

Sistemas de Software Distribuidos. Experiencias.

Patricia Pesado^(1,2), Hugo Ramón⁽¹⁾, Pablo Thomas⁽¹⁾, Marcos Boracchia⁽¹⁾, Rodolfo Bertone⁽¹⁾, Eduardo Ibañez⁽¹⁾, Cesar Estrebow⁽¹⁾, Luciano Marrero⁽¹⁾, Lisandro Delia⁽¹⁾, Nicolás Galdamez⁽¹⁾, Germán Caseres⁽¹⁾

⁽¹⁾Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)

Facultad de Informática – UNLP

50 y 120 La Plata Buenos Aires

⁽²⁾Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)

526 e/ 10 y 11 La Plata Buenos Aires

{ppesado, hramon, pthomas, marcosb, pbertone, eibanez, cesarest, lmarrero, ldelia, ngaldamez, gcaseres}@lidi.info.unlp.edu.ar

Resumen

Se presenta una línea de investigación y desarrollo, que tiene por objeto estudiar temas relacionados con aspectos de Ingeniería de Software orientados al desarrollo e implementación de proyectos concretos de Sistemas Distribuidos, en particular Sistemas Distribuidos con restricciones de Tiempo Real, Sistemas Web y Sistemas Sensibles al Contexto, considerando las extensiones necesarias en las metodologías y herramientas clásicas.

En este sentido se trabaja en aspectos de la Ingeniería de Software de diferentes sistemas con inteligencia distribuida.

Se ha logrado transferir los resultados de investigación a proyectos en diferentes ámbitos, aportar en la formación de recursos humanos y realizar publicaciones en congresos nacionales e internacionales.

Palabras claves: Sistemas Distribuidos – Ingeniería de Requerimientos – Metodologías de Desarrollo – Sistemas Web – Bases de Datos Distribuidas - Sistemas Distribuidos de Tiempo Real

Contexto

Esta línea de Investigación forma parte del Proyecto “Tecnología y aplicaciones en Sistemas de Software Distribuidos. Experiencias en E-learning, E-government y Sistemas productivos” del Instituto de Investigación en Informática LIDI de la Facultad de Informática, acreditado por la

UNLP, y de proyectos específicos apoyados por diversos organismos.

Introducción

Un sistema distribuido consiste en un conjunto de computadoras autónomas conectadas por una red y con soporte de software distribuido. Permite que las computadoras coordinen sus actividades y compartan los recursos de hardware, software y datos, de manera tal que el usuario percibe una única facilidad de cómputo integrada, aunque ésta pueda estar implementada por varias máquinas en distintas ubicaciones [1].

El desarrollo de sistemas distribuidos es una necesidad a partir de la utilización de redes de computadoras y de computadoras personales de alta performance.

Algunas ventajas del procesamiento distribuido son:

- Mejora de la disponibilidad: la operación es factible en una configuración reducida cuando algunos nodos están temporalmente no disponibles.
- Configuración más flexible: una aplicación puede configurarse de distintas maneras, seleccionando el número apropiado de nodos para una instancia dada.
- Control y administración más localizada: un subsistema distribuido, ejecutando en su propio nodo, puede diseñarse para ser

autónomo, de modo que puede ejecutar en relativa independencia de otros subsistemas en otros nodos.

- Expansión incremental del sistema: si existe sobrecarga, el sistema puede expandirse agregando más nodos.
- Costo reducido: con frecuencia una solución distribuida es más barata que una centralizada.
- Balance de carga: en algunas aplicaciones la carga total del sistema puede ser compartida entre varios nodos.
- Manejo eficiente de datos distribuidos físicamente.
- Mejora en el tiempo de respuesta: los usuarios locales en nodos locales pueden obtener respuestas más rápidas a sus requerimientos.

Las características de los Sistemas Distribuidos conducen a la utilidad de desarrollar prácticas de Ingeniería de Software que apunten a los distintos aspectos del desarrollo de sistemas desde la captura de requerimientos y la planificación, pasando por las metodologías de desarrollo, hasta la verificación y simulación de procesos distribuidos, incluyendo el aseguramiento de calidad.

En particular un sistema distribuido de tiempo real debe interactuar con el mundo real, en puntos físicamente distantes y no necesariamente fijos, en períodos de tiempo determinados por el contexto o las restricciones de la especificación (en muchos casos a partir de una activación asincrónica).

Algunas de las dificultades principales del desarrollo de software para sistemas distribuidos de tiempo real son:

- Modelizar condiciones de concurrencia y paralelismo.
- Manejar las comunicaciones inter-procesos e inter-procesadores.
- Tratamiento de señales en tiempo real.
- Tratamiento de interrupciones y mensajes asincrónicos con diferente prioridad.

- Detectar y controlar condiciones de falla, a nivel de software, de procesadores y de comunicaciones. Prever diferentes grados de recuperación del sistema.
- Asegurar la confiabilidad de los datos y analizar su migración en condiciones de funcionamiento normal o de falla.
- Organizar y despachar la atención de procesos, manejando las restricciones de tiempo especificadas.
- Testear y poner a punto un sistema físicamente distribuido.

Todas estas dificultades conducen a la utilidad de desarrollar herramientas de Ingeniería de Software orientadas a STR y SDTR, de modo de trabajar en la modelización, especificación y verificación del software considerando las restricciones temporales.

La Ingeniería de Software comprende la aplicación de principios científicos para generar una solución elaborada de software que resuelva un problema determinado, y el mantenimiento subsecuente de ese sistema de software hasta el final de su vida útil [2]. La utilización de estas prácticas para resolver Sistemas Distribuidos, de Tiempo Real o Sensibles al Contexto, hace necesaria su adaptación en función de las características de dichos sistemas.

La adopción de un enfoque ingenieril para el desarrollo de software, genera una serie de fases o estados conformando un ciclo de vida. Este ciclo de vida está guiado por una planificación que incluye el conjunto de acciones a realizar, y los productos generados por la aplicación del plan (inclusive el mismo plan) están administrados por diferentes Metodologías de Gestión y Desarrollo [3].

En el recorrido del ciclo de vida del desarrollo del software, la fase inicial comprende a la Ingeniería de Requerimientos que permite comprender, documentar y acordar sobre el alcance del problema, teniendo esto impacto directo sobre la Planificación y la Gestión del Proyecto de acuerdo a la Metodología de desarrollo seleccionada para el mismo [4].

Este no es el único impacto que justifica el énfasis en la Ingeniería de Requerimientos, ya que esta disciplina permite establecer claramente *que* se debe hacer posponiendo el *cómo* a etapas posteriores en el ciclo de vida, constituyendo el fundamento de la construcción de un Sistema de Software [5].

El modelo de procesos elegido para el desarrollo de software define las actividades a realizar para la generación de productos de acuerdo a los objetivos planteados [6].

Asociado con la Ingeniería de Software de Sistemas Distribuidos, está el problema de utilizar un entorno WEB para los servicios que ofrece el Sistema. El desarrollo de arquitecturas centradas en un servidor (o un conjunto de servidores distribuidos) que ofrecen una interfaz WEB a los usuarios, ha generado un importante desarrollo en la Investigación de metodologías y herramientas orientadas a Sistemas WEB, así como ha generado la necesidad de establecer nuevas métricas y parámetros de aseguramiento de la Calidad para tales Sistemas [7] [8] [9].

Por otra parte, los Sistemas Sensibles al Contexto representan una rama emergente de los Sistemas de Software, que si bien es incipiente, tiene una amplia aceptación y varias áreas, tales como Inmótica, Domótica, E-commerce, entre otras.

La característica fundamental de los Sistemas Sensibles al Contexto es su adaptación constante a lo que sucede en el entorno de la aplicación; es decir, la respuesta del sistema se ajusta a los cambios que suceden en su contexto. La necesidad de aplicar un proceso de Ingeniería de Requerimientos es razón de análisis e investigación de la comunidad de Ingeniería de Software para este tipo de sistemas.

Por último, el modelo distribuido de datos hace posible la integración de BD heterogéneas proveyendo una independencia global del administrador de bases de datos respecto del esquema conceptual [10] [11] [13].

Líneas de Investigación y Desarrollo

- Conceptos de procesamiento distribuido. Arquitectura, comunicaciones y software. Middleware.
- Metodologías de especificación, validación y desarrollo de SSD y SSDTR.
- Metodologías ágiles de desarrollo utilizando frameworks propios y disponibles de uso libre con diferentes tecnologías.
- Ingeniería de Requerimientos, en particular de Sistemas Distribuidos.
- Ingeniería de Requerimientos para Sistemas Sensibles al Contexto.
- Planificación de tareas para desarrollo de sistemas distribuidos.
- Bases de Datos Distribuidas
- Herramientas de integración y mantenimiento de proyectos distribuidos.
- Lenguajes y ambientes para procesamiento distribuido.
- Reingeniería de sistemas complejos que migran por down-sizing a esquemas cliente-servidor distribuidos.
- Sistemas de Tiempo Real. Sistemas Distribuidos de Tiempo Real.
- Tratamiento de señales en tiempo real.
- Sistemas de control de robots en tiempo real. Algoritmos colaborativos entre máquinas móviles.
- Sistemas con identificación segura en tiempo real.

Resultados esperados/obtenidos

Los resultados esperados/obtenidos se pueden resumir en:

- Avanzar en la capacitación continua de los miembros de la línea de investigación.
- Desarrollar soluciones a problemas concretos de software de sistemas distribuidos, poniendo énfasis en el

desarrollo de metodologías y herramientas específicas para clases de aplicaciones.

- Se ha logrado extender proceso de Ingeniería de Requerimientos de Loucopoulos y Karakostas [4], incorporando el tratamiento de información de contexto. Se han presentado casos de estudio reales en las áreas de Inmótica y Domótica.

Se mencionan algunas transferencias realizadas:

3.1 Seguridad Monitoreada con Nuevas tecnologías en el Municipio de Florencio Varela.

En el marco de un convenio con el Municipio de Florencio Varela y el Foro de Ciencia y Tecnología para la Producción, financiado por el Ministerio de Planificación Federal, se han definido diferentes procesos para aplicar en el tratamiento de incidentes registrados a través de una sala de monitoreo de cámaras, localizadores satelitales y oficina de situación para centralizar el control de crisis.

Específicamente se han desarrollado planes de contingencia para una serie de eventos o situaciones, que pueden surgir a partir de la observación de las cámaras de monitoreo por parte de personal calificado.

Algunos de los planes definidos (ya aprobados por el Municipio) abarcan el tratamiento de:

- Accidentes vehiculares.
- Detección de puestos ilegales de venta de diversos productos en la vía pública.
- Consumo de sustancias prohibidas en la vía pública.
- Semáforos sin funcionar
- Deterioro de Pavimentos.
- Trifulcas en la vía pública.
- Solicitud de identificación/ubicación de personas por parte de las fuerzas policiales.

Estos planes abarcan la definición y límites de cada evento, el nivel de severidad, el plan propiamente dicho a llevar a cabo, la documentación que se debe cumplimentar, y un workflow general que resume cada plan.

Además se incluye la generación de un registro de atención de eventos para luego poder obtener datos estadísticos confiables de demoras en tiempos de atención, que permitirán en un futuro dimensionar las áreas de trabajo vinculadas con el municipio.

El III-LIDI ha definido protocolos de aplicación a situaciones emergentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los habitantes del Municipio de Florencio Varela.

3.2 Instituto Nacional de Semillas (INASE):

El Instituto Nacional de Semillas dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación fiscaliza la comercialización de semillas para siembra, con el propósito de certificar la calidad de estas semillas.

Para realizar este control, el organismo utiliza un Sistema Web donde se tramitan las presentaciones realizadas ante el INASE por las empresas vendedoras de semillas.

El III-LIDI, ha realizado el proceso de reingeniería de este Sistema y ha incorporado la gestión del proceso de fiscalización de semillas en tránsito.

En la última etapa del proyecto, se ha desarrollado un nuevo esquema de Seguridad, implementando una nueva política donde los usuarios externos a este organismo, pueden definir nuevos usuarios acotados a su entorno de funciones disponibles.

El resultado logrado es el fortalecimiento del proceso de control de calidad de comercialización de semillas, particularmente la fiscalización de semillas que se transportan entre distintas plantas del país, así como la implementación de una nueva política de seguridad, flexible y adaptable de acuerdo a las necesidades de los usuarios internos y externos al organismo.

3.3 Convenio con Dirección de Servicios Sociales del Ministerio de Seguridad de la Provincia de Buenos Aires

Este proyecto tuvo como eje central, la realización de un monitoreo de los procesos llevados a cabo en la División de Informática de este organismo, cuya finalidad es brindar desarrollo y mantenimiento de sistemas informáticos de la Obra Social de Policías activos y pasivos de la Provincia de Buenos Aires.

El resultado logrado es un conjunto de recomendaciones fundamentadas de mejora. Dichas recomendaciones han sido priorizadas, y su implementación a los procesos de esta Institución, permiten lograr un perfil de calificación compatible con Certificación de Calidad de procesos en el desarrollo de Software [12].

E-Government

Desde el año 2003 se trabaja en aplicaciones en esta área, entre los cuales se pueden mencionar:

- Desarrollo de equipos específicos para Voto Electrónico y consultas populares aplicables en diferentes áreas y desarrollo de software para diferentes modelos de elecciones/consultas:
- ✓ *Desarrollo y experimentación de una urna electrónica y su software parametrizable para elecciones en Argentina (Municipales, Provinciales, Nacionales). Estudio de Casos en Bs. As. y Tierra del Fuego [19] [20].*
- ✓ *Desarrollo de una terminal integral utilizada como puesto de Voto Electrónico en la Facultad de Informática de la UNLP desde 2007 para las elecciones estudiantiles.*
- ✓ *Desarrollo e implementación del E-Vote sobre Internet, utilizado en la Facultad de Informática y las Sedes Regionales desde 2008 [21] [22].*
- ✓ *Desarrollo del software para las elecciones del claustro de Profesores,*

Graduados y No docentes de la Facultad de Informática de la UNLP en el año 2009.

- ✓ *Evolución de la terminal de voto electrónico para identificación biométrica de los estudiantes (a través de las huellas dactilares) en las elecciones 2009.*
- Estudio y aplicación de sistemas de Identificación biométrica:
- ✓ *Experiencia de sistemas de trámites WEB basados en identificación segura con estos equipos y contra BD de tamaño creciente, centralizadas y distribuidas [23].*
- ✓ *Registración automática de presencias de los alumnos ingresantes a la Facultad de Informática 2010 a través de las huellas dactilares.*
- ✓ *Reconocimiento a través del iris en ámbitos de alta seguridad en los que no se pueden utilizar las huellas dactilares, por ejemplo en las Penitenciarias.*
- Auditoría de sistemas (hardware y software):
- ✓ *Auditoría y certificación de los equipos de Voto Electrónico aprobados en la Pcia. de Río Negro y desarrollados por ALTEC SE [24] [25].*
- ✓ *Auditoría del software de recuento e integración de datos en las elecciones de Río Negro.*
- ✓ *Participación en el ESI Center Cono Sur Argentina, para la certificación de calidad de distintos procesos de gestión pública [26].*
- Asesoramientos:
- ✓ *A la Municipalidad de La Plata en el proyecto de Terminales inteligentes para información turística de la ciudad.*
- ✓ *A la Facultad de Ciencias Económicas para la utilización de datos biométricos en los procesos de asistencia a cursos de Postgrado.*
- ✓ *A Universidades del país para el desarrollo de equipos de Voto Electrónico.*

Formación de Recursos Humanos

Los integrantes de esta línea de investigación dirigen Tesinas de Grado y Tesis de Postgrado en la Facultad de Informática, y Becarios III-LIDI en temas relacionados con el proyecto. Además participan en el dictado de asignaturas/cursos de grado y postgrado de la Facultad de Informática de la UNLP.

Referencias

- [1] G. Coulouris. Distributed Systems – Concepts and Design. Addison-Wesley. 1994.
- [2] R. Pressman. Ingeniería de Software: Un Enfoque Práctico. McGraw-Hill. 2002
- [3] R. Wysocki. Effective Project Management: Traditional, Adaptive, Extreme, .Wiley .2003
- [4] Loucopoulos, P; Karakosas, V.. Systems Requirements Engineering. McGraw Hill. Book Company. 1995
- [5] G. Kotonya and I. Sommerville, Requirements Engineering: Processes and Techniques, Wiley. 1998
- [6] Pleeger. Ingeniería de Software: Teoría y Práctica. Prentice-Hall. 2002
- [7] Stephen Kan. Metrics and Models in Software Quality Engineering (2nd Edition). Addison Wesley. 2003
- [8] Offutt J., “Quality Attributes of Web Software Applications”. IEEE Software: Special, Issue on Software Engineering of Internet Software 19 (2):25-32, Marzo / Abril 2002.
- [9] Wu, Y. y Offutt, J. “Modeling and testing web-based Applications”. <https://citeseer.ist.psu.edu/551504.html>: 1-12, Julio 2004
- [10] Silberschatz A et al: “Fundamentos de Bases de Datos”, Tercera Edición McGraw Hill 1998
- [11] Ozsü M. Valduriez, P.: “Principles of Distributed Database Systems”, Segunda Edición. Prentice Hall 1999
- [12] Piattini, M; Oktaba, H; Pino, F; Orozco, M; Alquicira, C. COMPETISOFT. Mejora de Procesos Software para Pequeñas y Medianas Empresas y Proyectos. Editorial RaMa. ISBN; 978-84-7897-901-1. 2008
- [13] Elmasri, Navathe, “Fundamentos de Sistemas de Bases de Datos”, Tercera Edición, Pearson, 2006
- [14] Bernroider E., Hampel A. “Enterprise resource planning and its governance in perspective: strategic planning and alignment, value delivery and controlling”. Academic Publishers. Viena (Austria). 2005.
- [15] Everdingen, Y., Hillegersberg, J., Waarts, E. “ERP Adoption by European Midsize Companies”. Communications of the ACM, vol. 43, n.º. 4, pp. 27-31. 2000.
- [16] Sprott D. “Enterprise Resource Planning: Componentizing the Enterprise Application Packages”. Communications of the ACM, vol. 43, n.º. 4, pp. 63-69. 2000.
- [17] Rehg J., Kraebber H. “Computer-Integrated Manufacturing” (Third Edition). Prentice Hall. 2004.
- [18] Estrebou C., Romero A., Galdamez N., Moralejo L. “Sistema Web para Planeamiento de la Producción de una empresa con Plantas distribuidas”. Jornadas AUGM. Campinas (Brasil). 2006.
- [19] Feierherd G., De Giusti A., Pesado P., Depetris B. “Una aproximación a los requerimientos del software de voto electrónico de Argentina”. CACIC 2004.
- [20] Pesado P., Feierherd G., Pasini A. “Especificación de Requerimientos para Sistemas de Voto Electrónico”. CACIC 2005.
- [21] Feierherd G. “Voto por Internet”. Reporte Técnico UNPSJB.
- [22] Pesado P., Pasini A., Ibáñez E., Galdamez N., Chichizola F., Rodríguez I., Estrebou C., De Giusti A. “E-Government- El voto electrónico sobre Internet”. CACIC 2008.
- [23] Carri J., Pasini A., Pesado P., De Giusti A. “Reconocimiento biométrico en

aplicaciones de E-Government. Análisis de confiabilidad / tiempo de respuesta.” CACIC 2007.

[24] Pasini A., Ibáñez E., Galdamez N., Estrebou C., Rodríguez I., Pousa A., De Giusti A. “Análisis Urna Electrónica ALTEC S.E.”. Informe Técnico III-LIDI. 2007.

[25] Estrebou C., Galdamez N., Pasini A., Pousa A., De Giusti A. “Análisis Urna Electrónica ALTEC S.E. Actualización 2008”. Informe Técnico. III-LIDI. 2008.

[26] “Acuerdo de creación de un ESICENTER en Argentina, entre European Software Institute, Grupo Tekne, Universidad Nacional de La Plata, Universidad Nacional de San Martín”. 2007.