



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

DOMANDA NUMERO	102007901552897
Data Deposito	31/08/2007
Data Pubblicazione	03/03/2009

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	06	T		

Titolo

SISTEMA E METODO PER PRESENTARE DATI VISUALI RILEVATI A DISTANZA IN IMMAGINI MULTI-SPETTRALI, DI FUSIONE, ED A TRE DIMENSIONI SPAZIALI.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Sistema e metodo per presentare dati visuali rilevati a distanza in immagini multi-spettrali, di fusione, ed a tre dimensioni spaziali"

Di: William M. KARSZES, nazionalità inglese, 23 Fullbrooke Road, P.O. Box 618 Cambridge CB1 UK; Jerry C. NIMS, nazionalità inglese, 23 Fullbrooke Road, P.O. Box 618 Cambridge CB1 UK; Giancarlo CAPACCIO, nazionalità italiana, c/o Facoltà di Ingegneria, Via Nuova Agnano 11, 80125 Napoli, Italia.
Inventori disegnati: William M. KARSZES, Jerry C. NIMS, Giancarlo CAPACCIO

Depositata il: **31 AGO 2007**

DESCRIZIONE

Immagini da satelliti e da altri sensori remoti ("sensori remoti") sono utilizzati nella presa di decisioni in una varietà di applicazioni e settori comprendenti: agricoltura, cartografia, conservazione, pianificazione in caso di disastri, educazione, elettricità/gas, ambientale, geologia, servizi sanitari ed umana, applicazione della legge, governo locale, minerario, militare, risorse naturali, oceani/mari, petrolio, condutture, pianificazione, sicurezza pubblica, telecomunicazioni,

turismo, trasporti, acque/acque reflue, e meteorologia. Le applicazioni possono variare dalla mappatura di terreni in modelli dimensionali per seguire la crescita di raccolti agricoli. Man mano che tali applicazioni si espandono, sempre più si sviluppano algoritmi e proliferano software per manipolare i dati. Inoltre, sempre più dati spettrali vengono usati in forma combinata secondo una matrice, fornendo così conoscenza, piuttosto che informazione, per risolvere questioni poste dai responsabili delle decisioni civili e militari. I responsabili delle decisioni devono avere l'informazione compilata e presentata in modo chiaro e conciso. Le informazioni di sensori remoti, comprendenti immagini satellitari, immagini aeree, immagini da palloni, o qualunque altra immagine spettrale o non spettrale rilevata a distanza (ad es. immagini infrarosse) sono oggi incomplete, laddove l'informazione di sensori remoti rappresenta uno spazio piatto ed un territorio piatto, o immagini stereografiche che richiedono per la visione occhiali stereoscopici. In entrambi i casi, è necessario che un "esperto" dia la sua opinione circa il contenuto dell'informazione dei sensori remoti. A causa dei limiti delle informazioni di sensori remoti, i responsabili

delle decisioni non hanno l'informazione visuale completa per prendere personalmente una decisione informata. Il colpo d'occhio, per molti responsabili delle decisioni, è la differenza fra successo e fallimento.

Per superare il problema dei responsabili delle decisioni che non hanno un'informazione visuale completa dall'informazione dei sensori remoti per prendere personalmente una decisione informata, i principi della presente invenzione prevedono un sistema e un metodo che produce immagini chiare e concise risultanti da informazioni di sensori remoti multipli che danno al responsabile delle decisioni un'informazione visuale integrale che può essere rapidamente e prontamente compresa. Le immagini prodotte dal sistema possono essere (i) immagini spazialmente fuse (ad es. immagini tridimensionali), (ii) immagini fuse temporalmente (ad es. sequenza temporale di immagini), e (iii) immagini spettralmente fuse (ad es. immagini ottenute a differenti bande dello spettro elettromagnetico). Le immagini sono considerate "immagini fuse".

Per generare le immagini fuse, il sistema può combinare algoritmi di elaboratore con tecnologia ottica, di scienza dei materiali, di sensoristica

remota (ad es. tecnologia satellitare), tecnologia di stampa, e conoscenza avanzata dell'interpretazione di differenti dati di spettro elettromagnetico. Un'immagine fusa ottenuta dal sistema può risolvere molte delle questioni principali di oggi poste ad esperti di satelliti, consentendo così ad esperti di sensoristica non remota di comprendere meglio l'immagine senza l'assistenza di un esperto di sensoristica remota. Le immagini fuse sono formattate in modo che un responsabile delle decisioni possa osservare l'informazione di sensori remoti nell'immagine fusa e prendere una decisione intelligente senza affidarsi alle pagine e pagine di rapporti di esperti, come si fa comunemente oggi. Essenzialmente, i rapporti degli esperti sono incorporati nell'immagine fusa come informazione visuale. Oggetti, elementi, ecc. catturati in immagini di sensori remoti, possono avere tre dimensioni spaziali per permettere ad esperti di sensoristica non remota di comprendere più prontamente l'informazione contenuta nelle immagini.

Una forma di realizzazione di un sistema per produrre immagini rilevate a distanza può comprendere una piattaforma di unità di ingresso/uscita configurata per ricevere set multipli di informa-

zioni rilevate a distanza. Una piattaforma di elaborazione digitale può essere configurata per eseguire uno o più algoritmi per elaborare i set di informazione rilevata a distanza per generare una singola immagine comprendente almeno due set delle informazioni rilevate a distanza elaborate. Una stampante può essere in comunicazione con la piattaforma di elaborazione digitale ed essere configurata per ricevere e stampare l'immagine singola, in cui l'immagine singola stampata è configurata per permettere a un osservatore di osservare individualmente ciascun set di informazioni rilevate a distanza elaborate. Ciascun set di informazioni rilevate a distanza elaborate può essere di una banda di lunghezze d'onda differente. Le informazioni rilevate a distanza possono essere tridimensionali. In aggiunta od in alternativa le informazioni rilevate a distanza possono essere temporalmente in sequenza. In una forma di realizzazione, l'informazione rilevata a distanza è stampata o fatta aderire a una matrice di microlenti che permette ad un osservatore di vedere ciascuna delle immagini rilevate a distanza modificando un angolo con il quale l'osservatore guarda la singola immagine attraverso la matrice di microlenti.

Un modo di attuazione di un metodo per generare informazione visuale da informazione rilevata a distanza può comprendere la raccolta di una prima immagine rilevata a distanza. Può essere raccolta una seconda immagine rilevata a distanza. La prima e la seconda immagine possono essere elaborate per orientare le immagini sostanzialmente con la stessa orientazione. La prima e seconda immagine possono essere stampate su un singolo materiale, e il singolo materiale può essere configurato per permettere a un osservatore di osservare ciascuna immagine rilevata a distanza a un angolo differente quando osserva il materiale. In una forma di realizzazione, l'informazione rilevata a distanza è stampata o fatta aderire su una matrice di microlenti che permette a un osservatore di vedere ciascuna delle immagini rilevate a distanza modificando un angolo attraverso il quale l'osservatore guarda la singola immagine attraverso la matrice di microlenti.

L'invenzione divulgata verrà descritta con riferimento ai disegni allegati, che mostrano forme di realizzazione esemplificative dell'invenzione e che sono incorporati nella sua descrizione per riferimento, in cui:

la figura 1 è una rappresentazione di un si-

stema satellitare esemplificativo configurato per raccogliere immagini da satellite di oggetti usando dati di immagine singola o multipla;

la figura 2 è una rappresentazione di un sistema esemplificativo (Livello 1) per generare e presentare una o più immagini fuse derivate dai dati di immagine di sensore remoto per la visione da parte del responsabile delle decisioni;

la figura 3 è una rappresentazione di un sistema esemplificativo (livello 2) che usa i dati di immagine di sensore remoto per generare le immagini fuse per i responsabili delle decisioni;

la figura 4 è una rappresentazione di un hardware esemplificativo usato per generare copie hard di immagini fuse derivate da dati di immagine di sensore remoto secondo i principi della presente invenzione;

la figura 5 è un diagramma di flusso di un processo esemplificativo che descrive il funzionamento del sistema secondo i principi della presente invenzione; e

la figura 6 è un diagramma di flusso di un altro processo esemplificativo che descrive il funzionamento del sistema secondo i principi della presente invenzione.

L'elaborazione cognitiva umana di tre dimensioni spaziali aumenta il ragionamento visuale. La fusione di dati o la fusione di immagini è la combinazione di informazione rilevata. Un'immagine fusa può comprendere (i) immagini spazialmente fuse (ad es. immagini tridimensionali), (ii) immagini temporalmente in sequenza o temporalmente fuse, o (iii) fusione spettrale o combinazione di immagini da differenti regioni dello spettro elettromagnetico ("EMS"), come descritto nel brevetto US 6 781 707, che è qui incorporato per riferimento nella sua interezza. La fusione di immagini può rendere disponibile dati visuali raccolti su un periodo di tempo, come ad esempio su molti anni, ad un osservatore. La fusione di immagini è definita come due o più immagini interfaseate fra loro in modo tale che ciascuna immagine possa essere vista distintamente a differenti angoli di osservazione. Le immagini possono essere la stessa vista in istanti differenti, "fusione temporale", o la stessa immagine vista con differenti lunghezze d'onda di spettro elettromagnetico, "fusione EMS". Tre dimensioni spaziali è una frase usata per descrivere tre dimensioni vere di osservazione. Nelle immagini da satellite il termine "3D" è una vista in prospetti-

va di un'immagine sullo schermo di un computer, che si differenzia da quello che l'occhio effettivamente vedrebbe nel catturare una scena. Lo stesso si applica ad altre forme di informazione rilevata a distanza. Un'immagine a tre dimensioni spaziali cattura la vista reale. Usando la fusione di immagini, l'osservatore può vedere i dati visuali in un modo che è comodo a un essere umano per interpretare visualmente i dati visuali. Fornendo a un osservatore dati visuali quantitativi e qualitativi, all'osservazione viene data una maggior chiarezza per assistere l'osservatore nella presa di decisioni.

La tecnologia satellitare è ben consolidata in termini di sensori, hardware e raccolta dati. La figura 1 è una rappresentazione del sistema satellitare esemplificativo 100 configurato per raccogliere immagini da satellite di oggetti utilizzando dati di immagine singola o multipla. Un satellite 102 può essere equipaggiato con sensori a punto singolo o a multipunti (non illustrato) per raccogliere dati di immagini da satellite in un'area 104 mentre vi passa sopra nella forma di dati di pixel. Tali dati di pixel o dati di immagine da satellite sono raccolti come informazione multi-bit od un set di dati. I sensori possono essere in grado di rac-

cogliere i dati di immagine da satellite da tutte le regioni dello spettro elettromagnetico, quali visibile, infrarosso, radar, ultrasuoni, gamma, ecc., o sull'insieme dello EMS. Inoltre, i dati di immagine da satellite possono essere spazialmente fusi (ad es. tridimensionali) e/o temporalmente in sequenza.

I dati di immagine satellitare possono essere trasmessi tramite segnali satellitari 106 a stazioni di terra localizzate nel mondo. I segnali satellitari 106 possono comprendere dati di spettro elettromagnetico ad immagine singola o multipla raccolti utilizzando sensori remoti. I segnali satellitari 106 possono essere analogici o digitali ed essere comunicati utilizzando un qualunque protocollo di comunicazione compresa nel settore. Una stazione di terra 108 può ricevere i segnali satellitari 106 e raccogliere e immagazzinare i dati di immagine satellitare a essa comunicati. I dati di immagine satellitare possono essere quindi ritrasmessi a un sistema di elaborazione di informazione di sensori remoti 110 tramite una rete 112. In una forma di realizzazione, i dati di immagine satellitare sono comunicati tramite la rete 112 nella forma di pacchetti di dati 114, ove la rete 112 può

essere una rete locale (LAN) o una rete geografica (WAN) (ad es. Internet), o altre.

Benché la fig. 1 descriva il funzionamento di un sistema di rilevamento a distanza quale satellite, i principi della presente invenzione possono utilizzare in aggiunta o in alternativa altri sensori remoti per raccogliere informazione di sensori a distanza. Ad esempio, aerei e palloni ad aria calda che sono attrezzati con un'apparecchiatura di sensori remoti o rilevano informazioni di spettro elettromagnetico (ad es. immagini visuali di una regione terrestre o immagini termiche dell'atmosfera al di sopra del suolo) possono essere utilizzati per raccogliere set di dati di immagine. L'informazione di sensori remoti, raccolta dalla stessa o da una differente piattaforma di sensori remoti, può essere fusa in un'immagine fusa. Nel caso si usino altri sensori remoti, piuttosto che radiotrasmettere l'informazione rilevata a distanza, l'informazione può essere raccolta su un mezzo, quale un nastro digitale o mezzo magnetico, e direttamente o indirettamente inserita nel sistema di elaborazione di informazione di sensori remoti 110. Si intende che le informazioni od immagini rilevate a distanza possono includere set di dati di informazioni al

suolo o al di sopra del suolo (ad es. atmosfera).

La figura 2 è una rappresentazione di un sistema esemplificativo ("Livello Uno") 200 per generare e presentare una o più immagini fuse derivate da informazione di sensori remoti per la visione da parte dei responsabili delle decisioni. Mentre i satelliti orbitano o altri sensori remoti viaggiano sulla Terra, varie immagini di aree sono raccolte in funzione del tempo. I dati di immagine satellitare sono ricevuti dal sistema di elaborazione di informazione di sensori remoti 110 per l'elaborazione. Il sistema di elaborazione di informazione di sensori remoti 110 può comprendere un'unità di elaborazione 202 che esegue un software 204 che attua vari algoritmi. L'unità di elaborazione 202, che può comprendere uno o più processori, può essere in comunicazione con una memoria 206, un'unità di ingresso/uscita (I/O) 208, e un'unità di immagazzinamento 210, ove la memoria 206 immagazzina informazioni durante l'esecuzione del software 204, l'unità I/O 208 opera per comunicare con la stazione di terra 108 e i dispositivi di uscita 212, e l'unità di immagazzinamento 210 immagazzina l'informazione di sensori remoti generata dagli algoritmi.

L'informazione di sensori remoti può comprendere dati di immagine a punto singolo o a multipunti e può essere una raccolta di dati spettrali da un singolo punto nel tempo o una raccolta di dati spettrali nel tempo. L'informazione di sensori remoti può essere ciascuno o tutti i dati fusi spazialmente, temporalmente o spettralmente, ove ciascun set di dati può essere considerato un'immagine. L'informazione di sensori remoti può essere trasformata o manipolata in una forma utilizzabile tramite algoritmi interni. Ad esempio, un set di dati può essere di una regione spettrale non visibile dello spettro elettromagnetico, o gli algoritmi interni possono generare una rappresentazione visuale del set di dati non spettrali. Si noti che una forma utilizzabile è relativa a formati compatibili con il linguaggio di algoritmi di sistema secondo i principi della presente invenzione. Una regolazione matematica delle immagini può anche essere completata per garantire sovrapposizione e correttezza di perpendicolarità. Tali algoritmi di regolazione matematica sono noti nel settore e di pubblico dominio. Gli algoritmi utilizzati possono variare a seconda (i) del satellite dal quale si prendono i dati, (ii) delle lunghezze d'onda uti-

lizzate, (iii) della manipolazione di dati effettuata per la presentazione di dati visuali risultante. I dati "compatibilizzati" possono essere convertiti in una matrice di pixel prescritta dagli algoritmi interni. Inerenti al sistema sono gli algoritmi descritti nei brevetti US 6 781 707, 6 894 809 e 7 019 865, che sono qui incorporati per riferimento nella loro interezza.

I dati manipolati, che possono essere interfascati, possono essere quindi stampati su carta e sovrapposti con una matrice di lenti micro-ottiche specificamente progettate o stampati su una matrice micro-ottica mediante l'uso di una stampante specificamente progettata, come descritto nel brevetto US 6 709 080, qui incorporato per riferimento nella sua interezza. Il termine "interfascato" indica una manipolazione di immagini, generalmente tramite un computer, in cui le immagini sono segmentate in linee e quindi interfascate in una singola immagine. Una singola immagine può essere composta di singole linee in una matrice prestabilita tale che, quando la matrice di lenti micro-ottiche viene sovrapposta, è possibile osservare l'immagine multidimensionale prestabilita. Il sistema 200 è indicato come Livello Uno, che è un nome descrittivo del li-

vello di sofisticazione tecnica utilizzato nel produrre l'immagine descritta. Inerenti a tale sistema sono gli algoritmi appropriati, come sopra descritto, per formattare i dati e manipolare i dati per i risultati desiderati.

I dati di uscita 214 possono essere presentati come immagini multidimensionali e/o dati fusi. Nella formazione di immagini di rilevamento a distanza, la capacità di visualizzare la profondità di campo nel formato di copia hard non è altrimenti commercialmente disponibile. La capacità di arrivare oltre le immagini visuali nello spettro non visibile all'occhio umano (ad es. gamma, infrarosso, sonar/radar, e raggi x) permette inoltre di raccogliere uno streaming di dati da sensori remoti e di incorporarlo in una singola immagine su un singolo foglio, in cui l'immagine include una pluralità di pagine di informazione. L'immagine singola può essere eloquente in modo unico per il/i responsabile/i delle decisioni che può/possono essere o no esperto/i nell'interpretazione di immagini da sensori remoti. Il sistema 200 migliora l'analisi da parte degli esperti incorporando la loro conoscenza negli algoritmi sopra presentati in una piattaforma software associata. In aggiunta, il sistema 200

fornisce una conoscenza riguardo ai dati raccolti da differenti lunghezze d'onda di EMS. La conoscenza analitica è incorporata poiché possono essere viste immagini EMS e in sequenza temporale e, sulla base delle immagini, possono essere prese delle decisioni. La conoscenza di quali immagini utilizzare viene dall'esperto, il significato di ciascuna singola immagine viene dall'esperto, ma la conclusione collettiva viene dal responsabile delle decisioni. Così, la conoscenza dell'esperto incorporata nel sistema 200 permette ai responsabili di interpretare l'informazione senza l'assistenza di un esperto, migliorando così la comprensione e l'efficienza da parte del responsabile delle decisioni.

Il sistema 200 provvede inoltre a immediatezza e facilità d'uso, poiché il sistema 200 prevede un feedback in tempo reale nella forma di una copia hard e nessun, o minimo, addestramento per operare, rispetto alla tecnologia e disponibilità attuali. Il colpo d'occhio di un'immagine fusa non può essere sottostimato, quando l'osservatore è il responsabile finale delle decisioni. Nel seguito vi sono esempi in cui il responsabile delle decisioni può prontamente comprendere e interpretare immagini da satellite secondo i principi della presente inven-

zione.

(1) I movimenti del suolo nell'area di Napoli sono stati seguiti su un periodo prolungato di tempo. Tali movimenti del suolo sono stati fusi temporalmente fra loro per fornire un'immagine complessiva di Napoli. Quando l'immagine veniva mossa (ad es. si modificava l'angolo di osservazione), le aree in cui si avevano movimenti del suolo (cioè la nuova immagine) proiettavano il movimento. Così, l'immagine può distinguere aree instabili e riportare l'instabilità a seconda del grado di movimento. I dirigenti delle assicurazioni (cioè i responsabili delle decisioni) possono osservare tale immagine fusa per determinare il grado di rischio. I pianificatori urbani (cioè i responsabili delle decisioni) possono osservare circa il pericolo o il tipo di costruzione richiesto in una data area. Tutta tale informazione di sensori remoti può essere contenuta in un'immagine ed essere facilmente osservata e interpretata da un responsabile delle decisioni.

(2) Una sequenza temporale di nubi di inquinamento può essere creata da dati di sequenza temporale per plottare il percorso e documentare per un futuro riferimento l'effetto dell'inquinamento su

aree colpite. L'uso di informazione o dati di sensori remoti da parte delle compagnie di assicurazione nei confronti di richieste d'indennizzo dovute a sinistri che si scostano a causa del vento può essere fatto per vedere se un'area presunta era nella zona del sinistro. Il tracciamento di inquinanti relativo alla contaminazione può essere letto da una copia hard a terra da parte di un'unità secondaria.

Come precedentemente descritto, la fusione di dati o di immagini può comportare informazioni spaziali (ad es. 3D), una combinazione di informazioni visuali temporalmente in sequenza, od informazioni spettralmente differenti, quali una combinazione di immagini dalla stessa regione o da regioni differenti dello spettro elettromagnetico raccolte da sensori remoti. Così, la fusione di dati può rispondere a questioni quale "dov'è la miglior struttura topografica per ricercare petrolio, gas e acqua?". Di nuovo, gli esperti di sensoristica remota possono interpretare immagini di sensori remoti e riferire per fornire una risposta, ma i non esperti generalmente non hanno la capacità di interpretare completamente le immagini di sensori remoti e, quindi, non possono assumere decisioni ben fondate

senza l'assistenza di uno o più esperti di sensori remoti.

Il sistema 200 e il software 204 possono compilare l'informazione di sensori remoti, quali immagini, immagini da satellite su una sequenza temporale o in una o più bande di frequenza e fornire un formato di uscita, quale una singola immagine fusa, che permette a un responsabile delle decisioni, che può essere o no un esperto, di interpretare le immagini da satellite. Una singola immagine fusa può rafforzare i rapporti e migliorare le conclusioni da parte del responsabile delle decisioni. L'immagine fusa in sé può anche rispondere a questioni specifiche che sono altrimenti di difficile risposta usando immagini da satellite multiple. Inoltre, mappe di copia hard spazialmente in tempo reale possono essere generate con siti evidenziati per condurre esplorazione per squadra che vanno in un'area remota. Inoltre un computer può simulare immagini multidimensionali su un monitor, una squadra che lavora in aree senza energia o che desiderano garantirsi rispetto a un guasto del computer sul campo, possono trovare una mappa di copia hard molto più affidabile. Modelli multidimensionali possono essere generati da dati sonici o MRI in si-

to per determinare inoltre le posizioni esatte dove, ad esempio, si può trovare petrolio o gas. L'uso di mappe di immagini multidimensionali può ridurre il numero di pozzi esplorativi e mappare il campo per la miglior posizione per stabilire un pozzo, risparmiando così tempo e denaro da parte dell'utilizzatore.

Una copia hard multidimensionale è migliore rispetto alle mappe e ai rapporti convenzionali a causa dei dettagli di colore spettrali e riflessivi inerenti alle immagini. A proposito del sistema qui descritto, non sono da includere nell'immagine da satellite solamente due canali, ma anche da aggiungere una pluralità di canali. Il numero di canali utilizzati può essere determinato dalla complessità del problema da risolvere e dalle caratteristiche del materiale micro-ottico utilizzato. Tipicamente, più un problema è complesso, più l'informazione è generalmente utilizzata per affrontare la risposta. Maggiore è la quantità di informazioni, maggiore è la quantità di canali di informazione utilizzati nel programma di interfascamento, in cui ciascuna immagine può essere spezzata in linee discrete e quindi le linee vengono interfascate per allinearsi dietro il materiale micro-ottico. Per ottenere la

miglior fedeltà dell'immagine, l'informazione può essere presentata dalla matrice agli occhi dell'osservatore in una sequenza appropriata e nei quadri corretti. Tecniche di ray tracing ottico e la conoscenza della risoluzione delle stampanti sono utilizzate per progettare la configurazione di matrice di lenti ottimale per presentare l'informazione all'osservatore in modo appropriato.

Il sistema 200 realizza la capacità di fondere temporalmente i dati. La capacità di fondere temporalmente i dati permette che sequenze di eventi vengano mostrate come un movimento, il che consente ai responsabili delle decisioni di ottenere una migliore comprensione della direzione di eventi o di anticipare l'evoluzione di una sequenza. Inoltre, utilizzando la fusione nel tempo, sequenze precedenti e successive possono essere osservate a scopo di informazione, come per danni assicurativi, progresso di progetti, e impatto sull'ambiente di strutture realizzate dall'uomo. Nell'ambito degli algoritmi sopra descritti vi è la capacità di legare multi-viste in immagini multi-dimensionali con parallasse controllata. Gli algoritmi controllano la parallasse relativamente al sistema di lenti utilizzato, pixel per pollice emessi in uscita da

una stampante speciale, e regole sviluppate dai lavori precedenti sulla profondità di campo, come ulteriormente descritto nei brevetti US 4 086 585 e 4 124 291 che sono qui incorporati nella loro interezza per riferimento. La capacità di controllare la parallasse e la profondità di campo significa che le immagini risultanti sono accurate e suscettibili di essere utilizzate per ottenere calcoli di misure. La sovrapposizione di immagini consente inoltre che vengano create accurate mappe di profondità, il che può portare ad un ulteriore affinamento e viste creando immagini tridimensionali virtuali sullo schermo. Il software può essere utilizzato per creare una copia "hard" delle immagini. Il sistema 200 provvede la capacità di utilizzare tecniche di "ray tracing" (tracciatura di raggi) per creare immagini multi-dimensionali da differenti viste della stessa scena.

La figura 3 è un'illustrazione di un sistema esemplificativo 300 (Livello Due) che utilizza le informazioni di sensore remoto (ad esempio, dati di immagine) per generare le immagini fuse per i responsabili delle decisioni. Il sistema 300 può essere utilizzato per creare "dati quantitativi fusi che rispondono visivamente alla domanda". Consi-

stentamente con la figura 2, larghezze di banda differenti dello spettro elettromagnetico possono essere utilizzate per fornire informazioni differenti circa un'immagine rilevata a distanza. Il sistema 300 è orientato verso l'utilizzo di una matrice generata in modo esperto per "definire l'impronta digitale" di un'immagine rilevata a distanza. Ad esempio, una matrice può elencare lunghezze d'onda di uno spettro elettromagnetico, definito come lo spettro visibile, lo spettro infrarosso, radar, sonar, ecc., ed informazioni ottenute da tale o tali larghezze di banda. In appresso vi è un esempio di una matrice di banda, in cui sono forniti esempi di informazioni che possono essere generate in differenti larghezze di banda.

Banda	Lunghezza d'onda (Nanometri)	Regioni Spettrali	Applicazione Principale
1	450-520	Blu	Mappature vie d'acqua costali Discriminazioni di suoli, vegetazione e foreste Delineamento caratteristiche culturali Penetrazione in acqua limitata

2	520-600	Verde	Determinazione dello stato di salute della vegetazione Identificazione caratteristiche colturali
3	630-690	Rosso	La sensibilità all'assorbimento della clorofilla è di ausilio nella differenziazione dei vegetali
4	760-900	Infrarosso Vicino	Tipo e stato di salute della vegetazione Stima del contenuto di biomassa Stima umidità del suolo
5	900-1,750	Infrarosso Medio	Stress della vegetazione Accertamento del contenuto di umidità del suolo Mappatura termica
6	2,080-2,350	Infrarosso Medio	Discriminazione dei tipi di minerali e rocce Determinazione del contenuto di umidità della vegetazione
7	10,400-15,500	Infrarosso Termico	Stress della vegetazione Determinazione della umidità del suolo Mappatura termica

Così, se viene ricercata una specifica soluzione per un problema posto, allora la matrice può

essere utilizzata per determinare quale o quali larghezze di banda possono essere utilizzate per formulare una soluzione. Ad esempio, per una data regione, l'acqua è razionata e le autorità idriche vogliono sapere quali sotto-regioni necessitano di ricevere acqua per irrigazione (problema posto). Dalla matrice delle bande esemplificativa di cui sopra, le prime tre bande possono essere combinate in un'immagine visuale (immagine uno). Poi, l'immagine prodotta dalla Banda 4 può essere utilizzata per vedere quale tipo di piante vi siano nelle sotto-regioni ed ottenere informazioni sull'umidità del suolo (immagine due). L'immagine tre può essere presa dalla Banda 7 per determinare l'umidità della vegetazione ed essere combinata con un'immagine (immagine quattro) dalla Banda 5 oppure 6 per vedere lo stress della vegetazione. Queste quattro immagini possono poi essere fuse in una immagine multi-spettrale dal sistema qui descritto. Il responsabile delle decisioni può allora essere in grado di vedere le informazioni sull'immagine multi-spettrale ruotando l'immagine multi-dimensionale in modo da modificare l'angolo di vista. Mano a mano che domande vengono alla mente del responsabile delle decisioni, l'ulteriore rotazione avanti e in-

dietro fornisce una rapida risposta. Questa immagine può essere combinata con una fusione temporale della regione da qualsiasi delle bande, quale la Banda 7, determinando il tasso di perdita di umidità nella vegetazione. Questo esempio rappresenta un esempio dell'utilizzo del sistema secondo i principi della presente invenzione. Differenti matrici possono essere formulate, a seconda del problema posto. Ciascun problema posto può avere un differente set di immagini multi-dimensionali per risolvere il problema posto.

In un modo di realizzazione, il sistema di elaborazione 110 (figura 1) può essere configurato per consentire ad un utilizzatore di scegliere fra le differenti lunghezze d'onda per cui sono disponibili informazioni rilevate a distanza, sulla base di un problema che è in corso di soluzione. Il sistema di elaborazione 110, che può avere accesso ad una matrice di bande o altre informazioni formattate sulle bande, può accedere alle informazioni rilevate a distanza da elaborare. L'elaborazione può orientare e altrimenti allineare le informazioni rilevate a distanza per formare una singola immagine che include ciascuno dei set di informazioni rilevate a distanza su ciascuna delle bande di lun-

ghezza d'onda. L'immagine singola può essere stampata su un materiale che, quando visionato attraverso una schiera di micro-lenti, consente all'osservatore di vedere ciascuna delle immagini prodotte da rispettive informazioni rilevate a distanza su rispettivi campi di lunghezza d'onda, come ulteriormente qui descritto.

Una volta che le larghezze di banda appropriate sono state selezionate, i dati dai sensori remoti possono essere scaricati nel sistema 300, e informazioni visuali fuse possono essere generate in modo tale che una persona possa raccogliere informazioni per procedere a determinare una soluzione ad un problema corrente. Il sistema può inoltre generare una copia hard multi-dimensionale dell'area in questione per ulteriore revisione e studio. La copia hard multi-dimensionale dell'area in questione può essere utilizzata per risolvere il problema posto da parte del responsabile delle decisioni, con un modesto o nessun supporto tecnico. La visualizzazione iper-spettrale (cioè multi-spettrale) può agire come uscita scritta di un dispositivo analitico. Il sistema, in conformità con i principi della presente invenzione, prevede passi intermedi che possono essere effettuati, come la formazione

della matrice delle bande disponibili e poi la selezione delle bande, per rispondere ad uno specifico problema.

L'utilizzo di un approccio sistematico dalla posizione di una domanda alla postulazione dell'informazione rilevata a distanza per rispondere alla domanda posta, alla manipolazione dei dati per creare una visualizzazione iper-spettrale e infine per emettere la visualizzazione, può essere utilizzato in conformità con i principi della presente invenzione. L'approccio sistematico può essere effettuato combinando la piattaforma o programma software per il sensore remoto che fornisce luce ad una stampante speciale che utilizza un materiale speciale MicroOptical™ (come descritto qui e nei brevetti qui incorporati per riferimento) con collegamenti speciali per creare la presentazione visiva finita dei dati. L'inchiostro speciale può essere formulato in modo tale da aderire alla schiera di lenti formata dal materiale MicroOptical™, ad esempio. In alternativa, l'inchiostro può essere stampato su un altro materiale e fatto aderire alla schiera di lenti. Così, il sistema come qui descritto semplifica l'uso dei dati da satellite. Ciascuna piattaforma nel sistema può essere taglia-

ta a misura per rispondere ad un problema sulla base dell'input dell'esperto, ove l'input dell'esperto è incorporato nel software in modo tale per cui il responsabile delle decisioni può ricevere dati di input da una varietà di sorgenti differenti e ben specificate, quale un satellite esistente o un nuovo satellite.

Il sistema 300 o piattaforma, che include algoritmi interni, può compilare e fondere informazioni rilevate a distanza, quali dati di immagine, ed inviare le informazioni rilevate a distanza, compilate e fuse, ad un dispositivo di uscita appositamente progettato che stampa su materiale appositamente progettato per creare una presentazione visiva che contiene "dati quantitativi fusi che rispondono visualmente alla domanda". Sulla base dell'input dell'esperto, che è incorporata nel programma software creato per rispondere alla domanda posta e sul sistema di Livello Due della figura 3, possono essere creati moduli pre-programmati, come previsto nella figura 5, che spiega sotto forma di diagramma di flusso come opera il sistema. La figura 5 può essere utilizzata per rispondere a questioni ampie, quali:

Programma Inquinamento: un modulo Inquinamento

può essere configurato per seguire gli effetti dell'inquinamento in un periodo di tempo. Il modulo Inquinamento può avere la capacità di fondere differenti dati spettrali in funzione del tempo.

Programma Terra: un modulo Terra può seguire i cambiamenti della Terra in funzione del tempo. Variazioni dell'altezza del terreno in funzione del tempo in aree geologicamente instabili sono un esempio di monitoraggio di cambiamenti della Terra. Altri esempi includono il monitoraggio dell'erosione, la separazione di faglie, flussi di lava, ecc.

Programma Pianificazione Urbana: un modulo di monitoraggio della Pianificazione Urbana può monitorare sviluppi in funzione del tempo. Costruzioni, sbancamenti, deforestazione ed altri monitoraggi strutturali possono essere seguiti nel tempo.

La figura 4 è un'illustrazione di un hardware esemplificativo 400 che può essere utilizzato per generare copie hard di immagini fuse derivate da informazioni rilevate a distanza, quali dati di immagine da satellite, in conformità con i principi della presente invenzione. L'hardware può definire i tipi di uscita disponibili per gli utilizzatori generati dalle immagini fuse. Tre componenti dell'hardware possono essere utilizzati in conformità

con i principi della presente invenzione, inclusi:

1. un mezzo ottico multi-variante 402 che rappresenta una base ottica che permette al sistema di essere disaccoppiato dall'occhio di un osservatore. Due tipi di materiale possono essere utilizzati in generale. Un materiale è un materiale ad alta fedeltà, a basso angolo di attenuazione, utilizzato per presentazioni multi-dimensionali. Il secondo materiale è un materiale ad alta fedeltà, ad angolo elevato, utilizzato per sistemi fusi. I materiali possono essere adesivizzati sul retro per laminazione, o rivestiti per presentare recettività all'inchiostro. In un modo di realizzazione si può utilizzare un design di lente ad ampio angolo con 60 lenti per pollice, per la fusione temporale e la fusione EMS. Una lente ad angolo ampio da 100 lenti per pollice, con un angolo di attenuazione approssimativamente da 34 a 36 gradi può essere utilizzata per la presentazione dei dati "True View" (vista vera). Entrambe tali lenti possono essere cilindriche. Tuttavia altri design di lenti possono essere utilizzati, che realizzino la stessa od una equivalente funzionalità. Le variabili del sistema possono comprendere i dots per pollice (DPI) della stampante, il numero di frame visionati, lo spessore

del materiale, l'indice di rifrazione della lente, l'angolo di attenuazione della lente, e la forma della lente. Questi parametri sono matematicamente correlati e noti agli esperti del settore. Una realizzazione che il materiale può includere può essere realizzata uno dei processi descritti nei brevetti US 5 362 351 o 6 060 003, i contenuti dei quali sono qui incorporati per riferimento nella loro interezza. Il termine alta fedeltà fa riferimento a materiali che presentano un angolo di attenuazione fra approssimativamente 32° ed approssimativamente 38° . Questo campo angolare è ben adatto per la presentazione di dati "True View" e fornisce immagini a fuoco nitide. Angoli di attenuazione più elevati tendono a distorcere i contorni degli oggetti e non sono altrettanto a fuoco. Un materiale ad angolo più ampio opera bene per immagini fuse in quanto l'incrocio (cross over) fra immagini tende ad essere più controllabile.

2. Una stampante speciale può essere utilizzata per allineare otticamente il mezzo alla testa di stampa. La stampante può essere predisposta per utilizzare luce o ultrasuoni per rilevare il pattern della lente. Rilevando i picchi delle lenti e fornendo una retroazione alla testina di stampa, la

stampante allinea e registra il materiale micro-ottico. Questa registrazione consente di controllare il posizionamento dei dots così da massimizzare la fedeltà (cioè la nitidezza). Utilizzando luce e sensori, si rileva la spaziatura o passo delle lenti del mezzo e la si fornisce in retroazione alla testa di stampa cosicché un'immagine rasterizzata viene allineata al mezzo. Speciali pattern di dots vengono utilizzati per conferire la più alta fedeltà all'immagine. La stampante può includere schiere progettate per immagini piane (X-Y). Altre schiere possono essere utilizzate in conformità con i principi della presente invenzione.

3. Con il sistema possono essere utilizzati inchiostri speciali. Tali inchiostri conferiscono alta fedeltà, bassa diffusione ed alta saturazione alla stampa. Gli inchiostri sono formulati in modo da operare bene con un rivestimento sul retro di un mezzo di stampa. Gli inchiostri sono inoltre durevoli e resistenti all'acqua. Svariati fattori possono essere implicati in un sistema di inchiostro per operare in conformità con i principi della presente invenzione. Come primo fattore, un rivestimento può essere applicato alla plastica anziché alla carta. Come secondo fattore, la stampa può es-

sere effettuata sul retro della plastica, in modo tale che la luce viaggi attraverso la plastica e quindi torni indietro verso l'osservatore per vedere l'immagine. La stampa normale è sulla superficie e gli occhi ricevono direttamente la luce riflessa. In un modo di realizzazione un sistema totale di rivestimento viene stampato od altrimenti depositato sul retro del materiale micro-ottico cosicché l'inchiostro aderisca al rivestimento. Una plastica che presenta una bassa energia superficiale fa sì che ben poco inchiostro aderisca senza un trattamento o un rivestimento preliminare della superficie della plastica, e l'inchiostro dovrebbe presentare una pigmentazione più forte per superare due volte la trasmittanza attraverso il foglio della lente di plastica. La pigmentazione più forte può essere mantenuta con la minima dimensione possibile dei dots, che è equivalente alle dimensioni standard dei dots.

La figura 5 è un diagramma di flusso di un processo esemplificativo 500 che descrive il funzionamento del sistema in conformità coi principi della presente invenzione. Il processo 500 rappresenta uno sviluppo di un modulo per un problema posto da un cliente. Come è mostrato, un cliente o

responsabile di decisione pone un problema al passo 502. Dati rilevati a distanza 504 possono essere raccolti, ed esperti interni possono rivedere i dati al passo 506 per determinare come i dati possano essere meglio combinati per generare una matrice di bande disponibili per affrontare il problema posto, al passo 508. Uno schema di uscita può essere determinato per creare una presentazione di dati al passo 510. Al passo 512 può essere sviluppata una piattaforma digitale per dati (DDP) o una piattaforma di elaborazione digitale per la presentazione dei dati. Il cliente può vedere i dati da satellite combinati in una singola immagine dei dati rilevati a distanza o immagini multiple che mostrano differenti combinazioni dei dati rilevati a distanza per generare una documentazione di modulo di prova al passo 514 per assumere una decisione su come risolvere il problema posto, al passo 516.

La figura 6 è un digramma di flusso di un altro processo esemplificativo 600 che descrive il funzionamento del sistema in conformità con i principi della presente invenzione. Al passo 602 possono essere raccolti dati rilevati a distanza. I dati rilevati a distanza possono includere dati visuali o non visuali nello spettro elettromagnetico. Al

passo 604, un algoritmo può essere utilizzato per convertire i dati di immagine. Un tale algoritmo può essere reperito presso i siti web NASA o Goddard Space. Al passo 606 possono essere utilizzati algoritmi che decifrano l'immagine che risulta dal passo 604. Tali algoritmi possono essere trovati sul sito web della Idaho Water Resources. Un algoritmo per rettificare l'immagine può essere attuato al passo 608. L'algoritmo può assicurare che ciascun set di dati rilevati a distanza sia allineato e presenti sostanzialmente la stessa rappresentazione ortogonale. L'algoritmo per rettificare l'immagine può essere trovato a www.microimages.com/getstart/pdf/rectify.pdf.

Al passo 610 può essere provvisto un sistema esperto che contiene algoritmi per la conversione di dati visuali. Come precedentemente descritto, il sistema esperto può essere creato sulla base di un problema posto da un cliente. Uno o più esperti sensori remoti possono fornire al sistema informazioni per convertire dati visuali. Al passo 612 un algoritmo di interfaseamento può essere utilizzato per generare un'immagine fusa dei dati rilevati a distanza. L'algoritmo di interfaseamento può essere ritrovato nei brevetti US 6 781 707, 6 894 904 e

7 019 865 che vengono qui incorporati per riferimento nella loro interezza. Al passo 614, algoritmi di stampante possono essere utilizzati per stampare l'immagine fusa. Gli algoritmi di stampante possono essere trovati nel brevetto US 6 709 080 che è qui incorporato per riferimento nella sua interezza. A ciascuno dei passi mostrati, può essere attuato un algoritmo, il che si traduce nel fatto che i dati rilevati a distanza 602 vengono elaborati e stampati per consentire a un responsabile di decisione di essere in grado di visionare immagini multiple da combinare e stampare su un singolo foglio. Si deve intendere che il processo mostrato non è limitato, ma semplicemente espone un modo di realizzazione secondo i principi della presente invenzione.

La descrizione che precede è stata presentata a scopi di illustrazione e descrizione, e non intende essere esaustiva o limitata ai modi di realizzazione illustrativi nella forma presentata. Molte modifiche e variazioni risulteranno evidenti alle persone di ordinaria esperienza nel settore.

RIVENDICAZIONI

1. Sistema per produrre immagini rilevate a distanza, detto sistema comprendendo:

una piattaforma di unità di ingresso/uscita configurata per ricevere set multipli di informazioni rilevate a distanza;

una piattaforma di elaborazione digitale configurata per eseguire uno o più algoritmi per elaborare i set di informazioni rilevate a distanza per generare una singola immagine includente almeno due set di informazioni rilevate a distanza elaborate;

una stampante in comunicazione con detta piattaforma di elaborazione digitale e configurata per ricevere e stampare la singola immagine, in cui la singola immagine stampata è configurata per consentire a un osservatore di visionare individualmente ciascun set dell'informazione rilevata a distanza elaborata.

2. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui detti almeno due set di informazioni rilevate a distanza elaborate sono di bande di lunghezze d'onda differenti.

3. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui i set di dati sono catturati nel tempo.

4. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui i dati rilevati a distanza includono insiemi di dati visuali da differenti bande iperspettrali di uno spettro elettromagnetico.
5. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui l'immagine è un'immagine multidimensionale.
6. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui la stampante è configurata per stampare la singola immagine su un materiale che è rivestito per ricettività all'inchiostro.
7. Sistema secondo la rivendicazione 1, comprendente inoltre una schiera di microlenti disposta di fronte all'immagine singola stampata in modo tale che un osservatore osserva attraverso la schiera di microlenti per vedere ciascun set delle informazioni rilevate a distanza elaborate nella singola immagine.
8. Sistema secondo la rivendicazione 7, in cui la schiera di lenti comprende fra 60 e 100 lenti per pollice.
9. Sistema secondo la rivendicazione 7, in cui la schiera di lenti ha un angolo di attenuazione da approssimativamente 34° ad approssimativamente 36° .
10. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui detta piattaforma di elaborazione digitale consente

a un utilizzatore di selezionare da una pluralità di banda di lunghezze d'onda selezionabili, opzioni per stampare selettivamente informazioni rilevate a distanza su rispettive bande di lunghezze d'onda selezionate.

11. Metodo per generare informazioni visuali da informazioni rilevate a distanza, il metodo comprendendo le operazioni di:

raccogliere una prima immagine rilevata a distanza;

raccogliere una seconda immagine rilevata a distanza;

elaborare la prima e la seconda immagine per orientare le immagini sostanzialmente nello stesso orientamento;

stampare la prima e la seconda immagine rilevata a distanza su un singolo materiale; e

configurare il singolo materiale in modo tale da consentire a un osservatore di vedere ciascuna immagine rilevata a distanza a un angolo differente quando si osserva il materiale.

12. Procedimento secondo la rivendicazione 11, in cui la raccolta della prima immagine include la raccolta di un'immagine su uno spettro visuale, e la raccolta della seconda immagine include la rac-

colta di un'immagine su uno spettro non visuale.

13. Metodo secondo la rivendicazione 11, in cui la raccolta della prima immagine include la raccolta di un'immagine su una prima banda di lunghezze d'onda e la raccolta della seconda immagine include la raccolta di un'immagine su una seconda banda di lunghezze d'onda di uno spettro elettromagnetico.

14. Metodo secondo la rivendicazione 13, in cui la configurazione del singolo materiale include l'applicazione della schiera di lenti micro-ottiche al singolo materiale.

15. Metodo secondo la rivendicazione 11, in cui il singolo materiale è una schiera di lenti micro-ottiche.

16. Procedimento secondo la rivendicazione 11, comprendente inoltre le operazioni di:

raccogliere almeno una terza immagine;

elaborare la terza immagine in modo da orientare la terza immagine sostanzialmente nello stesso orientamento della prima e della seconda immagine;
e

in cui la stampa include la stampa della terza immagine sullo stesso materiale della prima e della seconda immagine.

17. Metodo secondo la rivendicazione 16, compren-

dente inoltre le operazioni di:

creare una matrice di banda di campi di lunghezze d'onda su cui vengono raccolte le immagini rilevate a distanza; e

selezionare almeno due delle bande entro la matrice di banda associata alle immagini rilevate a distanza da elaborare e stampare.

18. Metodo secondo la rivendicazione 11, in cui la configurazione del materiale singolo include l'applicazione del materiale singolo su un primo lato di una schiera di lenti micro-ottiche in modo tale che un osservatore della prima e della seconda immagine osserva attraverso la schiera di lenti micro-ottiche tramite un secondo lato includente lenti micro-ottiche.

19. Metodo secondo la rivendicazione 11, in cui la raccolta della prima e della seconda immagine rilevate a distanza include la raccolta di immagini tridimensionali.

20. Metodo secondo la rivendicazione 11, in cui la raccolta della prima e della seconda immagine rilevate a distanza include la raccolta di immagini che sono della stessa locazione e fuse a tempi differenti.

21. Metodo secondo la rivendicazione 11, in cui la

raccolta delle immagini rilevate a distanza include
la raccolta di almeno un'immagine includente un'im-
magine focalizzata su una porzione di suolo.

Figura #1
Raccolta dati satellite

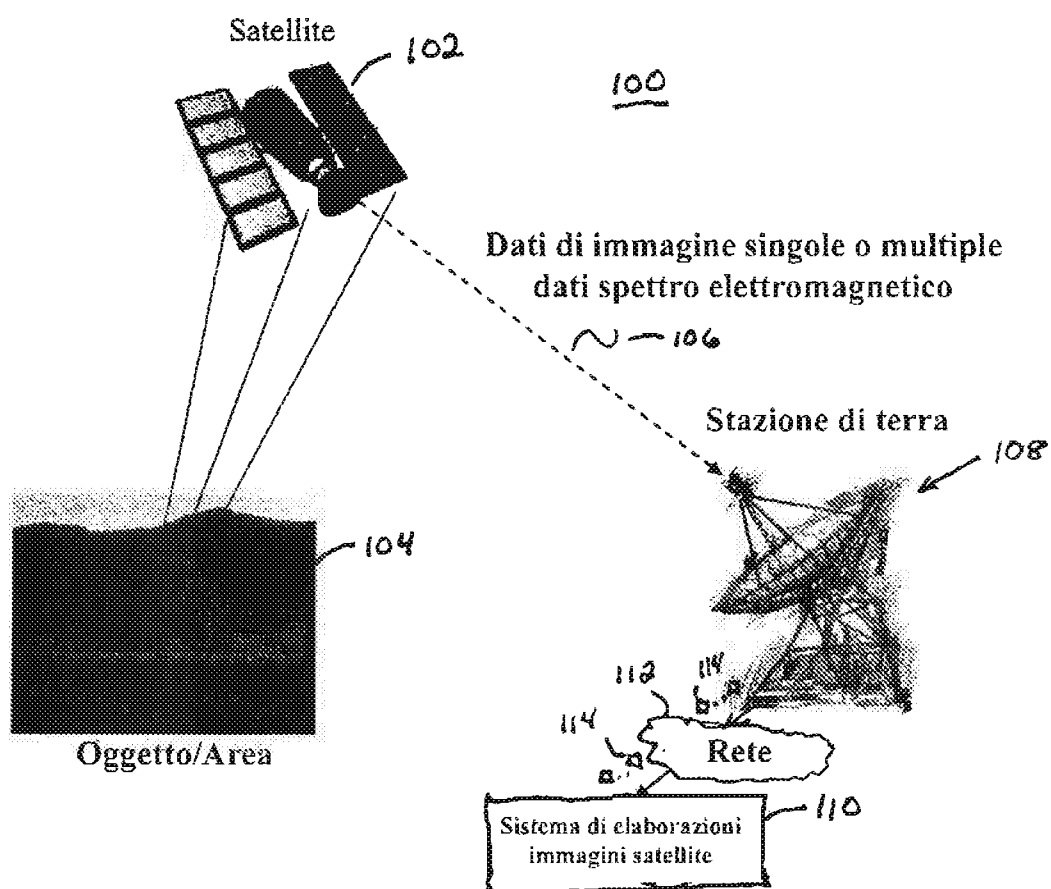
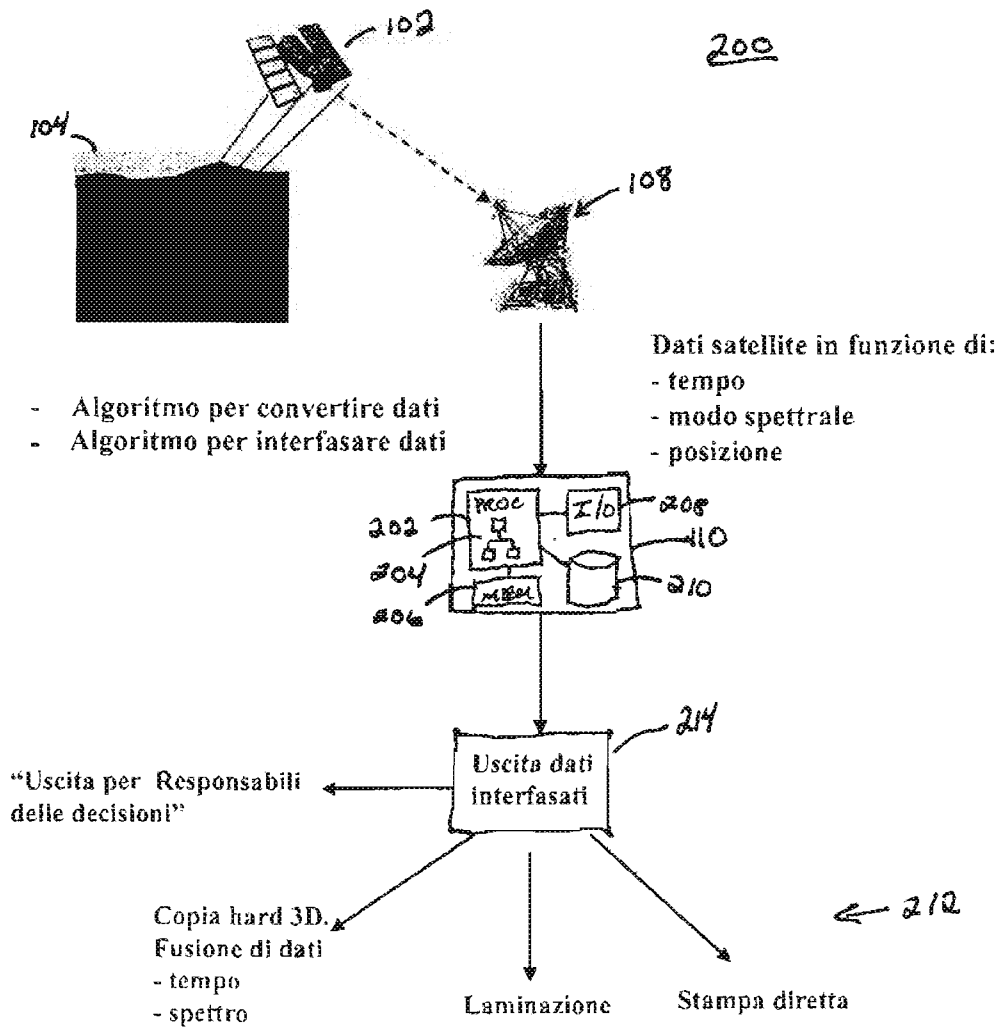


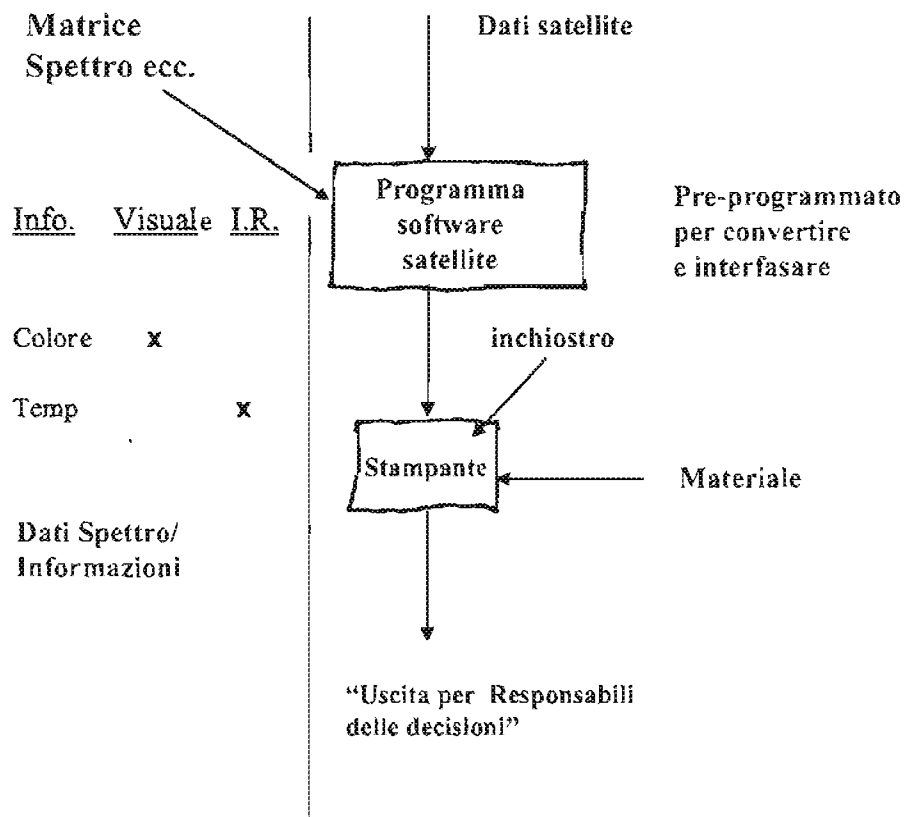
Figura #2
 Livello uno
 "Uscite per responsabili delle decisioni"



Livello uno: "Uscite per Responsabili delle decisioni"
 Enfasi principale sulla conversione dati dei satelliti
 Uscite uniche/migliori per responsabili decisioni

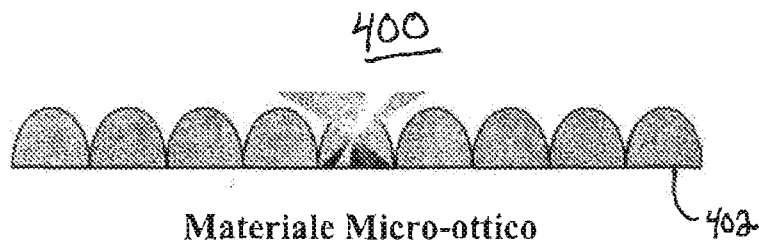
Figura #3
Livello due
"Piattaforma per rispondere a domande"

300

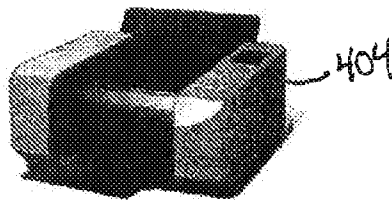


Realizza l'impronta scientifica per risolvere le necessità del cliente.
Provvede software per manipolare dati ed uscita.

**Figura#4
Hardware**

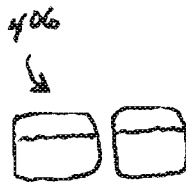


1. Alta fedeltà, materiale a basso angolo di attenuazione per copia hard 3D
2. Alta fedeltà materiale ad angolo elevato per copia hard di fusione



Stampante

Stampante predisposta per auto-allineamento.
Copia hard da piattaforma SpectraTec premendo un bottone



Inchiostro

- Alta fedeltà
- Resistente
- A bassa diffusione
- Alta saturazione

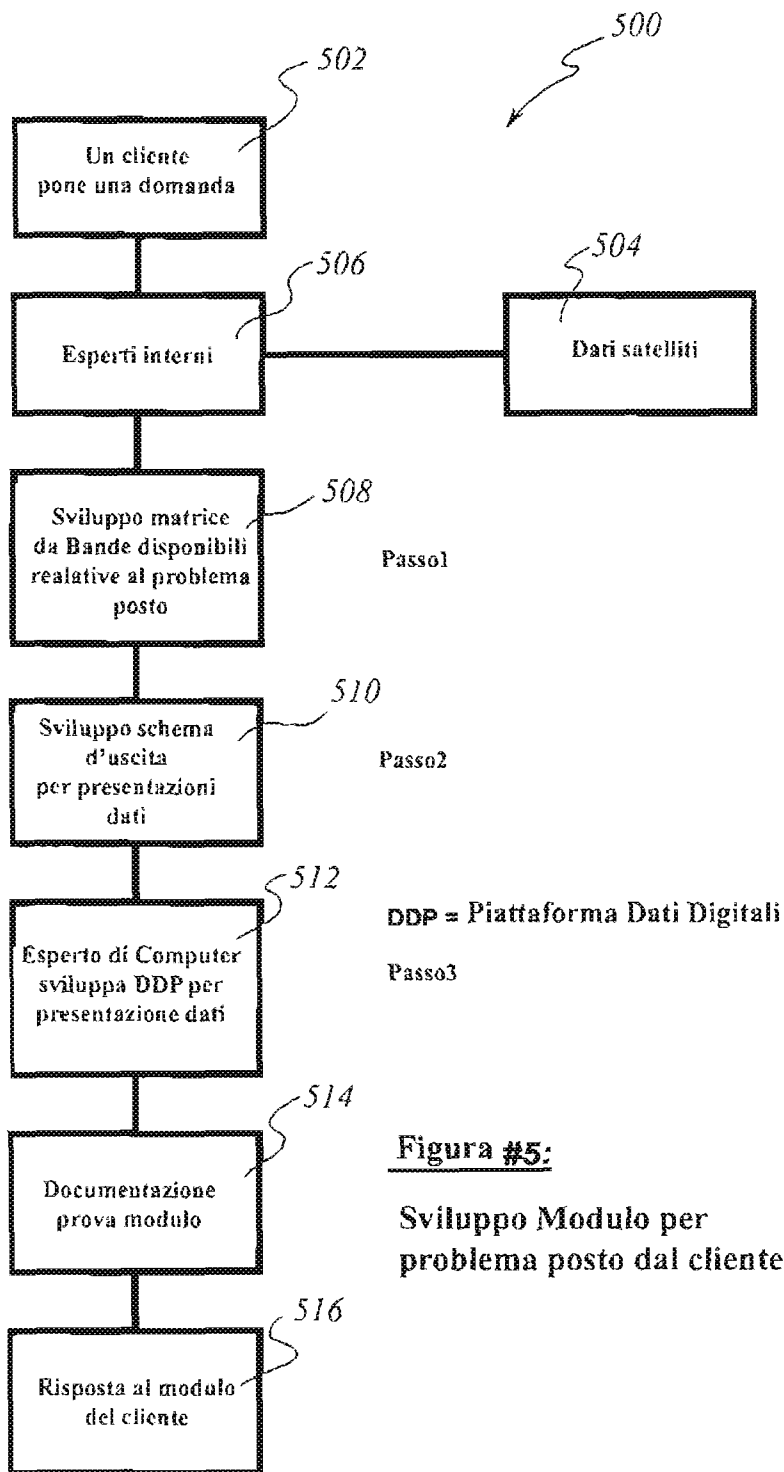


Figura #5:

Sviluppo Modulo per problema posto dal cliente

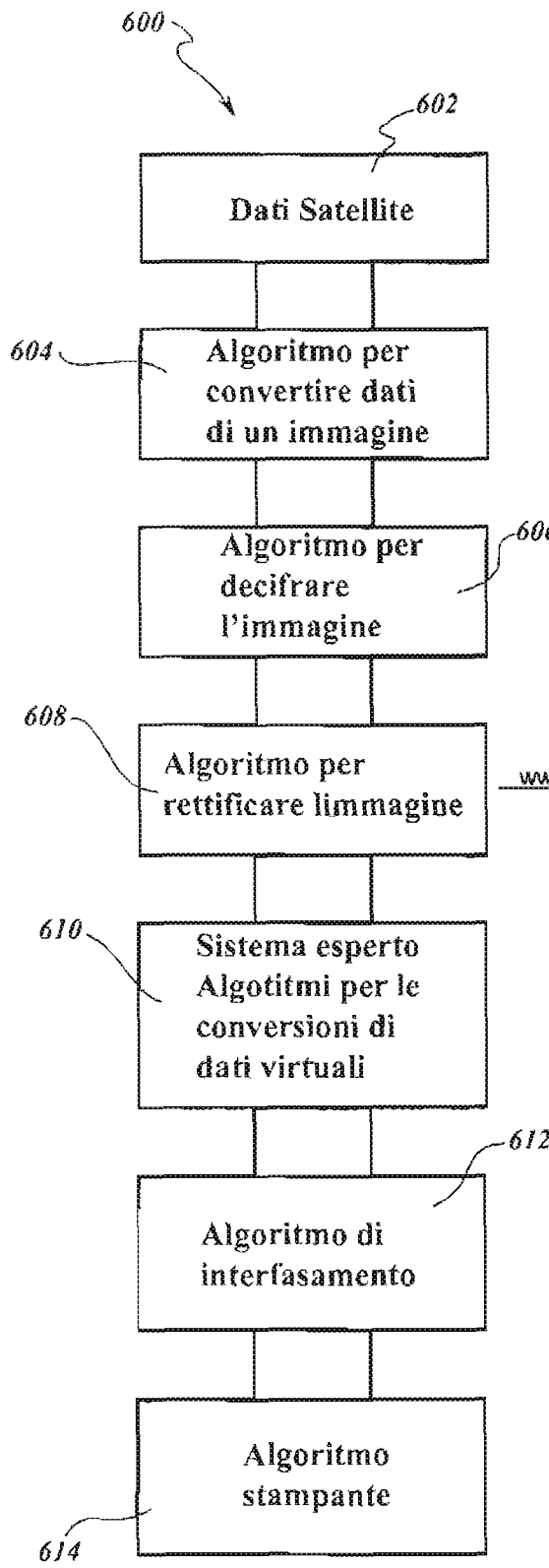


Figura #6:
Algoritmi

Tipiche sorgenti di riferimento

Cfr: Siti web della NASA e Goddard Space

Cfr: Siti web Idaho Water Resources

Cfr: www.microimages.com/getstart/pdf/rectify.pdf

Interno a Invenzione (dipende dal problema citato)

Cfr: US 6,781,707
US 6,894,904
US 7,019,865

Cfr: US 6,709,080