

Tendencias en Ingeniería Software de Comunicación

♦ Gonzalo León

Dep. Ingeniería Telemática. UPM

La necesidad de disponer de software de comunicaciones urge históricamente de la existencia de información geográficamente distribuida, que debe ser manejada de forma transparente para los usuarios. Actualmente, el software de comunicaciones no es importante, en tanto en cuanto constituye un producto en sí mismo (que también lo es), sino en su consideración de infraestructura software para muchos otros productos.

EVOLUCION HISTORICA

Los primeros productos de comunicaciones fueron protocolos diseñados por los fabricantes de equipos con el objetivo de interconectar éstos. Poco a poco, la extensión de las redes de comunicaciones, la necesidad de buscar niveles de transparencia más cercanos a las aplicaciones y la necesidad de abordar la complejidad del diseño de los mismos hizo necesario estructurar las funciones del sistema software de comunicaciones y definir una *torre de protocolos* a diferentes niveles.

Existía un problema adicional a resolver derivado de la propia madurez del mercado: facilitar la interconexión de equipos de diferentes fabricantes. Solucionarlo obligaba a definir una arquitectura de comunicaciones abstracta e independiente y, más importante, forzar su utilización.

La solución llegaría mediante un acuerdo general entre fabricantes, organismo de normalización, instituciones gubernamentales y usuarios. Este fue el camino emprendido a mediados de los años setenta por ISO con la creación de un *Modelo de Referencia para Sistemas Abiertos (OSI)* cuya lenta evolución y aparición de productos nos ha llevado hasta el momento actual.

Los nuevos conceptos que ha ido surgiendo desde la década de los setenta en el campo de la ingeniería software se han asentado de manera muy lenta. El caso de los sistemas software de comunicaciones es, sin embargo, característico de una sub-disciplina en el que la necesidad de diseñar productos críticos (sobre los que descansan muchas otras aplicaciones) y asegurar su corrección les ha hecho un campo abonado para el ensayo de técnicas y procedimientos novedosos.

Se considera usualmente a la *Ingeniería Software de Protocolos* como una instanciación de técnicas y procedimientos de ingeniería software en donde el énfasis se sitúa en el desarrollo de técnicas para derivar especificaciones no ambiguas a partir de descripciones textuales de protocolos y servicios (muchas de ellas realizadas por organismos internacionales), desarrollar a partir de ellas un producto y, en muchos casos, probar que es conforme a una norma internacional.

Desde el punto de vista software los sistemas de comunicaciones están caracterizados por estar



"La extensión de las redes de comunicaciones y la necesidad de abordar la complejidad del diseño hizo necesario estructurar las funciones del sistema software de comunicaciones"



constituidos por diversos componentes que intercambian información concurrentemente bajo restricciones temporales. Generalmente, deben formar parte de sistemas durante mucho tiempo y evolucionar con ellos.

Estos sistemas se comenzaron a diseñar a partir de descripciones textuales empleando construcciones de bajo nivel en aras de una supuesta necesidad de eficiencia.

A mediados de los años setenta se vio la necesidad de disponer de lenguajes de descripción rigurosos que evitasen la ambigüedad en las descripciones de los protocolos. Estos primeros lenguajes fueron extensiones de máquinas de estado finito. Posteriormente, surgieron otras más poderosas con una base matemática más potente.

Las denominadas técnicas de descripción formal (FDT) han sido desarrolladas por centros de investigación juntos con organismos de normalización y otras instituciones. Hasta el momento, se han normalizado tres técnicas de descripción formal: LOTOS y ESTELLE por la ISO (Internacional Standard Organization) y SDL por el CCITT.

Si bien hasta los años ochenta los diseñadores utilizaban lenguajes convencionales y concentraban sus esfuerzos en la fase de implementación, ahora tenían a su disposición un conjunto de métodos formales que potencialmente les permitía asegurar que lo que estaban diseñando era co-

recto antes de implementarlo. Digo *potencialmente* porque pasarán varios años antes de que efectivamente constituyan el método común empleado por los diseñadores de productos complejos de comunicaciones.

ESTADO DEL ARTE ACTUAL

Resumamos seguidamente la situación en la que nos encontramos desde dos facetas diferenciadas: académica e industrial. La *perspectiva académica* nos indica el camino que puede tomar la ingeniería de protocolos en el próximo futuro y la *perspectiva industrial* por otro lado, nos permite acercarnos a lo que es factible realizar en el momento actual y las necesidades que, desde la industria, se requieren para solucionar los problemas existentes.

El interés de las universidades y centros de investigación se ha centrado durante la última década en desarrollar:

- Técnicas para comprobar la corrección lógica del comportamiento del protocolo a partir de su especificación.
- Conjuntos integrados de herramientas para generar implementaciones fiables y eficientes a partir de especificaciones formales.
- Mecanismos de prueba de conformidad de las implementaciones tomando como modelo las especificaciones de referencia.

Si repasamos la lista anteriormente mencionada veremos que la mayor parte de los elementos de la misma gravitan sobre la disponibilidad de un marco teórico sobre el que podamos razonar.

El interés de la industria, por otro lado, está ligado al desarrollo de productos dentro de restricciones de tiempo y coste que los hagan adecuados en un dominio de aplicación concreto. En función de ello, la industria de comunicaciones se ha mostrado receptiva a mejorar y modificar sustancialmente sus procedimientos de trabajo siempre y cuando se le demuestra fehacientemente que las nuevas y prometedoras técnicas han madurado lo suficiente como para poder ser empleadas en el diseño de productos reales.

Desgraciadamente, muchas de las técnicas prometedoras durante su incubación en un centro académico han resultado casi inútiles cuando se han tenido que enfrentar a problemas surgidos en el desarrollo de decenas de miles de líneas de código.

Desde el punto de vista de la ingeniería software, una de las técnicas que más interés ha despertado en los últimos años es la de generación rápida de prototipos. El uso de FDTs permite abordar el diseño de prototipos de una manera inmediata ya que la propia especificación es un

"A mediados de los años setenta se vio la necesidad de disponer de lenguajes de descripción rigurosos que evitasen la ambigüedad en las descripciones de los protocolos"

prototipo que puede ejecutarse y/o derivar semi-automáticamente a partir de ella una implementación.

Dentro de las técnicas de descripción formal actualmente normalizadas ¹, es SDL la más introducida en la industria por dos razones fundamentales: la posibilidad de utilizar un modelo de sistema derivado de las conocidas máquinas de estado finito familiares a la mayor parte de los diseñadores actuales y la disponibilidad de productos comerciales de soporte de calidad razonable.

LOTOS, por otro lado, posee un modelo de comportamiento más rico basado en álgebras de procesos. Permite manejar de forma más potente niveles de abstracción y refinamiento y su teoría de equivalencia entre especificaciones es más rigurosa. Sin embargo, con muchos menos años de desarrollo que SDL, sus herramientas y metodología de desarrollo están menos maduras aunque avanza de manera muy rápida.

PERSPECTIVAS PARA LA DÉCADA DE LOS 90

Desde una perspectiva personal considero que existen cinco líneas de acción que van a tener una importancia decisiva en los próximos años en el desarrollo de sistemas de comunicaciones.

- Análisis de especificaciones. El objetivo es disponer de técnicas automáticas de análisis de especificaciones grandes y pruebas de conformidad de especificaciones con implementaciones.
- Automatización de los sistemas de prueba. La derivación automática de casos de prueba a partir de especificaciones formales es una de las soluciones más eficaces para ampliar la utilidad de las FDTs dentro de la importante faceta de las pruebas de conformidad. Todavía no se dispone de métodos completos pero sí existen prototipos prometedores que generan muchos de ellos.
- Consolidación de los conceptos metodológicos. El uso de las FDTs implica un ciclo de vida de desarrollo diferente del convencional. La utilización de ciclos de vida alternativos, exige disponer de métodos de diseño coherentes aplicados a los sistemas de comunicaciones. En este sentido, el desarrollo de prototipos es un elemento fundamental.
- Formalización de aspectos no funcionales. Si bien la descripción funcional de un proto-



colo o servicio puede realizarse razonablemente bien, mucho más esfuerzo es necesario para incluir (dentro de una técnica de especificación formal) aspectos de restricciones temporales y la posibilidad de análisis de prestaciones.

- Generación automática de código. El objetivo es el de disponer de herramientas capaces de generar una implementación distribuida eficiente a partir de una descripción formal casi automáticamente. Los prototipos actualmente disponibles permiten augurar un buen futuro a esta línea de trabajo.

Aunque aún queda mucho camino por hacer, partimos de una situación envidiable hace tan sólo unos pocos años. Podemos decir, sin temor a equivocarnos, que éste es el sector industrial en el que más esfuerzos se están realizando para incorporar las técnicas de descripción formal en la práctica de ingeniería.

La ingeniería de protocolos tiene que extender su aplicación desde los clásicos protocolos OSI para adaptarse a redes de alta velocidad, interconexión a alta velocidad entre redes locales, redes digitales de servicios integrados de banda ancha, en donde otros organismos como el CCITT están interviniendo. Esto planteará nuevas exigencias a las técnicas de diseño y a las herramientas de soporte.

La situación, no obstante, es que el uso de estas técnicas no está ni mucho menos extendida. En mi opinión lo que unos y otros deberemos hacer es considerar los aspectos de transferencia tecnológica e su total dimensión. Ni la academia resolverá un problema industrial que no conoce ni la industria utilizará adecuadamente una nueva técnica sino es a través de proyectos piloto que permita insertarlos en su realidad de desarrollo y gestión diario.

"Desde el punto de vista de la ingeniería software, una de las técnicas que más interés ha despertado en los últimos años es la de generación rápida de prototipos"

¹ Otra técnica (no normalizada por un organismo internacional) pero ampliamente utilizada en las tareas de análisis de sistemas concurrentes son las redes de Petri. Su uso está restringido al análisis de propiedades y menos a las labores de diseño.