

INVESTIGACIÓN EN EL DISEÑO Y DESARROLLO PARA EL ENRIQUECIMIENTO DE UN FRAMEWORK COLABORATIVO WEB SENSIBLE AL CONTEXTO

A. Sartorio, G. Rodriguez, M. Vaquero

CAETI Rosario / Facultad de Ing. Sistemas Informáticos /
Univ. Abierta Interamericana (UAI) -
Univ. Nacional de Rosario
O. Lagos 944 - Rosario - Sta Fe
54 (0341) 435-6510

Alejandro.Sartorio,Guillermo.Rodriguez,Marcelo.Vaquero@vaneduc.edu.ar

Resumen

En este proyecto se pondrá en obra el estudio-aplicación-desarrollo de los aspectos fundamentales para el enriquecimiento de un framework web colaborativo con propiedades de sensibilidad al contexto (FWCsc). Para tal fin se proyectan las siguientes acciones con el propósito de fomentar un aporte en perspectiva con intereses de la industria local y la comunidad científica.

Primero, desarrollando tareas de diseño, testing, documentación de estilos arquitectónicos y especificación de una herramienta colaborativa web, teniendo en cuenta técnicas y metodología de desarrollo actuales. Segundo, implementación, instalación, configuración y soporte de una aplicación utilizando frameworks de desarrollo estándares. Tercero, consolidar ambientes y prácticas para el aprendizaje-enseñanza-investigación, colaboración y otros usos (compartir experiencia, vinculación con la comunidad de usuarios con intereses similares, K-12, Higher-Ed, Portfolios), en la construcción de sitios colaborativos para las actividades de integración entre las cátedras afines de la carrera de Ingeniería en Sistemas Informáticos (UAI).

1. CONTEXTO

Este trabajo se enmarca dentro de un proyecto general de investigación denominado "Ingeniería de software para el diseño y desarrollo de sistemas Web colaborativos con propiedades context-aware, adaptativo, con coordinación de contratos basados en arquitecturas dinámicas"[24]. Cuyos objetivo general pretenden iniciar investigaciones en el manejo de sistemas colaborativos en la construcción y estudios de mejores técnicas de Especificación, Diseño, Modelado, Testing, Formalización y Documentación, como aportes científicos en el campo de la Ingeniería de Software.

El proyecto se encuentra radicado en el Centro de Altos Estudios en Tecnologías Informática (CAETI sede Rosario)¹, pertenecientes a una de las 5 líneas de investigación² denominada "Nuevas Tecnologías para Internet". Las producciones de esta línea abordan la problemática del diseño y desarrollo partiendo del estudio de las nuevas tecnologías.

¹<http://caeti.uai.edu.ar/Investigacion/>

²Líneas de investigación: Sociedad del Conocimiento y Tecnologías Aplicadas a la Educación. Algoritmos y software. Seguridad informática y telecomunicaciones. Nuevas tecnologías para Internet. Automatización y robótica.

Recientemente se incorporaron las empresas Personal Argentina Rosario y Velocity Partners³ mediante un convenio conjunto para realizar tareas de investigación, desarrollo y capacitación a alumnos.

El período establecido de la vigencia del proyecto se encuentra entre Junio de 2010 y Julio de 2012. Su principal financiamiento se efectúa a través de la Universidad Abierta Interamericana. En 2010 se contó con el apoyo de la empresa UBATEC S.A.⁴ para el financiamiento de la participación en el congreso ICT 2010[22]

2. INTRODUCCIÓN

La implementación de plataformas colaborativas constituye unos de los medios más versátiles para el uso en actividades académicas. Como ejemplo de este tipo de aplicaciones se pueden mencionar: WebCT, BlackBoard, e-ducative, Plataforma Mediáfora, Dokeos, OfficeManager, Moodle, Nexus, ILIAS, Claroline.

Su constante evolución, crecimiento y adaptación permiten tener cada vez mejores prestaciones y servicios. El eficiente uso de estas plataformas implican tener sólidos conocimientos técnicos para su instalación, mantenimiento y desarrollo. Al mismo tiempo se debe contar con mínimas habilidades para la creación de los distintos espacios de trabajos y definir las metodologías de uso.

En el marco de los análisis efectuados y teniendo en cuenta experiencias del grupo de trabajo se sostiene que la incursión en proyectos "open source" con gran aceptación científica brinda una de las propuestas más consolidadas de diseño y desarrollo de entornos colaborativos Web para educación, orientado a herramientas que se implementan a través de servicios comunes (servicios bases). Por ejemplo, existen frameworks orientados a portales donde el servicio de edición de mensajes es utilizado en las herramientas Foro, Anuncio, Blog, etc. Más aún, otras de las características salientes es la versatilidad para su extensión y/o configuración. En efecto, es posible alterar ciertas configuraciones en tiempo de ejecución, por ejemplo, instrumentar una nueva funcionalidad en un servicio base.

En la actualidad, teniendo en cuenta el contexto de nuestra región se evidencia la necesidad de promover el estudio de técnicas de Ingeniería de Software adaptadas a estos tipos de desarrollos, partiendo de los ámbitos académicos-científicos y su posterior transferencias a las industrias locales interesadas.

³<http://www.velocitypartners.net/>

⁴<http://www.ubatec.com.ar>

Para el abordaje de este desafío planeado se propone articular investigaciones a partir de los resultados obtenidos en el manejo de sistemas colaborativos para la construcción y estudios de mejores técnicas de Especificación, Diseño, Modelado, Testing, Formalización y Documentación como aportes científicos en el campo de la Ingeniería de Software. Además, es necesario el estudio de casos enfocados en aplicaciones Web basadas en un framework colaborativo, con propiedades de sensibilidad al contexto y la utilización de contratos[21].

2.1. Estado actual del tema

Los avances en las principales comunidades científicas sobre desarrollos de herramientas Web colaborativas permiten participación en varios niveles dentro de una activa comunidad de educadores, líderes institucionales y desarrolladores inspirados en las actividades de enseñanza, aprendizaje e investigación. Particularmente, los diseñadores y desarrolladores del proyecto Sakai⁵ trabajan conjuntamente con docentes y estudiantes profesionales de universidades internacionales (ejemplos de algunas de ella involucradas en este proyecto: Indiana University, University of Michigan, Yale University, Stanford University, Universidad Politécnica de Valencia, Universidad del Valle de Guatemala), promoviendo el acortamiento de las distancias entre las necesidades del usuario final y el software. El mayor flujo de las actividades colaborativas se concentran en la lista de e-mails, wiki, foros, etc. Los miembros de estas comunidades presentan todo tipo de perfiles académicos e institucionales.

Las tareas diseñadas en este proyecto son propuestas como continuaciones de trabajos a partir de los avances en investigación y desarrollos efectuados por los miembros investigadores. Partiendo de experiencias en el dictado de cursos, dirección de trabajos y publicaciones sobre Ingeniería de Software y Análisis de Sistemas[9, 10]. También, se tendrán en cuenta resultados y recorridos de experiencias conjuntas en los proyectos: "Técnicas De Ingeniería De Software Aplicadas Al Dispositivo Hipermedial Dinámico" (1ing252 - Resol C.S. 945/2008). (Cifasis: Conicet-Upcam-Unr) y "Obra Abierta: Dispositivos Hipermediales Dinámicos Para Educar e Investigar" (1ing253 - Resol C.S. 945/2008). (Cifasis: Conicet-Upcam-Unr)⁶ sobre la inyección de propiedades de coordinación de contratos sensibilidad al contexto al framework colaborativo Sakai[4].

La figura Figurefig:FWCsc presenta parte de la arquitectura conceptual de un Framework Web Colaborativo sensible al contexto (FWCsc). En el diagrama se muestra una composición de cuatro subsistemas.

El primer subsistema representa la arquitectura independiente del framework web colaborativo a través de la estratificación de las siguientes capas:

El Framework Sakai está diseñado según una arquitectura de cuatro capas: La capa de aplicación, presentación, herramientas y servicios. Nuestra propuesta consiste en envolver los servicios del núcleo Sakai mediante un mecanismo de coordinación de contratos. De esta manera se altera el diseño original del framework, agregando y modificando capas que nos permitan la inyección de información de contexto y el agregado de una nueva pieza de software (un contrato) con propiedades de sensibilidad al contexto. Con este propósito, fue modificado el diseño de la capa de servicios original[17], mediante una división en tres partes:

⁵<http://sakaiproject.org>

⁶<http://www.cifasis-conicet.gov.ar/index.php?sr=grupos/sanmartin.php>

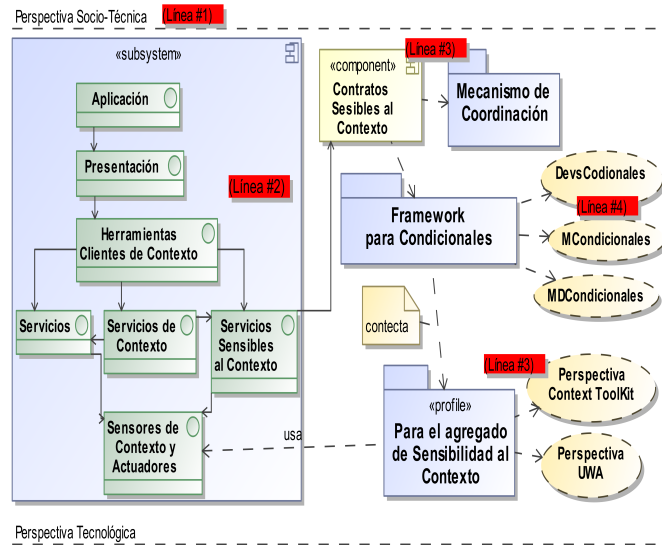


Figure 1: Arquitectura conceptual del FWCsc

- Servicios Originales: Pertenecientes al núcleo del framework original, no afectados con el agregado del mecanismo de coordinación de contrato.
- Servicios de Contexto: Permite a clientes el acceso a entidades, asignar, obtener y suscribir cambios en la información de contexto de las entidades.
- Servicios con coordinación de contratos (Servicios CSC): Servicios base del núcleo del framework Sakai modificados para poder efectuar la envoltura de los mecanismos de coordinación.

Mediante la división del estrato servicios se puede interpretar a los Servicios CSC como una nueva arquitectura basada en sistemas estratificados[11]. Entonces, esta composición se efectúa por el estrato de coordinación de contratos y el estrato de cómputo. La capa de cómputo estará compuesta por módulos de implementación (ej., servicios Sakai previos a la incorporación de contratos). Mientras que la capa de coordinación estará compuesta por módulos específicos de coordinación, patrones tipo proxy y contratos.

La implementación de los Servicios CSC se realizarán utilizando un patrón de diseño de coordinación de contratos ("Coordination Contracts Design Pattern") tomando como referencia la propuesta de Fiadeiro[12, 13]. Este patrón está basado en el patrón de diseño "proxy" (o "Surrogate")[14]. Por un lado provee una interfaz específica ("SubjectInterface"), como una clase abstracta, para cada componente. Esta interfaz está conectada al programa real ("SubjectBody") a través de un proxy dinámico reconfigurable. Por otra parte, soporta la reconfiguración dinámica del código ejecutado por medio de solicitud de operaciones a través del "proxy".

El segundo subsistema está compuesto por una componente contrato y su correspondiente mecanismo de coordinación. En este caso la coordinación de contrato se define como:

En términos generales, la coordinación de contratos es una conexión establecida entre un grupo de objetos (en nuestras consideraciones los participantes serían un objeto cliente y un determinado servicio), donde reglas, normas y restricciones (RNR) son

superpuestas entre los actores participantes, estableciendo con un determinado grado de control las formas de interrelación (o interacción).

El tipo de interacciones establecidas entre las partes es más satisfactoria que las que se pueden lograr con UML o lenguajes similares (orientados a objetos) debido a que éstas contienen un mecanismo de superposición donde se toman como argumento los contextos. Cuando un objeto cliente efectúa una llamada a un objeto suministro, el contrato "intercepta" la llamada y establece una nueva relación teniendo en cuenta el contexto del objeto cliente, el del objeto servidor e información relevante (respecto de la relación) adquirida y representada como contexto del entorno. Como condición necesaria, la implementación de los contratos no debe alterar el diseño y funcionalidad en la implementación de los objetos.

El tercer subsistema corresponde a un framework implementativo "context-awareness" que permite integrarse con algunas de las componentes del primer subsistema para la recolección del censo de información de contexto. Luego, dicha información es procesada a través de mecanismos que permitirán incorporarles propiedades de sensibilidad al contexto. Su configuración fue resuelta a partir de las ideas fundadoras del trabajo de Dey sobre el Context Toolkit[15] y el proyecto UWA[16].

El cuarto subsistema lo compone un nuevo modelo pensado para el diseño e implementación de condicionales que puedan ser utilizados en la composición de reglas de contratos. La principal idea de esta propuesta es estandarizar soluciones y brindar información necesaria en la creación de condicionales, donde sus valores de verdad deban ser calculados a través de sistemas externos (por ejemplo, el el tercer subsistema de la figura 1). En este sentido, los tipos de condicionales serán abstraídos en modelos que comprendan cálculos a partir de métricas, estructuras y simulación de eventos discretos. También se puede ver a este subsistema como integrador (conector) entre el subsistema de coordinación de contrato (segundo subsistema) y el sensible al contexto (tercer subsistema).

2.2. Bibliografía relacionada

Ghezzi, C., Jazayeri, M. y Mandrioli, D., *Fundamentals of Software Engineering*, Prentice Hall, Upper Saddle River, 1991. Páginas: 1-8.

Gibbs, W.W., "La crisis crónica de la programación", *Investigación y Ciencia*, 72-81, noviembre 1994.

Brooks, F.P., "No silver bullet: essence and accidents of software engineering", *IEEE Computer*, 20(4): 10-19, abril 1987.

Harel, D., "Biting the silver bullet: toward a brighter future for system development", *IEEE Computer*, 25(1): 8-20, enero 1992.

Ghezzi, C., Jazayeri, M. y Mandrioli, D., *Fundamentals of Software Engineering*, Prentice Hall, Upper Saddle River, 1991. Páginas: 357-382, 17-40, 43-57.

Sommerville, I., *Software Engineering*, Addison-Wesley, Harlow, 1995. Páginas: 157-164.

Saaltink, M., *The Z/EVES 2.0 user's guide*, ORA Canada, Ottawa, 1999. Páginas 35-44, 19-33.

Saaltink, M., y Meisels I., *The Z/EVES Reference Manual*, ORA Canada, 1997. Lo que necesitan.

Parnas, D.L., "On the criteria to be used in decomposing systems into modules", *Communications of the ACM*, 15(12): 1053-1058, diciembre 1972.

Parnas, D.L., "Designing software for ease of extension and contraction", *IEEE Transactions on Software Engineering*, 5(2):

128-137, marzo 1979.

Bass, L., Clements, P., Kazman, R., *Software architecture in practice*, 2da edición, Addison-Wesley, 2003. Páginas 47-68.

Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., Vlissides, J., *Patrones de diseño*, Addison-Wesley, 2003. Páginas: 2-69, 79-87, 141-169, 215-223, 237-249, 289-297, 305-316

Bass, L., Clements, P., Kazman, R., *Software architecture in practice*, 2da edición, Addison-Wesley, 2003. Páginas 3-46.

Shaw, M., Garlan, D., *Software architecture: perspectives on an emerging discipline*, Prentice Hall, Upper Saddle River, 1996. Páginas 1-5

Buschmann, F., Meunier, R., Rohnert, H., Sommerland, P., Stal, M., *Pattern-Oriented Software Architecture. A system of Patterns*, John Wiley Sons, 1996. Páginas 31-51.

Shaw, M., Garlan, D., *Software architecture: perspectives on an emerging discipline*, Prentice Hall, Upper Saddle River, 1996. Páginas 27-31, 51-60

Buschmann, F., Meunier, R., Rohnert, H., Sommerland, P., Stal, M., *Pattern-Oriented Software Architecture. A system of Patterns*, John Wiley Sons, 1996. Páginas 71-95.

Berson, A., *Client/Server Architecture*, McGraw-Hill, 1992. Páginas 29-54.

3. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Por razones de espacio se describe sintéticamente las principales líneas de investigación en la que se trabaja multidisciplinariamente. Donde cada una de ellas se concentra en el estudio particular sobre los aspectos inherente de los subsistema del FWCsc representado en la figura 1.

- Documentación de Estilos Arquitectónicos para Framework Web Colaborativos Sensibles al Contexto.

Linea #2)

La temática de estudio en este eje trata sobre la adaptación y aplicación de documentación de estilos arquitectónico al framework web colaborativo Sakai⁷ con contratos sensibles al contexto [21]. En este sentido, primero, se proporcionan diferentes formas de interpretar la arquitectura Sakai con el propósito de construir una documentación adecuada a su comunidad de desarrollo [18].

Luego, se propone una arquitectura ideal que describa la incorporación de contratos sensibles al contexto(CSC) utilizando estilos arquitectónicos y patrones de diseño. Se persigue el propósito del agregado de propiedades de adaptación dinámica a los servicios bases del Framework Sakai.

- Prácticas de lectura en pantalla de PC en las universidades: un análisis socio-técnico del uso de materiales educativos adaptados al FWCsc

Linea #1)

El análisis de los diversos usos de las tecnologías esgrimen variados desafíos, uno de ellos, quizás el más importante, es el de comprender con mayor profundidad la compleja relación entre los aspectos sociales y los aspectos técnicos de los artefactos en particular y de los software en general. Esto posibilita ver cómo cada una de las distintas funciones

⁷Véase referencia del proyecto Sakai en <http://sakaiproject.org>

internas de las FWCsc se interrelacionan entre sí, pero principalmente pensarlas en congruencia con la utilidad que los usuarios pueden otorgarles. ¿Usos adecuados, múltiples, correctos, orientados hacia ciertos fines? Cualquiera que estos sean, lo relevante de esta perspectiva es que permite analizar el vínculo entre los procesos de producción y usos de los software, indagar en cómo se están pensando en la actualidad, cómo se llevan a cabo, cuál es el estado de la cuestión y cuáles son los desafíos presentes y futuros. El ámbito educativo es solo una arista fundamental de un campo que ya demostró en el desarrollo del hardware que el cielo es el límite. Ahora resta ponerse a trabajar en el análisis de los múltiples usos que tienen lugar de otro lado de la pantalla, en los “cómo” los usuarios recuperan el diseño y la arquitectura del programa. Queda por delante un desafío casi inacabable: recobrar la mirada del usuario, sus objetivos, pero por sobre todo, su forma de relación con la tecnología y los rasgos de los procesos de interacción que co-construye con el sistema, cualquiera que este fuera.

- Modelo conceptual e información necesaria como marco de creación de condicionales para los contratos sensibles al contexto en entornos web colaborativos.

Línea #3

La temática que se aborda en este proyecto se enfoca en brindar un marco conceptual sobre la posibilidad de creación e implementación de condicionales adaptables al diseño y propósito de los contratos sensibles al contextos. En este caso, se propone un modelo de integración para conectar un subsistema que colabore con la configuración (cálculo) de los valores de verdad de las reglas de los contratos[19, 21]. Para este fin, se abordan líneas temáticas relacionadas con patrones de diseño, diseño de módulos y arquitectura de software. Además, se plantean cuestiones de creación de metodología y documentación.

La figura 2 representa una idea de la propuesta de diseño basada en los módulos que se deben tener en cuenta para concretar un eficiente diseño de dichos condicionales. En este caso, a partir de un módulo de integración[2] se concentran el control de las partes intervinientes. De esta manera se define un módulo donde se efectúan los cálculos finales que determinan el valor de verdad del condicional. Otro módulo es encargado de la recolección y toma de datos, extendiéndose para los casos particulares donde sea necesario contar con estructuras de árboles (ej., MDCondicionales[20]), aplicación de métricas (ej., MCondicionales[20]), expresiones lógicas, etc.

Además, un módulo aparte se configura para describir todas las restricciones que deben cumplir el condicional, teniendo en cuenta su utilización dentro de las reglas de los contratos, con el propósito de no incurrir en contradicciones o inconsistencias con las pre y post condiciones e invariantes.

Las conexiones con otros subsistema, por ejemplo, el subsistema sensible al contexto representado en la figura1, se encuentran encapsuladas en otro módulo de conexión. De esta manera se implementa un "callback" de un método perteneciente a la interfaz de un subsistema externo.

- Desarrollo e implementación de métricas para el análisis de las interacciones para el FWCsc

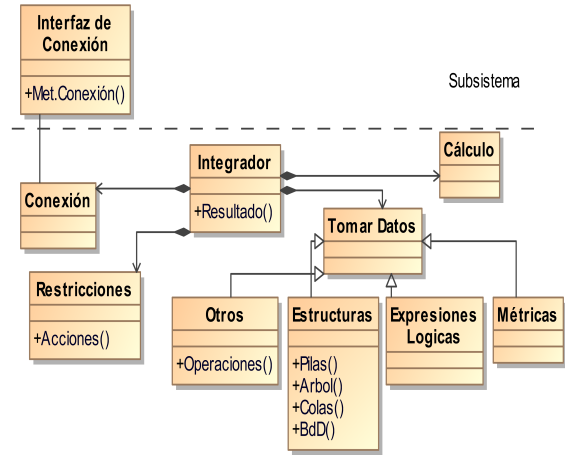


Figure 2: Diseño conceptual de condicionales para contratos sensibles al contexto

Línea #4

En esta línea se propone el desarrollo e implementación de mejoras en las métricas para el análisis evaluativo de la calidad de las interacciones en redes sociotécnicas mediadas por los FWCsc para la construcción y diseminación de conocimiento[1]. Estas métricas cuanti-cualitativas son flexibles a los diversos requerimientos, tanto de los sujetos participantes como de las tecnologías sociales y digitales, y se exponen atendiendo al marco teórico y metodológico de los Dispositivos Hipermediales Dinámicos[20]. El mismo es abordado como sistema complejo utilizando el formalismo DEVS (Discrete EEvents dynamic Systems) para su modelado global y la integración tecnológica de dichas métricas. Sumamos también el resultado obtenido en un caso de uso utilizando el entorno PowerDEVS. La propuesta sienta las bases para el desarrollo de una herramienta de seguimiento de procesos participativos de educar, investigar, producir y gestionar. A su vez, se obtiene un indicador para el cambio contextual de los participantes, resignificando una característica de sus comportamientos y atendiendo a la posibilidad de usar la información de interactividad como parámetro “context-aware” de los contratos.

A su vez, se tiene en cuenta la posibilidad de establecer interfaces de conexión para ser utilizada como parte del cálculo de los valores de verdad de condicionales de las reglas en los contratos sensibles al contexto[2].

4. RESULTADOS Y OBJETIVOS

4.1. Resultados

Los resultado obtenidos en la ejecución del proyecto corresponden a publicaciones y prototipos experimentales. Además, fueron utilizados como aportes en tesis doctorales y tesis de grado.

Actualmente se cuenta con tres publicaciones referidas al diseño e implementación de condicionales para contratos sensibles al contexto[20, 2, 3]. Una tesis de grado (a evaluar este año) sobre la documentación de estilos arquitectónicos para los FWCsc.

Se efectuaron mejoras y adaptaciones de la herramienta SwContract para su uso en los FWCsc. SwContract fue realizada en CIFA-SIS con registro en CESSI Argentina a través de CONICET (año 2010). Esta herramienta permite inyectar los contratos sensibles al contexto dentro de la aplicación Sakai [21].

También se cuenta con un prototipo experimental de la herramienta SEPI[3, 1], utilizada para el estudio de las interacciones en el Dispositivo Hipermedial Dinámico (P. San Martín, et.al.[20])

4.2. Objetivos

Continuar con las labores iniciadas sobre la documentación de estilos para los FWCsc. Identificar las posibles debilidades encontradas en los modelos de documentación propuestos, con el propósito de poner como objeto de primera clase los aspectos colaborativos relevantes. A partir de esto, proponer nuevos ítems para mejorar su representación.

Intentar publicar en congreso y revistas afines los avances y resultados sobre la construcción del modelo conceptual e información necesaria en la construcción de condicionales de las reglas de contratos sensibles al contexto (línea 4).

Integrar la herramienta SEPI [3] dentro del framework Sakai teniendo en cuenta la propuesta de integración de métricas para el análisis de las interacciones en el FWCsc.

Continuar con la incorporación de estudiantes y docentes de Ing. en Sistemas Informático (UAI), con la prospectiva de incorporar en sus trabajos finales temáticas a fines a este proyecto. Promoviendo, de esta manera, el interés de participar activamente en las actividades del laboratorio de Ingeniería de Software -CAETI Rosario.

Confecionar un espacio dentro de la plataforma web colaborativa sensible al contexto CAETI Rosario⁸ un espacio colaborativo donde se exponga el recorrido y resultados del análisis socio-técnicos sobre el FWCsc.

Continuar con el programa de charlas y participación en las materias de grado, perteneciente al proyecto referenciado en la sección1, sobre la capacitación de las técnicas de IS en los casos de usos utilizados en este proyecto.

5. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En cuanto a la formación de recursos humanos involucrados en este proyecto se cuenta con dos tesis doctoral (Becarios CONICET). Dos tesis de grado correspondiente a la carrera de Lic. en Ciencias de la Computación (UNR). Tres docentes y responsables del proyecto. Cinco alumnos de la Ing. en Sistemas Informáticos pertenecientes a tercer y cuarto año. Además se espera la inminente incorporación de once alumnos más de Ing. en Sistemas Informáticos y personal de la empresa Velocity Partner en el marco del convenio mencionado en la sección1

6. REFERENCES

[1] Rodríguez Guillermo (2010), La teoría de los sistemas complejos aplicada al modelado del Dispositivo Hipermedial Dinámico. Tesis doctoral. UNR.

⁸<http://201.231.35.227:8080>. Usuario:clave (invitado:invitado)

[2] Sartorio Alejandro, Rodríguez Guillermo, Vaquero Marcelo (2010), Condicionales DEVS en la coordinación de contratos sensibles al contexto para los DHD. XVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. En prensa.

[3] Rodríguez Guillermo, Sartorio Alejandro, San Martín Patricia, (2010), SEPI: una herramienta para el Seguimiento y Evaluación de Procesos Interactivos del DHD. XV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. En prensa.

[4] <http://sakaiproject.org/>

[5] <http://confluence.sakaiproject.org/>

[6] <http://www.mesadearena.edu.ar/>

[7] <http://collab.sakaiproject.org/mailman/listinfo>

[8] <http://www.mesadearena.edu.ar:8080/portal/>

[9] <http://www.fceia.unr.edu.ar/asist/>

[10] <http://www.fceia.unr.edu.ar/ingsoft/>

[11] L.F. Andrade y J.L.Fiadeiro. Architecture Based Evolution of Software Systems.

[12] J.Gouveia, G.Koutsoukos, L.Andrade J.L.Fiadeiro. Tool Support for Coordination-Based Software Evolution

[13] L.F. Andrade, J.L. Fiadeiro, J. Gouveia, A. Lopes y M. Wermelinger. Patterns for Coordination.

[14] Gamma, E., Helm R., Johnson R., Vlissides, J.: Design Patterns: Elements of Reusable Object Oriented Software, Addison-Wesley (1995)

[15] D. Salber, A. K. Dey, and G. D. Abowd. The Context Toolkit: Aiding the Development of Context-Enabled Applications. In Proc. of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'99), Pittsburgh, PA, USA, May 1999.

[16] Distant D., Tilley S. and Huang S. (2004b). Documenting software systems with views IV: documenting web transaction design with UWAT+. *Proceedings of the 22nd International Conference on Design of Communication (SIGDOC 2004)*, Memphis, TN, New York, NY:ACM Press, 10–13 October.

[17] <https://confluence.sakaiproject.org/display/DOC/Abstract+Architecture>

[18] <http://www.sakaiproject.org/community-support>

[19] Meyer, B.: Applying Design by Contract, IEEE Computer, 40-51. (1992)

[20] San Martín, P., Sartorio, A., Guarnieri, G., Rodríguez, G.: Hacia un dispositivo hipermedial dinámico. Educación e Investigación para el campo audiovisual interactivo. Universidad Nacional de Quilmes (UNQ). ISBN:978-987-558-134-0. (2008)

[21] Sartorio, A.; Cristiá, M.: First Approximation to DHD Design and Implementation. Clei electronic journal, Vol.12 N. 1. (2009).

[22] http://www.ec.europa.eu/information_society/events/ict/2010/index_en.htm

[23] Rivera, M.B., Molina, H., Olsina, L. "Sistema Colaborativo de Revisión para el soporte de información de contexto en el marco C-INCAMI", XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, CACIC 2007, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes – Resistencia, 2007.

[24] <http://caeti.uai.edu.ar/04/03/14/886.asp>