

No Foto Realismo con Esgrafiado

R. Guerrero *

Lab. de Investig. y Desarrollo en Intelig. Computacional (LIDIC)
Dpto. de Informática - Univ. Nacional de San Luis - San Luis, Argentina
e-mail: rag@unsl.edu.ar

Francisco Serón Arbeloa

Grupo de Computación Gráfica Avanzada (GIGA)
Dpto. de Cs. de la Computación - Univ. de Zaragoza - Zaragoza, España
e-mail: seron@unizar.es

Abstract

A visual language is used when creating an image to communicate a subject. We can visualize our thinking as we can verbalize it. A diagram, a map, a painting are different examples of our visual language use. Line, shape, color, movement, texture, among others are their structural units, and pictorial art have shown their power for communicating messages without words.

The Non Foto realism area studies the use of expression and style in the creation of images for communicating visual messages. At this work, we present a prototype tool for the simulation of the artistic technique called *Esgrafiado*. The technique gathers elements from computer graphics, image processing, art and experimental cognitive psychology trying to give a means for the development of visual communication skills to a user-observer. The technique enables the given concepts could be applied by the user into non artistic fields with specific subjects tools.

Keywords: Computer Graphics, Non Foto Realism, Image Processing, Cognitive Psychology, Art.

Resumen

Cuando se crea una imagen para comunicar una idea, se está utilizando un lenguaje visual. Podemos “visualizar” nuestro pensamiento de la misma manera en que lo verbalizamos. Un diagrama, un mapa, una pintura son ejemplos del uso del lenguaje visual. Sus unidades estructurales son la línea, la forma, el color, el movimiento, la textura, entre otros. El arte pictórico ha demostrado que el uso de dichas unidades permiten transmitir significados sin utilizar palabras.

El área de No Foto realismo estudia la generación de imágenes que permitan la transmisión de mensajes visuales con expresión y estilo. En este trabajo, se presenta un prototipo de herramienta para la simulación de la técnica artística del Esgrafiado. La misma reúne elementos provenientes del área de la computación gráfica, el procesamiento de imágenes, el arte y la psicología cognitiva experimental, intentando brindar un medio para el desarrollo de habilidades de comunicación visual en un usuario-observador así como también lo habilita al uso de los conceptos con otras herramientas para propósitos específicos a ámbitos no artísticos.

Palabras claves: Computación Gráfica, No Foto realismo, Procesamiento de Imágenes, Psicología Cognitiva, Arte.

*Grupo soportado por la UNSL y ANPCYT (Agencia Nac. para la Prom. de la Ciencia y Tec.)

1. INTRODUCCIÓN

El rendering No Foto Realista (NFR) ha concentrado la atención de la comunidad de Computación Gráfica debido al número cada vez más creciente de áreas de aplicación; llendo desde el arte, pasando por el entretenimiento hasta las ilustraciones y su animación (*cartoons*). En los últimos años, un conjunto de conceptos y algoritmos importantes han sido desarrollados proveyendo técnicas de plasmado en estilos diferentes a los logrados por medio del foto realismo.

Las imágenes foto realistas son el producto de aplicar métodos y algoritmos basados en la simulación de leyes físicas para lograr la síntesis de una imagen la cual, en el mejor de los casos, puede ser confundida con la foto de objetos y escenarios reales. Para ello, la simulación de la interacción de la luz con los objetos de una escena, así como también la textura de los mismos, juegan un papel predominante [5]. Por otro lado, el NFR se concentra en el plasmado interpretativo, artístico, con estilo y expresión; las imágenes resultantes a menudo contienen elementos arbitrarios, ambiguos, aleatorios, en lugar de apegarse a simulaciones precisas de la geometría y la iluminación. No obstante su notoriedad, no existe una única definición de lo que NFR significa pues resulta difícil describirlo como el negativo de otro. Una breve discusión sobre la terminología y las raíces históricas del foto realismo y el no foto realismo es realizada por [9].

La mayoría de los sistemas NFR generan imágenes a partir de la simulación de trazos o pinceladas. Las pinceladas son el procedimiento más común dentro de los estilos pictóricos y se caracterizan por permitir depositar un medio cualquiera (acuarela, óleo, acrílico, etc.) a través de un elemento (pincel, bruñidor, dedo, etc.) sobre un sustrato (madera, vidrio, tela, etc.), dejando bosquejada la ruta que siguió el elemento sobre el sustrato. Una revisión de las técnicas desarrolladas es provista por [12] y más recientemente por [8] y [18]. En los últimos años, los trabajos se han centrado en el perfeccionamiento de técnicas ya desarrolladas [2, 6, 1, 3] o en el desarrollo de nuevas técnicas que permitan la comunicación de un concepto en una manera más comprensible mediante el uso combinado de principios perceptuales, técnicas artísticas y principios de diseño y composición [11, 7, 17]. Otros desarrollos se han focalizado en simplificar la complejidad de los sistemas, intentando disminuir sus tiempos así como también su implementación en hardware [19, 16, 14, 15, 13].

En la sección 2 del presente trabajo se presentan los conceptos básicos de la técnica de Esgrafiado Artístico basada en el principio inverso al de las ya tradicionalmente implementadas. La sección 3 se introduce un prototipo de herramienta para la simulación de dicha técnica. La sección 4 se muestran algunos plasmados no foto realistas logrados a través de la técnica y finalmente, en la sección 5 se bosquejan algunas conclusiones sobre los logros alcanzados.

2. EL ESGRAFIADO ARTÍSTICO

El Esgrafiado es una antigua técnica artística utilizada por las civilizaciones del siglo IV AC. La palabra esgrafiado viene del italiano *sgraffiare*: hacer incisiones o rascar con una herramienta especial llamada *grafio*. Es una técnica de dibujo que consiste en hacer incisiones o cortes en el estrato superficial de una pintura o enlucido, de manera que quede al descubierto la capa inferior. Se aplica también sobre objetos de cerámica y aún, en la Edad Media, sobre manuscritos en ilustraciones en oro. Estas se diferencian por el conjunto de elementos involucrados en la composición de la obra, mientras que conservan los mismos procesos para la representación del detalle y focalización de la atención. El enfatizado de las características de la escena dependerá de las características de los elementos con los que dispone el artista.

2.1. Componentes Técnicos: Los Elementos y el Proceso

La técnica se clasifica dentro de las escultopinturas en bajorrelieve; basada en colores planos y a diferentes niveles. Primeramente, capas de material de distinto color se superponen unas a otras. Luego, se raspa parte de algunas de ellas para conseguir una decoración polícroma con un diseño específico. Frecuentemente se utiliza una plantilla que se repite a lo largo y ancho de la superficie a esgrafiar.

Usualmente el artista tiene ya realizado un boceto organizado en cuanto a los colores que aplicará para cada figura y el fondo, y utiliza herramientas cortantes o punzantes (espátulas, cuchillos, formones, gubias, etc.).

La técnica permite una gran cantidad de combinaciones. Se pueden trabajar las figuras por planos de color, por valor de línea realizando grafismos al raspar, creando líneas paralelas que van de un color a otro dando lugar a texturas, también se pueden aprovechar las luces y las sombras que se crean entre las capas, y muchas otras habilitando a un universo de descubrimientos y aplicaciones.

Si bien la técnica se clasifica como escultopintura en bajorrelieve, el proceso se adapta perfectamente a los preceptos del arte visual, específicamente a la expresión pictográfica. Se podría entonces categorizar la técnica en función del elemento base sobre el cual se desarrolla: cerámica, muros (enlucidos) y pintura (Fig. 2). En todos los casos, los principios compositivos se conservan, cambiando únicamente los elementos utilizados para la composición. Una forma simplificada de esta técnica es utilizada en los primeros pasos de la enseñanza de la expresión pictórica [4], usualmente denominada *Esgrafiado con Tinta China*; donde se utilizan crayones de color, talco o fécula y tinta china como medio; pincel y punzón o clavo o aguja gruesa como objeto; una hoja de papel blanca como fundamento.

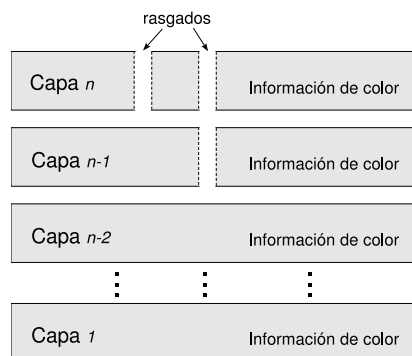
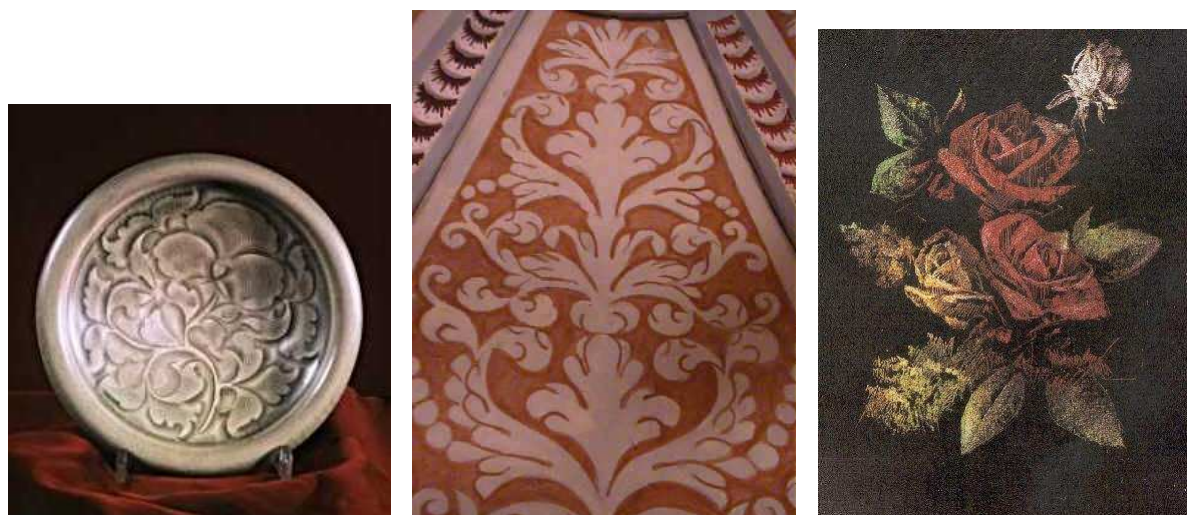


Figura 1: Principio de la técnica.



(a) Esgrafiado Romano -cerámica- (b) Esgrafiado Segoviano -muro-. (c) Esgrafiado con Tinta China.

Figura 2: Diferentes estilos de Esgrafiado.

3. EL ESGRAFIADO DIGITAL

La herramienta propuesta pretende conservar los preceptos de los tres tipos de esgrafiados artísticos planteados. Se ejecuta a partir de una pila de imágenes digitales, con utensilios de rasgados que rasgan las capas según un patrón de diseño establecido y revelan el color de la capa que se encuentra a una cierta profundidad (Fig. 3). La herramienta permite el uso combinado de diferentes utensilios de rasgado.

En la técnica tradicional las capas solamente aportan información de color y la estructura del diseño es determinada por el artista. En la técnica implementada el usuario no controla el rasgado desde la interfase; no obstante, la herramienta intenta habilitar a la generación de plasmados que conserven los aspectos de diseño artístico tradicionales. La información correspondiente a la estructura del diseño proviene de la capa en la base de la pila y las capas superiores aportarán la información de color a asociar a las diferentes primitivas.

La información del diseño establece un patrón de rasgado y se define mediante la determinación de un conjunto de atributos importantes a recuperar desde la imagen en la base de la pila. La técnica asume que el usuario ha definido los atributos importantes de la imagen como una función $F(x,y)$, denominada *Función de Importancia* de la manera planteada por [10]. El usuario puede combinar diferentes funciones de importancia asociadas a diferentes características de diseño. Cada función de importancia se asocia con un tipo de rasgado en particular.

El usuario puede también, especificar las características de plasmado de los rasgados. Así, los rasgados representan *primitivas de plasmado* con cualidades de rasgado asociadas -aparición y profundidad-, traducéndose en características colorimétricas reveladas luego del rasgado -ver fig. 3-. La imagen resultante mostrará la composición de color producto de combinar: el color de la capa superior, color de las capas reveladas por los rasgados según la disposición establecida por la función de importancia y las características propias de cada primitiva.

3.1. Componentes Técnicos: Los Elementos y el Proceso

Según lo expresado, la técnica se modela bajo los lineamientos de permitir al usuario:

- Especificar cualquier atributo importante o combinación de atributos de una imagen.
- Tener control sobre el número de rasgados generados por el objeto.
- Controlar las características locales de la primitiva (orientación, tamaño, color).
- El uso combinado de diferentes objetos de rasgados (primitivas de plasmado).

3.1.1. Determinación de los atributos

El proceso intenta realizar una detección automática de aquellos atributos importantes procurando preservar los principios de composición artística tradicional -formas, luces y sombras, perspectiva y orden-. Los atributos se especifican mediante funciones de importancia que intentan recuperar la información estructural de diseño desde la imagen en la base de la pila. La función se establece según lo pautado en [10], permitiendo valorar una región de la imagen acorde con la presencia del atributo deseado. La función retorna un valor alto si la región es muy importante y un valor bajo si la región es de menor importancia. Los valores que surgen

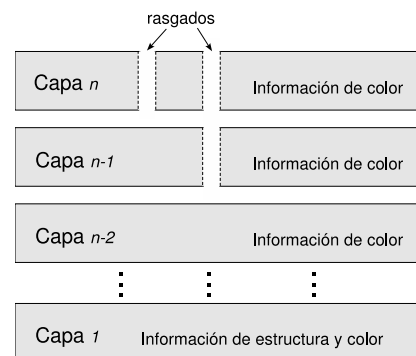


Figura 3: Principio de la técnica.

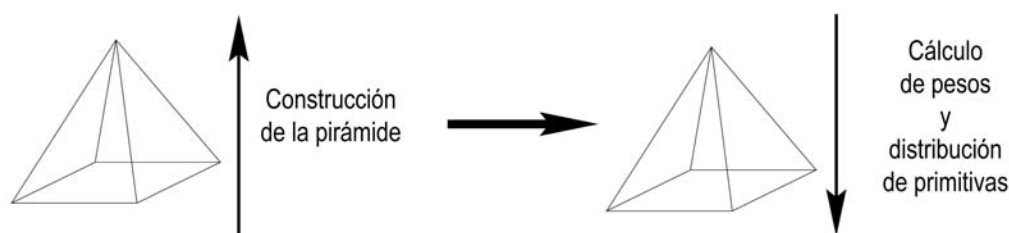


Figura 4: Proceso total. Primeramente se construye la pirámide de multiresoluciones (base al tope), luego se calculan los pesos y se distribuyen las primitivas (tope a la base).

de evaluar la función sobre la imagen original constituyen el nivel más bajo de una pirámide de multiresolución de atributos (ver siguiente sección -ver Fig. 4-). Una vez completada la pirámide, ésta está lista para ser usada en la distribución de los rasgados.

3.1.2. Disposición de los rasgados

Inicialmente, el sistema visual humano realiza una interpretación global de la imagen antes de analizarla en forma localizada. Por ello, es necesario asegurar no corromper la representación global y local de la imagen -conservar principalmente las formas-.

El usuario sólo especifica los atributos a conservar, el resto de las decisiones deben ser elaboradas automáticamente por el proceso. Es decir, la herramienta debe ser capaz de analizar la imagen a una escala global y local con el fin de determinar cómo se realizará el plasmado de los rasgados. Con este fin, la técnica propuesta utiliza una representación a múltiples resoluciones de la imagen para determinar la ubicación global y local de las primitivas durante el proceso de rasgado.

Los atributos importantes a ser preservados, y que luego determinarán la disposición de los rasgados, se procesan generando una pirámide de multiresolución de atributos. La pirámide permite estimar la interpretación global de la imagen estableciendo y preservando la importancia relativa de los píxeles asociados a los atributos. Así, áreas de la imagen que poseen la misma importancia serán plasmadas con el mismo nivel de detalle en el plasmado.

Por otro lado, los niveles de interpretación local se pueden lograr ajustando localmente las características de las primitivas con el objetivo de crear diferentes efectos visuales al mismo tiempo que se preserva la importancia relativa en toda la imagen.

Cada atributo particular preservado genera su pirámide asociada y consecuentemente se relaciona con un tipo específico de primitiva de rasgado. Es decir, diferentes atributos serán plasmados a diferentes niveles de detalle y con diferentes estilos de rasgado.

3.1.3. Características de los rasgados

Una vez establecida la disposición de los rasgados, la herramienta permite el uso combinado de diferentes utensilios de rasgado -puntos, agrupaciones de puntos, segmentos de línea y agrupaciones de segmentos-. Al momento del plasmado, dichos utensilios se asocian a características de color, tamaño y orientación. Dichas características pueden ser alteradas y acondicionadas según diferentes criterios provenientes de la imagen original, las capas asociadas a los rasgados o criterios propios del usuario.

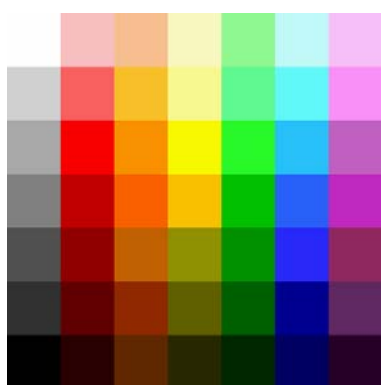
4. LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos surgen de la manipulación de los parámetros de la herramienta. Cuatro parámetros controlan la técnica: la función de importancia, la cantidad de primitivas a utilizar, el tipo de primitivas y sus ajustes locales; los cuales pueden ser alterados en diferentes combinaciones permitiendo obtener resultados no foto realistas.

Uno de los objetivos principales de la técnica es lograr nuevas representaciones pictóricas conservando o resaltando, según sea conveniente, las características estructurales del diseño. En consecuencia, diversas interpretaciones pueden ser inducidas por el usuario mediante la manipulación de efectos globales y locales durante la construcción de las imágenes a través de la variación de los parámetros mencionados. A continuación se muestran las imágenes logradas con la alteración de cada uno de los parámetros en forma individual. La última sección muestra los resultados obtenidos con la alteración conjunta de los parámetros.

4.1. Imágenes originales

Las imágenes de la figura 5 serán utilizadas como imágenes fundamento para ilustrar los conceptos de colorimetría y estructura desarrollados. La primer imagen es una paleta de colores básica. Las imágenes siguientes corresponden a una imagen sintética generada por computadora -busto-, y la imagen de Lena -típica foto utilizada en Comp. Gráfica-. Ellas son representativas de diferentes composiciones estructurales y colorimétricas producto de su origen.



(a) Paleta básica de colores.



(b) Rendering de modelo 3D.



(c) Fotografía típica de Lena.

Figura 5: Imágenes utilizadas como sustrato para la presentación de los conceptos.

Con la intención de clarificar un poco más los conceptos abordados, se ha incorporado junto a las figuras presentadas, una representación de la combinación de capas-sustrato involucradas.

4.2. Función de Importancia

El primer parámetro a ser controlado por el usuario es la Función de Importancia. La función de importancia permitirá al usuario especificar los atributos importantes que deben ser preservados. La función establece la distribución global y local de las primitivas a lo largo de todo el proceso, plasmando un mayor número de primitivas en regiones de mayor importancia.

4.2.1. Luces y Sombras

La luminancia de las imágenes permite identificar zonas de luces o sombras que luego pueden utilizarse en forma aislada o combinada. Si el atributo importante es la intensidad f en la posición (x, y) , la función de importancia F en la posición (x, y) será: $F(x, y) = 255 - f(x, y)$ previa conversión de los valores de color correspondientes a un único valor de intensidad. La función definida de esta manera considera que las sombras deben plasmarse con un número mayor de atributos, por lo tanto otorga al color negro el mayor peso en la escala.

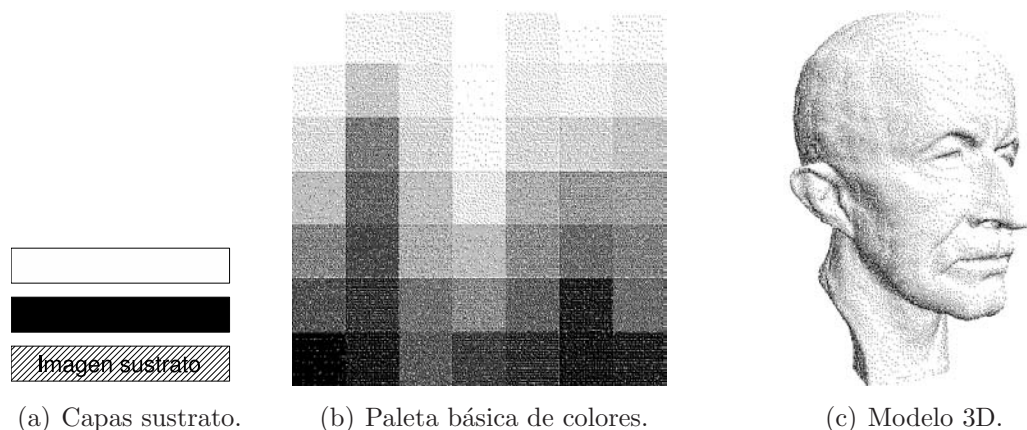


Figura 6: Luminancia como Función de Importancia.

La figura 6 muestra lo expresado. Las imágenes 5(a), 5(b) aportaron la información estructural de luminancia. Una imagen totalmente blanca y otra totalmente negra han aportado la colorimetría para los rasgados. La imagen superior de la pila es la de color blanco. Los rasgados son simples puntos cuya profundidad llega hasta la capa intermedia -imagen negra- y son ubicados según la información establecida por la función de importancia donde, las regiones de sombras son plasmadas con un número mayor de primitivas.

En las imágenes puede apreciarse que la función de importancia definida preserva las características de reflexión de la luz de los colores, agrupándolos acorde con el poder de luminancia que poseen; mayor luminancia para los colores claros, menor para los colores oscuros. En consecuencia la función de importancia permite identificar las zonas de luces y sombras definidas en la imagen sustrato a través de los colores.

4.2.2. Bordes y Formas

Las formas pueden determinarse mediante la detección de los bordes. Los bordes se determinan encontrando las regiones de alto contraste de una imagen. Las regiones de alto o bajo contraste pueden ser localizadas por medio de la detección de discontinuidades en las intensidades. La detección de discontinuidades se realiza a través de las derivadas espaciales de los valores de una imagen. Esta tarea puede ser realizada de diversas maneras: ya sea utilizando operadores de la primera derivada -varianza muestral, gradiente, entre otros-; o utilizando operadores de la segunda derivada -Laplaciana de la Gaussiana-. Cada uno de ellos brindará mayor o menor detalle de información dependiendo del tipo de imagen analizada; esta cualidad puede luego ser utilizada acorde con fines específicos.

Las imágenes de la figura 7 surgen de la imagen del modelo 3D (fig. 5(b)) luego de ser procesada utilizando como función de importancia el gradiente de Sobel (fig. 7(b)) y la varianza

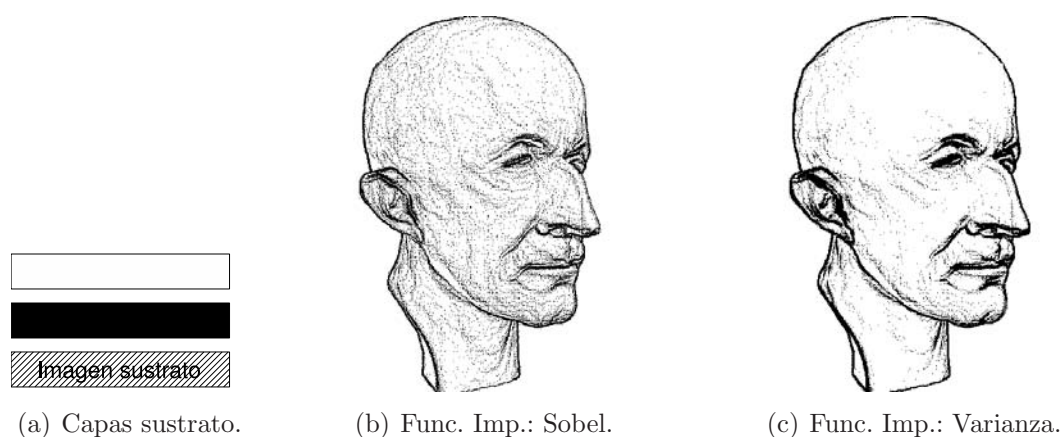


Figura 7: Bordes como Función de Importancia.

(fig. 7(c)) respectivamente. En ellas puede observarse que la función gradiente detecta cambios en la orientación del vector intensidad que aportan mayor información estructural de formas. Dicha información no solamente se limita a la detección de bordes, sino también de información específica a la imagen analizada -para el caso, rasgos de la cara-, que puede utilizarse convenientemente según la finalidad del plasmado bosquejado.

4.2.3. Combinación de Funciones de Importancia

El usuario puede establecer diferentes atributos de importancia asociados a diferentes funciones las cuales pueden combinarse en una única función. En la figura 8 se han combinado las funciones de varianza e intensidad mostradas en las figuras 6(c) y 7(c) conformando la función F en la posición (x, y) :

$$F(x, y) = 0,7 \times FIntens(x, y) + 0,3 \times FVarianza(x, y)$$

En la figura 8 las primitivas se distribuyen en un 70% para el plasmado de la intensidad y un 30% para el plasmado de los bordes. Las capas de imágenes corresponden a la mostrada en la figura 7(a). Las características se rasgan con el mismo tipo de primitiva -punto- y las primitivas tienen la misma propiedad de profundidad de rasgado -hasta la capa de color negro-. El número de primitivas totales ha sido calculado en forma proporcional, con el objetivo de conservar las características obtenidas con la aplicación de las funciones en forma individual.



Figura 8: Combinación de Funciones.

La imagen resultante posee bordes perfectamente delineados -información aportada por la función varianza- al mismo tiempo que se resaltan los detalles de luces y sombras del objeto modelado sintéticamente -información aportada por la función de intensidad-. De esta manera, cualquier número arbitrario de funciones de importancia pueden ser combinadas para formar una única nueva función de importancia. El peso asignado a las funciones individuales refleja el nivel de importancia otorgado a los diferentes atributos de la imagen.

4.2.4. Tipo de Primitivas y Ajustes locales

El tercer parámetro de la técnica es el tipo de primitiva a utilizar. Las herramientas de rasgado, luego de ser aplicadas revelarán el color de la capa subyacente al rasgado. El tipo de rasgado

define la manera en que el medio -pintura- será plasmado, convirtiéndose en una primitiva de plasmado. Las primitivas se ubicarán en las posiciones de la imagen determinadas por la función de importancia. Las primitivas implementadas son: un único punto o pixel, un segmento de línea, una agrupación de puntos conservando un ordenamiento circular, o una agrupación de segmentos.

El cuarto parámetro es el de ajustes a las primitivas. Dependiendo del tipo de primitiva utilizado, se pueden realizar cambios locales en sus características propias (tamaño -escalado, umbralado-, orientación -rotación-, y color -profundidad-) permitiendo introducir efectos de textura local en la imagen, los cuales afectarán su apariencia global. Estos cambios pueden realizarse mediante criterios preestablecidos por el usuario desde la interface o interpretados automáticamente acorde con información de la imagen sustrato analizada.

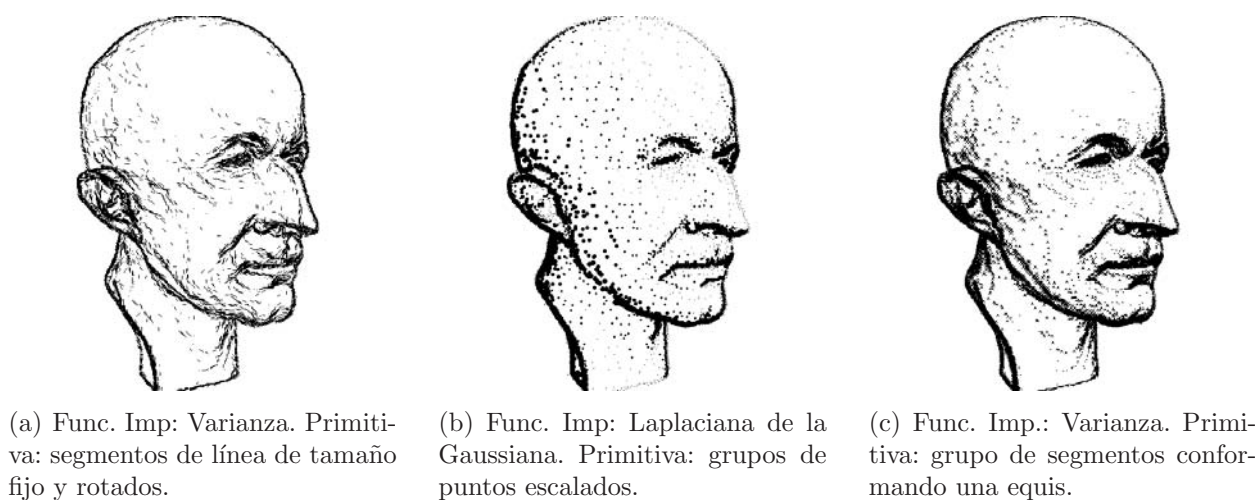


Figura 9: Diferentes tipos de primitivas y sus ajustes locales.

Las imágenes de la figura 9 muestran el resultado de utilizar diferentes tipos de primitiva con alteraciones de orientación y tamaño. En la imagen 9(a) los segmentos tienen una longitud fija especificada por el usuario pero orientados según el gradiente local al pixel en la imagen original. La imagen muestra un aspecto de bosquejo artístico con un mayor acabado en los rasgos de expresión de la cara del modelo. En la imagen 9(b) la función de importancia aplicada es la Laplaciana de la Gaussiana y las primitivas son agrupaciones de puntos escalados acorde con la intensidad promedio de la región donde debe plasmarse la primitiva.

El uso de agrupaciones de segmentos de línea permite generar aspectos de textura en las imágenes, los cuales pueden ser controlados mediante el número y tipo de primitiva seleccionado. En la imagen 9(c), el conjunto de segmentos simulan una “equis” las cuales al momento del plasmado se agrupan entre sí logrando no solamente una impresión de textura sino también conservando las características de luces y sombras de la imagen original -obsérvese la oreja y pómulo de la cara del modelo digital 3D- Los grupos están escalados en tamaño acorde con la intensidad promedio de la región donde debe plasmarse la primitiva.

4.3. Alterando múltiples parámetros

Las secciones anteriores han mostrado algunos efectos logrados mediante la manipulación individual de los parámetros. En esta sección se muestra el resultado de la manipulación conjunta de los mismos. Para la composición de la imagen resultante -Fig. 11- se ha construido

una pila de cinco imágenes -Fig. 10-. La imagen en el tope de la pila corresponde a la foto original de Lena en escala de grises e invertida -Fig. 5(c)-. La segunda imagen es una imagen totalmente negra, luego le sigue la imagen que aportará información de color para el plasmado del sombrero, las plumas y la boca -Fig. 11(b)-. Posteriormente se encuentra una imagen totalmente naranja y por último, en la base de la pila, se encuentra la imagen original -Fig. 5(c)-, la cual aportará, en este ejemplo, solamente la información estructural.

El proceso combina tres funciones de importancia -intensidad, gradiente y Laplaciana de la Gaussiana- y un único tipo de primitiva -punto-. Cada función se asocia con una capa de la pila de imágenes. La capa negra establece el color para la función de importancia de la Laplaciana de la Gaussiana -plasmado de bordes-, la capa de la imagen patrón aporta el color a la función de importancia gradiente -coloreado de plumas, sombrero y boca-, y la capa naranja establece el color para la función de importancia de la intensidad -cabello, sombra de ojos, marco del espejo-. Los colores se plasman en el orden en que se han especificado las capas, desde la base de la pila hacia el tope. La imagen resultante muestra la foto de Lena con una impronta de sepia, donde los elementos de segundo plano se encuentran en color gris; los elementos que acompañan a la composición -cabello y marco del cuadro- en un suave naranja-; los rasgos de la cara se encuentran resaltados en negro y los tres elementos básicos de la composición que encuadran la cara -sombrero, plumas y boca- resaltados en color.



Figura 10: Capas.



(a) Imagen frontal. Foto de Lena en grises invertidos.



(b) Imagen intermedia. Patrón de colores para el plasmado del gradiente.



(c) Imagen resultante. Combinación de capas y funciones de importancia.

Figura 11: Fotografía de Lena combinando varias capas colorimétricas y funciones de importancia.

5. CONCLUSIONES

Este trabajo presentó un prototipo de herramienta para la simulación de la técnica artística del Esgrafiado. La misma reúne elementos provenientes del área de la computación gráfica, el procesamiento de imágenes, el arte y la psicología cognitiva experimental.

La herramienta permite generar plasmados pictóricos desde un punto de vista opuesto al de las tradicionales pinceladas. La técnica desarrollada deja a criterio del usuario cómo plasmar mejor un atributo específico de una imagen, y no intenta identificar automáticamente qué tipo de primitiva debería ser usada para el plasmado de diferentes atributos de la imagen. La apariencia estética y el fin último de una imagen es determinado por el usuario.

Si bien acorde con los aspectos perceptuales, gestálticos y artísticos, algunos componentes básicos de una imagen son más importantes que otros, no se han desarrollado aún reglas estándares para identificar cuáles son los atributos más importantes acorde con nuestra propia interpretación. Es claro que algunos atributos son importantes y deben ser conservados (por ej. bordes), sin embargo, una vez que todos los componentes de una imagen son combinados en el plasmado, resulta difícil establecer cuáles atributos deben ser conservados y cuáles rechazados. La herramienta desarrollada demuestra cuan mediada puede ser nuestra experiencia visual proveyendo una plataforma para la generación de composiciones con características artísticas y diferentes cualidades informativas a partir de una misma información estructural.

Como principio básico del área de No Foto realismo, todas las investigaciones realizadas pretenden generar desarrollos que mejoren la transmisión de un concepto mediante la generación de nuevas técnicas o la simulación de técnicas ya existentes. No obstante, ninguno de estos desarrollos, a conocimiento del autor, intenta ser una herramienta para el aprendizaje de nuevas formas de expresión visual, sino que son, la mayoría de ellas, herramientas con un finalidad específica, sin dejar mayor margen de evolución en el aprendizaje de la expresión visual. La herramienta presentada brinda un medio para el desarrollo de habilidades de comunicación visual en un usuario-observador y lo habilita al uso de los conceptos con otras herramientas para propósitos específicos a ámbitos no artísticos.

No obstante, durante el desarrollo de la misma han surgido numerosas variantes alternativas de extensión a la técnica implementada, tales como: la generación de una interfase de usuario que modele la metáfora de un estudio de dibujo, la ampliación del conjunto de herramientas de esgrafiado implementadas, la simulación de algunos estilos no foto realistas bajo los preceptos de la técnica implementada, habilitar a la configuración de una composición incorporando conceptos tales como “centro de interés” y “focalización”, la deducción automática del tipo de primitiva más adecuado para plasmar una característica específica de la composición.

REFERENCIAS

- [1] Pascal Barla, Simon Breslav, Joëlle Thollot, and Lee Markosian. Interactive hatching and stippling by example. Technical report, INRIA, 2006.
- [2] Pascal Barla, Joëlle Thollot, and François Sillion. Geometric clustering for line drawing simplification. In *Sigraph technical sketch: SIGGRAPH'2005*. ACM, 2005.
- [3] Adrien Bousseau, Matthew Kaplan, Joëlle Thollot, and François Sillion. Interactive watercolor rendering with temporal coherence and abstraction. In *International Symposium on Non-Photorealistic Animation and Rendering (NPAR)*. ACM, 2006.
- [4] José María Fernández. *Dibujo. Técnicas Artísticas. Fundamentos, Materiales, Técnicas, Ejercicios*. Dastin Ediciones, 2004. ISBN: 8496410560.
- [5] J. D. Foley, A. Van Dam, S. K. Feiner, and J. F. Hughes. *Computer Graphics Principles and Practice*. Addison-Wesley, 1995. ISBN 0201848406.
- [6] T. Goetzmann, K. Ali, K. Hartmann, and Th. Strothotte. Adaptive labeling for illustrations. In *Proc. of 13th Pacific Conference on Computer Graphics and Applications*, volume 196, pages 64–66, 2005.

-
- [7] Amy Ashurst Gooch and Peter Willemsen. Evaluating space perception in npr immersive environments. In *NPAR '02: Proceedings of the 2nd international symposium on Non-photorealistic animation and rendering*, pages 105–110, New York, NY, USA, 2002. ACM Press.
- [8] B. Gooch and A. Gooch. *Non-Photorealistic Rendering*. A. K. Peters Ltd., Natick, Massachusetts, 2001. ISBN 1-56881-133-0.
- [9] S. Green. Introduction to non-photorealistic rendering. *Non-Photorealistic Rendering. SIGGRAPH 99 Course*, Chapter 2, 1999.
- [10] Roberto Guerrero and John Buchanan. Color importance driven halftoning. In *8vo. Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, volume 2, pages 825–834, Univ. Nac. de Buenos Aires, Buenos Aires, October 2002.
- [11] Nick Halper, Stefan Schlechtweg, and Thomas Strothotte. Creating non-photorealistic images the designer’s way. In *NPAR '02: Proceedings of the 2nd international symposium on Non-photorealistic animation and rendering*, pages 97–ff, New York, NY, USA, 2002. ACM Press.
- [12] John Lansdown and Simon Schofield. Expressive rendering: A review of nonphotorealistic techniques. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 15(3):29–37, may 1995.
- [13] Hyunjun Lee, Sungtae Kwon, and Seungyong Lee. Real-time pencil rendering. In *NPAR '06: Proceedings of the 4th international symposium on Non-photorealistic animation and rendering*, pages 37–45, New York, NY, USA, 2006. ACM Press.
- [14] Thomas Luft and Oliver Deussen. Real-time watercolor illustrations of plants using a blurred depth test. In *NPAR '06: Proceedings of the 4th international symposium on Non-photorealistic animation and rendering*, pages 11–20, New York, NY, USA, 2006. ACM Press.
- [15] Morgan McGuire and Andi Fein. Real-time rendering of cartoon smoke and clouds. In *NPAR '06: Proceedings of the 4th international symposium on Non-photorealistic animation and rendering*, pages 21–26, New York, NY, USA, 2006. ACM Press.
- [16] Oscar Meruvia Pastor, Bert Freudenberg, , and Thomas Strothotte. Real-time, animated stippling. In *IEEE Computer Graphics and Applications*, volume 23, pages 62–68, July/August 2003.
- [17] Maria Shugrina, Margrit Betke, and John Collomosse. Empathic painting: interactive stylization through observed emotional state. In *NPAR '06: Proceedings of the 4th international symposium on Non-photorealistic animation and rendering*, pages 87–96, New York, NY, USA, 2006. ACM Press.
- [18] Thomas Strothotte and Stefan Schlechtweg. *Non-Photorealistic Computer Graphics. Modelling, Rendering, and Animation*. Morgan-Kaufmann Publishers, San Francisco, April 2002. ISBN 1-55860-787-0.
- [19] Matthew Webb, Emil Praun, Adam Finkelstein, and Hugues Hoppe. Fine tone control in hardware hatching. In *NPAR '02: Proceedings of the 2nd international symposium on Non-photorealistic animation and rendering*, pages 53–ff, New York, NY, USA, 2002. ACM Press.