

JISBD
2006
500e

Editors:
José C. Riquelme, Pere Botella

Ingeniería del Software y Bases de Datos

Editors:
José C. Riquelme, Pere Botella



FIB

INTERSYSTEMS

Microsoft

Ingeniería del Software



Ingeniería del Software y Bases de Datos

Actas de las
XI Jornadas de Ingeniería
del Software y Bases de Datos

Sitges, 3 al 6 de Octubre de 2006

Editores:

José C. Riquelme
Pere Botella

Publicado por



Ingeniería del Software y Bases de Datos

Sitges, 3 al 6 de Octubre de 2006

Comité Ejecutivo JISBD 2006

Presidente del Comité Organizador

Pere Botella (Universitat Politècnica Catalunya)

Presidente del Comité De Programa

José C. Riquelme (Universidad de Sevilla)

Secretario Comisión Permanente

Mario Piattini (Universidad de Castilla-La Mancha)

Coordinador de Tutoriales

Xavier Franch (Universitat Politècnica de Catalunya)

Coordinador de Talleres

Antonio Ruiz (Universidad de Sevilla)

Ingeniería del Software y Bases de Datos

Primera edición, Septiembre 2006

© Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE)
Gran Capitán s/n, 08034 Barcelona, España
www.cimne.upc.es

Impreso por: Artes Gráficas Torres S.A., Morales 17, 08029 Barcelona, España

Depósito legal: B-42461-2006

ISBN: 84-95999-99-4

Comité de Programa JISBD 2006

Jesús Aguilar (U. Sevilla)
José F. Aldana (U. Málaga)
Bárbara Álvarez (U. P. Cartagena)
María J. Aramburu (U. Jaume I)
Joao Araujo (U. Nova De Lisboa)
Orlando Belo (U. Do Minho)
Rafael Berlanga (U. Jaume I)
Pere Botella (U. P. Catalunya)
Nieves Brisaboa (U. Coruña)
Coral Calero (U. Castilla-La Mancha)
Carlos Canal (U. Málaga)
José M. Caverio (U. Rey Juan Carlos)
Matilde Celma (U. P. Valencia)
Rafael Corchuelo (U. Sevilla)
Dolors Costal (U. P. Catalunya)
Yania Crespo (U. Valladolid)
Carlos Delgado (U. Carlos III)
Oscar Díaz (U. País Vasco)
Javier Dolado (U. País Vasco)
Joao Falcão e Cunha (U. Porto)
Xavier Franch (U. P. Catalunya)
Pablo de la Fuente (U. Valladolid)
Lidia Fuentes (U. Málaga)
Mario J. Gaspar da Silva (U. Lisboa)
Marecla Genero (U. Castilla-La Mancha)
Juan Gómez (U. Alicante)
Alfredo Gofí (U. País Vasco)
Jon Iturriz (U. País Vasco)
Elena Jurado (U. Extremadura)
Natalia Juristo (U. P. Madrid)
Antonia Lopes (U. Lisboa)

Comité Organizador (U. P. Catalunya)

Alberto Abelló
Claudia Ayala
Xavier Burgués
Jordi Conesa
Dolors Costal
Cristina Gómez
Gemma Grau

Adolfo Lozano (U. Extremadura)
Henrique Madeira (U. Coimbra)
Esperanza Marcos (U. Rey Juan Carlos)
Eduardo Mena (U. Zaragoza)
Ana Moreira (U. Nova De Lisboa)
Ana M. Moreno (U. P. Madrid)
Juan J. Moreno (U. P. Madrid)
Juan M. Murillo (U. Extremadura)
Oscar Pastor (U. P. Valencia)
Ernesto Pimentel (U. Málaga)
Ángeles Places (U. Coruña)
Antonio Polo (U. Extremadura)
Carme Quer (U. P. Catalunya)
Celia Ramos (U. Algarve)
Isidro Ramos (U. P. Valencia)
Isabel Ramos (U. Sevilla)
Antonio Rito (U. Técnica De Lisboa)
María J. Rodríguez (U. Granada)
Francisco Ruiz (Castilla-La Mancha)
Fernando Sánchez (U. Extremadura)
Juan Sánchez (U. P. Valencia)
Sofia Sousa Brito (I. P. Beja)
Ernest Teniente (U. P. Catalunya)
Miguel Toro (U. Sevilla)
Ambrosio Toval (U. Murcia)
Juan C. Trujillo (U. Alicante)
Javier Tuya (U. Oviedo)
Toni Urpi (U. P. Catalunya)
Antonio Vallecillo (U. Málaga)
Belén Vela (U. Rey Juan Carlos)

Revisores Adicionales

Alberto Abelló
Álvaro E. Prieto
Amparo Navasa
Ángel Herranz
Antônia Mas
Antonio Cesar Gómez
Antonio Ruiz
Arantza Illarramendi
Artur Boronat
Cesar J. Acuña
Clara Benac Earle
Cristina Vicente Chicote
Daniel Gomes
Daniel Jiménez
Dante Currizo
Domingo S. Rodríguez-Bacna
Dulce Domingos
Eduardo Pérez-Ureta
Encarna Sosa
Esperança Amengual
Fernando Molina
Fran J. Ruiz-Bertol
Francisco Gutiérrez
Francisco J. Lucas
Francisco J. García-Peñalvo
Francisco L. Gutiérrez
Herbert Kuchen
Isabel Nunes
Ismael Navas
Ismael Sanz
Javier Cámara
Javier Cubo
Javier Gutierrez
Jennifer Pérez
Jesús Arias
Joaquín Nicolás
Jordi Cabot
Jorge Martínez-Gil
José Luis Garrido
José Magno Lopes
José María Conejero
José Norberto Mazón
José Ramón Ríos
Juan Ángel Pastor

Juan Carlos Preciado
Juan Manuel Vara
Julia González
Lars-Åke Fredlund
Manuel Serrano
Marcirio Silveira Chaves
Mari Carmen Otero
María del Mar Roldán
María Esperanza Manso
María Isabel Sánchez Segura
María Teresa Gómez
María Visitación Hurtado
Marta Tabares
Martin Solari
Miguel Ángel Laguna
Miguel A. Martínez-Aguilar
Miguel A. Martínez-Prieto
Miguel A. Pérez Toledano
Miguel A. Rodríguez Luaces
Miguel Rodríguez Penabad
M^a Ángeles Moraga
Norberto Díaz-Díaz
Nuria Medina
Oscar Dieste
Paloma Cáceres
Pascal Poizat
Patricia Paderewski
Patricio Letelier
Pedro J. Muñoz
Pedro Sánchez-Palma
Pedro Valderas
Pepe Carsí
Rafael Ceballos
Raquel Trillo
Raúl Giráldez
Roberto Rodríguez-Echeverría
Santiago Melia
Sergio Ilarri Artigas
Toñi Reina
Toufik Taibi
Valeria de Castro
Vicente Luque
Vicente Pelechano
Xavier Ferré

Sistema Automático de Revisión (Quercus Software Engineering Group)

Pablo Amaya
Daniel García

Universidad de Extremadura
Universidad de Extremadura

Entidades Patrocinadoras



Facultat d'Informàtica de Barcelona



Prólogo

La undécima edición de las Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos se celebró en Sitges (Barcelona) entre el 3 y el 6 de Octubre de 2006. Desde aquellas primeras ediciones del año 1996 en Sevilla y La Coruña, donde las Jornadas de Ingeniería del Software y las de Bases de Datos se celebraron por separado hasta la presente edición se ha recorrido un largo camino. La unificación de las dos líneas en un solo encuentro, primero con estructuras separadas y desde hace dos ediciones con un Comité de Programa único, ha servido para consolidar a la comunidad JISBD como una de las más dinámicas en las tecnologías informáticas, como se demostró en el número de inscritos de la última edición celebrada en el seno del Primer Congreso Español de Informática (CEDI).

Como viene ocurriendo desde la edición del 2001, las JISBD han acogido la celebración, en paralelo y compartiendo algunos actos, de PROLE, las VI Jornadas de Programación y Lenguajes. Ambos eventos son organizados bajo los auspicios de SISTEDES (Sociedad de Ingeniería del Software y Tecnologías de Desarrollo de Software), sociedad constituida en Granada durante la celebración de CEDI en Septiembre del 2005. Desde la edición de 2006, todas las personas inscritas en JISBD o PROLE serán miembros de SISTEDES hasta la celebración de las siguientes jornadas.

En los diez años transcurridos, las JISBD han servido de foro de encuentro para motivar y servir de acicate al esfuerzo investigador de los participantes. Este impulso ha incrementando de manera muy importante la presencia en foros internacionales de trabajos de investigación de grupos españoles y portugueses. Así se puede consultar en el *ISI Web of Science* que el número de trabajos con las palabras claves "Software Engineering" provenientes de España o Portugal en el año 1996 fue de 3, de 15 en el 2002 y de más de 30 en el 2005. Con palabras claves referidas a Bases de Datos los resultados de crecimiento que se obtienen son similares. Es muy posible que versiones previas de esos trabajos fueron presentadas y, a su vez enriquecidas, en ediciones anteriores de las JISBD. Parece justo pensar que sin la existencia de estas Jornadas no se hubiera conseguido este significativo avance en la presencia internacional de sus participantes.

El presente libro de actas contiene los trabajos seleccionados por el Comité de Programa para la edición de este año 2006. Se recibieron un total de 123 trabajos con la siguiente distribución geográfica: 25 de Latinoamérica, 6 de Portugal, 90 de España, 1 de Francia y 1 de India. El Comité de Programa realizó una ardua tarea de revisión, mediante la cual cada trabajo fue revisado por tres o cuatro expertos, abriéndose posteriormente un debate para los trabajos que presentaban disparidad de criterios. El número final de trabajos seleccionados para publicarse completos fue de 41, considerándose además como interesantes 14 trabajos para su prescutación como artículos cortos de 6 páginas.

Como es habitual de ediciones anteriores fueron dos las conferencias impartidas durante esta edición. La lección inaugural de título *Software Architecture: Past, Present, and Future* fue dictada por el profesor David Garlan de la prestigiosa *Carnegie Mellon University*. El profesor

Garlan es considerado uno de los fundadores del campo de la Arquitectura Software y, en particular, es experto en representación formal y análisis de diseño de arquitecturas. La segunda conferencia titulada *Model Independent Schema and Data Translation* fue pronunciada por el profesor Paolo Atzeni de la *Università Roma Tre*. El profesor Atzeni trabaja en tópicos relacionados con Bases de Datos, ha sido presidente de la *EDBT Association* y actualmente es secretario de la *VLDB Endowment*. Asimismo las dos conferencias de PROLE impartidas por los profesores Eelco Visser y Krzysztof Apt, han sido incluidas en el programa de JISBD.

También como en ediciones anteriores y con una importante participación e interés se desarrollaron los talleres asociados durante el primer día de las Jornadas. Un total de ocho talleres con la presentación y debate de nuevas propuestas en líneas de trabajo diversas como software orientado a aspectos, pruebas del software, sistemas hipermedias, bases de datos o servicios web. Los talleres de JISBD representan la vanguardia de la investigación y semillero de ideas, convirtiéndose en un foro de encuentro imprescindible dentro de las Jornadas. Asimismo, se ha ofrecido un interesante tutorial sobre Líneas de Producto Software por parte de los profesores Oscar Díaz y Salvador Trujillo.

La celebración de las JISBD con tan alto número de partícipes obliga a una importante labor desinteresada por parte de muchas personas. En primer lugar a los investigadores que han considerado que las JISBD eran un foro adecuado para presentar sus trabajos y a los distintos organizadores y participantes de los talleres. A los miembros del comité ejecutivo y del comité organizador que han coordinado los talleres y tutoriales, así como los detalles de la organización y celebración del encuentro. A los miembros del grupo Quercus por su, cada año mejor, sistema de revisión de trabajos. También queremos dar las gracias al personal del CIMNE, en especial a Paola Pizzi, por su eficaz soporte en la organización del evento. Finalmente, no hay palabras para agradecer y reconocer el trabajo realizado por el Comité de Programa y los revisores adicionales. Se han realizado 380 revisiones y más de 20 discusiones o debates sobre artículos con discrepancias. Gran parte del éxito de estas Jornadas se debe al tiempo que estos investigadores le han dedicado a esta tarea.

La próxima edición de las JISBD en el 2007 volverá a celebrarse en común con el CEDI en Zaragoza. Les deseamos a sus responsables un nuevo éxito de convocatoria que refleje el buen momento que goza la comunidad investigadora ibero-americana en Ingeniería del Software y Bases de Datos.

Silges, Octubre de 2006
 José C. Riquelme, Pere Botella (Editores)

INDICE

CONFERENCIAS INVITADAS

Model Independent Schema and Data Translation	19
<i>P. Atzeni</i>	
Software Architecture: Past, Present and Future	20
<i>D. Garlan</i>	

INGENIERÍA DE PROCESOS

Usabilidad en Entornos MDA: Propuesta y Estudio Empírico	23
<i>S. Abrahao, E. Insfran y J. Vanderdonck</i>	
Diagrama Gantt Extendido: Una Representación Gráfica de los Recursos Humanos	34
<i>F. J. Ruiz-Bertró y J. Dolado</i>	
De Modelos de Proceso a Modelos Navegacionales	44
<i>C. Solís, J. H. Canós, M. Llavador y M. C. Penadés</i>	

MODELADO DE DATOS I

Indexación de Datos SRTM de Elevación Terrestre. Algoritmos de Carga Masiva en el Árbol Q*	57
<i>F. Rodríguez y M. Barrena</i>	
A Methodology for Vertical Integration over Biomedical Knowledge	67
<i>E. Jiménez-Ruiz, R. Berlanga, I. Sanz y R. Danger</i>	
Modelado Multidimensional de Almacenes de Datos con MDA	77
<i>J. N. Mazón, J. Pardillo, S. Meliá y J. Trujillo</i>	

MANTENIMIENTO SOFTWARE

Contención de Consultas con Valores Nulos usando el Método CQC	89
<i>G. Rull, C. Farré y T. Urpi</i>	
Diseño Sistemático de Pruebas para Consultas XPath utilizando Técnicas de Partición	99
<i>C. de la Riva, J. García-Fanjul y J. Tuya</i>	

Testeo de Software con Dos Técnicas Metaheurísticas <i>E. Alba, F. Chicano y S. Janson</i>	109
Modelos y Algoritmos para la Generación de Objetivos de Prueba <i>J. J. Gutiérrez, M. J. Escalona, M. Mejias y J. Torres</i>	119

MODELADO DE DATOS II

Intensive Crossovers: Improving Quality in a Genetic Query Optimizer <i>V. Muntés-Mulero, J. Aguilar-Saborit, C. Zuzarte y J-L. Larriba-Pey</i>	131
A Calculus and Algebra for Querying Directed Acyclic Graphs <i>S. Santini y A. Gupta</i>	141
Especificación Declarativa del Reforzamiento de Restricciones de Asociaciones en Esquemas Conceptuales <i>P. Nieto, A. Santiago, D. Costal y C. Gómez</i>	151
Extending ATSQL to Support Temporally Dependent Information <i>C. Martín, M.H. Böhlen y C. López</i>	161

CALIDAD

Experience Measuring Maintainability in Software Product Lines <i>G. Aldekoa, S. Trujillo, G. Sagardui y O. Díaz</i>	173
Herramienta de Soporte a la Valoración Rápida de Procesos Software <i>F. Pino, F. García y M. Piattini</i>	183
Modelado y Simulación de la Evaluación Heurística de Usabilidad <i>N. Hurtado, M. Ruiz y J. Torres</i>	193

GENERACIÓN AUTOMÁTICA

MCGen: Un Entorno para la Generación Automática de Compiladores de Modelos Específicos de Dominio <i>M. Llavador, J. H. Canós, P. Letelier y C. Solís</i>	205
Definición de Operaciones Complejas con un Lenguaje Específico de Dominio en Gestión de Modelos <i>A. Gómez, A. Boronai, L. Hoyos, J. Á. Carsi y I. Ramos</i>	215
Transformación de Modelos para el Desarrollo de Bases de Datos Objeto-Relacionales <i>J. M. Vara, B. Vela, J. M. Cavero y E. Marcos</i>	225

MINERÍA DE DATOS

Evaluating Maintenance Cost Computing Algorithms for Multi-Node OLAP Systems <i>J. Loureiro y O. Belo</i>	241
Hybrid Evolutionary Data Analysis Technique for Environmental Modeling <i>J. Acosta, A. Nebot y J. M. Fuertes</i>	251
RESOP: Un Método para la Reducción de Bases de Datos <i>I. Nepomuceno, J. A. Nepomuceno y R. Ruiz</i>	261

ARQUITECTURAS SOFTWARE I

A Conceptual Framework for Automated Service Trading <i>P. Fernández, M. Resinas y R. Corchuelo</i>	273
A Semantic Formalization of UML-RT Models with CSP+T Processes Applicable to Real-Time Systems Verification <i>M.I. Capel, L.E. Mendoza, K. Benghazi y J.A. Holgado</i>	283
Asignación Sistemática de Responsabilidades en una Arquitectura de Tres Capas <i>X. Franch, J. Pradel y J. Raya</i>	293

INGENIERÍA DE REQUISITOS I

Una Aproximación basada en Patrones para el Modelado Conceptual de Sistemas Cooperativos <i>J. L. Isla Montes, F. L. Gutiérrez Vela y P. Paderewski Rodríguez</i>	305
Aplicación Práctica de un Proceso de Ingeniería de Requisitos de Seguridad <i>D. Mellado, E. Fernández-Medina y M. Piattini</i>	315
Disentangling Crosscutting in AOSD: Formalization based on a Crosscutting Pattern <i>J.M. Conejero, K. van den Berg y J. Hernández</i>	325

INGENIERÍA DE REQUISITOS II

Validación de Modelos usando Escenarios y Prototipado Automático <i>A. Roche, P. Letelier, E. Navarro y M. Llavador</i>	337
Hacia la Definición de un Perfil de UML 2.0 para Modelar Requisitos de Seguridad en Procesos de Negocio <i>A. Rodríguez, E. Fernández-Medina y M. Piattini</i>	347
Propuesta de un Procedimiento de Selección de Técnicas de Educación de Requisitos <i>D. Carrizo y O. Diez</i>	357
A Survey on the Automated Analyses of Feature Models <i>D. Benavides, A. Ruiz-Cortés, P. Trinidad y S. Segura</i>	367

ARQUITECTURAS SOFTWARE II

Replicación Distribuida en Arquitecturas Software orientadas a Aspectos Utilizando Ambientes	379
<i>N. Ali, J. Perez, C. Costa, I. Ramos y J. A. Cursi</i>	
Modularizing Framework Hot Spots using Aspects	389
<i>A. Santos, A. Lopes y K. Koskimies</i>	
Organizational Architectural Styles Specification	400
<i>C. Silva, J. Araujo, A. Moreira, J. Castro, F. Alencar y R. Ramos</i>	
Diseñando Patrones de Coordinación: de Solución Única a Patrón de Coordinación Candidato	411
<i>P. L. Pérez-Serrano y M. Sánchez-Alonso</i>	

MISCELÁNEA SOFTWARE

La Incertidumbre como Herramienta en la Ingeniería de Software	423
<i>N. Medinilla y I. Gutiérrez</i>	
Un Perfil UML para la Definición de un Lenguaje Gráfico de Transformaciones basado en QVT	433
<i>S. Meliá, J. Gómez, J. L. Serrano y J. N. Mazón</i>	
Generación de Aplicaciones Web basadas en Procesos de Negocio mediante Transformación de Modelos	443
<i>V. Torres, V. Pelechano y P. Giner</i>	
Modelado de la Agregación de Portlets por medio de Statecharts	453
<i>O. Díaz, A. Irastorza, M. Azanza y F. Villoria</i>	

TRABAJOS CORTOS

Diseño de Modelos de Minería de Clasificación en Almacenes de Datos	465
<i>J. Zubcoff y J. Trujillo</i>	
Ampliación de la Sintaxis y la Semántica de SQL para el Tratamiento de Datos Tipo Restricción	471
<i>M. T. Gómez-López y R. M. Gasca</i>	
A Hypermedia Role-based Access Control Meta-Model	477
<i>D. Sanz, P. Diaz y I. Aedo</i>	
Integrando Modelos de Procesos y Activos Reutilizables en una Herramienta MDA	483
<i>O. Avila-García, A. Estévez García, E. V. Sánchez Rebull y J. L. Roda García</i>	
Investigando los Beneficios de Pair Designing: Un Estudio Empírico con Profesionales	489
<i>F. García, C. Visaggio, G. Canfora y M. Piattini</i>	
Experiencias en Integración de Métodos Cualitativos y Cuantitativos	495
<i>M. Lázaro, E. Marcos y S. Vegas</i>	

Engineering Automated Negotiations	502
<i>M. Resinas, P. Fernandez y R. Corchuelo</i>	
ROS: Servicio de Optimización Remota	508
<i>E. Alba, J. G. Nieto y F. Chicano</i>	
Evolución de Sistemas orientados a Aspectos utilizando Patrones de Interacción	514
<i>M. A. Pérez Toledano, A. Navasa Martínez, J. M. Murillo Rodríguez y C. Canal Velasco</i>	
Diseño de Primitivas de Reflexión Estructural Eficientes Integradas en SSCLI	520
<i>J. M. Redondo López, F. Ortin Soler y J. M. Cueva Lovelle</i>	
Towards a Methodology for Distributed Requirements Elicitation	526
<i>G. Aranda, V. Vizcaino, A. Cechich y M. Piattini</i>	
A Generic Core MOF Metamodel for AORE	532
<i>P. Sánchez, J. Magno, A. Moreira, L. Fuentes y J. Araujo</i>	
Caracterización de Refactorizaciones para la Implementación en Herramientas	538
<i>C. López, R. Marticorena y Y. Crespo</i>	

TOWARDS A METHODOLOGY FOR DISTRIBUTED REQUIREMENTS ELICITATION

Gabriela N. Aranda¹, Aurora Vizcaino², Alejandra Cechich¹, Mario Piattini²

¹GIISCo Research Group
 Computing Sciences Department, Universidad Nacional del Comahue
 Buenos Aires 1400, 8300 Neuquén, Argentina
 {garanda | acchich}@uncoma.edu.ar, web: <http://gisco.uncoma.edu.ar>

²ALARCOS Research Group, Information Systems and Technologies Department
 UCLM-Soluziona Research and Development Institute
 Escuela Superior de Informática, University of Castilla-La Mancha
 Paseo de la Universidad 4, 13071 Ciudad Real, Spain
 {aurora.vizcaino | mario.piattini}@uclm.es, web: <http://alarcos.inf-cr.uclm.es/>

Keywords: Global Software Development, Requirements Elicitation, Cognitive Informatics.

Abstract. *The requirements elicitation process faces special difficulties during global software development projects, mainly because of the challenges that distance imposes upon communication. Considering that by improving communication an improvement is expected in software quality, we propose a methodology that focuses on interpersonal communication and its cognitive aspects. Therefore, we propose applying techniques from cognitive psychology fields to help stakeholders feel more comfortable with their work and improve their productivity. This paper introduces our approach, showing how stakeholders' learning styles can be used as a basis for choosing groupware tools and elicitation techniques, and presents the basis for a requirements elicitation methodology in distributed environments.*

1. INTRODUCTION

During the last decade, organizations have adopted a new way of developing software, called *global software development* (GSD), where stakeholders are geographically dispersed in multiple distanced sites, and frequently across national boundaries. By doing so, organizations have the possibility of counting on skilled resources at a lower cost [1] but, according to studies of real-life GSD projects, this dispersion over multiple sites must face forces that negatively affect the team's performance [2]. One of them, and may be the most important, is the loss of communicative richness, which is affected by the lack of face-to-face interaction and implies that communication must be carried out by means of *groupware* tools like e-mail, instant messaging and videoconference, among others.

In the same way, communication is a well-known challenge in requirements engineering activities [3], especially during the *requirements elicitation process*, which encompasses the analysts' work in discovering and defining the system's requirements according to expectations of users and customers.

There are three kinds of problems that are possible sources of errors during requirements elicitation in GSD: (1) Problems related to the requirements elicitation activity – the most common problems cited in bibliography are related to the importance of communication during activities like solving problems, informing, monitoring, building relationships, making decisions and coordinating [4]; (2) problems related to group dynamics; and (3) problems that are introduced by dispersion in multiple sites [2]. Taking into account that communication is crucial during any requirements elicitation process and that, additionally, communication is seriously affected when the stakeholders are distributed throughout many distant sites, we believe that the requirements elicitation process and related methodologies have to be specially rethought to assure their success in distributed environments. In order to define strategies to improve communication in such scenarios, we have analyzed various psychological techniques that allow people to be classified according to certain personal characteristics. Then we focused our interest on techniques called Learning Style Models (LSMs) [5] that consider people's differences when perceiving and processing information. We believe that such a classification can be used as a starting point to guide the selection of more suitable groupware tools and elicitation techniques for a group of stakeholders. Based on such an idea, in Section 2 we introduce a method for technology selection that takes into account the stakeholders' cognitive profiles and in Section 3 we present the basis for a methodology for distributed requirements elicitation based on the previous model. Finally, we address some conclusions.

2. A COGNITIVE-BASED TECHNOLOGY SELECTION STRATEGY

To solve some of the problems explained in the previous section, we have defined a set of strategies that analyze the personal characteristics of stakeholders with the objective of selecting the best groupware tools and requirements elicitation techniques for them. The reason for selecting appropriate groupware tools is related to our goal of providing the stakeholders with the possibility of communicating with others in a manner closer to the way in which they perceive and process information. That means, giving them the chance to feel comfortable with the way in which they interact (synchronously or asynchronously) and the kind of information they interchange (based on words, based on diagrams, etc.). In a similar way, we propose analyzing and defining the most suitable set of requirements elicitation techniques based on the preferences of all the stakeholders. To do so we have looked for solutions into Cognitive Informatics, an interesting research area that brings together cognitive sciences and informatics by using cognitive theories to investigate and look for solutions to informatics, computing, and software engineering problems [6]. Particularly, we have focused our research on some psychological techniques called learning styles models (LSMs) which bring information about people's preferences when perceiving and processing information. Specifically one of them, the Felder-Silverman (F-S) Model, analyzes people's

behaviour according to four categories (Perception, Input, Processing and Understanding), each of which is further decomposed into two subcategories: Sensing/Intuitive; Visual/Verbal; Active/Reflective; Sequential/Global (Further details in [5]).

Based on the information provided by the F-S model, in [7, 8] we have proposed using fuzzy logic and fuzzy sets theory to obtain preference rules that are used to choose the most suitable set of groupware tools and requirements elicitation techniques for a given virtual team.

Similarly, in [9] we have introduced some changes to adjust the Hickey and Davis' generic model for requirements elicitation [10] to distributed environments, where requirements elicitation techniques are chosen according to the cognitive profile of all the stakeholders.

In such a model, each iteration i of the elicitation process is defined as:

$$\text{elicit}_i(R_i, S_i, t_i) \rightarrow R_{i+1}, S_{i+1} \quad (1)$$

where t_i is the elicitation technique that is applied in step i when R_i is the current state of knowledge about requirements and S_i is the current situation. After applying t_i , a new state of knowledge R_{i+1} and a new current situation exist.

There are two selector functions σ and π , where σ identifies the best possible techniques given a current state of knowledge and a particular situation; and π returns a technique t_i from a given set of best techniques $\{t\}$ and according to the personal preferences of the analyst.

To adapt the previous generic model to distributed environments, we have added two new parameters to the selector function σ (now called σ^*) that consider the main characteristics of distributed environments: time separation T_i (which represents the overlap of working hours between sites) and the level of knowledge of a common language L_i .

We have also proposed two ways of extending the π personal selector function by means of analysing the preferences of each stakeholder from a cognitive point of view: In an initial attempt we have proposed choosing the personal preference that has more adherents [9], but later we discovered that it is more important to take into account the relative importance of stakeholders' preferences; so as the resulting t_i is a technique that is appropriate for the current situation and is also appropriate for the stakeholders whose personal preferences are the strongest in the group. The resulting model is shown in Figure 1.

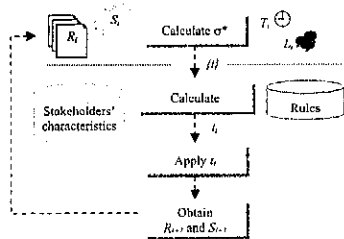


Figure 1: Requirements elicitation in GSD, as an iterative process of technique selection and application.

3. RE-GSD: A METHODOLOGY FOR DISTRIBUTED REQUIREMENTS ELICITATION

In order to define the basis for a methodology for requirements elicitation in GSD projects, we have analyzed methodologies for co-located development and we have taken as a basis the models proposed by Hickey and Davis (previously explained) and by Christel [11], since both share a generic view of the selection of requirements elicitation techniques. Both models have been extended and adapted to a distributed environment, so that our methodology can be expressed as follows (see Figure 2):

PHASE	Description
1 Preliminary data collection	Stakeholders <ul style="list-style-type: none"> - Identify people whose participation is important for the requirements elicitation process, including people from different levels of the organization - Get significant information about their job, roles and responsibilities. And since they are distributed, obtaining information about each team member's location (time difference with other sites, work hours, lunch time, etc.) is very important, since it may be relevant for other members to know how to contact each other. - Get other personal information, such as stakeholders' cognitive characteristics, mother and second language, etc. This information will be very important for the later technology selection process.
	System and Domain <ul style="list-style-type: none"> - Get information about the domain and the system in construction. - Determine the system goals. - Identify similar systems
2 Virtual team definition	- Before starting the requirements gathering, it is important to determine who is going to participate in that stage, since not all the stakeholders in the project are required to participate in every iteration of the elicitation process.
3 Technology selection	- Once a virtual team is defined, the selection of appropriate technology should be carried out. When we talk about technology selection we refer to choosing the most appropriate set of requirements elicitation techniques and groupware tools for a given group of people, by taking into account their personal characteristics. The process that we propose to carry out this selection has been explained in Section 3.
4 Requirements gathering	- Once technology has been defined, it is time to apply the requirements elicitation techniques (which are combined with appropriate groupware tools) to obtain a new list of requirements, trying to answer "what" is to be built [11]
5 Requirements evaluation	- In this stage, requirements lists must be analyzed in order to determine consistency between different statements.
6	- Once requirements are defined, it is important to give them an order of

PHASE	Description
Requirements prioritization	relative importance so as to know when they should be addressed in relation to other requirements [11]. There are tools for distributed requirements inspection - which allow synchronous and asynchronous discussion, voting, etc. - that can be used to address both this step and the previous one, and it can be also done by taking into account the cognitive profile of stakeholders.
7 Requirements integration and validation	- In this step the new requirements list must be integrated to the requirements collected in the previous iterations, looking for inconsistencies also with the system's goals and organizational factors initially defined.

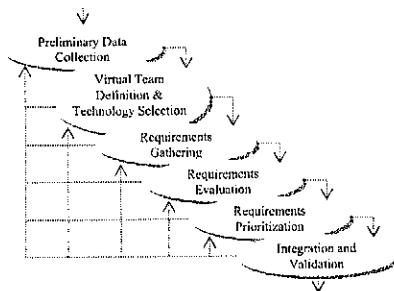


Figure 2: RE-GSD Methodology

4. CONCLUSIONS

In order to save costs, many organisations have adopted a distributed structure for software development where members are disseminated over distanced sites and communicate through groupware tools. In such environments, software development projects are affected by many factors that complicate communication, so new methodologies need to be developed to improve the requirements elicitation and development processes, considering the main difficulties they have to deal with.

Bearing this in mind, in this paper we have presented a methodology that extends previous generic models for requirements elicitation processes by considering the special conditions that take place in GSD. The main contribution of our methodology is the importance of taking into account the cognitive aspects of stakeholders to select which groupware tools and requirements elicitation techniques are better for them. This is significant because, as stakeholders might feel more comfortable expressing themselves when using a tool closer to the way in which they perceive and reason about the world, information gathered during the requirements elicitation process is expected to be more accurate and, for that reason, the final

product closer to clients' and users' needs.

Our current work focuses on carrying out empirical experimentation to validate our approach. We are planning a case study where stakeholders will be located in Argentina, Spain and Italy. Therefore, we will be able to check how our methodology improves productivity in distributed requirements elicitation processes.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work is partially supported by the MÀS project (TIC2003-02737-C02-02), Ministerio de Ciencia y Tecnología; the ENIGMAS project (PBI-05-058), Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Consejería de Educación y Ciencia, Spain; the CompetiSoft project (CyTED 3789), and by the 04/E059 project, Universidad Nacional del Comahue, Argentina.

REFERENCES

- [1] W. Lloyd, M.B. Rosson, and J. Arthur. "Effectiveness of Elicitation Techniques in Distributed Requirements Engineering". In *10th Anniversary IEEE Joint International Conference on Requirements Engineering, RE'02*. Essen, Germany, September 2002, 311-318.
- [2] D. Danian and D. Zowghi. "The impact of stakeholders geographical distribution on managing requirements in a multi-site organization". In *IEEE Joint International Conference on Requirements Engineering, RE'02*. Essen, Germany, September 2002, 319-328.
- [3] A. Al-Rawas and S. Easterbrook. "Communication problems in requirements engineering: a field study". In *First Westminster Conference on Professional Awareness in Software Engineering*. London, February 1996, 47-60.
- [4] M. Paasivaara. "Communication Needs, Practices and Supporting Structures in Global Inter-Organizational Software Development Projects". In *ICSE Workshop on Global Software Development (GSD 2003)*. Portland, Oregon, USA2003, 59-63.
- [5] R. Felder and L. Silverman. "Learning and Teaching Styles in Engineering Education". *Engineering Education*, 78(7): 1988 (and author preface written in 2002), 674-681.
- [6] V. Chiew and Y. Wang. "From Cognitive Psychology to Cognitive Informatics". In *Second IEEE International Conference on Cognitive Informatics, ICCI'03*. London, UK, August 2003, 114-120.
- [7] G. Aranda, A. Cechich, A. Vizcaino, and J.J. Castro-Schez. "Using fuzzy sets to analyse personal preferences on groupware tools". In *X Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, CACIC 2004*. San Justo, Argentina, October 2004, 549-560.
- [8] G. Aranda, A. Vizcaino, A. Cechich, and M. Piattini. "Choosing Groupware Tools and Elicitation Techniques According to Stakeholders' Features". In *International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2005)*. Miami, USA, May 2005, 68-75.
- [9] G. Aranda, A. Vizcaino, A. Cechich, and M. Piattini. "A Cognitive-Based Approach to Improve Distributed Requirement Elicitation Processes". In *4th IEEE International Conference on Cognitive Informatics (ICCI'05)*. Irvine, USA, August 2005, 322-330.
- [10] A.M. Hickey and A. Davis. "Requirements Elicitation and Elicitation Technique Selection: A Model for Two Knowledge-Intensive Software Development Processes". In *36th Annual Hawaii International Conference on Systems Sciences (HICSS)*, January 2003, 96-105.
- [11] M. Christel and K. Kang. Issues in Requirements Elicitation, in Technical Report CMU/SEI-92-TR-12, Software Engineering Institute, Editor. Carnegie Mellon University: Pittsburgh, PA, 1992.