

Sobre la Toma de Decisiones Usando Razonamiento Argumentativo en Agentes Autónomos

Edgardo Ferretti

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional
Departamento de Informática
Universidad Nacional de San Luis
Ejército de los Andes 950, (D5700HHW) San Luis, Argentina
e-mail: ferretti@unsl.edu.ar

TESIS DE DOCTOR EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
(SÍNTESIS)

Asesor Científico

Dr. Guillermo R. Simari
Departamento de Ciencias e Ingeniería
de la Computación
Universidad Nacional del Sur
e-mail: grs@cs.uns.edu.ar

Co-Asesor Científico

Dr. Marcelo L. Errecalde
Departamento de Informática
Universidad Nacional de San Luis
e-mail: merreca@unsl.edu.ar

Fecha de exposición: 6 de Julio de 2010

Motivación

Desde hace mucho tiempo, la *Toma de Decisiones* es objeto de estudio activo en muchas áreas de investigación, como la Filosofía, Economía, Psicología, Ciencias de la Computación, entre otras. Como se discute en [29], es claro que ésta tiene tantas formas de interpretarse como áreas de estudio abordan este tema de investigación. Por ejemplo, desde una perspectiva *psicológica*, es necesario examinar las decisiones individuales en el contexto del conjunto de necesidades y preferencias que la gente tiene. Esto se debe a que las personas evalúan sus posibilidades basándose en la expectativa de valores subjetivos de lo que se espera de ellas. Desde una perspectiva *cognitiva*, la toma de decisiones es considerada como el resultado de un proceso mental en continua interacción con el ambiente, con el fin de seleccionar un curso de acción entre las alternativas posibles. El análisis *normativo* hace hincapié en la definición de racionalidad y en la lógica de la toma de decisiones. Alternativamente, el análisis *descriptivo* de la toma de decisiones concierne a las creencias y preferencias de las personas como son, y no como deberían ser. Inclusive, a otro nivel, la toma de decisiones puede concebirse como una actividad de resolución de problemas cuya finalización está dada por la obtención de una solución satisfactoria. Por lo tanto, de forma general, podría decirse que la toma de decisiones es un proceso de razonamiento (racional) o emocional (quizás irracional), y que puede estar basado en suposiciones explícitas o implícitas.

En particular, en Ciencias de la Computación, los problemas de toma de decisiones han sido abordados mayormente desde el campo de investigación de la *Inteligencia Artificial*. En un artículo reciente [8], Amgoud y Prade distinguieron dos tendencias principales que están influenciando actualmente la investigación en *Inteligencia Artificial* en este tema de estudio. Estas son, la *Teoría de Decisión Clásica* y los enfoques de decisión *BDI (Beliefs-Desires-Intentions)* y de *Razonamiento Práctico*.

La Teoría de Decisión Clásica, desarrollada mayormente por economistas, se basa en una visión probabilística de la incertidumbre al razonar acerca de las acciones. Los costos y beneficios de las posibles consecuencias de las acciones son ponderados junto con sus probabilidades, obteniendo un ordenamiento de preferencia sobre la “utilidad esperada” [39] de las acciones alternativas. Sin embargo, muchos investigadores de distintas áreas de estudio, han señalado que especificar de forma completa las probabilidades y utilidades esperadas requeridas por la teoría de decisión clásica estándar, hacen a esta teoría poco práctica, en tareas complejas que involucran representación de conocimiento relacionado con el sentido común. Este hecho originó la proliferación de enfoques cualitativos de toma de decisiones con el fin de disminuir la cantidad de información numérica requerida.

Entre los múltiples enfoques cualitativos propuestos, en el campo de estudio de la *Inteligencia Artificial*, la idea de articular decisiones en base a argumentos se reveló como un enfoque general para soportar diferentes enfoques de decisión, tales como decisión bajo incertidumbre, decisión multi-criterio, decisiones basadas en reglas y decisiones basadas en casos.

La *argumentación* es un modelo de razonamiento basado en la construcción y evaluación de argumentos que interactúan entre sí. Estos argumentos tienen como fin, soportar, explicar o atacar enunciados que pueden ser opiniones, decisiones, etc. La argumentación ha sido utilizada en diferentes dominios, como razonamiento no-monótono, manejo de inconsistencias en bases de conocimiento y modelado de diferentes tipos de diálogos, en particular, persuasión y negociación. En un enfoque de negociación basado en argumentación, se tiene la ventaja de que además de intercambiar ofertas, se intercambian razones que las soportan y eventualmente podrían llevar al receptor a cambiar sus preferencias. En consecuencia, se puede llegar a un acuerdo entre las partes de manera más conveniente.

De esta manera, adoptar un enfoque de este estilo en los problemas de decisión, tiene el beneficio de que el tomador de decisiones además de tener una buena elección, tendría las razones subyacentes que la soportan de una manera fácil de entender. La toma de decisiones basada en argumentación, es más afín a la forma en que los seres humanos deliberan y finalmente toman o entienden una elección. No obstante esto, de acuerdo con lo expuesto en [34], un modelo de decisión basado en argumentación debe poseer el soporte teórico que poseen los métodos tradicionales cuantitativos. Es por esta razón, como se detalla en la siguiente sección, que los dos marcos de decisión propuestos como aportes principales de esta Tesis, están vinculados formalmente con la Teoría de Decisión Clásica, pero justificados desde el punto de vista de la argumentación.

Contribuciones de esta Tesis

Los aportes principales de esta Tesis son dos. En primer lugar, se propone un marco de decisión basado en argumentación, que usa como formalismo de representación de conocimiento y razonamiento, a la *Programación en Lógica Rebatible* [26, 27]. La Programación en Lógica Rebatible (referida con la sigla DeLP por su traducción al inglés como *Defeasible Logic Programming*), es un lenguaje que extiende desarrollos del área de programación en lógica bajo la óptica de los últimos avances en el área de argumentación rebatible. Esto lo convierte en una herramienta muy útil para modelar conocimiento que involucra información incompleta o potencialmente contradictoria. El mecanismo de inferencia sobre el cual está basado permite decidir entre conclusiones contradictorias, y adaptarse fácilmente a entornos cambiantes. Además, el hecho de tener disponible un intérprete de este lenguaje [25], ha posibilitado que se provea una implementación de este marco de decisión para su aplicación en la resolución de problemas del mundo real [20, 40].

Si bien este marco de decisión concreto¹ es un marco de decisión de propósito general,² éste ha sido mayormente probado en un dominio de aplicación donde un robot *Khepera II* [28] realiza tareas de recolección de objetos, en un ambiente determinístico totalmente observable. Para ello, fue necesario desarrollar una biblioteca que permitiera programar a los robots *Khepera* usando predicados en Prolog, como así también representar su conocimiento y razonar usando DeLP. El desarrollo de esta biblioteca fue publicado en [15], donde mayormente se hizo hincapié en la descripción de cómo se implementaron cada una de las componentes de la biblioteca y en su API respectiva. Posteriormente, en [19], se introdujeron mejoras a esta biblioteca, para que múltiples robots pudieran estar en operación dentro del mismo marco de trabajo, y que la percepción del ambiente (por parte de los robots) se manejara como consultas contextuales³ enviadas al intérprete DeLP.

De los resultados obtenidos en los trabajos [16, 21, 17], se determinó la necesidad de contar con una componente externa al formalismo de representación de conocimiento y razonamiento, para poder implementar efectivamente la política de decisión de los robots. Este hecho sentó la base del enfoque conceptual propuesto en esta Tesis, para modelar los dos marcos de decisión aquí propuestos como *tri-uplas*, donde la primera componente contiene las posibles alternativas a ser presentadas al agente, la segunda codifica su conocimiento y preferencias, y la tercera es la componente de elección.

¹Se lo referencia de esta manera para indicar que está basado en un formalismo argumentativo concreto.

²En el informe de Tesis se presentan ejemplos de aplicación en tres dominios distintos.

³Una consulta contextual al intérprete DeLP consiste de un par $[C, Q]$, donde Q es el literal que el intérprete tratará de justificar y C es el *contexto* para esa consulta. El contexto C puede ser cualquier programa DeLP. La respuesta retornada a la consulta $[C, Q]$ dependerá del programa cargado en el intérprete y del contexto C .

Fue así, como en [18], se presentaron las *reglas de decisión*, las cuales representan un aporte secundario de esta Tesis. Asimismo, en [18], se avanzó hacia una definición general del marco de decisión. Inclusive, se presentó una metodología de desarrollo para el marco de decisión y se propuso una formalización del comportamiento de elección exhibido por un agente usando este marco de decisión. En esta Tesis se extendió la labor realizada en [18] redefiniendo las componentes del marco de decisión, de manera que éste fuera conceptualmente más simple y homogéneo. Esto también posibilitó refinar la formalización realizada de acuerdo con la Teoría de Decisión Clásica [33], en lo respectivo al comportamiento de elección del marco de decisión.

Un aspecto novedoso de este marco de decisión reside en la conceptualización de las alternativas desde el punto de vista de la literatura de marketing [36, 37]. En este enfoque, cada alternativa es tratada conceptualmente como una *marca* (de un producto) que el consumidor (tomador de decisiones) está considerando comprar (elección). Así, la decisión de qué alternativa elegir estará dada por la generación de argumentos a favor y en contra de cada posible alternativa, en conjunto con el accionar de las reglas de decisión. Este enfoque es la principal diferencia con respecto a todos los modelos que se consultaron en la literatura sobre la toma de decisiones basadas en enfoques cualitativos simbólicos [41, 22, 32, 14, 12, 34, 23, 42, 24, 30, 31, 4, 3, 2, 9, 5, 6, 7, 10, 11, 8], los cuales comparten una misma visión de la toma de decisiones; concebirla como una forma de razonamiento orientado a la acción. Es por eso, que todos estos modelos consideran las metas del agente o los valores esperados de las acciones, para decidir qué acción elegir.

Hasta donde sabe el autor, el marco de decisión propuesto en [18], fue el primero que tratara a las alternativas desde el punto de vista de la literatura de marketing, en el campo de investigación de la toma de decisiones basadas en argumentación. Por eso, se determinó que poder independizarse tanto como sea posible de las propiedades características de DeLP, para proponer un marco de decisión abstracto siguiendo este enfoque conceptual, resulta en un aporte mucho más significativo y es de hecho, el segundo aporte principal de esta Tesis. Esto se debe a que este marco abstracto servirá como plantilla para diseñar marcos de decisión basados en distintos formalismos concretos de argumentación, y cuyo comportamiento de elección sería consistente con la teoría general de elección de la Teoría de Decisión Clásica.

De hecho, en esta Tesis se presentan dos instancias del marco de decisión abstracto propuesto: la primera basada en el formalismo de Prakken y Sartor presentado en [35], para el caso de prioridades fijas sobre las reglas del sistema; y la segunda basada en el formalismo de Chesñevar *et al.* presentado originalmente en [13] y posteriormente extendido en [1]. Estos dos marcos podrían considerarse aportes secundarios de esta Tesis, pues si bien, son instanciaciones del marco abstracto aquí propuesto, no dejan de ser dos nuevos marcos de decisión concretos,⁴ en lo que respecta al área de investigación de toma de decisiones basadas en argumentación.

Los Marcos de Decisión Concreto y Abstracto

Como se mencionó en la sección anterior, el enfoque conceptual propuesto consiste en modelar a los marcos de decisión basados en argumentación como una *tri-upla* $\langle X, \mathcal{K}, \Gamma \rangle$. La primera componente de esta tri-upla, X , representa el conjunto de todas las posibles alternativas que se le pueden presentar al agente (tomador de decisiones). La segunda componente, referida como componente epistémica y denotada \mathcal{K} , consiste de un marco argumentativo que se utilizará para

⁴De acuerdo a toda la bibliografía consultada, no se han encontrado marcos de decisión basados en estos formalismos, y que bajo ciertos supuestos, exhiban un comportamiento de elección consistente con el óptimo de la Teoría de Decisión Clásica.

representar el conocimiento y las preferencias del agente. Finalmente, la tercera componente denotada Γ , es la que implementa la política de toma de decisiones del agente.

Las componentes X y Γ son comunes a ambos marcos de decisión, siendo en la componente \mathcal{K} , el marco argumentativo, donde los mismos se diferencian. Para el caso del marco de decisión concreto, la componente \mathcal{K} está basada en el formalismo DeLP mientras que en el caso del marco de decisión abstracto, la misma se define usando como base al Marco de Argumentación Dinámico propuesto por Rotstein en [38].

Para que el comportamiento de elección de ambos marcos coincida con el óptimo de la Teoría de Decisión Clásica, se siguen para ello dos enfoques distintos. En el caso del marco de decisión concreto basado en DeLP, se incluye una metodología simple para desarrollar la componente epistémica \mathcal{K} . Esta metodología considera todas las definiciones propias de DeLP a nivel de lenguaje de representación, criterios de comparación de argumentos, teoría de prueba, etc., de manera que si el agente tiene disponible todo el conocimiento relevante acerca de sus preferencias con respecto a todas las posibles alternativas que se le podrían presentar, entonces el comportamiento de elección correspondiente, coincide con el comportamiento óptimo respecto de una relación de preferencia racional [33]. En cambio, si el agente tiene conocimiento parcial acerca de sus preferencias, las decisiones que éste tomaría aún exhibirán un cierto grado de coherencia, con respecto a aquellas alternativas que ha podido determinar como no elegibles.⁵ Por su parte el marco de decisión abstracto, también exhibe el mismo comportamiento de elección consistente con la teoría general de elección de la Teoría de Decisión Clásica. La diferencia con el marco de decisión concreto radica en que aquí, el equivalente a la metodología de desarrollo de las componentes del marco está dado en forma de restricciones y propiedades definidas sobre un marco de argumentación abstracto dinámico.

Para implementar la componente Γ de ambos marcos, se utilizan *reglas de decisión* [18]. Como puede advertirse, este dispositivo no forma parte del marco argumentativo con el cual se razona sobre las creencias y preferencias del agente; sin embargo, su funcionamiento sí está basado en la información que se puede obtener de la componente epistémica. Es importante destacar que el algoritmo⁶ asociado a Γ para calcular el conjunto de alternativas aceptables de un agente que enfrenta un experimento de elección determinado, usado con una componente epistémica que respete ciertas restricciones⁷ sobre cómo representar el conocimiento y las preferencias del agente, es lo que permite que el comportamiento de elección de un agente equipado con alguno de estos marcos de decisión sea consistente con respecto al óptimo de la teoría general de comportamiento de la Teoría de Decisión Clásica.

Finalmente, resta mencionar que el criterio de comparación de argumentos utilizado en ambos marcos, se basa en definir prioridades entre los criterios de preferencia del agente (tomador de decisiones). Para ello, a cada criterio de preferencia se le asocia un literal distinguido y al realizar cambios en las relaciones de preferencia (representadas explícitamente en las componentes epistémicas) entre los mismos, se pueden cambiar de manera flexible las preferencias del agente y el criterio de preferencia entre argumentos.

Instancias del Marco de Decisión Abstracto

Una instanciación del marco de decisión abstracto consiste en definir funciones de conversión donde dadas las componentes originales del marco abstracto, se obtengan sus versiones equivalentes en el formalismo concreto. Claro está que dependiendo de las características del

⁵En el informe de Tesis se presentan lemas y teoremas que soportan estas afirmaciones.

⁶En el informe de Tesis se presenta la demostración de sensatez y completitud del mismo.

⁷Dadas como tales en el marco abstracto o bien implícitas en la metodología de desarrollo del marco concreto.

formalismo, ciertas componentes explícitas del marco abstracto pueden quedar implícitas en el formalismo concreto, como por ejemplo, el conjunto de trabajo de argumentos. Así, las funciones de conversión serán particulares a cada formalismo. No obstante esto, cada formalismo concreto con el que se desea hacer una instanciación del marco de decisión abstracto, deberá definir:

1. El lenguaje lógico de representación;
2. Una función de conversión de argumentos;
3. Una función de conversión de hechos;
4. Un método de generación del orden parcial estricto sobre el que se define el criterio de comparación de argumentos;
5. Una función de instanciación de estructuras argumentales primitivas;⁸ y
6. Una formalización para probar que el concepto de garantía entre ambos formalismos es equivalente.

Para concretar los puntos 1, 2, 3 y 5, solamente hay que tener en cuenta el lenguaje lógico de representación y la estructura interna de los argumentos en el formalismo que se quiera utilizar para instanciar al marco de decisión abstracto. Realizar tal consideración es bastante simple y sólo basta ver que la especificación del formalismo sea compatible con la definición de tales items del marco abstracto. En cambio, satisfacer los puntos 4 y 6 requiere un poco más de trabajo. En particular, en las instanciaciones presentadas en esta Tesis, el hecho de que las definiciones procedurales de aceptabilidad de los formalismos de Prakken y Sartor, y Cheñevier *et al.* se basen en el llamado enfoque dialéctico o de juegos argumentales, facilitó el planteo de la equivalencia a nivel de garantías (punto 6).

Asimismo, como el formalismo de Prakken y Sartor consiste en un sistema de argumentación rebatible capaz de manejar tanto prioridades fijas como rebatibles, sobre las reglas del lenguaje de representación con el cual se construyen los argumentos, definir un método de generación del orden parcial estricto sobre el que se define el criterio de comparación de argumentos (punto 4) resultó bastante directo. En cambio, para el caso del formalismo de Cheñevier *et al.* su criterio de comparación de argumentos no está basado en prioridades sobre reglas o literales. No obstante esto, se generó un ordenamiento parcial estricto implícito, de manera de restringir los valores de certeza que acompañan a los argumentos, para que respeten las prioridades de los literales distinguidos asociados con los criterios de preferencia del agente. Cabe destacar que este orden no es único y pueden seguirse distintas heurísticas para lograr un ordenamiento parcial estricto implícito que logren los mismos resultados al comparar los argumentos que exponen las razones a favor y en contra de elegir una u otra alternativa.

Líneas de Investigación Futuras

Los marcos de decisión propuestos en esta Tesis no han sido desarrollados basándose en ninguna arquitectura de agente particular y potencialmente pueden ser incorporados en diferentes arquitecturas de agente ya definidas. Si bien esta integración no ha sido objeto de estudio de la presente Tesis, en [40] ya se comenzó a trabajar sobre este tema, donde el marco

⁸Una estructura argumental primitiva es una estructura argumental (árbol de argumentos que cumple ciertas propiedades; ver Definición 2.7 de [38]) que consta de un solo argumento.

de decisión concreto (basado en DeLP) aquí propuesto ha sido integrado en un agente Jadex que implementa un asistente personal basado en una arquitectura BDI.

Como trabajo futuro, se planea extender los marcos de decisión propuestos en esta Tesis para poder aplicarlos a la toma de decisiones bajo incertidumbre. Para ello sería conveniente para el caso del marco de decisión concreto, proponer una nueva metodología que considere la estructura de las alternativas inciertas, para restringir las preferencias sobre las cuales un tomador de decisiones racional podría basar sus opiniones. Asimismo, para el caso del marco de decisión abstracto, habría que reformular las restricciones presentadas en la definición de componente epistémica abstracta.

Desde la perspectiva clásica de la toma de decisión multi-criterio, como la función de preferencia del marco de decisión abstracto es lo suficientemente general para que la componente epistémica pueda instanciarse con formalismos que permitan implementar métodos de agregación multi-criterio para comparar argumentos, también está previsto incorporar al marco de decisión abstracto algún mecanismo de agregación explícita de las relaciones de preferencia para evaluar cada decisión candidata.

Referencias

- [1] Teresa Alsinet, Carlos Iván Chesñevar, Lluís Godo, and Guillermo Ricardo Simari. A logic programming framework for possibilistic argumentation: formalization and logical properties. *Fuzzy Sets and Systems*, 159(10):1208–1228, 2008.
- [2] Leila Amgoud. A unified setting for inference and decision: An argumentation-based approach. In *Proceedings of the 21st Conference in Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI)*, pages 26–33, Edinburgh, Scotland, July 26-29 2005. AUAI Press.
- [3] Leila Amgoud, Jean-Francois Bonnefon, and Henri Prade. An argumentation-based approach to multiple criteria decision. In Lluís Godo, editor, *Proceedings of the 8th European Conference on Symbolic and Quantitative Approaches to Reasoning with Uncertainty (EC-SQARU)*, pages 269–280, Barcelona, Spain, July 6-8 2005.
- [4] Leila Amgoud and Henri Prade. Using arguments for making decisions: A possibilistic logic approach. In David Maxwell Chickering and Joseph Y. Halpern, editors, *Proceedings of the 20th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI)*, pages 10–17, Banff, Canada, July 7-11 2004.
- [5] Leila Amgoud and Henri Prade. A bipolar argumentation-based decision framework. In *Proceedings of the 11th International Conference on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems (IPMU)*, pages 323–330, Paris, France, July 2-7 2006.
- [6] Leila Amgoud and Henri Prade. Comparing decisions on the basis of a bipolar typology of arguments. In J. Dix and A. Hunter, editors, *Proceedings of the 11th International Workshop on Non-Monotonic Reasoning (NMR)*, number IFI-06-04 in Technical Report Series, Lake District, England, UK, May 30-June 1 2006. Clausthal University of Technology.
- [7] Leila Amgoud and Henri Prade. Explaining qualitative decision under uncertainty by argumentation. In *Proceedings of the 21st AAAI Conference on Artificial Intelligence*, pages 219–224, Boston, Massachusetts, USA, July 16-20 2006. AAAI Press.

- [8] Leila Amgoud and Henri Prade. Using arguments for making and explaining decisions. *Artificial Intelligence*, 173(3-4):413–436, March 2009.
- [9] Katie Atkinson. *What should We Do?: Computational Representation of Persuasive Argument in Practical Reasoning*. PhD thesis, Department of Computer Science, University of Liverpool, Liverpool, UK, 2005.
- [10] Katie Atkinson, Trevor J. M. Bench-Capon, and Sanjay Modgil. Argumentation for decision support. In S. Bressan, J. Küng, and R. Wagner, editors, *17th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA)*, volume 4080 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 822–831, Krakow, Poland, September 4-8 2006. Springer.
- [11] Trevor J. M. Bench-Capon and Henry Prakken. Justifying actions by accruing arguments. In P. E. Dunne and T. J. M. Bench-Capon, editors, *Proceedings of 1st International Conference on Computational Models of Argument (COMMA)*, volume 144 of *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, pages 247–258. IOS Press, September 11-12 2006.
- [12] Blai Bonet and Héctor Geffner. Arguing for decisions: A qualitative model of decision making. In Eric Horvitz and Finn Jensen, editors, *Proceedings of the 12th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI)*, pages 98–105, Portland, Oregon, USA, August 1-4 1996. Morgan Kaufmann.
- [13] Carlos I. Chesñevar, Guillermo R. Simari, Teresa Alsinet, and Lluís Godo. A logic programming framework for possibilistic argumentation with vague knowledge. In *AUAI '04: Proceedings of the 20th conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*, pages 76–84, Banff, Canada, 2004. AUAI Press.
- [14] Yannis Dimopoulos and Antonis Kakas. Logic programming without negation as failure. In J. W. Lloyd, editor, *Proceedings of the Fifth International Logic Programming Symposium (ILPS)*, pages 369–384, Portland, Oregon, USA, December 4-7 1995. MIT Press.
- [15] Edgardo Ferretti, Marcelo Errecalde, Alejandro García, and Guillermo Simari. KheDeLP: A Framework to Support Defeasible Logic Programming for the Khepera Robots. In René V. Mayorga and Oscar A. Domínguez, editors, *International Symposium on Robotics and Automation (ISRA)*, pages 98–103, San Miguel Regla, Hidalgo, México, August 25-28 2006.
- [16] Edgardo Ferretti, Marcelo Errecalde, Alejandro García, and Guillermo Simari. An application of defeasible logic programming to decision making in a robotic environment. In Chitta Baral, Gerhard Brewka, and John S. Schlipf, editors, *Proceedings of the 9th International Conference on Logic Programming and Nonmonotonic Reasoning (LPNMR)*, volume 4483 of *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, pages 297–302, Tempe, AZ, USA, May 14-17 2007. Springer-Verlag.
- [17] Edgardo Ferretti, Marcelo Errecalde, Alejandro García, and Guillermo Simari. Defeasible decision making in a robotic environment. In *Anales del XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC)*, pages 1335–1446, realizado en la Facultad Regional Resistencia, Universidad Tecnológica Nacional, Chaco, y en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Corrientes, Octubre 2-5 2007.

- [18] Edgardo Ferretti, Marcelo Errecalde, Alejandro García, and Guillermo Simari. Decision rules and arguments in defeasible decision making. In Ph. Besnard, S. Doutre, and A. Hunter, editors, *Proceedings of the 2nd International Conference on Computational Models of Arguments (COMMA)*, volume 172 of *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, pages 171–182, Toulouse, France, May 28-30 2008. IOS Press.
- [19] Edgardo Ferretti, Marcelo Luis Errecalde, Alejandro Javier García, and Guillermo Ricardo Simari. Khepera robots with argumentative reasoning. In Ulrich Rückert, Joaquin Sitte, and Ulf Witkowski, editors, *Proceedings of the 4th International AMiRE Symposium*, volume 216, pages 199–206, Buenos Aires, Argentina, October 2-5 2007. Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn.
- [20] Edgardo Ferretti, Roberto Kiessling, Alejandro Silnik, Ricardo Petrino, and Marcelo Errecalde. *New Trends in Electrical Engineering Automatic Control, Computing and Communication Sciences*, chapter Integrating vision-based motion planning and defeasible decision making for differential-wheeled robots. Logos Verlag, 2010.
- [21] Edgardo Ferretti, Nicolás Rotstein, Marcelo Errecalde, Alejandro García, and Guillermo Simari. Defeasible decision making in a multi-robot environment. *Research in Computing Science*, 32:150–160, September 2007. Special Issue: Advances in Artificial Intelligence and Applications.
- [22] John Fox, Paul Krause, and Morten Elvang-Gøransson. Argumentation as a general framework for uncertain reasoning. In *Proceedings of the 9th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*, pages 428–434. Morgan Kaufmann Publishers, 1993.
- [23] John Fox and Simon Parsons. On using arguments for reasoning about actions and values. In Jon Doyle and Richmond H. Thomason, editors, *Working Papers of the AAAI Spring Symposium on Qualitative Preferences in Deliberation and Practical Reasoning*, Spring Symposium, pages 55–63, Menlo Park, California, March 24-26 1997. American Association for Artificial Intelligence.
- [24] John Fox and Simon Parsons. Arguing about beliefs and actions. In Anthony Hunter and Simon Parsons, editors, *Applications of Uncertainty Formalisms*, volume 1455 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 266–302, London, UK, 1998. Springer-Verlag.
- [25] Alejandro García, Nicolás Rotstein, Mariano Tucate, and Guillermo Simari. An argumentative reasoning service for deliberative agents. In Z. Zhang and J. Siekmann, editors, *LNAI 4798 Proceedings of the 2nd. International Conference on Knowledge Science, Engineering and Management (KSEM 2007)*, pages 128–139. Springer-Verlag, 2007.
- [26] Alejandro J. García. *Programación en Lógica Rebatible: Lenguaje, Semántica Operacional y Paralelismo*. PhD thesis, Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina, December 2000.
- [27] Alejandro Javier García and Guillermo Ricardo Simari. Defeasible logic programming: an argumentative approach. *Theory and Practice of Logic Programming*, 4(2):95–138, 2004.
- [28] K-Team. Khepera 2. <http://www.k-team.com>, 2002.
- [29] Daniel Kahneman and Amos Tversky, editors. *Choice, Values, and Frames*. Cambridge University Press, September 2000.

- [30] Antonis Kakas and Pavlos Moraitis. Argumentation based decision making for autonomous agents. In *Proceedings of the second international joint conference on autonomous agents and multiagent systems (AAMAS)*, pages 883–890, Melbourne, Australia, July 14–18 2003. ACM Press.
- [31] Antonis C. Kakas, Paolo Mancarella, Fariba Sadri, Kostas Stathis, and Francesca Toni. The KGP model of agency. In Ramon López de Mántaras and Lorenza Saitta, editors, *Proceedings of the 16th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI)*, pages 33–37, Valencia, Spain, August 22–27 2004. IOS Press.
- [32] Paul Krause, Simon Ambler, Morten Elvang-Gøransson, and John Fox. A logic of argumentation for reasoning under uncertainty. *Computational Intelligence*, 11:113–131, 1995.
- [33] Andreu Mas-Collel, Michael D. Whinston, and Jerry R. Green. *Microeconomic Theory*. Oxford University Press, New York, 1995.
- [34] Simon Parsons and John Fox. Argumentation and decision making: A position paper. In Dov M. Gabbay and Hans Jürgen Ohlbach, editors, *FAPR '96: Proceedings of the International Conference on Formal and Applied Practical Reasoning*, volume 1085 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 705–709, Bonn, Germany, June 3–7 1996. Springer-Verlag.
- [35] Henry Prakken and Giovanni Sartor. Argument-based extended logic programming with defeasible priorities. *Journal of Applied Non-Classical Logics*, 7:25–75, 1997.
- [36] John H. Roberts and James M. Lattin. Development and testing of a model of consideration set composition. *Journal of Marketing Research*, 28(4):429–440, November 1991.
- [37] John H. Roberts and Gary L. Lilien. Explanatory and predictive models of consumer behavior. In J. Eliashberg and G. L. Lilien, editors, *HandBooks in Operations Research and Management Science*, volume 5. North-Holland, Amsterdam, The Netherlands, 1993.
- [38] Nicolás D. Rotstein. *Un Marco Argumentativo Abstracto Dinámico*. PhD thesis, Universidad Nacional del Sur, 2010.
- [39] Leonard J. Savage. *The Foundations of Statistics*. Dover, New York, 1972.
- [40] Federico Schlesinger, Edgardo Ferretti, Marcelo Errecalde, and Guillermo Aguirre. An Argumentation-based BDI Personal Assistant. In *23rd International Conference on Industrial, Engineering and Other Applications of Applied Intelligent Systems (IEA-AIE)*, Córdoba, España, June 2010.
- [41] Wolfgang Spohn. A general non-probabilistic theory of inductive reasoning. In Ross D. Shachter, Tod S. Levitt, L.N. Kanal, and John F. Lemmer, editors, *UAI '88: Proceedings of the Fourth Annual Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*, pages 149–158, Amsterdam, The Netherlands, 1988. North-Holland Publishing Co. The conference proceedings were published in 1990.
- [42] R. T. Walton, C. Gierl, P. Yudkin, H. Mistry, M. P. Vessey, and J. Fox. Evaluation of computer support for prescribing (capsule) using simulated case. *British Medical Journal*, 315:791–795, September 1997.