

Combinando Revisión de Creencias y Argumentación para mejorar las capacidades de razonamiento de agentes en Sistemas Multi-agente

Diego R. García † Sebastián Gottifredi † Patrick Krümpelmann ‡
Luciano H. Tamargo † Matthias Thimm ‡ Marcelo A. Falappa †
Alejandro J. García † Gabriele Kern-Isberner ‡ Guillermo Simari †

† Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur,
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Av. Alem 1253, (B8000CPB) Bahía Blanca, Argentina

Tel: (0291) 459-5135 / Fax: (0291) 459-5136

e-mail: {drg, sg, lt, maf, ajg, grs}@cs.uns.edu.ar

‡ Fakultät für Informatik, Techniscshe Universität,
Otto-Hahn-Straße 16, D44227 Dortmund, Germany,

Tel: +49 231 755-2045 / Fax: +49 231 755-6555

e-mail: {matthias.thimm, gabriele.kern-isberner}@tu-dortmund.de, patrick.kruempelmann@udo.edu

1. Resumen

Esta línea de investigación se enfoca en mejorar las capacidades de razonamiento de agentes que participan en Sistemas Multi-Agente (SMA). Su objetivo general es desarrollar técnicas de razonamiento avanzadas, combinando revisión de creencias y argumentación para su aplicación en SMA. En particular, se espera poder integrar y combinar los avances producidos en las áreas de revisión de creencias y teoría de argumentación. Dicha integración permitirá realizar un avance en ambas áreas de investigación, y además, proveerá de técnicas avanzadas aplicables a los modelos de razonamiento de agentes inteligentes y sistemas multi-agente para entornos dinámicos.

Palabras Clave: Argumentación, Revisión de Creencias, Sistemas Multi-Agente.

2. Contexto

Esta línea de investigación se desarrolla dentro del marco del proyecto de investigación

bilateral titulado “Combinando Revisión de Creencias y Argumentación para mejorar las capacidades de razonamiento de agentes en Sistemas Multi-Agente”, en la cual participan todos los autores del presente trabajo, y está coordinado por el Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (LIDIA), del Depto. de Ciencias e Ingeniería de la Computación de la Universidad Nacional del Sur (Argentina) y Fakultät für Informatik, Techniscshe Universität (Dortmund, Alemania). Este proyecto es dirigido por Dr. Alejandro Javier García y Dr. Gabrielle Kern Isberner y es financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación productiva (MinCyT, Argentina) conjuntamente con Deutscher Akademischer Austausch Dienst (DAAD, Alemania).

3. Introducción

Los SMA han cobrado una creciente relevancia como un paradigma general para resolu-

ción de problemas distribuidos y para la coordinación de unidades autónomas e inteligentes (agentes) [19]. Los SMA que modelan escenarios del mundo real, son dinámicos y generalmente trabajan con información incierta o incompleta. Por lo tanto, actuar en tales escenarios demanda una capacidad de razonar rebatiblemente, i.e., los agentes deben ser capaces de revisar sus creencias o las conclusiones obtenidas previamente. De esta manera, podrán mantener un modelo adecuado y consistente del entorno en el que están insertos. Más aún, para que los agentes puedan llevar a cabo sus metas, deben poder decidir entre las posibles opciones que se les presentan a fin de elegir la más promisoria.

Como los sistemas de argumentación resultan particularmente útiles para toma de decisiones, tales deliberaciones pueden modelarse de una forma dialéctica usando argumentos a favor y en contra de cada opción [10, 12, 5, 6, 18, 16, 3, 4]. Dado que el razonamiento y la toma de decisiones son componentes centrales dentro de una arquitectura de un agente, nuestra línea de investigación pretende establecer vínculos estrechos entre estos dos componentes para poder mejorar la coherencia dentro de un modelo de agentes. Desde el punto de vista teórico, elaborar tales conexiones entre argumentación y revisión de creencias, y poder aplicarlas a los SMA, permitirá un progreso científico substancial en el campo de la representación de conocimiento [17, 2, 14].

Tanto revisión de creencias como argumentación son áreas de investigación muy activas en Inteligencia Artificial. El estudio de los vínculos y relaciones entre ambas áreas ha comenzado hace muy poco. Aunque ya existen en la literatura comentarios [8, 11] de que ambas áreas podrían combinarse con buenos resultados, el tema carece de resultados importantes. Por lo tanto, con la línea de investigación propuesta se esperan obtener resultados relevantes en el área de razonamiento y representación de conocimiento, los cuales ayuden a mostrar la importancia de combinar e integrar ambos temas.

Por ejemplo, las técnicas de revisión de

creencias proveen a los agentes la capacidad de corregir sus creencias cuando existe una discrepancia con la información nueva que pueden obtener de su entorno [1, 7, 9, 15]. Uno de los resultados esperados es mejorar los sistemas de revisión de creencias utilizando argumentación para evaluar si es importante que la nueva información obtenida sea incorporada o no a las creencias del agente. Otro de los resultados esperados, es poder utilizar argumentos en el proceso de revisión para poder decidir cuales creencias deben ser eliminadas ante la presencia de una contradicción.

Los formalismos de argumentación ofrecen una metodología natural para razonar evaluando diferentes puntos de vista, y proveen herramientas para tomar decisiones y resolver conflictos. Sin embargo, en la actualidad los sistemas multi-agente carecen de técnicas avanzadas para reaccionar ante cambios en un entorno dinámico y poder evaluar argumentos para la toma de decisiones. Por lo tanto, se espera que las áreas de revisión de creencias y argumentación puedan complementarse, y también puedan ser usadas en forma combinada para resolver problemas en escenarios complejos de sistemas multi-agente que exceden el alcance de cada área en forma individual.

4. Líneas de Investigación y Desarrollo

La línea principal de investigación presentada en este trabajo, busca mejorar las capacidades de razonamiento de agentes que participan en Sistemas Multi-Agente (SMA) a través de la integración de mecanismos argumentativos y de revisión de creencias. Su objetivo es desarrollar formalismos avanzados de representación de conocimiento y razonamiento basados en una combinación entre argumentación y revisión de creencias. En particular, de esta línea principal se desprenden cuatro sub-líneas de investigación:

L1) Desarrollar métodos para equipar a los sistemas de argumentación con la posibilidad

de tener en cuenta cambios dinámicos; integrando, de esta manera, técnicas de revisión de creencias a la argumentación rebatible. Esto permitirá obtener un formalismo que puede ser utilizado para aplicaciones prácticas y permitirá realizar argumentación en entornos dinámicos.

- L2) Desarrollar un sistema formal que permita describir postulados y propiedades deseables. Este formalismo permitirá establecer una forma de catalogar y evaluar propuestas de argumentación para entornos dinámicos. En particular nos permitirá evaluar la propuesta de la línea L1 y compararla con otras propuestas diferentes.
- L3) Mejorar los sistemas de revisión de creencias utilizando argumentación para evaluar información nueva que es obtenida, y utilizar argumentos en el proceso de revisión. Esto incluye el estudio de la relación de entre “*em epistemic entrenchment*” y “*defeat*” como los conceptos que guíen los procesos de revisión y argumentación.
- L4) La revisión de creencias en un entorno distribuido y con múltiples agentes heterogéneos podría mejorarse usando argumentación. En este caso, la revisión y argumentación no es llevada a cabo por un agente, sino por un grupo de agentes. Por lo tanto esta línea estudiará como varios agentes pueden cambiar de opinión si hay un intercambio de argumentos. En particular, la revisión de creencias en sistemas multi-agente puede ser extendida con técnicas de argumentación tanto a nivel teórico como práctico.

5. Resultados y Objetivos

Los resultados alcanzados hasta el momento involucran principalmente a la línea de investigación L1, aunque parte del objetivo L2 ya se ha desarrollado y está actualmente en proceso, al igual que la línea L3. Todos los resul-

tados obtenidos hasta el momento relativos a las líneas L1 y L2 han sido publicados en [13]. Los resultados de línea L3 han sido plasmados en un artículo enviado a un workshop de la especialidad y se encuentra en proceso de evaluación.

Entre los resultados específicos referentes a las líneas L1 y L2 se encuentra la definición de operadores de contracción para modelar la dinámica de los programas lógicos rebatibles (DeLP) [12]. DeLP es un formalismo que combina argumentación rebatible y programación en lógica; y este operador de contracción está definido siguiendo trabajos de operadores de contracción para cláusulas Horn. En particular, se estudio el problema de contraer literales en un programa DeLP. Se desarrollaron diferentes nociones de contracción en base a las diferentes formas de deducción implícitas en un proceso argumentativo y la influencia que pueden exhibir los literales en el proceso de razonamiento. Para estos operadores de contracción se han presentado postulados de racionalidad basados en los ampliamente aceptados en el área de revisión de creencias [1].

En relación a los resultados obtenidos para la línea de investigación L3, se estudio un operador de revisión no priorizada que utiliza argumentación para decidir que parte de la nueva información será utilizada para revisar. En este contexto, conocido como revisión selectiva, hay dos pasos: primero aplicar una función de transformación para decidir que parte de la entrada utilizar y luego incorporar el resultado de la primera utilizando un operador de revisión priorizada. Por lo tanto se implemento una transformación que emplea argumentación deductiva para evaluar el peso de la nueva información. Hemos probado que el operador implementado satisface propiedades deseables en revisión selectiva.

Además, se trabajó en la confección de otros dos artículos que vinculan argumentación y revisión de creencias, proponen nuevas líneas de investigación y realizan un análisis del estado del arte de estas dos áreas de trabajo. Estos dos artículos están en proceso de evaluación en The Knowledge Engineering Review Jour-

nal (KER) y Journal of Philosophical Logic (JPL).

Respecto a los objetivos en curso de esta investigación, se dará una caracterización formal completa de los mecanismos creados en las líneas L1, L2 y L3. Además, se comenzará con el estudio y desarrollo de un modelo de revisión de creencias distribuido para sistemas multi-agente combinado con argumentación. Para esto se utilizarán y consolidarán los desarrollos previos en las líneas L1, L2 y L3. Este objetivo está relacionado con la revisión de creencias en un entorno distribuido, donde el procesos de revisión con múltiples agentes heterogéneos podrían mejorarse usando argumentación. En este caso, la revisión y argumentación no son llevadas a cabo por un agente, sino por un grupo de agentes. Estudiaremos como varios agentes pueden cambiar de opinión si hay un intercambio de argumentos y así revisar dinámicamente su conocimiento.

Referencias

- [1] Carlos E. Alchourrón, Peter Gärdenfors, and David Makinson. On the logic of theory change: Partial meet contraction and revision functions. *Journal of Symbolic Logic*, 50(2):510–530, 1985.
- [2] L. Amgoud, C. Devred, and M. Lagasquie. A constrained argumentation system for practical reasoning. In *Seventh International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS'08)*, pages 429–436, 2008.
- [3] Leila Amgoud and Henri Prade. Using arguments for making and explaining decisions. *Artificial Intelligence*, 173(3-4):413–436, March 2009.
- [4] Christoph Beierle, Bernhard Freund, Gabriele Kern-Isberner, and Matthias Thimm. Using defeasible logic programming for argumentation-based decision support in private law. In *COMMA'10*, Desenzano del Garda, Italy, September 2010.
- [5] T.J.M. Bench-Capon. Persuasion in practical argument using value based argumentation frameworks. *Journal of Logic and Computation*, 13(3):429–448, 2003.
- [6] Philippe Besnard and Anthony Hunter. *Elements of Argumentation*. The MIT Press, June 2008.
- [7] R. Booth, T. Meyer, I. Varzinczak, and R. Wassermann. A contraction core for horn belief change: Preliminary report. In *NMR*, 2010.
- [8] Claudette Cayrol, Florence Dupin de Saint Cyr-Bannay, and Marie-Christine Lagasquie-Schiex. Change in abstract argumentation frameworks: Adding an argument. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 38:49–84, may 2010.
- [9] James Delgrande and Renata Wassermann. Horn clause contraction functions: Belief set and belief base approaches. In *KR*, 2010.
- [10] Phan Minh Dung. On the Acceptability of Arguments and its Fundamental Role in Nonmonotonic Reasoning, Logic Programming and n-Person Games. *Artificial Intelligence*, 77(2):321–358, 1995.
- [11] Marcelo Alejandro Falappa, Gabriele Kern-Isberner, and Guillermo Ricardo Simari. Belief revision and argumentation theory. In *Argumentation in Artificial Intelligence*, pages 341–360. Springer, 2009.
- [12] A. Garcia and Guillermo R. Simari. Defeasible logic programming: An argumentative approach. *Theory and Practice of Logic Programming*, 4(1-2):95–138, 2004.
- [13] Diego R. Garcia, Sebastian Gottifredi, Patrick Krümpelmann, Matthias Thimm, Gabriele Kern-Isberner, Marcelo A. Falappa, and Alejandro J. Garcia. 11th international conference on logic programming and nonmonotonic reasoning (lpnrm'11). In *KR*, May 2011.

- [14] Sebastian Gottifredi, Alejandro J. Garcia, and Guillermo Ricardo Simari. Query-based argumentation in agent programming. In *Twelfth Ibero-American Conference on Artificial Intelligence (IB-ERAMIA'2010)*, pages 284–295, 2010.
- [15] Sven Ove Hansson. Kernel contraction. *J. of Symbolic Logic*, 59:845–859, 1994.
- [16] Simon Parsons, Carles Sierra, and Nick Jennings. Agents that reason and negotiate by arguing. *Journal of Logic and Computation*, 8(3):261–292, 1998.
- [17] N. D. Rotstein, A. J. Garcia, and G. R. Simari. Reasoning from desires to intentions: A dialectical framework. In *AAAI Conference on Artificial Intelligence*, pages 136–141, 2007.
- [18] Sonia V. Rueda, A. Garcia, and Guillermo R. Simari. Argument-based negotiation among bdi agents. *Journal of Computer Science and Technology*, 2(7):1–8, october 2002.
- [19] Michael Wooldridge. *An Introduction to Multiagent Systems*. Wiley, Chichester, UK, 2. edition, 2009.