

IMÁGENES NEURONALES ARTIFICIALES, NUEVO PARADIGMA CONVERGENTE

GRANERO, Adriana Edith; PIEGARI, Ricardo Gustavo

adriana.granero@fadu.uba.ar, hjp@rcc.com.ar

Cátedra Granero, Centro CAO, FADU, UBA

GIDAA (Grupo de Investigación y Docencia en Algorítmica Aplicada)

Resumen

Las imágenes en nuestra formación y profesión son el conjunto de símbolos gráficos que se unen para formar cadenas de acuerdo con ciertas reglas para formar otras cadenas lingüísticas en un nivel superior; corresponden a la semántica propia de la expresión arquitectónica y se usan para modelar diferentes aspectos del mundo real, “Las imágenes participan de la exterioridad de las cosas” (Bergson, 1896) por este motivo son anteriores a la percepción misma. Las imágenes son un discurso lingüístico: “imágenes” en la “imaginación del escenógrafo-diseñador” (Breyer, 2008), con múltiples roles que conviven en ellas, la ubicuidad y el estatus óptico-ontológico. Por un lado ¿dónde están las imágenes? ¿en las cosas, en su piel, en su interior, en nuestra cabeza, en el espacio vacío entre aquello y lo nuestro, en la retina, en la mente en la conciencia...? Y por el otro lado ¿qué son las imágenes? Y Breyer habla de allí de representación, percepción, fenómeno, sensa, simulacro...? En ambos casos (Bergson y Breyer), sus relatos culminan en la virtualidad de las imágenes y como atraviesan desde el pasado, lo actual y el futuro.

En el sistema conceptual formal y lógico en el que construimos los saberes de nuestra profesión, la idea creativa es la hipótesis que luego es sometida a: definiciones, teoremas, reglas y leyes, que son adquiridas a lo largo de la formación. Este es un proceso en el que debe relacionarse por correferencia e implicación, para llegar al proyecto arquitectónico. En este escenario, las imágenes

son instrumentos mediadores de la transducción en un modelo de activación-verificación, que provoca la reflexión técnico-estética con apoyo visual al conocimiento en el recuerdo de imágenes por el carácter directo de la información, economía de representación y su proximidad con la experiencia espacial real.

Palabras clave

Imagen digital, Conocimiento y generación de imágenes, Inteligencia artificial, Imágenes algorítmicas, Imágenes generativas

Introducción

Este documento corresponde a la línea de investigación “Inteligencia Artificial”, “*AI for design, a proposed a biological-artificial mutualism*”. En la primera parte del documento cubrimos la temática analizando los antecedentes, la evolución histórica y como intervienen las imágenes en el proceso neuronal biológico, desde el punto de vista perceptivo y la construcción del conocimiento, en la segunda parte hacemos una descripción de IA (Inteligencia Artificial), su evolución histórica, el estado del arte, sus características, la justificación, la experimentación, ejemplos de utilización y conclusiones, finalmente exponemos el proceso metodológico, el análisis, los resultados, discusión y desafíos.

Antecedentes y evolución

De las teorías de la percepción

Uno de los aspectos relevantes en la interacción del hombre con su entorno es la percepción.

El razonamiento (...) sólo puede dar después de haber recibido. Sin información sobre lo que sucede en el tiempo y el espacio, el cerebro no puede actuar... si los reflejos puramente sensoriales de las cosas y los acontecimientos del mundo exterior ocuparan la mente en su estado bruto, la información poco valdría (ARNHEIM, El pensamiento visual, 1985).

El concepto de la percepción como lo conocemos en nuestros días surgió en el siglo XX con la aparición de la teoría de la Gestalt, como una alternativa a las posturas defendidas por la teoría clásica. Para la Gestalt con sus principales líderes, Max Wertheimer, Wolfgang Köhler y Kurt Koffka, ARNHEIM (2008), el significado de la Gestalt era “configuración o forma total”, este término designa el interés de la teoría en centrar la investigación perceptiva en el estudio de las relaciones que estructuran

las distintas partes de una escena y no en los elementos sensoriales que la componen. Los principales aspectos de esta teoría son la fenomenología, la configuración y el innatismo. Para la Gestalt como para la teoría clásica, los datos fundamentales de la investigación psicológica eran los datos de la conciencia y forman parte del campo de la percepción, mientras que, para el conductismo, los datos fundamentales se encontraban en el comportamiento y se centraba en el estudio de los factores que modifican la conducta de los organismos, es por esta razón que los aportes realizados por los conductistas fueron en el campo del aprendizaje y de la motivación.

Gibson (1986) desarrolla la teoría ecológica de la percepción y estuvo muy influenciado por la teoría de la Gestalt, pero además comparte posiciones del conductismo. El fundamento de la teoría perceptiva parte del espíritu de la Gestalt, el análisis perceptivo debe centrarse, en la conformación óptica ambiental, en oposición a los aspectos parciales como lo son las sensaciones. Explica su teoría en términos físicos y con parámetros asociados a la luminancia que cambian con la iluminación, pero la conformación óptica permanece invariante, es un concepto relacional, mientras que el concepto luminancia corresponde a cantidades de luz medida por un fotómetro. Según Gibson, la percepción cotidiana es dinámica y cambia a medida que el observador se mueve respecto de la escena total. La propuesta de Gibson está organizada en función a dos conceptos fundamentales, la información y la propiedad funcional.

John Dewey contemporáneo, pero de la corriente de la teoría clásica, escribe sobre un funcionalismo que concebía al proceso perceptivo como una transacción, en la misma, los estímulos y el observador se implicaban mutuamente de forma tal, que para poder definir el estímulo funcional para un determinado observador, era necesario conocer su conducta previa, este acción transaccional dio origen a interesantes trabajos de investigación y demostraciones del investigador Adelbert Ames, mientras que otros (al igual que Gibson) como Egon Brunswick, enfatizaron la importancia de estudiar situaciones ecológicamente válidas, formulando el funcionalismo probabilista.

La aparición de métodos directos creados por S. S. Stevens, tienen como finalidad conseguir escalas de razón en la medición de las respuestas sensoriales, luego y sobre la base de estos métodos, Stevens formula la ley potencial psicofísica dando origen a lo que actualmente es la nueva psicofísica.

En la segunda mitad del siglo XX, con la aparición de la psicología cognitiva y el interés por los procesos subyacentes a la conducta de los organismos, se produce un cambio en la investigación psicológica, que afectó a todas las áreas de especialización. La psicología cognitiva, permitió la reformulación de muchas de las ideas de la teoría clásica, y fue el marco de referencia para el desarrollo de dos corrientes de investigación científica trascendentales para el desarrollo de la investigación en percepción, estos fueron los avances en la investigación fisiológica y la corriente computacional.

De los métodos de procesamiento de la información según la psicología cognitiva

Para poder medir el tiempo de respuesta entre el estímulo y la reacción en los procesos de percepción, fue necesaria la implementación de métodos. El primero fue introducido por F. C. Donders en 1868, el método sustractivo. Con este método Donders, pretendía encontrar el tiempo como diferencia, restando al tiempo de reacción en la respuesta de una de ellas, el tiempo de la primera tarea, así aislar el tiempo empleado en cada proceso elemental.

Posteriormente, surge el método de factores aditivos de Sternberg, luego la teoría de detección de señales (TDS) utilizada en la psicología.

Finalmente, los modelos matemáticos ligados a la aproximación psicológica, con la teoría de la implementación del ordenador, la simulación por computadora. Una simulación, desde el punto de vista de la psicología cognitiva, es un programa que al incorporar en su funcionamiento una teoría, permite contrastar sus predicciones y explorar sus consecuencias con mucha precisión, además de que sería difícil de alcanzar los mismos resultados con otros procedimientos.

Interacción y computacionalismo

Procesamiento de la información

La corriente computacional, representa la maduración teórica del proceso de procesamiento de información y con esto el comienzo de la interacción de la psicología cognitiva con otras disciplinas interesadas en los procesos cognitivos. Para la psicología cognitiva el ordenador era la concreción en objeto físico de un sistema complejo de procesamiento de la información, para algunos psicólogos el ordenador y la mente humana eran casos particulares de una clase de sistema de procesamiento de la información y que Newell y Simon denominaron sistema de símbolos físicos. El estudio de estos sistemas y la búsqueda de teorías originaron la ciencia cognitiva, compuesta por las aportaciones de la psicología cognitiva, la neurociencia, la lingüística, la antropología, la filosofía de la mente y la inteligencia artificial.

En lo que respecta a los procesos perceptivos dentro de la ciencia cognitiva están los aportes de David Marr, oriundo de la neurociencia teórica, fue investigador de la teoría abstracta del cerebro y centró su investigación en la visión, publicó su teoría en un libro con el mismo nombre "Visión" y está considerado como una de las mayores contribuciones del siglo XX al estudio de la percepción visual. En su teoría establece que una visión adecuada debe interesarse por los procesos de construcción de las representaciones que permiten al cerebro ver, para lograrlo establece que se requiere construir máquinas que vean con una aproximación computacional. Establece dos elementos importantes, primero los niveles de análisis o puntos de vista, estableciendo para el análisis, tres niveles o puntos: el nivel computacional donde se pregunta ¿qué hace el sistema? la respuesta debe apuntar a los objetivos y a la finalidad del sistema en un contexto determinado, el nivel algorítmico en donde se

pregunta. ¿Cómo se hacen las operaciones o procesos del sistema? Explicar cómo será la representación que codifique los input y output del sistema y cómo será el algoritmo que relacione los input y output; y por último el nivel de implementación, que explicaría como es la realización física del sistema, en el caso del sistema visual, tendría que ver con circuitos integrados en el sistema computacional y con las neuronas si hablaríamos del sistema biológico. La segunda aportación es la organización de estos niveles de procesamiento visual, dividiéndolo en tres fases: primario 2D, el secundario 2½ D y el terciario el modelo 3D. En la fase primaria o 2D, se hace explícita la información acerca de la imagen bidimensional, cambios de intensidad, distribución geométrica y organización de los cambios. El estímulo de entrada o input es la imagen y el resultado del proceso o output es el conjunto de primitivas simples como los límites, las líneas, los bordes, las manchas, etc. Que tienen principio de organización semejante a los propuestos por la Gestalt. Las primitivas constituyen los elementos simbólicos básicos con los cuales se va a construir las representaciones en las fases siguientes. En la segunda fase 2½ D, se hace explícita la información acerca de la orientación y profundidad de las superficies visibles en un sistema de coordenadas centradas en el observador. En la tercera fase o el modelo 3D, el sistema visual puede representar las formas y su organización espacial en un marco de referencia centrado en el objeto mismo, para ello, hace uso de una representación jerárquica y modular de primitivas volumétricas y superficies. Siendo el input de esta fase, el output de la fase anterior; el resultado de esta fase son los modelos tridimensionales organizados jerárquicamente, configurados espacialmente alrededor de ejes donde se van cociendo las primitivas volumétricas.

Esta teoría pone de manifiesto, que las primitivas de una representación simbólica, son las entidades elementales de representación que tienen un significado porque hacen referencia a aspectos particulares de la escena visual representada y son simbólicas porque tienen significado.

Interacción, conexionismo y redes neuronales

La alternativa a los sistemas simbólicos de los años ochenta del siglo XX que aparece en la ciencia cognitiva es conocida con el nombre de redes neuronales, su objetivo era aproximar la teoría de los procesos cognitivos a la teoría del cerebro.

Este sistema simbólico, está compuesto por un conjunto de unidades elementales de procesamiento, parecidas a las neuronas del cerebro, que están conectadas entre sí de una forma determinada no estructurada. Estas conexiones pueden ser excitatoria o inhibitorias y se las puede describir como unas fuerzas. A estas fuerzas en las conexiones y entre las unidades se la llama patrón de conectividad, que cambia o puede hacerlo como consecuencia de la experiencia de acuerdo con una regla de aprendizaje. Otros elementos para tener en cuenta son las reglas de activación, estado de activación, función de output, unidades ocultas.

Estas redes dan origen a las representaciones distribuidas, que nos permiten una correspondencia uno a uno entre las entidades del mundo representado y la unidad de red, en una representación distribuida cada entidad del mundo será representado

por un patrón de activación del conjunto de unidades que forman parte de la red y a su vez cada unidad de la red puede estar implicada en la representación de muchas entidades diferentes del mundo representado. Esta investigación ha puesto de manifiesto la acción coordinada de unidades de red y da origen a las propiedades emergentes que son las responsables de los procesos cognitivos. Como mencionáramos antes el patrón de conectividad depende de una regla de aprendizaje, puede hacerlo como consecuencia de la experiencia, la regla de activación la representación bidimensional, el estado de activación la acción instrumental, la función de output la discriminación, etc.

Patrones de estimulación – neuro - imagen. Avances filosóficos

En un principio, los filósofos se satisfacían describiendo, como los órganos de los sentidos y sus nervios correspondientes representaban una imagen del mundo externo al cerebro y consideraban que era tarea de los psicólogos la investigación del fenómeno de interpretación. Pero con los avances de los años cincuenta del siglo XX, la invención del microelectrodo y el registro unicelular, su actitud ante la investigación perceptiva dio un giro. Algunos avances y descubrimientos como Barlow y Lettvin en 1953, o como el de Menaturana, McCulloch y Pitts en 1959, con el descubrimiento de células ganglionares en las retinas de las ranas, donde se reveló que estas células permitían transmitir un mapa de características principales del mundo animal y su función principal era detectar bichos, con este descubrimiento lo que se demostró, es que los patrones de estimulación externa prevalecían sobre los cambios de luminancia. Barlow y Hartline demostraron también la inhibición lateral que explica el mecanismo periférico de interacción neuronal que permite explicar los fenómenos perceptivos del contraste de la claridad. Otro avance que mereció un premio Nobel de filosofía y medicina fue el de Hubel y Wiesel sobre las neuronas de la corteza estriada de los gatos. Posteriormente descubrimientos como los de De Valois que confirmaron la teoría de los procesos oponentes del color de Hering, formulada un siglo antes y que fuera reformulada unos años antes por Hurvich y Jameson.

Todos estos descubrimientos, produjeron un cambio en la forma de entender el funcionamiento de las neuronas y el cerebro, que llevó tanto la psicología como la neurociencia, a considerar a la mente y al cerebro como un sistema complejo de procesamiento de información, esta convergencia entre ambas ciencias dio origen a la Neurociencia Cognitiva y es con este nombre que conocemos a la ciencia encargada en nuestros días de investigar los procesos psicológicos y las estructuras cerebrales por medio de la técnica de neuro-imagen. Dentro de estas técnicas podemos reconocer la tomografía por emisión de positrones (PET) o la resonancia magnética funcional (fMRI) que permiten el registro de la actividad cerebral mientras se realiza una tarea determinada.

Neurociencia y el cerebro

El cerebro es el órgano más complejo y hasta la fecha uno de los más misteriosos del cuerpo humano. Un cerebro adulto puede pesar desde 1,1 a 1,5 kg y contener alrededor de 100000 millones de neuronas (¡cantidad equivalente a más de 13 veces

la población mundial de personas dentro de nuestra cabeza!). Trabaja de forma tan eficiente que apenas requiere de 15 watts de potencia para su funcionamiento. Su prodigiosa operatividad no solamente está dada por la cantidad de células, sino por la asombrosa capacidad de conectarse cada una de ellas con hasta 10.000 compañeras. Puede constituir un total de 1.000 billones de posibles conexiones neurales unidas mediante 100 mil kilómetros de fibras nerviosas. Cada una de estas neuronas y sus conexiones se constituyen en una unidad biológica de procesamiento de información.

La variabilidad morfológica y volumétrica del cerebro está dada por la generación, reforzamiento o debilitamiento y posterior eliminación de conexiones y/o neuronas existentes. Es lo que se ha dado en llamar Plasticidad Neuronal o Neuroplasticidad. Así se producen los fenómenos de neurogénesis (generación de nuevas neuronas) y sinaptogénesis (generación de nuevas conexiones inter-neuronales) principales procesos participantes de esta variación.

Durante largo tiempo se pensó que cada área cerebral estaba especializada en una sola función prevaleciendo de este modo la “concepción modular” del cerebro. Esa concepción proponía que las ideas, funciones, recuerdos y conocimientos estaban almacenados en módulos ubicados en distintas partes fijas del cerebro; asemejándolo de este modo a una especie de armario lleno de cajones en los que se iban archivando los recuerdos.

Los avances en neurociencias en las tres últimas décadas, han permitido desmentir este modelo errado de almacenamiento del cerebro y demostrar ciertamente que el conocimiento no está fijo, inserto o localizado en una parte especial del cerebro sino que la memoria surge de la interconexión de la gran red que es el cerebro. El neurocientífico español Joaquim Fuster, fue uno de los primeros en desafiar este concepto y proponer que la base de todo conocimiento y de toda la memoria, se forma a lo largo de la vida con la experiencia por el establecimiento de conexiones.

No obstante esto, sí existen conexiones entre neuronas que puede darse en grupos pequeños (sobre todo en las zonas primarias, sensorio-motoras) que hasta pueden considerarse módulos si se quiere. Grupos especializados encargados de funciones indispensables para el funcionamiento humano, como el respirar, el latir, el ver, el tocar, el oír, el moverse, etc. Pero la conciencia del conocimiento y la conciencia de la memoria, está en la red, en la relación. El código de la memoria, el código del conocimiento, es un código relacional.

El código de la cognición es un código relacional a nivel de la red y es irreducible a las partes. El lenguaje escrito o hablado, es un lenguaje relacional, un código relacional entre letras, palabras, y significados semánticos, no pudiéndose ser reducido a sus partes mínimas.

Los conocimientos son redes de neuronas entrelazadas por enlaces sinápticos, por conexiones entre estas células nerviosas. Así es como adquirimos nuevas memorias y las almacenamos en configuraciones de redes distribuidas.

Pero el cerebro como órgano perteneciente al cuerpo humano no pierde tiempo ni desaprovecha las supuestas regiones no usadas. Por su gran necesidad de optimizar energía, las neuronas siempre interactúan para evitar un costo mayor. Las regiones “no usadas” pasan a convertirse en regiones poco optimizadas. Una neurona sin usar es más costosa de mantener que cuando ésta se conecta a un entramado sináptico. Por lo que, cuando queda aislada del resto, su tendencia es a desconectarse o morir y no a quedar en blanco. Estas evidencias, nos muestran que por Neuroplasticidad, el cerebro aumenta sus conexiones inter neurales al utilizar y reenergizar las redes neuronales involucradas, provocando esto una neuroplasticidad positiva. En contraposición, dejar redes neuronales sin utilizar, provoca que las mismas se vayan desconectando y/o reconectándose a redes de inferiores niveles energéticos, provocando esto un efecto de neuroplasticidad negativa.

La imagen artificial

La imagen artificial generada por computadora y utilizada para la simulación, es el resultado de una aplicación de computación gráfica, pertenece al campo de la informática visual y corresponden a imágenes sintéticas que permiten integrar información visual y espacial probada del mundo real. Se obtienen a través de lo que se conoce como IBR *Image Based Rendering*, procedimiento por el cual se obtienen imágenes bidimensionales de modelos bidimensionales o tridimensionales, es la imagen que devuelve una computadora y que corresponde al resultado del proceso de cálculo, realizado con algún programa específico de gráfica digital, de un modelo pixelar, vectorial bidimensional o poligonal tridimensional, es realizado con precisión geométrica, con colores o simuladores de texturas, mapeos de imágenes, sombreadores, etc. Este procedimiento permite la salida de imágenes fotorrealistas, relacionadas por primado BASBAUM (2005) y que se vincula con la Mnemotecnia y los Cálculos Mentales Visuales.

En las ciencias de la computación, la segmentación en el procesamiento de imágenes pertenece al campo de la visión artificial o visión por computador (*Computer Vision*), que es un sub-campo de la inteligencia artificial. La visión artificial tiene como finalidad programar a un computador para que entienda una escena o las características de la imagen que representa la escena, esta interpretación se consigue por: reconocimiento de patrones, aprendizaje estadístico, geometría de proyección, procesamiento de imágenes, teoría de grafos, etc. Dentro de los objetivos de la visión artificial encontramos el mapeo de una escena, con este proceso es posible generar un modelo tridimensional de dicha escena, a partir de la geometría de proyecciones y de un sensor que escanea la escena, localiza y genera una base de datos de puntos, una malla y se reinterpreta la posición relativa de estos puntos en un modelo tridimensional. Más recientemente el mapeo de escenas se realiza con el registro de diferentes imágenes de una misma escena u objeto y se hace concordar el mismo objeto en diversas imágenes. Acciones como la detección, la localización y el reconocimiento de ciertos objetos, son algunos de los objetivos de la visión artificial. El reconocimiento de los patrones, la identificación de las figuras o el reconocimiento de las formas se obtiene en el proceso de segmentación, donde se hace una

extracción de las características y descripción de cada objeto que, a partir de allí, queda representado por una colección de descriptores visuales, en algunos casos son de dominio específico, como en el reconocimiento facial. Los descriptores visuales con los que en primera instancia permiten la relación entre los píxeles de la imagen digital y el recuerdo que tenemos los seres humanos en memoria después de haber observado unos minutos una imagen. Dentro de los descriptores básicos se encuentra el color, que es una característica visual básica y que actualmente es extraído por el *DDC (Digital Down-Converter)* en el estándar *MPEG-7*. En el sistema de reconocimiento se le asigna a cada objeto una categoría o clase, esto es esencial porque a partir del reconocimiento de las características y la clasificación se pueden tomar decisiones.

Por ejemplo, este fenómeno es similar al que se produce por recepción del sistema cutáneo, este sistema es el encargado de registrar la información externa relacionada con la temperatura, el dolor, el tacto, el frío, el calor, etc. nos permite discriminar los estímulos del medio externo y cómo reaccionar cuando percibe alguna amenaza o cambio. El registro y cómo reaccionar al mismo, se lo conoce en el ser humano como estímulo, y es captado por el receptor y transformado en impulso nervioso, luego los impulsos son transportados por las neuronas aferentes al sistema nervioso central, allí se compara con datos guardados en memoria de experiencias anteriores y se reacciona; si trasladamos esto a la inteligencia artificial a donde pertenece como sub-campo la visión artificial cognitiva, a este proceso se lo reconoce como actividad de un agente inteligente o racional, que por medio de sensores incorpora los registros del universo que lo rodea, compara los datos obtenidos con los registros en memoria, realiza la extracción de características, se produce una valoración en esta comparación y calcula la decisión óptima. Pero si es preciso tomar una decisión con un criterio suficientemente bueno, y como para que el proceso sea razonable, es decir una decisión con exactitud en la comprobación de datos técnicos, es un procedimiento extenso y acorde con el problema planteado, aún más si está compuesto por múltiples restricciones.

La imaginación artificial

El hombre imagina, esto quiere decir que es capaz de un proceso creativo superior que permite que el individuo manipule información generada intrínsecamente para crear una representación percibida por los sentidos. Ahora bien, si la IA es la ciencia computacional encargada de imitar al cerebro y no al cuerpo de una persona en todas sus funciones y es definida por Kaplan y Haenlein como “la capacidad de un sistema de interpretar correctamente datos externos, para aprender de dichos datos y emplear esos conocimientos para lograr tareas y metas a través de la adaptación flexible”, estamos frente a un proceso creativo superior donde la IA manipula información generada intrínsecamente para crear una representación registrada por sensores, que en base a las características de razonamiento y la conducta es interpretada correctamente y permite en este caso la “imaginación reproductiva”, entendida como la recreación de imágenes de hechos pasados y que están en la memoria.

Hipótesis de partida

Dado como universo a examinar la imagen de una obra de un artista plástico, ¿Qué aporte puede realizar la IA al detectar comportamientos dentro de la obra?, ¿Puede recrear otra imagen con el estilo y la apariencia visual del artista plástico considerado?

Propuesta metodológica

Elección de algoritmos

Para realizar los trabajos de transferencia de estilo y obtención de las imágenes resultantes, se emplearon Redes Neuronales Convolucionales implementadas en lenguaje Tensor Flow.

Selección de obras de artistas plásticos

Para la experiencia se realizó una selección de obras de artistas plásticos pertenecientes a distintos estilos, para que el algoritmo descubriera de manera autónoma características del autor en el período en que fue pintada la obra, el uso de la luz o iluminación tenebrista, los colores, pinceladas distinguibles, ritmo, movimiento, figuras geométricas, fragmentación, perspectiva y perspectiva múltiple, detalles o su supresión, etc. Las obras y artistas plásticos se seleccionaron en base a la observación que en cada caso se quería obtener. Así, algunas fueron buscadas por sus grafismos, otras por sus paletas de colores, por su estructura morfológica, etc.

Selección de imágenes a recrear

Las imágenes por recrear fueron en algunos casos obtenidas mediante cámaras fotográficas de celulares de mediana gama y otras bajadas de internet ubicadas en páginas de dominio público. En armonía o contraposición con las obras plásticas seleccionadas, se efectuó una selección de imágenes con diferente género para efectuar la experiencia.

El ingreso de datos

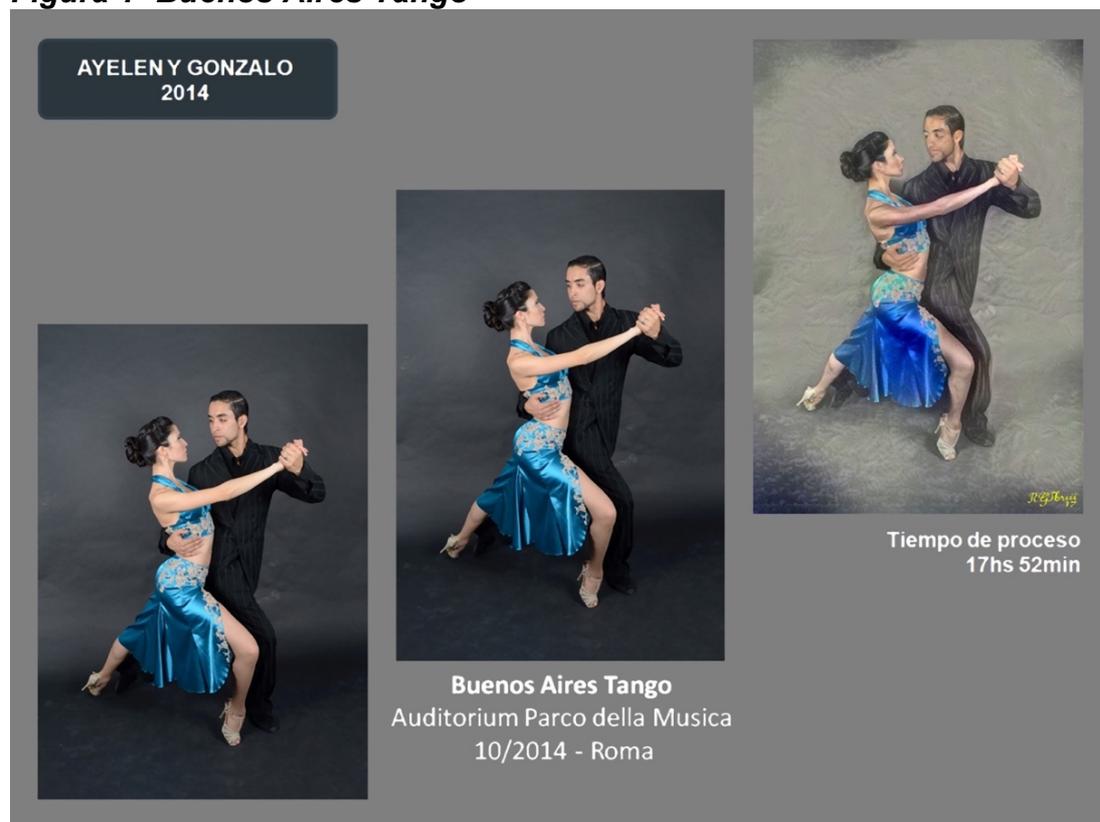
El ingreso de los datos, en todos los casos se realizan empleando archivos de imágenes tipo jpg ubicadas en directorios predeterminados dentro del fuente del programa.

Procesamiento de datos

El tiempo de procesamiento de datos depende de varios aspectos, fundamentalmente la cantidad de píxeles de los archivos intervinientes, y las características de la CPU donde se realizan los procesos. Los tiempos varían de acuerdo con lo mencionado anteriormente, yendo en algunos casos desde horas de procesamiento hasta alcanzar casi 10 días ininterrumpidos.

La primera simulación consistió en emplear la misma imagen como entrada y estilo a fin de comprobar el reconocimiento realizado por el algoritmo (Lo que ve la IA). En el inicio el algoritmo no posee datos para procesar, se inicia a partir de una imagen con ruido blanco, se ingresan las imágenes original y de estilo, y se procesa aplicando el algoritmo de IA.(Figura 1).

Figura 1- Buenos Aires Tango



- Fuente AG

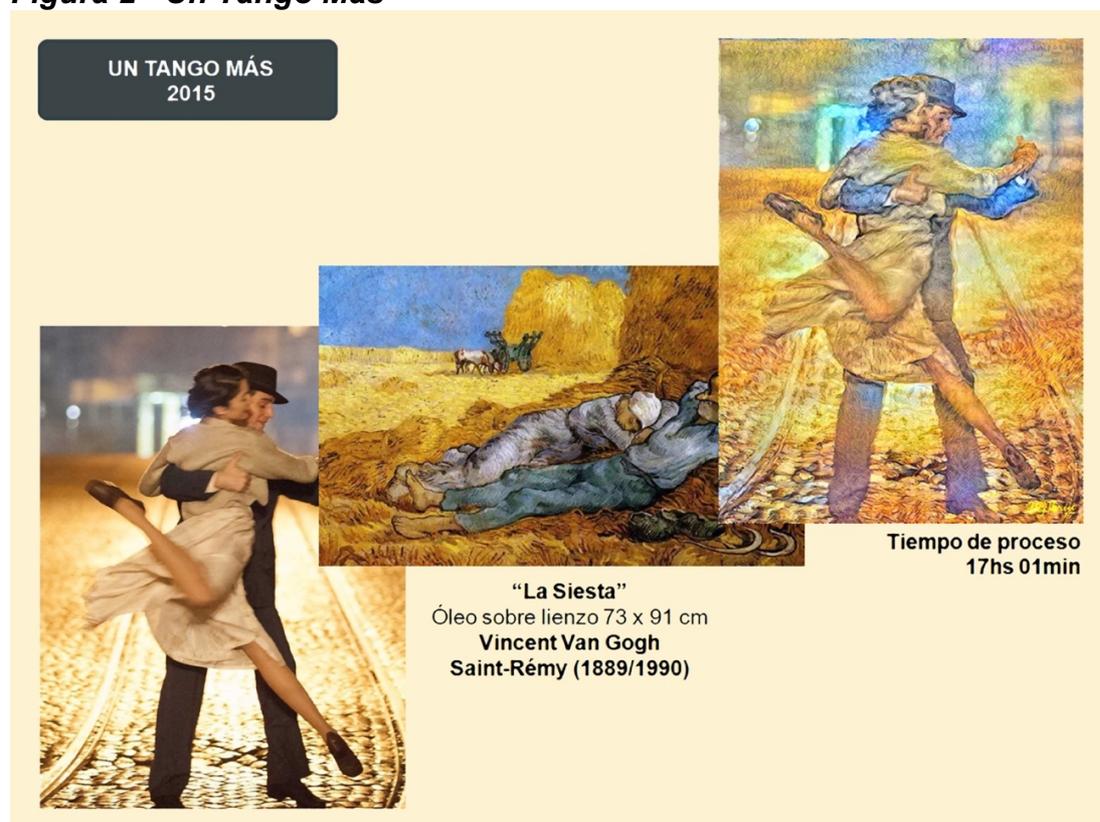
En el segundo caso, se ingresa la imagen de una pareja bailando tango sobre el puente viejo de la boca perteneciente a la película Un Tango Más escrita y dirigida por German Kral. El estilo seleccionado es el del cuadro “La siesta” de Vincent van Gogh. Se pretendía analizar ¿Cómo eran representados materiales de tipo urbano mediante una obra que recrea una escena totalmente rural, cuyos colores tuvieran un alto grado de similitud? (Figura 2)

En la tercera experiencia se pretende analizar el modo en que una fotografía es reinterpretada a partir de una obra de estilo cubista. Se seleccionó como referencia “Cubist 9” del Autor Thomas C. Ferro (Figura 3).

El cuarto experimento fue planteado para analizar de que modo reinterpreta el algoritmo de IA los estudios de iluminación que Claude Monet realizó sobre la

Catedral de Rouen, aplicándola a una fotografía de la Catedral de La Plata (Figura 4). En la quinta experimentación, se pretende analizar la interpretación de la IA sobre diferentes materiales reflectantes. Se parte de una fotografía tomada a una armadura ubicada en el Museo Larreta y se emplea como estilo la obra de Diego Velázquez Juan Francisco de Pimentel conde de Benavente, obra donde Don Juan Francisco aparece vestido con una armadura damasquinada en oro, portando banda de general (Figura 5).

Figura 2 - Un Tango Más



- Fuente RP

Figura 3 – Un canal en Brujas



- Fuente RP

Resultados

En el primer caso el resultado muestra una gran exactitud en la imagen obtenida, verificando de este modo la convergencia del procedimiento que se detiene luego de realizar 1000 iteraciones (Figura 1). En la segunda experiencia, sustituye colores de la paleta de color original y los límites definidos por límites similares a los generados por pincel con trazos cortos. Como respuesta de la tercera experimentación, se puede ver como divide la obra respetando superficies originales y generando la división entre ellas al estilo de las divisiones de la obra de referencia. Es interesante ver como reproduce los reflejos generados en el agua (Figura 3). En una última prueba de la cuarta experiencia, en la que se parte de una obra obtenida por la IA y se considera como estilo la fotografía original. Se llegan a obtener detalles constructivos inexistentes en la imagen de partida (Figura 4). Como resultado del quinto experimento se puede observar, como en la imagen obtenida aparecen brillos relucientes dorados que no existían en la imagen original en correspondencia a la obra donde Don Juan Francisco en la que aparece vestido con una armadura damasquinada en oro (Figura 5). A modo de síntesis mencionaremos que las características relevantes halladas por el algoritmo de IA de manera autónoma se han puesto de manifiesto en la recreación de la imagen propia con diferente tiempo de procesamiento (Tabla 1).

El propósito fue construir los distintos ensayos consecuentes con un enfoque creativo, con énfasis en el estilo y la apariencia visual de una imagen de la obra de un artista plástico. La finalidad fue observar si la aplicación del algoritmo a las combinaciones de imágenes de entrada y estilos, podían llegar de manera totalmente autónoma a distinguir, descomponer, analizar y aprender de una imagen, haciendo uso de la capacidad que posee el sistema en la actualidad para interpretar el mensaje gráfico como una lengua universal que evite la ambigüedad como en la propuesta de Gardner con sus inteligencias múltiples, e inferir a una nueva imagen dada, recreando en la misma, condiciones y características de la obra del artista plástico seleccionado, haciendo uso de la imaginación reproductiva y el arte generativo.

Figura 4 - Catedral de La Plata



- Fuente RP

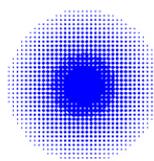


Figura 5 – Armadura



- Fuente RP

Tabla 1 – Autor AG Tabla síntesis de experiencias

Nº	Experiencia/Características	Movimiento, Características de la obra	Tiempo de procesamiento de la imagen
1	Puesta en funcionamiento del proceso y ajustes de IA (Figura 1)		15 hs 52 minutos
2	Imagen inicial (paisaje urbano) con contenido de pixeles con información similar a los pixeles de la obra plástica seleccionada (paisaje natural) (Figura 2)	Postimpresionismo y Expresionismo, Pincel fino, Trazos sueltos, Cortos y vigorosos, Colores vivos	17 hs 01 minuto
3	Imagen inicial con contenido de pixeles con información diferente a la obra seleccionada (Figura 3)	Cubismo, Figuras geométricas, Ritmo y movimiento, Ruptura, Sin perspectiva o múltiples, Sin sensación de profundidad	2 días 23 hs 18 minutos
4	Imagen inicial con contenido de pixeles con información diferente a la obra seleccionada (Figura 4)	Impresionismo, Exploración sobre la luz, Momento de luz, Colores puros, Pinceladas visibles	3 días 12 hs 22 minutos
5	Imagen inicial con contenido de pixeles con información diferente a la obra seleccionada, diferente iluminación y definición del fondo (Figura 5)	Barroco Naturista, Iluminación tenebrista, Pinceladas sueltas y largas, Pequeños tonos de luz, Fondo sin definición	9 días 16 hs 26 minutos

– Fuente propia

Discusión, debate y desafíos futuros

Desde el punto de vista informático, se realizaron las experiencias empleando tecnología de medianas prestaciones tanto para las fotografías como para el procesamiento, a fin de evidenciar que estas posibilidades no son privativas de laboratorios de alta complejidad.

Analizamos obras de diferentes autores solamente para explorar algunos conceptos, pero ¿Podremos crear bases de conocimiento de autores? ¿Podremos emplear IA para apoyar la validación de obras de autores para determinar su originalidad?

¿Cuáles son los aspectos que debemos explorar para mejorar el rendimiento de procesamiento optimizando no solamente la capacidad de procesamiento, sino también el empleo de nuevos algoritmos de IA aplicados.

¿Si las imágenes que utilizamos para nuestro discurso lingüístico son creadas por nosotros a partir de la convergencia de Inteligencia artificial, big data, machine learning?, ¿cómo afectaría esto nuestra producción? ¿Podemos generar cambios físicos y biológicos a partir de la simbiosis de esta cultura convergente?

Indudablemente estamos frente a una articulación o cambio de paradigma, la vinculación que regulariza el espacio-ambiente es por medio de la representación con los instrumentos digitales de simulación vinculante. La viabilidad de representar en imágenes neuronales artificiales las posibilidades futuras; permite reflexionar sobre lo proyectado con fundamentos teóricos y técnicos en forma conjunta; simular escenarios y tomar decisiones.

El camino está iniciado, la temática impacta transversalmente un sinnúmero de disciplinas en las que habrá que profundizar. Esta primera aproximación nos dejó muchos resultados promisorios y respuestas interesantes; pero lo más prometedor es que abrió más interrogantes y desafíos en cada una de ellas. Coincidiendo con Alan Turing (06/1912-06/1954) es justo decir que "*Solo podemos ver poco del futuro, pero lo suficiente para darnos cuenta de que hay mucho por hacer*".

Bibliografía

Arnheim, R. (1985). *El pensamiento visual* (1º ed.). (R. MASERA, Trad.) BuenosAires: Paidós.

Arnheim, R. (2008). *Arte y percepción visual. Psicología del ojo del creador (Nueva Versión)* (4 ed.). (M. BALSEIRO, Trad.) Madrid, España: Alianza Forma.

Gibson, J. (1986). *The ecological approach to visual perception*. New Jersey, USA: Laurence Erlbaum Associates, Inc.

Basbaum, S. (1 de 1 de 2005). O primado da percepçao e suas consecuencias no ambiente mediatico. *Tesis de Doctorado en Comunicación y Semiótica*. Sao Paulo, Sao Paulo, Brasil: PUC/SP.

Maestros de la Pintura. (1989). *La obra completa de Van Gogh de Arles a Auvers*. Barcelona: Editorial Origen S.A.

Maestros de la Pintura. (1989). *La obra completa de Velázquez 1599-1660*. Barcelona: Editorial Origen S.A.

BREYER, G. 2007. *Heurística del diseño*. 1º. Buenos Aires : Nobuko, 2007. p. 116. 978-987-584-118-5.

—. 2008. *La escena presente: teoría y metodología del diseño escenográfico*. 1º ed. la reimp. Buenos Aires : Infinito, 2008. p. 576. pág. 131-166. 978-987-9393-39-0.

BRUNER, J. 1991. *Acts of Meaning*. [trans.] J González Crespo. USA : Alianza, 1991. 84-206-771-9.

—. 2004. *Realidad mental y mundos posibles*. USA : Gedisa, 2004.

—. 2007. *Acts of Meaning*. [trans.] J. GONZALES CRESPO. 1a. México D.F. : Alianza, 2007. 84-206-7701-9.

Doberti, R. 2008. *espacialidades*. Buenos Aires : Infinito Buenos Aires, 2008. pp. 52-95. 978-987-9393-56-7.

EYSSAUTIER de la MORA, M. 2006. *Metodología de la Investigación. Desarrollo de la Inteligencia*. 5º. México, D.F. : Thomson, 2006. 970-686-3842.

Gardner, H. 2003. *La inteligencia reformulada: las inteligencias múltiples en el siglo XXI*. [trans.] Genís Sánchez Barberán. 1º. Buenos Aires : Paidós, 2003. 978-84-493-1029-4.

Gibson, J. 1986. *The ecological approach to visual perception*. New Jersey : Laurence Erlbaum Associates, Inc. , 1986.

Goleman, D. 1996. *Working with Emotional Intelligence*. London : Bloomsbury, 1996.

Monedero Moya, J. 2007. *El diseño de los materiales educativos ante un nuevo reto en la enseñanza universitaria: el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)*. 1, 2007, Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 21(1), Vol. 21, pp. 51-68.

Redes neuronales y neurociencia

Swabb, D. 2016. *Somos Nuestro Cerebro, Como pensamos, Sufrimos y Amamos*. 6ª Edición. Editorial Plataforma Editorial. Barcelona. España, 2016

Ciencias Biológicas y Educación para la Salud - Recuperado 19/07/2019 de:
<http://hnnbiol.blogspot.com.ar/2008/01/tejido-nervioso.html>

Neural Networks Framework - Recuperado 19/07/2019 de:
<http://www.redes-neuronales.com.es/tutorial-redes-neuronales/tutorial-redes.htm>

Capítulo 2 – *Introducción a la Neurocomputación – Lenguajes y Ciencias de la Computación* – Universidad de Málaga - Recuperado 19/07/2019 de:
<http://www.lcc.uma.es/~jmortiz/archivos/Tema1.pdf>

Capítulo 4 - *El perceptrón simple – Lenguajes y Ciencias de la Computación* – Universidad de Málaga - Recuperado 19/07/2019 de:
<http://www.lcc.uma.es/~jmortiz/archivos/Tema4.pdf>

Capítulo 5 – *Redes Neuronales Multicapa – Lenguajes y Ciencias de la Computación*
– Universidad de Málaga - Recuperado 19/07/2019 de:

<http://www.lcc.uma.es/~jmortiz/archivos/Tema5.pdf>

Hackeando Tec (2015) *Redes Neuronales - 1.2 Estructura de una Neurona Biológica* -
Recuperado 19/07/2019 de:

https://www.youtube.com/watch?v=qqzgleRwFsl&index=3&list=PLIylZGa1sAZo_eY8PpuTxfLsja_iyytSE

Hackeando Tec (2015) *Redes Neuronales - 1.4 Potencial de Acción* – Recuperado
19/07/2019 de:

https://www.youtube.com/watch?v=7hrAzG5yTDk&list=PLIylZGa1sAZo_eY8PpuTxfLsja_iyytSE&index=5

Hackeando Tec (2015) *Redes Neuronales - 1.5 Sinapsis* - Recuperado el 19/07/2019
de:

https://www.youtube.com/watch?v=e288Wb9TdMc&index=6&list=PLIylZGa1sAZo_eY8PpuTxfLsja_iyytSE

Hackeando Tec (2015) *Redes Neuronales - 1.6 Funcionamiento Global de una
Neurona Biológica* - Recuperado 19/07/2019 de:

https://www.youtube.com/watch?v=XnlSoedNIL4&index=7&list=PLIylZGa1sAZo_eY8PpuTxfLsja_iyytSE

Marko Jerkic - Deep Learning Blog - Neural Style Transfer In Keras .Recuperado
19/07/2019 de: <https://markojerkic.com/style-transfer-keras/>