



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102009901782804
Data Deposito	12/11/2009
Data Pubblicazione	12/05/2011

Classifiche IPC

Titolo

METODO PER ADATTARE UN SISTEMA DI ACQUISIZIONE D'IMMAGINE AD UNA SCENA

Descrizione dell'invenzione avente per titolo: "METODO PER ADATTARE UN SISTEMA DI ACQUISIZIONE D'IMMAGINE AD UNA SCENA"

a nome ZARAGA, FEDERICO, di nazionalità italiana, residente in
5 Milano, via San Vincenzo 18/B.

e

a nome LANGFELDER, GIACOMO, di nazionalità italiana, residente in
Milano, via dei Piatti 11.

Inventori: Zaraga Federico

10 Langfelder Giacomo

..*

Campo dell'invenzione

La presente invenzione riguarda la scelta dello spazio cromatico e la successiva correzione del colore nella sequenza di operazioni che
15 compongono l'acquisizione di un'immagine digitale a colori.

La correzione del colore è la trasformazione che porta dal particolare spazio cromatico di un sistema di acquisizione ad uno spazio cromatico standard, quale ad esempio lo spazio del tristimolo XYZ. Questa fase è necessaria per poter elaborare o rappresentare successivamente
20 l'immagine mediante un display video o una stampante a colori. I sistemi di acquisizione attualmente più diffusi comprendono ad esempio un sensore o foto-rivelatore del tipo CMOS o CCD.

Stato della tecnica

Secondo la tecnica nota, la fase di correzione del colore viene
25 usualmente svolta, mediante opportuni metodi ed algoritmi di elaborazione matematica, dopo che l'immagine è stata acquisita.

Le informazioni relative alla tonalità ed alla saturazione del colore della porzione di oggetto corrispondente a ogni pixel di un sistema digitale sono ottenute filtrando lo spettro della radiazione diffusa dall'oggetto mediante filtri colorati, costituiti usualmente da almeno tre
5 filtri RGB o, in qualche sistema noto, anche da quattro o più filtri di varie colorazioni o "pancromatici" (cioè trasparenti).

Ad esempio, i "filtri fisici" RGB sono disposti in modo opportuno davanti ai singoli pixel del sensore, con una configurazione che usualmente è quella della ben nota maschera di Bayer; sono comunque
10 note anche altre configurazioni di filtri colorati disposti davanti al foto-rivelatore.

Alcuni tipi di sensori a semiconduttore noti, quali ad esempio alcuni sensori del tipo CMOS, non utilizzano filtri fisici colorati disposti davanti al sensore per separare le componenti cromatiche della
15 radiazione visibile, ma usano invece opportune configurazioni del semiconduttore che mettono a disposizione dei "filtri equivalenti", potenzialmente accordabili, in grado di analizzare lo spettro della luce visibile in modo sostanzialmente equivalente a quella dei filtri fisici anteposti al sensore.

20 Un sensore avente questo tipo di configurazione viene descritto ad esempio nel brevetto statunitense n. US 5965875 a nome Foveon Inc. Il sensore o foto-rivelatore è realizzato con tre (o più) regioni di svuotamento sovrapposte a diverse profondità, in cui ogni regione di svuotamento assorbe una diversa lunghezza d'onda della radiazione
25 ottica incidente sul foto-rivelatore.

Un altro esempio di un sensore o foto-rivelatore in grado di mettere a disposizione un sistema privo di filtri fisici viene descritto nella domanda di brevetto internazionale n. WO2008068616 a nome Politecnico di Milano, che riguarda un sensore a campi trasversali.

5 Questo tipo di foto-rivelatore sfrutta il principio in base al quale, in un materiale semiconduttore, il coefficiente di assorbimento del foto-rivelatore dipende dalla lunghezza d'onda della radiazione incidente. Il foto-rivelatore a campi trasversali comprende uno strato di materiale semiconduttore con una regione di svuotamento ed almeno tre elettrodi
10 (ad esempio uno per ciascuno dei colori RGB) per generare dei campi elettrici nella regione di svuotamento. Applicando un segnale di tensione opportuno a ciascuno degli elettrodi RGB è possibile variare l'intensità spettrale della radiazione raccolta dai diversi elettrodi, realizzando così la funzione di accordatura dei filtri.

15 La domanda di brevetto internazionale n. WO2007027300 a nome Motorola Inc. descrive inoltre una soluzione con filtri fisici accordabili posti davanti al sensore e realizzati sotto forma di cristalli liquidi dicroici per i quali è possibile variare la trasmittanza ottica.

La domanda di brevetto n. US 2009/0027518 a nome Casio
20 Computer Co. Ltd. presenta un sistema di acquisizione di immagini in grado di effettuare una scansione spettrale accurata di un'immagine da acquisire. Ciò comporta tuttavia l'impiego di una complessa struttura di filtri che vengono anteposti al sensore ed azionati mediante attuatori piezoelettrici per variare in modo rapido il loro spettro di trasmissione, e
25 un sensore molto veloce che consenta di acquisire più immagini dello stesso oggetto in un breve intervallo di tempo.

In generale, le informazioni su luminosità e componenti cromatiche di un'immagine da acquisire identificano con precisione la posizione di un punto rappresentativo del colore nello spazio cromatico RGB specifico del set di filtri associato ad un particolare sensore. Un diverso
5 sensore attribuirebbe allo stesso punto delle coordinate cromatiche diverse, dal momento che lo riferirebbe ad un diverso spazio cromatico, legato a dei filtri RGB diversi.

Il segnale acquisito da un sistema digitale deve essere opportunamente elaborato per ottenere una immagine adatta alle
10 successive elaborazioni, quali ad esempio operazioni di compressione, filtraggio digitale, o per essere rappresentata sullo schermo di un display a colori. Per poter utilizzare l'immagine a colori nelle fasi successive della catena di acquisizione, elaborazione, rappresentazione dell'immagine, è necessario trasferire i punti rappresentativi del colore
15 dell'immagine acquisita in uno spazio cromatico prestabilito, quale ad esempio lo spazio standard del tristimolo XYZ oppure opportuni spazi RGB.

Come già anticipato in precedenza, l'operazione di trasferimento da uno spazio cromatico specifico di un foto-rivelatore ad uno spazio
20 prestabilito si definisce "correzione del colore". Questa operazione può consistere ad esempio in una "mappatura" realizzata mediante una trasformazione lineare delle coordinate cromatiche attraverso una "matrice di correzione del colore", o "Color Correction Matrix" (CCM).

Le tonalità e la saturazione dei colori ottenuti dipendono dallo spazio
25 cromatico finale utilizzato per rappresentare il colore, dallo spazio

cromatico del sensore che acquisisce l'immagine e dalle caratteristiche della trasformazione che porta dall'uno all'altro dei due spazi.

Per sensori "non colorimetrici" è impossibile ricostruire fedelmente tutti i colori. Si definisce invece "colorimetrico" un sensore dotato di
5 filtri le cui curve di assorbimento si possono ottenere mediante una combinazione lineare delle curve di risposta dell'occhio umano, o per meglio dire delle "color matching functions" dell'osservatore standard definite dalla CIE nel 1931.

Se lo scopo della trasformazione è quello di ottenere dei colori il più
10 possibile "fedeli", ad ogni set di filtri RGB si può associare una specifica matrice di correzione del colore, scelta ad esempio con il criterio di rendere minimo l'errore quadratico medio tra i colori misurati ed i colori originali.

E' noto agli esperti del settore che le differenze tra i colori misurati
15 ed i colori originali devono essere valutate in uno spazio cromatico dotato di un'opportuna metrica "conforme", vale a dire in uno spazio in cui ad eguali distanze tra punti rappresentativi del colore dipendano eguali differenze tra i colori come percepiti da un osservatore.

Gli spazi standard della trasformazione lineare sopra citata non
20 godono di questa proprietà. Per valutare l'errore è necessaria una successiva trasformazione, non lineare, che porti in uno spazio opportuno, quale ad esempio lo spazio Lab. La presenza di questa trasformazione non lineare rende ulteriormente complessa la determinazione dei filtri ottimali per la correzione del colore.

25 Come già anticipato, per un sensore "non colorimetrico" si ha sempre un errore nella determinazione dei colori. L'entità di questo errore

dipende da quanto lontani sono gli spettri dei filtri associati da una trasformazione lineare degli spettri del tristimolo.

La scelta dei filtri e della matrice di trasformazione CCM associata, mediante metodi di riduzione dell'errore, fornisce risultati che dipendono
5 dalla scelta del set di colori di riferimento. Filtri ottimizzati per un set di riferimento di colori pastello possono dare errori relativamente elevati per l'acquisizione di un'immagine contenente colori saturi (e viceversa). L'errore complessivo dipende dalla scelta iniziale dei filtri colorati RGB.

Per migliorare la fedeltà cromatica si possono anche usare algoritmi
10 non lineari, o dipendenti dalla posizione nello spazio cromatico, in grado di diminuire l'errore dovuto alla trasformazione lineare. Sono comunque algoritmi applicati a valle della acquisizione dell'immagine, che non possono quindi aumentare il contenuto informativo del segnale già acquisito.

15 La scelta dei filtri "fisici" (ad es. "maschera di Bayer") è fatta una volta per tutte: i filtri sono permanentemente posizionati davanti al sensore ed hanno uno spettro non modificabile. E' naturalmente possibile anteporre ulteriori filtri ottici, ad esempio montati sull'obiettivo, per alterare le tonalità di colore. Questa tecnica è talvolta
20 impiegata nella fotografia professionale, ma ha numerosi svantaggi: è lunga e complessa (montaggio e smontaggio filtri); riduce il segnale luminoso che, ulteriormente filtrato, viene attenuato; produce lo stesso effetto sull'intera scena o, al limite, consente una sfumatura in una direzione come nel caso dei filtri gradualizzati; non è finemente graduabile
25 (fine tuning).

E' possibile naturalmente modificare successivamente la mappatura dei colori dell'immagine acquisita cambiando la matrice o gli algoritmi di trasformazione. Queste operazioni di "post-processing" riducono però la qualità dell'immagine perché possono esaltare zone dello spazio
5 cromatico non convenientemente campionate, o comunque implicano combinazioni tra il contenuto di pixel adiacenti o tra diversi canali di colore, con propagazione di errori/rumore e riduzione della risoluzione spaziale.

E' inoltre opportuno tenere presente che la correzione del colore può
10 anche essere richiesta per ottenere dei colori piacevoli piuttosto che dei colori fedeli. Nelle attuali fotocamere digitali commerciali è possibile cambiare la saturazione di tutti i colori (stili) o di alcuni colori importanti nella tipologia di soggetto (panorama, ritratto). In questo secondo caso l'informazione necessaria a modificare i livelli di saturazione può essere
15 ricavata dall'analisi della scena effettuata dal software della macchina, oppure dichiarata all'inizio dall'utente, ad esempio saturazione del colore verde nei panorami o del colore rosa nei ritratti.

Riepilogo dell'invenzione

Ciò premesso, è scopo della presente invenzione quello di proporre
20 un metodo per adattare un sistema di acquisizione d'immagine ad una scena che consenta di avvicinarsi ad una condizione ideale di acquisizione di un'immagine a colori, vale a dire ad una condizione tale da evitare, o comunque limitare, il peggioramento della qualità dell'immagine durante la successiva fase di correzione del colore.

25 Un altro scopo della presente invenzione è quello di proporre un metodo del tipo sopra citato che consenta di acquisire un'immagine a

colori con possibilità di conferire una diversa sensibilità spettrale a zone di particolare interesse dello spazio cromatico.

Un ulteriore scopo della presente invenzione è quello di proporre un metodo del tipo sopra citato che consenta anche di effettuare delle
5 scansioni spettrali di una scena, o comunque di acquisire delle informazioni spettrali dettagliate, senza dover complicare la struttura del sistema di acquisizione delle immagini.

Questi scopi vengono raggiunti dalla presente invenzione grazie ad un metodo secondo la rivendicazione 1. Ulteriori caratteristiche peculiari
10 della presente invenzione sono riportate nelle rivendicazioni dipendenti.

In pratica, secondo la presente invenzione, lo spazio cromatico del sistema di acquisizione viene modificato opportunamente prima che l'immagine sia acquisita, in modo tale da adattarne al meglio la risposta spettrale del sistema di acquisizione alle caratteristiche della particolare
15 immagine che si vuole acquisire o al risultato che si vuole ottenere. Vengono conseguentemente cambiati anche i criteri di scelta dei filtri ottimali.

L'idea innovativa è quindi quella di non scegliere "a priori" un set di filtri, ottimizzato per una generico set di colori di riferimento, ma
20 utilizzare ogni volta i filtri più adatti alla scena da riprendere.

Se l'obiettivo è rendere il più possibile fedele la rappresentazione dei colori, il metodo seguito usualmente è quello di scegliere la matrice di trasformazione (CCM) che minimizza l'errore quadratico medio complessivo su una serie di colori di riferimento. Minimizzare l'errore
25 medio significa però non descrivere esattamente nessun colore ma semplicemente distribuire opportunamente gli errori.

Con il metodo proposto dalla presente invenzione si mettono invece a disposizione diverse modalità operative grazie alle quali si possono utilizzare diverse matrici di trasformazione, ad esempio matrici relative a tutta l'area della scena o solo ad una o più aree specifiche della stessa, 5 così come matrici generali per tutto lo spazio cromatico o per determinate zone dello stesso, in modo tale da minimizzare l'errore locale (ad esempio: blu per il cielo, verde per il prato, ecc.): nella mappatura (linearizzata) tra spazi cromatici, l'errore è minore se si proiettano ogni volta zone più piccole.

10 Si utilizza pertanto un sensore, con pixel sensibili al colore, in cui sia possibile modificare la sensibilità spettrale (filtri accordabili) con un comando esterno, ad esempio variando leggermente alcune tensioni applicate al sensore per polarizzarlo.

Viene quindi proposto un metodo per adattare un sistema di 15 acquisizione d'immagine ad una scena, comprendente le fasi di:

a) mettere a disposizione almeno un sensore o foto-rivelatore per rilevare l'immagine della scena e per fornire almeno tre segnali indicativi delle risposte spettrali del sensore in un intervallo di lunghezze d'onda che include il campo della radiazione visibile;

20 b) mettere a disposizione un insieme di filtri accordabili, in cui la sensibilità spettrale di almeno uno dei filtri può essere modificata in funzione di un segnale ricevuto;

c) acquisire le informazioni necessarie ad impostare la sensibilità spettrale di almeno uno dei filtri;

25 d) acquisire l'immagine della scena sotto forma di una pluralità di pixel; e

e) utilizzare una matrice di correzione del colore specifica per le sensibilità spettrali impostate in modo tale da trasformare le componenti di colore di almeno un'area della scena nelle componenti di colore di uno spazio cromatico prestabilito.

5 Secondo la presente invenzione, viene proposto di modificare la sensibilità spettrale di almeno uno dei filtri accordabili prima della fase d) di acquisizione dell'immagine per ottenere un'immagine di tutte le aree della scena in uno o più spazi cromatici avente un errore complessivo minimizzato rispetto ad uno spazio cromatico prestabilito,
10 e/o un'immagine a colori avente una diversa sensibilità spettrale in zone di particolare interesse di uno spazio cromatico prestabilito.

Il metodo secondo l'invenzione viene preferibilmente eseguito utilizzando un foto-rivelatore di tipo accordabile, come ad esempio i foto-rivelatori descritti nel brevetto statunitense n. US 5965875 e nella
15 domanda di brevetto internazionale n. WO2008068616.

Le leggi di variazione degli spettri dei filtri accordabili di un sensore al variare del potenziale applicato agli elettrodi sono sostanzialmente note, anche solo euristicamente; in alternativa, è possibile caratterizzare il sensore con un certo numero di combinazioni di tensioni applicate e
20 costruire le caratteristiche in situazioni intermedie con opportune interpolazioni.

Il metodo secondo l'invenzione può essere applicato anche quando le caratteristiche della scena sono riconducibili a modelli e/o stili pre-impostabili manualmente prima della acquisizione dell'immagine. Un
25 operatore, con opportuno comando, può effettuare la selezione di almeno una combinazione delle componenti di colore nell'ambito di un insieme

di combinazioni prestabilite o, in altre parole, può scegliere la configurazione di filtri più adatta, ad esempio colori pastello o colori saturi, enfasi ai verdi o ai rossi, ecc. In questo caso, la sensibilità spettrale dei filtri accordabili del sensore viene modificata in base ad un
5 segnale indicativo di una o più delle possibili impostazioni prestabilite.

In alternativa, il metodo secondo l'invenzione può anche essere applicato ad una modalità operativa automatica secondo la quale le caratteristiche della scena vengano ricavate dall'analisi di almeno un'immagine preliminare. Ciò comporta ad esempio la determinazione
10 delle componenti di colore dello spazio cromatico di almeno un'area della scena.

In questo caso i filtri del sensore potrebbero essere inizialmente accordati in una situazione neutra (default) nella quale sono in grado, anche se non ottimizzati, di rilevare con sufficiente accuratezza le
15 informazioni necessarie per identificare la tipologia di scena da acquisire in un'immagine definitiva dopo avere opportunamente accordato i sensori.

Nella modalità operativa automatica, la fase c) del metodo sopra esposto può comportare la pre-acquisizione di una singola immagine: la
20 sensibilità spettrale dei filtri accordabili può quindi essere modificata in base ad uno o più segnali generati a seguito dell'analisi delle componenti di colore nello spazio cromatico dell'immagine pre-acquisita dell'intera scena o di almeno un'area della stessa.

In alternativa, la modalità operativa automatica può comportare la
25 pre-acquisizione di una pluralità di immagini modificando la sensibilità spettrale dei filtri accordabili prima di ciascuna pre-acquisizione. Si

realizza in questo caso una scansione dello spettro acquisendo informazioni spettrali dettagliate per le successive elaborazioni spettrali, inclusa eventualmente anche l'operazione di bilanciamento del bianco oltre quella di accordatura dei filtri.

5 Questa operazione preliminare di rilevamento ed analisi di una o più immagini può svolgersi in tempi molto brevi ed essere sovrapposta ad altre operazioni, quali ad esempio la messa a fuoco, e quindi può essere effettuata senza ritardare la successiva acquisizione di una o più immagini definitive.

10 L'accordatura dei filtri può essere effettuata in base a diversi criteri, ad esempio adottando una combinazione di filtri uguale per l'intera scena. La sensibilità spettrale di ciascuno dei filtri viene quindi impostata, in tutta l'immagine della scena, allo stesso valore per tutti i pixel di uno stesso colore, o per tutti i pixel il cui colore è nell'intorno
15 della medesima lunghezza d'onda dominante. In questo caso, l'accordatura può essere ottimizzata di volta in volta con un set di colori di riferimento che occupano una particolare regione dello spazio cromatico, ad esempio una regione dei colori saturi o una regione dei colori pastello.

20 Un altro criterio, che può essere adottato in alternativa o in combinazione al precedente, prevede di operare nello spazio fisico dell'immagine pre-acquisita: l'accordatura dei filtri può essere effettuata adottando una combinazione di filtri specifica per determinati gruppi di pixel di ogni area dell'immagine. La sensibilità spettrale dei filtri viene
25 quindi impostata, in ciascuna area dell'immagine, allo stesso valore per tutti i pixel di uno stesso colore, o per tutti i pixel il cui colore è

nell'intorno della medesima lunghezza d'onda dominante. Si individuano quindi alcuni set di filtri equivalenti adatti a diverse parti della scena affinché diversi set di pixel siano più sensibili alle tonalità presenti nelle rispettive porzioni di scena.

5 In ogni caso, la matrice di correzione del colore utilizzata nella fase e) del metodo secondo l'invenzione sposta in modo determinato la responsività spettrale del sensore per i gruppi di pixel di uno stesso colore o per tutti i pixel il cui colore è nell'intorno della medesima lunghezza d'onda dominante.

10 In sintesi, secondo la presente invenzione, la resa cromatica viene modificata prima di avere acquisito l'immagine definitiva senza utilizzare algoritmi di post-processing. Si cambiano quindi le caratteristiche dell'hardware, riducendo così la necessità di successive elaborazioni che comporterebbero inevitabilmente un peggioramento
15 della qualità dell'immagine.

Breve descrizione dei disegni

Ulteriori caratteristiche e vantaggi della presente invenzione saranno evidenti dalla descrizione che segue, fatta con riferimento ai disegni allegati a titolo illustrativo e non limitativo, in cui:

20 - la Figura 1 è uno schema a blocchi semplificato di un sistema di acquisizione di immagini idoneo all'esecuzione del metodo secondo la presente invenzione; e

- la Figura 2 è un diagramma di flusso che illustra alcune modalità operative secondo il metodo della presente invenzione.

25 Modalità di realizzazione dell'invenzione

Con riferimento alla Figura 1, viene mostrato un sistema di acquisizione di immagini per l'esecuzione del metodo della presente invenzione, ad esempio un sistema che può essere impiegato in una macchina fotografica digitale o in una telecamera digitale.

5 La sorgente di luce 1, del tipo naturale e/o artificiale, emette una radiazione ottica L1 che viene diffusa ad esempio da un oggetto 2 presente nella scena di cui si vuole acquisire l'immagine, o una sequenza di immagini. La luce riflessa L2 può passare attraverso un sistema ottico 3, comprendente ad esempio una o più lenti ed eventualmente dei filtri
10 ottici, ed esce sotto forma di una radiazione ottica focalizzata L3 che viene rilevata da un sensore o foto-rivelatore 10.

Il sensore 10 è preferibilmente un sensore dotato di filtri equivalenti accordabili, come ad esempio quelli descritti nei documenti n. US 5965875 e n. WO2008068616 già citati in precedenza. Anche se non
15 specificato espressamente nel seguito, si deve intendere che il sensore 10 è costituito da una pluralità di pixel e che tutti i segnali indicati genericamente in ingresso al sensore 10 e in uscita dallo stesso includono segnali distinti ed indipendenti per ciascun pixel del sensore.

Il sistema di acquisizione include un'unità di controllo 4 che riceve
20 un segnale di comando C rappresentativo di una scelta dell'utente per quanto riguarda la modalità di acquisizione dell'immagine, ad esempio con correzione del colore manuale, oppure con correzione del colore automatica. Il sistema di acquisizione può comprendere almeno una memoria, collegata all'unità di controllo 4 o incorporata nella stessa, per
25 immagazzinare ad esempio i dati relativi ad una o più matrici di

correzione del colore, oppure una tabella contenente i valori delle tensioni di polarizzazione per diverse tipologie di scene predefinite.

L'unità di controllo 4 è inoltre in grado di ricevere almeno tre segnali R_R , R_G ed R_B da ciascun pixel del sensore 10: questi segnali, forniti ad
5 esempio in fase di pre-acquisizione dell'immagine, sono rappresentativi delle componenti di colore presenti nella scena, o in una particolare area della scena stessa. I segnali R_R , R_G e R_B vengono prelevati da tre rispettivi elettrodi di ciascun pixel in funzione di prestabiliti valori di tensione applicati a ciascuno dei tre elettrodi.

10 L'unità di controllo 4 è inoltre in grado di emettere in uscita almeno tre segnali P_R , P_G e P_B che vengono portati in ingresso al sensore 10 e sono rappresentativi delle tensioni di polarizzazione che vengono applicate ai pixel del sensore 10, ad esempio per impostare una polarizzazione predefinita in fase di pre-acquisizione di un'immagine o
15 per ottenere l'accordatura dei filtri.

In uscita dal sensore 10 vengono inoltre prelevati almeno tre segnali S_R , S_G e S_B che rappresentano le componenti di colore dell'immagine effettivamente acquisita dal sensore 10 dopo aver effettuato la correzione del colore. I segnali S_R , S_G e S_B sono prelevati dai tre elettrodi di ciascun
20 pixel dopo aver effettuato la desiderata accordatura dei filtri; questi segnali vengono portati in ingresso ad un modulo di elaborazione 5 che provvede ad effettuare eventuali elaborazioni successive sui segnali in formato analogico, così come forniti dal sensore 10, oppure sui segnali convertiti in formato digitale all'interno dello stesso modulo di
25 elaborazione 5. Le elaborazioni successive possono ad esempio

comprendere correzioni su luminosità, contrasto, rumore, bilanciamento del bianco, ecc.

I segnali digitali D_R , D_G e D_B in uscita dal modulo di elaborazione 5 sono così resi compatibili con le caratteristiche di una periferica 6, quale ad esempio un display o una stampante, in grado di rappresentare l'immagine acquisita e corretta.

Nel diagramma di Figura 2 vengono illustrate alcune delle possibili modalità operative messe a disposizione da un metodo secondo la presente invenzione.

10 In funzione delle impostazioni dell'utente al blocco 20, che determinano il segnale di comando C in Figura 1, è possibile procedere con la correzione di colore manuale (blocco 30), oppure con una correzione di colore automatica (blocco 40).

La correzione di colore manuale può essere idonea ad esempio nel 15 caso in cui le caratteristiche della scena siano riconducibili a modelli e/o stili pre-impostabili prima della acquisizione dell'immagine. L'operatore può quindi impostare la configurazione di filtri più adatta per riprendere la scena (blocco 32), scegliendo ad esempio un correzione di colore per ottenere colori pastello, colori saturi, oppure una maggiore enfasi a 20 determinati colori, ecc.

In funzione della scelta effettuata dall'utente, al blocco 34 viene selezionata una combinazione prestabilita dei segnali di tensione P_R , P_G e P_B tra i valori conservati nella memoria dell'unità di controllo 4 per effettuare l'accordatura dei filtri equivalenti (blocco 36), prima di 25 acquisire l'immagine definitiva (blocco 38) ed effettuare la correzione del colore (blocco 50) selezionando la matrice di correzione più idonea

da un database (blocco 48) presente ad esempio nella memoria dell'unità di controllo 4. Dopo la fase di correzione del colore, l'immagine viene quindi trasferita alle successive elaborazioni (blocco 60) prima della sua rappresentazione attraverso la periferica 6.

5 La correzione automatica del colore, partendo dal blocco 40, si può svolgere secondo differenti modalità operative, non solo nell'ambito dello spazio cromatico dell'immagine che riproduce l'intera scena, ma anche nell'ambito dello spazio fisico di determinate aree dell'immagine della scena.

10 Secondo una prima modalità operativa, le caratteristiche della scena possono essere ricavate mediante la pre-acquisizione di un'unica immagine preliminare (blocco 42) e dalla valutazione dei colori inquadrati da ogni singolo pixel (blocco 44). I filtri equivalenti del sensore 10 possono essere inizialmente accordati in una situazione
15 neutra, nella quale sono in grado, anche se non ottimizzati, di determinare con sufficiente accuratezza le informazioni necessarie per identificare la tipologia di scena da acquisire nell'immagine definitiva dopo avere opportunamente accordato i filtri.

Le fasi di pre-acquisizione ed analisi dell'immagine preliminare
20 identificate dai blocchi 42 e 44 possono svolgersi in tempi molto brevi ed essere sovrapposte ad altre operazioni, quali ad esempio la messa a fuoco, evitando così di ritardare l'acquisizione delle immagini.

Dal blocco 44 è possibile procedere effettuando subito un'analisi dei colori in determinate zone dello spazio cromatico (blocco 46), oppure
25 effettuare preventivamente un'operazione di divisione della scena in

gruppi di pixel di uno stesso colore, oppure di un colore nell'intorno della medesima lunghezza d'onda dominante (blocco 45).

Una volta individuate tutte le informazioni necessarie ad effettuare l'accordatura dei filtri equivalenti, dal blocco 46 si seguono gli stessi
5 passi già illustrati per la modalità operativa manuale: al blocco 34 viene selezionata una combinazione prestabilita dei segnali di tensione P_R , P_G e P_B per effettuare l'accordatura dei filtri equivalenti (blocco 36). Una volta acquisita l'immagine definitiva (blocco 38), si effettua la correzione del colore (blocco 50) selezionando la matrice di correzione più idonea
10 da un database (blocco 48) presente ad esempio nella memoria dell'unità di controllo 4. Anche in questo caso, dopo la fase di correzione del colore, l'immagine viene trasferita alle successive elaborazioni (blocco 60) prima della sua rappresentazione attraverso la periferica 6.

In accordo con una seconda modalità operativa, la correzione di
15 colore automatica (blocco 40) può comportare la pre-acquisizione in rapida sequenza di una serie di immagini cambiando la sensibilità spettrale dei filtri tra un'immagine e l'altra (blocco 41). Si realizza in questo caso una scansione dello spettro acquisendo informazioni spettrali dettagliate che possono risultare utili per le successive elaborazioni.

20 E' così possibile analizzare lo spettro rilevato per ciascun pixel (blocco 43) prima di procedere all'analisi dei colori in determinate zone dello spazio cromatico (blocco 46), eventualmente preceduta da un'operazione di divisione della scena in gruppi di pixel di uno stesso colore, oppure di un colore nell'intorno della medesima lunghezza d'onda
25 dominante (blocco 45).

Al pari della modalità precedente, dal blocco 46 si procede a selezionare una combinazione prestabilita dei segnali di tensione P_R , P_G e P_B (blocco 34) che consentono di effettuare l'accordatura dei filtri equivalenti (blocco 36). Una volta acquisita l'immagine definitiva (blocco 38), si effettua la correzione del colore (blocco 50) selezionando la matrice di correzione più idonea dal database delle matrici di correzione del colore (blocco 48). Similmente a quanto già descritto in precedenza, dopo la fase di correzione del colore, l'immagine viene trasferita alle successive elaborazioni (blocco 60) prima della sua rappresentazione attraverso la periferica 6.

In pratica, operando in modalità di correzione del colore automatica, le scelte di accordatura dei filtri equivalenti possono essere fatte con diversi criteri, che si possono dividere sostanzialmente in almeno due gruppi:

- combinazione di filtri eguale per l'intera scena: l'accordatura può essere ottimizzata di volta in volta con un set di colori di riferimento che occupano una particolare regione dello spazio cromatico, ad esempio la parte interna (colori saturi) o esterna (colori pastello) del diagramma di cromaticità del tristimolo CIE x, y, z ;
 - combinazione di filtri specifica per gruppi di pixel: si individuano alcuni set di filtri equivalenti adatti a diverse parti della scena. Diversi set di pixel sono più sensibili alle tonalità presenti nelle rispettive porzioni di scena.
- E' comunque opportuno sottolineare che l'eventuale accordatura dei filtri non è in alternativa e/o in contrasto con una eventuale operazione di

bilanciamento del bianco realizzata in modo simile prima della correzione del colore.

Come illustrato in una precedente domanda di brevetto degli stessi Inventori, il bilanciamento del bianco consiste essenzialmente nella
5 determinazione di un determinato rapporto tra gli integrali delle
responsività spettrali del sensore nei vari intervalli di lunghezza d'onda
delle componenti di colore principali, quali ad esempio R, G e B.

Esistono infatti molteplici combinazioni di filtri equivalenti che
consentono di bilanciare il bianco al variare dell'illuminante mantenendo
10 comunque invariato il rapporto tra gli integrali. L'accordatura dei filtri
equivalenti per ottenere la correzione di colore opera quindi all'interno
del sottoinsieme delle combinazioni di filtri che bilanciano l'illuminante.

Varie modifiche possono essere apportate alle forme di esecuzione
qui rappresentate a titolo esemplificativo senza uscire dall'ambito della
15 presente invenzione. Ad esempio, pur avendo fatto riferimento alla
suddivisione dello spazio cromatico nei tre colori fondamentali RGB
(Red, Green, Blue), i principi della presente invenzione si possono
ugualmente applicare anche a differenti combinazioni di colori, ad
esempio i colori complementari CMY (Cyan, Magenta, Yellow) rispetto
20 a quelli di base fin qui considerati, o comunque combinazioni di un
numero maggiore di colori e/o combinazioni che possono anche non
comprendere totalmente tutti i colori di base citati.

Inoltre, pur avendo fatto riferimento a sensori del tipo CMOS o
CCD, risulterà evidente per un esperto del ramo che anche altri tipi di
25 sensori accordabili possono essere utilizzati senza uscire dall'ambito
della presente invenzione.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per adattare un sistema di acquisizione d'immagine ad una scena, comprendente le fasi di:
 - a) mettere a disposizione almeno un sensore o foto-rivelatore per rilevare l'immagine di detta scena e per fornire almeno tre segnali indicativi delle risposte spettrali del sensore in un intervallo di lunghezze d'onda che include il campo della radiazione visibile;
 - b) mettere a disposizione un insieme di filtri accordabili, in cui la sensibilità spettrale di almeno uno di detti filtri può essere modificata in funzione di un segnale ricevuto;
 - c) acquisire le informazioni necessarie ad impostare la sensibilità spettrale di almeno uno di detti filtri;
 - d) acquisire l'immagine di detta scena sotto forma di una pluralità di pixel; e
 - e) utilizzare una matrice di correzione del colore specifica per le sensibilità spettrali impostate in modo tale da trasformare le componenti di colore di detta almeno un'area della scena nelle componenti di colore di uno spazio cromatico prestabilito, caratterizzato dal fatto di impostare la sensibilità spettrale di almeno uno di detti filtri accordabili prima di detta fase d) di acquisizione dell'immagine per ottenere un'immagine a colori di tutte le aree della scena in uno o più spazi cromatici avente un errore complessivo minimizzato rispetto a detto spazio cromatico prestabilito e/o un'immagine a colori avente una diversa sensibilità spettrale in zone di particolare interesse di uno spazio cromatico prestabilito.

2. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui detta fase c) comporta la determinazione delle componenti di colore dello spazio cromatico di almeno un'area della scena.
3. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui detta fase c) comporta
5 la selezione di almeno una combinazione delle componenti di colore nell'ambito di un insieme di combinazioni prestabilite.
4. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui la sensibilità spettrale di detti filtri accordabili viene modificata in base ad almeno un segnale indicativo di un'impostazione prestabilita.
- 10 5. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui la sensibilità spettrale di detti filtri accordabili viene modificata in base ad uno o più segnali generati in detta fase c).
6. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui detta fase c) viene eseguita mediante una pre-acquisizione dell'immagine di detta scena.
- 15 7. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui detta fase c) viene eseguita mediante una pluralità di pre-acquisizioni dell'immagine di detta scena modificando la sensibilità spettrale di detti filtri accordabili prima di ciascuna pre-acquisizione.
8. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui detti filtri accordabili
20 sono incorporati in detto foto-rivelatore.
9. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui la sensibilità spettrale di detti filtri viene impostata, in tutta l'immagine della scena, allo stesso valore per tutti i pixel di uno stesso colore, o per tutti i pixel il cui colore è nell'intorno della medesima lunghezza d'onda dominante.
- 25 10. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui la sensibilità spettrale di detti filtri viene impostata, in ciascuna area dell'immagine della scena,

allo stesso valore per tutti i pixel di uno stesso colore, o per tutti i pixel il cui colore è nell'intorno della medesima lunghezza d'onda dominante.

11. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui la matrice di correzione del colore utilizzata in detta fase e) sposta in modo
5 determinato la responsività spettrale del sensore per i gruppi di pixel di uno stesso colore o per tutti i pixel il cui colore è nell'intorno della medesima lunghezza d'onda dominante.

12. Macchina fotografica digitale funzionante secondo il metodo di una o più tra le rivendicazioni da 1 a 11.

10 13. Telecamera digitale funzionante secondo il metodo di una o più tra le rivendicazioni da 1 a 11.

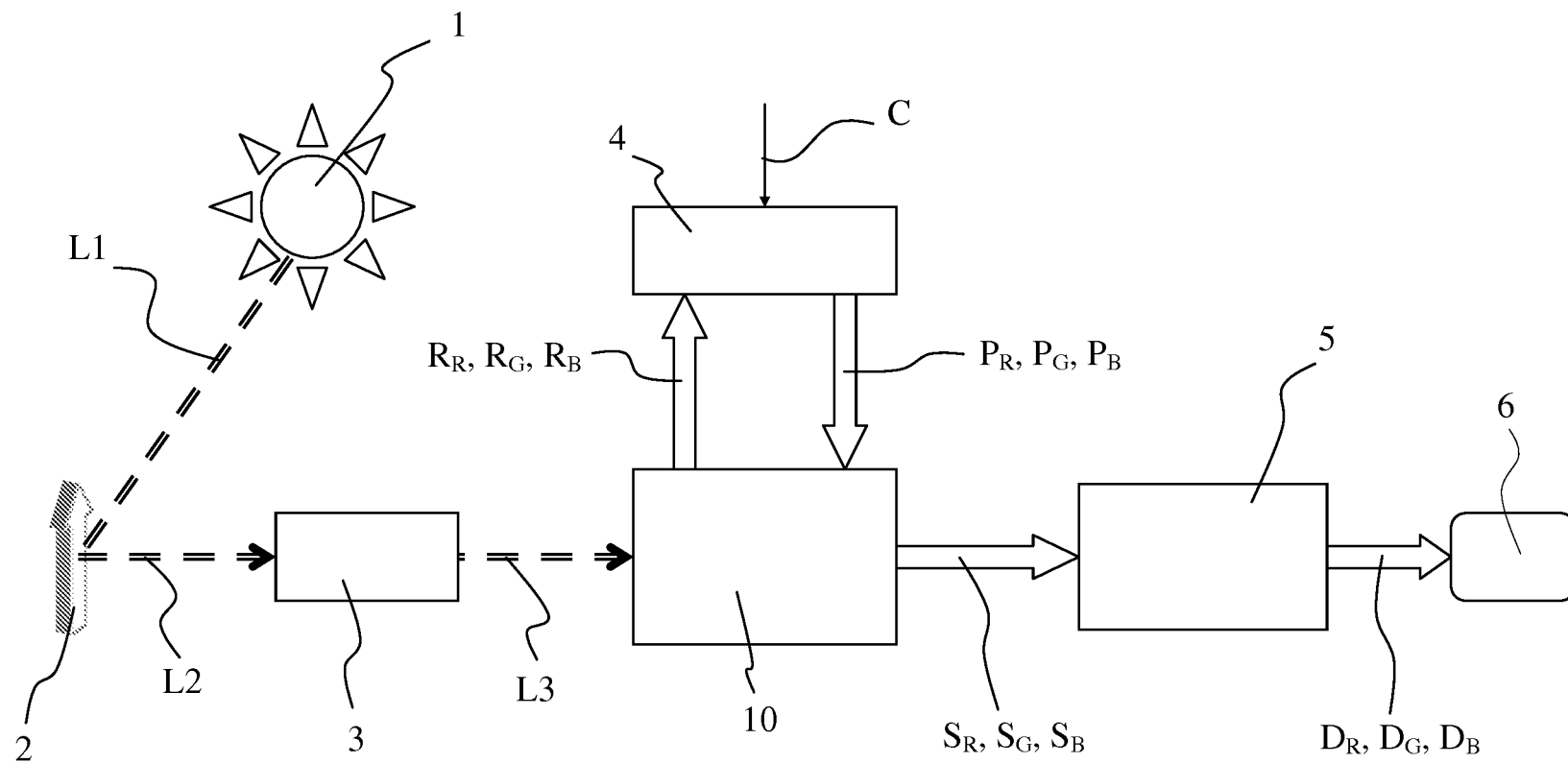


Fig. 1

