

VI.2 EVA: EVOLUCIÓN APLICADA

*Claudia Marina Vicario Solórzano**

*Francisco Javier Aguilar Vallejo***

Resumen

Evolución Aplicada (EVA) constituye un nuevo enfoque en el proceso de análisis y desarrollo de sistemas, propone un acercamiento a la inteligencia de los mismos aprovechando los recursos ya existentes. En este proyecto se sugiere la creación de una máquina que permita a los sistemas integrarse, adaptarse y mejorar, permitiéndoles la continuidad; en otras palabras, que les de la posibilidad de evolucionar.

A esa máquina le hemos denominado máquina de evolución, la cual constituye una estructura que permite implementar Sistemas Evolutivos sumando a cualquier aplicación la capacidad de evolución.

Se presenta a continuación el diseño lógico de lo que se ha denominado (EVA), resultado de la investigación y estudio que sobre los Sistemas Evolutivos se realiza en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) México.

I FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Las áreas del conocimiento que constituyen las bases teóricas en que se cimenta el desarrollo de este proyecto son:

1) *Lenguajes y Gramáticas*. Con el empleo de gramáticas como medio de representación del conocimiento, la implementación del sistema resulta más eficiente además de ofrecer características especiales. El uso de gramáticas en nuestro proyecto es semejante al uso de los mismos en compiladores tradicionales. Es decir, nos permiten el reconocimiento de lenguajes en el proceso de comunicación con el usuario.

* Claudia Marina Vicario Solórzano, **Francisco Javier Aguilar Vallejo cursaban el séptimo semestre de UPIICSA cuando realizaron este trabajo en diciembre 1989. Eran propietarios desde entonces de la empresa TECCIZ de México

2) *Teoría de la Información*. Estamos conscientes de que hay información en todo el universo, y que existen leyes que la rigen, lo único que hacemos al igual que en cualquier sistema, es transformarla pero siguiendo ciertos lineamientos que establecen orden y coherencia, permitiendo que los sistemas adquieran la capacidad de evolucionar.

3) *Sistemas*. Desde nuestro punto de vista un sistema está compuesto por tres elementos fundamentales (datos, procesos y estructura) siendo esta última el punto de acción del proyecto que aquí se propone ya que es posible obtener diversos resultados, con sólo modificarla sin que sea necesario alterar los datos y procedimientos (figura 1).

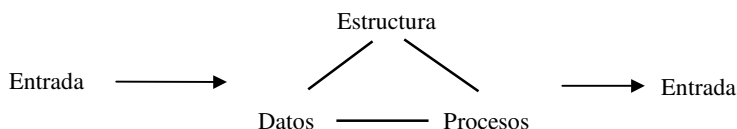


Figura 1. Componentes de un sistema

4) *Procesos de aprendizaje*. Consideramos que existen dos formas básicas de aprender (memorización y conceptualización). Hasta hace poco tiempo la manera en que los sistemas pretendían adquirir conocimiento era sólo almacenando grandes cantidades de datos (memorización), sin embargo, el proyecto busca lograr el aprendizaje cognoscitivo (conceptual), mediante la implementación de estructuras gramaticales para representar conocimiento.

5) *Evolución*. Es un proceso de transformación controlada que tiene la finalidad de acercar un sistema al logro de sus objetivos, mejorando, adaptando, integrando o substituyendo los medios para alcanzar dichos objetivos.

II EVA: APLICACIONES EVOLUTIVAS

EVA es más que un proyecto de sistemas, constituye un enfoque en el proceso de análisis y desarrollo de los mismos, una filosofía

en la que se conjuntan los aspectos más importantes para el desarrollo de nuevas tecnologías, ya que busca:

- 1) *Cubrir las necesidades actuales en materia de información.*
- 2) *Crear software comercial competitivo y novedoso.*
- 3) *Constituir un eslabón más en el camino a la creación y uso de aplicaciones inteligentes.*

La principal preocupación es la minimización de los costos de implantación y desarrollo.

Propone un acercamiento a la inteligencia de los sistemas, aprovechando recursos ya existentes y avances en materia de Inteligencia Artificial (IA), es decir, en su objetivo no sólo está el crear nuevas aplicaciones con características pseudointeligentes, sino dar la posibilidad a las actuales de adquirirlas; tal y como lo hiciera, un “viejo” que renueva sus conocimientos y habilidades (en la medida de sus posibilidades, para “adaptarse a las condiciones actuales de su realidad”).

EVA sugiere crear una máquina que permite a los sistemas integrarse, adaptarse y mejorar, permitiéndoles la continuidad. En otras palabras, que les de la posibilidad de evolucionar.

A esa máquina le hemos denominado máquina de evolución ya que es una máquina lógica que permite la evolución de las aplicaciones; por lo que las convierte en “aplicaciones evolutivas”.

Una aplicación evolutiva es como cualquier sistema evolutivo, un software capaz de aprender de su medio ambiente, es decir, que adquiere conocimiento y lo utiliza describiendo un comportamiento que asemeja al humano. Un sistema evolutivo permite la comunicación con el usuario en su propio lenguaje y la ejecución de instrucciones de manera automática en relación a la orden recibida.

Para que un sistema evolutivo adquiriera conocimiento es necesario que aprenda dos cosas:

- 1) *El vocabulario.*

2) *El significado* de cada una de las palabra del vocabulario, ya que esta última parte es la que le permite comprender la orden y en su caso ejecutarla.

Un sistema evolutivo ideal es aquel que aprende de manera automática ambas cosas, sin embargo, hasta el momento ha sido muy difícil partir de “cero conocimientos” y lograr que un sistema adquiriera la información sobre el cómo hacer las cosas (rutinas) sin la intervención de un técnico o en su caso sin que sea sólo para alguna aplicación particular.

Dada esta situación, nuestra propuesta busca obtener aplicaciones evolutivas que aprendan del usuario el vocabulario y del técnico las rutinas correspondientes, aunque por el momento de manera manual, en este último caso; considerando para posteriores versiones la posibilidad de implementar un método general que permita la automatización del mismo (figura 2).

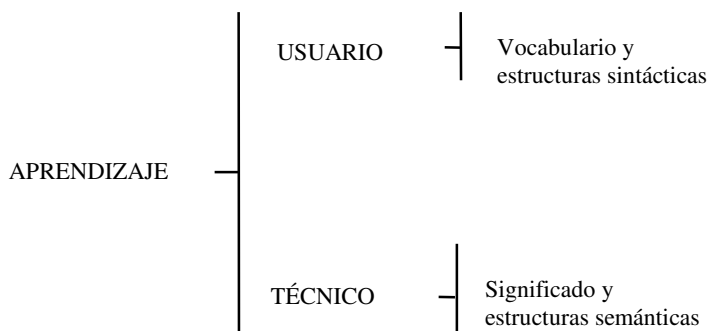


Figura 2. Fuentes de adquisición del conocimiento

Tradicionalmente se venían creando aplicaciones evolutivas de propósito particular, sin embargo, observando que ellas contenían estructuras internas muy similares que les da capacidad evolutiva, consideramos que cualquier sistema puede convertirse en un sistema evolutivo si se le dan de alguna manera la capacidades para evolucionar y pensamos en la posibilidad de crear una estructura general que “inyecta” a cualquier aplicación dicha capacidad.

Una máquina de evolución (ME) no es un generador de sistemas evolutivos ya que no trabaja como un sistema al que se le proporcionan datos específicos y en base a un molde genera automáticamente sistemas con las características de ese molde; una ME es más bien, una estructura que permite “implantar sistemas evolutivos, sumando a cualquier aplicación la capacidad de Evolución”:

$$\text{APLICACIÓN} + \text{CAPACIDAD DE EVOLUCIÓN} = \\ \text{APLICACIÓN EVOLUTIVA}$$

Se espera que al usar una máquina con estas características el usuario logre integrar aplicaciones nuevas y existentes; obteniendo así un sistema diferente que cada vez será más poderoso ya que no sólo tendrá la posibilidad de comunicarse en cualquier lenguaje, sino que integrará las características de numerosas aplicaciones e innovaciones y que aprenderá nuevas actividades como si tuviera la inteligencia que permite a un niño aprender a sumar, después a multiplicar y así cada vez a realizar operaciones más complejas.

La propuesta es pues “generalizar la creación y uso de aplicaciones evolutivas”, partiendo de la premisa de que la tendencia es que el conocimiento se convierta en el recurso más importante de las organizaciones y de la vida futura en general como una solución a la problemática de administración del mismo.

III ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE UNA APLICACIÓN EVOLUTIVA

A continuación se describen los elementos que conforman a una máquina de evolución (véase la figura 3) la cual es una estructura, que establece una adecuada interrelación entre los elementos que componen a un sistema tradicional y los módulos de aprendizaje, comunicación y control.

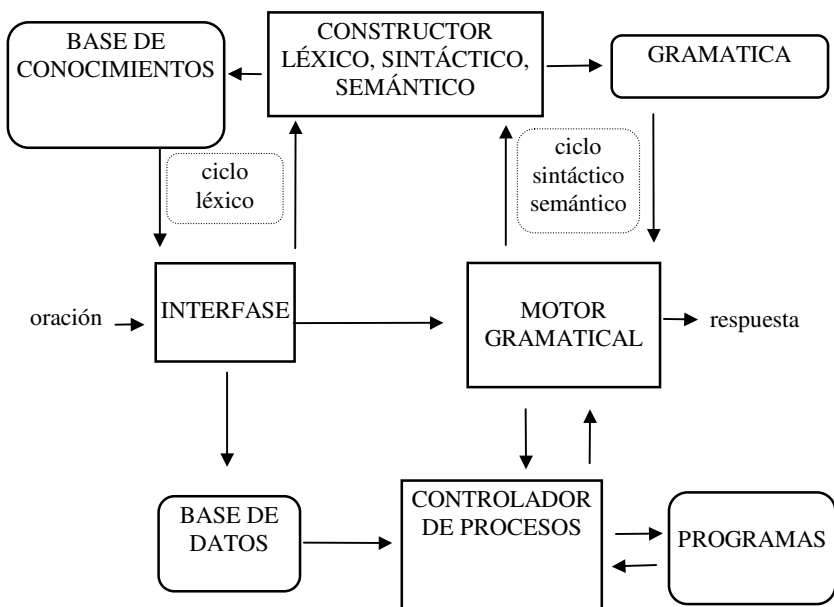


Figura 3. Diagrama estructural de la máquina de evolución

1 ELEMENTOS ESTÁTICOS

Son los que aportan las características de evolución y aprendizaje, se consideran estáticos por que se mantienen sin cambio en su estructura durante el proceso de ejecución, ellos, realizan las tareas de establecer un medio común de comunicación con el usuario, controlar los procesos de aprendizaje, realizar las operaciones necesarias para ejecutar las acciones solicitadas por el usuario y principalmente coordinar la interacción de todos los procesos.

El conjunto de módulos de comunicación, aprendizaje y control, constituyen los elementos estáticos (figura 4), dichos módulos son de carácter general, es decir, que fueron contruidos con las características necesarias para que, en conjunto, sean considerados como un shell (cascarón estructural) el cual ha de ser llenado con la información específica que en principio se tome de alguna aplicación determinada.

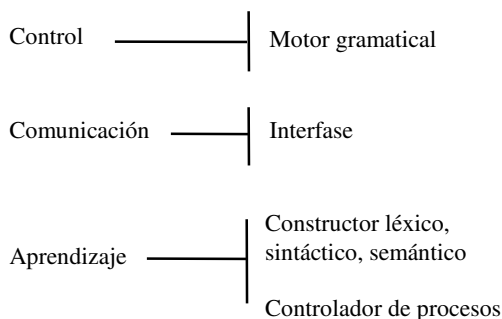


Figura 4. Módulos de los elementos estáticos

1) *El Motor Gramatical*. Coordina y controla las acciones de las operaciones que se realizan entre los módulos, determina el momento en que ha de ejecutarse un proceso e indica el éxito o fracaso del intento de ejecución.

El motor gramatical, durante la sesión de trabajo, establece un ciclo iterativo de procesos que comienza con la puesta en marcha del módulo interfase, este entrega como resultado de su intervención una cadena canónica que se toma como oración de arranque para el motor, el análisis sintáctico de dicha oración determina el curso de acción a seguir, ya sea la ejecución de una rutina o la llamada a escena del módulo de aprendizaje para registrar un conocimiento nuevo, el motor le indica constantemente el estado actual en que se encuentra el sistema y la ejecución de sus tareas con el fin de ofrecer un monitoreo del éxito o fracaso de alguna operación.

Tiene a su cargo diferentes funciones, las mas importantes son: análisis sintáctico, análisis semántico, adquisición de conocimiento y ejecución de acciones.

i) *El análisis sintáctico*. Verifica la validez sintáctica de la cadena canónica de entrada, durante dicho proceso se efectúa consecuentemente la ejecución de las operaciones indicadas en las rutinas semánticas asociadas en la gramática con atributos. Este módulo indica solo el arranque de los procesos.

Si la cadena canónica no se reconoce por la gramática, se inicia un proceso de corrección aprendizaje.

ii) *El análisis semántico*. Durante este se incorporan las rutinas semánticas a la gramática que son las que determinan el significado de las oraciones canónicas y ejecutan las acciones resultantes de la interpretación semántica.

iii) *Adquisición de conocimiento*. Esta función se invoca cuando el motor gramatical detecta un conocimiento nuevo (que no se tiene) por lo que el sistema pasa el control al módulo de construcción LSS.

iv) *Ejecución de acciones*. Durante el análisis sintáctico de la canónica de entrada, se realiza también un proceso de identificación y ejecución de rutinas semánticas (las cuales se encuentran de manera explícita y en forma de llamadas en la gramática) cuando se detecta una llamada a alguna rutina semántica, el motor gramatical indica al módulo controlador de procesos cual es la rutina que ha de ejecutar.

v) *Coordinación y control de módulos*. Las acciones que realiza la máquina de evolución están de alguna manera controladas por el motor gramatical el cual debe su comportamiento principalmente al seguimiento de las estructuras gramaticales que representan a sus conocimientos.

2) *La Interfase*. Permite establecer un medio de comunicación entre entidades hombre-máquina, sistema-sistema, dispositivo analógico-aplicación.

La comunicación se lleva a cabo considerando el lenguaje natural del usuario (o de la entidad que se trate)

El módulo interfase recibe una oración del usuario que es sometida a un análisis léxico con el objeto de identificar las unidades léxicas que la componen, en ese proceso se verifica la existencia de dichas unidades en la Base de Conocimientos, si por el contrario, alguna no existe, en ese momento se inicia un proceso de aprendizaje controlado por el módulo constructor, con lo cual se completa el ciclo léxico del sistema.

Si la oración se reconoce satisfactoriamente, se genera la oración canónica.

El proceso de comunicación que controla el módulo Interfase, puede realizarse no sólo entre hombre y máquina, sino, puede ser entre máquina-máquina o contando con la instalación técnica adecuada también puede reconocer e interpretar señales eléctricas vistas como “oraciones de entrada”.

Para cumplir con el objetivo de este módulo, se realiza una serie de funciones secundarias que pueden englobarse en tres principales.

i) *Identificación de unidades léxicas.* Las oraciones de entrada están compuestas de elementos gramaticales llamados unidades léxicas, las cuales están definidas por patrones, la cadena oración se analiza carácter por carácter hasta encontrar su relación con algún patrón, de esta manera conforme se reconocen cada una de las componentes de la oración se construye la oración canónica.

ii) *Reconocimiento y adquisición de patrones léxicos nuevos.* Los elementos en que se puede descomponer una oración se diferencian entre si por el tipo al que pertenecen o por la forma que tienen, cada tipo está relacionado con un patrón el cual define como debe estar constituida una unidad léxico para que pertenezca al conjunto de cadenas generadas por dicho patrón.

Cuando se tiene una unidad léxica que no se relaciona con ningún patrón conocido, seguramente se trata de un error en la escritura de la oración, pero pudiera ser que fuera un tipo de dato nuevo, en ese caso el módulo interfase debe identificar el “tipo” de dato que se trata para crear un patrón nuevo y entonces agregarlo al conjunto de patrones ya conocidos.

iii) *Construcción de canónicas.* Una vez que se han identificado las unidades léxicas de la oración, se construye una cadena adicional, la cual corresponde a la oración canónica.

3) *Constructor Léxico, Sintáctico, Semántico*. Es el encargado de controlar los procesos de aprendizaje. En el momento en que el sistema se encuentre con información no conocida, es este módulo quien toma el control y efectuará una serie de operaciones con el fin de establecer si se trata de un error en los datos o si efectivamente es un conocimiento nuevo.

El proceso al que se somete la oración depende del origen del problema, ya que puede ser léxico o sintáctico. Cuando es de carácter léxico se efectúan operaciones de actualización en la base de conocimientos, por otro lado, cuando se trata de sintaxis, se obtiene el significado de cada elemento de la oración, para generar la cadena canónica, la cual se somete a procesos de factorización y recursividad (operaciones de inferencia gramatical) para obtener la gramática generativa que sustituye a la anterior. Con esto, en una segunda pasada, la oración que se examina ahora sí se reconoce y se ejecuta el significado resultante.

Las funciones más importantes de éste módulo son:

- i) *Validación de información*. Los componentes de la oración de entrada deben relacionarse con la información que existe en la base de conocimientos. El propósito de esta función es verificar la congruencia de la información que entra en relación con la ya existente.
- ii) *Obtención de significados*. En el momento que se descartó la posibilidad de error de escritura en la oración de entrada, el sistema asume que se trata de un conocimiento nuevo, el cual puede ser una palabra nueva, un sinónimo o una estructura no contemplada en la gramática. Enseguida se dispone a investigar cual es el significado de esa oración o palabra. Para lograrlo se inicia una sesión de preguntas al usuario técnico respecto a dicho significado. En las respuestas se pueden emplear conceptos conocidos o definir nuevos con lo que se construye una red semántica que relaciona palabras con significados.

iii) *Reestructuración del conocimiento.* La adquisición de conocimiento nuevo puede afectar directamente a la estructura de significados existente hasta ese momento, de tal manera que se efectúe una reestructuración completa de las relaciones en la base de conocimientos, con lo que se amplía la capacidad de reconocimiento de oraciones y en algunos casos, la asociación de significados se modifica en gran medida.

4) *Controlador de procesos.* Realiza las operaciones necesarias para la ejecución de los procesos que están relacionados con una acción específica solicitada por el motor gramatical.

El controlador trata de proporcionar los recursos de información necesarios para la ejecución de las rutinas semánticas. Al finalizar la ejecución de los procesos se genera un estado de resultado en el que se registra el éxito o fracaso de una operación.

Las funciones principales de éste módulo son:

i) *Identificación de procesos.* Las llamadas que efectúa el motor gramatical durante el análisis sintáctico a las rutinas semánticas son detectadas por el controlador con el fin de identificar cuales son los procesos o rutinas que deben ejecutarse.

ii) *Preparar el ambiente de ejecución.* Los procesos que previamente fueron seleccionados, requieren de cierta información para la realización de sus tareas, esta información está determinada por las condiciones establecidas por el motor gramatical. Por lo tanto, es necesario contar con los recursos de información que cada rutina necesita.

iii) *Ejecución de procesos.* Como fase final, el controlador supervisará la ejecución de los procesos para asegurar su aplicación correcta.

2 ELEMENTOS DINÁMICOS

Los elementos dinámicos se mantienen en constante cambio y transformación durante la ejecución del sistema, ya que son el resultado final de los procesos de aprendizaje, estos constituyen el conocimiento adquirido por el sistema y por lo tanto revisten gran importancia, estos elementos son:

- 1) *Gramática con atributos.*
- 2) *Base de conocimientos.*
- 3) *Base de datos.*
- 4) *Procesos (rutinas semánticas).*

CONCLUSIONES

Es evidente que el manejo del conocimiento tiende a convertirse en la temática más importante a considerar en el desarrollo de sistemas.

Creemos que la búsqueda de técnicas y mecanismos que faciliten el manejo del mismo debe constituir la tarea a la que deben dedicarse varios investigadores en este momento.

Las aplicaciones evolutivas son, en este sentido, una propuesta de solución a este problema. Sin embargo, el desarrollo de nuevas teorías sobre sistemas inteligentes no es suficiente. La situación actual exige soluciones tangibles y en tiempo real. Por lo que se hace necesaria la participación de investigadores de diferentes áreas trabajando conjuntamente para ver cristalizados los resultados que se esperan.