I JORNADA NACIONAL

DE LA

UNIVERSIDAD VIRTUAL DE SALUD

TEMÁTICA: ***GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y LA INFORMACIÓN PARA LA SALUD***

TÍTULO: LA VIDA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL. SU RELACIÓN CON EL CAMPO DE LA SALUD

AUTOR: Dr. EGLIS ESTEBAN GARCÍA ALCOLEA. *

*Residente de 2do año de Oftalmología y Medicina General Integral. Profesor Instructor. Diplomado en Oftalmología Clínica. Cátedra de Cirugía Experimental Oftalmológica.

E-mail: egarciaalcolea@yahoo.com; eglis@medired.scu.sld.cu

INSTITUCIÓN: FACULTAD CUBANA DE OFTALMOLOGÍA. FOCSA. CIUDAD DE LA HABANA. REPÚBLICA DE CUBA.

2006
¨ Año de la Revolución Energética en Cuba. ¨

RESUMEN

La Vida Artificial es un campo de estudio multidisciplinario que trata de crear vida por parte del hombre más que por la naturaleza. La aplicación de las distintas técnicas de Vida e Inteligencia Artificial al conocimiento de la vida, está permitiendo una aproximación más adecuada a la realidad biológica que, a su vez, permite la creación de modelos más perfectos capaces de reproducir cualidades tanto de vida en estado sano como en estado patológico. El valor predictivo de estos modelos artificiales, se está erigiendo como una herramienta imprescindible para el avance de la terapéutica y la mejora de la salud actual. Por eso se decidió realizar esta investigación con el objetivo de analizar los aspectos más importantes relacionados con el surgimiento de la inteligencia artificial, representación en la naturaleza, sus métodos y finalmente cómo se aplica en el campo de la salud. Se realizó una revisión bibliográfica del tema teniendo en cuenta la literatura disponible y los resultados se representan en Microsoft Word.

Palabras claves: vida artificial; inteligencia artificial; modelo artificial; robot.

INTRODUCCIÓN

El sueño de crear un cerebro artificial similar al humano está todavía muy lejos de hacerse realidad. Sin embargo, la Inteligencia Artificial (IA) ha servido para elaborar sistemas y dispositivos en cierto modo "inteligentes": agendas electrónicas, sistemas de reconocimiento facial, programas anti-fraude, aviones de combate sin piloto, etc. Su aplicación en medicina ha conseguido también importantes logros. La IA es un campo amplio de investigación científica que trata de crear sistemas y máquinas que se comporten de manera inteligente. Ahora bien, los científicos que se centran en esta área de investigación parten con la dificultad añadida de que no existe una definición precisa del concepto de inteligencia humana, y tampoco se conoce con exactitud el funcionamiento del cerebro humano. Obviamente, la robótica -la Inteligencia Artificial resulta imprescindible para cualquier robot que quiera ser autónomo- y la informática son los dos campos de operaciones estrella de esta rama del saber tecnológico, que existe desde hace más de cincuenta años. En un principio la IA se centró en la resolución de teoremas, fórmulas y problemas geométricos, pero pronto pasó a fijarse en los llamados problemas de sentido común (*commonsense reasoning*). Los tres principales procesos de la inteligencia humana que la inteligencia artificial tiene que imitar son, en orden ascendente de dificultad: [1, 2]

- Aprendizaje. Consiste en adquirir conocimientos e información, así como las reglas para poder aplicarlos. Comprender que la inteligencia necesita de conocimiento previo fue uno de los primeros hallazgos de la IA.
- Razonamiento. Se trata de emplear esas reglas y conocimientos para alcanzar conclusiones aproximadas o definitivas.
- Autocorrección. Un ser dotado de IA debe por último ser capaz de identificar sus propios errores y desechar esas formas de actuación o conclusiones en el futuro. [1]

Se podría situar los orígenes de la inteligencia artificial con la definición de la neurona formal dada por McCulloch y Pitts [1943], como un dispositivo binario con varias entradas y salidas. Ya en el año de 1956 se volvió a tocar el tema de inteligencia artificial (IA) en el instituto de tecnología de Massachussets por John McCarthy donde se celebró la conferencia de Dartmouth en Hanover (Estados Unidos). En este certamen McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester y Claude E. Shannon establecieron las bases de la inteligencia artificial como un campo independiente dentro de la informática. Previamente, en 1950, Alan M. Turing había publicado un artículo en la revista Mind, titulado "Computing Machinery and Intelligence" ("Ordenador e inteligencia"), en el que reflexionaba sobre el concepto de inteligencia artificial y establecía lo que luego se conocería como el Test de Turing, una prueba que permite determinar si un ordenador o computadora se comporta conforme a lo que se entiende como artificialmente inteligente o no. La inteligencia artificial en los años sesentas, como tal no tuvo muchos éxitos ya que requería demasiada inversión para ese tiempo y la mayoría de tecnologías eran propias de grandes centros de investigación. En los años 70 a 80 se lograron algunos avances significativos en una de sus ramas llamada Sistemas Expertos, con la introducción de PROLOG LISP y en la actualidad mucho se sigue investigando en los grandes laboratorios tecnológicos educativos y privados. [2, 3]

Con respecto a las definiciones actuales de inteligencia artificial se encuentran autores como Rich y Knight [1994] y Stuart [1996], quienes definen en forma general la IA como la capacidad que tienen las máquinas para realizar tareas que en el momento son realizadas por seres humanos; Nebendah [1988] y Delgado [1998], la definen como el campo de estudio que se enfoca en la explicación y emulación de la conducta inteligente en función de procesos computacionales basadas en la experiencia y el conocimiento continuo del ambiente. Por otro lado, Lugar y Stubblefied, en 1993 la definieron como una rama de la ciencia de la computación que se ocupa de la automatización de la conducta inteligente, aunque todas tienen el mismo denominador común. [1]

Finalmente, en la IA se pueden observar dos enfoques diferentes: [2]

1. La IA concebida como el intento por desarrollar una tecnología capaz de proveer al ordenador capacidades de razonamiento similares a los de la inteligencia humana.

2. La IA en su concepción como investigación relativa a los mecanismos de la inteligencia humana que se emplean en la simulación de validación de teorías.

OBJETIVO

Analizar los aspectos más importantes relacionados con el surgimiento de la inteligencia artificial, representación en la naturaleza, sus métodos y finalmente cómo se aplica en el campo de la salud.

MÉTODO

Se llevó a cabo un estudio exploratorio sobre el tema (aspectos más importantes relacionados con el surgimiento de la inteligencia artificial, representación en la naturaleza, sus métodos y finalmente cómo se aplica en el campo de la salud) teniendo en cuenta la literatura disponible en la red nacional de salud y sus principales enlaces. La información obtenida fue procesada en una computadora Windows Xp y representada gracias a Microsoft Word como informe final de investigación lo que nos permitió arribar a conclusiones.

RESULTADOS

Explorando la Vida Posible

La Vida Artificial es definida usualmente como la Biología de la Vida Posible [1], la cual intenta recrear los fenómenos biológicos, no tal como son, sino tal como podrían ser. Para ello, la Vida Artificial intenta abordar el conocimiento de sistemas biológicos complejos desde sus implicaciones científicas, tecnológicas, artísticas, filosóficas y sociales, utilizando para ello medios artificiales.

Como resumen, podríamos situar más específicamente la disciplina de la Vida Artificial según unas de sus finalidades principales que sería la creación de vida por el hombre más que por la propia naturaleza. Para la consecución de este objetivo principal, la Vida Artificial necesita llegar a una mayor comprensión de la vida real, y una de las principales que se están utilizando en la actualidad es la imitación de la naturaleza. Esta imitación tiene mucho que ver con una cuestión tan complicada como es la definición de lo qué es la vida, cuyo abordaje ha generado y continuará generando gran controversia.

Sin embargo, una primera aproximación más sencilla al problema que utilizan los distintos grupos de investigación a la imitación de la naturaleza es la creación de modelos, esto significa la abstracción, simplificación y aproximación, no de la vida en sí, sino de procesos vitales finitos, que bien pueden ser relativos a un sólo individuo o a un conjunto de ellos: desde la simulación de seres sésiles, a la simulación del comportamiento de bandadas, o simplemente a simular animales que aprendan, luchen, se reproduzcan y en general, sobrevivan [2].

Por otro lado, siempre que se habla de Vida Artificial, se extrae la idea del uso de computadoras y otras tecnologías electrónicas, sin embargo esto podría ser una idea reduccionista sin tener en cuenta otras formas de hacer modelos, que es el acercamiento desde la propia química, en concreto el uso de modelos bioquímicos.

En este sentido, Bedau define tres grandes áreas dentro de la Vida Artificial según sea la aproximación del modelo empleado: soft (modelo de software), hard (modelo de hardware) y wet (modelo bioquímico) [3]. Por último, sea cual fuere su naturaleza, la creación modelos sencillos y la estructuración mediante

síntesis en modelos más complejos, es lo que está rindiendo resultados de vida artificial cada vez más aproximados de vida “real”.

La creación de Modelos Virtuales

La primera de las formas en la que se empezó a estudiar la Vida Artificial fue la tentativa de crear vida in vitro en laboratorios, utilizando los principios de la síntesis orgánica para estructurar los elementos. Estos esfuerzos han dado grandes pistas sobre las posibilidades de formas de vida alternativas a través del dominio de la química de las cadenas de carbono [4].

Sin embargo, las biomoléculas son compuestos que requieren costosas técnicas experimentales, laboratorios con equipamiento especializado y gran proporción de personal cualificado para su manejo. Las computadoras ofrecen un medio alternativo a través del cual poder intentar la síntesis de vida. La tecnología actual, tanto de software como de hardware ofrece gran potencial de cálculo y procesamiento para la creación de modelos in silico (**figura 1**). Los medios computacionales se están transformando en una importante herramienta de laboratorio para el estudio de la vida, complementando e incluso sustituyendo en muchos casos a las incubadoras, placas de cultivo, microscopios, geles de electroforesis, pipetas, centrífugas y demás instrumental del laboratorio clásico.

La creación del modelo propiciará poder manipularlos para la obtención de resultados. En el caso de los experimentos en el laboratorio clásico, esta manipulación se realiza mediante la ejecución de experimentos, y en el caso de computadoras esta manipulación se realiza mediante la ejecución de aplicaciones informáticas. Los resultados de ambas manipulaciones son la obtención de observaciones “reales” y la de predicciones “virtuales” respectivamente.

Estos resultados tendrán un doble valor, por un lado, con ellos se podrá profundizar en el conocimiento de los procesos biológicos estudiados, y por otro, una vez validados los resultados obtenidos se podrán realizar predicciones de resultados futuros. En este punto es donde las computadoras irrumpen con gran fuerza ya que propician la consecución de muchos más resultados, en menor tiempo y utilizando menos medios, permitiendo llegar a dilucidar situaciones de vida más alejadas del entorno actual. En el caso de la Vida Artificial, la creación de modelos por computador va un paso más allá, en el sentido de que son las propias máquinas el modelo creado, las soluciones a su problemática vendrá dada a partir de las soluciones que la naturaleza da a los problemas reales. Con ello se consigue una doble vertiente:

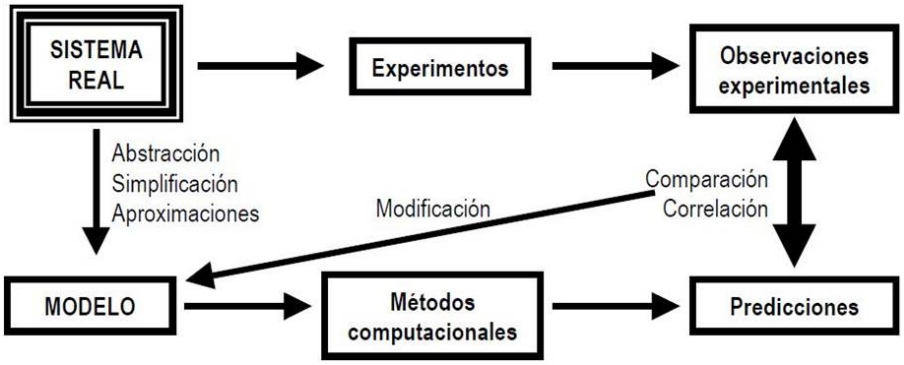

Figura 1: Representación esquemática de los pasos involucrados en la creación de un modelo por ordenador de un sistema real y de su relación con los resultados experimentales.

- Validación de los modelos. En este caso concreto sería crear vida artificial y resolver los problemas imitando a la naturaleza.
- Valor predictivo de los modelos. Que correspondería a la fase de exploración de nuevos espacios de vida y la resolución de los problemas intrínsecos con herramientas validadas. [2]

Niveles de modelos de vida artificial basados en la organización de la naturaleza

La creación de modelos de Vida Artificial va de la mano y está basada en los niveles de organización de la Biología (molecular, celular, organismos y poblaciones o ecosistemas). Un ente viviente a cada uno de esos niveles es un sistema complejo conformado a partir de la interacción y el equilibrio de un gran número de elementos. Para tratar con esta complejidad multinivel, la Vida Artificial está desarrollando nuevos modelos (software, hardware y "wetware") capaces de abstraer mucha de la complejidad de los sistemas vivientes, pero con la ventaja de ser mucho más manipulables, reproducibles y susceptibles de realizar experimentos mucho más controlados que en un entorno "real". En este sentido, la aplicación más importante de los sistemas de Vida Artificial para el campo de la salud viene dada por la construcción de modelos de aquello sistemas que puedan aportar conocimiento sobre la vida natural.

a) Sistemas Artificiales Bioquímicos (modelos "Wetware")

Son realmente los sistemas más parecidos a la vida natural y los que realmente derivan de ella. La mayoría de los experimentos intentan producir directamente moléculas de ARN con distintas propiedades (Ribozimas). El descubrimiento de estas moléculas de ARN con capacidad catalítica, o ribozimas, aporta luz sobre el origen de la vida biológica. Podemos pensar que fueron moléculas de ARN, o parecidas, con capacidad para autorreplicarse, las precursoras de la vida, por tanto se pueden considerar el primer paso de la evolución para originar la célula [5].

b) Sistemas Complejos (modelos de software)

Los sistemas complejos tratan de explicar la evolución observada desde las moléculas que se pueden autorreplicar hasta la formación de un sistema cerrado como es la célula. Para ello, uno de los principales objetivos de estos modelos es buscar la presencia de patrones universales en la organización de la interacción de los elementos que componen los sistemas complejos. Las herramientas más adecuadas para realizar esta búsqueda son los programas informáticos capaces de realizar recreaciones matemáticas de todos estos procesos y puntos, es por ello que la mayoría de estos sistemas son modelados mediante software.

Uno de los modelos más utilizados a este nivel de organización son los Autómatas Celulares, que no son otra cosa que los modelos matemáticos que describen a un sistema dinámico que evoluciona en pasos discretos. Estos sistemas fueron descubiertos dentro del campo de la física computacional por John von Neumann en la década de los 50 [6].

c) Fabricando Organismos (modelos de hardware)

La construcción de los modelos de hardware se realiza basándose en los principios que permiten la existencia en la naturaleza de organismos vivos: la evolución, crecimiento, adaptabilidad, regeneración y auto-organización [7]. Para ello, hay tres componentes importantes que diseñar y construir:

- El cuerpo, como base física que soportará las capacidades simulando geometrías reales, propiedades mecánicas, dinámicas y térmicas, balance energético, crecimiento y desarrollo.
- El entorno ambiental en el que se desarrolla ese objeto.
- El comportamiento, como capacidad de adaptación del cuerpo al medio.

En principio, cualquiera de los tres componentes de un ser vivo (cuerpo, entorno, comportamiento) pueden ser simulados mediante herramientas de software. Sin embargo, la gran cantidad de potencia computacional requerida para obtener un modelo razonable de, por ejemplo, las propiedades ambientales, o de las propiedades mecánicas de los organismos hace que no eficiente la creación de estos modelos mediante software.

Es por ello, que un método más eficiente de obtener resultados es la recreación de modelos físicos dentro de un entorno real y representar los cuerpos de los organismos vivos y sus interacciones con el entorno utilizando pequeños robots. Con esta tecnología, se puede modelar como los organismos abordan la integración sensorial, como pueden moverse en el espacio, como pueden controlar sus sensaciones y movimientos musculares para obtener movimientos coordinados y como se desarrolla todo ello en tiempo real. [2]

d) Simulación de Poblaciones

Se refiere a la recreación de ecosistemas donde cada elemento (organismo) interacciona con los demás mediante relaciones de competencia y colaboración por la explotación de los recursos del medio (comida, apareamiento…), lo que dirigirá la evolución de las generaciones venideras hacia un posicionamiento

mejor que las generaciones predecesoras. Esta simulación de poblaciones se relaciona directamente con las simulaciones a nivel de organismos, ya que, su evolución dentro del entorno artificial puede implicar cambios a nivel morfológico (cuerpo) o a nivel de sistema nervioso (comportamiento).

Los modelos de poblaciones se han llevado a cabo tradicionalmente mediante la resolución de ecuaciones algebraicas o diferenciales. Sin embargo, estas soluciones presentan algunas limitaciones a la hora de describir las relaciones entre individuos, para ello se están desarrollando métodos basados en el desarrollo de una forma alternativa de realizar modelos que prescinde de las ecuaciones, y representa las poblaciones como un conjunto de programas computaciones ejecutándose en paralelo. En este caso, cada programa informático sería un organismo que se desarrollará (ejecutará) según las condiciones de interacción con otros programas ejecutables. Este nuevo paradigma de modelar ofrece la ventaja de codificar el comportamiento de un organismo como un ejecutable, llegando más lejos que la mera solución de ecuaciones que deben ser integradas. La capacidad de modificación directa de código de programación, hace de estos sistemas más fáciles de usar y modificar con la nueva información obtenida de los sistemas reales. [4]

Herramientas de Vida Artificial aplicadas al conocimiento biológico

En la creación de estos modelos surgen distintas problemáticas para cuya resolución, la Vida Artificial utiliza de nuevo la imitación de las soluciones que la naturaleza genera para resolver sus problemas. Es así como se surgen distintas herramientas “inteligentes” que, en una primera aproximación, sirven para solucionar los problemas derivados de la creación de vida artificial (crecer, reproducirse, sobrevivir…) pero que también son utilizadas para ayudar a conocer la propia naturaleza mejor. Aunque son numerosos los métodos existentes, los más desarrollados pueden ser:

a) Redes Bayesianas

Estas herramientas consisten en la representación gráfica ordenada de las distribuciones de probabilidad, y para la inferencia. Están adquiriendo cada vez más importancia en el campo de las ciencias biológicas sobre todo para dilucidar redes celulares, modelado de rutas de señalización proteica, integración y clasificación de datos, y análisis genético. La representación y uso de la teoría de la probabilidad hace a esta herramienta muy útil para la extracción de conocimiento a partir de los datos, expresión de relaciones causales y el aprendizaje de conjuntos de datos incompletos. Los modelos probabilísticos proveen un tratamiento natural para la naturaleza estocástica de los sistemas y medidas biológicas [4, 8].

b) Redes Neuronales

Las neuronas artificiales son objetos de programación que mimetizan el funcionamiento de las neuronas reales, sus redes son modelos matemáticos de las interconexiones y los flujos de información entre ellas, por tanto mimetizan el comportamiento de las redes neuronales biológicas [9].

Una de las características de los sistemas de redes neuronales que las hace especialmente potentes es su adaptabilidad a la solución del problema. En este sentido, la creación de una red neuronal implica un período de entrenamiento de la misma en el que la red se retroalimenta de información externa e interna y va cambiando su conformación para la optimización del resultado.

Como las demás herramientas, las redes neuronales artificiales pueden ser utilizadas para un mejor conocimiento de las redes de neuronas biológicas, o para resolver un problema de inteligencia artificial sin crear necesariamente un modelo biológico real [9, 10].

c) Algoritmos Genéticos

Son técnicas computacionales heurísticas inspiradas en los mecanismos de evolución y selección natural de la genética clásica. Generan al azar un conjunto de soluciones o cromosomas que codifican los distintos genes (variables del sistema). Este conjunto de cromosomas se cruzan (recombinan) y de ellos se seleccionan las mejores soluciones. En períodos de tiempo determinados se producen mutaciones e inversiones. Los procesos de recombinación y selección continúan hasta que no aparezca ninguna solución nueva dentro de un rango preestablecido. Estos algoritmos están diseñados para encontrar la solución exacta o aproximada a problemas de optimización o búsqueda, y han demostrado ser especialmente efectivos en la búsqueda de soluciones dentro de sistemas flexibles [10].

d) Autómatas celulares

Las herramientas más extendidas son los modelos discretos consistentes en una red regular en la que cada nodo es una célula que tiene un número finito de estados. Los autómatas celulares pueden reproducir la evolución del sistema en un tiempo finito. Para ello, el estado de cada célula en un tiempo t es una función de los estados de las células vecinas a tiempo t-1. Así, la evolución del sistema es simplemente la evolución de los distintos estados puntuales de la red que vendrá determinada por las interacciones de cada una de las células con su entorno. [2]

El valor Predictivo en la Salud

La aplicación de las técnicas de Inteligencia Artificial en el campo de la salud no es algo nuevo, ya en la década de los 80, los científicos trabajaban en la creación de programas de ordenador capaces de realizar diagnósticos y recomendaciones terapéuticas. Desde entonces las líneas de investigación en este campo han cambiado desde la diagnosis en situaciones clínicas de rutina a centrarse en todo el espectro de los cuidados en salud definiéndose los nuevos instrumentos como Sistemas de Apoyo a la Decisión Clínica [2]. Las herramientas de Inteligencia Artificial permiten, hoy día, apoyar la prescripción de medicamentos, dar soporte en la docencia y la obtención de resultados en laboratorios, realizar vigilancia clínica, etc.

Por otro lado, estos sistemas ya están rindiendo los primeros resultados en la predicción de la dinámica de sistemas patológicos o terapéuticos tan dispares, como la predicción de características metabólicas de nuevos fármacos, el control del ambiente en terapia ocupacional, el desarrollo de prótesis de visión, o la caracterización del fenotipo a partir de datos genómicos y proteómicos[2, 9, 10].

CONCLUSIONES

Todos sabemos que la evolución tecnológica ha sido muy importante en los últimos años y dentro de la sociedad en general, la Inteligencia Artificial es una de las ciencias que causa mayor impacto. Conociendo los antecedentes, métodos y la evolución de estos sistemas virtuales, se podrá hacer una predicción de la dinámica tanto en estado sano o en situaciones patológicas, permitiendo encontrar soluciones a los problemas virtuales que se planteen. Las soluciones virtuales encontradas podrán ser aplicadas a la resolución de problemas de salud reales, cerrando así el ciclo de conocimiento desde lo real a lo virtual para predecir realidad futura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Christopher G. Langton. Artificial Life. Perseus Books 1997; 2: 34-56. ISBN-10: 0201608081
2. Llata, J.R., Sarabia, E.G., Fernández, D., Arce J., Oria, J.P. Aplicaciones de la Inteligencia Artificial. Rev. Iberame. I. A. 2004; 10:100-10. Disponible en: http://www.aepia.org Accedido: 4 de mayo 2008.
3. Pfeifer R, Lungarella M, Iida F. Self-organization, embodiment, and biologically inspired robotics. Science. 2007; 318(5853): 1088-93.
4. Needham CJ, Bradford JR, Bulpitt AJ, Westhead DR. A primer on learning in Bayesian networks for computational biology. PLoS Comput Biol. 2007; 3(8):129.
5. Kaiser M. Brain architecture: a design for natural computation. Philos Transact A Math Phys Eng Sci. 2007; 365(1861):3033-45.
6. Denekamp Y. Clinical decision support systems for addressing information needs of physicians. Isr Med Assoc J. 2007;9(11):771-6.
7. Li H, Yap CW, Ung CY, Xue Y, Li ZR, Han LY, Lin HH, Chen YZ. Machine learning approaches for predicting compounds that interact with therapeutic and ADMET related proteins. J Pharm Sci. 2007; 96(11):2838-60.
8. Taylor B, Robertson D, Wiratunga N, Craw S, Mitchell D, Stewart E. Using computer aided case based reasoning to support clinical reasoning in community occupational therapy. Comput Methods Programs Biomed. 2007; 87(2):170-9.
9. Mokwa W. An implantable microsystem as vision prosthesis. Med Device Technol. 2007 Oct; 18(6):20, 22-3.
10. Ressom HW, Varghese RS, Zhang Z, Xuan J, Clarke R. Classification algorithms for phenotype prediction in genomics and proteomics. Front Biosci. 2008; 13: 691-708.