**AGENTES DE SOFTWARE – Clase 13**

Antes de intentar definir qué es un Agente de software, primero intentemos comprender el significado y las características de un agente. Todos estamos, en un sentido u otro, familiarizados con el concepto de agente. Probablemente la mayoría de nosotros hemos tratado con agentes de viajes y conocemos el papel que desempeñan. El principal papel representativo de una agencia de viajes, por ejemplo, es que *actúa en nombre de otros* . Esta característica puede considerarse como la primera propiedad fundamental de la agencia. Un agente de viajes actúa en nombre de un viajero en un grado variable de autonomía. Es decir, cuando un agente de viajes llama a una aerolínea para reservar un asiento, lo hace de forma autónoma; es decir, no le dicen a la aerolínea para quién necesitan un asiento, solo dicen que necesitamos un asiento. Esta es la segunda característica de la agencia: la *autonomía* . Una tercera característica de un agente es el grado de *proactividad* y *reactividad* en su comportamiento. Por ejemplo, una vez que un agente recibe los detalles de sus tareas, trata proactivamente de alcanzar las metas definidas por las tareas asignadas. Y reacciona a los cambios en los datos disponibles modificando su plan. Los agentes también pueden exhibir otros atributos, que incluyen: *aprendizaje* , *cooperación* y *movilidad* .

**¿Qué es un Agente?**

Con base en la discusión anterior, un agente puede definirse, junto con sus características, de la siguiente manera:

*Un agente es una entidad que:*

* actúa en nombre de otros de manera autónoma
* realiza sus acciones en cierto nivel de proactividad y reactividad
* exhibe algunos niveles de los atributos clave de aprendizaje, cooperación y movilidad.

Esta definición, que se basa en la definición dada en es igualmente cierta para los agentes de software. Pero, ¿qué es exactamente un agente de software y en qué se diferencia de un objeto de software? Puede pensar en un agente de software como uno (o más) objetos de software que se ajustan a las características anteriores de los agentes y pueden describirse como inhibidores de computadoras y redes, ayudando a los usuarios con tareas basadas en computadoras. Sin embargo, es responsabilidad del programador determinar qué puede hacer un agente, así como la información requerida del usuario o del software para que un agente realice sus acciones de manera reactiva. El comportamiento del agente puede ser configurado por otro software, que puede considerar como una especie de súper agente , que bifurca (o clona) nuevos agentes cuando una tarea requiere ayuda adicional.

**Clasificación de Agentes de Software**

La clasificación se refiere al estudio de tipos y entidades. Hay varias dimensiones para clasificar los agentes de software existentes. Se pueden clasificar según : las tareas que realizan; su arquitectura de control; el alcance y la eficacia de sus acciones; el rango de sensibilidad de sus sentidos; o cuánto estado interno poseen [6]. En este artículo clasificamos a los agentes, junto con varias características ideales y primarias que deben exhibir los agentes. Identificamos tres características: *autonomía* , *aprendizaje* y *cooperación* , que hemos discutido en la Sección 1. Nuestra clasificación aquí se basa en [4]. Comencemos elaborando un poco más sobre estas características. La autonomía se refiere a la característica de que un agente puede operar por sí mismo sin necesidad de guía humana. En otras palabras, un agente tiene un conjunto de estados y objetivos internos, actúa de tal manera que cumple sus objetivos en nombre del usuario. Para hacerlo, un agente debe ser proactivo en el sentido de que tiene la capacidad de tomar la iniciativa en lugar de actuar simplemente en respuesta a su entorno [15]. La cooperación con otros agentes es necesaria para llevar a cabo una tarea complicada. Sin embargo, para cooperar, un agente debe poseer una habilidad social que le permita interactuar con otros agentes. Finalmente, un agente es inteligente si es capaz de aprender y sentir como actúa y reacciona a su entorno externo. Estas tres características de los agentes se utilizan para derivar algunos tipos de agentes para incluirlos en nuestra clasificación, como se muestra en la Figura 1.

**Agentes de interfaz**

Los agentes de interfaz realizan tareas para sus propietarios enfatizando la autonomía y el aprendizaje [16]. Apoyan y brindan asistencia a un usuario que está aprendiendo a usar una aplicación en particular, como una hoja de cálculo. El agente aquí observa las acciones que lleva a cabo el usuario y trata de aprender nuevos atajos, luego intentará sugerir mejores formas de hacer la misma tarea. Como señala P. Maes , la metáfora clave que subyace a los agentes de interfaz es la de un asistente personal que colabora con el usuario en el mismo entorno de trabajo. Los agentes de interfaz aprenden a ayudar mejor a sus usuarios de cuatro maneras [8]:

* Observando e imitando al usuario
* Mediante la recepción de comentarios positivos y negativos del usuario.
* Al recibir instrucciones explícitas del usuario
* Pidiendo consejo a otros agentes

Si bien los agentes de interfaz piden consejo a otros agentes (aprender de sus compañeros), su cooperación con otros agentes , sin embargo, es limitada.

El objetivo del trabajo de P. Maes sobre los agentes de interfaz fue inicialmente migrar de la metáfora de la manipulación directa a una que delega algunas de las tareas a los agentes de interfaz de software para adaptarse a los usuarios novatos. Con el crecimiento explosivo de la Web, ya medida que nos acercamos al siglo XX, tenemos tantos usuarios de computadoras sin capacitación como microprocesadores. Por lo tanto, hay una brecha que se vuelve más evidente a medida que avanzamos con las computadoras. Las interfaces informáticas actuales , por ejemplo, no hacen nada a menos que des órdenes desde el teclado, el ratón o la pantalla táctil. Por lo tanto, la computadora es simplemente una entidad pasiva que espera sus comandos para ejecutarlos. No nos proporciona ninguna ayuda cuando deseamos realizar algunas tareas complejas. En el futuro, los agentes de interfaz, así como los agentes de información (como se analiza más adelante), pueden conocer los intereses de los usuarios y actuar de forma autónoma en su nombre. Eso es lo que los investigadores en el área de la tecnología de agentes tienen grandes esperanzas.

**Agentes Colaborativos**

Como la proliferación de las redes informáticas de comunicación supuso un gran paso hacia el desarrollo de las “sociedades virtuales”. La colaboración entre individuos (en la sociedad virtual) requiere que los vínculos de comunicación se establezcan y utilicen de manera efectiva. La Inteligencia Artificial Distribuida, que es un subcampo de la Inteligencia Artificial, se ocupa de una sociedad virtual de solucionadores de problemas (agentes) que interactúan para resolver un problema común.

El objetivo de los agentes colaborativos es interconectar agentes colaborativos desarrollados por separado, permitiendo así que el conjunto funcione más allá de las capacidades de cualquiera de sus miembros. Implementar formas eficientes de cooperación entre agentes es en realidad uno de los temas centrales para el desarrollo de Sistemas Multi-Agente.

Una de las motivaciones para tener agentes colaborativos es proporcionar soluciones a problemas inherentemente distribuidos, como la red de sensores distribuidos o el control del tráfico aéreo .

**Agentes de Información**

El crecimiento explosivo de la información en Word-Wide Web ha dado lugar a agentes de información (también conocidos como agentes de Internet) con la esperanza de que estos agentes puedan ayudarnos a administrar, manipular o recopilar información de muchos recursos distribuidos [7 ]. Sin embargo, uno puede notar que los agentes de información parecen un poco similares a los agentes de interfaz [16]. Sin embargo, es importante tener en cuenta que no todos los tipos de agentes discutidos aquí comenzaron al mismo tiempo. Entonces, con el crecimiento explosivo de la información y la necesidad de herramientas para administrar dicha información, uno esperaría cierto grado de superposición entre los objetivos de algunos agentes. Sin embargo, una distinción entre los agentes de interfaz y los de información es que los agentes de información se definen por *lo que hacen* , en contraste con los agentes de interfaz que se definen por *lo que son* .

Hay algunos agentes de interfaz, desarrollados en MIT Media Lab, que han sido desplegados para roles basados en web y, por lo tanto, pueden considerarse agentes de información. Una característica importante de los Agentes de Información es que pueden ser estáticos o móviles.

Los agentes de información son más útiles en la Web, donde pueden ayudarnos con tareas mundanas. Por ejemplo, llevamos a cabo acciones que pueden consumir mucho tiempo ( por ejemplo , buscar información en la Web). ¿Por qué la computadora ( por ejemplo , un agente de información) no lleva a cabo tales tareas por nosotros y luego nos presenta los resultados?

**Agentes reactivos**

Los Agentes Reactivos actúan y responden de manera estímulo-respuesta al estado actual del entorno en el que están incrustados. P. Maes destaca las siguientes tres ideas clave que sustentan los agentes reactivos.

* Funcionalidad emergente: la dinámica de la interacción conduce a la complejidad emergente.
* Descomposición de tareas: un agente reactivo se considera un conjunto de módulos que funcionan de forma autónoma y son responsables de tareas específicas ( p. ej ., detección, computación, etc.).
* Tienden a operar en representaciones que están cerca de los datos de sensores sin procesar.

Hasta ahora, hay un número relativamente pequeño de aplicaciones basadas en agentes de software reactivo. Una buena área de aplicación para ellos parece ser la industria del entretenimiento. Los investigadores de Philips ya están trabajando en video digital y animación de agentes reactivos basada en gráficos 3D.

**Agentes Híbridos**

Los Agentes Híbridos se refieren a aquellos agentes cuya constitución es una combinación de dos o más filosofías de agente dentro de un agente singular. Estas filosofías pueden ser móviles, de interfaz, de información, colaborativas, etc. El objetivo de tener agentes híbridos es la idea de que los beneficios que se obtienen al tener la combinación de filosofías dentro de un solo agente son mayores que las ganancias obtenidas del mismo agente basado en una filosofía singular. Un ejemplo de esto son *los agentes de interfaz colaborativa*.

**NOTA** : El autor cree que los agentes móviles (que se analizan a continuación) en realidad pueden considerarse agentes híbridos, porque para que un agente móvil sea útil, es posible que tenga que ser reactivo, proactivo y colaborativo, por ejemplo.

**Agentes Móviles**

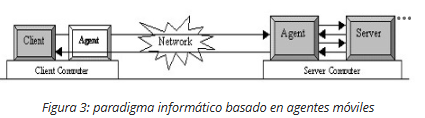
Un agente de software es un agente de software *móvil* si puede migrar de un host a otro para trabajar en un entorno de red heterogéneo. Esto significa que también debemos considerar el entorno de software en el que existen los agentes móviles. Esto se denomina entorno de agente móvil, que es un sistema de software distribuido en una red de computadoras heterogéneas y su tarea principal es proporcionar un entorno en el que puedan ejecutarse los agentes móviles. Tenga en cuenta que no solo un agente se transporta a sí mismo, sino también su estado. Cuando llega al nuevo host, el agente debería poder funcionar correctamente en el nuevo entorno.

**De nuevo Paradigma por Computación Distribuida**

El principio central de la programación distribuida actual es la llamada a procedimiento remoto (RPC). El enfoque RPC, que se concibió en la década de 1970, considera que la comunicación de computadora a computadora permite que una computadora llame a un procedimiento en otra. En RPC, todos los mensajes pasan por la red, cada uno solicita o reconoce las acciones de un procedimiento. Este enfoque, sin embargo, tiene sus propias limitaciones. En particular, todas las interacciones entre el cliente y el servidor deben pasar por la red, como se muestra en la Figura 2.



 Otro enfoque que está formando un nuevo paradigma para la computación distribuida es el que emplea agentes móviles. Inicialmente, este enfoque se conocía como Programación Remota. El enfoque de programación remota considera la comunicación de computadora a computadora como una computadora no solo para llamar a los procedimientos en otra, sino también para proporcionar los procedimientos que se realizarán. Cada mensaje que pasa por la red comprende un procedimiento que debe realizar la computadora receptora y datos que son sus argumentos. El procedimiento y su estado se denominan agente móvil, ya que representan la computadora emisora incluso mientras están en la computadora receptora, como se muestra en la Figura 3.



Este enfoque es atractivo ya que la confiabilidad de la red no es crucial por las siguientes razones:

* Los agentes móviles no consumen mucho ancho de banda de red. Solo consumen ancho de banda cuando se mueven.
* Continúan ejecutándose después de moverse, incluso si pierden la conectividad de red con sus creadores.

Por lo tanto, si un cliente requiere comunicaciones extensas con un servidor en particular en algún lugar de la red, entonces es atractivo implementar un sistema de este tipo utilizando agentes móviles. Esto se debe al hecho de que un agente puede acercarse al servidor remoto, reduciendo el tráfico de la red, realiza todas las tareas y regresa. Durante ese período, la máquina cliente no no tiene que estar encendido. Deberá encenderse solo cuando sea el momento de darle la bienvenida al agente. La figura 3, que se muestra arriba, ilustra la idea de este paradigma.

En este punto, alguien puede decir que esto es exactamente de lo que se trata *la migración de procesos* y esto se ha hecho en los años 60. Ese alguien tendría toda la razón . Sin embargo, los agentes móviles son diferentes en el sentido de que exhiben las características de un agente como se discutió en la Sección 1.

**Aplicaciones de Agentes Móviles**

Un área atractiva para usar agentes móviles es el procesamiento de datos en redes poco confiables. En tales redes, la red de baja confiabilidad se puede usar para transferir agentes, en lugar de una porción de datos, de un lugar a otro. En este paradigma, el agente viaja a los nodos de la red, procesa la información en esos nodos (sin riesgo de desconexión de la red) y luego regresa a casa. Otra área interesante que está atrayendo mucha atención es el comercio electrónico. Por ejemplo, en lugar de gastar una gran cantidad de tiempo en las librerías en línea para encontrar la mejor oferta en un libro, enviar a un agente para que haga esta tarea nos ahorraría una cantidad considerable de tiempo. El agente estaría programado para visitar varias librerías y encontrar las mejores ofertas en los libros que necesitamos.

Otra área interesante de aplicaciones para agentes móviles es la gestión de redes. En los entornos de red heterogéneos de hoy en día, los operadores de red deben tener un amplio conocimiento de las diversas redes para administrarlas. Dicha gestión requiere la recopilación de una gran cantidad de datos de los nodos de la red. Los agentes móviles representan una herramienta ideal para recopilar los datos y analizarlos.

**Ventajas de los agentes móviles**

Los agentes móviles parecen ser útiles para muchas aplicaciones diferentes. Sin embargo, se puede afirmar que prácticamente cualquier tarea que se pueda realizar con agentes móviles se puede realizar con otras tecnologías (por ejemplo, la invocación de métodos remotos). A pesar de que no hay muchos problemas de computación distribuida que no puedan resolverse sin agentes móviles, los agentes móviles facilitan el desarrollo de ciertas aplicaciones y pueden mejorar la confiabilidad y la eficiencia. La Tabla 1, que se basa en contiene algunas de las ventajas reclamadas de los agentes móviles sobre los enfoques convencionales.

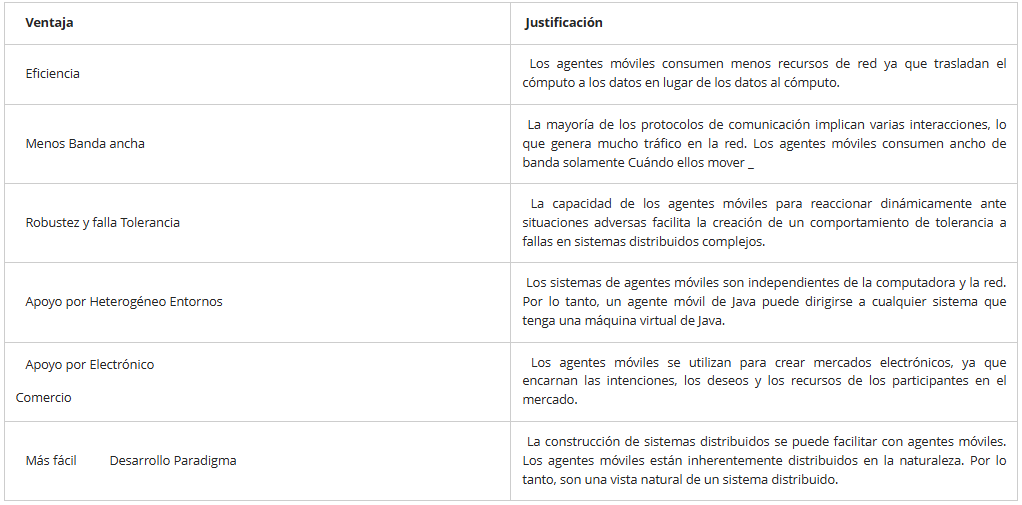


Tabla 1: posibles ventajas de los agentes de software móvil

**Seguridad en Agentes Móviles**

A pesar de que los agentes móviles representan un nuevo paradigma útil para la informática distribuida, rara vez se han utilizado en la práctica. La razón principal de esto se debe al hecho de que existen una serie de desafíos técnicos y sociales relacionados con la implementación de aplicaciones basadas en agentes móviles. Los problemas técnicos incluyen, entre otros, dificultades con la portabilidad y la seguridad. El problema de la seguridad también puede considerarse un desafío social: convencer a las personas de que utilicen agentes de software móvil para comprar artículos a través de Internet. Como señaló B. Laurel, “pocos de nosotros contrataríamos a un agente para presionar los botones de nuestra calculadora; la mayoría de nosotros contrataría a un agente para escanear 5.000 piezas de correo basura”.

El desafío de la seguridad, sin embargo, es complicado. Los agentes móviles plantean problemas similares a los Applets de Java. Hay varias cuestiones de seguridad que deben tenerse en cuenta en la informática basada en agentes móviles. Algunas personas en la comunidad informática piensan que los agentes móviles son virus , ya que pueden exhibir un comportamiento similar.

 La seguridad de los agentes móviles se puede dividir en dos áreas:

* Protección de los nodos host de agentes destructivos.
* Protección de agentes móviles de nodos maliciosos.

 Un enfoque para proteger los nodos del host de los agentes destructivos es a través de la autenticación y las firmas de agentes donde se rechazan todos los agentes desconocidos. Sin embargo, esto realmente no parece una buena solución, porque ¿cómo sabríamos que un agente móvil es quien dice ser?

La otra área de seguridad se ocupa del tema de la protección de los agentes móviles de los hosts que pueden querer escanear al agente en busca de información; alterar el estado del agente; o incluso matar al agente. El problema crucial aquí es que el agente tendrá que exponer sus datos e información al host para poder ejecutarse en él. Sin embargo, la investigación actual ha demostrado que es computacionalmente imposible proteger a un agente móvil de un host malicioso. Algunos investigadores están buscando medios sociológicos (en lugar del modelo computacional duro) para imponer un buen comportamiento del anfitrión.

**Ejercicios:**

1. Desarrolle brevemente qué son los agentes

Un agente es una entidad que actúa de forma autónoma en nombre de otros. Posee la capacidad de operar con cierto nivel de **proactividad y reactividad**, adaptándose al entorno para alcanzar los objetivos que se le asignen. Además, los agentes pueden exhibir atributos como **aprendizaje, cooperación y movilidad**. Estos agentes de software se diferencian de objetos tradicionales porque pueden ejecutar tareas de forma independiente y tomar decisiones según la situación sin intervención constante del usuario.

1. ¿Qué tipos de agentes existen?

* **Agentes de interfaz:** Se enfocan en aprender del comportamiento del usuario para asistirlo mejor, sugiriendo alternativas o atajos en tareas específicas, como un asistente personal.
* **Agentes colaborativos:** Trabajan en conjunto con otros agentes para resolver problemas complejos, siendo esenciales en sistemas multi-agente.
* **Agentes de información:** Se especializan en recopilar, manipular o gestionar información en entornos distribuidos, como búsquedas en la web.
* **Agentes reactivos:** Operan con un enfoque de estímulo-respuesta, reaccionando rápidamente a los cambios en su entorno.
* **Agentes híbridos:** Combinan características de varios tipos de agentes, como la movilidad y la reactividad, para maximizar su eficacia.
* **Agentes móviles:** Pueden migrar entre diferentes sistemas para ejecutar tareas en múltiples entornos de red, siendo útiles en entornos de red heterogéneos y poco confiables​.