

Understanding Requirements for Mobile Collaborative Applications in Domains of Use

V. Herskovic, P. O. Rossel and L. González

Abstract— Several initiatives have implemented collaborative applications for mobile settings as diverse as hospital work, wildlife, transportation, and museums. The changing nature of mobile technology has resulted in a wide variety of applications. We explored models, architectures, and applications developed in the past 13 years to categorize the types of existing software and extract a set of common core requirements that support mobile collaboration independently of the current technology. This paper provides an analysis of the domain of mobile collaborative systems including a proposal division into several domains of use, and a study of the types of systems that exist in each of them. In this way, developers can analyze their scenario of development to get an idea of the most important requirements that should be considered for development.

Keywords— Requirements, CSCW, Mobile Applications.

I. INTRODUCCION

LOS DISPOSITIVOS móviles se han incorporado en la vida de sus usuarios al punto que éstos se sienten física y emocionalmente unidos a ellos [1]. Además, cada vez se da mayor importancia a la colaboración en ambientes de trabajo, particularmente en escenarios dinámicos en los que los trabajadores pueden desplazarse físicamente. Los sistemas colaborativos móviles son sistemas encargados de dar soporte a este tipo de trabajo colaborativo, a través de dispositivos móviles modernos, como teléfonos inteligentes y *tablets*. Los hospitales [2], los museos [3], el rescate de vidas y el transporte [4] son algunos de los dominios beneficiados con esta nueva tecnología.

Los sistemas colaborativos móviles son complejos en su concepción, diseño e implementación, ya que para los desarrolladores y otros *stakeholders* podría no ser trivial descubrir todos sus requisitos, especialmente en el ámbito de la colaboración [5]. En los últimos años se evidencian importantes esfuerzos en la creación de patrones y *frameworks* para la construcción de sistemas colaborativos móviles, lo cual se refleja en disminución de costos y tiempo de desarrollo [6-9]. Sin embargo, aún no se identifica un esquema de desarrollo estandarizado [10] y la mayoría de las propuestas se orientan a fases posteriores del desarrollo, ignorando etapas tempranas como el análisis de requisitos.

Cuando un software nuevo es concebido, la reutilización de componentes de software es una forma habitual de reducir los costos de producción, mantenimiento y tiempo de salida al mercado, mientras se mejora la calidad, confiabilidad y

productividad [11]. Sin embargo, esto conlleva a veces algunos problemas como el incremento en los costos de mantención y la falta de herramientas de soporte al proceso de desarrollo [12]. Para enfrentar los retos que conlleva la reusabilidad, surgen como alternativa las Líneas de Productos de Software (*Software Product Lines*, o SPL). Se trata de un conjunto de sistemas con un conjunto de características compartidas, que dan solución a necesidades de segmentos de mercado particulares [13]. Entender si los productos de software tienen aspectos comunes es necesario para crear una infraestructura base común que permita construirlos. Para esto, es necesario explorar un dominio particular, para entender si existe un conjunto de requisitos que estén presentes en un grupo de sistemas dentro del dominio de interés.

Las contribuciones de este trabajo son tres: se propone una estrategia para hacer análisis de dominio, considerando las aplicaciones reportadas en la literatura para ciertos dominios de aplicación y los requisitos presentes en ellas; se presenta una clasificación de requisitos encontrados en aplicaciones colaborativas móviles, indicándose cuáles de ellos están usualmente presentes en determinados subdominios, y se propone un modelo en base a esto; y se establece que cada subdominio de aplicación pone énfasis especiales en ciertos requisitos más que en otros, por lo que hay que considerar que aplicaciones que buscan ser apropiadas a cualquier contexto pueden tener dificultades para adaptarse a condiciones particulares.

Para lograr los objetivos de este trabajo, en la sección II se comienza describiendo el trabajo relacionado en cuanto a requisitos, *frameworks*, arquitecturas y SPLs en el dominio de los sistemas colaborativos móviles. La revisión de literatura y una categorización de requisitos son mostradas en la sección III. Luego se introduce una propuesta de subdominios (sección IV) y cómo se mapean los requisitos a ellos. La sección V discute las conclusiones.

II. TRABAJO RELACIONADO

A continuación se discuten enfoques para detectar aspectos comunes o similitudes en los requisitos de los sistemas colaborativos móviles. Se busca con ello facilitar la reutilización, es decir, la construcción de un nuevo sistema considerando como base los desarrollos previos. Se discuten varios enfoques generales posibles: utilizar paradigmas orientados a la reutilización, los componentes, las arquitecturas, y las líneas de productos de software.

Existen diversas propuestas orientadas a la reusabilidad de artefactos de software [14]. Un paradigma usual es la orientación a objetos, la que sin embargo ha presentado

V. Herskovic, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile, vherskov@ing.puc.cl

P. O. Rossel, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile, prossel@ucsc.cl

L. González, Universidad de Medellín, Colombia, ligonzalez@udem.edu.co

dificultades en su calidad, costo y tiempo de desarrollo [15]. Otro concepto asociado es la reutilización de componentes, pero no se pueden aplicar en todos los dominios, lo cual limita su utilidad [16].

Otras iniciativas están relacionadas con los *frameworks* y las arquitecturas. En el diseño de una arquitectura para apoyar la colaboración móvil, un aspecto complejo es soportar la movilidad mediante conexiones flexibles y tratamiento adecuado de desconexiones, además de informar la ubicación de los participantes [17]. La literatura ofrece desde arquitecturas *peer-to-peer* hasta cliente/servidor, pasando por representaciones en capas para la estructura lógica, todo acorde al dominio de aplicación y a requisitos asociados con la disponibilidad, rendimiento, seguridad de la información que debe ser manipulada [17, 18]. Otros trabajos proponen arquitecturas genéricas para múltiples contextos y escenarios [19-21]. Sin embargo, no existe una clara relación entre las arquitecturas y los requisitos que éstas debieran soportar, salvo ciertas excepciones (e.g. [22]) dadas las características particulares de los sistemas colaborativos móviles. La identificación de estos requisitos podría guiar a otros desarrolladores a considerar ciertos aspectos en sus propios desarrollos. Una arquitectura de tres capas (comunicación, coordinación y groupware) presenta un esfuerzo inicial por encontrar un conjunto común de requisitos para aplicaciones colaborativas [23].

Las líneas de productos de software (SPL por sus siglas en inglés) son familias de productos relacionados en los que se facilita su creación. Para los sistemas colaborativos móviles el trabajo se hace más complejo por tratarse de entornos conscientes del contexto, capaces de adaptarse a las necesidades del usuario sin intervención explícita de éste [24]. Vale la pena enunciar algunos ejemplos exitosos en el uso de SPL como el de Nokia [25], o para el dominio de los bomberos [26]. Ellos identificaron requisitos comunes como la conectividad a través de un protocolo específico y la interoperabilidad con *wireless*, a la vez que encontraron algunas diferencias.

En general, los trabajos previos analizan 2 o 3 requisitos, e.g. la conciencia de contexto o la comunicación [27], hasta 7 requisitos en un trabajo previo a éste [23]. Otros autores estudian dominios específicos de aplicación al detalle, por ejemplo, la recuperación ante desastres y el sector construcción [9] o el soporte para reuniones [28], entre otros. El objetivo de este estudio es extender y completar el trabajo realizado por [23], mediante el estudio de un conjunto más amplio de artículos donde sea posible extraer un conjunto base de requisitos enunciados de forma repetida por los autores en diversos dominios.

III REQUISITOS PARA SISTEMAS COLABORATIVOS MÓVILES

Los sistemas colaborativos móviles son construidos para dar soporte a múltiples dominios de aplicación, lo que da como resultado un espectro amplio con funcionalidades variadas y enfoques diferentes para el trabajo en equipo. Sin embargo, es posible obtener un conjunto básico de

características presentes en todas las aplicaciones, sea cual sea su dominio, y con este insumo construir un grupo base de requisitos para dar soporte a la colaboración móvil. La identificación de este núcleo es un primer paso hacia la construcción de una SPL.

A. Metodología

Esta sección describe la metodología de búsqueda ejecutada para encontrar requisitos de sistemas móviles colaborativos. Se realizó una búsqueda en 5 bases de datos electrónicas en inglés (ver Tabla I), según la siguiente cadena de dos palabras: **SB1** = (mobile OR ubiquitous OR nomadic) AND (collaborative or CSCW or groupware). Esto, para representar ambos aspectos de interés: el hecho de que el software es móvil y colaborativo (CSCW por sus siglas en inglés).

TABLA I. BASES DE DATOS CONSIDERADAS EN LA REVISIÓN.

Base de datos	Tipo de búsqueda	Nº SB1	Nº SB2
Google (http://scholar.google.com)	Título	1874	1
ACM Digital library (http://portal.acm.org)	Resumen	740	60
Emerald (http://www.emeraldinsight.com)	Resumen	96	15
IEEEExplore (http://ieeexplore.ieee.org)	Todos los metadatos	6356	655
SpringerLink (http://www.springerlink.com)	Título	36	0
TOTAL		9102	731

9102 artículos fueron encontrados en un rango entre 2000-2015. Naturalmente, dentro de este conjunto de datos existen artículos duplicados. Un análisis del número de artículos encontrados demuestra que las palabras clave con más resultados son *mobile*, *collaborative*, *ubiquitous*, y *groupware*.

Se seleccionaron 24 artículos manualmente para una primera ronda de revisión, considerando principalmente la lectura de sus títulos y la percepción de que detallaban requisitos para este tipo de aplicaciones. En este subgrupo se estudió la posibilidad de incluir nuevas palabras claves. Dada la cantidad considerable de artículos identificados para una revisión manual, se agregó la palabra “requirement” al descriptor de búsqueda, resultando el siguiente: **SB2** = (mobile OR ubiquitous OR nomadic) AND (collaborative or CSCW or groupware) AND requirement. Con este paso, se redujo la cantidad de artículos a 731. Acorde al conocimiento de los autores, este cambio no introduce mucha distorsión a la búsqueda de artículos, ya que el término “requirement” está incorporado implícitamente en la tercera fase del proceso de selección consistente en una revisión manual de títulos, introducción y resumen. Luego, se hizo una selección manual de 21 artículos adicionales, a través de la lectura de sus resúmenes. Los 45 artículos seleccionados (24 en la primera ronda y 21 en la segunda) fueron leídos al menos por uno de los autores de esta propuesta, buscando los requisitos enunciados, sin importar si estaban repetidos o pertenecían a alguna categoría ya conocida (funcional, no funcional), listándolos en un documento compartido, donde cada línea

representaba un nuevo requisito encontrado. Luego, los requisitos fueron agrupados según sus repeticiones y consolidados en categorías.

B. Categorizando requisitos

En la revisión de los 45 artículos seleccionados, se encontraron 566 requisitos (un promedio de 12.6 requisitos por cada artículo). Un análisis de los hallazgos permite evidenciar una mezcla entre requisitos de bajo (por ejemplo “editar tareas”) y alto nivel (por ejemplo “colaboración” o “seguridad”).

Buscando proveer una vista comprensible de estos requisitos, se proponen categorías de nivel medio y la clasificación de cada requisito encontrado en una de las categorías definidas, siempre que sea posible.

Dos fenómenos se evidenciaron durante esta tarea: hubo artículos con varios requisitos pertenecientes a la misma categoría, y por otro lado, algunos artículos con autores compartidos presentaban grupos de requisitos repetidos.

Por esto se siguió un proceso de normalización, buscando balancear la influencia de grupos de coautores en la categorización propuesta. Para este efecto se hizo un análisis de coautores. En los 45 artículos se encontraron 4 grupos con coautores compartidos (2 grupos con 4 artículos, 1 grupo con 3, y un grupo con 2 artículos).

En la Fig. 1 se presenta la clasificación de requisitos propuesta.

Comunicación síncrona y asíncrona	Mensajería
	Compartir archivos
	Publicar/suscribir
	Chat, discusión
Coordinación	Manejo de sesión
	Organización de equipo
	Definición de roles
	Autonomía
	Distribución de tareas y recursos
Cooperación	
Interfaz de usuario	
Awareness	Awareness de colaboración
	Awareness de contexto
Almacenamiento, Recuperación, Acceso	Privacidad
	Seguridad
Integración con otros sistemas	
Requisitos de hardware y dispositivos	Heterogeneidad
	Conectividad
	Descubrimiento
	Interoperabilidad
Atributos de calidad	

Figura 1. Clasificación de requisitos propuesta.

En la Fig. 1, la intensidad del color gris representa la frecuencia de aparición de requisitos (a más oscuro, mayor repetición del requisito dentro de los artículos revisados). A

continuación se describe cada una de las categorías propuestas:

- **Comunicación síncrona y asíncrona:** en este tipo de sistemas debe existir soporte para que los usuarios se comuniquen a través de diversos mecanismos, como paso de mensajes (por ejemplo correo o mensajería instantánea) [7, 29], compartir archivos [9], publicar/suscribir información [30], entre otros canales que permitan el envío y recepción de información entre los integrantes del grupo. Los mecanismos apropiados de comunicación dependerán del contexto de uso del sistema y de los estilos de colaboración entre usuarios (si están conectados o desconectados) [31].

- **Coordinación:** los procesos soportados por este tipo de sistemas cuentan con muchas personas involucradas en un mismo proyecto, las que deben coordinar sus esfuerzos y ser un grupo cohesionado [32]. Esto se logra mediante servicios de gestión de usuarios y sesiones, control de presentaciones y turnos [33], patrones de interacción, gestión de pre y post-condiciones [34], definición de roles [4], organización de equipos [32], distribución de tareas y recursos [35]. Además, debe proveerse a cada usuario autonomía [28].

- **Cooperación:** el trabajo colaborativo requiere también la realización de tareas conjuntas entre los integrantes del equipo. Es necesario producir, manipular y organizar información para refinar colectivamente artefactos que fueron construidos de forma individual [36]. Un aspecto importante durante la cooperación es el compromiso de las partes, evitando el egoísmo y acaparamiento de los recursos, haciendo un uso racional de los mismos [37].

- **Interfaz de usuario:** teniendo en cuenta que en sistemas colaborativos móviles se hace uso de dispositivos heterogéneos, la apariencia gráfica es muy importante y debe proveerse soporte para diversos tipos de interfaz [38]. La mejor configuración estará dada por el dominio de aplicación. La literatura enuncia algunas características particulares como la posibilidad de vistas miniatura para videos y la entrada de datos mediante grabación de audio, dibujo o ingreso de texto [39].

- **Awareness, o Conciencia del contexto:** esta característica se constituye en esencial para soportar escenarios de colaboración móvil [40, 41] donde los integrantes del equipo debe saber del contexto y tener conocimiento continuo de los esfuerzos realizados por los demás miembros [42]. Particularmente, en el rango de colaboración móvil se encontraron dos variantes para la conciencia de contexto [43]: conciencia sobre la colaboración (conocimiento de lo que están haciendo los demás integrantes) y conciencia de contexto o inteligencia ambiental (asociada a sensores y localización).

- **Almacenamiento, recuperación y acceso a la información:** este tipo de sistemas hacen uso intensivo de este activo fundamental. Información del perfil de los usuarios, datos compartidos, configuraciones, entre otros datos deben ser almacenados [44, 45], y posteriormente recuperados. Asociado a esta característica está el hecho de

garantizar la privacidad y la seguridad de los datos [17].

- Integración con otros sistemas: esta categoría incluye requisitos que facilitan el intercambio de información con otras aplicaciones informáticas y servicios como los provistos por la *World Wide Web* [31], todo enmarcado en la transparencia [46] y la interoperabilidad (de datos y de *frameworks*) [47].

- Requisitos de hardware y dispositivos: restricciones como memoria, ancho de banda y poder de procesamiento [48], deben ser tenidas en cuenta durante el diseño de sistemas colaborativos móviles. Además, es importante proveer soporte para dispositivos heterogéneos, lo que implica múltiples plataformas como Android, iPhone [49], e incorporar interoperabilidad, esto es, la posibilidad de que estas configuraciones mixtas operen adecuadamente al entrar en contacto [50]. Los dispositivos también deben permitir conectividad automática y descubrir otros dispositivos y recursos [5].

- Atributos de calidad: usabilidad, eficiencia, adaptabilidad, escalabilidad, mantenibilidad, desempeño, tiempo de procesamiento, velocidad y robustez son algunas de las características que pertenecen a esta categoría. Aunque todas ellas son inherentes a cualquier software, en el dominio de los sistemas móviles colaborativos las exigencias son mayores, dado que su ejecución se hace en dispositivos pequeños y con capacidades limitadas. Dado lo anterior, si los atributos de calidad son ignorados puede ponerse en riesgo la viabilidad de estos sistemas.

C. El modelo ACM para Aplicaciones Colaborativas Móviles

Basado en los requisitos anteriores, se propone un modelo de aplicaciones colaborativas móviles, que considera las características colaborativas de las aplicaciones de manera integral. Este modelo, al que llamamos Modelo ACM (Aplicaciones Colaborativas Móviles), complementa y detalla el modelo 3C de Colaboración [51]. El modelo, presentado en la Fig. 2, construye las aplicaciones considerando los requisitos descubiertos; desde el *front-end* (requisitos de **Interfaz**) hasta el *back-end* (requisitos de **Hardware y Dispositivos**) en un contexto de colaboración, en el que la **Cooperación**, **Coordinación** y **Comunicación**, mediadas por el **Awareness**, deben estar presentes y considerados desde el comienzo del desarrollo. Además, las aplicaciones de este tipo deben considerar los atributos de **Calidad**, que son centrales a su éxito y transversales a la aplicación.

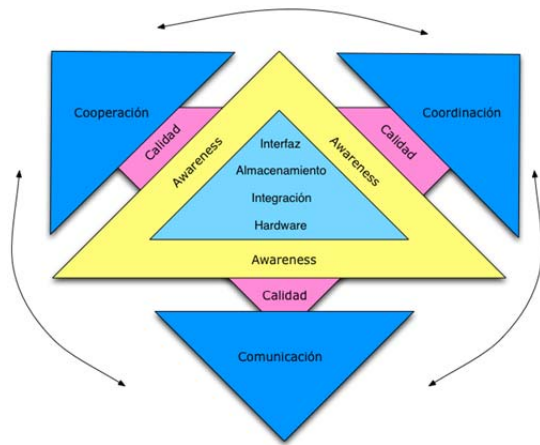


Figura 2. Modelo ACM propuesto.

IV. DOMINIOS DE APLICACIÓN DE SISTEMAS COLABORATIVOS MÓVILES

En esta sección primero se discuten los sistemas colaborativos móviles existentes y sus dominios de aplicación, proponiendo un conjunto de subdominios que permiten su clasificación. Posteriormente se hace un análisis de requisitos presentes en cada subdominio identificado y su frecuencia. Lo anterior con el objetivo de proveer a los desarrolladores un conjunto de requisitos relevantes discriminado por subdominio, de manera que tengan en cuenta los que realmente deben ser considerados para su implementación.

Existe una gran variedad de sistemas colaborativos móviles. Para el análisis de sus subdominios, los artículos fueron agrupados acorde al dominio de aplicación. Debido a la gran cantidad de categorías que se encontraron al clasificar con este criterio, se decidió entonces hacer una clasificación de los subdominios en función del tipo de trabajo de soporte que apoyan las aplicaciones encontradas (ver Tabla II). Se propusieron entonces cuatro subdominios: manufactura, servicios, aprendizaje, y procesos.

TABLA II. CLASIFICACIÓN DE SUBDOMINIOS DE APLICACIONES.

Subdominio	Ejemplos de aplicación
Manufactura: trabajo en equipo con necesidades de movilidad para fabricar un producto.	Manufactura automotriz y aeroespacial [52], construcción de edificios [52, 53].
Servicios: grupos de individuos prestando servicios a una persona o comunidad.	Respuesta a emergencias [5, 54, 55], atención policiaca, cuidado de la salud [52, 56-59], servicios técnicos [32], transporte [4].
Procesos: aplicaciones para soportar instancias específicas de acciones colaborativas presentes en diversos tipos de ambientes de trabajo.	Reuniones [28, 29, 60], <i>e-business</i> [15, 17], mecanismos de recomendación [61], desarrollo de software [39], soporte a toma de decisiones [62], coautoría de textos [55], adquisición de conocimiento [63], otras tareas de oficina [4].
Aprendizaje: Grupos de estudiantes llevando a cabo trabajo de campo que requiere movilidad y colaboración.	Aprendizaje móvil [55].

Posterior a la clasificación de la tabla II, se extrajeron y contabilizaron los requisitos encontrados en cada artículo, clasificándolos por subdominio. Se expresó el número de veces que un requisito es mencionado, como un porcentaje, el

que se calcula como la razón entre el número de publicaciones que enunciaban un requisito particular en un subdominio y el número de artículos en dicho subdominio. En la tabla III se muestran estos resultados.

En la tabla III es posible apreciar la importancia y las diferencias de los requisitos en cada subdominio. Los atributos de calidad están presentes en todos los dominios en un porcentaje alto. También es posible evidenciar que la interoperabilidad no se enuncia en todos los subdominios. Este requisito se encontró en artículos de corte teórico y no en aquellos que presentan un sistema particular. Naturalmente los dominios con mayor concentración de artículos (por ejemplo procesos) exhiben porcentajes más altos. En el caso del subdominio de procesos la mayor concentración de requisitos está en la gestión de información, y no se evidencian características de integración.

TABLA III. RELACIÓN ENTRE REQUISITOS Y SUBDOMINIOS.

Categoría requisitos/ Subdominios	Manufactura (3 artículos)	Servicios (12 artículos)	Procesos (15 artículos)	Aprendizaje (4 artículos)	Otras actividades (8 artículos)
Comunicación	0,67	0,33	0,33	0,25	0,25
Mensajería	0,33	0,08	0,27		
Intercambio de archivos	0,33	0,17	0,40		0,25
Publicación/suscripción			0,13		
Chat, discusión			0,13	0,25	0,13
Coordinación	0,33	0,17	0,27		0,13
Gestión de sesiones		0,08	0,13		0,13
Organización de equipos	0,33	0,25	0,07	0,25	0,13
Definición de roles		0,08	0,13	0,50	0,13
Autonomía	0,67	0,17	0,27		
Distribución recursos/ tareas	0,33	0,17	0,13		
Cooperación	0,33	0,17	0,13		0,25
Interfaz de usuario	0,67	0,25	0,47	0,75	0,38
Awareness	0,33	0,08	0,33		0,13
Conciencia colaborativa			0,27		0,13
Conciencia de contexto	0,33	0,58	0,27		0,63
Almacenamiento	0,33	0,25	0,60	0,25	0,25
Privacidad		0,33	0,27		0,50
Seguridad	0,33	0,25	0,13		0,25
Integración	0,33	0,17			
Dispositivos y hardware	0,33	0,33	0,33	0,25	0,13
Heterogeneidad	0,33	0,17	0,20		0,13
Conectividad	0,67	0,42	0,20	0,25	0,13
Descubrimiento		0,25	0,13		0,13
Interoperabilidad					
Atributos de calidad	0,33	0,83	0,53	0,25	0,38

Con los valores obtenidos en la tabla III, se buscó comprender de manera más clara si existía efectivamente una diferencia en los énfasis de los dominios propuestos. Para esto, se promediaron los valores normalizados para cada categoría (contabilizando también los requisitos que no aparecieron en una categoría dada), con lo que se generó un valor promedio en el rango [0,1] para cada requisito. Luego, los valores generados fueron utilizados para crear una caracterización de los dominios, la que se presenta en la Fig. 3. Esto puede ser útil para los desarrolladores de aplicaciones colaborativas móviles, para descubrir, según el subdominio de aplicación, cuáles son los requisitos más importantes a los que se debería prestar una atención especial (lo que no descarta que también

sea necesario incluir algunos otros requisitos). Además de lo anterior, nos parece importante detectar la importancia relativa entre requisitos – por ejemplo, en las aplicaciones relacionadas al Aprendizaje, el requisito más importante es el de Interfaz, lo que es natural dado que cuando se trabaja con estudiantes, es necesario motivarlos y entregarles una aplicación fácil de usar. Sin embargo, por ejemplo en aplicaciones que buscan apoyar Procesos, los requisitos más importantes tienen que ver con los requisitos de Calidad, lo que habla de la importancia de buscar un funcionamiento que permita la efectividad y buen funcionamiento del proceso.

V. CONCLUSIONES

Este trabajo presenta un estudio de los requisitos y subdominios de las aplicaciones colaborativas móviles, orientado a investigadores y desarrolladores con poca experiencia en el dominio. Ellos pueden usar los análisis para estudiar el dominio de uso de su aplicación y así concentrarse en los requisitos que usualmente están presentes, a la vez que revisan otras características potencialmente importantes, como también usar la estrategia para hacer análisis de dominio y rescatar los requisitos relevantes (sección III).

Fue posible encontrar los requisitos fundamentales que tienen en común las aplicaciones colaborativas móviles, además de algunas diferencias claras en cuanto a importancia y frecuencia de ellos acorde a los subdominios definidos.

Como trabajo futuro, se considera que se podrían estudiar aplicaciones disponibles comercialmente para evaluar si ellas se ajustan a lo descubierto según las propuestas académicas revisadas en este trabajo. Además, se puede continuar en la definición de líneas de productos de software generales para aplicaciones móviles colaborativas, dados los resultados obtenidos en el presente trabajo.

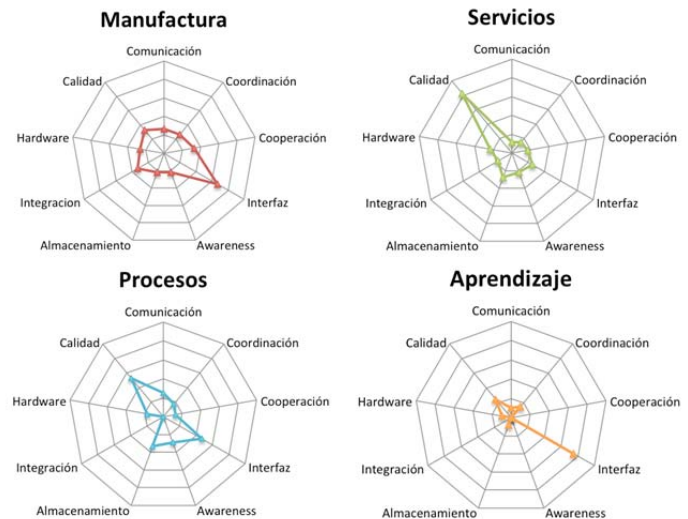


Figura 3. Caracterización de dominios de aplicaciones colaborativas móviles, según requisitos.

AGRADECIMIENTOS

La elaboración de este artículo fue realizada gracias al apoyo de Colciencias, por patrocinar los estudios doctorales de una de sus autoras, y por el proyecto Fondecyt (Chile) N° 1150365.

REFERENCIAS

- [1] L. Srivastava, "Mobile phones and the evolution of social behaviour". *Behaviour & Information Technology*, vol. 24, no. 2, pp. 111-129, 2005.
- [2] J. Li, L. Alem, and W. Huang, "Supporting Frontline Health Workers Through the Use of a Mobile Collaboration Tool". *Health Information Science*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 9085, pp. 31-36, 2015.
- [3] J. Thom-Santelli, D. Cosley, and G. Gay, "What do you know?: experts, novices and territoriality in collaborative systems". *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1685-1694, 2010.
- [4] C. H. Mosveen and A. Brustad, "UbiCollab: Evaluation and requirements re-engineering". *Depth study, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway*, 2005.
- [5] V. Herskovic, S. Ochoa, J. Pino, and A. Neyem, "The Iceberg Effect: Behind the User Interface of Mobile Collaborative Systems". *Journal for Universal Computer Science*, vol. 17, no. 2, pp. 183-202, 2011.
- [6] P. Antunes, "A design framework for mobile collaboration" *Encyclopedia of E-Collaboration*, 2008.
- [7] M. Caporuscio and P. Inverardi, "Yet another framework for supporting mobile and collaborative work". *Proceedings 21th IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises*, pp. 81-86, 2003.
- [8] S. Malek, G. Edwards, Y. Brun, H. Tajalli, J. Garcia, I. Krka, et al., "An architecture-driven software mobility framework". *Journal of Systems and Software*, vol. 83, no. 6, pp. 972-989, 2010.
- [9] A. Neyem, S. F. Ochoa, and J. A. Pino, "A patterns system to coordinate mobile collaborative applications". *Group Decision and Negotiation*, vol. 20, no. 5, pp. 563-592, 2011.
- [10] C. Sapateiro, N. Baloian, P. Antunes, and G. Zurita, "Developing a Mobile Collaborative Tool for Business Continuity Management". *Journal for Universal Computer Science*, vol. 17, no. 2, pp. 164-182, 2011.
- [11] E. S. de Almeida, J. C. C. P. Mascena, A. P. C. Cavalcanti, A. Alvaro, V. C. Garcia, S. R. de Lemos Meira, et al., "The domain analysis concept revisited: a practical approach". *Reuse of Off-the-Shelf Components*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 4039, pp. 43-57, 2006.
- [12] I. Sommerville, *Software Engineering*, ed. 9. Addison Wesley, 2010.
- [13] L. Northrop, P. Clements, F. Bachmann, J. Bergey, G. Chastek, S. Cohen, et al., "A framework for software product line practice, version 5.0". *SEI*, 2007.
- [14] F. B. V. Benitti and R. C. da Silva, "Evaluation of a Systematic Approach to Requirements Reuse". *Journal for Universal Computer Science*, vol. 19, no. 2, pp. 254-280, 2013.
- [15] J. Greenfield and K. Short, "Software Factories: Assembling Applications with Patterns, Frameworks, Models and Tools". *Companion of the 18th annual ACM SIGPLAN Conference on Object-Oriented Programming, Systems, Languages, and Applications*, pp. 16-27, 2003.
- [16] K. Czarnecki, "Overview of generative software development". *Unconventional Programming Paradigms*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 3566, pp. 326-341, 2005.
- [17] S. Dustdar and H. Gall, "Architectural concerns in distributed and mobile collaborative systems". *Journal of Systems Architecture*, vol. 49, no. 10-11, pp. 457-473, 2003.
- [18] M. Khedr, and A. Karmouch, "Negotiating context information in context-aware systems". *IEEE Intelligent Systems*, vol. 19, no. 6, pp. 21-29, 2004.
- [19] J.-y. Hong, E.-h. Suh, and S.-J. Kim, "Context-aware systems: A literature review and classification". *Expert Systems with Applications*, vol. 36, no. 4, pp. 8509-8522, 2009.
- [20] V. Sacramento, M. Endler, H. K. Rubinsztejn, L. d. S. Lima, K. Goncalves, and G. A. Bueno, "An Architecture Supporting the Development of Collaborative Applications for Mobile Users". *Proceedings of the 13th IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises*, pp. 109-114, 2004.
- [21] T. Strang and C. Linnhoff, "A Context Modeling Survey". *Proceedings of the 1st International Workshop on Advanced Context Modelling, Reasoning and Management, UbiComp*, 2004.
- [22] P. Tandler, "The BEACH application model and software framework for synchronous collaboration in ubiquitous computing environments". *Journal of Systems and Software*, vol. 69, no. 3, pp. 267-296, 2004.
- [23] V. Herskovic, S. Ochoa, J. Pino, and A. Neyem, "The Iceberg Effect: Behind the User Interface of Mobile Collaborative Systems". *Journal for Universal Computer Science*, vol. 17, no. 2, 2011.
- [24] P. Fernandes, C. Werner, and E. Teixeira, "An Approach for Feature Modeling of Context-Aware Software Product Line" *Journal for Universal Computer Science*, vol. 17, no. 5, pp. 807-829, 2011.
- [25] A. Jaaksi, "Developing mobile browsers in a product line." *IEEE Software*, vol. 19, no.4, pp. 73-80, 2002.
- [26] P. O. Rossel, V. Herskovic, and E. Ormeño, "Creating a family of collaborative applications for emergency management in the firefighting sub-domain". *Information Systems Frontiers*, 2015. DOI: 10.1007/s10796-015-9575-0.
- [27] S. Carter, J. Mankoff, and P. Goddi, "Building Connections among Loosely Coupled Groups: Hebb's Rule at Work" *Computer Supported Cooperative Work*, vol. 13, no. 3, pp. 305-327, 2004.
- [28] G. Zurita, P. Antunes, N. Baloian, L. Carriço, F. Baytelman, and M. Sá, "Using PDAs in Meetings: Patterns, Architecture and Components". *Journal of Universal Computer Science*, vol. 14, no. 1, pp. 123-147, 2008.
- [29] H. Donker and M. Blumberg, "Computer support of team work on mobile devices". *Human-Computer Interaction. Towards Mobile and Intelligent Interaction Environments*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 6763, pp. 38-47, 2011.
- [30] E. Kirda, G. Reif, H. Gall, and P. Fenkam, "TWSAPI: A generic teamwork services application programming interface". *Proceedings of the 22nd International Conference on Distributed Computing Systems Workshops*, pp. 365-370, 2002.
- [31] V. Antila and J. Mäntyjärvi, "Distributed RESTful Web Services for Mobile Person-to-Person Collaboration". *Proceedings of the 3rd International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies*, pp. 119-124, 2009.
- [32] M. Wiberg and Å. Grönlund, "Exploring mobile CSCW: Five areas of questions for further research". *Proceedings of the 23rd Information Systems Research Seminar in Scandinavia*, 2000.
- [33] C. Gutwin and S. Greenberg, "The mechanics of collaboration: Developing low cost usability evaluation methods for shared workspaces". *Proceedings of the IEEE 9th International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises*, pp. 98-103, 2000.
- [34] M. E. Lagos, R. Alarcón, M. Nussbaum, and F. Capponi, "Interaction-based design for mobile collaborative-learning Software". *IEEE Software*, vol. 24, no. 4, pp. 80-89, 2007.
- [35] E. M. Meyer, D. Wichmann, H. Büsch, and S. Boll, "Supporting mobile collaboration in spatially distributed workgroups with digital interactive maps". *Mobile Networks and Applications*, vol. 17, no. 3, pp. 365-375, 2012.
- [36] H. Fuks, A. B. Raposo, and M. A. Gerosa, "Engineering Groupware for E-Business". *Proceedings of the 1st Seminar on Advanced Research in Electronic Business*, pp. 78-84, 2002.
- [37] M. Conti, E. Gregori, and G. Maselli, "Cooperation issues in mobile ad hoc networks". *Proceedings of the 24th International Conference on Distributed Computing Systems Workshops*, pp. 803-808, 2004.
- [38] J. Muñoz and V. Pelechano, "Applying Software Factories to Pervasive Systems: A Platform Specific Framework". *Proceedings of the 8th International Conference on Enterprise Information Systems*, pp. 337-342, 2006.
- [39] N. Seyff, "Collaborative tools for mobile requirements acquisition". *Proceedings of the 19th IEEE international conference on Automated Software Engineering*, pp. 426-429, 2004.
- [40] P. Dourish and S. Bly, "Portholes: Supporting awareness in a distributed work group". *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 541-547, 1992.
- [41] J. C. Tang, N. Yankelovich, J. Begole, M. Van Kleek, F. Li, and J. Bhalodia, "ConNexus to awarenex: extending awareness to mobile

users". *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 221-228, 2001.

[42] K. Schmidt, "The problem with 'awareness': Introductory remarks on 'Awareness in CSCW'" *Computer Supported Cooperative Work*, vol. 11, no. 3, pp. 285-298, 2002.

[43] F. Xhafa and A. Poulouvasilis, "Requirements for distributed event-based awareness in P2P groupware systems". *Proceedings of the Advanced Information Networking and Applications Workshops*, pp. 220-225, 2010.

[44] N. Medvidovic and G. Edwards, "Software architecture and mobility: A roadmap". *Journal of Systems and Software*, vol. 83, no. 6, pp. 885-898, 2010.

[45] S. Dustdar, "Caramba: A Process-Aware Collaboration System Supporting Ad hoc and Collaborative Processes in Virtual Teams". *Distributed and Parallel Databases*, vol. 15, no. 1, pp. 45-66, 2004.

[46] W. Jing and Q. Bingwen, "The Security Model Design for Collaborative Mobile E-Commerce Based on Wireless Middleware". *Proceedings of the 2nd International Conference on Information Science and Engineering*, pp. 2471-2474, 2010.

[47] W. Shen, Q. Hao, H. Mak, J. Neelamkavil, H. Xie, J. Dickinson, *et al.*, "Systems integration and collaboration in architecture, engineering, construction, and facilities management: A review". *Advanced Engineering Informatics*, vol. 24, no. 2, pp. 196-207, 2010.

[48] L. Kolos-Mazuryk, G.-J. Poulisse, and P. van Eck, "Requirements engineering for pervasive services". *Proceedings of the 2nd Workshop on Building Software for Pervasive Computing*, 2005.

[49] D. Schuster, T. Springer, and A. Schill, "Service-based development of mobile real-time collaboration applications for Social Networks". *Proceedings of the 8th IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops*, pp. 232-237, 2010.

[50] S. Ochoa, R. Alarcon, and L. Guerrero, "Understanding the Relationship between Requirements and Context Elements in Mobile Collaboration". *Proceedings of the Human-Computer Interaction. Ambient, Ubiquitous and Intelligent Interaction*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 5612, pp. 67-76, 2009.

[51] M. A. Gerosa, A. B. Raposo, H. Fuks, and C. Lucena, "Component-Based Groupware Development Based on the 3C Collaboration Model". *Anais do XX Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software-SBES*, pp. 129-144, 2006.

[52] H. Schaffers, "Innovation and systems change: the example of mobile, collaborative workplaces". *AI & SOCIETY*, vol. 19, no. 4, pp. 334-347, 2005.

[53] J. Rodríguez-Covili, S. F. Ochoa, J. A. Pino, V. Herskovic, J. Favela, D. Mejía, *et al.*, "Towards a reference architecture for the design of mobile shared workspaces". *Future Generation Computer Systems*, vol. 27, no. 1, pp. 109-118, 2011.

[54] R. Aldunate, S. Ochoa, F. Peña, and M. Nussbaum, "Robust Mobile Ad Hoc Space for Collaboration to Support Disaster Relief Efforts Involving Critical Physical Infrastructure". *Journal of Computing in Civil Engineering*, vol. 20, no. 1, pp. 13-27, 2006.

[55] L. Guerrero, S. Ochoa, J. Pino, and C. Collazos, "Selecting Computing Devices to Support Mobile Collaboration". *Group Decision and Negotiation*, vol. 15, no. 3, pp. 243-271, 2006.

[56] S. Ahamed, N. Talukder, and H. Munirul, "Privacy Challenges in Context-sensitive Access Control for Pervasive Computing Environment". *Proceedings of the 4th Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking & Services*, pp. 1-6, 2007.

[57] M. Ball, V. Callaghan, M. Gardner, and D. Trossen, "Achieving Human-Agent Teamwork In eHealth Based Pervasive Intelligent Environments" *Proceedings of the 4th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*, pp. 1-8, 2010.

[58] S. Park, W. Kim, and I. Ihm, "Mobile collaborative medical display system". *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, vol. 89, no. 3, pp. 248-260, 2008.

[59] H. Pham, O. Mahmoud, A. Ferworn, and A. Sadeghian, "Applying Model-Driven Development to Pervasive System Engineering". *Proceedings of the 1st International Workshop on Software Engineering for Pervasive Computing Applications, Systems, and Environments*, pp. 7, 2007.

[60] D. A. Mejía, A. L. Morán, and J. Favela, "Supporting informal co-located collaboration in hospital work". *Groupware: design,*

implementation, and use, Lecture Notes in Computer Science, vol. 4715, pp. 255-270, 2007.

[61] R. Litiu and A. Prakash, "Developing adaptive groupware applications using a mobile component framework". *Proceedings of the 2000 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*, pp. 107-116, 2000.

[62] R. Kronsteiner and I. K. Ibrahim, "Collaborative decision support in mobile environments: a requirement analysis". *Proceedings of the 2nd International Conference on Embedded Software and Systems*, pp. 8, 2005.

[63] O. Anya, H. Tawfik, A. Nagar, and S. Amin, "Context-aware decision support in knowledge-intensive collaborative e-Work" *Procedia Computer Science*, vol. 1, no. 1, pp. 2281-2290, 2010.



Valeria Herskovic es profesora asistente en el Departamento de Ciencia de la Computación de la Pontificia Universidad Católica de Chile desde el año 2010. Recibió su título de Ingeniero Civil en Computación y Doctora en Ciencias, mención Computación, de la Universidad de Chile. Sus intereses de investigación están en el área de interacción humano-computador y sistemas colaborativos. Es cofundadora de Chile-WiC, un grupo de mujeres en computación en Chile, y directora de HumaLab UC, laboratorio de computación centrada en el usuario.



Pedro O. Rossel es actualmente profesor asistente en el Departamento de Ingeniería Informática de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile. Él obtuvo su título de Ingeniero Civil Informático y Magister en Ciencias de la Computación de la Universidad de Concepción, Chile, y Doctor en Ciencias, mención Computación de la Universidad de Chile, Chile. Sus áreas de interés incluyen la reutilización de software, las líneas de productos de software, y las arquitecturas de software.



Liliana González es profesora asociada en la Facultad de ingeniería de la Universidad de Medellín- Colombia. Recibió sus títulos de ingeniera de sistemas, magister en ingeniería y Doctora en ingeniería de la Universidad de Antioquia-Colombia. Sus intereses de investigación son los sistemas ubicuos, innovación abierta, y la ingeniería de software.