

Cambio de Creencias: Operadores de Contracción utilizando Cláusulas de Horn

Néstor Jorge Valdez[†]

Marcelo A. Falappa[‡]

[†] Departamento de Ciencias de la Computación, Fac. de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad Nacional de Catamarca (UNCa)
Av. Belgrano 300 - San Fernando del Valle de Catamarca
Tel.: (03834)420900 / Cel: (03834) 154591186
e-mail: njvaldez@exactas.unca.edu.ar

[‡] 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)4595135 / Fax: (0291)4595136
e-mail: mfalappa@cs.uns.edu.ar

Resumen

Esta línea de investigación tiene como principal objetivo explorar las conexiones entre las diferentes construcciones para contracciones con lógica Horn en el área de la teoría de cambio de creencias. En años recientes se han planteado diversos enfoques para el uso de lenguajes con expresividad acotada como, las cláusulas de Horn. Delgrande propuso funciones como la *entailment-based contraction* (*e-contraction*) y la *inconsistency-based contraction* (*i-contraction*). Richard Booth et al., desarrollaron a partir de la *entailment-based contraction* la operación conocida como *infra-contraction*. Zhuang y Pagnucco investigaron la correspondencia entre las relaciones de importancia epistémica *EE-relations* y las *P-relation* vinculándolas con sus respectivas construcciones de operadores de contracción. Como resultados, lograron caracterizar sus constructores *EEHornC* y *TRPMHornC*. La contribución de la presente investigación se resume en lo siguiente: establecer formalmente los problemas que surgieron en desarrollos anteriores y que soluciones proporcionan estos nuevos enfoques. Este tema de investigación

resulta de interés ya que la lógica Horn ha encontrado un amplio uso en campos como en la IA, BD Deductivas, PL, entre otros.

Palabras Claves Cambio de Creencias, Operadores de Contracción, Constructores de Contracción Horn.

Contexto

Esta investigación se realizará dentro de la planificación establecida para el desarrollo (por parte del autor-miembro del presente trabajo, Lic. N. J. Valdez) de la tesis de Maestría en Ciencias de la Computación. La presente línea de investigación representará las bases para la continuidad de una investigación el cual tendrá como meta el desarrollo y defensa de un trabajo de tesis de Doctorado en Ciencias – Mención Computación – por parte del mismo autor-miembro de este trabajo. Ambas carreras de posgrado se cursaron dentro del ámbito de la Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), la primera de ellas como parte de un convenio marco entre la UNCa y la Universidad Nacional del Sur (UNS).

1. Introducción

1.1. Cambio de Creencias

Es posible ilustrar diversos escenarios que representen un mundo y en los cuales un agente inteligente y racional tenga que verse obligado a ajustar esas creencias actuales de alguna manera apropiada cuando coteja con nueva información. El análisis de los patrones de razonamiento que implica esta tarea se denomina cambio de creencias o dinámica de conocimiento. El planteo de la problemática del cambio de creencias está basado en el uso de un formalismo lógico, ya que tanto las antiguas creencias del agente así como la nueva información se representan mediante un lenguaje lógico formal, al menos proposicional. La investigación en este área usualmente se centra en el uso de una lógica subyacente que asume una lógica proposicional clásica. No obstante, se sabe que la lógica por sí sola no resulta suficiente para conseguir respuestas aceptables a esta clase de problemas.

Se considera que el enfoque de AGM (Alchourrón, Gärdenfors y Makinson) [2, 10] constituye el marco más influyente en el área de cambio de creencias para conjuntos de creencias. Sin embargo, el uso de bases de creencias en lugar de conjuntos clausurados puede resultar más atractivo según lo estableció Sven Ove Hansson en diversos trabajos [13]. Ambos enfoques tienen mucho en común, pero tienen la necesidad de definir una estructura extra-lógica con el fin de obtener resultados satisfactorios. Para esta investigación se abordará el estudio de la teoría de cambio de creencias mediante un lenguaje más débil que la lógica tradicional en cuanto a su expresividad, pero con muchos atractivos computacionales como lo son su tratabilidad. Este lenguaje está compuesto por cláusulas de Horn. En el mismo, las creencias de un agente se representan en una base de conocimiento compuesta por cláusulas de Horn, y la entrada epistémica también es un conjunto de cláusulas de Horn.

1.2. Operación de Contracción de Creencias

Un enfoque muy común para abordar el cambio de creencias es proporcionando un conjunto de postulados de racionalidad para definir las funciones de cambio de creencias. El enfoque más recurrente es el AGM [2, 10] que define un marco de caracterización mediante conjuntos de postulados. Para el caso de la contracción, la misma representa una situación en la que el agente pierde información. En otras palabras, la contracción de un conjunto de creencias mediante una sentencia es otro conjunto de creencias en el que esa sentencia perdió validez. Formalmente, una contracción – es una función de la forma $2^{\mathcal{L}} \times \mathcal{L} \Rightarrow 2^{\mathcal{L}}$ la que satisface los siguientes postulados:

$$(K - 1) \quad K - \varphi = Cn(K - \varphi)$$

$$(K - 2) \quad K - \varphi \subseteq K$$

$$(K - 3) \quad \text{Si } \varphi \notin K, \text{ entonces } K - \varphi = K$$

$$(K - 4) \quad \text{Si } \vdash \varphi, \text{ entonces } \varphi \notin K - \varphi$$

$$(K - 5) \quad K \subseteq (K - \varphi) + \varphi$$

$$(K - 6) \quad \text{Si } \varphi \equiv \psi, \text{ entonces } K - \varphi \equiv K - \psi$$

$$(K - 7) \quad (K - \varphi \cap K - \psi) \subseteq K - (\varphi \wedge \psi)$$

$$(K - 8) \quad \text{Si } \psi \notin K - \varphi \wedge \psi \text{ entonces } K - (\varphi \wedge \psi) \subseteq K - \psi$$

Los primeros seis postulados conforman los postulados básicos mientras que los dos restantes son los postulados extendidos. Varios tipos de construcciones han sido propuestos para caracterizar este tipo de cambio de creencias. Tenemos entre otras, la *epistemic entrenchment* propuesta de Gärdenfors [10], las operaciones de contracción que surgen del sistema de esferas propuesto por Grove [1] (quien adapta los sistemas de esferas propuestos por Lewis para contrafácticos [7]). Las operaciones de contracción de Rott [11] fallan en satisfacer el postulado (K - 5). El modelo de contracciones AGM utiliza los *remainder sets*. En base a los mismos, surgen tres clases de funciones de contracción principales definidas de la siguiente manera:

- Maxichoice contraction: selecciona un único remainder set.
- Partial meet contraction: selecciona un subconjunto no vacío de remainder sets y los intersecta.
- Full meet contraction: intersecta todos los remainder set.

Diversos trabajos han abordado la problemática de cambio de creencias, especialmente donde la operación de contracción se refiere donde la lógica subyacente está gobernada por cláusulas Horn.

2. Línea de Investigación: Contracción de Creencias con Cláusulas de Horn

Delgrande trabajo sobre funciones de contracción para conjuntos de creencias (conjuntos de sentencias que están clausurados bajo consecuencia lógica) restringidas a cláusulas de Horn. Sus principales resultados fueron las siguientes:

- Pasar a una lógica con cláusulas de Horn nos conduce a dos tipos diferentes de funciones de contracción, conocidas como *entailment-based contraction* (e-contraction) (i.e., cuando una base de conocimiento con cláusula Horn implica a una creencia, y queremos debilitar la base de conocimiento a fin de que la creencia no esté implicada) y la *inconsistency-based contraction* (i-contraction) (i.e., cuando al incorporar una creencia a una base de conocimiento daría lugar a una inconsistencia, por lo que debemos debilitar la base de conocimiento para que la inconsistencia no resulte si la creencia se ha añadido),
- La contracción sobre cláusulas de Horn no satisface el postulado Recovery. No obstante, presenta algunas características que se asocian generalmente con la contracción de

bases de creencias (conjuntos arbitrarios de sentencias),

- Por último, concluyó que la orderly maxichoice contraction es el método apropiado para la contracción con cláusulas de Horn.

Es cierto que las *meet constructions* de Delgrande [14, 15] son opciones apropiadas para la contracción con cláusulas de Horn. Sin embargo, Richard Booth et al. [4], demuestran que no constituyen todas las formas apropiadas de contracción sobre cláusulas de Horn. Es por ello que Richard Booth et al. [4, 5, 6] desarrollaron, a partir de la *entailment-based contraction* de Delgrande una construcción más refinada para contracción de conjuntos de creencias conocida como *infra-contraction*. Ellos demostraron que la *infra-contraction* se corresponde exactamente con el método de construcción para *kernel contractions* propuestas en [12] para conjuntos de creencias cuando está restringido a un lenguaje con cláusulas de Horn. Esto significó considerar el aspecto híbrido del cambio de creencias sobre cláusulas de Horn.

Otros trabajos han logrado caracterizar la semántica de la contracción Horn a través del uso de sistemas de esferas como en las investigaciones de Fotinopoulos y Papadopoulos [8], y también mediante una relación de importancia epistémica, como la propuesta por Zhuang and Pagnucco [16, 17]. A propósito de estos últimos, Zhi Qiang Zhuang y Maurice Pagnucco investigaron sobre la correspondencia entre las relaciones de importancia epistémica (EE-relation), las relaciones de preferencia (P-relation), y sus correspondientes construcciones de operadores de contracción: epistemic entrenchment based contraction (EEC) y la transitively relational partial meet contraction (TRPMC). Exploraron también las conexiones entre ambas relaciones utilizando cláusulas de Horn y, al no encontrar una correspondencia recíproca, concluyeron que *bajo cláusulas de Horn la correspondencia entre EEC (Horn) y TRPMC (Horn) resultan diferentes*. Finalmente, concluyen que sus postulados de caracterización para EEHornC son muy específicas

para TRPMHornC, y que estos últimos resultan ser más amplios que EEHornC.

Billington et al. [3] consideraron para la contracción que la lógica rebatible resulta en muchos aspectos muy diferente de la lógica de Horn. Sin embargo, establecen ciertas reglas que sutilmente tienen alguna similitud con la lógica de Horn. Además de las construcciones e-contraction e i-contraction, [4] consideraron la *package contraction* (p-contraction), similar a la contracción propuesto por Fuhrmann y Hansson [9] donde definen contracciones múltiples. Dado un conjunto de sentencias X, el objetivo es asegurar que ninguna de las sentencias en X forme parte del resultado obtenido de una p-contraction. Resulta que su aplicación en cláusulas de Horn genera ciertos matices interesantes según [15].

3. Resultados y Objetivos esperados

A través de esta línea de investigación la atención estará centrada en el cambio de creencias y en particular en las operaciones de contracción. Se identifican tópicos de estudio interesantes, los que todavía no han ofrecido resultados concretos. Por ejemplo, ampliar el alcance de las Horn Contraction para Full Meet Contractions, considerando para ello los postulados extendidos, analizar el alcance de los modelos teóricos de contracción Horn propuestos para los constructores TPMHC y similares, como así también sus semánticas definidas.

Mediante esta investigación se busca determinar la capacidad y alcance de estos operadores de contracción para de esta manera, poder definir nuevas propuestas de funciones que vinculen a contracciones y revisiones a través de una lógica proposicional más débil en cuanto a representatividad, pero más flexible y adaptable en cuanto a costo computacional.

Se espera alcanzar los siguientes objetivos:

- Elaborar un marco de referencia que resulte una guía de observación y consulta en la caracterización de constructores de operado-

res de cambio. Al respecto, se espera poder definir explicaciones que resulten aceptables para el investigador que recibe una recomendación.

- Estudiar distintos constructores de operadores de contracción Horn, presentando postulados característicos, y evaluar su uso y aplicación.
- Analizar el grado de utilidad en diversas situaciones de los distintos métodos de construcción, operadores y técnicas de contracciones Horn. Con esto se pretende mejorar la capacidad del usuario al momento de tomar una decisión.
- Sistematizar las caracterizaciones formales de los operadores y funciones de contracción Horn.

4. Formación de Recursos Humanos

El Docente-Investigador Néstor Jorge Valdez es dependiente del Programa de Desarrollo Científico y Tecnológico (adherido al Programa Nacional de Incentivos a los Docentes-Investigadores) de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Catamarca y que cursa las carreras de Maestría en Ciencias de la Computación (UNS) y el Doctorado en Ciencias Mención Computación (UNCa). Actualmente, se encuentran en desarrollo:

- Completar la tesis de Maestría en Ciencias de la Computación (en convenio con la Universidad Nacional del Sur) titulada "*Cambio de Creencias: Operaciones de Cambio en Lenguajes con Cláusulas de Horn*".
- Luego se extenderá la investigación para alcanzar el grado de Doctor en Ciencias con Mención Computación, dependiente de la Universidad Nacional de Catamarca.

Referencias

- [1] Grove A. Two modellings for theory change. *Journal of Philosophical Logic* 17, pages 157–170, 1988.
- [2] C. Alchourrón, P. Gärdenfors, and D. Makinson. On the logic of theory change: Partial meet contraction and revision functions. *The Journal of Symbolic Logic*, (50):510–530, 1985.
- [3] Antoniou G. Governatori G. Billington, D. and M. Maher. Revising nonmonotonic theories: The case of defeasible logic. In *Proceedings of the 23rd Annual German Conference on Artificial Intelligence, No. 1701 in LNAI*, pages 101–112, 1999.
- [4] Meyer T. Booth, R. and I. Varzinczak. Next steps in propositional horn contraction. In *Boutilier, C. (Ed.), Proceedings of the 21st International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI)*, pages 702–707, 2009.
- [5] Meyer T. Varzinczak I. Booth, R. and R. Wassermann. A contraction core for horn belief change: Preliminary report. In *13th International Workshop on Nonmonotonic Reasoning (NMR), (2010a/b)*, 2010.
- [6] T.; Varzinczak I.; Booth, R.; Meyer and R. Wassermann. On the link between partial meet, kernel, and infra contraction and its application to horn logic. *Journal of Artificial Intelligence Research*, pages 31–53, 2011.
- [7] Lewis D. Completeness and decidability of three logics of counterfactual conditionals. *Theoria* 37, pages 74–85, 1971.
- [8] A. Fotinopoulos and V. Papadopoulos. Semantics for horn contraction. In *7th PanHellenic Logic Symposium*, pages 42–47, 2009.
- [9] A. Fuhrmann and S. Hansson. A survey of multiple contractions. *Journal of Logic, Language and Information*, pages 39–76, 1994.
- [10] P. Gärdenfors and Makinson. Revisions of knowledge systems using epistemic entrenchment. In *Proceedings of the second conference on Theoretical aspects of reasoning about knowledge*, pages 83–95, 1988.
- [11] Rott H. Preferential belief change using generalized epistemic entrenchment. *JoLLI*, pages 45–78, 1992.
- [12] O.S. Hansson. Kernel contraction. *J. of Symbolic Logic* 59(3), pages 845–859, 1994.
- [13] S. O. Hansson. A dyadic representation of belief. in belief revision. *Vol. 29 of Cambridge Tracts in Theoretical Computer Science*, Cambridge University Press, pages 89–121, 1992.
- [14] Delgrande J.P. Horn clause belief change: Contraction functions. In *Gerhard Brewka and J  rome Lang, editors, Proceedings of the Eleventh International Conference on the Principles of Knowledge Representation and Reasoning, Sydney, Australia, 2008. AAAI Press*, pages 156–165, 2008.
- [15] R. Wassermann and J. P. Delgrande. Topics in horn contraction: Supplementary postulates, package contraction, and forgetting. In *Proc. NRAC-2011*, 2011.
- [16] Zhi Qiang Zhuang and Maurice Pagnucco. Horn contraction via epistemic entrenchment. In *Tomi Janhunen and Ilkka Niemel  a, editors, Logics in Artificial Intelligence - 12th European Conference (JELIA 2010), volume 6341 of Lecture Notes in Artificial Intelligence*, pages 339–351, 2010.
- [17] Zhi Qiang Zhuang and Maurice Pagnucco. Transitively relational partial meet horn contraction. In *Proc. IJCAI-2011*, 2011.