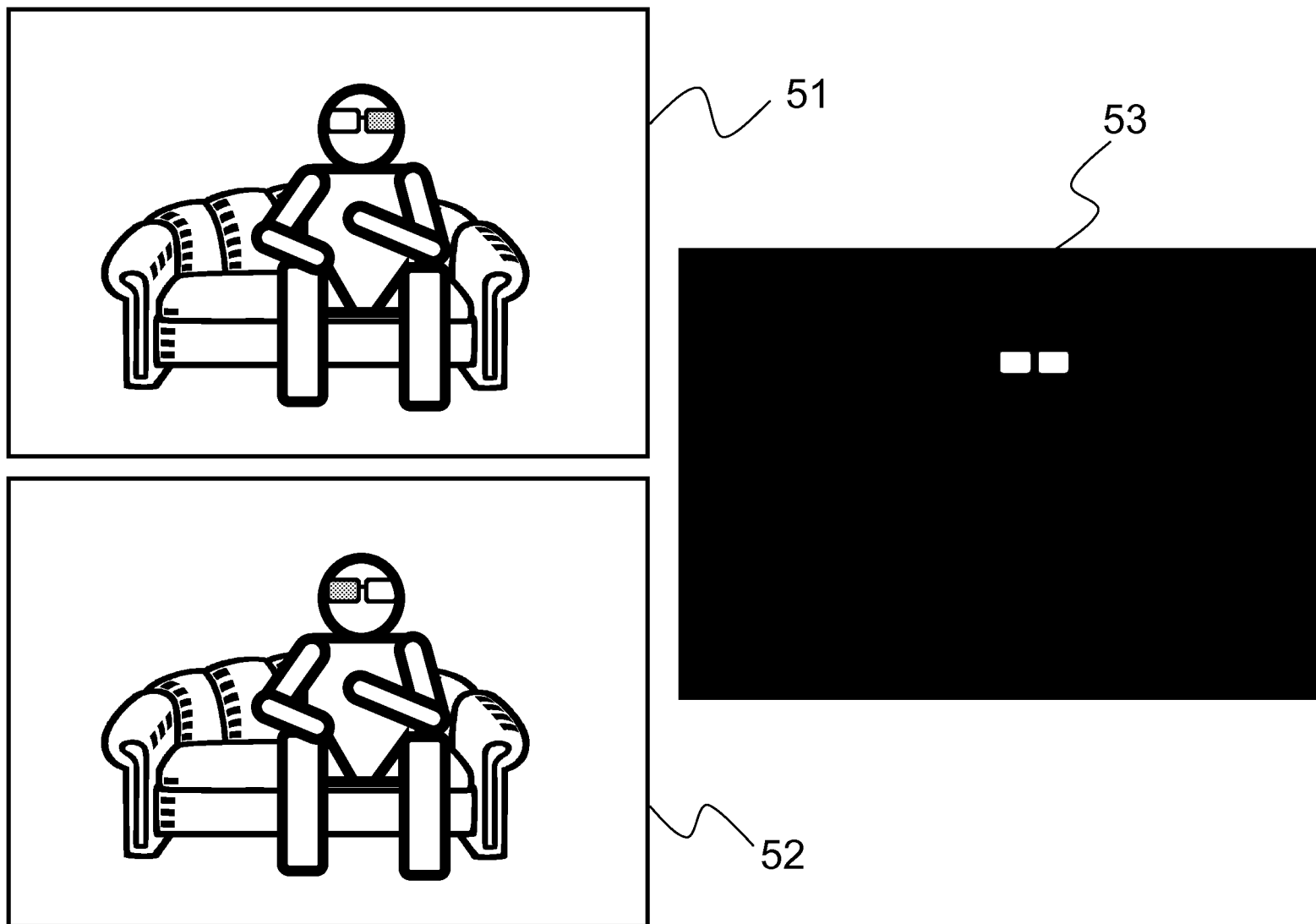


Fig. 5