

Vent'anni di elaborazione dell'Immagine della Sindone mediante computer

Nello BALOSSINO

*Professore associato di Elaborazione di Immagini presso
il Dipartimento di Informatica dell'Università di Torino.*

Introduzione

L'idea di utilizzare il computer per l'analisi dell'immagine della Sindone, è stata presa in considerazione negli anni '70, in seguito allo sviluppo della tecnologia elettronica legata alla trasmissione di immagini spaziali. Queste, espresse sotto forma di matrici di numeri, possono essere poi elaborate in modo automatico, con lo scopo di migliorare o recuperare l'informazione non immediatamente deducibile dall'osservazione dell'immagine originale; tutto ciò senza introdurre alcun artificioso contributo. Le elaborazioni possono essere considerate come degli operatori, cioè filtri, che svolgono funzioni ben precise. Nel caso dell'immagine della Sindone, convertita opportunamente in forma numerica, queste vanno per esempio dall'eliminazione del rumore che altera o maschera il contenuto informativo dell'immagine, al miglioramento di qualità per esaltare particolari, dall'evidenziazione del rilievo presente nell'immagine corporea in essa rappresentata, al riconoscimento di forme che possono essere messe in relazione con la presenza di particolari non facilmente intellegibili.

La Sindone possiede due caratteristiche particolari. Una è il comportamento di negativo fotografico, scoperto con la prima fotografia ufficiale della Sindone, realizzata dall'avvocato Secondo Pia nel 1898 con lastra monocromatica. La seconda è molto più importante e inusuale: la tridimensionalità. La tridimensionalità è la prerogativa di un corpo di estendersi nelle tre direzioni: larghezza, altezza e profondità. Un'immagine presenta allora rilievo se è possibile ricavare le informazioni spaziali delle strutture in essa rappresentate. Questo fatto si manifesta con sfumature di intensità luminosa che dipendono dalla distanza rispetto al sistema di acquisizione: nel caso della Sindone le impronte sono scure in corrispondenza a zone in rilievo e chiare nelle altre parti.

Elaborazioni numeriche dell'immagine

Alcune relazioni presentate alla conferenza del 1977 ad Albuquerque, nel New Mexico in USA, costituiscono i primi esempi di applicazione del computer all'analisi dell'immagine sindonica. Per esempio il lavoro di D. H. Janney¹ riporta tecniche atte al miglioramento di qualità dell'immagine, come l'equalizzazione dell'istogramma dei livelli di luminanza che permette di ottenere una versione dell'immagine maggiormente contrastata in cui appaiono più evidenti numerosi particolari. Allo stesso modo J.J. Lorre e D.J. Lynn² espongono nella loro memoria i risultati ottenuti applicando filtri atti a eliminare il rumore presente sulla Sindone. Sull'immagine appaiono infatti evidenti macchie scure di ridotte dimensioni, distribuite casualmente, ma addensate soprattutto nelle zone chiare dove l'impronta è più debole; queste macchie sono dovute con molta probabilità alle vicissitudini subite dal telo nel corso dei secoli. La causa invece delle linee orizzontali e di quelle verticali va attribuita principalmente alla traina del tessuto e alle pieghe del telo. Questi disturbi rappresentano oltre che una fonte di deterioramento estetico anche un ostacolo per l'analisi successiva dell'immagine mediante elaboratore.

I ricercatori statunitensi hanno utilizzato particolari filtri, tratti dalla letteratura, come per esempio quello detto «mediano», che analizza i pixel al centro di una finestra quadrata e ne sostituisce il valore di luminanza se questo non è coerente con l'andamento dei valori assunti dai pixel nell'areola considerata; in questo modo il rumore di ridotte dimensioni viene eliminato, mentre il contenuto dell'immagine diventa più leggibile. Il risultato ottenuto dopo il filtraggio presenta inoltre un elevato contrasto e un notevole rapporto segnale/disturbo utile per le successive elaborazioni che si vogliono condurre sull'immagine.

La tridimensionalità

Lo studio della presenza di informazione tridimensionale in immagini è iniziato con l'elaborazione dei fotogrammi provenienti dai satelliti artificiali; negli anni '70 gli scienziati della NASA riuscirono ad ottenere fotografie tridimensionali di corpi celesti in quanto questi sono a distanza tale da rendere percepibile la diversa intensità luminosa delle loro immagini. Nelle comuni fotografie, invece, la tridimensionalità non è presente; il processo fotografico infatti non può far sì che gli oggetti ripresi siano messi in relazione diretta con la distanza che li separa dalla macchina fotografica. L'analisi e la rielaborazione tridimensionale sono possibili solo quando l'illuminazione ricevuta dall'oggetto dipenda dalla sua distanza; in caso contrario per ottenere un'immagine in rilievo occorrono non meno di due fotografie dello stesso oggetto, separate da una distanza nota (è il caso della fotografia stereoscopica). Quando si elaborino pertanto normali fotografie di persone, al fine di ottenere rilievi verticali, si ottengono notevoli distorsioni.

Paul Vignon, professore di biologia all'Institut Catholique di Parigi, fu il primo a notare, nel 1902, che l'intensità della immagine sindonica sembrava variare inversamente con la distanza tra la tela ed il corpo: quanto più il corpo è stato vicino alla tela, tanto più l'immagine è diventata scura. All'epoca di Vignon non c'era alcun modo di verificare quest'ipotesi. Nel 1977 i ricercatori della U.S. Air Academy, Eric J. Jumper e John Jackson effettuarono tale verifica per mezzo di un analizzatore VP8 che trasformò, sulla base di una legge iperbolica, le sfumature di intensità dell'immagine in livelli di rilievo verticale; fu così ottenuta l'immagine tridimensionale del corpo e il particolare del volto³.

Il professor Giovanni Tamburelli dell'Università di Torino, assistendo nel maggio 1978 ad una conferenza sulla Sindone, rimase interdetto circa la qualità delle immagini ottenute da Jumper e Jackson, in quanto esse presentavano una definizione minore dell'immagine originale bidimensionale. Tamburelli diede allora vita a Torino ad un gruppo di ricerca che iniziò gli studi informatici sulla Sindone. I primi risultati furono ottenuti già nell'estate del 1978⁴ e negli anni successivi furono continuamente aggiornati e ampliati. Tali studi proseguono tuttora anche dopo la morte di Tamburelli (avvenuta nel 1990) sotto la direzione dell'autore.

Nell'elaborazione numerica tridimensionale realizzata dal gruppo torinese, si è supposto che il lenzuolo avesse un'adeguata curvatura e cioè che assumesse la forma di una superficie curva regolare con una certa pendenza tra il naso e la fronte nonché che vi fosse contatto con i punti del corpo di massima intensità luminosa.

La distanza fra il corpo e il telo è stata valutata secondo la linea verticale considerando il corpo in posizione supina. L'ipotesi formulata è che alla formazione di un pixel dell'immagine abbiano contribuito tutti i punti di

una regione che congloba il punto in diretta corrispondenza con il pixel dell'immagine.

La legge di trasformazione adottata si basa sullo sviluppo in serie di Mac Laurin in cui sono stati variati opportunamente i coefficienti in modo da ottenere la massima definizione dell'immagine.

Il risultato dell'elaborazione condotta per estrarre la tridimensionalità è riportato in fig. 1, nella quale sorprendentemente appaiono un rilievo ovunque regolare ed una definizione alquanto elevata.

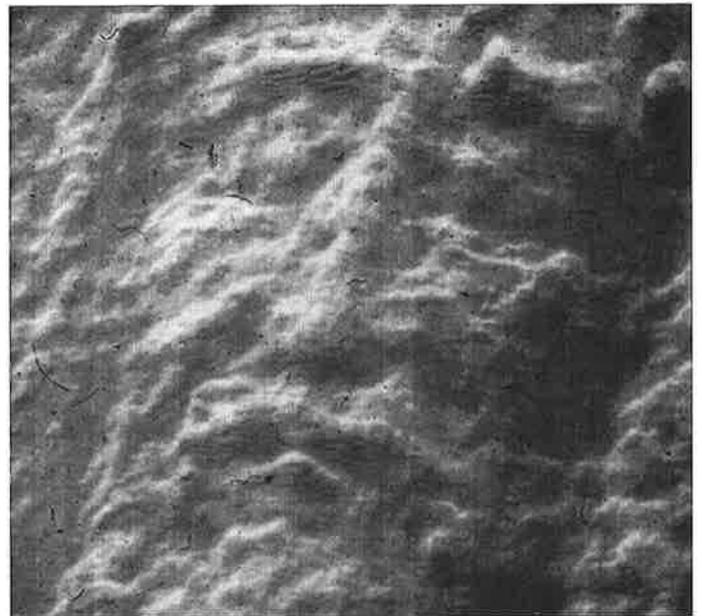


Fig. 1 : Immagine tridimensionale del volto

Con la stessa tecnica utilizzata per il volto è stata effettuata l'elaborazione dell'immagine del corpo. Si è innanzitutto realizzata l'elaborazione dell'immagine bidimensionale in modo da eliminare il più possibile i disturbi. Successivamente si è introdotto il rilievo con una legge di compromesso diversa da quella usata per il volto, data la diversa distribuzione del sangue nelle rimanenti parti del corpo.

L'origine tridimensionale dell'immagine della Sindone è così risultata pertanto pienamente confermata: il rilievo e la definizione dei particolari sono impressionanti sia sotto l'aspetto umano sia sotto quello scientifico.

Le due elaborazioni eidomatiche del volto e del corpo sono molto importanti perché hanno consentito di rilevare numerosi dettagli e particolari che nelle immagini bidimensionali originali non sono riscontrabili oppure lo sono in modo dubbio.

Si possono infatti leggere sulla Sindone, con l'ausilio dei dati forniti dall'elaborazione mediante computer, quasi tutte le torture subite dall'Uomo della Sindone, torture che, a posteriori, si dimostrano del tutto confrontabili con quelle subite da Gesù Cristo e descritte dai vangeli.

Il fatto che taluni particolari siano emersi soltanto dopo l'elaborazione tridimensionale esclude la possibilità di un qualunque intervento manuale nella formazione

dell'immagine sindonica. Infatti è inconcepibile che particolari significativi, invisibili a occhio nudo e visibili soltanto dopo l'elaborazione, siano stati inseriti in modo artificioso sull'immagine.

Il volto naturale della Sindone

Le numerose ferite che compaiono nell'immagine tridimensionale del volto, ne deturpano la bellezza, rendendone inoltre interpretabile la fisionomia come appartenente a un uomo non molto giovane, in contraddizione con l'età di Cristo che gli storici valutano intorno ai 35 anni.

D'altra parte, l'elevata definizione dell'immagine tridimensionale del volto consente di intravedere i lineamenti naturali dell'Uomo della Sindone. Si è ritenuto quindi di notevole interesse affrontare il problema di ripulire il volto tridimensionale dalle ferite e dalle tracce di sangue, in modo da ottenere il più possibile un volto naturale e cioè quello che molto probabilmente era il volto di Gesù Cristo prima della passione, se com'è ipotizzabile il telo della Sindone ne ha avvolto il cadavere.

Applicando opportuni filtraggi sono stati eliminati i segni delle torture senza alterare i sottostanti lineamenti. L'immagine ottenuta, dopo raffinamenti delle tecniche utilizzate è quella di fig.2 in cui i tratti del volto appaiono molto nitidi; questa è l'unica immagine tridimensionale del volto naturale dell'Uomo della Sindone finora ottenuta^{4,5}.



Fig. 2 : volto naturale dell'uomo della Sindone

Occorre notare che il leggero sfuocamento dell'immagine è prova che l'elaborazione realizzata è frutto di filtraggi numerici che hanno come azione collaterale un effetto nebbia; nulla quindi è stato introdotto artificialmente.

E' necessario ribadire che l'informazione contenuta nella fig. 2 è esclusivamente quella presente nell'immagine originale della Sindone, ripulita dal contenuto dovuto alle ferite. Le elaborazioni effettuate non hanno introdotto alcuna informazione aggiuntiva per cui l'immagine ottenuta è da ritenersi pertanto molto vicina all'aspetto vero del volto dell'Uomo della Sindone prima di subire la tortura e la crocifissione. E' inoltre evidente come il filtraggio abbia mantenuto l'aspetto tridimensionale e siano rimaste in evidenza traumi dovuti alle ferite; se l'Uomo della Sindone fosse stato anziano, il filtraggio non sarebbe riuscito a eliminare completamente le rughe dovute alla vecchiaia.

Impronte di monete sul volto

L'analisi di impronte rilevabili nelle zone oculari del volto sindonico e riconducibili a forme presenti sui lati di monete romane, riveste un'importanza fondamentale per la datazione della Sindone.

La prova dell'esistenza di impronte di monete sull'immagine sindonica fornirebbe infatti un'ulteriore conferma dell'autenticità della Sindone e la daterebbe in modo intrinseco; è ovviamente molto improbabile che nel processo di realizzazione di un artefatto, un falsario di epoca medioevale abbia introdotto un'informazione così particolare, non visibile in modo immediato a occhio nudo e associata a un'usanza non nota a quell'epoca. Ricerche storicoarcheologiche riferiscono infatti dell'usanza funeraria dei tempi di Cristo di porre piccole monete sugli occhi dei cadaveri, con lo scopo di impedire il sollevamento delle palpebre o anche solo come gesto rituale simbolico.

Le ricerche sulla presenza di impronte di monete nelle zone orbitali dell'Uomo della Sindone, sono iniziate ad opera del teologo di Chicago padre F.L. Filas che effettuò una serie di studi in campo sia fotografico sia numismatico. Partendo da una copia delle lastre fotografiche originali della Sindone, risalenti al 1931 e realizzate da G. Enrie, padre Filas affermò di individuare sulla palpebra destra del volto sindonico impronte estremamente simili a quelle esistenti sulla faccia di una moneta, un «dilepton lituus», che presenta sul diritto il simbolo del lituo, cioè una specie di pastorale circondata dalla scritta greca TIBEPIOY KAICAIPOΣ. Tale moneta che risale ai tempi di Tiberio, come si ricava dalla data sul lato rovescio del conio, pesa poco più di 1 grammo e ha un diametro di circa 16 mm; sono state ritrovate copie che presentano deformazioni nel conio e variazioni nelle iscrizioni⁶.

In alcuni esemplari si può chiaramente distinguere la scritta TIBERIOY CAICAIPOΣ in cui la lettera greca K è stata sostituita dalla C latina che ha la stessa pronuncia, mentre la lettera Σ diventa facilmente anch'essa una C. Sottoponendo il particolare del negativo fotografico relativo all'impronta dell'orbita destra a elaborazione tridimensionale, si è ottenuto il risultato di fig. 3⁷.

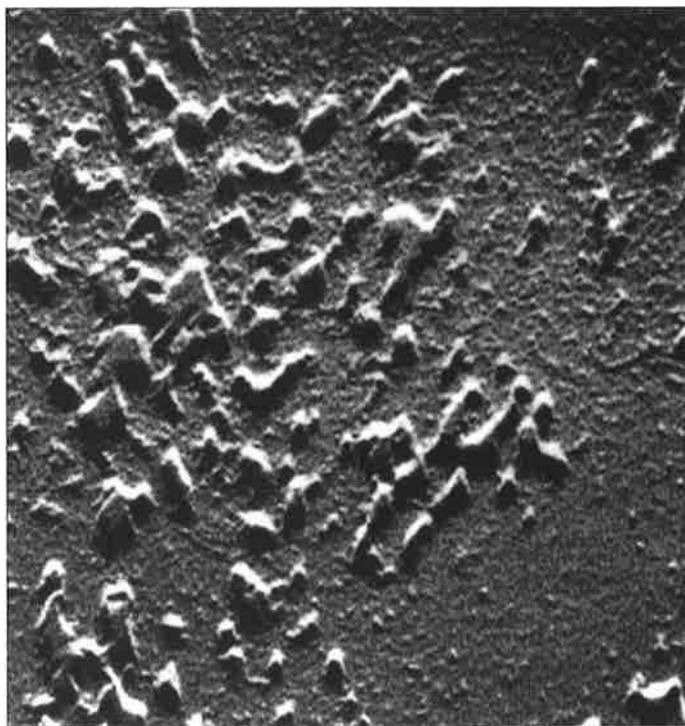


Fig. 3 : immagine tridimensionale dell'impronta della moneta sull'orbita destra del volto della Sindone

Come si può rilevare, si intravede un bastone di comando a forma di punto interrogativo e in corrispondenza al bordo superiore sinistro strutture associabili alla lettera Y, staccata dalla lettera C, seguita dalle lettere A e I. Poiché l'elaborazione tridimensionale del negativo fotografico mette in risalto una forma a bastone di comando rovesciato, possiamo dedurre che il conio doveva presentare un punto interrogativo. Infatti, ponendo una moneta con il simbolo di punto interrogativo sul volto, per effetto del decalco si forma sul telo un bastone di comando, che nel negativo fotografico appare nuovamente come punto interrogativo. Ne segue che occorre ipotizzare l'esistenza di una moneta con il bastone di comando rovesciato speculare rispetto a quella presa in considerazione da P. F. L. Filas.

La verifica dell'esistenza di una moneta dell'epoca che riporti su un lato del conio la forma di bastone a punto interrogativo è dovuta al numismatico Mario Moroni che è in possesso di alcuni esemplari (fig. 4); si tratta di un «dilepton lituus» di tipo al rovescio, emessa da Ponzio Pilato nell'anno XVI dell'impero di Tiberio; la sua presenza sulla palpebra destra permette di datare in modo inequivocabile il telo sindonico^{8,9,10}.

La presenza di una moneta sulla palpebra dell'occhio sinistro è stata presa in considerazione contemporaneamente alla ricerca attuata sull'occhio destro. Dall'osservazione dell'immagine bidimensionale e di quella tridimensionale non appare però alcuna forma che possa essere messa in relazione con frammenti di immagine associabili all'impronta di una moneta.

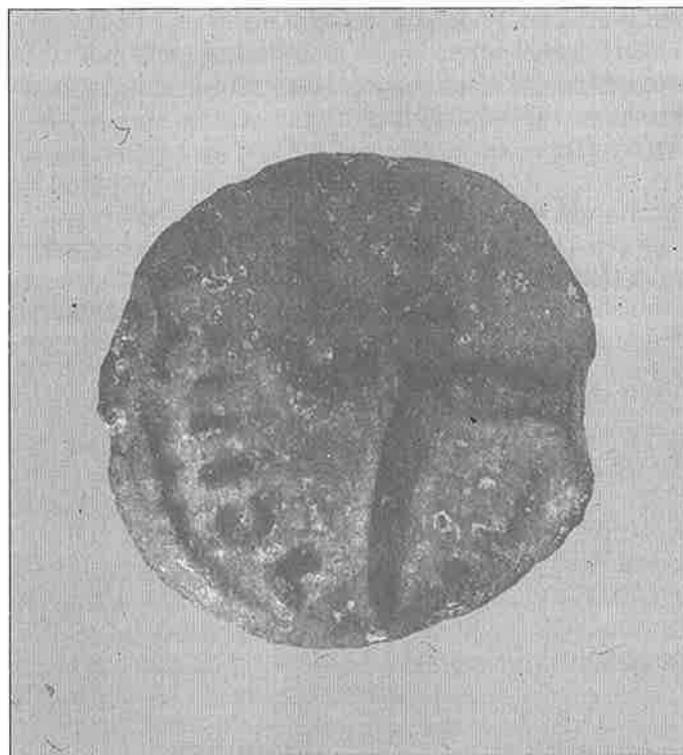


Fig. 4 : un «dilepton lituus»

Il rilievo dell'arcata sopraccigliare sinistra mette invece in evidenza un'impronta che fa pensare a un contributo dovuto a una corpo estraneo (fig. 5).

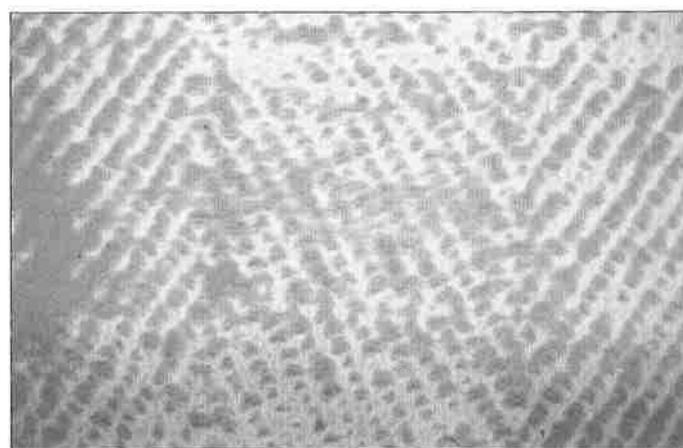


Fig. 5 : immagine tridimensionale dell'arcata sopraccigliare sinistra

Si intravedono forme che richiamano la struttura di una coppa e l'aspetto di frammenti di lettere. Esistono numerosi esemplari di una moneta, un leptone (fig. 6) che presenta sul verso una coppa rituale cioè un «simpulo», circolava nei mercati ebrei e aveva il valore di pochi spiccioli. La moneta, oltre al simpulo posto al centro riporta la scritta Tiberioy Kaisaros e la sigla finale LIS che esprime la datazione; queste tre lettere significano infatti «anno sedicesimo», dell'imperatore Tiberio, corrisponde all'anno 29 dell'era cristiana, in quanto la 'V' sta per anno, la 'T' per il valore dieci e la « S » per il valore sei.



Fig. 6 : immagine del «lepton»

Poiché storicamente Gesù fu crocifisso nella prima decade di aprile del 30 d.C., la prova della presenza di monete dell'epoca, avvalorata dalla comprovata conferma storica dell'usanza di porre monete sulle

palpebre dei defunti, può fornire una prova notevole sulla veridicità e sulla datazione della Sindone. E' infatti impensabile che sia stata inserita in modo artificioso un'informazione così particolare come l'impronta di monete dell'epoca che, non sono facilmente deducibili dall'osservazione diretta del telo, ma risultano invece molto evidenti nell'elaborazione tridimensionale.

Conclusioni

In questi ultimi vent'anni l'informatica ha permesso di mettere in evidenza un aspetto intrinseco molto importante dell'immagine della Sindone: la tridimensionalità. Il fatto che alcuni particolari siano emersi dopo l'elaborazione tridimensionale, esclude qualsiasi intervento manuale nella formazione dell'immagine; è infatti inconcepibile che siano stati inseriti particolari che, pur essendo invisibili a occhio nudo, diventino poi visibili solo dopo l'elaborazione.

Sottolineiamo infine come solo l'utilizzo di strumenti informatici abbia permesso di ottenere il probabile volto di Cristo.

In aggiunta, il rilevamento eidomatico di impronte associabili a una moneta sulla palpebra destra e di un'altra sull'arcata sopraccigliare sinistra, aumenta la probabilità che la Sindone non sia un artefatto e ne fornisce una datazione inequivocabile. ■

Bibliografia

- 1) Janney D.H., Computer-aided image enhancement and analysis, in Proc. U.S. Conf. Shroud of Turin, Albuquerque, NM, marzo 1977, pagg. 146153.
- 2) Lorre J.J., and Lynn D.J., Digital enhancement of images of the Shroud of Turin, in Proc. U.S. Conf. Shroud of Turin, Albuquerque, NM, marzo 1977, pagg. 154181.
- 3) Jackson J., Jumper E.J., Mohern B., Stevenson K. E., The three dimensional image on Jesus' burial cloth, in Proc. U.S. Conf. Shroud of Turin, Albuquerque, NM, marzo 1977, pagg. 74-94.
- 4) Tamburelli G., e G. Garibotto, Nuovi sviluppi nella elaborazione dell'immagine sindonica, La Sindone e la Scienza, Ed. Paoline, 1978
- 5) Tamburelli G., Balossino N., Ulteriori sviluppi nella elabo-

razione elettronica del volto sindonico, Atti del IV Congresso Nazionale di Studi sulla Sindone, Siracusa, ottobre 1987, pag.120.

- 6) Filas F. L., The identificarin of Pilate coins on the Shroud, in Sindon, dicembre 1983, pp.6573.
- 7) Tribbe F.C., Portrait of Jesus?, Stein and Day, Publisher, New York, 1983, pagg. 100, 119-121, 161.
- 8) Moroni M., L'Uomo della Sindone morì sotto Ponzio Pilato, Atti del V Convegno nazionale di studi sulla Sindone, Cagliari, maggio 1990.
- 9) Balossino N., Tamburelli G., La datazione della Sindone e l'impronta della monetina, Atti del V Convegno nazionale di studi sulla Sindone, Cagliari, maggio 1990.
- 10) Balossino N., La ricerca informatica sull'immagine della Sindone, Elettronica e Telecomunicazioni, n. 1, 1966, pagg. 1-11.

Vingt années d'études informatiques sur le Linceul de Turin

L'auteur a poursuivi l'étude numérique du Linceul dont les premiers résultats avaient été présentés par des auteurs américains à Albuquerque en 1977. Pour sa part, l'auteur s'est attaché à vérifier par la numérisation, la tridimensionalité de l'image. Il a également, par la même méthode reconstitué le visage naturel de l'homme du Linceul. Enfin, il a vérifié la lecture du père Filas d'une des pièces de monnaie posée sur les yeux. Il a en outre déchiffré l'autre pièce et en particulier l'inscription LIS qui correspond à la 16ème année du règne de Tibère.

Twenty years of computer processing of the Shroud Image

The author has taken further the study of the Shroud by digital processing. The first results yielded by this method were presented by American authors in Albuquerque in 1977.

For his part, the author concentrated on verifying the image's three-dimensional character by means of digital processing. The same method also produced a reconstitution of the natural face of the Man in the Shroud. Finally, he confirmed Father Filas' reading of one of the coins placed on the eyes. He also deciphered the other coin and, in particular, the inscription LIS, corresponding to the 16th year of the reign of Tiberius.