

Semántica Declarativa Trivaluada para la Programación en Lógica Rebatible

Laura A. Cecchi

Guillermo R. Simari

Depto. de Informática y Estadística - Fa.E.A. Depto. de Ciencias de la Computación
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
e-mail:lcecchi@uncoma.edu.ar e-mail:grs@cs.uns.edu.ar

PALABRAS CLAVES: Extensiones de la Programación en Lógica. Semántica Declarativa de Extensiones de la Programación en Lógica. Semántica de Juegos. Sistemas Argumentativos.

1 Introducción

La semántica operacional de los programas lógicos está basada en el método de resolución de Robinson, aplicado a cláusulas de Horn. Esto supone una limitación tanto sintáctica como semántica que, a pesar de las ventajas teóricas y prácticas que trae consigo, restringe en algunos casos la aplicabilidad de la Programación en Lógica (de ahora en más P.L.) en resolución de problemas. La superación de esta limitación puede atacarse de varias maneras. Un modo es extender la ejecución clásica a nuevos procedimientos junto con un cambio en la sintaxis, resultando en un incremento del poder expresivo de la P.L..

La Programación en Lógica Rebatible Básica [CS00a, GS99, Gar00] (de ahora en más P.L.R.B.) es una extensión de la P.L. en la que se permite representar conocimiento contradictorio, a través de la noción de negación fuerte, y conocimiento tentativo, incorporando a la sintaxis una nueva clase de reglas, las reglas rebatibles.

La semántica operacional de la P.L.R.B. está basada en un formalismo no monotónico: los Sistemas Argumentativos [PV00, CML99]. Las consecuencias de un programa lógico rebatible son determinadas a través de un análisis dialéctico de argumentos y contraargumentos. Si bien este mecanismo es suficiente para verificar si una consulta está justificada o no en un programa lógico rebatible, en los últimos años, la semántica operacional ha sido estudiada desde un punto de vista declarativo [Dun95, CDSS00, KT99], con el objeto de determinar el significado preciso de un programa lógico sin recurrir al control.

Con este espíritu se planteó en el marco del proyecto de investigación “Lógica, Revisión y Argumentación”, del Departamento de Informática y Estadística, Fa.E.A., U.N.C., un lineamiento cuyo objetivo es el estudio del sistema procedural de razonamiento no monótono de la P.L.R.B., en el que el criterio de decisión entre argumentos contradictorios es la especificidad [SL92].

El propósito de este trabajo es presentar la motivación de nuestra línea de investigación, nuestras metas, los resultados alcanzados y los desarrollos futuros. En la sección 2, se describen el problema a atacar y cuáles son nuestras metas. En la siguiente sección, se explica como se fueron desarrollando las primeras etapas planificadas y cumplimentadas

especificando la publicación que avala dicho resultado. Asimismo, se detalla el estudio en progreso. Finalmente, en la sección 4, se presentan las conclusiones y los trabajos futuros.

2 Descripción del Problema

De la filosofía propuesta por R. Kowalski en [Kow79], donde planteó la ecuación

$$\textit{Algoritmo} = \textit{Lógica} + \textit{Control}$$

resulta evidente que la semántica declarativa es necesaria para ayudar al programador a especificar el conocimiento y razonar a partir de él sin preocuparse por la parte de control del sistema. Esta es una de las características principales de la P.L.: *sólo expresa qué se debe hacer y no cómo hacerlo*.

Por otra parte, la definición de una semántica declarativa ayuda en el estudio de la Programación en Lógica Rebatible (P.L.R.) como sistema de razonamiento no monótono. Un conjunto de propiedades [BDK97], han sido presentadas con el objeto de clasificar y caracterizar el comportamiento de las semánticas de los programas lógicos con negación. Analizando el conjunto de propiedades que cumple es posible comparar al sistema con otros, mostrando sus ventajas y desventajas.

Diferentes frameworks declarativos [Dun95, Bil93, MG99] han sido desarrollados para modelar los sistemas argumentativos. Sin embargo, la mayoría ven a los argumentos como entidades abstractas cuyo rol está determinado por las relaciones de ataques con otros argumentos. Así, tanto el conjunto de argumentos como la preferencia entre contraargumentos deben ser explícitamente dados como entradas al framework.

Por otra parte, la mayoría hace un análisis declarativo estático del sistema argumentativo, a pesar de que la esencia de la argumentación es un diálogo interactivo. Finalmente, el comportamiento, que modelan las semánticas desarrolladas, no se adapta adecuadamente a la semántica procedural del sistema en estudio.

Todo lo expuesto anteriormente nos motivó a desarrollar una semántica que no sólo caracterice adecuadamente el comportamiento de la semántica operativa de la P.L.R. [SL92], i.e., que sea sensata y completa con respecto a dicho procedimiento, sino que, asimismo, mejore, en lo posible, los problemas encontrados en las semánticas declarativas ya existentes.

Si bien nuestra meta general es caracterizar la semántica operacional a través de una semántica declarativa adecuada para la P.L.R., nuestro interés particular se centrará en desarrollar una *semántica basada en juegos*. La elección de la categoría de los juegos está justificada en el sólido fundamento matemático con el que se ha modelado *la interacción entre los participantes del juego*.

3 Semántica Declarativa basada en Juegos

En la primera etapa de nuestro desarrollo, se circunscribió el estudio a la P.L.R. en donde la relación de preferencia entre argumentos contradictorios está restringida. No hemos permitido que la relación de preferencia sea un orden parcial, como tampoco aceptamos ciclos entre las preferencias. De este modo, evitamos ciertas falacias indeseables en el

Bajo las restricciones antes descriptas, se desarrolló una semántica declarativa trivaluada GS basada en juegos para la P.L.R.B., como lo demuestran los trabajos [CS99, CS00c, CS00a]. Dicha semántica es sensata y completa con respecto a la P.L.R.B. restringida.

La semántica trivaluada GS tiene como soporte matemático a las semánticas basadas en juegos introducidas a través de dos enfoques: HO-games [HO94] y AJM-games [Abr97, AM97]. En particular, se siguió el enfoque AJM-games por la similitud encontrada entre el árbol que especifica al conjunto de todas las posibles movidas legales en el juego y el árbol dialéctico que se debe realizar cada vez que queremos verificar si un literal pertenece a las consecuencias de un programa.

En GS , los movimientos permitidos del juego son todos los posibles argumentos a favor y en contra (contraargumentos) de todos los literales del lenguaje del programa. El juego determina cuáles son las jugadas legales en cada situación y de quién es el turno.

Con el objeto de verificar si un literal fijo¹ L pertenece al conjunto de las consecuencias de un programa \mathcal{P} , bajo GS deberemos *jugar* el juego siguiendo las instrucciones que se describen informalmente a continuación[CS99]:

- los turnos de los participantes alternan entre Proponente (P) y Oponente(O);
- juega primero P con un argumento a favor del literal;
- la siguiente jugada debe ser un contraargumento de la jugada anterior.

Con estas reglas generaremos la familia de todos los posibles juegos para L , tal que no haya dos juegos que comiencen con el mismo argumento que soporte a L . Si en alguno de los juegos de la familia O se quedó sin argumentos para derrotar a P, i.e., P ganó el juego, entonces L es consecuencia del programa. Si en la familia de juegos generada no existe ningún juego ganado por el proponente, entonces diremos que el valor de verdad de L es falso. Por último, contemplamos el caso en que la familia de juegos es vacía, cuya idea intuitiva es que no hay información sobre el literal y, por lo tanto, el valor de verdad de L es desconocido.

Aunque esta semántica modela el análisis dialéctico a través de un juego, la noción de argumento quedó indefinida. En otras palabras, se asume que el conjunto de argumentos para un literal es dado por algún oráculo. Esto motivó una nueva etapa en la investigación.

Una caracterización declarativa de la definición procedural de argumento ha sido introducida en [CS00b]. Dicha noción está basada en el conjunto estricto de consecuencias de un programa lógico rebatible básico. La unidad básica de los Sistemas Argumentativos, el argumento, es monotónica, luego se pudo establecer una analogía con la teoría desarrollada por Lifschitz en [Lif96] para la Programación en Lógica Básica. Así, el comportamiento de las consecuencias estrictas refleja el de la lógica clásica: ante información contradictoria genera el lenguaje. Ya que los argumentos no deben ser contradictorios, esto no será un problema. En dicho trabajo se demostró que la noción declarativa es equivalente al concepto procedural.

En este momento, nos encontramos estudiando la extensión de la semántica desarrollada a la P.L.R.B. sin restricciones sobre la relación de preferencia entre argumentos. Fundamentalmente, nuestro interés estará en poder capturar el análisis dialéctico sin falacias argumentativas, como reintroducción de argumentos en la dialéctica.

¹En inglés ground [Fil01].

Ya que la relación de preferencia no ha sido instanciada aún con ningún método en particular, como prioridades entre reglas [PS96] o especificidad [SL92], se podrá comparar el comportamiento de la semántica con los diversos modos de resolver conflictos.

4 Conclusiones y Trabajos Futuros

Se ha presentado una de las líneas de investigación que se está desarrollando dentro del marco de un proyecto de investigación de la Universidad Nacional del Comahue. Se ha descrito el problema que motiva la definición de la semántica declarativa para la P.L.R.B. y se han precisado las metas que deseamos lograr. Asimismo, se detallaron los resultados alcanzados en las etapas planificadas, especificando, en cada caso, la publicación correspondiente.

Este resultado parcial motivó la etapa actual en la investigación que involucra la eliminación de la restricción sobre el criterio de decisión entre argumentos. En particular, es nuestro interés estudiar el criterio de preferencia entre argumentos basado en la especificidad.

Entre nuestros trabajos futuros se encuentran adaptar dicha semántica a otros sistemas, como el propuesto en [ABM98] y decidir si esta caracterización puede ayudar a dar significado a programas lógicos rebatibles que incluyan la negación por falla.

Referencias

- [ABM98] G. Antoniou, D. Billington, y M.J. Maher. Normal forms for defeasible logic. En J. Jaffar, editor, *Proceedings International Joint Conference and Symposium on Logic Programming*, pages 160–174. MIT Press, 1998.
- [Abr97] Samson Abramsky. Semantics of Interaction. En A.Pitts y P. Dibyer, editors, *Semantics and Logic Computation*. Cambridge, 1997.
- [AM97] Samson Abramsky y Guy McCusker. Game Semantics. En H. Schwichtenberg y U. Berger, editors, *Logic and Computation: Proceedings of the 1997 Marktoberdorf Summer School*. Springer-Verlag, 1997.
- [BDK97] Gerhard Brewka, Jürgen Dix, y Kurt Konolige. *Nonmonotonic Reasoning. An Overview.*, volume 73 of *Lecture Notes Number* . CSLI Publications, Stanford - United States, 1997.
- [Bil93] David Billington. Defeasible Logic is Stable. *Journal of Logic Computation*, 3(4):379–400, 1993.
- [CDSS00] C. Chesñevar, J. Dix, F. Stolzenburg, y G. Simari. Relating defeasible and normal programming through transformation properties. En *VI CACiC*, Ushuaia, 2000.
- [CML99] Carlos Chesñevar, Ana Maguitman, y Ronald Loui. Logical models of arguments. En *ACM Computing Survey*. 1999.

- [CS00a] Laura A. Cecchi y Guillermo R. Simari. Análisis de la semántica declarativa trivaluada GS para la programación en lógica rebatible básica. En *WICC - Aspectos Teóricos de Inteligencia Artificial*, 2000.
- [CS00b] Laura A. Cecchi y Guillermo R. Simari. Sobre la Relación entre la Definición Declarativa y Procedural de Argumento. Ushuaia, 2000. VI CACiC.
- [CS00c] Laura A. Cecchi y Guillermo R. Simari. Una semántica declarativa basada en juegos para la programación en lógica rebatible básica. En *Proceedings of ICIE*, 2000.
- [Dun95] Phan M. Dung. On the acceptability of arguments and its fundamental role in nonmonotonic reasoning and logic programming and n-person games. *Artificial Intelligence*, 77:321–357, 1995.
- [Fil01] Pablo Rubén Fillottrani. *La negación en la Programación en Lógica*. PhD thesis, Universidad Nacional del Sur, 2001.
- [Gar00] Alejandro J. García. *Programación en Lógica Rebatible: Lenguaje, Semántica Operacional y Paralelismo*. PhD thesis, Universidad Nacional del Sur, 2000.
- [GS99] A. García y G. R. Simari. Strong and Default Negation in Defeasible Logic Programming. En *4th Dutch/German Workshop on Nonmonotonic Reasoning Techniques and their applications*, Amsterdam, 25 - 27, Marzo 1999.
- [HO94] Martin Hyland y Luke Ong. On full abstraction for PCF:I,II,III. A publicarse en *Information and Computation*. Technical report, Draft disponible a través de ftp en `theory.doc.ic.ac.uk`, 1994.
- [Kow79] Robert Kowalski. Algorithm = Logic + Control. *Communications of the ACM*, (7):424–435, July 1979.
- [KT99] A. Kakas y F. Toni. Computing argumentation in logic programming. *Journal of Logic and Computation*, (4):515–562, 1999.
- [Lif96] Vladimir Lifschitz. Foundations of logic programming. En G. Brewka, editor, *Principles of Knowledge Representation*, pages 1–57. CSLI Publications, 1996.
- [MG99] M. J. Maher y G. Governatori. A semantic decomposition of defeasible logics. *AAAI*, pages 299–305, 1999.
- [PS96] H. Prakken y G. Sartor. A dialectical model of assessing conflicting arguments in legal reasoning. *Artificial Intelligence and Law*, 4:331–368, 1996.
- [PV00] Henry Prakken y Gerard Vreeswijk. Logics for defeasible argumentation. En D. Gabbay, editor, *Handbook of Philosophical Logic*. Kluwer Academic, second edition, 2000.
- [SL92] Guillermo R. Simari y R.P. Loui. A mathematical treatment of defeasible reasoning and its implementation. *Artificial Intelligence*, pages 125–157, 1992.