

Acciones como Fuente del Conocimiento de una Comunidad

Guillermo Baldo

Lifia, Fac. Informática- UNLP, CC 11
1900 La Plata, Argentina
guillermo.baldo@sol.info.unlp.edu.ar

Miguel Lemus

Lifia, Fac. Informática- UNLP, CC 11
1900 La Plata, Argentina
mlemus@sol.info.unlp.edu.ar

Alicia Díaz

Lifia, Fac. Informática- UNLP, CC 11
1900 La Plata, Argentina
alicia.diaz@sol.info.unlp.edu.ar

Abstract. Group memories allows to capture, store and distribute the community's shared knowledge. Assuming that the group memory development is a group members responsibility (a collaborative activity) and the group have a groupware tool for supporting it, in this paper we present an ontological approach for conceptualizing the knowledge that is stored in the group memory. Beside, this approach is focused in how the activity (edition and query actions) performed over the groupware tool is also a source of knowledge. In particular, the action ontology captures the implicit knowledge that is holds in the needed actions for manipulating the domain ontology ; therefore the community knowledge capturing is increased.

keywords: communities of practice, group memory, ontologies, action ontology

Abstract. Las Memorias de Grupos son una forma de capturar, almacenar y distribuir el conocimiento que se comparte dentro de una comunidad. Bajo la premisa que la construcción de la memoria de grupo es responsabilidad de los miembros del grupo (una actividad colaborativa) y que se cuenta con una herramienta *groupware* para el desarrollo de la memoria de grupo, en este artículo se presenta un enfoque ontológico como mecanismo para la conceptualización del conocimiento almacenado en la memoria de grupo, y además se discute como la actividad (acciones de edición, consulta) desarrollada sobre la herramienta *groupware* es también una fuente de conocimiento. En especial se diseña la ontología acción que captura el conocimiento implícito que se encuentra en las acciones correspondientes a la manipulación de la Ontología de Dominio; y de esta manera se aumenta la capacidad de captura el conocimiento de la comunidad.

palabras claves: comunidades en la práctica, memoria de grupo, ontologías, ontología acción

Introducción

Es un hecho que los individuos para enfrentar el reto de definir y adquirir nuevos conocimientos se agrupan, aportando ideas y realizando actividades para lograr un fin en común.

Actualmente, las Comunidades en la Práctica (CoP) han ganado un interés particular en la gestión de conocimiento, ya que para la comunidad el conocimiento es lo más importante; todo lo que la comunidad hace es en función del conocimiento, genera y consume conocimiento. Wenger [17] define a Las Comunidades en la Práctica como grupos de personas que comparten una inquietud, un conjunto de problemas, o una pasión sobre un tema particular. Las personas aumentan su conocimiento y experiencia actuando recíprocamente; donde el conocimiento que comparten es la característica más sobresaliente.

Las personas participan en CoP, porque es ahí donde comparten información, puntos de vista y sugerencias, los participantes se ayudan mutuamente para solucionar problemas, discutir y explorar ideas o simplemente generan un espacio compartido. Principalmente, acumulan conocimiento y se mantienen relacionados por el valor que encuentran aprendiendo juntos, esto significa además una satisfacción personal para las personas que participan en la comunidad, pues fortalecen un vínculo de pertenencia dentro de un grupo con intereses similares.

Tradicionalmente, las organizaciones desarrollan un sistema de “memoria de grupo” [1] para capturar y compartir el conocimiento de la comunidad. La memoria del grupo (MG) es un repositorio de conocimiento, que provee los mecanismos necesarios para tratar la información, es decir almacenar, modificar, recuperar y consultar la información. Debido a la naturaleza de CoP, la comunidad misma desarrolla su propia memoria, este es un proceso colaborativo, que tiene como objetivo construir el *conocimiento compartido* [3].

El conocimiento que se captura de una comunidad, puede medirse en base a la capacidad de respuesta de la MG cuando es consultada, por lo tanto no solo es importante la información almacenada, sino cuales son los mecanismos de búsqueda e inferencia que se realizan sobre MG.

Hay muchas tecnologías orientadas a las comunidades para el soporte del conocimiento compartido como se muestra en [18]. Pero, uno de los desafíos, entre otros, que se debe tener en cuenta a la hora de desarrollar estas herramientas, es que deben proveer mecanismos que faciliten la captura del conocimiento.

Dentro de las CoP, se trabaja sobre un dominio específico, que debe ser conceptualizado para lograr una representación formal y consensuada del mismo. Lo que el grupo hace es identificar los elementos y tareas relevantes de su dominio, junto con las relaciones que existen entre los mismos. La información obtenida en el proceso, debe ser representada de alguna manera, y es la base principal para la captura de conocimiento. Otro origen de conocimiento, esta dado por el conocimiento de y sobre los participantes de la comunidad, el mismo involucra la información personal (identificador, nombre, fecha nacimiento, e-mail, etc.) y el conocimiento proporcionado por las relaciones entre las personas.

Existe otra fuente de conocimiento que esta inmersa dentro de las acciones que las personas realizan cuando actúan en la comunidad (una expresión facial, un ademán u otro elemento). Generalmente dicho conocimiento no es tenido en cuenta a la hora de la conceptualización del conocimiento global de la comunidad, pues no es tan fácil de expresar como los anteriores. En el contexto de las herramientas que se utilizan dentro de las CoP las acciones están restringidas a las que proporciona la herramienta. Son estas acciones las que poseen el conocimiento implícito por parte de quienes las realizan, capturándolas se puede aumentar la captura global del conocimiento de la comunidad.

Actualmente se están adoptando las Ontologías [5] [6] como forma para capturar conocimiento, pues proveen una representación estándar que facilitan la comunicación entre las partes.

En este artículo se propone el diseño de una Ontología para capturar el conocimiento (implícito) proveniente de las acciones que realizan los participantes, incorporándolo en la MG; centrándose en particular sobre las acciones que se llevan a cabo para la definición, utilización y consenso de la conceptualización del dominio.

El artículo esta organizado de la siguiente manera. En la sección 1 se presenta las diferentes fuentes de conocimiento dentro de las comunidades, en la sección 2 se describen que son las ontologías, para luego en la sección 3 realizar un análisis de las ontologías que participan en la captura del conocimiento de una comunidad. En la sección 4 se desarrolla como funciona el mecanismo de captura de conocimiento teniendo en cuenta las acciones que se realizan. Finalmente se describen las conclusiones y los trabajos futuros.

1 Conocimiento de la comunidad

La naturaleza del conocimiento de la comunidad es variada. Las comunidades no solo acumulan conocimiento sobre un tema de interés, sino también comparten conocimiento sobre quién participa en la comunidad, quién sabe sobre un tema en particular, quién está interesado, el nivel de experticia, etc. Todo este conocimiento está integrado en el conocimiento global de la comunidad. Se puede clasificar al conocimiento según la naturaleza de donde proviene:

- *Conocimiento de Dominio.* Es el conocimiento sobre el dominio de interés que posee la comunidad. Está compuesto por los elementos y hechos conceptuales del dominio, y es usado además para representar un lenguaje común dentro de la comunidad.
- *Conocimiento sobre los participantes.* Es el conocimiento sobre quién es cada miembro (identificador, nombre, e-mail, lugar físico, etc.). Los miembros pueden ser individuos o grupos. Cada miembro puede participar en grupos diferentes. Los grupos pueden ser establecidos por diferentes criterios; principalmente pueden concebirse debido a un interés común, pero también pueden surgir a raíz de diversos intereses sociales tales como la afinidad, la confianza u otros. Además los miembros poseen distintos niveles de responsabilidad dentro de la comunidad (coordinador, líder, visitante, etc.) y tienen diferente experticia (*un miembro es experto sobre un concepto*) e intereses particulares vinculados con el conocimiento del dominio (*un miembro está interesado en un concepto determinado*).

Los conocimientos descriptos anteriormente son tenidos en cuenta por la comunidad a la hora de formalizar su conocimiento e independientemente de la complejidad que contengan son fáciles de reconocer. Sin embargo, existe otra fuente de conocimiento que está inmersa dentro de las acciones que las personas realizan cuando actúan en la comunidad (una expresión facial, un ademán u otro elemento) que normalmente expresan conocimiento, pero no es fácil de capturar porque los miembros de la comunidad los usan e interpretan inconscientemente.

El grupo desarrolla su memoria a través del trabajo colaborativo, por medio de actividades: discusiones, comentarios de artículos, formalización de ideas, formalización del dominio etc. Para realizar las actividades los miembros deben ejecutar un conjunto de acciones, y son esas acciones las que contienen un conocimiento implícito por parte de quienes las realizan. Por ejemplo si dos personas están hablando de un concepto en particular, existe un conocimiento implícito que determina que esas personas están *interesadas* en dicho concepto, independientemente de la postura que tomen. Si la postura de uno de ellos fuese negativa, se puede suponer que *“la persona no está de acuerdo sobre dicho concepto”*, es más si tuvieran opiniones distintas, *“el concepto no posee consenso”*.

Si se hace hincapié en que la comunidad tiene que definir la conceptualización del dominio, la comunidad contará con una herramienta (*groupware*) para lograr ese fin. Realizará sobre la herramienta diferentes acciones (creación, modificación, etc.), y como se ha dicho, estas acciones expresan conocimiento de parte de quienes las ejecutan. Hay un conocimiento explícito en estas acciones y es determinado por la funcionalidad de las mismas, por ejemplo cuando alguien crea un elemento, el conocimiento explícito es *“la persona creó ese elemento”*, pero esta misma acción posee conocimiento implícito, *“la persona participa, está interesada en el o los temas que se desprenden del elemento”*. Si alguien modifica un elemento, el conocimiento explícito es *“la persona modificó ese elemento”*, el conocimiento implícito es *“la persona no está satisfecha con el elemento anterior”*. Por ejemplo si un participante *x* formula una pregunta sobre un concepto, se puede inferir que *“x está interesado en el concepto”* y que los participantes que responden comparten dicho interés. Como puede verse, conceptualmente las acciones representan un conocimiento explícito e implícito por parte de quienes las realizan. De ahora en más cuando se haga mención a acciones con conocimiento implícito, se hará referencia al conocimiento que expresa la acción por parte de quien la realiza.

Se identifica una nueva naturaleza de conocimiento, que la llamaremos conocimiento proveniente de las acciones.

- *Conocimiento proveniente de las acciones:* Es el conocimiento que se encuentra implícito en las acciones que realizan los participantes para cumplir las diferentes tareas dentro de la comunidad. Los participantes se comunican, crean documentos, emiten comentarios, etc.

Las memorias de grupo están diseñadas generalmente para soportar la captura del *conocimiento del dominio* y el *conocimiento sobre los participantes*, sin embargo en este artículo se propone que las diferentes herramientas deben brindar además mecanismos para la captura del conocimiento (implícito) proveniente de las acciones, para ampliar de esta manera el conocimiento global de la comunidad.

2 Un enfoque Ontológico

La palabra Ontología proviene del griego y es la conjunción de los términos *ontos* y *logos* que denotan existencia y mundo respectivamente.

Existen diferentes definiciones de Ontologías, una de la más citada es: “una ontología es una especificación formal, explícita de una conceptualización compartida” [5], de esta definición se desprende que una ontología es un modelo abstracto de algún fenómeno del mundo sobre el que se identifican los conceptos relevantes, que son representados por medio de un lenguaje de representación formal, por ejemplo KIF [9] y que es aceptado como mínimo por el grupo de personas que pretenden usarla.

Se puede entender a las ontologías como el resultado de aplicar sobre un dominio un método para obtener una representación formal de los conceptos que contiene y las relaciones que existen entre los mismos.

Una Ontología esta compuesta básicamente por:

- un conjunto no vacío de *conceptos*. Un *concepto* puede ser cualquier cosa del dominio a modelar de la cual se pueda aseverar algo, puede ser un objeto físico, la descripción de una tarea, función, acción, etc. Los conceptos tienen asociados un conjunto de *atributos* que los caracterizan;
- un conjunto de *relaciones*. Una *relación* representa la interacción y enlace entre conceptos del dominio, ejemplo de relaciones: subclase-de (IS-A), es-parte-de (PART-OF). Se distinguen un tipo concreto de relaciones, llamadas *funciones*, donde se identifica un elemento mediante el cálculo de una función que considera uno o varios elementos de la ontología. Ejemplo de funciones puede ser la relación es-madre;
- un conjunto de *axiomas*. Los *axiomas* se usan para expresar verdades que se cumplen siempre en la realidad modelada. Por ejemplo: “Si *A* y *B* son de la clase *C*, entonces *A* no es subclase de *B*”, “Para todo *A* que cumpla la condición *C1*, *A* es *B*”, etc.
- un conjunto de *instancias*. Las instancias se usan para representar objetos determinados de un concepto (una instancia representa un elemento particular del dominio).

Existen varias formas de clasificar ontologías [6][16][15], la clasificación dada por Steve [13] es en base al nivel de generalidad que es usado en la descripción del dominio y distingue tres tipos fundamentales de ontologías:

- *Ontologías de dominio*, en las que se representa el conocimiento especializado pertinente de un dominio o subdominio, como medicina, leyes, aplicaciones militares, administración clínica, protocolos, oncología, etc.
- *Ontologías genéricas*, en las que se representan conceptos generales y fundacionales del conocimiento como las estructuras parte/todo, la cuantificación, los procesos o los tipos de objetos.
- *Ontologías representacionales*, en las que se especifican los conceptos que subyacen a los formalismos de representación del conocimiento, por lo que también se denominan *meta-ontologías* (meta-level o *top-level ontologies*).

3 Ontologías para la representación del conocimiento de una comunidad.

Las ontologías son una buena opción para formalizar el conocimiento de una comunidad ya que el análisis ontológico clarifica la estructura de conocimiento. Considerando un dominio particular, la ontología es el corazón de cualquier sistema de representación de conocimiento para ese dominio [2]. En la sección 1 se han diferenciado las naturalezas del conocimiento dentro de comunidades en la práctica, cada una de ellas debe ser capturada y esto se realiza por medio de diferentes ontologías, Ontología de Dominio, Ontología de los Participantes y Ontología Acción. Ya que en este artículo se discute como a través de las acciones realizadas por los miembros de la comunidad se puede capturar conocimiento, la Ontología Acción se presentará con mayor detalle, en cambio la Ontología de Dominio y la Ontología de los Participantes se desarrollarán en forma resumida.

3.1 Ontología de Dominio (OD)

Los participantes deben definir una Ontología para capturar el *conocimiento del dominio*, la cual se encuadra dentro de las Ontologías de Dominio, ya que describe conceptos y tareas de un dominio particular. Es decir los participantes deben describir los conceptos del dominio junto con sus atributos, las relaciones que existan entre ellos, y las restricciones que plantea el dominio particular (axiomas). El lector puede encontrar ejemplos de este tipo de ontologías en los artículos aquí citados [10][14][12][8].

3.2 Ontología de los Participantes (OP)

Se debe definir una ontología, que capture el *conocimiento sobre los participantes*, esta ontología puede tener diferentes grados de detalle, o simplemente puede ser como la que se describe a continuación

La ontología de la Fig. 1 representa: El concepto de un Miembro, donde un individuo *es un* miembro, un grupo *es un* Miembro y el mismo *está compuesto* por miembros.

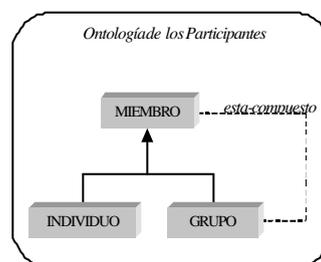


Fig. 1. Ontología de los Participantes en su mínima expresión. Los rectángulos representan *entidades*, las líneas punteadas *relaciones* y las flechas la relación “ *es-un*”

3.3 Ontología Acción (OA)

La Ontología Acción, es una ontología diseñada para la captura del conocimiento proporcionado por las acciones que realizan los integrantes de la comunidad, y por consiguiente es una ontología que no depende de un dominio particular. Es una ontología genérica.

Bajo la premisa que la comunidad cuenta con una herramienta de *groupware*, sobre la cual puede desarrollar colaborativamente la MG, a través de la manipulación de la Ontología de Dominio, los participantes realizarán acciones sobre esta herramienta, son estas acciones las que poseen un conocimiento implícito. Las acciones se clasifican de la siguiente manera:

Acciones de Edición: son acciones que modifican el contenido de algún componente de la OD, por ejemplo si un miembro crea una nueva instancia de algún concepto existente.

Acciones de Consulta: son acciones destinadas a obtener información en base a consultas, por ejemplo: los artículos de un tema en particular, o miembros interesados en algún concepto, etc.

Acciones de Discusión: este tipo de acciones se presentan cuando los miembros emiten opiniones, como ejemplo puede ser un comentario a favor de una exposición.

Las diferentes acciones que se realizan para la conceptualización del dominio dentro de una comunidad, se especifican en la Ontología Acción como lo muestra la Fig. 2.

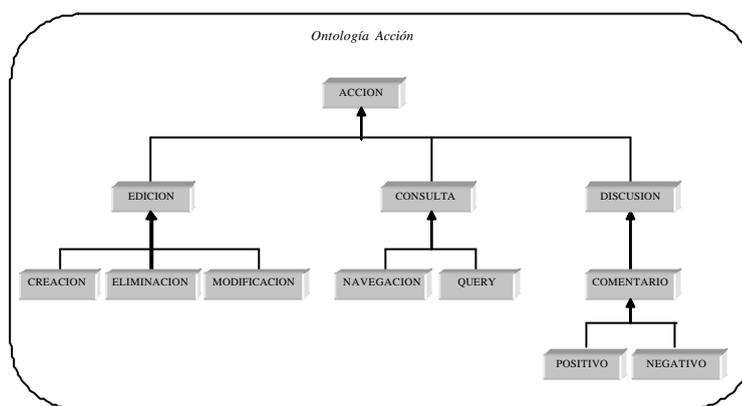


Fig. 2. Representación gráfica de la Ontología Acción.

Las acciones son realizadas por los miembros de la comunidad sobre algún componente, si nos centramos en las acciones realizadas sobre la OD, estos componentes pueden ser *conceptos (clases), axiomas, atributos, relaciones o instancias*. Se identifica que la Ontología Acción está relacionada con la OP, ya que las acciones son realizadas por los miembros de la comunidad, y tomando como ejemplo que las acciones son realizadas sobre la OD, la interrelación entre las distintas ontologías queda conformada como se muestra en la Fig. 3.

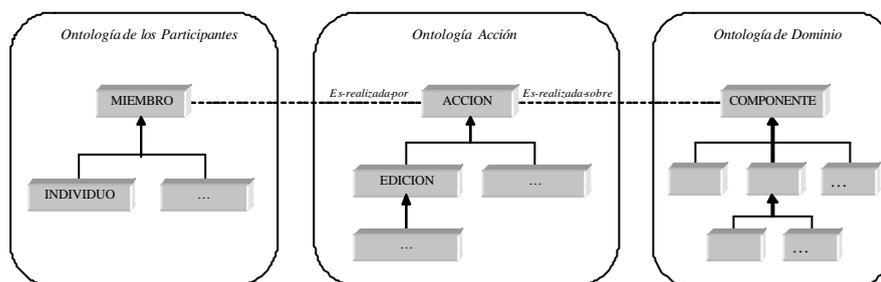


Fig. 3. Ontología Acción y su interrelación con OP y OD

El concepto de acción también posee atributos que lo caracterizan, por ejemplo fecha y hora en que se realizó la acción, y otros que hacen a la implementación de la herramienta de soporte.

Con la suma de estas ontologías, podemos empezar a plantear la captura del conocimiento global del grupo. Por medio de OA capturamos un conocimiento que generalmente no es tenido en cuenta. La MG representada con las

ontologías anteriores puede resolver las consultas pertinentes a la OD y OP, con la suma de OA se está en condiciones de formular nuevas consultas, como por ejemplo: “*si todos los miembros participan*”. Este tipo de consultas podrían formularse a través de un lenguaje formal, como puede ser el lenguaje de axiomas de Protégé [11] un ejemplo de cómo sería una consulta se muestra en la Fig. 4:

```
(forall ?P
  (=>(es-individuo ?P)
    (exists ?A
      (and (es-accion ?A)
            (es-realizada ?A ?P))))))
```

Fig. 4. Consulta formal, en lenguaje natural significa “¿Todos los individuos realiza acciones?”

4 Mecanismo para la captura de conocimiento

Como se ha explicado previamente los participante deben crear su Ontología de Dominio, para lo que cuentan con alguna herramienta (que permita expresar, editar y consultar ontologías), como puede ser una adaptación colaborativa del Protégé [11]. Esta herramienta será la encargada de completar (poblar de instancias) la OA de forma automática. A medida que los distintos participantes realicen acciones se crean instancias específicas para representar el conocimiento implícito que se quiere capturar. A continuación se detalla este concepto.

Cuando un individuo crea una clase *c* (concepto), la herramienta crea de forma automática una instancia de la clase *Creacion* relacionándola con ese *individuo* (*es-realizada-por*) y con *c* (*es-realizada-sobre*).

Si otras personas realizan comentarios sobre esa clase, se generan instancias de la clase *Comentario* (*Positivo* o *Negativo*) con sus respectivas relaciones. Si la acción consiste en la ejecución de una consulta (*Query*), se creará una instancia de la clase *Query*. Se procede de la misma manera con el resto de las acciones que se realicen sobre la herramienta.

Con la OA no solo se tiene un vocabulario de especificación de las acciones, sino que con la información capturada de forma ontológica (instancias de OA), se provee del conocimiento necesario para realizar inferencias sobre la MG, de tal manera que por ejemplo se puede inferir si una persona está interesada en un concepto particular; para lo cual se consulta sobre la MG, cuales son las personas que realizaron acciones sobre ese concepto.

Avanzando un poco mas, cuando se realiza una edición de un elemento en OD, la herramienta puede informar a las personas interesadas, de manera de mantenerlas informadas de lo que está sucediendo con el conocimiento compartido, por ejemplo proveyendo información de *awareness* [4], que es la que le permite luego a la comunidad reaccionar y así mantenerse en acción [3].

Si bien, este artículo se centra fundamentalmente en las acciones que se realizan cuando se define la conceptualización del dominio, cabe destacar que el conocimiento implícito se encuentra en todas las acciones que se realizan, más allá de las que provea la herramienta para definir OD, se puede extender el enfoque ontológico a otras acciones, por ejemplo se pueden capturar las acciones que se efectúan cuando los miembros escriben un artículo colaborativo.

No está en el alcance de este artículo discutir o detallar el mecanismo de deducción de conocimiento, sí es importante aclarar que el conocimiento implícito de las acciones, es más significativo y exacto cuanto más acciones son realizadas, esto significa que para poder efectuar inferencias adecuadas se debe capturar un conjunto amplio de acciones. Es decir si una persona solo consultó un elemento de OD una vez, no es adecuado concluir que la “*persona esta interesada en dicho elemento*”.

Una vez realizado el análisis de las fuentes de conocimiento y habiendo definido la OA para capturar aquellas acciones que no son monitoreadas por la comunidad, se realizaron pruebas, para lo cual se desarrolló un prototipo de una herramienta que además de capturar el conocimiento del dominio, captura las acciones que se realizan sobre

la definición del mismo. Este prototipo es una extensión del Protege, incorporando a las definiciones de sistemas, las definiciones de OP y OA.

Por medio de una serie de pruebas, un grupo de personas diseñó una ontología simple, las acciones que realizaron fueron capturadas y sirvieron para formular dentro de la herramienta y en el lenguaje de axiomas del Protégé (PAL), diferentes consultas, de forma tal que se puede entre otras cosas preguntar basándose en los comentarios que provee la herramienta (que fueron modificados, para saber si eran positivos o negativos), qué personas están de acuerdo o no con cierta clase (concepto), averiguar quienes participaron de forma activa en la construcción de OD, entre otras. Pudiendo comprobar de esta manera el aumento de conocimiento proporcionado por las acciones que realizaron los participantes.

5 Conclusiones y Trabajos Futuros

En el artículo se discutió las distintas fuentes de conocimiento de una comunidad y se presentó un modelo ontológico para la captura del conocimiento global de la comunidad. Este modelo se compone por tres ontologías: Ontología de Dominio, Ontología de los Participantes y Ontología Acción. Cada una capturando el conocimiento proveniente de las distintas fuentes de conocimiento que fueron identificadas. Se discutió el papel fundamental que juega el conocimiento implícito proveniente de las acciones, que sirvió como base para la especificación de la Ontología Acción.

Por medio de la captura del conocimiento proveniente de las acciones que realizan los miembros de una comunidad sobre una herramienta colaborativa cuando definen su OD, se aumenta la capacidad de captura del conocimiento global, debido a que la MG incrementa el poder de respuesta a las consultas. Esto resultó del análisis de diferentes pruebas realizadas en un prototipo de herramienta colaborativa para el diseño de Ontologías, una extensión del Protégé que captura de forma automática las acciones que se realizan. Por lo tanto es deseable que futuras herramientas para el desarrollo de CoP provean este tipo de funcionalidad.

Para el futuro se plantea extender la Ontología Acción, para dar alcance a todas las acciones que se desarrollan dentro de la comunidad, y desarrollar un prototipo de herramienta que las incluya.

6 Referencias

- [1] Abecker, A. and Decker, S. Organizational Memory: Knowledge Acquisition, Integration, and Retrieval Issues in Knowledge-Based Systems, Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 1570, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg (1999) 113-124
- [2] Chandrasekaran, B., Josephson, J. and Benjamins V.: What Are Ontologies, and Why Do We Need Them? IEEE Intelligent Systems, Vol. 14, No. 1, (1999) 20-26.
- [3] Diaz A., G. Canals. 2003. Improving CoP Knowledge Sharing: a CSCW Approach Based on Awareness. Proceedings of CAiSE'03 Forum, 15th Conference on Advanced Information Systems Engineering, Klagenfurt/Velden, Austria, June 16-20.
- [4] Dourish P., Bellotti V.: Awareness and Coordination in Shared Workspaces. In Proc. ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work CSCW'92 (Toronto, Ontario). ACM Press, New York (1992)
End of Guille buffer: Mon May 12 18:22:40 2003
- [5] T.R. Gruber. "A translation approach to portable ontology specifications". Knowledge Acquisition, volume 5, number 2, pages 199-220, 1993.
- [6] N. Guarino (ed.), Formal Ontology in Information Systems. Proceedings of FOIS'98, Trento, Italy, 6-8 June 1998. Amsterdam
- [7] Guarino, N. and Welty, C., "Ontological Analysis of Taxonomic Relations," in A. Länder and V. Storey (eds.), Proceedings of ER-2000: The International Conference on Conceptual Modeling, Springer Verlag LNCS 1920.
- [8] Iwei Yeh, Peter D. Karp, Natalya F. Noy, Russ B. Altman, Knowledge Acquisition, Consistency Checking and Concurrency Control in Gene Ontology Bioinformatics 2003 19:241-248.
- [9] Genesereth, M.R., & Fikes, R. E. (1992). Knowledge Interchange Format, Version 3.0 Reference Manual. Technical Report Logic-92-1, Computer Science Department, Stanford University, June 1992
- [10] McGuire JG, Kuokka DR, Weber JC et al. SHADE: Technology for Knowledge-Based Collaborative Engineering. *Journal of Concurrent Engineering*, 1 (1993).
- [11] [Protégé]. Grosso, W., Eriksson, H., Ferguson, R., Gennari, J., Tu, S., Musen, M.: Knowledge Modelling at the Millenium: the design and evolution of Protégé-2000, Technical Report SMI-1999-0801, Stanford Medical Informatics, Stanford University (2000)
- [12] Rossi Mori A, Gangemi A, Steve G, et al. An Ontological Analysis of Surgical Deeds. in *Proc. of Artificial Intelligence in Europe, AIME97*, (1997).
- [13] Steve, G, A. Gangemi, D. Pisanelli. "Integrating Medical Terminologies with ONIONS Methodology". (1998). (<http://saussure.irmkant.rm.cnr.it>.)
- [14] Tate A. Towards a Plan Ontology. *Journal of the Italian AI Association* (1996).
- [15] M. Uschold and M. Gruninger. "Ontologies: principles methods and applications". *Knowledge Engineering Review*, volumen 11, number 2, pages 93-155, 1996
- [16] G. van Heijst, A.Th. Schreiber, and B.J. Wielinga. "Using explicit ontologies in kbs development". *International Journal of Human-Computer Studies*, volume 45, pages 184-292, 1997.
- [17] Wenger E., McDermott R., Snyder W.: Cultivating Communities of Practice. Harvard Business School Press (2002)
- [18] Wenger E. Supporting Communities of practice. A Survey of Communities-oriented technologies Research and Consulting.(2001). <http://www.ewenger.com/tech/index.htm>