

de la Ossa O. Alvaro, y Tatiana Láscaris Comneno. Un enfoque generalizado para el proceso de adaptación analógica que incorpora criterios de relevancia en un modelo formal de razonamiento basado en casos. **Tecnología en Marcha**. Vol 14 especial.

UN ENFOQUE GENERALIZADO PARA EL PROCESO DE ADAPTACIÓN ANALÓGICA QUE INCORPORA CRITERIOS DE RELEVANCIA EN UN MODELO FORMAL DE RAZONAMIENTO BASADO EN CASOS

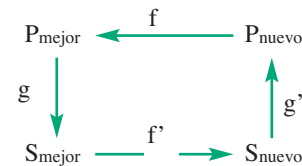
Alvaro de la Ossa O.* y Tatiana Láscaris Comneno**

Se propone una ampliación de la formulación general del paradigma de razonamiento basado en casos con un enfoque generalizado para la adaptación analógica del mejor caso recuperado, y construir una solución del problema a resolver. El proceso incorpora criterios adaptativos de relevancia (Láscaris-Comneno y De la Ossa, 1995). El enfoque propuesto se ajusta a la evolución que sufra el sistema debido a variaciones en la información disponible. Es aplicable tanto a los sistemas puros de razonamiento basado en casos, como a sistemas híbridos que cuentan con una teoría del dominio o un modelo cuya capacidad explicativa de los casos incorporados en la memoria es variable.

1. Introducción

Muchas tareas importantes de la Inteligencia Artificial pueden efectuarse mediante la aplicación del Razonamiento Basado en Casos, así como la solución de problemas de diagnóstico (Kolodner, 1987), de clasificación (Bareiss, 1988), y de planificación (Hammond, 1989), entre otros. En este modelo, el razonador resuelve un problema nuevo recordando situaciones previas similares a la situación en estudio, y utilizándolas para su solución. Una acción fundamental del paradigma de razonamiento basado en casos es la modificación o adecuación del caso recuperado a las condiciones impuestas por la situación actual, de modo que constituya una solución del problema a resolver. Cuando esta modificación es analógica, se trata de un proceso de adaptación que

consiste en la búsqueda de una función g' cuya definición se sustente en el modelo de inferencia analógico. Este proceso de adaptación pretende resolver un problema nuevo P_M (que llamaremos problema Meta) estimando en solución (que llamaremos H_M , es decir, hipótesis de solución para el problema Meta); esta solución se construye a partir de la solución H_B (hipótesis de solución para el problema Base) del mejor caso recuperado, que denotaremos por P_B (problema Base a partir del cual se infieren conclusiones para P_M). Esto se ilustra en la siguiente figura:



f : traslación por similitud
 f' : "reversa" de f
 g : solución del problema conocido
 g' : solución buscada

2. Proceso de adaptación analógica que incorpora criterios de relevancia para el paradigma de razonamiento basado en casos

2.a. Descripción del paradigma de adaptación propuesto

Sea $(P_M, ?H_M)$ el problema que se desea resolver, donde $P_M = \{S_1, \dots, S_r, S_1^*, \dots, S_n^*\}$.

* Dep. Computación
I.T.C.R.
Enterprise
Knowledge
Management
Sykes Enterprises,
Inc.

alvaro.delaossa@
corp.sykes.com

** Lab. Matemática
Aplicada y
Simulación
Computacional,
Escuela de
Matemáticas,
U.N.A.

tlascaris@una.ac.cr

Sea $(P_B, H_B) = \{S_1', \dots, S_q', E_1, \dots, E_p\}$ el mejor caso recuperado.

En la descripción de P_B , y P_M se tiene que:

$$S_1, \dots, S_r \in P_M$$

$$S_1^*, \dots, S_n^* \in P_M$$

$$S_1', \dots, S_q' \in P_B$$

$$\{S_1, \dots, S_r, \} \subseteq \{S_1', \dots, S_q'\}.$$

$$E_1, \dots, E_p \notin P_M$$

$$H_B = E_1 \wedge \dots \wedge E_p$$

Mediante el proceso de transformación analógica se busca modificar la solución H_B del caso recuperado para obtener una solución al problema P_M .

Se tiene como un objetivo que este proceso de transformación responda a un patrón de razonamiento que modele el razonamiento humano. Para ello el paradigma de razonamiento debe prever el uso de oraciones que se asumen ciertas. Esto permite la derivación de conclusiones plausibles, pero no infalibles.

El razonamiento no monotónico responde a este patrón. Contempla la derivación de conclusiones plausibles a partir de una base de conocimientos que puede ser vista, de manera abstracta, como un conjunto de fórmulas en una lógica adecuada. Cualquiera de las conclusiones obtenidas es vista como tentativa, y puede tener que ser retractada si se añade nueva información a la base de conocimientos.

De ahí que los sistemas de razonamiento basado en casos requieren una regla de inferencia que permita hacer presuposiciones de alguna manera temporales, las cuales pueden ser revisadas posteriormente, cuando aspectos adicionales adquieran mayor importancia. Se busca “saltar” a una conclusión ante ausencia de información que obligue a su retractación, es decir, ante el hecho de que no se conoce nada que sea inconsistente con dicha conclusión.

En la teoría de bases de datos la información negativa sobre un supuesto particular es representada implícitamente. Para ello se apela al supuesto del mundo cerrado (Reiter, 1978), que afirma que toda

la información relevante y positiva ha sido explícitamente representada. De esta manera, si un hecho positivo no está presente explícitamente en la base de datos, su negación se asume como verdadera. Sin embargo, el problema está en que el hecho positivo no debe estar realmente presente. Basta con que sea derivable de los demás hechos de la base. De ahí el método propuesto por (Gennese y Nilsson, 1986), en el sentido de inferir que, si no se puede probar un hecho, entonces se puede asumir su negación. También llama a esta convención el supuesto del mundo cerrado, a partir del cual se completa una teoría o conjunto básico de conocimiento o creencias D mediante la inclusión en dicho conjunto de la negación de un hecho siempre y cuando éste no se siga lógicamente de D . El efecto de este supuesto es como si se aumentara el conjunto básico de creencias con todas las negaciones de las versiones positivas que no pueden ser deducidas de D . Este supuesto es no monotónico, porque el conjunto aumentado de creencias disminuiría al agregar un nuevo hecho positivo.

En concordancia con lo anterior, proponemos construir la solución de P_M efectuando un proceso de transformación de la solución de P_B partiendo del siguiente principio:

Un síntoma que se cumple para P_B puede ser válido para P_M en tanto:

- No se cuente con información explícita de que no es válido para P_M .
- No sea inconsistente con información derivable de P_M .

2.b. Etapas del proceso de adaptación analógica

El proceso de adaptación propuesto consiste en las siguientes dos etapas:

2.b.1. Eliminación de los $E_j \in H_B$ que no son consistentes con P_M .

Sea $H_B = E_1 \wedge \dots \wedge E_p$. Para cada $E_j \in H_B$, es necesario determinar si constituye una solución posible de P_M . Esto se realiza tomando en consideración la información

que proporciona la matriz M de coocurrencias:

Sea $j \in \{1, \dots, p\}$ fijo, arbitrario.

Para cada síntoma $S_k' \in P_B$, con $k = 1, \dots, q$, sean:

$m_{k,j}' = S_k' \cup m_{i,j}$; donde $m_{i,j}$ es el conjunto de todos los síntomas que coocurren de manera relevante en el síntoma S_k' cuando se presenta E_j .

$K_j' = \{m_{k,j}' \mid m_{k,j}' = S_k' \cup m_{i,j},$
para $k = 1, \dots, q$, y tal que $S_k' \in P_B\}$

E_j será una solución posible para P_M si existe al menos un $m_{k,j}' \in K_j'$ –sea $m_{a,j}'$ – tal que:

1. $R_1(S_k', E_j) \geq m$; Es decir, S_k' es relevante con respecto a E_j .
2. $\forall S_i^* = (a_i, v_{ai}^*)$ tal que $S_i^* \in P_M$ y $S_i^* \notin P_B$, $\exists S_i \in m_{a,k}'$ tal que $S_i = (a_i, v_{ai})$, con $v_{ai}^* \neq v_{ai}$

Es decir, concluimos que E_j es una solución posible de P_M puesto que existe al menos un conjunto $m_{a,j}'$ de síntomas coocurrentes que se ajusta a las condiciones de P_M , y tal que los síntomas que contiene son relevantes para E_j .

Por lo contrario, de no cumplirse esta condición, no se dispone de criterios que apoyen el hecho de que E_j sea solución posible de P_M , por lo que debe eliminarse.

Este análisis se realiza para cada $E_j \in H_B$, descartándose como posibles soluciones de P_M todos aquellos E_j que no cumplan la condición indicada.

Sea $\{E_1, \dots, E_d\}$, con $d \leq p$, el conjunto de los estados de P_B que cumplen la condición de relevancia y consistencia en relación con P_M . Entonces una primera solución posible para P_M está dada por:

$$H_M' = E_1 \wedge \dots \wedge E_d$$

2.b.2. Determinación de nuevas posibles hipótesis de solución

Interesa también determinar la posible existencia de nuevas hipótesis de solución que puedan concluirse a partir de la coocurrencia relevante de síntomas S_i^* (que sólo están en P_M) con algunas de los conjuntos de síntomas relevantes que se

presentan a partir de la descripción de P_B . Es claro que estos conjuntos de síntomas deben ser consistentes con las condiciones de P_M , es decir, con el conjunto de todos los S_i^* .

Para ello, construimos los conjuntos K_j , para $j=1, \dots, p$.

$K_j = \{m_{k,j}' \in K_j' \mid m_{k,j}'$ no contiene instancias de atributos inconsistentes con algún $S_i^*\}$

A partir de éstos, construimos el conjunto que contiene a todos los conjuntos de síntomas relevantes que se derivan de la descripción de P_B , y que no contradicen P_M .

$$K' = \bigcup_{j=1, \dots, p} K_j$$

Sea K el conjunto de todos los síntomas que pertenecen a algún elemento de K' . Nótese que todos los elementos de K son síntomas que presentan todos la característica de ser compatibles con P_M .

Para determinar qué otros estados podrían diagnosticarse como soluciones posibles de P_M , proponemos el siguiente procedimiento:

1. Construir el conjunto

$M_0 = \{m_{i,j} \mid E_j$ no ha sido aún propuesto como solución plausible de P_M , y tal que $m_{i,j}$ coocurre con $S_i^*\}$.

2. Determinar el conjunto

$J = \{j \mid m_{i,j} \in M_0, m_{i,j} \subseteq K,$
y $R_1(S_i^*, E_j) \geq m\}$.

3. Determinar el conjunto $E = \{E_j \mid j \in J\}$

4. Construir el conjunto H_M de posibles soluciones de P_M como

$$H_M = E \wedge H_M'$$

Conclusiones

Se ha ampliado la formulación general del paradigma de razonamiento basado en casos, específicamente en lo concerniente al proceso de adaptación de la solución del caso recuperado, con el fin de generar una solución posible para el problema a resolver. Un elemento fundamental de esta ampliación consiste en la incorporación, de manera sistemática y general, de criterios de relevancia extraídos directamente de las descripciones de los casos, y asociados directamente con el problema a resolver.

Las soluciones propuestas siguiendo el procedimiento de adaptación analógica presentado son posibles; es decir, son plausibles y consistentes tanto con la descripción del problema a resolver como con la información que el sistema almacena en la memoria de casos.

Las soluciones posibles resultantes consisten en conjunciones de hipótesis no inconsistentes con el problema, y que incluso son generadas a partir de la descripción del mismo.

El método de adaptación propuesto se ajusta a la evolución que sufre el sistema debido a variaciones en la memoria de casos. Es aplicable a cualquier dominio de diagnóstico y categorización.

Bibliografía

- Bareiss, E., (1988). "Protos: A Unified Approach to Concept Representation, Classification and Learning". Tesis Doctoral. Universidad de Texas, Austin, EUA. Kaufmann Publishers, EUA.
- Eskridge (1994). "Analogical Connections". Holyoak, K. and Barnden, J. (Eds). Ablex, Norwood, NJ.
- Gentner, D. (1983). "Structure-mapping: A Theoretical Framework for Analogy". *Cognitive Science*, 7(2), 155-70.
- Gentner, D. (1989). "The Mechanism of Analogical Learning". En S.Vosniadou and A. Ortony (Eds). *Similarity and Analogical Reasoning*.
- Genneseereth y Nilsson (1986). *Logical Foundations of Artificial Intelligence*.
- Greiner, R. (1985). "Learning by Understanding Analogies". En *Analogica*, 1988 (Proceedings of the First Workshop on Analogical Reasoning, 1985). Editado por Prieditis, A. Morgan Kaufmann Publishers, California, EUA.
- Hammond, K. (1989). *Case-Based Planning: Viewing Planning as a Memory Task*. Academic Press.
- Holyoak, K. and Thagard, P. (1989a). "A Computational Model of Analogical Problem Solving". In S. Vosniadou and A. Ortony (Eds), *Similarity and Analogical Reasoning*. Cambridge University Press, New York.
- Holyoak, K. and Thagard, P. (1989b). "Analogical Mapping by Constraint Satisfaction". *Cognitive Science*, 13, 295-355.
- Kedar-Cabelli, S. (1988). "Toward a Computational Model of Purpose Directed Analogy". In A. Prieditis (ed). *Analogica*. London.
- Kolodner, J. (1993). "Case-Based Reasoning". Morgan Kaufmann Publishers, EUA.
- Kolodner, J. and Kolodner, R. (1987). "Using Experience in Clinical Problem Solving, Introduction and Framework". *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. 17(3): 420-431.
- Láscaris-Comneno, T. (199). "Introducción de Juicios de Relevancia en los Procesos de Recuperación de Información en una Memoria de Casos y de Transformación Analógica". Sistema de Estudios de Posgrado, Universidad de Costa Rica.
- Láscaris-Comneno, T. y De la Ossa, A. (1995). "Un Enfoque Generalizado para la Determinación de Juicios Adaptativos de Relevancia en un Modelo Formal de Razonamiento Basado en Casos". *Memorias del III Congreso de Informática y Computación*. Costa Rica.
- Mitchell, M. and Hofstadter, D. (1990). "The Emergence of Understanding in a Computer Model of Concepts and Analogy Making". *Physica D*, 42, 322-334.
- Owen, S. (1990). *Analogy for Automated Reasoning*. Academic Press. San Diego, EUA.
- Reiter, R. (1978). "On Closed World Data Bases". En (Gallaire y Minker, 1978), 55-76.
- Russell, S. (1989). *The Use of Knowledge in Analogy and Induction*. Morgan Kaufmann Publishers, Inc., California, EUA.
- Seifert (1994). "Analogical Connections". Holyoak, K. and Barnden, J. (Eds). Ablex, Norwood, NJ.