

SISTEMAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA)

Sistemas de Inteligencia Artificial (AI)

Definición:

La Inteligencia Artificial es un campo de la ciencia que trata de realizar, con máquinas, tareas que pueden ser realizadas por el hombre, aplicando cualquier tipo de razonamiento. En cierta medida cualquier programa de computador puede considerarse inteligente. El problema es diferenciar entre lo que se considera un “programa inteligente” y el que no lo es. Un programa inteligente es aquel que exhibe un comportamiento similar al humano cuando se enfrenta a un problema idéntico.

En 1956, [John McCarthy](#) acuñó la expresión «inteligencia artificial», y la definió como: “...la ciencia e ingenio de hacer máquinas inteligentes, especialmente [programas de cómputo inteligentes](#)”.

Propósito:

Los sistemas de Inteligencia Artificial incluyen a las personas, los procedimientos, el hardware y software, los datos y los conocimientos necesarios para desarrollar sistemas, y máquinas de computación que presenten características de inteligencia. El objetivo del desarrollo de sistemas de IA contemporáneos no es el reemplazo completo de la toma de decisiones de los humanos, pero sí duplicarlas para ciertos tipos de problemas bien definidos.

Estructura/Elementos/Componentes:

Debido a que la Inteligencia Artificial es un campo muy amplio, hablar de componentes o estructura de los sistemas basados en ésta es un poco difícil. Debido a esto, explicaremos de forma genérica los elementos que debe tener cualquier sistema de IA, los cuales según el caso pueden ser más o menos complejos, y pueden incluir algunos componentes adicionales de acuerdo a las necesidades del sistema. La forma más genérica de hablar de estos sistemas es decir que todo sistema de IA requiere de información acerca del universo a tratar para poder construir un aprendizaje que le de herramientas para tomar decisiones autónomamente y con estas poder resolver problemas. La corriente de entrada de todo Sistema de IA vienen siendo estos datos sobre el entorno. Estos serán procesados de distintas maneras según el sistema en cuestión. En el caso específico de sistemas de aprendizaje los datos de entrada sirven como entrenamiento para el sistema. Luego, el sistema requiere de un motor, el cual se encargará de procesar los datos de entrada y tomará decisiones en función de estos y de otra información. Adicionalmente, dependiendo de la complejidad del sistema, será necesario un hardware apto para la tarea, ya que los

problemas que la IA resuelve requieren del uso de recursos y de ciertas capacidades que no todo hardware posee. Las corrientes de salida para estos Sistemas de IA vendrían siendo las acciones que el sistema ejecute en base a los datos procesados y las decisiones tomadas. Por último, el proceso de retroalimentación puede venir por parte de los administradores del sistema, en caso de que vean comportamientos inadecuados y puedan mejorar los datos de entrada para cambiar dichos comportamientos a algo más cercano a lo que buscan, o, en el caso de los sistemas de aprendizaje, el propio sistema puede aprender a partir de sus propios errores o en base a los mismos datos de entrada que le permitirán ajustar su comportamiento según sea el caso. Un ejemplo en donde podemos ver este proceso de entrada, procesamiento y salida, es el caso simple de un sistema de IA es el de Cleverbot, una aplicación que permite la comunicación entre un humano y un sistema de IA y permite conversar con él. En este caso, los datos de entrada son las palabras y frases introducidas por el usuario, el sistema analiza estas palabras y en base a estos datos, toma la decisión de qué responder. La salida viene siendo esta respuesta. Este Sistema adicionalmente aprende sobre lo que se está hablando como fue mencionado antes, lo cual le permite mantener la conversación lo más fluida y con el mayor sentido posible.

Información que manejan

La información manejada por los Sistemas de IA es, como se mencionó anteriormente, información sobre el entorno, la cual se procesa para permitir al sistema tomar decisiones basándose en esto. Los datos introducidos dependen de la función del sistema. Pueden ser datos sobre comportamiento humano, sobre finanzas, en el caso de robots con capacidades de analizar el entorno la información puede ser imágenes o sonidos provenientes del ambiente alrededor del robot. El manejo y procesamiento de estos datos depende enteramente de la función del sistema. En el caso de que los datos de entrada sean por ejemplo, estadísticas financieras, será necesario analizarlas por medio del uso de distintos algoritmos que permitan la toma de decisiones en base a ellos. Si la entrada son imágenes del exterior, será necesario hacer uso de distintos procedimientos que permitan diferenciar píxeles de las imágenes, colores o formas. Si son sonidos, deberán ser procesados de una manera distinta que permita diferenciar qué es cada sonido o de dónde proviene, según sea la necesidad.

Aprender de la experiencia y aplicar el conocimiento adquirido de ésta: Esto no es natural de los sistemas de computación, por ello se debe tener la capacidad de programar en forma cuidadosa. En la actualidad los investigadores desarrollan sistemas que tienen esta capacidad, por ejemplo los juegos de ajedrez de IA pueden aprender a mejorar su juego mientras se enfrenta a competidores humanos.

Mejorar situaciones complejas: Desarrollo de sistemas computacionales que puedan manejar situaciones confusas requiere de una planeación cuidadosa y complicada, porque incluso los humanos cometen errores.

Solucionar problemas cuando se carece de información importante: La esencia de la toma de decisiones es hacer frente a la incertidumbre. En la actualidad, los IA pueden hacer cálculos, comparaciones y tomar decisiones importantes incluso con poca información.

Determinar qué es importante: El conocimiento de lo verdaderamente importante es lo que distingue a un buen tomador de decisiones. El desarrollo de programas y métodos, que permitan a los sistemas y máquinas de computación identificar la información importante, no es una tarea sencilla.

Reaccionar en forma rápida y correcta a una nueva situación: Las computadoras no tienen esta capacidad sin una programación complicada.

Comprender imágenes visuales: La interpretación de imágenes visuales puede implicar gran dificultad, incluso para las computadoras más sofisticadas. Moverse a través de una habitación con sillas, mesas y otros objetos puede ser un asunto sin importancia para las personas, pero es extremadamente complejo para las máquinas, los robots y las computadoras. Estas computadoras requieren una extensión de la comprensión de las imágenes visuales, conocida como sistema perceptivo. Contar con un sistema perceptivo le permite a una máquina aproximarse a la forma en que el ser humano ve, oye y siente los objetos.

Procesar y manipular símbolos: Aunque las computadoras son excelentes para cálculos numéricos, no son tan eficientes cuando tienen que tratar con símbolos y objetos tridimensionales. Sin embargo, los desarrollos recientes en los equipos y el software para la visión de la máquina permiten que algunas computadoras procesen y manipulen símbolos sobre una base limitada.

Ser creativos e imaginativos: Pocas computadoras tienen la capacidad de ser verdaderamente imaginativas o creativas en esta forma, aunque se ha desarrollado software que permite a una computadora escribir cuentos cortos.

Usar la heurística (reglas prácticas producto de la experiencia): En la actualidad, algunos sistemas de computación tienen esta capacidad. Si se cuenta con los programas apropiados, se pueden obtener soluciones que usen aproximaciones, en lugar de intentar buscar una solución óptima que pueda ser difícil desde el punto de vista técnico o requiera demasiado tiempo.

Organizaciones que típicamente las utilizan

La Inteligencia Artificial a medida del tiempo ha ido creciendo, y poco a poco se fue implementando en diversas áreas debido a su gran

aceptación en el campo laboral ya que facilita ciertas tareas de los humanos y reduce los costos, algunas de estas áreas son las siguientes:

Inteligencia Artificial en la Robótica: La finalidad de la IA dentro del área de la robótica pretende que las máquinas cuenten con la capacidad de simulación del comportamiento humano, sin embargo ya que la inteligencia simulada es creada por el hombre ésta no supera la inteligencia del creador. Con la inteligencia artificial aplicada a la robótica se ha logrado crear un asistente del hombre para el trabajo práctico, el cual maneja las diversas situaciones con más precisión y sin temor a equivocarse gracias a su programación y las diferentes capacidades que tenga para poder interactuar con su operario.

Inteligencia Artificial en la Medicina: esta ciencia tan importante como lo es la medicina ha tenido la necesidad de incluir la inteligencia artificial en su campo ya que se han desarrollado máquinas que interpretan imágenes médicas, controlan las unidades de cuidados intensivos, monitorean a los pacientes y realizan diagnósticos. Además, se han creado máquinas que a su vez crean diseños de prótesis, hasta sistemas expertos que colaboran a los médicos en cualquier actividad a la cual le fue asignada. Actualmente se han desarrollado máquinas que detectan las enfermedades posibles a mediano plazo de un paciente, y así prevenir muchas de ellas.

Inteligencia Artificial en la Educación: en el campo de la educación se ha hecho necesario incluir la inteligencia artificial debido al gran trabajo que generan extensas cantidades de estudiantes, ya que se han implantado sistemas de gestiones de estudiantes para reducir el estrés que genera la misma, como también otro tipo de sistemas que puedan percibir las deficiencias de un estudiante y ayudar en su desenvolvimiento

Inteligencia Artificial en el Entretenimiento: la inteligencia artificial en los videojuegos es cada vez más indispensable tanto en consolas como en ordenadores aunque los usuarios no la distingan debido a que está muy implícita, la podemos ver reflejada en los famosos avatares, comiquitas y textos.

Inteligencia Artificial en Instituciones Militares: ahora vemos a la inteligencia artificial desempeñando un papel más importante ya que de ella pudiera depender mucho la integridad de una nación a través de todos sus mecanismos empleados con la total cobertura que requiere la misma, que va desde armamento inteligente hasta simples sistemas expertos.

Áreas o funciones que apoyan en las organizaciones

ü *Recursos Humanos:* para la identificación de las características de sus empleados de mayor éxito. La información obtenida puede ayudar a la contratación de personal.

ü *Producción:* el empleo de sistemas de IA permiten mejorar la automatización del proceso de producción de las empresas, además de mejorar los mecanismos utilizados para establecer la calidad de sus productos. *Mercadeo:* pueden utilizarse técnicas de IA para desarrollar sistemas que le permitan a las empresas conocer cuáles usuarios de redes sociales (como Twitter y Facebook) son más propensos a convertirse en sus clientes o usuarios, para así poder enfocar las campañas de publicidad y mercadeo al público adecuado.

ü *Finanzas:* dentro de las finanzas puede ser utilizada para la predicción de solvencias, análisis de estados financieros, análisis de tendencias, asignación de recursos escasos, cálculo y asignación de costos, entre otras tareas involucradas en la gestión económica de una organización.

ü *Manufactura:* debido a las exigencias que sufren las organizaciones en los mercados en los que se desenvuelven existe una tendencia creciente a la implementación de sistemas de manufactura y ensamblaje autónomos e inteligentes que les permiten generar mayores cantidades de productos en menos tiempo.

Ventajas del uso de Sistemas de Inteligencia Artificial

Debido a la diversidad de áreas que se encuentran dentro de Inteligencia Artificial estos sistemas pueden utilizarse en organizaciones de todo tipo, permitiendo resolver problemas de distinta índole. Muchos de los Sistemas de Inteligencia Artificial son programados para que tengan la capacidad de aprender, esto les permite ir perfeccionando su desempeño conforme pasa el tiempo. Capacidad de analizar volúmenes muy grandes de información a muy alta velocidad. Permiten la resolución de problemas aun cuando exista falta de información. El uso de heurísticas permite dar una solución aproximada de un problema en un tiempo razonable, contrario al caso en que se intente resolver con modelos matemáticos cuyas soluciones exactas son difíciles y computacionalmente costosa.

Desventajas del uso de Sistemas de Inteligencia Artificial

La programación de estos sistemas es compleja y poco flexible a cambios.
No son capaces de explicar la lógica y el razonamiento detrás de las decisiones sugeridas, como lo podría hacer un humano.
Mayor inversión de tiempo y dinero para su creación y posterior mantenimiento.
Necesidad de hardware con condiciones y recursos suficientes para el manejo de grandes cantidades de datos.

1.9 Ejemplos de Sistemas de Inteligencia Artificial que se encuentran en el mercado

Dos (2) ejemplos / Estudios de Caso de cada tipo de SI:

En la actualidad encontramos muchos ejemplos:

- Asistentes personales virtuales, como [Siri](#), [Google Now](#) y [Cortana](#).
- Los videojuegos en general.
- Autos con piloto automático, como los que desarrollan [Google](#) y Tesla.
- Mecanismos de *computer vision* como los que usa Google para analizar el contenido de las imágenes, tanto en su buscador como en su programa [DeepDream](#).
- *Chatterbots*, es decir, *bots* capaces de mantener conversaciones con el usuario. Algunos ejemplos son [Mitsuku](#) y [Tay](#) (Microsoft), que funcionaba desde una cuenta de Twitter.
- «Robots periodistas» que escriben noticias para medios como la agencia Associated Press.
- Sistemas de recomendación de productos como [DSSTNE](#), de Amazon.

1. Cortana

¿Cómo logra este asistente personal digital responder a preguntas basadas en el comportamiento y la información específica del usuario? Satya Nadella, presidente de Microsoft, lo resume así: “Recibe textos escritos, comandos de voz, te conoce a fondo. Sabe sobre tu contexto, tu familia y tu trabajo. Conoce el mundo. Es ilimitado. En otras palabras, se trata de ti, no de un dispositivo. Va a donde tu vas. Está disponible en cualquier teléfono, en iOS, en Android, Windows. Está disponible en todas las aplicaciones que usas en tu vida”.

¿Cómo logra esto Cortana? Gracias a la inteligencia artificial, aprende del usuario y lo apoya en sus diversas tareas. Según Microsoft, en la actualidad hay 133 millones de usuarios activos mensuales que emplean Cortana que han hecho cerca de 12.000 millones de preguntas. “Esto es lo que impulsa las habilidades del ecosistema de Cortana. El hecho de que tenemos este SDK (paquete de software que permite que desarrolladores lo integren en sus aplicaciones) que les permite a los desarrolladores darle a Cortana más inteligencia y que de esta forma sea más relevante en el uso diario.

Por ejemplo, Cortana se enlaza con aplicaciones como Office 365 o el correo electrónico para saber más del usuario y que al utilizar el servicio esté preparado para responder de manera más eficiente.

2. Siri

Es una aplicación con funciones de asistente personal desarrollada por SRI Venture Group en el año 2007. Posteriormente fue comprada por Apple e incluida dentro del sistema operativo de su telefonía móvil, iOS. Siri utiliza procesamiento del lenguaje natural para responder las preguntas del usuario y hacerle recomendaciones.

Fuentes

<http://japsis.blogspot.com/2010/11/inteligencia-artificial.html>

<http://publicaciones.urbe.edu/index.php/telematique/article/viewArticle/891/2206>

<http://es.slideshare.net/melieslava/inteligencia-artificial-y-sistemas-expertos-237929>

https://es.wikipedia.org/wiki/Inteligencia_artificial

https://www.nebrija.es/~cmalagon/ia/transparencias/introduccion_IA.pdf

<http://blog.espol.edu.ec/taws/2016/05/10/inteligencia-artificial-y-los-sistemas-expertos/>

https://ccc.inaoep.mx/~jagonzalez/AI/Sesion1_Introduccion.pdf

<http://benitosanchezeje1actividad3.blogspot.com/>

<http://www.monografias.com/trabajos26/sistemas-expertos/sistemas-expertos.shtml>

<http://www.4rsoluciones.com/blog/la-inteligencia-artificial-donde-podemos-encontrarla/>

<https://support.microsoft.com/en-us/help/17214/windows-10-what-is>

<http://www.enter.co/especiales/empresas-del-futuro/ejemplos-inteligencia-artificial-microsoft/>

<http://www.elmundo.com.ve/noticias/tecnologia/internet/google-abre-su-sistema-de-inteligencia-artificial.aspx>

SISTEMAS EXPERTOS (SE)

Definición y propósito:

Los Sistemas Expertos, rama de la Inteligencia Artificial, son sistemas informáticos que simulan el proceso de aprendizaje, de memorización, de razonamiento, de comunicación y de acción en consecuencia de un experto humano en cualquier rama de la ciencia.

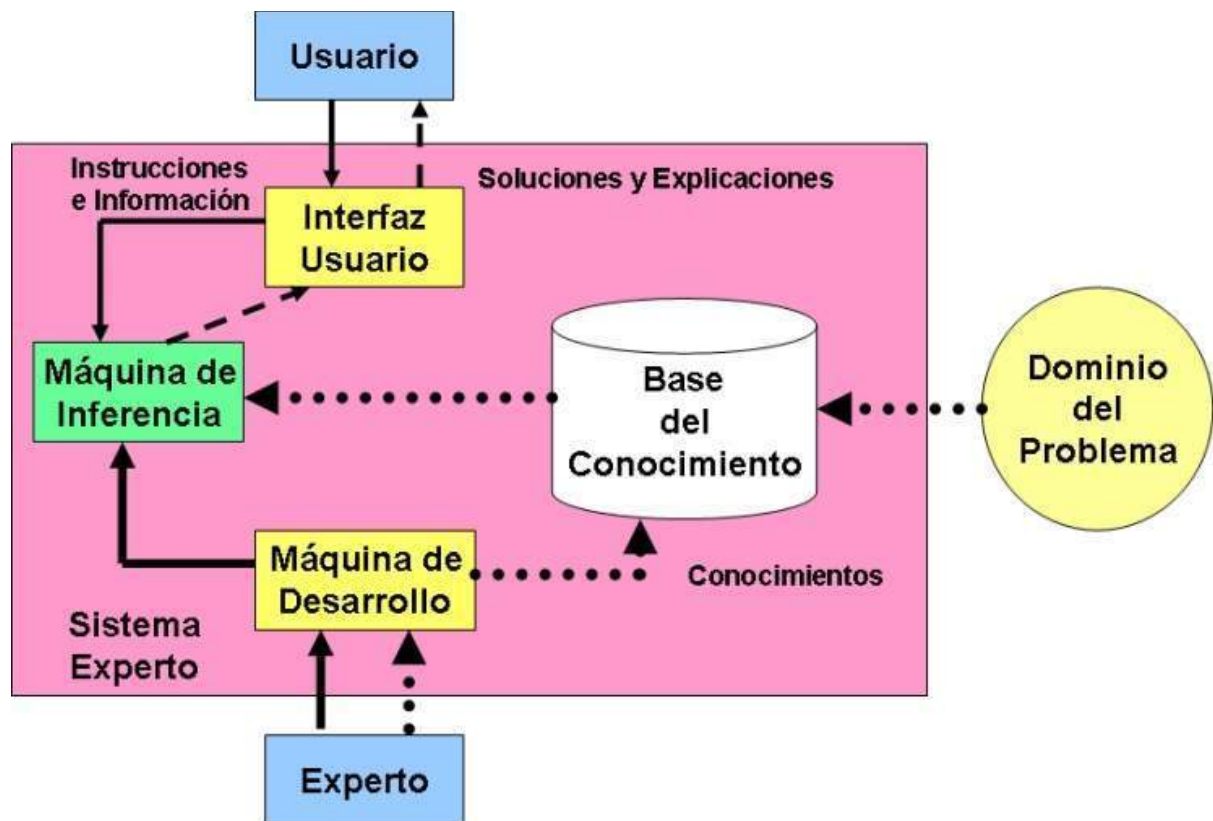
Estas características le permiten almacenar datos y conocimiento, sacar conclusiones lógicas, tomar decisiones, aprender de la experiencia y los datos existentes, comunicarse con expertos humanos, explicar el porqué de las decisiones tomadas y realizar acciones como consecuencia de todo lo anterior.

Técnicamente un sistema experto contiene una base de conocimientos que incluye la experiencia acumulada de expertos humanos y un conjunto de reglas para aplicar esta base de conocimientos en una situación particular que se le indica al programa. Cada vez el sistema se mejora con adiciones a la base de conocimientos o al conjunto de reglas.

Propósito:

1. Con la ayuda de un Sistema Experto, personas con poca experiencia pueden resolver problemas que requieren un "conocimiento formal especializado".
2. Los Sistemas Expertos pueden obtener conclusiones y resolver problemas de forma más rápida que los expertos humanos.
3. Los Sistemas Expertos razonan pero en base a un conocimiento adquirido y no tienen sitio para la subjetividad.
4. Se ha comprobado que los Sistemas Expertos tienen al menos, la misma competencia que un especialista humano.
5. El uso de Sistemas Expertos es especialmente recomendado en las siguientes situaciones:
 - Cuando los expertos humanos en una determinada materia son escasos.
 - En situaciones complejas, donde la subjetividad humana puede llevar a conclusiones erróneas.
 - Cuando es muy elevado el volumen de datos que ha de considerarse para obtener una conclusión.

Estructura / Elementos / Componentes:



- Separan conocimientos (reglas y hechos) y el procesamiento; se le añade una interfaz de usuario y un componente explicativo; los siguientes componentes pueden estar estructurados de formas muy variadas.
- Base de conocimientos: Contiene el conocimiento de los hechos y las experiencias de los expertos en un dominio determinado.
- Mecanismo de inferencia: Puede simular la estrategia de solución de un experto.
- Componente explicativo: Explica al usuario la estrategia de solución encontrada y el porqué de las decisiones tomadas.
- Interfaz de usuario: Sirve para que este pueda realizar una consulta en un lenguaje lo más natural posible.
- Componente de adquisición: Ofrece ayuda a la estructuración e implementación del conocimiento en la base de conocimientos.

Información que manejan:

Organizaciones que típicamente los utilizan:

Se aplican a una gran diversidad de campos y/o áreas. A continuación se listan algunas de las principales:

- Militar
- Informática
- Telecomunicaciones
- Química
- Derecho
- Aeronáutica

- Geología
- Arqueología
- Agricultura
- Electrónica
- Transporte
- Educación
- Medicina
- Industria
- Finanzas y Gestión
- Turismo; prácticamente todas las ramas del conocimiento.

Algunos de los campos actuales de investigación y de aplicación son:

Aprendizaje: Se pretende que sea el propio ordenador el que adquiera el conocimiento. Existen muchas técnicas aplicables o no dependiendo del problema: aprendizaje inductivo, deductivo, redes neuronales, algoritmos genéticos.

Redes Neuronales: Consisten en nodos conectados con otros mediante enlaces, simulando las conexiones que forman las neuronas en el cerebro. Se investiga su utilización en muchas áreas; Visión Artificial, Razonamiento, Aprendizaje, Comprensión Lenguaje Natural.

Redes Bayesianas: Técnica para tratar el razonamiento con incertidumbre. Su base es el teorema de Bayes que es el método matemático exacto para tratar las probabilidades. Consiste en una red donde los nodos son hechos ciertos o no y los enlaces entre los nodos son las probabilidades condicionadas de unos hechos con respecto a otros. Propagando las probabilidades a través de la red, se pueden obtener los resultados más probables a partir de los hechos que se conocen (razonamiento). El ejemplo típico son los sistemas de diagnóstico médico.

Algoritmos genéticos: Son métodos de aprendizaje inspirados en la evolución natural, y que utilizan las nociones de individuos, apareamiento, recombinación de cromosomas, mutación genética, adaptación y selección natural. Son la base de las investigaciones en Vida Artificial.

Actualmente el duro, difícil y cambiante mercado competitivo se vuelve más complejo por la gran diversidad de información que se ven obligados a almacenar y analizar, razón por la cual las empresas se ven en la necesidad de recurrir a poderosas y/o robustas herramientas o sistemas que les sirvan de soporte a la hora de tomar decisiones. De esta forma estos inteligentes, precisos y eficientes sistemas son adoptados por más organizaciones, en las cuales se convierten y/o transforman en una importante estrategia de negocio.

Por otra parte es importante mencionar que estos seguirán siendo usados en los todos y cada una de las áreas y/o campos donde los expertos humanos sean escasos._

Áreas o funciones que apoyan en las organizaciones:

Ventajas y desventajas:

Ventajas:

- Permanencia: A diferencia de un experto humano un SE (sistema experto) no envejece, y por tanto no sufre pérdida de facultades con el paso del tiempo.
- Replicación: Una vez programado un SE lo podemos replicar infinitas veces.
- Rapidez: Un SE puede obtener información de una base de datos y realizar cálculos numéricos mucho más rápido que cualquier ser humano.
- Bajo costo: A pesar de que el costo inicial pueda ser elevado, gracias a la capacidad de duplicación el costo finalmente es bajo.
- Entornos peligrosos: Un SE puede trabajar en entornos peligrosos o dañinos para el ser humano.
- Fiabilidad: Los SE no se ven afectados por condiciones externas, un humano sí (cansancio, presión, etc.).
- Consolidar varios conocimientos.
- Apoyo Académico.

Desventajas:

- Sentido común: Para un Sistema Experto no hay nada obvio. Por ejemplo, un sistema experto sobre medicina podría admitir que un hombre lleva 40 meses embarazado, a no ser que se especifique que esto no es posible ya que un hombre no puede gestar hijos.
- Lenguaje natural: Con un experto humano podemos mantener una conversación informal mientras que con un SE no podemos.
- Capacidad de aprendizaje: Cualquier persona aprende con relativa facilidad de sus errores y de errores ajenos, que un SE haga esto es muy complicado.
- Perspectiva global: Un experto humano es capaz de distinguir cuáles son las cuestiones relevantes de un problema y separarlas de cuestiones secundarias.
- Capacidad sensorial: Un SE carece de sentidos.
- Flexibilidad: Un humano es sumamente flexible a la hora de aceptar datos para la resolución de un problema.
- Conocimiento no estructurado: Un SE no es capaz de manejar conocimiento poco estructurado.

Dos (2) ejemplos / Estudios de Caso de cada tipo de SI:

1. **Dendral** (Interpreta la estructura molecular) es el nombre de un sistema experto desarrollado por Edward Feigenbaum y otros programadores en la Universidad de Stanford, a mediados de la década de 1960. Su desarrollo duró diez años, ([1965](#) a [1975](#)).

Fue el primer sistema experto en ser utilizado para propósitos reales, al margen de la investigación computacional, y durante aproximadamente 10 años, el sistema tuvo cierto éxito entre químicos y biólogos, ya que facilitaba enormemente la inferencia de estructuras moleculares, dominio en el que Dendral estaba especializado. Posteriormente, se convirtió en uno de los modelos a seguir por muchos de los programadores de sistemas expertos de la época.

2. **XCON** el programa **R1** (luego llamado **XCON**, por *eXpert CONfigurer*) era un sistema de producción basado en reglas escrito en OPS5 por John P. McDermott de CMU en 1978 para asistir a los pedidos de los sistemas de computadores VAX de DEC (Digital Equipment Corporation) seleccionando los componentes del sistema de acuerdo a los requerimientos del cliente. El desarrollo de XCON siguió a dos fracasos de escribir un sistema experto para esta tarea en FORTRAN y BASIC.

Fuentes:

<http://sistemasexpertos2008.blogspot.com/>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Dendral>

<https://es.wikipedia.org/wiki/XCon>

<http://www.informaticaintegral.net/sisexp.html>

https://www.ecured.cu/Sistemas_expertos

REDES NEURONALES ARTIFICIALES

Definición y propósito:

_____ Las redes neuronales artificiales son un enfoque computacional perteneciente al área de la inteligencia artificial que se basa en una gran colección de unidades neuronales, también conocidas como neuronas artificiales, cuyo propósito es resolver problemas imitando el proceso que se lleva a cabo en un cerebro biológico, es decir, mediante grandes grupos de neuronas interconectadas entre sí, en donde ninguna de ellas está asignada a una tarea específica, sino que con la experiencia van creando y reforzando ciertas conexiones para “aprender” algo que se queda fijo en el tejido. Aunque las diferencias con el

cerebro biológico todavía son notables, se han podido abordar muchas tareas que son difíciles mediante la programación ordinaria basada en reglas fijas.

El uso de modelos de redes neuronales marcó un cambio en la inteligencia artificial a finales de los años ochenta, que estaba caracterizada por sistemas expertos con conocimiento basado en reglas *si-entonces*.

El entrenamiento de una red neuronal artificial consiste en dos etapas. La primera es la etapa de aprendizaje, en la que se le proporciona cierta cantidad de entradas a la red, no esperando al inicio que devuelva los resultados deseados, pero se van modificando iterativamente los parámetros internos (de los cuales hablaremos más adelante) hasta que devuelva las salidas correctamente, o al menos hasta que las devuelva con un error muy pequeño. El error final puede ser medido, por ejemplo, en base a qué porcentaje de entradas proporcionan la salida correcta, y es decisión personal decidir qué porcentaje es pequeño o grande. Luego viene una etapa de validación, en donde se introducen datos distintos a los de la etapa de aprendizaje, esperando que con ellos en la primera iteración devuelva la salida esperada, o al menos con un error pequeño nuevamente. Los datos deben ser representativos de la población, y saber si lo son no es tarea de la red artificial.

Hay tres tipos de entrenamiento: el supervisado, el no supervisado, y el aprendizaje por reforzamiento. El supervisado consiste en proporcionar tanto los datos de entrada como los de salida para que la red pueda generalizar. En el no supervisado solamente se proporcionan los datos de entrada, pero la red debe ser capaz de agruparlos en distintas categorías. En el aprendizaje por reforzamiento tampoco se le proporcionan los datos de salida, pero se le alerta sobre si está devolviendo resultados correctos o incorrectos. En todos los casos, el aprendizaje, es decir, el ajuste de parámetros, se da a través de algoritmos matemáticos, de los cuales destaca el llamado “descenso del gradiente”.

Estructura / Elementos / Componentes:

Las unidades de procesamiento de la red neuronal artificial son las neuronas artificiales, las cuales suelen formar tres grupos o capas fundamentales: la capa de entrada, la capa oculta y la capa de salida. En la capa de entrada se encuentran las neuronas que reciben información desde el entorno, es decir, desde el exterior de la red neuronal; en la capa de salida están las neuronas que envían información al exterior, y las neuronas de la capa oculta no tienen ningún tipo de interacción directa con el entorno.

En la capa de entrada debe haber una neurona por cada parámetro que se quiera recibir como entrada para efectuar los cálculos. Queda a decisión del diseñador cuántos parámetros desea insertar, pero no deben ser demasiados ni muy pocos, y allí es donde entran en juego sus conocimientos en el tema, o la información proporcionada por un experto. En última instancia, será cuestión de ir probando experimentalmente cuántos son significativos.

La capa oculta puede consistir en una sola capa propiamente, pero también puede poseer más subcapas. Las redes neuronales para actividades sencillas, como determinar la nota de un estudiante en base a la cantidad de horas estudiadas y cantidad de horas dormidas, pueden requerir tan solo de dos capas ocultas, pero las redes más complejas

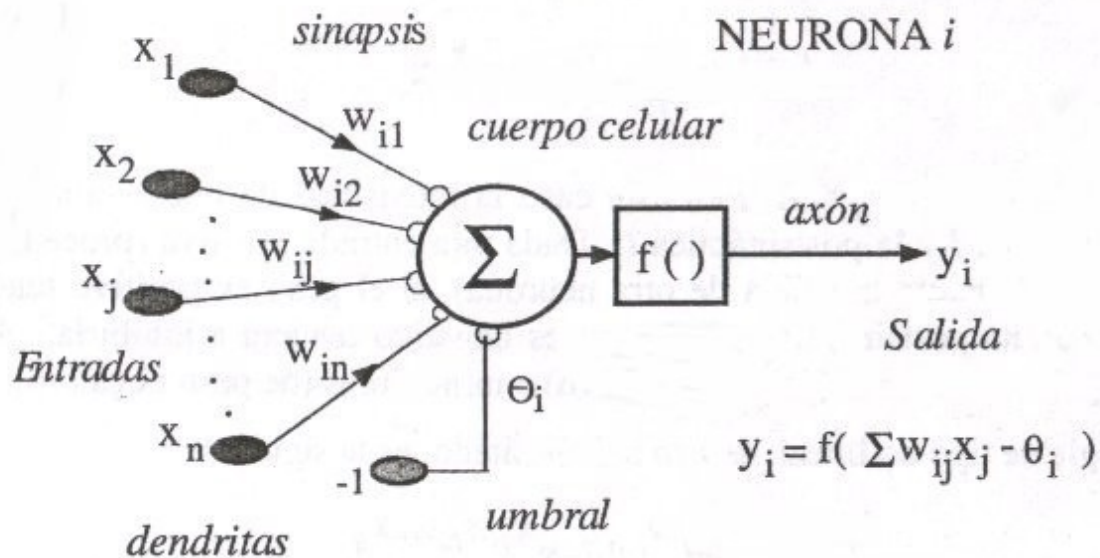
suelen poseer entre 10 y 30 capas. La idea es llegar a un equilibrio, tanto en el número de capas como en el número de neuronas que hay en cada una de ellas. Si la red es demasiado pequeña, el modelo no contará con la información necesaria para representar la función deseada. Si la red es demasiado grande, a pesar de que será capaz de memorizar gran cantidad de ejemplos, tendrá dificultades para generalizar correctamente cuando se le presenten entradas que no ha visto anteriormente.

Existen algoritmos que van modificando la red neuronal hasta encontrar la estructura apropiada; algunos van añadiendo capas y neuronas, y otros las van disminuyendo. Uno de los más populares es el Algoritmo de los Azulejos, creado en 1989 por Mézard y Nadal, el cual empieza con una sola unidad y hace el mejor esfuerzo para producir la salida correcta en tantos ejemplos como sea posible. Luego se van añadiendo más neuronas de manera que se hagan cargo de los ejemplos que no pudo resolver la primera unidad. El algoritmo sólo añade las unidades necesarias para abarcar todos los ejemplos.

En la capa de salida debe haber tantas neuronas como parámetros de salida se requieran.

El modelo tradicional es una red de propagación hacia adelante, es decir, las conexiones siempre se dan desde neuronas de una capa anterior a las neuronas de una capa posterior, y siempre deben ser entre capas adyacentes. Esto corresponde a un grafo dirigido acíclico. Pero también existe la red de propagación hacia atrás, en la que la estructura permite ciclos y conexiones con niveles anteriores. Además, lo tradicional también es que cada neurona de una capa anterior se conecte con cada neurona de una posterior, pero esto no necesariamente es así. Las distintas conexiones que puedan hacerse determinan la tipología de la red, y en la actualidad son cada vez más frecuentes las redes neuronales dinámicas, las cuales pueden crear nuevas capas y nuevas unidades neuronales. Las investigaciones sobre el cerebro humano han fomentado también nuevos enfoques en las redes neuronales, como por ejemplo permitir conexiones entre unidades de capas no adyacentes.

_____ La estructura más común de una neurona artificial es la siguiente:



Recuérdese que una neurona biológica es un tipo de célula del sistema nervioso cuya principal función es la excitabilidad eléctrica de su membrana plasmática. Las dendritas son prolongaciones ramificadas que sirven principalmente para la recepción de estímulos (aunque también sirven para la alimentación celular); la sinapsis es la conexión entre dos neuronas: la emisora y la receptora; el umbral de excitabilidad es el grado de intensidad que debe alcanzar un estímulo, por debajo del cual la neurona no se excita; el cuerpo celular o soma es el lugar en donde se llevan a cabo las actividades fundamentales, y el axón es una prolongación que tiene como objetivo enviar el impulso nervioso desde el soma hacia otras células.

La neurona artificial recibe unos valores de entrada, digamos x_1, x_2, \dots, x_n , pero multiplicados por unos pesos w_1, w_2, \dots, w_n , llamados pesos sinápticos, cuyo valor está entre cero y uno, y que determinan el factor de importancia de cada entrada. El valor de cada peso se va modificando de acuerdo al aprendizaje de la red. De esta manera, lo que en realidad recibe la neurona es una regla de propagación, que suele ser la sumatoria de todos los productos $x_i \cdot w_i$, con $i = 1, 2, 3, \dots, n$. Esto es lo que se conoce como sumatoria ponderada. También puede haber otras reglas de propagación, como la distancia euclidiana.

El umbral de activación corresponde a una entrada que no proviene de ninguna otra neurona y que siempre tiene el valor fijo 1 o -1, dependiendo del diseño, pero que al igual que todas las demás entradas se pondera mediante un peso asociado a ella, que no necesariamente está entre 0 y 1, pero debe ser no negativo. El umbral representa la cantidad de entrada necesaria para activar la neurona. Cuando se maneja con el valor 1, se resta de la regla de propagación; si el resultado es positivo, la neurona se excita, y de lo contrario no lo hace. Cuando se maneja con el valor -1, el razonamiento es el mismo pero el umbral se suma en lugar de restarse.

Además de las conexiones de entrada y de salida, cada neurona se caracteriza en cualquier instante por un valor numérico denominado estado o nivel de activación $a_i(t)$.

La función de activación F determina el nuevo estado de activación $a_j(t+1)$ de la neurona teniendo en cuenta la regla de propagación y el anterior estado de activación $a_j(t)$. Por lo general, todas las unidades de la red utilizan la misma función de activación. Las más comunes son: sigmoideal, identidad, escalón, lineal a tramos, gaussiana y sinusoidal.

La salida de la neurona es la función de activación aplicada a la regla de propagación, sumada o restada con el umbral de activación.

Información que manejan:

Las redes neuronales manejan información tanto volátil como no volátil. La información volátil corresponde a los datos que se le suministran en un momento dado, y los cuales se van procesando a través de las distintas unidades neuronales hasta devolverlos como salida. Son volátiles porque luego de su salida no persisten en la red. Manejan también información no volátil que está constituida por todos los valores de los pesos sinápticos, que deben permanecer en la red para que se conserve el aprendizaje.

Las redes neuronales pueden procesar imágenes, sonidos, caracteres alfa-numéricos, datos estadísticos, etc.

Organizaciones que típicamente los utilizan:

_____A Google le permite impulsar la tecnología de búsqueda y clasificación, especialmente en el reconocimiento de voces e imágenes. Además, pronto su traductor de idiomas estará basado en redes neuronales. Otras organizaciones que las utilizan son Amazon y Facebook.

En general, las redes neuronales pueden ser utilizadas por cualquier organización que requiera mecanismos de búsqueda automatizados, clasificación de muestras en distintas categorías ya establecidas o agruparlas cuando se desconoce el número de clases de forma previa.

Áreas o funciones que apoyan en las organizaciones:

Las redes neuronales pueden descubrir patrones de comportamiento, como los precios de cierta acción en una empresa, y esto apoya en la estadística predictiva. Por ejemplo, pueden determinar el impacto que tendrán diferentes estrategias sobre el negocio en uno o más escenarios (usando el método de Montecarlo o simulaciones estocásticas). Se aplican en análisis financiero para la asignación de recursos. Además, las redes neuronales artificiales ayudan en el campo de investigación de la neurociencia proporcionando pistas sobre la forma como trabaja el cerebro.

Beneficios y desventajas de cada uno:

Beneficios:

- No es necesario elaborar modelos a priori porque la red es capaz de aprender con el entrenamiento.
- Generalmente son fáciles de implementar.
- La red es capaz de autoorganizarse, es decir, puede modificar su propia conexión interna para lograr un objetivo específico.
- Suelen ser tolerantes a fallos porque el hecho de que deje de funcionar un cierto número de neuronas no hace que el sistema sufra una caída repentina (aunque sí se ve influenciado).
- Son capaces de operar en tiempo real, lo que significa que pueden proporcionar resultados casi al instante. Esto se cumple cuando las operaciones de las neuronas se procesan en paralelo.
- Son flexibles porque son capaces de manejar cambios no importantes de la información de entrada. Por ejemplo, si la información es una imagen, el procesamiento no se ve afectado por algún cambio de brillo en la misma.

Desventajas:

- Complejidad de aprendizaje para grandes tareas: cuanto más cosas se necesiten que aprenda una red, más complicado será enseñarle.
- Si tenemos un hardware que no es capaz de procesar muchos datos en paralelo, el procesamiento de la red neuronal puede consumir mucho tiempo, y como gran cantidad del hardware actual trabaja en serie, muchas veces las redes neuronales se descartan como soluciones viables a un problema.
- No hay reglas para construir una red apropiada para un problema dado (número de capas, número de unidades, tipo de interconexión, algoritmo de aprendizaje, etc.), y las redes no pueden determinar qué datos son los adecuados al momento de suministrárselos para su aprendizaje.
- La red no dice cuáles son las variables representativas del problema en cuestión. Por ejemplo, al momento de determinar si un matrimonio se va a separar, no dice si fue un factor determinante el tiempo que llevan de casados, la cantidad de hijos que poseen, la diferencia de edades, el área de su casa, etc., aunque estos parámetros hayan sido los que recibió de entrada.

Dos (2) ejemplos / Estudios de Caso

- En 1992, unos investigadores demostraron que las redes neuronales artificiales eran capaces de manejar el volante de vehículos manteniéndolos dentro de la carretera, siempre y cuando tuvieran asociada una cámara que fuera filmando el trayecto. Para esto fue necesario que un humano manejara primero durante un tiempo para proporcionarle a la red el proceso de aprendizaje.
- En el 2016, un grupo de ingenieros del MIT desarrolló un sistema de aprendizaje basado en una red neuronal convulsionada, que permitió que un sistema

proporcionara sonido a un vídeo mudo. El equipo aprovechó un lote de 1000 videos para entrenar a la red, para que identificara la apariencia física de los objetos en los vídeos y su sonido correspondiente. Luego se hizo una prueba en donde a un grupo de 400 participantes se les mostró tanto el video con el sonido original como el video con el sonido proporcionado por el algoritmo. A pesar de que sólo 22% creyeron que el sonido original era el proporcionado por el algoritmo, el resultado es bastante prometedor.

Fuentes:

- https://es.wikipedia.org/wiki/Red_neuronal_artificial
- https://www.ibiblio.org/pub/linux/docs/LuCaS/Presentaciones/200304curso-glisa/redes_neuronales/cursos-glisa-redes_neuronales.html/x38.html
- http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/flujointubarias/neuronal/neuronal_archivos/page0003.htm
- <https://www.youtube.com/watch?v=fP762NAkGu8>
- https://www.youtube.com/watch?v=jaElv_E29sk
- <https://www.youtube.com/watch?v=rmz1pzfDZUo>
- <https://www.youtube.com/watch?v=14tU9B4RelI>
- <https://fbusiness.wordpress.com/2011/10/09/redes-neuronales-aplicadas-al-modelo-organizativo-de-empresa/>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Software_de_redes_neuronales
- <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd98/TecInfo/07/capitulo2.html>
- <https://www.xataka.com/robotica-e-ia/las-redes-neuronales-que-son-y-por-que-estan-volviendo>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Dendrita>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Sinapsis>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Umbral_de_excitabilidad
- <http://www.redes-neuronales.com.es/tutorial-redes-neuronales/clasificacion-de-redes-neuronales-respecto-al-aprendizaje.htm>
- <https://www.xataka.com/robotica-e-ia/esta-red-neuronal-es-capaz-de-hacer-los-efectos-de-sonido-de-un-video-mudo>
- <https://sites.google.com/site/proyectointeligenciaartificial/indice/las-redes-neuronales/ventajas-de-las-redes-neuronales>
- <https://blog.es.logicalis.com/analytics/redes-neuronales-artificiales-funcionamiento-y-aplicacion-al-negocio>
- <http://www.analiticaweb.es/la-prediccion-del-dato-redes-neuronales-artificiales/>
- <http://redes-neuronales.wikidot.com/definicion-ventajas-desventajas>
- <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/jmmarin/esp/Expertos/CursoNN12.pdf>

SISTEMAS CRÍTICOS

Definición _____ **y** _____ **propósito:**

Los fallos de funcionamiento del software son relativamente comunes. En la mayoría de los casos, estos fallos provocan molestias, pero no daños graves ni a largo plazo. Sin embargo, en

algunos sistemas un fallo de funcionamiento puede ocasionar pérdidas económicas significativas, daño físico o amenazas a la vida humana. Estos sistemas se conocen como sistemas críticos.

Los sistemas críticos son sistemas técnicos o socio-técnicos de los cuales dependen las personas o los negocios. Si estos sistemas no ofrecen sus servicios de la forma esperada, pueden provocar graves problemas y pérdidas importantes.

Estructura / Elementos / Componentes:

Hay tres tipos principales de sistemas críticos:

1. *Sistemas de seguridad críticos.* Son sistemas cuyo fallo de funcionamiento puede provocar perjuicio, pérdida de vidas o daños graves al medio ambiente. Un ejemplo de un sistema de seguridad crítico es un sistema de control para una planta de fabricación de productos químicos.

2. *Sistemas de misión críticos.* Son sistemas cuyo fallo de funcionamiento puede provocar errores en algunas actividades dirigidas por objetivos. Un ejemplo de un sistema de misión crítico es un sistema de navegación para una nave espacial.

3. *Sistemas de negocio críticos.* Son sistemas cuyo fallo de funcionamiento puede provocar costes muy elevados para el negocio que utiliza un sistema de este tipo. Un ejemplo de un sistema de negocio crítico es un sistema de cuentas bancarias.

La propiedad más importante de un sistema crítico es su confiabilidad. El término confiabilidad fue propuesto por Laprie (Laprie, 1995) para hacer referencia a las siguientes propiedades relacionadas de los sistemas: disponibilidad, fiabilidad, seguridad y protección. Tal y como se indica en la Sección 3.2, estas propiedades están enlazadas inextricablemente; por lo tanto, tener un único término para referirse a todas ellas tiene sentido.

Existen varias razones por las que la confiabilidad es la propiedad más importante de los sistemas críticos:

1. ***Los sistemas que son no fiables, inseguros o desprotegidos son rechazados a menudo por sus usuarios.***
2. ***Los costes de los fallos de funcionamiento del sistema pueden ser enormes.***
3. ***Los sistemas no confiables pueden provocar pérdida de información.***

El elevado coste de un fallo de funcionamiento en los sistemas críticos implica que se deben usar métodos y técnicas confiables en su desarrollo. Como consecuencia, los sistemas críticos generalmente se desarrollan utilizando técnicas muy probadas en lugar de técnicas novedosas que no han sido objeto de una extensa experiencia práctica. En vez de utilizar métodos y técnicas novedosas, los desarrolladores de sistemas críticos son conservadores por naturaleza.

Prefieren utilizar técnicas antiguas cuyas ventajas e inconvenientes son muy conocidos,

en lugar de nuevas técnicas que aparentemente son mejores pero cuyos problemas a largo plazo se desconocen.

Los costes de un fallo de funcionamiento de los sistemas críticos generalmente son tan altos que es necesario contar con personal adicional en el sistema que pueda hacer frente a situaciones inesperadas, y que pueda recuperar el funcionamiento normal del sistema cuando las cosas van mal. Desde luego, a pesar de que los operadores del sistema pueden ayudar a recuperarlo cuando algo va mal, ellos mismos a su vez pueden generar problemas si cometen errores. Existen tres tipos de «componentes de sistemas» susceptibles de generar un fallo en el sistema:

1. El hardware del sistema puede fallar debido a errores en su diseño, también debido a que los componentes fallan como resultado de errores de fabricación, o debido a que dichos componentes han llegado al final de su vida útil.
2. El software del sistema puede fallar debido a errores en su especificación, diseño o implementación.
3. Los operadores del sistema pueden provocar fallos en el sistema debido a un uso incorrecto

Información que manejan:

La información que se maneja en general suele ser información de control, biológica, médica, farmacéutica, aeronáutica, espacial, de energía, seguridad o datos económicos. La descripción de la información puede ser muy variada, pero el factor común es su condición de información crítica para un proceso en específico.

Organizaciones que típicamente los utilizan:

Hay muchos tipos de sistemas informáticos críticos, desde sistemas de control para dispositivos y maquinarias hasta sistemas de información y comercio electrónico. Éstos podrían ser excelentes casos de estudio para un libro de ingeniería del software, ya que con frecuencia se usan en su desarrollo técnicas avanzadas de ingeniería del software. Sin embargo, comprender estos sistemas puede resultar muy difícil, puesto que es necesario comprender las características y restricciones del dominio de la aplicación en el que operan.

Las organizaciones que típicamente los utilizan son aquellas que pertenecen a los tres tipos principales de sistemas críticos, es decir, que requieren que el sistema no falle por ningún motivo, tales como aquellos en los que se manejan situaciones peligrosas, que requieren un margen de error extremadamente bajo para cumplir objetivos específicos, o que el costo por un fallo sea demasiado alto.

Áreas o funciones que apoyan en las organizaciones:

Por lo general apoyan en las áreas cruciales para el funcionamiento de las organizaciones a las que les interesan, y cumplen funciones varias dependiendo del tipo de problema crítico. Un sistema de esta índole es robusto y bien documentado, y por lo tanto sólo se implementan en áreas que puedan asumir el gasto técnico del personal adicional capacitado, pruebas exhaustivas y documentación específica.

Beneficios y desventajas de cada uno:

Beneficios:

-Los sistemas críticos generalmente se desarrollan utilizando técnicas muy probadas en lugar de técnicas novedosas que no han sido objeto de una extensa experiencia práctica. En vez de utilizar métodos y técnicas novedosas, los desarrolladores de sistemas críticos son conservadores por naturaleza. Prefieren utilizar técnicas antiguas cuyas ventajas e inconvenientes son muy conocidos, en lugar de nuevas técnicas que aparentemente son mejores pero cuyos problemas a largo plazo se desconocen.

-Los sistemas críticos bien elaborados cumplen con su objetivo con poco margen de error, siendo esenciales y primordiales para realizar roles que un sistema menos estrictamente elaborado no cumpliría correctamente.

Desventajas:

-Es particularmente importante que los diseñadores de los sistemas críticos adopten una perspectiva holística del sistema en lugar de centrarse en un único aspecto del mismo. Si el hardware, el software y las formas de utilización del sistema se diseñan de forma separada sin tener en cuenta los puntos débiles potenciales del resto de las partes del sistema, entonces será más probable que los errores se produzcan en las interfaces entre las distintas partes del sistema.

-Debido al diseño adicional, implementación y costes de validación, el incremento de la confiabilidad de un sistema puede hacer crecer significativamente los costes de desarrollo. En particular, los costes de validación son elevados para los sistemas críticos. Además de validar que el sistema cumple con sus requerimientos, el proceso de validación tiene que comprobar que el sistema es confiable a través de un sistema de regulación externo.

Cuanto mayor sea la confiabilidad que se necesita, más habrá que gastar en probar y chequear que efectivamente se ha alcanzado dicho nivel de confiabilidad. Debido al carácter exponencial de esta curva coste/confiabilidad, no es posible demostrar que un sistema es totalmente confiable, ya que los costes necesarios para asegurar esto podrían ser infinitos.

Dos (2) ejemplos / Estudios de Caso de cada tipo de SI:

1. Sistemas de seguridad críticos:

- Sistema de control para una planta de fabricación de productos químicos.
- Sistema de control y seguridad para una planta nuclear.

2. *Sistemas de misión críticos:*

- Sistema de navegación para una nave espacial.
- Sistema de acoplamiento para carga de combustible de un avión a otro.

3. *Sistemas de negocio críticos:*

- Sistema de cuentas bancarias.
- Sistema de proveedores de servicios de hosting/bases de datos.

Fuentes:

Aquí van colocando las páginas de donde van obteniendo la información.

- <http://es.slideshare.net/difago/sistemas-crticos>
- https://www.academia.edu/4590951/Ingenier%C3%ADa_del_softwareTraducci%C3%B3nIntroducci%C3%B3n_Sistemas_socio-t%C3%A9cnicos_Sistemas_cr%C3%ADticos

Referencias adicionales:

<http://sig03-2009.blogspot.com/2009/07/sistemas-criticos.html>