

Tamburelli y la búsqueda informática sobre la Sábana Santa

Nello Balossino

Departamento de Informática, Universidad de Torino

Vice jefe del Centro Internacional de Sindología

La fotografía de la Sábana Santa y el releve

La técnica fotográfica permite la reproducción de un objeto con una calidad descriptiva que no está predefinida. Es por eso importante conocer los datos que caracterizan una filmación como por ejemplo un tipo de película, características de sensores y densidad, datos ópticos del instrumento de adquisición, distancia sujeto-dispositivo, iluminación utilizada, números de disparadores tipo de yuxtaposición utilizada para obtener una única imagen desde muchas adquisiciones.

Las varias reproducciones fotográficas de la Sábana Santa han sido conseguidas en malos años con diferentes técnicas relacionadas al progreso tecnológico; los resultados obtenidos, aún si siguen mejorando, no han todavía realizado una reproducción perfectamente adherente a la realidad. La Sábana Santa presenta una estructura tejedora y un contenido eidético que es difícil recalcar fotográficamente.

El análisis de las imágenes fotográficas sindónicas confía en la informática, o sea en el instrumento que transforma los datos eidéticos de manera que se eliminen obstáculos y se extraigan informaciones poco visibles o latentes.

“ Son muchos los que no saben o no quieren saber que la informática ha contribuido mucho para la autenticidad de la Sábana Santa”. Esto es el pensamiento del profesor Giovanni Tamburelli, director de investigación del Centro Estudios y Laboratorios del grupo IRI-STET de Torino. En una tarde del mes de mayo del 1978, Tamburelli participa una conferencia sobre la Sábana Santa organizada por el Rotary Chapter de Torino Centro, en preparación a la Ostensión que empezará el 26 agosto y acabará el 8 octubre. Han pasado cuatrocientos años desde el traslado de la Sábana Santa de Chambéry a Torino, y es la primera Ostensión después de 45 años; la última fechada 1933.

En la conferencia se ilustran, entre los otros, los resultados conseguidos por los investigadores estadounidenses Eric Jamper y John Jackson, del Air Force Academy del Colorado Spring, sobre la presencia de la imagen sindónica de la codificación tridimensional, o sea de la variación cromática que refleja la profundidad de la morfología del rostro y del cuerpo representado en el mismo (Fig.1).

Hay que tener en cuenta que la inclinación tomada por la representación tiene su origen en el hecho que la visión de una representación tridimensional es facilitada por la representación de perspectiva a al que el ojo está acostumbrado.

FOTOS

Suponiendo tomar como referencia un hipotético plan paralelo a la imagen sindónica, la ley utilizada por los estadounidenses es de tipo hiperbólica, o sea el releve es inversamente proporcional a la intensidad del pixel de la imagen; menor es la intensidad, mayor es la distancia desde el lienzo.

Delante de las imágenes tridimensionales de Jumper y Jackson, Tamburelli queda pellejo: a su manera de ver, el releve del rostro evidencia detalles en medida inferior de lo observable sobre la fotografía original de Enrie, tomada en el 1931 y utilizada por los investigadores como fecha de inicio (Fig.2). La imagen de Pía del rostro ha sido tomada en formato 1:1, tiene un buen contraste y evidencia de modo fácilmente acogedor los particulares; eso se debe también al hecho que la película utilizada por el disparador es de tipo ortocromático que sólo es sensible a la radiación ultravioleta, a la luz azul y a la luz verde y por eso se puede tratar en una habitación oscura con la luz roja. Es interesante la rendida en los retratos y en el paisaje. En el primer caso, oscureciendo los rojos y el encarnado, procura imágenes muy intensas, en el segundo aclara la hierba y las hojas. La impronta sindónica que lleva al rojo es por eso rendida en mayor evidencia.

Tamburelli esperaba observar sobre el rostro tridimensional particulares pocos evidentes, o no visibles en la versión bidimensional, por que confundidos con otros, y puestos en evidencia por el releve. Decide así crear en el CSELT un grupo de trabajo que se ocupe de la elaboración de la imagen de la Sábana Santa. La aprobación a la investigación por parte de la dirección general del CSELT llega enseguida. Tamburelli propone como responsable del grupo de investigación su colaborador, el ingeniero Giuseppe Garibotto. La primera dificultad que Tamburelli tiene que afrontar es la búsqueda de adecuadas representaciones fotográficas del rostro sindónico y de todo el cuerpo. Piensa que la mejor solución es la de dirigirse al Centro Internacional de Sindonología. El secretario es Don Piero Coero Borga, je loso guardián de todo lo que se refiere a la Sábana Santa. El sacerdote con gran espíritu de colaboración consigna a Tamburelli los negativos fotográficos de primera generación de Enrie y lo encoraja en la empresa. Para la conversión de los negativos en formato numérico Tamburelli se dirige al profesor Claudio Egidi del Politécnico de Torino; él posee el equipo de escáneo. Por lo que se refiere al rostro, la elección de la imagen cabe sobre una diapositiva de formato 24x36 que retoma el rostro tomado por Pía en formato 1:1. La diapositiva se convierte en formato numérico de 512x512 pixel y 256 niveles de intensidad de grises (Fig. 2).

La elaboración a través de instrumentos informáticos de la imagen tiene dos objetivos: la reducción de los obstáculos (ruido) y artefactos que cubren el contenido eidético y sucesivamente su exaltación aún bajo forma de contenido tridimensional. El ruido sobre la Sábana Santa es sobre todo de tipo impulsivo debido a la estructura geométrica del lienzo y a las vicisitudes subidas por el lienzo durante los siglos.

Para eliminar los obstáculos incluidos a manchas de limitadas dimensiones, se ha aplicado un filtro no lineal mediano 7x7 que presenta la característica de suprimir agregados de puntos aislados de la imagen, si su extensión es menor de la mitad de la ventana del filtro; todo esto sin interferir con los contornos y los particulares de la imagen (Fig. 3). Se puede observar con las informaciones quitadas son insignificantes en la valuación de las características del rostro; esto a demostración que el filtro mediano adoptado no ha interaccionado con el contenido eidético de la imagen.

FOTO

La hipótesis formulada por el grupo de Torino es diferente de la de los americanos. Es mayormente plausible que a la formación de un pixel de la imagen haya contribuido, además del punto directamente en correspondencia vertical, también los puntos en una región contigua.

El resultado conseguido (Fig.4) muestra un relieve todo regular y una elevada definición. La imagen evidencia de manera segura la presencia de la información tridimensional de la Sábana Santa que no se encuentra en ninguna otra imagen fotográfica o de pintura. El relieve y la definición de los particulares son impresionantes sea bajo el aspecto científico, sea bajo lo humano. El relieve tridimensional pone en muestra particulares relacionados a las heridas infligidas al hombre. El hecho que algunos particulares han emergido sólo después de la extracción de la tridimensionalidad excluye la posibilidad de una intervención manual en la formación de la impronta. Es de hecho inconcebible que particulares que no se ven en modo directo sobre el lienzo sindónico y sólo visibles después la elaboración eidomática se hayan insertados en modo artificioso en la imagen: se trataría de un episodio de forgery lejanos en los siglos.

Pocos días antes la fin de la Ostensión en 1978, empieza el II Congreso Internacional de Sindonología. Los resultados de Tamburelli se ilustran a los congregantes y obtienen una gran aprobación. El suceso es tan grande que el rostro tridimensional se publica sobre en periódico de Torino "La Stampa" y la noticia se encuentra en otros periódicos y en los grupos televisivos. Por los resultados conseguidos en el campo de la investigación y experimentación en materia de telecomunicaciones y del estudio sobre la imagen de la Sábana Santa gana el premio "Turinés del año 1978". El premio tiene el significado de público reconocimiento a los que, turineses por nacimiento o adopción, han honrado en modo particular la Italia en uno de los campos de actividad productiva, científica o cultural.

En noviembre 1981, la prestigiosa revista IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, publica en la página 670 del Vo.I. PAMI-3, No 6, las investigaciones de Tamburelli: "Some Results in the Processing of the Holy Shroud of Turin". Se trata de un artículo puramente científico, sin alguna referencia a los evangelios que evidencia sea las metodologías utilizadas para obtener el relieve, sin introducir algunas artificiosidades, sea la importancia del uso de parámetros oportunos, frutos de la experiencia y de las capacidades creativas del autor, al fin de conseguir la máxima definición del rostro.

FOTO

Estamos en 1986 y en curso de licenciatura en informática se introduce el curso de elaboración de imágenes. Tamburelli y el escribiente trasladan las investigaciones sindónicas en la estructura universitaria implicando también estudiantes que se están licenciando. Las numerosas heridas que aparecen en la imagen tridimensional del rostro estropean el aspecto y por eso se interpreta como perteneciente a un hombre no muy joven. Si piensa que tiene un interés notable afrontar el problema de limpiar el rostro tridimensional de las heridas y de las trazas de sangre de manera que se obtenga un rostro lo más natural posible como habría tenido que ser antes del martirio. La imagen tridimensional se divide en bajo-imágenes que tienen propiedades estadísticas compatibles (Fig. 5) y se aplican métodos de depuración de tipo convolutivo con pesos relacionados a la dicha subdivisión. Los resultados son conseguidos después algunos pasos intermedios que permiten afinar la técnica de depuración.

En 1987 al Congreso de Sindonología de Siracusa se presenta la versión final del rostro limpiados de las heridas (Fig.6); los lineamientos parecen muy nítidos; se trata de la única imagen tridimensional del rostro natural del hombre sindónico. Hay que considerar que el ligero desenfoque de la imagen es una prueba que la elaboración realizada es fruto de depuraciones numéricas que tienen como efecto colateral la producción de una niebla; nada ha sido introducido

artificialmente. Así que la imagen se puede considerar muy próxima a la verdadera imagen del rostro del hombre antes que subiera el martirio de la crucifixión.

FOTO

Las diferencias que quedan se deben a una tumefacción general del rostro y al agarrotamiento de la muerte. La comparación (Fig. 7) entre la imagen tridimensional y la limpiada de las heridas pone en evidencia como la depuración haya tenido el aspecto tridimensional y se queden algunos aspectos traumáticos.

FOTO

De manera análoga a cuanto hecho en la imagen del rostro, la imagen bidimensional del rostro ha tenido hacer una depuración para eliminar los obstáculos. El releve ha sido introducido con un método derivado de lo utilizado por el rostro, en consideración del hecho que sobre el cuerpo hay una diferente distribución de la sangre. En particular la herida al costado ha sido oportunamente suturada por qué habría conseguido un releve excesivo. El resultado obtenido es de notable valor (Fig. 8).

FOTO

La imagen tridimensional del cuerpo resulta evidentemente menos regular de la del rostro por que la distribución de la sangre resulta mucho más desformada. Se puede observar como en la imagen sean observables sólo cuatro dedos de la mano izquierda.

IMPRONTAS NO CORPÓREAS E ICONOGRAFÍA CRISTIANA

En 1954 el teólogo de Chicago Don F. L. Filas afirmó individuar en el párpado derecho del rostro una impronta reproducible al contenido de una moneda (Fig. 9).

FOTO

Se trata de una moneda, un *dilepton lituus*, que presenta por un verso el símbolo del lituo, o sea, una especie de pastoral rodeada por la escritura TIBERIOU KAICAROC; hay que observar que la moneda no es única en la acuñación por la que puede ser diferente la forma de la pastoral (también al revés) y errores en la escritura (Fig. 10). La moneda es de los tiempos de Tiberio, o sea, 29 d.C., como se ve en la fecha opuesta de la acuñación; el peso es alrededor de un gramo y el diámetro es alrededor de 15 milímetros.

FOTO

Investigaciones históricas-arqueológicas dicen que se tenía el hábito funéreo de los tiempos de Cristo de poner pequeñas monedas sobre los ojos de los muertos, con el objetivo de impedir el sublevamiento de los párpados o sólo como gesto ritual simbólico. La prueba de la existencia de la impronta de la moneda sobre la imagen sindónica confirmaría la autenticidad de la Sábana Santa; claro que es muy improbable que en el proceso de realización de un artefacto, un falsario de época medioeval haya introducido una información tan particular, no visible en modo inmediato a ojo desnudo y asociada a un hábito no conocido en aquella época.

La introducción del releve sobre una imagen bidimensional engrandecida de la órbita derecha (Fig.11) ha producido un resultado en el que se puede relevar la letra Y que precede, con un

pequeño destaque, la letra C; se trataría de la letra terminal de TIBEPIOY. Siguen las letras CAI. A la derecha se releva la continuación de la pastoral.

FOTO

En los años siguientes nuestro interés se ha dirigido a la comparación del rostro sindónico con la iconografía cristiana. Algunas de las más notas e importantes iconos de Cristo, a partir del siglo VI, han sido fotografiadas y convertidas en forma numérica al fin de efectuar un análisis comparativo con la imagen tridimensional recta y sin heridas del hombre de la Sábana Santa. Las representaciones tomadas en consideración han sido las siguientes: - Cristo del Mandylion (siglo VI); - Cristo de la Iglesia de Santa Sofía en Salonico (siglo VII); - Cristo Pantocratore, en Dafni (siglo XI); - Cristo Beneditente, Duomo di Monreale (siglo XII); - Cristo del Meliore Toscano (siglo XIII); - Cristo del Monasterio de Chilandari (siglo XIII). La superposición de los mapas faciales conseguidas con extracción automática de los contornos evidencia (Fig. 12) una compatibilidad de las marchas fisionómicas. La superposición de los tratos icónicos con el rostro recto y sin heridas (Fig. 13) pone en evidencia una compatibilidad de los tratos fisionómicos tal que se pueda imaginar muy probable la hipótesis que el rostro del hombre sindónico haya sido el prototipo al que la iconografía cristiana se ha inspirado, por lo menos a partir del siglo VI.

FOTO

LA SÁBANA SANTA PARA LOS INVIDENTES

Junto con Tamburelli, el escribiente, había encontrado más veces de Don Giuseppe Chicco, el consuente eclesiástico del Movimiento Apostólico Ciegos de Torino. La idea discutida era hacer disponible también a los invidentes los signos inquietantes del sufrimiento que se leen en la Sábana Santa. El proyecto tarda en tomar vida también porque no están previstas ostensiones en breve tiempo. Se empieza a hablar cuando ya Tamburelli ha abandonado la vida terrestre.

Se llega así en proximidad de la Ostensión del 2000. La asociación APRI toma contacto con la comisión diocesana para la Ostensión y propone la realización en tamaño natural de la figura anterior sindónica. Después algunos encuentros preliminares el proyecto toma consistencia y obtiene la aprobación de Monseñor Giuseppe Ghiberti, responsable de la comisión. Se toman contactos con la Casa di Carità Arti e Mestieri. Hay que volver a escribir el programa para la determinación del releve para adaptar los programas y los datos de tipo informático con los sistemas de control de las fresadoras que crearán físicamente la representación sindónica.

La imagen de Enrie de la parte anterior de la Sábana Santa se convierte con una resolución por la que un pixel corresponde a un cuadrado alrededor de 1mmX1mm compatible con las características de las imágenes numéricas que se utilizarán para la fresadura del trozo. Se decide codificar las líneas de quemaduras con un releve muy redondeado; los ajustes se consideran por el contrario como depresiones, mientras que por el lienzo se adopta una difundida granularidad y pequeño releve. Se controlan adecuadamente las grandes impronta emáticas sobre el rostro, al costado y a los pies. Los resultados del modelo se organizan luego en formato apropiado para la fresadora que tiene que convertir los números en la representación física tridimensional de la Sábana Santa.

La Sábana Santa tridimensional, realizada en soporte en aluminio, material que se juzga mayormente idóneo para la características de robusteza y de percepción táctil, tiene una minuciosidad de particulares notablemente adherentes con los relevantes visivamente, incluida la codificación de la raya de muestra tomado por la radio-datación (Fig. 14).

FOTO

El plástico se inserta en el recorrido de prelectura; numerosos invidentes lo han leído en su peregrinaje hacia el Duomo, sintiendo las mismas emociones que pruebantodos lo que se encuentran en presencia del Lienzo Sindónico. Hay que decir que la realización es también muy apreciada por los videntes: se toca con mano cuanto se ve y las emociones crecen. A la fin de la Ostensión el manufacturado es hospedado en el Museo de la Síndone en Calle San Domenico, en Torino.

El lado escondido de la Sábana Santa

Con Tamburelli se discutía muchas veces sobre el lado escondido de la Sábana Santa; el interés, se decía, es relacionado con problemas históricos pero principalmente con problemas científicos que indagan sobre la Génesis de la impronta corpórea. Al fin de traer datos útiles a la indagación, se ha explotado la ocasión que se ha presentado en el ámbito del programa de reconocimiento de la Sábana Santa desarrollado al final de la Ostensión del 2000; ha sido pensado un programa de adquisición de Informaciones eidéticas sea fotográficas sea de tipo a escáneo. La Sábana Santa para la ocasión se ha puesto sobre una cama especial y ha sido descocida a lo largo del perímetro, realizando en este modo espacios tales para permitir el pasaje de un instrumento de adquisición a escáneo con resolución 600X600 y profundidad de calor a 24 bit. La intervención de parcial separación del lienzo sindónico desde él de Países Bajosbha sido conducido por una estudiosa de tejidos antiguos conocida en campo internacional como autoridad en este campo: la doctora Mechthild Flury Lemberg, directora de la Escuela de Restauración del tejido antiguo de la Fundación Abegg di Riggisberg, cerca de Berna.

Las imágenes adquiridas por escáneo se han referido sólo a algunas áreas de la parte anterior y de la no directamente visible. Entre las imágenes coseguidas por escáneo se han tomado en examen las del rostro sea de la parte anterior (Fig. 15) sea de la posterior, rendida especular por una comparación de las informaciones en la misma correspondencia espacial de la primera (Fig.16).

FOTO

Considerando esta última imagen, conseguida por escáneo de la zona posterior del lienzo correspondiente sobre la parte anterior a la zona del rostro, se puede fácilmente observar como sea exclusivamente evidentes las bandas verticales del tejido y las manchas emáticas. Estas últimas resultan de color menos intenso con respecto a las de la frente por efecto del proceso difusivo. En contra no son observables cambios cromáticos de la impronta corpórea.

Alguien podría decir de entrever el aspecto estructural del rostro. Hay unas observaciones que podrían desmentir esta hipótesis. La primera. Hay que observar como la visión corresponda a un proceso mental que, partiendo de la configuración de la luz sobre la retina, lleva a una representación interna basada en el conocimiento adquirida antes; por eso el cerebro integra la información que falta en la base de imágenes notas. Eso significa que observando la parte posterior del lienzo en correspondencia del rostro, las manchas de sangre que coronan el rostro y las que entreven en correspondencia del pelo, se portan como puntos de focalización que fuerzan

la integración de la información que falta en la base del bien conocido contenido informativo de la parte anterior en las representaciones usuales. A la composición de la imaginación de la forma del rostro contribuyen también los dobles. Dos de éstos, o sea él inmediatamente bajo el rostro que tiene una dirección desde lo bajo hasta lo alto y de izquierda a derecha, y él en la cima del capo que va desde lo alto hasta lo bajo y de izquierda a derecha, son tan característicos y motos al cerebro, que éste crea una zona de envase en el que la memoria a breve término está acostumbrada a ver el rostro sindónico. Otros dobles, menos evidentes como los transversales, recalcar las visibles en la parte anterior contribuyendo así a crear el mismo contorno presente en la parte anterior. Como simple prueba de la acción interpretativa conducida por la psicología de la visión se puede observar la Fig. 17 correspondiente a la Fig. 15 girada de 90 grados: el rostro está en una representación insólita y el cerebro fatiga a distinguir la estructura del rostro en la parte anterior.

FOTOS

El fenómeno es más evidente aún en la representación posterior, o sea en la figura 18 que corresponde a la figura 16 girada.

Ya que no hay ninguna variación cromática que se pueda relacionar a la correspondiente a la distribución anatómica visible en la parte anterior, la impresión de entrever la cara se reconduce a un efecto debido a la psicofisiología de la visión. Podemos así confirmar que las imágenes de escansión de la parte posterior del rostro de la Sábana Santa no presentan desde el punto de vista de la observación directa impronta corpórea; estas consideraciones pueden ser extendidas a otras aérea, teniendo en consideración que la zona del rostro es la que posee una notable aportación de impronta.

Para verificar informativamente la ausencia de impronta corpórea sobre el retro de la Sábana Santa, hemos utilizado imágenes a niveles de iluminación. El instrumento de indagación es la transformada de Fourier. Ésta convierte una imagen desde el dominio espacial, en el que se exprime como distribución de intensidades luminosas, a lo de las frecuencias. Las frecuencias se pueden considerar por simplicidad como la descripción de la rapidez de variación de los niveles de luminosidad en la misma imagen. En correspondencia a detalles se verifican de hecho fuertes variaciones de niveles de luminosidad y por eso la frecuencias resultan elevadas; en una zona uniforme no se presentan rápidas variaciones de luminosidad y por eso la frecuencias son bajas. La trasformada de Fourier es por eso exprimida como conjunto de coeficientes y cada uno de ellos se utiliza como multiplicador de componentes elementales. Estos componentes de base, que son funciones del tipo seno y coseno, difieren en la forma según el valor de la frecuencia asociada. La composición de las funciones, con amplitud definida por los coeficientes, permite así que se consiga la imagen correspondiente. El conjunto de los coeficientes define el llamado espectro de frecuencia; esto se podría visualizar como un gráfico pero, ya que deriva de la análisis de una imagen, se representa eso también como una imagen de iguales dimensiones a la que se da. Hay que decir que la trasformada de Fourier de una imagen contiene la misma información eidética de la original: los dos dominios difieren sólo por el modo con el la información de representa. La trasformada de Fourier puede ser positivamente explotada para eliminar selectivamente informaciones desde una imagen conocida, cuando sea evidente su contribución en el espectro de las frecuencias. Se puede por eso elaborar el espectro en el mismo modo de una imagen y luego aplicar la trasformada inversa de Fourier que permite obtener la imagen correspondiente al espectro utilizado. En el caso de Lal Sábana Santa al fin de tomar en examen solo loas improntas, es importante separarlas del lienzo que constituye un obstáculo para la lectura de la impronta.

Las elaboraciones indicadas arriba son el presupuesto para el control de la impronta sobre el resto del lienzo. El aspecto, de hecho, más importante de la aplicación de la transformada de Fourier se lega al cálculo de la correlación para la verificación de la adaptación de formas (Pattern Matching). El problema nace en general desde la necesidad de conocer si una porción de una data imagen sea presente y en que medida sobre otra imagen. Al fin de localizar las coordenadas en correspondencias de las cuales se verifica la mejor correspondencia (best fit), ocurre determinar el punto de máxima correlación. La metodología que se utiliza consiste en la convolución ó sea en la suma de los productos de los valores asociados a las bajo imágenes tomadas en consideración; ésta puede ser realizada en el dominio espacial o en lo de las frecuencias. La transformada de Fourier se adapta mejor por eficacia a la solución del problema por que, definidas la ventana de la imagen de interés W y la imagen de investigación R , se calculan la transformada de Fourier de W y R , se multiplican y se determina luego la transformación invertida que lleva los valores de máxima correlación.

La correlación entre la impronta sobre el rostro anterior de la Sábana Santa y cuanto aparece en el retro se puede conducir tomando en consideración algunas vistosas variaciones colorimétricas como las en la zona del párpado izquierdo y en el área que comprende el pómulo izquierdo y la pirámide nasal. La elección es motivada por el hecho que, aún no formulando alguna hipótesis sobre la formación de la impronta, se puede pensar que en correspondencia a manchas tan evidentes pueda existir la en el retro. La Fig.19 muestra la porción de impronta seleccionada en correspondencia del párpado izquierdo en la imagen; la Fig.20 evidencia como la correlación no encuentre en el retro ninguna correspondencia.

FOTO

De la misma manera la Fig. 21 evidencia la zona seleccionada por el área del pómulo y la pirámide nasal.

FOTO

La Fig.22 evidencia la falta de correspondencia.

En conclusión, las análisis expuestas confirman también por vía informática, como en el retro de la Sábana Santa no existan variaciones de intensidad luminosas que se puedan poner en relación con las corpóreas de la parte anterior; a eso sigue que se puede decir desde el punto de vista subjetivo (la visión directa) y de lo objetivo (el tratamiento automático de las imágenes) que en el retro de la Sábana Santa no hay impronta. Las mismas elaboración han sido luego conducidas con las imágenes de Giancarlo Durante conseguidas en ocasión de la restauración conservativa del año 2002.

El color de la Sábana Santa

El color de la Sábana Santa constituye un interesante argumento de estudio por que da indicaciones sobre la origen de la imagen. No es un negativo fotográfico: la fotografía no posee la información tridimensional a causa del principio de indeterminación, o sea puntos a distancias diferentes producen la misma imagen.

El ojo humano percibe la radiación electromagnética en la banda dicha del visible (Fig. 23) cuyas longitudes de onda están comprendidas entre alrededor de 400 y 750 nanómetros.

FOTO

Según la teoría triconómica, el ojo posee tres tipos de receptores llamados conos, cada uno de ellos contesta a particulares longitudes de onda con una pique conocido : azul ($\lambda =$ pique a 450 nm), verde ($\lambda =$ pique a 550 nm), rojo ($\lambda =$ pique a 580 nm).

El modelo cromático utilizado para la definición del color sobre los dispositivos electrónicos (monitores, televisiones, teléfonos) se llama RGB (Red, Green, Blu) en el que un sistema de coordenadas cartesianas ortogonales con valores positivos upa menores de uno, delimita un su bajo espacio (Fig. 24).

Este modelo se ha definido en la base de la respuesta de los receptores de tipo como presentes en la retina y diputados a la conservación de la radiación luminosa en el espectro del visible comprendido entre 380 y 790 nanómetros.

FOTO

El modelo es de tipo aditivo en cuando la contribución de cada color se suma para formar el color final. El origen del sistema, o sea el punto (0,0,0) define la total ausencia de todas y tres la componentes o sea el color negro, mientras el extremo opuesto (1,1,1) indica el color blanco. Los puntos colocados en la diagonal que los une, representan los colores datos de la suma de componentes de igual intensidad, o sea todas los diferentes matices de gris. El valor zero para un color significa luminosidad nula, mientras el valor uno corresponde a la máxima luminosidad. En figura se ve el ejemplo del color rojo (Fig. 25)

FOTO

Los otros vértices del cubo unitario (cada uno yaciente en el plano individuado por las componentes que lo forman) resultan ser: (1,0,1) = MAGENTA (combinación de rojo y azul puros); (1,1,0) = AMARILLO (combinación de rojo y verde puros); (0,1,1) = CIANO (combinación de verde upa azul puros). El ciano, el magenta y el amarillo son los colores complementares de rojo, verde y azul y definen el modelo CMY. Se llaman colores substractivos por que su efecto es lo de substraer los colores de la luz blanca.

El modelo RGB no es idóneo para el reagrupamiento de colores percibidos como similares por el sistema visito humano, por eso se utiliza el modelo HSV (Hue Saturation Value,color, saturación y valor) que toma el nombre de las componentes útiles y eficaces para una rápida especificación del color. El modelo nace de la idea de simular el comportamiento de un pintor que prepare un color en su paleta. Éste toma un color puro y añade del blanco para obtener un color (pensamos al rosa obtenido como rojo al que se añade el blanco); luego para cambiar la luminosidad añade el negro y consigue así un tono. El bajo espacio definido por este sistema puede ser visto como un prisma piramidal a base hexagonal, a menudo diseñado al revés. Para convención el vértigo se pone en la origen del sistema de coordenadas. La coordenada V, representada por el eje vertical, corresponde a la luminosidad y asume los valores comprendidos entre el intervalo por 0 (oscuro) a 1 (claro).

En la base de la pirámide yacen todos los colores como máxima intensidad (la intensidad se entiende en la intervalo [0...1]); los vértigos del hexágono de base corresponden a los colores o

sea en el orden (en sentido inverso a las agujas del reloj) rojo, amarillo, verde, ciano, azul y magenta (Fig.26)

FOTO

El color se individua a través de un sistema de tipo polar gracias al ángulo respecto al rojo, convencionalmente indicado como origen de la rotación que se hace en sentido orario: los valores admitidos para el color van de 0 a 360 grados; por eso resulta que los colores complementares están situados en posiciones opuestas de 180 grados sobre la superficie de base. La saturación se mide por la distancia del punto (que representa el color), por la línea que diseña la altura de la pirámide. Los puntos que yacen sobre la vertical son los a saturación nula mientras que son a saturación unitaria los que se encuentran sobre las caras triangulares del prisma. Cuando la saturación tiene valor nulo el valor del color resulta irrelevante y se llama "indefinido". Por ejemplo el rojo puro tiene coordenadas color = 0, saturación = 1 e intensidad = 1; en general todos los colores puros tienen saturación e intensidad iguales a 1.

La intensidad se indica por la posición del color respecto a la altura de la pirámide; el negro se encuentra en la punta en bajo y el blanco al centro del hexágono de base. Todas las gradaciones de gris están en la línea que une estos dos puntos que es la altura del prisma.

Un sistema de este tipo presenta relevantes ventajas descriptivas. Se puede imaginar de describir los colores que se consiguen añadiendo el negro a un color puro (un método usado por los artistas para mezclar los colores); en este caso sería suficiente indicar los puntos que se encuentran sobre la punta de la pirámide en correspondencia del color puro, manteniendo fijos los valores de color y saturación y haciendo variar la coordenada que indica la intensidad de 1 a 0. Por lo que se refiere el adjunto del blanco a un pigmento puro variará el valor de saturación dejando iguales las otras grandezas. Con un sistema como el RGB, una operación de este tipo habría requerido la variación de todas las tres componentes y la necesidad de estudiar una curva adaptada a describir esta variación cromática.

Hechas las premisas de arriba consideramos el color de la Sábana Santa. Nos referimos a este objetivo a la primera fotografía oficial en color: la hecha por Giovanni Battista Judica Cordiglia en 1996 en ocasión de un reconocimiento privado de la Sábana Santa (Fig.27)

FOTO

La descomposición de la Fig. 27 en las componentes HSV produce un mapa del color que evidencia una fuerte componente de color en las inmediatas cercanías del color rojo con desarrollo gaussiano (Fig.28)

FOTO

La representación de la intensidad evidencia como en correspondencia de las zonas oscuras sea oscura y más clara por el contrario donde la impronta es más tenue (como en las partes laterales del rostro) o no exista como en las zonas del lienzo (Fig. 29).

FOTO

Consideramos ahora la saturación (Fig. 30): es ésta que contiene la contribución tridimensional de la impronta y restituye el aspecto del hombre como si lo observemos en la realidad (Fig. 31).

Sobre la nariz se releva así fuerte saturación que disminuye a los lados de la pirámide para luego aumentar nuevamente en las zonas del pómulo y bajar en las zonas temporales.

FOTO

El modelo HSV da una contribución a la hipótesis de la formación de la impronta: se trata de la transferencia del valor cromático sobre el lienzo con pureza diferente que recalca la profundidad del sujeto respecto a un hipotético plan de referencia puesto enfrente.

Conclusiones

La informática ha puesto en evidencia un aspecto intrínseco muy importante de la imagen sindónica: la tridimensionalidad. Ya que algunos particulares emergen después la elaboración del releve, es excluida la intervención manual en la formación de la imagen. La elaboración informática por medio de algoritmos de depuración basados en técnicas descritas en la literatura científica específica y sin la introducción de algún artefacto, ha permitido obtener el rostro del hombre sindónico antes que subiera el martirio de la crucifixión. Algoritmos de reconocimiento de formas han dado contribuciones a la presencia de improntas no corpóreas. Técnicas de extracción de contornos y superposición dan indicaciones sobre la compatibilidad del rostro sindónico sin heridas con la iconografía cristiana. En el ámbito de la correlación basada sobre el dominio transformado son muy significativas las elaboraciones sobre la búsqueda de la impronta corpórea en la parte no visible del lienzo. Sobre el retro no hay impronta.

En memoria

El profesor Tamburelli ha sido una figura de releve, a nivel internacional, en los estudios informáticos sobre la Sábana Santa. El autor le da las gracias por la pasión que le ha transmitido sobre los estudios sindonológicos.

Giovanni Tamburelli: Novara, 23 de junio 1923, Torino, 22 de enero 1990.

Bibliografia esencial

- [1] Balossino N., Tamburelli G.: La datazione della Sindone e l'impronta della moneta, Atti del V Convegno nazionale di studi sulla Sindone, Cagliari, maggio 1990.
- [2] Balossino N.: La ricerca informatica sull'immagine della Sindone, Elettronica e Telecomunicazioni, Anno XLV, n. I, Edizioni Nuova ERI, Torino 1996, pagg. 1-11.
- [3] Balossino N.: L'immagine della Sindone, Editrice Elle Di Ci, Torino, 1997.
- [4] Balossino N, Rapporto scientifico sulla Sindone, Elettronica e Telecomunicazioni, Anno XLVII, n.I, Numero speciale , Torino 1998.
- [5] Enrie G.: La Santa Sindone rivelata dalla fotografia, Ed. SEI, Torino, 1933.
- [6] ilas F. L.: The identification of Pilate coins on the Shroud, "Sindon", dicembre 1983, pp.65-73.
- [7] Gonzales R.C. Wintz P. ., Digital Image processing, Addison Wesley, 1987
- [8] Jackson J., Jumper E.J., Mottern B., Stevenson K. E.: The three dimensional image on Jesus' s burial cloth, "Proc. U.S. Conf.Shroud of Turin, Albuquerque", NM, march 1977, pagg. 74-94.
- [9] Lorre J.J., and Lynn D.J.: Digital enhancement of images of the Shroud of Turin, "Proc. U.S. Conf. Shroud of Turin, Albuquerque, NM", march 1977, pagg. 154-181.
- [10] Pratt W.K., Digital Image processing, Wiley, New York, 1978
- [11] Tamburelli G., G. Garibotto, Nuovi sviluppi nell'elaborazione dell'immagine sindonica, Atti del congresso internazionale di sindonologia, Torino, 1978, pagg 173-184, 354-362 LXX, 1983, pagg.1135-1149.
- [12] Tamburelli G., Some results in the processing of the Holy Shroud of Turin, IEEE transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, november 1981.
- [13] Tamburelli G.: Studio della Sindone mediante il calcolatore elettronico, "L'Elettronica", n.12 vol. LXX, 1983, pagg.1135-1149.
- [14] Tamburelli G., Balossino N.: Ulteriori sviluppi nella elaborazione elettronica del volto sindonico, "Atti del IV Congresso Nazionale di Studi sulla Sindone", Siracusa, ottobre 1987