

El Asombroso Arte Algorítmico

Javier Montenegro Joo

VirtualDynamicsSoft ----- jmj@VirtualDynamics.Org

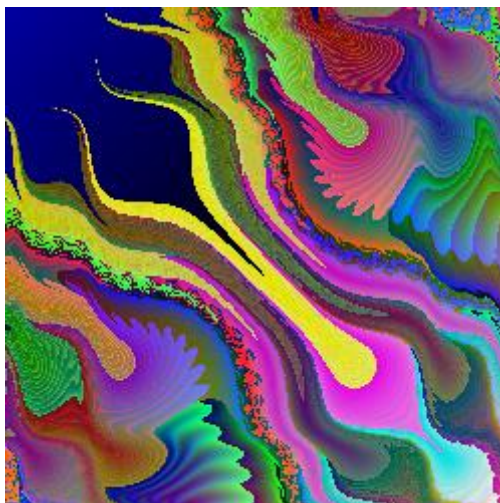
Resumen

Se presenta un panorama general del Arte Algorítmico (AA) y de su dependencia en las computadoras, dejando claramente establecido que el AA utiliza Matemáticas aunque no siempre es expresamente Matemáticas. Algunos detalles técnicos involucrados en la creación de imágenes de AA son detallados. Se hace notar el hecho de que algunas impresionantes imágenes de AA creadas con las computadoras de hace unos años, son actualmente imposibles de reproducir debido a la actual súper velocidad de las mismas.

Palabras clave: Matemáticas, Arte, Algoritmos, Computación, Digital.

Arte Algorítmico como Arte Digital

El Arte Algorítmico (AA) es una de las varias manifestaciones del Arte Digital o Arte por Computadora, el cual debe su existencia a la de las computadoras. Entre las expresiones del AA se cuentan las bellas e impresionantes imágenes creadas a partir de protocolos de computación (algoritmos), realizados sobre expresiones matemáticas como ecuaciones, formulas, protocolos lógicos, etc.



El Arte Algorítmico usa las Matemáticas

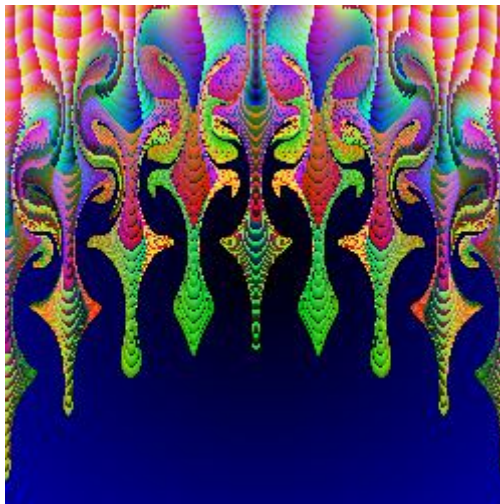
El AA sin embargo, no se limita a la evaluación matemática de ecuaciones, el AA usa las matemáticas como lo que son, una herramienta. Por ejemplo, en aquellas imágenes que resultan de la replicación de una transformación, esta se repite a si misma muchas veces. Si bien es cierto esta replicación se ejecuta mediante una serie de transformaciones matemáticas, el resultado final no es matemático en esencia.



A manera de analogía considérese el diseño de un avión. Se requieren matemáticas para calcular la potencia del motor y su relación con el peso del avión mismo y de la carga que transportará y, con la resistencia de los materiales a ser usados en su construcción. Aún más, en el caso de un avión de alta performance, su forma aerodinámica se calcula con matemáticas pero sobre principios físicos, no obstante el avión no es un producto de las matemáticas, aunque si lo es de la Física. Lo mismo sucede al calcular la estructura de un edificio antisísmico.

Las computadoras son indispensables

Las computadoras son indispensables para crear obras de AA, pues con ellas se puede operar rápidamente sobre todos los píxeles (puntos del plano) que constituyen la imagen.



Es muy importante tener presente que no todas las imágenes de arte algorítmico deben ser de colores, muchas podrían ser en estricto blanco y negro, especialmente las que resultan de transformaciones geométricas. Sin embargo, si la imagen es de colores, debe calcularse el color de cada píxel. Por ejemplo, una imagen de 60 cm x 60 cm con una resolución (densidad) más bien baja (90 píxeles/pulgada), tiene unos 4'665,600 píxeles, y al crear la imagen, se trata de determinar el color de cada uno de estos píxeles. Cuanto mayor la densidad (píxeles/pulgada) de una imagen, mejor su calidad, pues incluye mayor información.

En algunos algoritmos se usa una fórmula o ecuación matemática para calcular el color de cada píxel y, en estos casos la generación de la imagen es más bien rápida y simple. En otros algoritmos se opera sobre expresiones matemáticas o lógicas, haciendo una ligera variación cada vez y generando la correspondiente representación gráfica, esto requiere iteraciones, esto es, procesar varias veces cada píxel de toda la imagen y, obviamente demanda más tiempo de

computadora y mayor número de cálculos. Obviamente, ejecutar todo este trabajo en forma manual, es decir, sin computadoras, sería extremadamente tedioso, lento y sujeto a errores.

En general, la belleza o impacto visual que produce una imagen es totalmente independiente del número de cálculos realizados para obtenerla o de la complejidad del algoritmo que la genera.

La belleza de las Matemáticas

En el pasado, antes del arte algorítmico, era común escuchar acerca de la “Belleza de las Matemáticas”, especialmente en los ambientes universitarios donde de una u otra forma se manejaban matemáticas más bien sofisticadas. En ese entonces la belleza de las matemáticas se refería a la elegancia y perfección de algunos de sus tópicos, características que no todas las áreas de las matemáticas ostentan. Nadie presagió entonces que “La belleza de las Matemáticas” se aplicaría en el futuro a la creación de bellas e impresionantes imágenes, abstractas y no tan abstractas, simétricas y no tan simétricas.



La experiencia del autor (JMJ) de este documento demuestra que algunas expresiones matemáticas (ecuaciones) realmente confinan belleza. El desafío es identificar o construir esas ecuaciones y crear un método (algoritmo) para extraer y visualizar esa belleza. Es el caso de las imágenes mostradas en este documento, JMJ debió diseñar las ecuaciones correspondientes y crear el algoritmo para exteriorizar la belleza que esas ecuaciones mantenían oculta.

Si se sabe extraer la información que atesoran algunas ecuaciones, se descubrirán simetrías asombrosas en ellas, incluso se identificarán algunas expresiones matemáticas que no poseen simetría pero que son impactantes.

Imágenes desde el punto de vista de las computadoras

Computacionalmente hablando, una imagen es una matriz tridimensional de componentes (x,y,z) , cuyas dos primeras componentes x e y , indican la posición de un punto en el plano de la imagen, y el valor de z indica el color que aparece en dicho punto. El valor que adquiere z depende del algoritmo que se aplique para crear la imagen.

En imágenes en estricto blanco y negro, el valor de z puede adquirir cualquiera de dos valores, 0 o 1, representando blanco o negro, respectivamente. En las imágenes en niveles de gris, z puede tomar cualquier valor entre 0 y 255, lo que hace 256 posibles matices (niveles de gris) entre estricto blanco y estricto negro. En las imágenes en color, una de las representaciones más común de colores es la RGB, (Red, Green, Blue), la cual indica la combinación de matices de rojo, verde y azul, que puede almacenarse en cada z , es decir, en este caso z tiene 3 componentes: R, G y B. Pudiendo cada uno de estos 3 colores tomar algún valor entre 0 y 255. Esto hace posible $256 \times 256 \times 256 = 16'777,216$ posibles colores en cada z , es decir, en cada

punto (x,y) de la imagen. Nótese que aunque el ojo humano es incapaz de individualizar esta millonaria cantidad de colores, los algoritmos son capaces de generarlos y, en la práctica al trabajar con colores, lo más probable es que se generen todos ellos, solo que tan alta resolución de colores es imposible de detectar a simple vista. Esto significa que las imágenes en colores incluidas en este documento podrían incluir la millonaria cantidad de colores mencionados, pero nuestros ojos no están preparados para distinguirlos e individualizarlos.



Como ejemplo de la representación RGB, considérese el color $RGB = (128, 200, 86)$. En este caso el color es aquel que resulta de combinar 128 partes de rojo, 200 partes de verde y 86 partes de azul.

Impactantes imágenes como resultado de transformaciones lógicas

Como ya se ha mencionado, Las imágenes de Arte Algorítmico no necesariamente son el resultado de cálculos matemáticos. Algunas imágenes impresionantes e interesantes resultan de protocolos lógicos, en los cuales se llevan a cabo transformaciones lógicas, como traslaciones, rotaciones, cambios de escala, etc. Obviamente estas transformaciones se hacen con matemáticas, pero la esencia de la transformación no es matemática, es lógica.

Un ejemplo simple de transformación lógica es aquel que consiste en colocar tres puntos alrededor del lugar donde antes había solo un punto, posteriormente rotarlos y cambiar su tamaño. El procedimiento se ejecuta con matemáticas, pero la operación es lógica. Esta simple operación es la base de las tessellations (generación de asombrosos mosaicos).



Los artistas gráficos tradicionales pintan imágenes utilizando brochas, cañas afiladas, trapos y clavos, a manera de pinceles; es decir ellos usan estos utensilios como herramientas. Algunos

hasta usan su propia sangre para pintar. Análogamente, la esencia del AA está en usar las matemáticas solo como una herramienta, lo cual es muy diferente de lo que podría literalmente llamarse Arte Matemático.

Técnicas de Arte Algorítmico

No todas las técnicas usadas para crear obras de AA, fueron creadas expresamente con ese objetivo, muchas técnicas han sido adaptadas de otras áreas, como la Física, Biología, la Matemática, etc.

Algunas técnicas conocidas y comúnmente utilizadas para crear obras de Arte Algorítmico, son Generative Art, Modelación Fractal, Iterated Function Systems, Cellular Automata, Tesellations, Inversión Polar, Recursión, etc.

Obviamente deben existir algunas otras técnicas de AA, que no son conocidas y son por lo tanto, de uso muy limitado. En estos casos, solo el creador del algoritmo puede usarlo para crear imágenes, las cuales pueden ser impresionantes y de gran impacto visual.

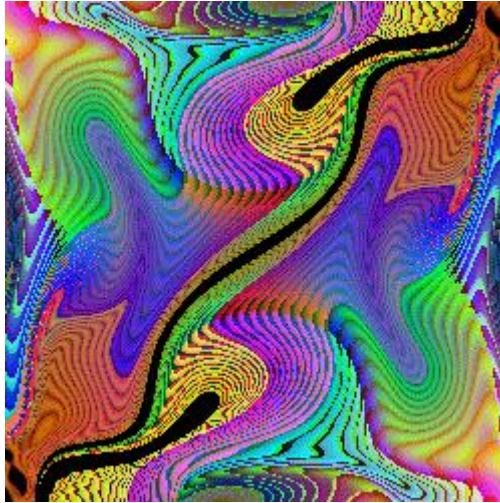


Evolución temporal como AA

Algunas obras de arte algorítmico, muestran la evolución después de un algún tiempo, de ciertas siluetas, formas y colores. La imagen final o resultante podría ser impactante y muy interesante, pero la serie de transformaciones, es decir, la evolución que concibe el producto final, también podría eventualmente serlo, lo cual se aprecia cuando el autor de la obra hace que la computadora evolucione lentamente y muestre gráficamente en el monitor de la computadora los resultados a medida que el tiempo pasa. Por esta razón una obra de arte algorítmico también puede plasmarse en una película o en video.

Algunas obras de AA son actualmente irreproducibles

Desde la aparición de las computadoras, especialmente las personales, los creadores de AA en el mundo entero, han creado algunas imágenes realmente impresionantes, las cuales son únicas, ya no pueden reproducirse nunca más, pues infelizmente y tal como ocurre con algunas viejas películas de cine, que son verdaderas joyas de la cinematografía, ya no pueden copiarse o pasarse a un nuevo formato, pues se perdió el algoritmo que las desarrollo o como las computadoras han ido evolucionando a través del tiempo, la tecnología ya no permite reproducirlas.



Hace unos años, cuando el sistema operativo de las computadoras personales era el DOS (Disk Operating System), algunos autores de arte por computadora crearon algunas imágenes asombrosas. Transcurrió el tiempo y el sistema operativo de las computadoras fue reemplazado por el Windows y por el Linux, estos sistemas son súper veloces comparados con el DOS, y los antiguos algoritmos creados para DOS ya no podían ejecutarse. Como consecuencia esas bellas imágenes creadas en DOS, se perdieron. Algunas aún existen, pero no pueden re-crearse, literalmente. Algunas de estas imágenes son como aquellas pinturas clásicas que todos los coleccionistas y museos desean poseer.

En algunos casos la situación es aún peor, pues de algunas impresionantes imágenes creadas para DOS, solo un recuerdo queda hoy día. En estos casos no solo la versión impresa se ha perdido, el algoritmo correspondiente también se ha perdido.

En el pasado, debido a la lentitud de las computadoras, era posible visualizar en el monitor, la evolución paso a paso de un algoritmo, esto permitía seleccionar el momento de interrumpir la evolución del mismo y obtener así, alguna imagen extraordinaria. Actualmente la rapidez de las computadoras ejecuta un algoritmo tan velozmente que el autor de la obra solo ve la imagen final de ella, y esta última podría no ser tan agradable a la vista. Este es un punto donde la impresionante velocidad de las modernas computadoras tiene sus desventajas.



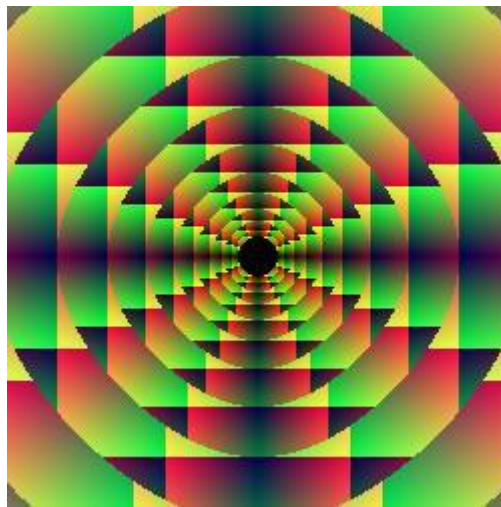
Como un ejemplo interesante, el autor de este documento creo hace muchos años un algoritmo que mostraba en el monitor de la computadora, la evolución de un grupo de elipses que se visualizaban como un nudo de colores aleatorios. Esto fue creado en DOS, que ahora ya no se usa pues es muy lento para los estándares computacionales actuales. Actualmente para ejecutar este algoritmo, el mismo ha tenido que ser adaptado a las modernas computadoras súper rápidas, y por más que se trate de hacer la ejecución muy lentamente, resulta muy rápida

para nuestros ojos, y solo se aprecia el nudo final. En este caso la cautivante belleza del algoritmo estaba en ver la lenta evolución paso-a-paso del nudo de elipses.

Las imágenes incluidas en este documento

Las imágenes que se muestran en este documento han sido todas creadas con algoritmos desarrollados expresamente para AA por el autor (JMJ). Aquí las imágenes se muestran pequeñas, en baja resolución y, en formato comprimido, por lo que su calidad no es óptima. Cuando se trata de imprimir estas imágenes, ellas son desarrolladas para medir no menos de 60 cm x 60 cm y están en formato no comprimido, por lo que son de buena calidad.

Obsérvese que algunas imágenes incluidas en este documento son simétricas, otras son anti-simétricas, es decir tienen simetría invertida y, aun otras no ostentan simetría alguna. Otras son definitivamente abstractas.



Obviamente, para crear estas imágenes cada una tuvo que ser planificada antes de ser desarrollada. Si la imagen debía ser simétrica, algunos detalles que generan simetría tuvieron que ser incluidos en el algoritmo, cuando la imagen debía mostrar anti-simetría, un algoritmo que genere esta característica tuvo que ser incorporada en el desarrollo de la imagen. Todo el proceso es como aquel que se sigue cuando se construye una casa para habitar en ella.



Algunas veces y, tal como ocurre cuando un arquitecto supervisa la construcción de su propia vivienda, algunos cambios fueron introducidos durante el desarrollo de la imagen. Estas modificaciones fueron implantadas porque las imágenes obtenidas no eran tan fascinantes como se esperaba que fueran. Los colores y grados de contraste entre ellos también fueron

previamente calculados y fueron además eventualmente modificados durante el desarrollo de la dibujo para finalmente lograr una imagen lo más interesante posible.



Conclusiones

Este trabajo ha señalado que la creación algorítmica de imágenes depende forzosamente de las Computadoras y de las matemáticas. El hecho de que las matemáticas sean usadas para comunicar a las computadoras cómo proceder para crear una imagen algorítmica, no significa necesariamente que las obras de arte algorítmico sean en esencia, obras matemáticas; de hecho, muchas veces estas imágenes son resultado de transformaciones analógicas. Este documento ha mencionado algunas técnicas conocidas usadas para generar obras de Arte Algorítmico y, se ha referido también a algunos detalles técnicos involucrados en la creación de imágenes. Se ha explicado por qué debido a la alta velocidad de las computadoras modernas, muchas obras de arte algorítmico, creadas originalmente en DOS, definitivamente se han perdido, puesto que ya no pueden re-crearse.

Referencias

- [1] Herbert W. Franke, (1986), Refractions of Science into Art, The Beauty of Fractals.
- [2] Jaap A. Kaandorp, (1994), Fractal Modelling, Growth and Form in Biology. Springer-Verlag.
- [3] Przemyslaw Prusinkiewicz – Aristid Lindenmayer (1990), The Algorithmic Beauty of Plants. Springer.
- [4] H. O. Peitgen – P. H. Richter, (1986), The beauty of Fractals, Images of Complex Dynamical Systems. Springer-Verlag.
- [5] Michael Barnsley (1988), Fractals Everywhere, Academic Press
- [6] Stephen Wolfram (), Computer Software in Science and Mathematics, Scientific American
- [7] Norman H. Packard – Stephen Wolfram, (1985), Two-Dimensional Cellular Automata, Journal of Statistical Physics, Vol 38.

El Autor

Javier Montenegro Joo es un físico computacional y Simulacional, quien en su tiempo libre desarrolla algoritmos computacionales para crear dibujos.