

L. 45.000

Cod 529 C ISBN 88-7056-148-8



GRUPPO
EDITORIALE
JACKSON

A cura di
Alessandro
Pollistina

**COMPUTER GRAPHICS, CAD,
ELABORAZIONE DI IMMAGINI:
sistemi ed applicazioni**

Linguaggi ed algoritmi, sistemi grafici, integrazione CAD/CAM, didattica e formazione professionale, Computer Graphics ed editoria, modellazione di solidi. CAD in architettura, CAD meccanico, acquisizione ed elaborazione di immagini, elaborazione di immagini e scienze biomediche, cartografia e pianificazione territoriale, immagini sintetiche per la televisione.

COMPUTER GRAPHICS, CAD, ELABORAZIONE DI IMMAGINI: sistemi ed applicazioni

A cura di
Alessandro Pollistina

GRUPPO
EDITORIALE
JACKSON



micographics

CAPITOLO 37

UN APPROCCIO ALGEBRICO AL RICONOSCIMENTO DI IMMAGINI.

A. GISOLFI, R. IANNIELLO, S. VITULANO

Facoltà di Scienze dell'Università degli Studi di Salerno, Italia

La trasmissione e l'elaborazione di segnali ha visto il proliferare di moltissimi algoritmi. Noi proponiamo l'uso di una particolare struttura algebrica (cfr.1) quale strumento di calcolo nelle diverse fasi che caratterizzano l'elaborazione di immagini.

Ci occuperemo, proponendo una soluzione, di un problema medico di non facile soluzione. Data un'immagine radiografica di una analisi TAC adominale, presentante un rene con zona patologica, stabiliamo una misura di disomogeneità fra il rene sano e quello che presenta la zona patologica.

In questo lavoro mostreremo alcuni risultati sperimentali ottenuti applicando il nostro algoritmo di segmentazione ad alcune immagini mediche che, proprio per la loro complessità, costituiscono un valido test.

In particolare considereremo immagini radiografiche tomografiche (TAC) raffiguranti scansioni trasversali di logge renali. Fig.1.

Tali immagini vengono poi discretizzate, per trasparenza, a trentadue livelli di grigio in matrici 128x128 pixels mediante una telecamera a fotodiodi. Fig.2.

Intendiamo mostrare come la matrice delle caratteristiche (cfr.1) ci permetta di risolvere una fase, la segmentazione, essenziale e di non facile realizzazione, dell'intero processo di riconoscimento d'immagini.

Definiamo segmentazione il processo che ci permette di realizzare la suddivisione dell'intero campo visivo in regioni che soddisfanno uno o più predetti di uniformità (stesso colore, tessitura, tono di grigio, ecc.).

L'algoritmo di segmentazione da noi proposto può essere schematizzato in due fasi successive:

- 1) ricerca della shape
- 2) estrazione del contorno.

TAC



Fig.1. TAC rene destro patologico, esso si presenta con il calice chiuso mentre in quello sano è aperto.

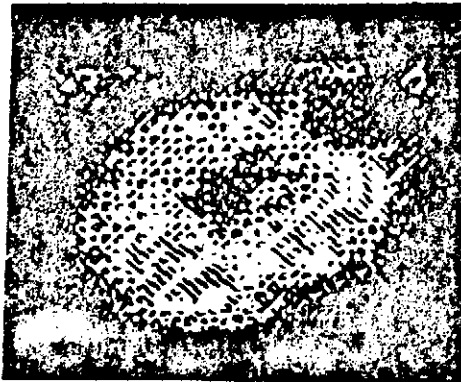


Fig.2. Discretizzazione del rene destro

Definiamo contorno la regione esistente tra due regioni distinte e contigue esistenti nel campo visivo. Poichè è possibile associare una funzione ad ogni regione, il cui grado del corrispondente polinomio di approssimazione dipende dalla maggiore o minore complessità della regione in esame, si deduce che deve esistere una apprezzabile "variazione" di tale funzione nella zona di contorno.

La "variazione" che noi proponiamo nel nostro algoritmo per l'estrazione del contorno è la "shape" della funzione. Ed è infatti, dalla matrice delle caratteristiche che noi possiamo determinare la shape della funzione. La successiva applicazione del filtro digitale da noi proposto consentirà l'estrazione del contorno degli oggetti contenuti nella matrice input in esame.

Riteniamo che alcune osservazioni siano opportune a questo punto: dopo aver determinato nella matrice delle caratteristiche la dimensione della finestra atta a filtrare il contorno degli oggetti, noi scegliamo la dinamica all'interno della finestra di filtraggio in modo che sia maggiore o uguale di una certa dinamica-soglia.

La scelta della dinamica-soglia si esegue esaminando, ancora una volta, la matrice delle caratteristiche. Infatti, la dimensione della finestra di filtraggio individua, in modo univoco, una ed una sola riga della nostra matrice ed in questa riga noi scegliamo la dinamica a cui corrisponde una probabilità massima-massima della frequenza.

L'applicazione del filtro digitale con una finestra w ed una dinamica d , selezionata dalla matrice delle caratteristiche ci consente di filtrare la shape che a noi più interessa e pertanto di estrarre il contorno degli oggetti ospitati nella matrice in esame. Fig.3a,3b.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
2	57	110	163	177	174	67	56	19	14	1									
3	21	18	53	111	109	91	92	53	46	55	26	26	10	2					
4	4	9	14	46	73	73	81	69	46	66	38	44	52	26	11	6	2		
5			1	3	17	41	36	62	59	67	49	48	38	57	60	44	16	6	
6					1	28	22	27	44	73	49	48	32	41	75	62	41	13	
7						4	10	16	19	61	40	64	32	28	61	76	58	18	
8							2	7	11	32	32	70	38	25	50	73	67	25	
9									4	11	22	58	48	33	37	73	61	32	
10										2	10	41	39	47	28	76	50	29	
11												24	22	60	25	69	47	25	
12													7	13	53	24	63	45	15

Fig. 3a. Matrice delle caratteristiche relativa alla Fig.2

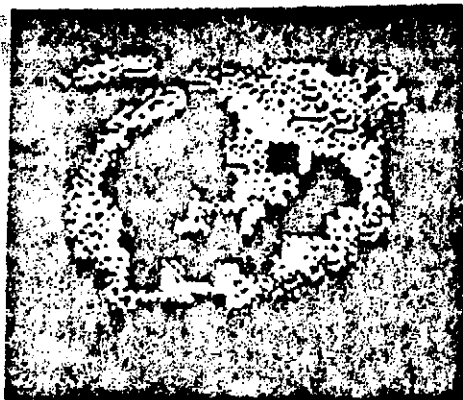


Fig.3b. Contorno ottenuto dal filtro con finestra e dinamica rispettivamente pari a 3 e 4.

Un algoritmo di thinning, da noi proposto e che sarà argomento di un prossimo lavoro, ci consente di trasformare la zona di contorno in un linea-contorno. Fig.4.

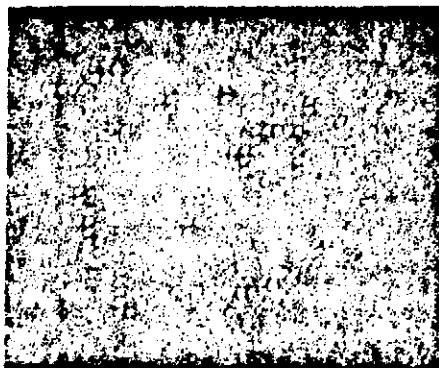


Fig.4. Raffinamento del contorno.

Il problema che si presenta ora è di determinare eventuali malformazioni renali ed, a tale proposito, abbiamo pensato di effettuare e confrontare le seguenti misure sulle regioni estratte:

i) area totale (AT) di ogni rene. Il confronto tra le due aree esistenti nella stessa immagine fornisce una prima indicazione su eventuali malformazioni. Fig.5.

ii) area del calice (AC) di ogni rene. La loro misura sia come confronto che in assoluto, ad esempio un'assenza di calice, è importante per una diagnosi precoce.

iii) aria calice su aria totale (AC/AT). Essa è una misura relativa che fornisce indicazioni utili per una diagnosi precoce.

Le misure sono, dopo essere state normalizzate, riportate in una tabella (Tabella 1) che fornisce indicazioni in assoluto su ogni rene (lettura verticale) ed anche delle misure relative tra i reni (lettura orizzontale).

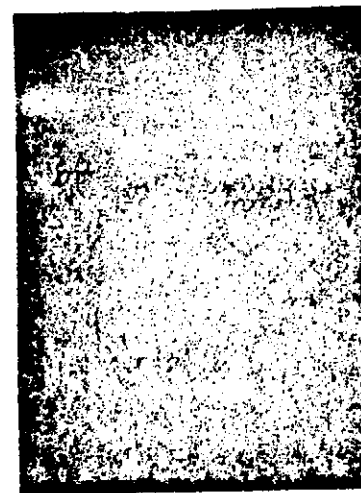


Fig.5. Risultato finale su cui sono stati calcolati i valori delle aree.

	Rene D	Rene S	Scarto %
AT	3,081	2,591	1,091
AC	0,101	assente	non determinabile
AC/AT	0,043	//	non confrontabili possibile presenza di malformazione

Tabella 1.

Lo scarto percentuale tra le aree totali è maggiore dell'1% e l'assenza di uno dei due calici rende lo scarto percentuale tra essi non determinabile, e così il valore AC/AT del rene in cui è assente il calice.

La non confrontabilità tra i valori AC/AT induce a pensare ad una possibile presenza di malformazione in uno dei reni della coppia.

Le immagini che seguono sono relative al rene sinistro del TAC precedente.

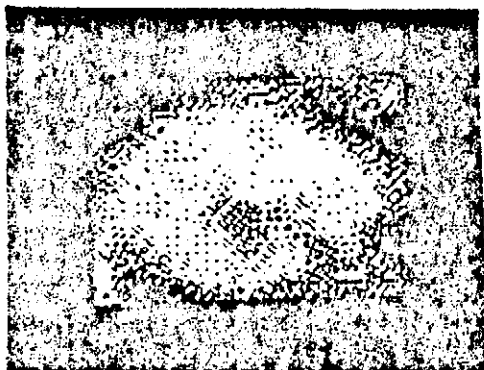


Fig. 6. Discetizzazione del rene sinistro

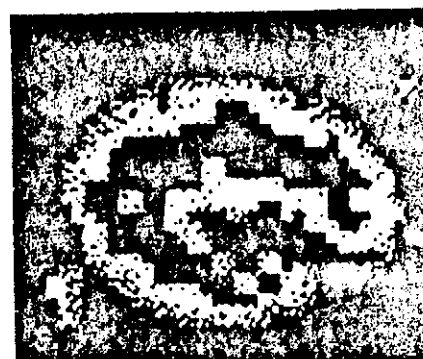


Fig. 7. Contorno ottenuto dal filtro con finestra e dinamica rispettivamente pari a 2 e 6.



Fig. 8. Raffinamento del contorno

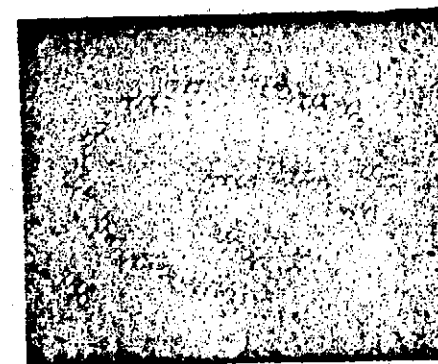


Fig. 9. Risultato finale su cui sono stati calcolati i valori delle aree.

Illustriamo qui di seguito le immagini relative al altri tre TAC con caratteristiche diverse dal precedente.

TAC B



Fig.10. TAC rene destro patologico. In questa scansione il rene patologico si presenta del tutto privo di calice mentre quello sano presenta un calice interno ben delineato.

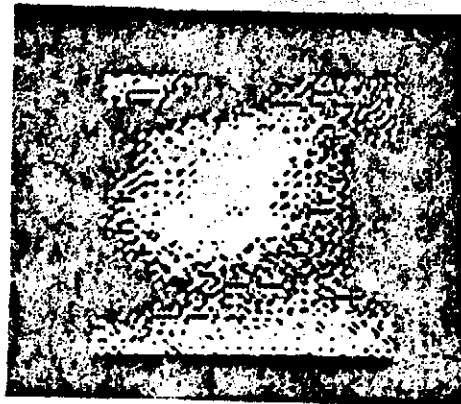


Fig.11.



Fig.12

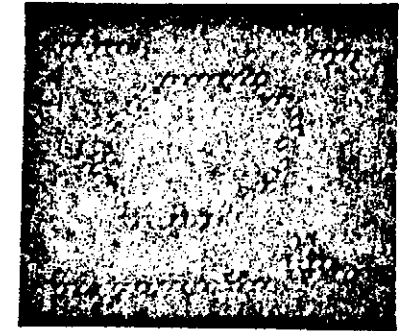


Fig.13

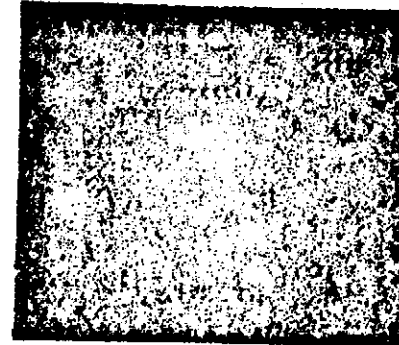


Fig.14

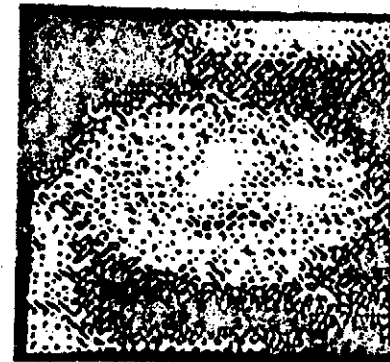


Fig.15

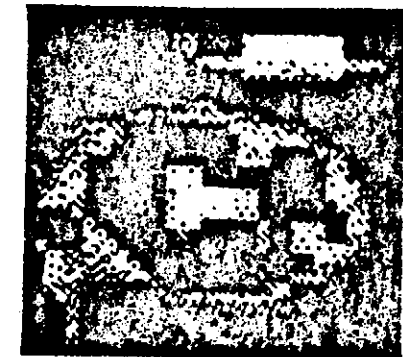


Fig.16

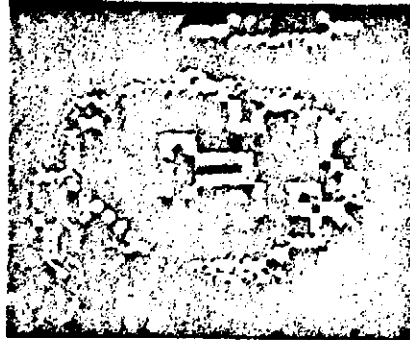


Fig. 17



Fig. 18

Le immagini relative al rene destro sono illustrate dalle figure 11, 12, 13 e 14; quelle relative al sinistro dalle figure 15, 16, 17 e 18. La loro descrizione è del tutto analoga a quella delle immagini del TAC A. Per il filtraggio sono state usate finestra e dinamica 3,5 per il rene destro e 3,7 per il rene sinistro. La tabella corrispondente al TAC B è la seguente:

	Rene D	Rene S	Scarto %
AT	0,511	2,781	2,271
AC	assente	0,121	non determinabile
AC/AT	//	0,043	non confrontabili possibile presenza di malformazione

Tabella 2.

I commenti risultanti da questa tabella sono analoghi a quelli della tabella del TAC A. Facciamo notare che lo scarto percentuale sulle aree totali è ancora più accentuato che nel caso precedente.

TAC C

Fig. 19.

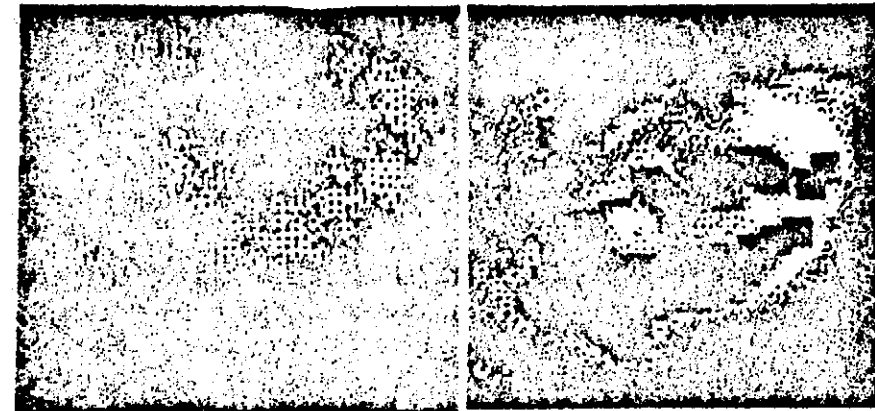
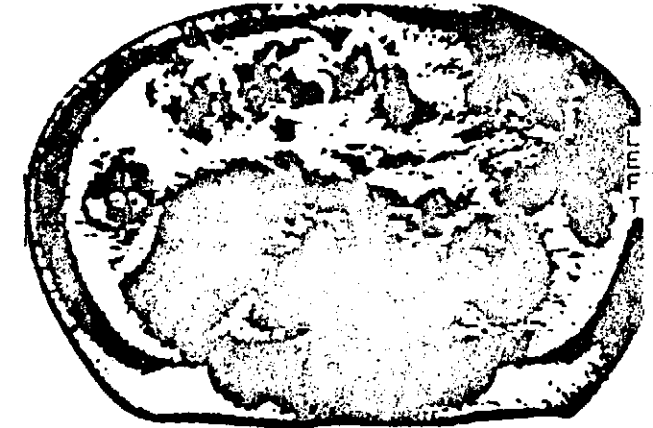


Fig. 20

Fig. 21

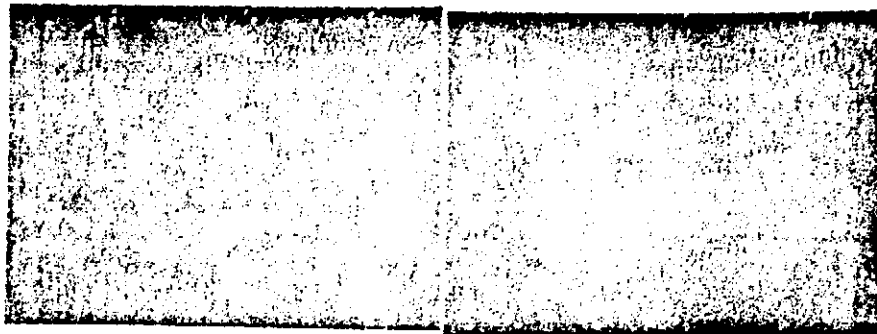


Fig. 22 ↑

Fig. 23 ↑



Fig. 24 ↑

Fig. 26 ↓

Fig. 25 ↑

Fig. 27 ↓



TAC C. Rene patologico destro.

Il rene patologico si presenta qui con una vasta area patologica in corrispondenza del calice del rene sano.

Le immagini relative a questo TAC sono mostrate nelle figure 19, ..., 27. Le finestre e le dinamiche per il filtraggio sono rispettivamente 4,0 per il rene destro e 2,5 per quello sinistro.

In presenza di aree interne l'algoritmo considera come area del calice la maggiore tra esse.

La relativa tabella è la seguente:

	Rene D	Rene S	Scarto%
AT	8,20%	2,75%	5,45%
AC	1,45%	0,30%	1,15%
AC/AT	0,177	0,109	0,068

In questa tabella lo scarto percentuale elevatissimo sulle aree totali e quello notevole sulle aree dei calici lasciano pensare alla presenza di forti irregolarità. Infatti nella figura 20 la zona patologica è ben evidente proprio in corrispondenza di quello che avrebbe dovuto essere il calice.

TAC D. Rene normale.

In questa scansione entrambi i reni presentano il calice aperto. Le immagini ad essi relative sono quelle da figura 28 a figura 36.

La finestra e la dinamica usate per l'algoritmo del filtro sono 4,5 per il rene destro e 3,4 per il sinistro. La tabella corrispondente è la seguente:

	Rene D	Rene S	Scarto%
AT	3,32%	2,73%	0,59%
AC	0%	0%	0%
AC/AT	//	//	//

Qui l'assenza delle aree dei due calici (in realtà i calici sono aperti) e lo scarto contenuto al di sotto dell'1% sulle aree totali, rende i rapporti AC/AT non confrontabili, ma lascia presupporre che i due reni siano normali.

TAC D

Fig.28

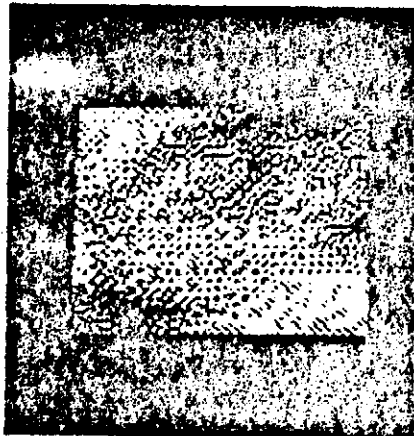


Fig.29

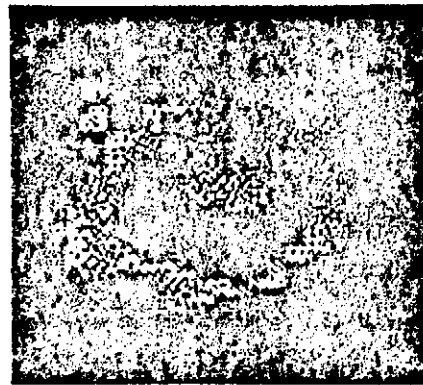


Fig.30

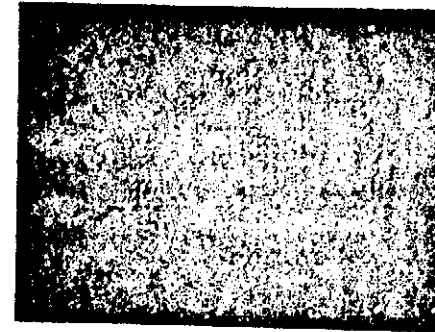


Fig.31 ↑

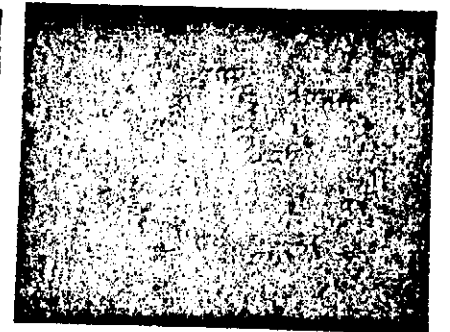


Fig.32 ↑



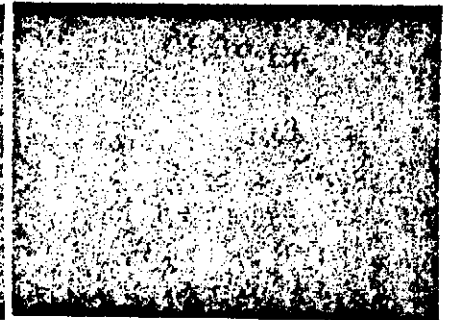
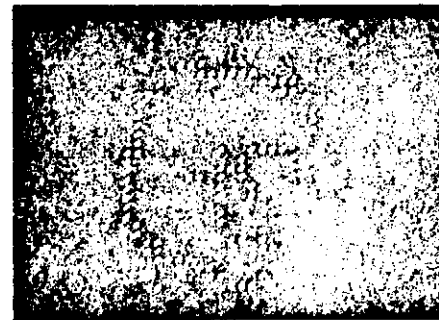
Fig.33 ↑



Fig.34 ↑

Fig.35 ↓

Fig.36 ↓



Conclusioni.

Dalle immagini analizzate si vede che lo scarto percentuale fra gli stessi parametri di una coppia di reni, esprime in modo significativo una eventuale presenza di irregolarità in almeno un rene della coppia.

Una teoria che giustifichi e consenta la formalizzazione delle diverse fasi, così come noi abbiamo proposto, ci induce a continuare la sperimentazione in aree diverse quali:

- 1) analisi della rugosità dei materiali
- 2) analisi delle superfici di taglio attenuate con luce laser
- 3) classificazione di cromosomi umani bandeggiati
- 4) elaborazione di immagini ecografiche
- 5) elaborazione di immagini termografiche
- 6) applicazioni biomediche.

BIBLIOGRAFIA

- (1) A. Gisolfi, S. Vitulano, "Algebraic Pattern Recognition" in print on Pattern Recognition
- (2) C. Belli, "Il ruolo attuale dell'ecocardiografia nella diagnostica strumentale non invasiva", Medico e Paziente, settembre 1981
- (3) G. Luzzatti, "Il ruolo attuale dell'ecografia nella diagnostica strumentale non invasiva", Medico e Paziente, ottobre 1981
- (4) C. Scialfa, G. Scotti, "Il ruolo attuale della TAC in neurologia", Medico e Paziente, agosto 1981
- (5) G. F. Pistolesi, "Il ruolo attuale della TAC toraco-addominale nella diagnostica strumentale non invasiva", Medico e Paziente, 1981
- (6) T. Pavlidis, "Shape description", Digital Image Processing, ed. by J. C. Simon e R. M. Haralick, Nato Advanced Study Institutes Series
- (7) R. M. Haralick, "A facet model for image data: regions, edges, and texture" Digital Image Processing; ed. by J. C. Simon e R. M. Haralick, Nato Advanced Study Institutes Series
- (8) A. Gisolfi, S. Vitulano, "C-Matrix, C-Filter: Applications to Human Chromosomes", Nato A.S.I. Series, Vol. 14, Pictorial Data Analysis, ed. by R. M. Haralick, Springer Verlag ed.

- (9) A. Apostolico, S. Vitulano, "An image transform emphasizing textural features", Informatik-Fachberichte, N. 8; Springer Verlag, N.Y., 1977

Un approccio algebrico al riconoscimento di immagini

- (10) A. Gisolfi, S. Vitulano, "An image transform using C-Matrix", in IEEE Acoustics, Speech, Signal Processing Society, Workshop 1980
- (11) A. Gisolfi, S. Vitulano, "Some applications of C-Matrix to pattern analysis", in Proc. Int. Conf. Digital Signal Processing Florence, 1981