



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

UTBM

DOMANDA NUMERO	101994900368700
Data Deposito	20/05/1994
Data Pubblicazione	20/11/1995

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	02	F		

Titolo

PROCEDIMENTO DI ESTRAZIONE CARATTERISTICHE DI UN'IMMAGINE DIGITALE BINARIA.

D E S C R I Z I O N E

del brevetto per invenzione industriale

di Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica
e Tecnologica

TO 94A000411

di nazionalità Italiana,

a 00196 ROMA - Lungotevere Thaon di Revel, 76

Inventori: COLLA Anna Maria, PEDRAZZI Pietro

La presente invenzione è relativa ad un
procedimento di estrazione caratteristiche di
un'immagine digitale binaria.

Sono noti sistemi di lettura artificiale
comprendenti un dispositivo di acquisizione immagine (ad
esempio una telecamera) atto a rilevare l'immagine di un
insieme di caratteri (ad esempio caratteri impressi con
scrittura manuale su una lettera) di cui deve essere
eseguita la lettura, un dispositivo digitalizzatore
binario atto a digitalizzare l'immagine di tali
caratteri ed una unità di riconoscimento caratteri.

L'unità di riconoscimento caratteri riceve in
ingresso una matrice binaria proveniente dal
digitalizzatore ed è atta ad esaminare insiemi di punti
(pixel) della matrice per riconoscere, ad esempio
mediante riconoscitori a maschera oppure mediante metodi
statistici, il carattere/i caratteri rappresentato in
tale insieme di punti.

FRANZOLIN Luigi
(iscrittione Albo nr. 482)



In particolare, nelle unità di riconoscimento caratteri sono state recentemente utilizzate reti neurali.

In tale applicazione, vengono normalmente interposte tra il dispositivo digitalizzatore e l'unità di riconoscimento caratteri due dispositivi in cascata.

Il primo dispositivo, detto unità di pre-elaborazione (pre-processing), effettua normalmente operazioni di segmentazione dell'immagine in elementi significativi (ad esempio caratteri di una parola) ed operazioni di riduzione dell'immagine di ciascun elemento significativo a dimensioni prefissate (normalizzazione).

Il secondo dispositivo, detto unità di estrazione caratteristiche, elabora la matrice binaria di ciascun elemento significativo generando in uscita un vettore di valori (FEATURES) che vengono forniti alla unità di riconoscimento caratteri.

Tale unità di estrazione caratteristiche viene utilizzata per migliorare il riconoscimento dei caratteri ed eliminare dall'immagine digitalizzata informazioni irrilevanti o nocive per il riconoscimento dei caratteri stessi.

Le unità di estrazione caratteristiche note utilizzano procedimenti matematici di calcolo

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

estremamente complessi e di lunga e difficile implementazione.

Scopo della presente invenzione è quello di realizzare un'unità di estrazione caratteristiche che utilizzi un procedimento di calcolo semplice ed efficace.

Il precedente scopo è raggiunto dalla presente invenzione in quanto essa è relativa ad un procedimento di estrazione caratteristiche di una immagine digitale binaria, caratterizzato dal fatto di comprendere le fasi di:

- acquisire una matrice digitale binaria (M);
 - definire in detta matrice (M) almeno una porzione elementare $(F_1, F_2, \dots, F_i, \dots, F_I)$ presentante forma prefissata;
 - selezionare detta porzione elementare;
 - definire in detta porzione elementare almeno una direzione di analisi $(j(i))$;
 - definire entro detta porzione elementare una pluralità di cammini $K(i, j)$ paralleli alla detta direzione di analisi $(j(i))$;
- ciascun cammino essendo definito da un insieme ordinato di punti (pixel) di detta matrice (M) disposti almeno approssimativamente paralleli a detta direzione di analisi;

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

- esaminare i detti cammini rilevando, per ogni cammino esaminato, i punti che presentano una caratteristica prefissata calcolando almeno un numero $(N_{i,j,k,l})$ per ogni cammino esaminato;

- calcolare un punteggio $(T_{i,j,k,l}; P_{i,j,k})$ applicando una funzione $f(x)$ al detto numero $(N_{i,j,k,l})$;

- raggruppare i detti punteggi $(T_{i,j,k,l}; P_{i,j,k})$ per la detta direzione di analisi $(j(i))$ ottenendo una caratteristica primitiva direzionale $(S_{i,j})$ (FEATURE primitiva direzionale) per la detta direzione di analisi $(j(i))$.

L'invenzione verrà ora illustrata con particolare riferimento alle figure allegate che ne rappresentano una preferita forma di realizzazione non limitativa in cui:

la figura 1 illustra, in modo schematico, un dispositivo di riconoscimento caratteri che utilizza il procedimento di estrazione caratteristiche secondo la presente invenzione;

la figura 2 illustra un diagramma logico a blocchi delle fasi del procedimento di estrazione caratteristiche secondo la presente invenzione; e

la figura 3 esemplifica graficamente alcune fasi svolte mediante il procedimento della presente invenzione.

Nella figura 1 è indicato con 1 nel suo insieme un dispositivo di riconoscimento caratteri comprendente un dispositivo di acquisizione immagine 4, un dispositivo di elaborazione 7 ed un dispositivo di digitalizzazione 10 interposto tra un'uscita 4u del dispositivo di acquisizione immagine 4 ed un ingresso 7a del dispositivo di elaborazione 7.

Il dispositivo di acquisizione immagine 4 è atto a riprendere un insieme di caratteri 12 impressi, ad esempio mediante scrittura manuale, su un oggetto 13, ad esempio un oggetto postale.

Il dispositivo di digitalizzazione 10 è atto a ricevere un'immagine analogica dei caratteri 12 ed è atto a generare in uscita una matrice A proveniente dalla digitalizzazione dell'immagine analogica. La matrice A può essere quadrata o rettangolare e comprende una pluralità di punti (pixel) che assumono un valore binario (zero o uno).

I caratteri 12 sono convenientemente impressi su uno sfondo genericamente chiaro (ad esempio bianco) mediante tratto più scuro dello sfondo (ad esempio blu o nero); in questo modo, un primo valore binario dei pixel della matrice A (ad esempio 1) corrisponde al tratto dei caratteri 12 (pixel significativi) mentre un secondo valore binario dei pixel (ad esempio 0) corrisponde allo

FRANZOLIN Luigi
[iscrizione Albo nr. 482]

sfondo (pixel non-significativi).

Il dispositivo di elaborazione 7 comprende un'unità di pre-elaborazione (pre-processing) 8 la quale riceve in ingresso la matrice di punti A e genera in uscita una o più matrici di punti M ciascuna della quali contiene presumibilmente un elemento significativo da riconoscere, in particolare un carattere 12 da riconoscere. Ciascuna matrice M viene fornita ad una unità estrazione caratteristiche 16 la quale genera in uscita un vettore V di caratteristiche (FEATURES).

Il vettore V di caratteristiche (FEATURES) viene alimentato ad una unità di riconoscimento caratteri 19 di tipo noto, ad esempio una unità di riconoscimento caratteri utilizzando reti neurali.

Con riferimento alla figura 2 sono dettagliate le operazioni svolte dalla unità di estrazione caratteristiche 16 secondo il procedimento della presente invenzione.

Tali operazioni sono dettagliate, nell'esempio preferito di realizzazione descritto, come fasi svolte sequenzialmente; risulta però chiaro che tali fasi possono essere svolte, nel loro insieme o in parte, anche in parallelo.

Inizialmente si perviene ad un blocco 100 che provvede alla acquisizione della immagine rappresentata

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 462)

nella matrice M.

Il blocco 100 è seguito da un blocco 110 nel quale viene comandata la suddivisione della matrice M in una pluralità di porzioni elementari $F_1, F_2, \dots, F_i, \dots, F_I$ dette finestre.

Ogni finestra i -esima può presentare forma prefissata, ad esempio quadrata, rettangolare, ottagonale, ecc. Le finestre possono avere forma e dimensioni differenti tra di loro.

Le finestre possono inoltre essere adiacenti o parzialmente sovrapposte; alcune finestre possono includere totalmente altre finestre.

Con particolare riferimento alla figura 3 sono illustrate graficamente le operazioni svolte dal blocco 110.

Nell'esempio illustrato la matrice M ha forma rettangolare e viene suddivisa in I finestre rettangolari uguali ed adiacenti. L'indice della finestra è indicato con la variabile i con $i=1, \dots, I$.

Il blocco 110 è seguito da un blocco 115 in cui viene selezionata, in base al valore assunto dalla variabile i , una corrispondente i -esima finestra.

Il blocco 115 calcola inoltre una prima caratteristica (FEATURE) primitiva non direzionale $S_i, 0$ costituita dalla somma pesata dei punti (pixel)

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

contenuti nella i -esima finestra.

Tale caratteristica primitiva (FEATURE) non direzionale è pertanto definita, detti B_m i valori numerici ($B_m=0,1$) dei pixel binari della i -esima finestra, come:

$$S_{i,0} = C_1*B_1 + C_2*B_2 + \dots + C_n*B_n \quad [1]$$

con C_1, C_2, \dots, C_n coefficienti moltiplicativi.

I coefficienti C_1, C_2, \dots, C_n possono essere definiti in modo tale che i punti centrali della finestra contribuiscano maggiormente alla definizione della caratteristica (FEATURE) primitiva non-direzionale $S_{i,0}$ rispetto ai punti disposti lungo i bordi della finestra stessa.

Il blocco 115 è seguito da un blocco 120 in cui nell' i -esima finestra selezionata vengono definite $J(i)$ direzioni di analisi, ciascuna delle quali è indicata con la lettera j , con $j=1, \dots, J(i)$. Le direzioni di analisi possono essere rette orientate secondo qualsiasi angolo rispetto ai bordi della finestra F oppure linee curve.

Nell'esempio illustrato in figura 3 sono definite tre direzioni di analisi, una direzione di analisi orizzontale $1(i)$ parallela a due bordi opposti della finestra, una direzione di analisi verticale $2(i)$ perpendicolare alla direzione $1(i)$ ed una direzione di

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

analisi obliqua $3(i)$ che forma un angolo di 45° con le direzioni $1(i)$ e $2(i)$.

Il blocco 120 è seguito da un blocco 130 nel quale sono definiti $K(i,j)$ cammini entro l' i -esima finestra selezionata e lungo una direzione di analisi j . Un cammino è definito come un insieme ordinato di pixel appartenenti alla i -esima finestra e disposti almeno approssimativamente paralleli alla j -esima direzione di analisi. Tutti i cammini relativi alla j -esima direzione di analisi sono tra di loro approssimativamente paralleli e possono avere alcuni pixel in comune. I cammini sono indicati con la notazione $C_{i,j,k}$, con $k=1, \dots, K(i,j)$.

L'insieme di tutti i cammini "ricopre" una finestra.

Nell'esempio di figura 3 sono illustrati i cammini orizzontali (cammini $C_{i,1,k}$) cioè paralleli alla direzione di analisi orizzontale $1(i)$; tali cammini orizzontali hanno forma di rettangoli disposti paralleli tra di loro con i lati maggiori adiacenti.

Il blocco 130 è seguito da un blocco 140 nel quale viene selezionato, in base al valore assunto dalla variabile k , un k -esimo cammino corrispondente e vengono inoltre contati i punti presenti su tale cammino $C_{i,j,k}$ che presentano una caratteristica prefissata.

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

Ad esempio, il blocco 140 conta il numero totale di punti (pixel) significativi presenti sul cammino $C_{i,j,k}$.

In alternativa il blocco 140 conta la lunghezza degli insiemi di punti (pixel) significativi contigui (segmenti neri).

L'uscita del blocco 140 è quindi uno o più numeri interi $N_{i,j,k,l}$ con $l=1, \dots, L$. Il numero L è uguale ad 1 nel caso in cui $N_{i,j,k,l}$ rappresenti il numero totale di punti (pixel) significativi, altrimenti L può essere maggiore di 1 in dipendenza della particolare sequenza di punti (pixel) significativi e non-significativi che costituisce il cammino $C_{i,j,k}$.

Il blocco 140 è seguito da un blocco 145 in cui viene calcolato un punteggio parziale $T_{i,j,k,l}$ applicando una funzione non lineare $f(x)$ ad ogni numero $N_{i,j,k,l}$ calcolato dal blocco 140, cioè:

$$T_{i,j,k,l} = f(N_{i,j,k,l}) \quad [2]$$

La funzione non lineare $f(x)$ può essere una funzione esponenziale del tipo:

$$\begin{aligned} f(x) &= 0 && \text{per } x < x_{\min} && [3] \\ f(x) &= 2^{(x-x_{\min})} && \text{per } x \geq x_{\min}. \end{aligned}$$

Il blocco 145 è seguito da un blocco 150 in cui, dai punteggi parziali $T_{i,j,k,l}$ calcolati nel blocco 145, si ricava un unico punteggio complessivo $P_{i,j,k}$ per ciascun cammino $C_{i,j,k}$.

Tale punteggio complessivo $P_{i,j,k}$ può essere ottenuto sommando i punteggi parziali $T_{i,j,k,l}$ secondo l'indice l , oppure selezionando il valore massimo di tali punteggi parziali, sempre secondo l'indice l .

Il blocco 150 è seguito da un blocco 155 nel quale viene verificato se sono stati esaminati tutti i $K(i,j)$ cammini della direzione j attualmente selezionata; in caso negativo dal blocco 155 si passa ad un blocco 156 che incrementa di una unità la variabile k , cioè $k=k+1$. Il blocco 156 è seguito dal blocco 140 che effettua il calcolo dei punteggi in un nuovo cammino k -esimo. Nel caso che il calcolo dei punteggi per la direzione j sia terminato, dal blocco 155 si passa ad un blocco 160.

Nel blocco 160 i vari punteggi $P_{i,j,k}$ calcolati precedentemente per la direzione j selezionata vengono raggruppati tra di loro in modo da ottenere un unico valore significativo detto caratteristica primitiva direzionale (FEATURE primitiva direzionale) per la direzione j in esame e per la finestra i -esima.

A tale scopo i punteggi appartenenti alla direzione j in esame possono essere sommati tra di loro per ottenere la caratteristica (FEATURE) primitiva direzionale lungo tale direzione j , cioè:

$$S_{i,j} = a_1 * P_{i,j,1} + a_2 * P_{i,j,2} + \dots + a_n * P_{i,j,K(i,j)}. \quad [4]$$

con a_1, a_2, \dots, a_n coefficienti moltiplicativi diversi da

zero.

In alternativa, la caratteristica (FEATURE) primitiva direzionale $S_{i,j}$ può essere calcolata, per ogni j -esima direzione, esaminando delle coppie di cammini parzialmente sovrapposti, prendendo il massimo punteggio delle coppie e sommando tra di loro tali punteggi massimi al fine di calcolare la caratteristica primitiva (FEATURE) direzionale $S_{i,j}$.

La caratteristica (FEATURE) primitiva direzionale $S_{i,j}$ può essere inoltre calcolata, per ogni j -esima direzione, esaminando una prima serie di cammini disgiunti tra loro, sommando i punteggi di tali primi cammini e calcolando così un primo punteggio intermedio.

Successivamente o contemporaneamente viene esaminata una seconda serie di cammini disgiunti tra di loro, parzialmente sovrapposti ai cammini della prima serie, e vengono sommati i punteggi di tali secondi cammini al fine di ottenere un secondo punteggio intermedio. La caratteristica (FEATURE) primitiva direzionale $S_{i,j}$ viene infine calcolata prendendo il massimo tra il primo ed il secondo punteggio intermedio.

Il blocco 160 è seguito da un blocco 165 nel quale viene verificato se è terminato l'esame (cioè $j=J(i)$) delle direzioni j per la i -esima finestra attualmente in uso; in caso negativo ($j < J(i)$) dal blocco 165 si passa

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

ad un blocco 166 che aumenta di un'unità il valore j attualmente in uso ($j=j+1$) per la selezione di un'altra direzione j ; il blocco 166 è quindi seguito dal blocco 130 che effettua la selezione dei cammini per tale nuova direzione j . In caso positivo ($j=J(i)$), cioè nel caso che sia terminato l'esame di tutte le direzioni j per la finestra selezionata, dal blocco 165 si passa ad un blocco 167.

Nel blocco 167 le j caratteristiche (FEATURES) primitive direzionali e non-direzionali calcolate precedentemente sulla i -esima finestra sono combinate al fine di ottenere un insieme di caratteristiche finali (FEATURES finali) $F_{i,n}$, con $n=1, \dots, N(i)$, mediante funzioni prefissate $G_{i,n}$, cioè:

$$F_{i,n} = G_{i,n} (S_{i,0}, S_{i,1}, \dots, S_{i,J}) \quad [5]$$

in generale $N(i)$ è diverso da $J(i)+1$.

Ad esempio, per la definizione della funzione $G_{i,n}$, le caratteristiche (FEATURES) primitive direzionali possono essere moltiplicate per un coefficiente che dipende dalla caratteristica primitiva non-direzionale $S_{i,0}$, oppure la caratteristica (FEATURE) finale $F_{i,n}$ può risultare dalla differenza o dal rapporto di due caratteristiche (FEATURES) primitive calcolate lungo due direzioni ortogonali.

Il blocco 167 è seguito da un blocco 168 in cui

viene verificato se è terminato l'esame di tutte le finestre della matrice (cioè $i=I$); in caso negativo ($i < I$) dal blocco 168 passa ad un blocco 169 che aumenta di un'unità il valore della variabile i attualmente in uso ($i=i+1$) per la selezione di una finestra successiva a quella attualmente in uso.

Il blocco 169 è quindi seguito dai blocchi 115, 120 che effettuano rispettivamente il calcolo della caratteristica (FEATURE) primitiva non direzionale e la selezione delle direzioni $j(i)$ per la nuova finestra i selezionata. In caso positivo ($i=I$), cioè nel caso che tutte le finestre della matrice M siano state esaminate, dal blocco 168 si passa ad un blocco 170.

Il blocco 170 raggruppa tutte le caratteristiche (FEATURES) finali calcolate su tutte le I finestre. Tali caratteristiche (FEATURES) finali costituiscono il vettore V delle caratteristiche dell'immagine M . Il vettore V viene trasferito all'unità di riconoscimento caratteri 19.

Da quanto sopra detto risulta chiaro come il procedimento di estrazione caratteristiche della presente invenzione risolva gli inconvenienti dei procedimenti noti.

Il procedimento della presente invenzione è infatti di semplice e rapida implementazione, utilizza algoritmi

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

di calcolo semplici consentendo di ottenere un ottimo riconoscimento caratteri. L'implementazione fisica di tale procedimento è inoltre di semplice realizzazione circuitale; ad esempio, le operazioni descritte dalle [2] e [3] possono essere implementate in dispositivi al silicio includenti circuiti analogici o digitali di tipo noto (ad esempio sommatore, moltiplicatori, specchi di corrente, ecc) e di basso costo.

Risulta infine chiaro che modifiche e varianti possono essere apportate al procedimento descritto senza peraltro uscire dall'ambito protettivo dell'invenzione stessa.

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

R I V E N D I C A Z I O N I

1.- Procedimento di estrazione caratteristiche di una immagine digitale binaria, caratterizzato dal fatto di comprendere le fasi di:

- acquisire (100) una matrice digitale binaria (M);
- definire (110) in detta matrice (M) almeno una porzione elementare $(F_1, F_2, \dots, F_i, \dots, F_I)$ presentante forma prefissata;

- selezionare (115) detta porzione elementare;
- definire (120) in detta porzione elementare almeno una direzione di analisi $(j(i))$;

- definire (130) entro detta porzione elementare una pluralità di cammini $K(i,j)$ paralleli alla detta direzione di analisi $(j(i))$;

ciascun cammino essendo definito da un insieme ordinato di punti (pixel) di detta matrice (M) disposti almeno approssimativamente paralleli a detta direzione di analisi;

- esaminare (140,155,156) i detti cammini rilevando, per ogni cammino esaminato, i punti che presentano una caratteristica prefissata calcolando almeno un numero $(N_{i,j,k,l})$ per ogni cammino esaminato;

- calcolare (145,150) un punteggio $(T_{i,j,k,l}; P_{i,j,k})$ applicando una funzione $f(x)$ al detto numero $(N_{i,j,k,l})$;

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

- raggruppare (160) i detti punteggi $(T_{i,j,k,l}; P_{i,j,k})$ per la detta direzione di analisi $(j(i))$ ottenendo una caratteristica primitiva direzionale $(S_{i,j})$ (FEATURE primitiva direzionale) per la detta direzione di analisi $(j(i))$.

2.- Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di comprendere inoltre la fase di calcolare almeno un ulteriore numero $(N_{i,j,k,l})$ per ogni cammino esaminato;

detta fase di calcolare un punteggio $(P_{i,j,k})$ comprendendo la fase di applicare una funzione $f(x)$ ai detti numeri $(N_{i,j,k,l})$ calcolando una pluralità di punteggi parziali $(T_{i,j,k,l})$ e raggruppare i detti punteggi parziali $(T_{i,j,k,l})$ ottenendo detto punteggio $(P_{i,j,k})$.

3.- Procedimento secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che la detta fase di raggruppare i detti punteggi parziali $(T_{i,j,k,l})$ comprende la fase di sommare detti punteggi parziali $(T_{i,j,k,l})$.

4.- Procedimento secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che la detta fase di raggruppare i detti punteggi parziali $(T_{i,j,k,l})$ comprende la fase di selezionare il valore massimo di detti punteggi parziali.

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

5.- Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che la detta fase di definire (120) in detta porzione elementare almeno una direzione di analisi ($j(i)$) comprende la fase di definire una pluralità di direzioni di analisi aventi inclinazione prefissata rispetto ai bordi di detta porzione elementare;

il detto procedimento comprendendo le fase di selezionare (165,166) le dette direzioni di analisi calcolando, per ogni direzione selezionata, una rispettiva caratteristica primitiva direzionale (FEATURE primitiva direzionale).

6.- Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che la detta fase di raggruppare (160) i detti punteggi ($P_{i,j,k}$) per la detta direzione di analisi ($j(i)$) comprende la fase di sommare tra di loro i punteggi dei vari cammini.

7.- Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 5, caratterizzato dal fatto che la detta fase di raggruppare (160) i detti punteggi comprende le fasi di:

- esaminare le coppie di cammini parzialmente sovrapposti
- selezionare, per ogni coppia di cammini

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

parzialmente sovrapposti, il massimo punteggio;

- sommare tra di loro detti punteggi massimi calcolando la detta caratteristica primitiva direzionale (S_i, j) .

8.- Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 5, caratterizzato dal fatto che la detta fase di raggruppare (160) i detti punteggi comprende le fasi di:

- esaminare una prima serie di primi cammini disgiunti;

- sommare i punteggi di detti primi cammini e calcolare un primo punteggio intermedio;

- esaminare una seconda serie di secondi cammini disgiunti tra di loro e parzialmente sovrapposti ai cammini della prima serie;

- sommare i punteggi di detti secondi cammini calcolando un secondo punteggio intermedio; e

selezionare il massimo tra detto primo e secondo punteggio intermedio calcolando la detta caratteristica primitiva direzionale (S_i, j) .

9.- Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di comprendere la fase di calcolare (115) una caratteristica primitiva non direzionale $(S_i, 0)$ costituita dalla somma pesata dei punti (pixel)

contenuti nella i -esima finestra.

10.- Procedimento secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto di comprendere la fase di raggruppare (167) la detta caratteristica primitiva direzionale $(S_{i,j})$ calcolata sulla i -esima porzione elementare e la detta caratteristica primitiva non direzionale $(S_{i,0})$ ottenendo almeno una caratteristica finale $(F_{i,n})$.

11.- Procedimento secondo le rivendicazioni 5 e 10, caratterizzato dal fatto che la detta fase di ottenere una caratteristica finale $(F_{i,n})$ comprende la fase di moltiplicare (167) le dette caratteristiche primitive direzionali $(S_{i,j})$ per un coefficiente che dipende dalla detta caratteristica primitiva non-direzionale $(S_{i,0})$.

12.- Procedimento secondo le rivendicazioni 5 e 10, caratterizzato dal fatto che la detta fase ottenere una caratteristica finale $(F_{i,n})$ comprende la fase di calcolare (167) una funzione scelta tra la differenza/il rapporto di due caratteristiche primitive direzionali calcolate lungo due direzioni tra di loro ortogonali.

13.- Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che la detta fase di definire in detta matrice almeno una porzione elementare $(F_1, F_2, \dots, F_i, \dots, F_I)$ presentante forma prefissata comprende la fase di suddividere (110)

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

la detta matrice (M) in una pluralità di porzioni elementari $(F_1, F_2, \dots, F_i, \dots, F_I)$ presentanti forma prefissata;

il detto procedimento comprendendo le fase di selezionare (168,169) le dette porzioni elementari effettuando, per ogni porzione elementare selezionata, il calcolo di almeno una rispettiva caratteristica primitiva direzionale.

14.- Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazione precedenti, caratterizzato dal fatto che le dette porzioni elementari presentano forma rettangolare.

15.- Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazione precedenti, caratterizzato dal fatto che la detta direzione di analisi è una linea retta.

16.- Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 14, caratterizzato dal fatto che la detta direzione di analisi è una linea curva.

17.- Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazione precedenti, caratterizzato dal fatto che la detta funzione $(f(x))$ è una funzione non lineare.

18.- Procedimento secondo la rivendicazione 17, caratterizzato dal fatto che la detta funzione non lineare $f(x)$ è definita come:

$$f(x) = 0 \quad \text{per } x < x_{\min}$$

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

$$f(x) = 2^{(x-x_{\min})} \quad \text{per } x \geq x_{\min}.$$

19.- Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che la detta fase di esaminare (140,155,156) i detti cammini rilevando i punti che presentano una caratteristica prefissata comprende la fase di rilevare, per ogni cammino esaminato, il numero dei punti che presentano un valore binario prefissato.

20.- Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 18, caratterizzato dal fatto che la detta fase di esaminare (140,155,156) i detti cammini rilevando i punti che presentano una caratteristica prefissata comprende la fase di rilevare, per ogni cammino esaminato, insiem i punti adiacenti che presentano uno stesso valore binario prefissato.

21.- Dispositivo di estrazione caratteristiche di un immagine digitale binaria, caratterizzato dal fatto di comprendere:

- mezzi di acquisizione (100) atti ad acquisire una matrice digitale binaria (M);

- primi mezzi di definizione (110) atti a definire in detta matrice (M) una pluralità di porzioni elementari $(F_1, F_2, \dots, F_i, \dots, F_I)$ presentanti forma prefissata;

- mezzi selettori (115) atti a selezionare dette

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

porzioni elementari;

- secondi mezzi di definizione (120) atti a definire in una porzione elementare selezionata almeno una direzione di analisi ($j(i)$);

- terzi mezzi di definizione (130) atti a definire entro detta porzione elementare selezionata una pluralità di cammini $K(i,j)$ paralleli alla detta direzione di analisi ($j(i)$);

ciascun cammino essendo definito da un insieme ordinato di punti (pixel) di detta matrice (M) disposti almeno approssimativamente paralleli a detta direzione di analisi;

- mezzi di analisi (140,155,156) atti ad esaminare i detti cammini rilevando, per ogni cammino esaminato, i punti che presentano una caratteristica prefissata calcolando almeno un numero intero ($N_{i,j,k,l}$) per ogni cammino esaminato;

- mezzi di calcolo algebrico (145,150) atti a calcolare un punteggio ($P_{i,j,k}$) applicando una funzione $f(x)$ al detto numero ($N_{i,j,k,l}$);

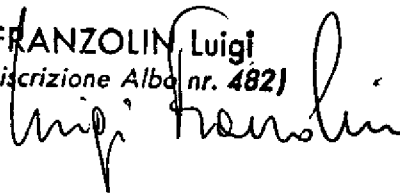
- mezzi di elaborazione (160) atti a raggruppare i detti punteggi ($P_{i,j,k}$) per la detta direzione di analisi (j) ottenendo una caratteristica primitiva direzionale (FEATURE primitiva direzionale) per la detta direzione di analisi selezionata.

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

22.- Procedimento di estrazione caratteristiche di un'immagine digitale binaria e dispositivo di estrazione caratteristiche di un'immagine digitale binaria, sostanzialmente come descritti ed illustrati con riferimento ai disegni allegati.

p.i.: Ministero dell'Università e della Ricerca
Scientifica e Tecnologica

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)



FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

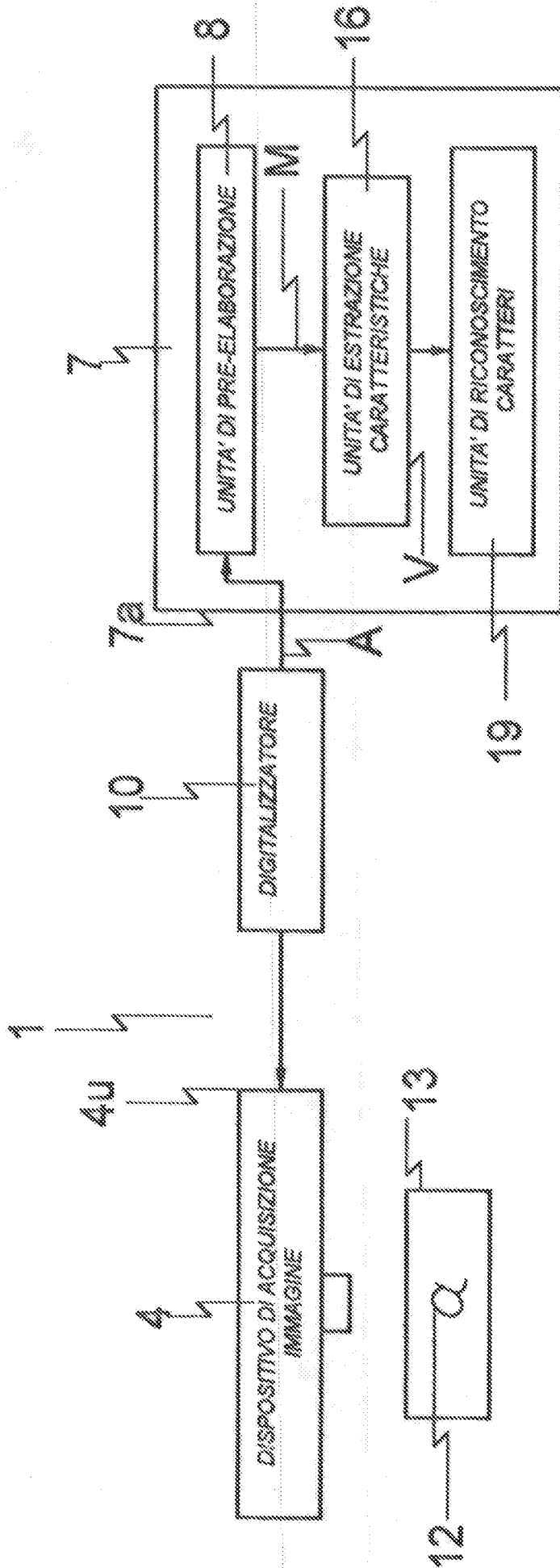
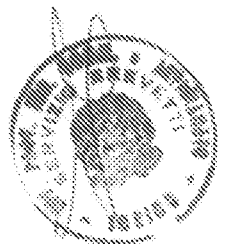


Fig. 1

Luigi Franzolin



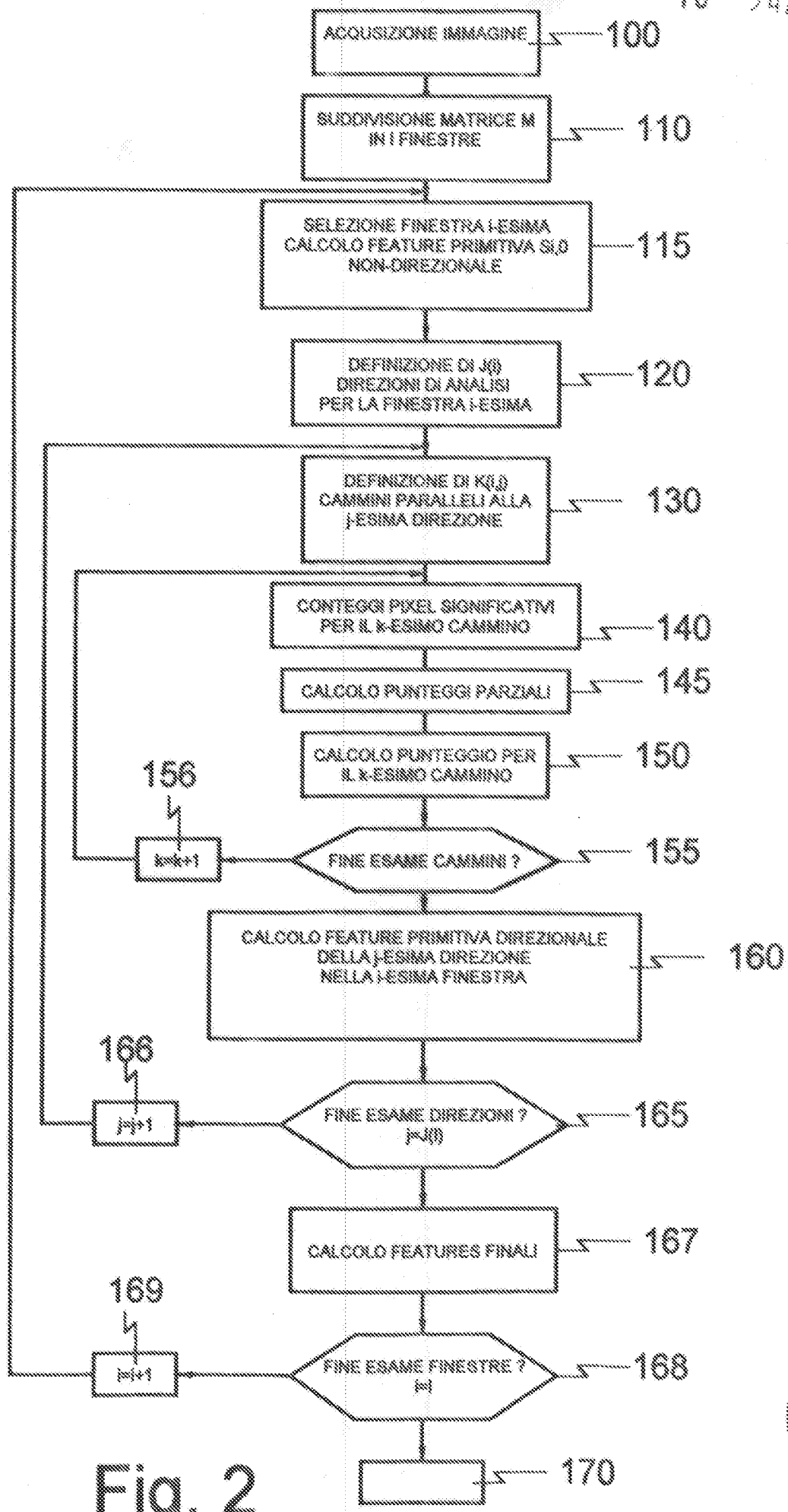
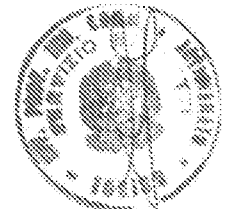


Fig. 2



Luigi Franzolin

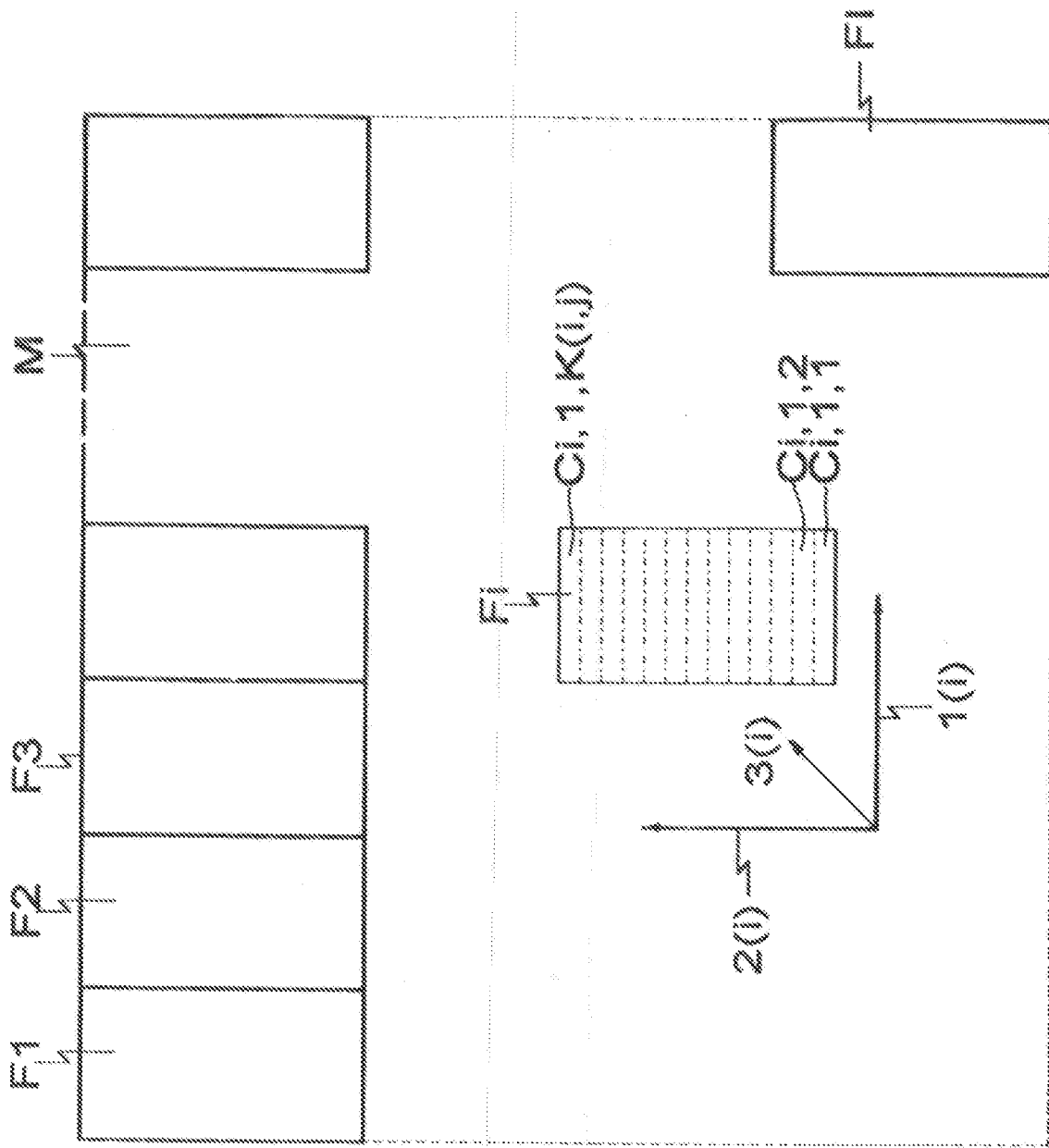
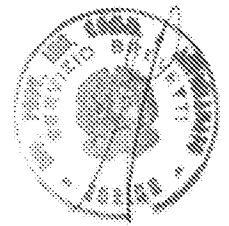


Fig. 3



p.l.: Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)
Luigi Franzolin