

# Mejoramiento de los Servicios de Razonamiento basados en Programación Lógica Rebatible

Sebastián Gottifredi      Luciano H. Tamargo      Diego R. García  
Alejandro J. García      Marcelo A. Falappa      Guillermo R. 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: {lt, sg, drg, ajg, maf, grs}@cs.uns.edu.ar

## 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 mejorar y desarrollar nuevas técnicas para los servicios de razonamiento basados en Programación Lógica Rebatible (Defeasible Logic Programming o DeLP) combinando revisión de creencias, argumentación y mecanismos de confianza y reputación para su aplicación en SMA. En particular, se espera avanzar en la implementación de nuevos servicios y facilidades de los Servicios de Razonamiento basados en DeLP. Dicha integración permitirá realizar un avance en las tres 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:** Razonamiento, Argumentación, Sistemas Multi-Agente.

## 2. Contexto

Esta línea de investigación se realizará dentro del ámbito del Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (LIDIA) del Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación de la Universidad

Nacional del Sur (U.N.S.). Está asociada con los proyectos de investigación: “Representación de conocimiento y Razonamiento Argumentativo: Herramientas Inteligentes para la Web y las Bases de Datos Federadas” PGI 24/N030, y “Formalismos Argumentativos aplicados a Sistemas Inteligentes para Toma de Decisiones”. Código: PGI 24/ZN18 financiado por la U.N.S.

## 3. Introducción

Los sistemas de argumentación resultan útiles para toma de decisiones, tales deliberaciones pueden modelarse de una forma dialéctica usando argumentos a favor y en contra de cada opción [11, 13, 5, 4]. La implementación de este tipo de sistemas ha cobrado impulso en los últimos años, en particular para brindar soporte a las capacidades de razonamiento de los agentes, por ejemplo para mejorar los mecanismos de toma de decisión automática. Una aproximación a la implementación de este tipo de sistemas está dada por los servicios de razonamiento basados en Programación Lógica Rebatible o DeLP-servers.

Los DeLP-servers introducidos en [14] y desarrollados luego [26] constan de tres componentes: conocimiento público, un mecanismo de inferencia, y un conjunto de operadores que definen cómo integrar nuevo conocimiento en-

viado por los clientes que consultan a un DeLP-server. Para realizar dichas consultas se define el concepto de Consulta Contextual, la cual consta de dos elementos: la consulta particular que el cliente pretende hacer, y un contexto dentro del cual debe procesarse dicha consulta particular. Este contexto podrá contener conocimiento privado incluido por el cliente para ser utilizado en el cálculo de la respuesta, y operadores (conocidos por el DeLP-server) a través de los cuales se especificará qué tratamiento darle a dicho conocimiento privado enviado en la consulta. Por ejemplo, un DeLP-server puede disponer de un operador para dar prioridad al conocimiento privado sobre el público, otro operador para excluir conocimiento público, o un operador para dar prioridad al conocimiento público. De esta manera, utilizando los operadores que son indicados en el contexto, se puede integrar adecuadamente el conocimiento privado enviado por el cliente al conocimiento público; y calcular la respuesta, utilizando tanto el conocimiento público almacenado, como el contexto en el cual el cliente quiere que se trate su consulta. El cómputo de una respuesta para una consulta contextual no afecta a futuras consultas del mismo agente, ni tampoco a otras consultas simultáneas de otros agentes. Es importante destacar que la misma consulta contextual realizada en varias oportunidades al mismo servidor, siempre tendrá la misma respuesta. Sin embargo, la misma consulta realizada al mismo DeLP-server, pero con diferente contexto, podrá tener una respuesta diferente.

Por ejemplo, un DeLP-server podría implementar un Servicio de Recomendación de Noticias, y este servicio podría ser consultado por diferentes clientes para obtener sugerencias sobre qué publicaciones leer en la Web. Está claro que una consulta como “¿Qué noticia me recomienda?” puede ser demasiado general para que el servicio genere una respuesta satisfactoria para el cliente. En cambio, “Estoy interesado en noticias sobre tenis, preferentemente publicaciones deportivas ¿qué noticia me recomienda?” provee, además de la consulta, un contexto, el cual puede ser utilizado por el servicio para realizar una sugerencia que sea satis-

factoria. En otro dominio de aplicación como es el diagnóstico, un cliente podría enviar en el contexto de la consulta los síntomas a tener en cuenta para procesar su consulta.

Los operadores para el procesamiento del conocimiento privado permiten un manejo adecuado de la información enviada por el cliente. Por ejemplo: la consulta “¿noticias sobre tenis?” puede incluir un contexto en el cual se indique un operador para excluir noticias sobre accidentes de tenistas, y dar prioridad a noticias de tenistas argentinos.

En esta línea de investigación se pretende mejorar las capacidades de los DeLP-server combinando los resultados que se han obtenido en el tratamiento de información proveniente de diferentes informantes, formalización de los operadores con resultados en revisión de creencias y argumentación, y el uso de técnicas de optimización en el cálculo de garantías para la obtención de respuestas.

## 4. Líneas de Investigación y Desarrollo

Esta línea de investigación toma como punto de partida el desarrollo de los DeLP-servers elaborado en [26] y resultados obtenidos por los autores que han sido publicados recientemente [23, 22, 15, 20, 17].

Su objetivo general es desarrollar técnicas para mejorar las capacidades de razonamiento de agentes que participan en Sistemas Multi-Agente (SMA). Para esto se propone desarrollar nuevas técnicas para los servicios de razonamiento basados en DeLP combinando revisión de creencias, argumentación y mecanismos de confianza y reputación para su aplicación en SMA. En particular, se espera avanzar en la implementación de nuevos servicios y facilidades de los Servicios de Razonamiento basados en DeLP. Dicha integración permitirá realizar un avance en las tres 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.

El uso de credibilidad de informantes en dinámica de creencias es algo novedoso [25]. Este formalismo puede ser usado como punto de partida para combinar revisión de creencias y mecanismos de confianza y reputación en SMA. En [21], Sabater y Sierra sostienen que la importancia de la confianza y reputación en sociedades humanas está fuera de discusión, por lo cual no es sorprendente que varias disciplinas, cada una desde una perspectiva diferente, haya estudiado y utilizado ambos conceptos. La investigación científica en el área de mecanismos computacionales de confianza y reputación en sociedades virtuales, es una disciplina reciente orientada a incrementar la fiabilidad y performance de comunidades electrónicas. En artículos recientes como [10, 21, 9, 3] podemos notar que en ciencias de la computación hay dos elementos que han contribuido sustancialmente a incrementar el interés en confianza y reputación: el paradigma de SMA y la evolución creciente del e-commerce.

El estudio de confianza y reputación tiene muchas aplicaciones en tecnologías de Comunicación e Información. Estos sistemas han sido reconocidos como factores claves para la adopción del comercio electrónico. Los mismos son usados por agentes de software inteligentes como un mecanismo para buscar compañeros confiables y como un incentivo en la toma de decisiones acerca de si se tiene en cuenta un contrato. La reputación es usada en el mercado electrónico como un mecanismo para evitar fraudes y estafas [9]. Los e-markets no son el único campo de aplicación; por ejemplo, en [3] usan la confianza para mejorar la performance de mecanismos de revisión de creencias.

En el contexto de SMA, un agente puede a menudo recibir información a través de otro que, por lo general, llamamos informante. Estos informantes son agentes independientes quienes tiene sus propios intereses y, por lo tanto, no son completamente fiables. Es natural para un agente creerle más a un informante sobre otro. Es por esto que en algunos trabajos se ha propuesto la organización de los informantes en un orden parcial que compara la plausibilidad de los mismos. En esta inves-

tigación se pretende combinar formalismos de revisión de creencias, argumentación y actualización de conocimiento con técnicas de mantenimiento de confianza y reputación de agentes en un ambiente distribuido.

Desde el punto de vista teórico, elaborar tales conexiones entre argumentación, revisión de creencias y mecanismos de confianza y reputación, y poder aplicarlas a los SMA, permitirá un progreso científico substancial en el campo de la representación de conocimiento [19, 2, 16].

El estudio de los vínculos y relaciones entre revisión de creencias y argumentación ha comenzado hace muy poco. Aunque ya existen en la literatura comentarios [7, 12] 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. 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, 6, 8, 18]. Uno de los resultados esperados es mejorar los sistemas de revisión de creencias utilizando argumentación y mecanismos de confianza y reputación para evaluar si es importante que la nueva información obtenida sea incorporada o no a las creencias del agente.

## 5. Resultados Esperados

Los DeLP-servers fueron introducidos en [14] y posteriormente formalizados en [26]. En esta línea de investigación se espera poder mejorar las capacidades de los DeLP-servers, utilizando resultados obtenidos y publicados recientemente. A continuación se incluye un resumen de estas publicaciones.

En el artículo *Deliberative DeLP agents with multiple informants* [23], se define un formalismo de razonamiento argumentativo basado en confianza (trust), donde la información que posee una agente puede ser recibida de diferentes informantes. En este formalismo se utiliza

la confianza asignada a la fuente de la información para decidir ante la presencia de información contradictoria y poder obtener respuestas garantizadas por un proceso de argumentación rebatible. En este formalismo, las conclusiones tentativas del agentes están sustentadas por argumentos, y esos argumentos pueden ser atacados por otros argumentos. El mecanismo de inferencia compara los argumentos y contra-argumentos utilizando la información de la confianza asignada a la fuente de información. El formalismo permite además que la confianza asignada a las fuentes pueda ser cambiada dinámicamente utilizando los resultados reportados en [24].

En el artículo *On Influence and Contractions in Defeasible Logic Programming* [15], se desarrollan diferentes nociones de contracción basadas en la Programación Lógica Rebatible. En particular, estas nociones de contracción se basan tanto en las diferentes formas de inferencia implícitamente existentes en un sistema argumentativo, así como también en la influencia que exhiben los literales en el proceso de razonamiento dialectico en este tipo de sistemas. Todos los operadores buscan lograr que un literal no sea garantizado a partir de un Programa Lógico Rebatible. Sin embargo, cada operador puede ser visto como un refinamiento del anterior en términos del cambio que producen respecto a las inferencias del programa. Estos resultados pueden utilizarse para definir nuevos operadores para los servicios de razonamiento que permitan la integración de conocimiento privado a través de las consultas contextuales de forma más sofisticada.

En el artículo *Selective revision with multiple informants and argumentative support* [22], consideramos el problema de revisión de creencias en un SMA con información proveniente de diferentes agentes con distintos grados de credibilidad. En este contexto, un agente tiene que elegir cuidadosamente que información acepta en la revisión para evitar creer en información poco confiable. En este artículo hemos propuesto un proceso de revisión en la cual se combina revisión selectiva, argumentación deductiva, y la credibilidad de la información

para su manejo adecuado. La nueva información es evaluada basada en la credibilidad de la fuente y todos los argumentos a favor y en contra de la misma. El proceso de evaluación determina que parte de la nueva información va a ser aceptada para luego ser incorporada en la base de creencias por medio de un operador de revisión apropiado.

En los artículos *A Heuristics-Based Pruning Technique for Argumentation Trees* [20] y *Using Argument Strength for Building Dialectical Bonsai* [17], se propone una técnica de poda basada en heurística para los árboles de dialéctica de los sistemas argumentativos. En los trabajos se muestra que el uso de la técnica propuesta reduce considerablemente el tamaño de los árboles de dialéctica, lo cual acelera significativamente la velocidad de respuesta del sistema. La heurística utilizada se basa en la noción de fuerza de un argumento, la cual indica la probabilidad de que un argumento sea derrotado y es calculada de manera *offline*. La heurística es utilizada para ordenar los argumentos, de manera tal que al construir el árbol de dialéctica se exploran primero los argumentos con menos chances a estar derrotados. Estos resultados pueden utilizarse para acelerar el computo de los servicios de razonamiento estudiando como calcular la fuerza de los argumentos potenciales que utilizará el servidor. Además, la noción de fuerza podría utilizarse como una medida para determinar el grado de garantía de una respuesta dada por el servidor.

## 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] Kathleen Suzanne Barber and Joonoo Kim. Belief revision process based on trust: Simulation experiments. In *In Proceedings of Autonomous Agents '01 Workshop on Deception, Fraud, and Trust in Agent Societies*, pages 1–12, 2001.

- [4] Christoph Beierle, Bernhard Freund, Gabriele Kern-Isberner, and Matthias Thimm. Using defeasible logic programming for argumentation-based decision support in private law. In *Third International Conference on Computational Models of Argument (COMMA'10)*, Desenzano del Garda, Italy, September 2010.
- [5] Philippe Besnard and Anthony Hunter. A logic-based theory of deductive arguments. *Artificial Intelligence*, 128(1-2):203–235, 2001.
- [6] R. Booth, T. Meyer, I. Varzinczak, and R. Wassermann. A contraction core for horn belief change: Preliminary report. In *NMR*, 2010.
- [7] 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.
- [8] J. Delgrande and R. Wassermann. Horn clause contraction functions: Belief set and belief base approaches. In *KR*, 2010.
- [9] Chrysanthos Dellarocas. The digitalization of word-of-mouth: Promise and challenges of online reputation mechanisms. In *Management Science*, 2003.
- [10] Changyu Dong and Naranker Dulay. Shinren: Non-monotonic trust management for distributed systems. In *IFIPTM*, pages 125–140, 2010.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] A. Garcia and G. Simari. Defeasible logic programming: An argumentative approach. *Theory and Practice of Logic Programming (TPLP)*, 4:95–138, 2004.
- [14] Alejandro Javier García, Nicolás D. Rotstein, Mariano Tucac, and Guillermo Ricardo Simari. An argumentative reasoning service for deliberative agents. In *KSEM*, pages 128–139, 2007.
- [15] Diego R. García, Sebastian Gottifredi, Patrick Krümpelmann, Matthias Thimm, Gabriele Kern-Isberner, Marcelo A. Falappa, and Alejandro Javier García. On influence and contractions in defeasible logic programming. In *LPNMR*, pages 199–204, 2011.
- [16] Sebastian Gottifredi, Alejandro Javier García, and Guillermo Ricardo Simari. Query-based argumentation in agent programming. In *IBERAMIA*, pages 284–295, 2010.
- [17] Sebastian Gottifredi, Nicolás D. Rotstein, Alejandro J. García, and Guillermo R. Simari. Using argument strength for building dialectical bonsai. *To Appear in AMAI*, 2013.
- [18] Sven Ove Hansson. Kernel Contraction. *The Journal of Symbolic Logic*, 59:845–859, 1994.
- [19] 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.
- [20] Nicolás D. Rotstein, Sebastian Gottifredi, Alejandro J. García, and Guillermo R. Simari. A heuristics-based pruning technique for argumentation trees. In *SUM*, pages 177–190, 2011.
- [21] Jordi Sabater and Carles Sierra. Review on computational trust and reputation models. *Artificial Intelligence Review*, 24(1):33–60, 2005.
- [22] Luciano H. Tamargo, Alejandro J. García, Matthias Thimm, and Patrick Krümpelmann. Selective revision with multiple informants and argumentative support. *AEPIA vol. 15 nro. 50*, pages 4–17, 2012.
- [23] Luciano H. Tamargo, Sebastian Gottifredi, Alejandro J. García, and Guillermo R. Simari. Deliberative delp agents with multiple informants. *AEPIA vol. 15 nro. 13*, pages 13–30, 2012.
- [24] Luciano Héctor Tamargo, Marcelo Alejandro Falappa, Alejandro Javier García, and Guillermo Ricardo Simari. A change model for credibility partial order. In *Proceeding of the 5th International Conference on Scalable Uncertainty Management (SUM)*, pages 317–330, 2011.
- [25] Luciano Héctor Tamargo, Alejandro Javier García, Marcelo Alejandro Falappa, and Guillermo Ricardo Simari. Modeling knowledge dynamics in multi-agent systems based on informants. *The Knowledge Engineering Review (KER)*, 27(1):87–114, 2012.
- [26] Mariano Tucac. Grupos de servicios de razonamiento para el procesamiento de consultas contextuales en paralelo. In *Tesis de Doctor en Ciencias de la Computación, Universidad Nacional del Sur*, 2012.