

Sobre la Aplicación del Diálogo Colaborativo Basado en Roles *

Sonia V. Rueda

Guillermo R. Simari

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación – Universidad Nacional del Sur
Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (L.I.D.I.A.)
Instituto de Ciencias e Ingeniería de la Computación
Av. Alem 1253 – B8000CPB Bahía Blanca, ARGENTINA
Email: {svr, grs}@cs.uns.edu.ar

ABSTRACT

El objetivo general de nuestra línea de investigación es elaborar un modelo de interacción basado en diálogos, a través de los cuales los agentes puedan solicitar y ofrecer colaboración de acuerdo a un protocolo fuertemente ligado a las normas y roles. El objetivo específico de este trabajo en particular es analizar las dos formas que puede tomar un diálogo, en el contexto de una aplicación concreta. La interacción comienza siempre como un proceso deliberativo, cuando las capacidades individuales de un agente le resultan insuficientes para poder ejecutar los planes elaborados. Si durante este proceso se producen conflictos, el diálogo se transforma en negociación y la comunicación se orienta a lograr un acuerdo compartido.

Keywords: Sistemas Argumentativos, Razonamiento Rebatible, Lenguaje de interacción, Protocolo de Interacción, Juegos Dialógicos.

Las sociedades requieren de patrones de comportamiento para funcionar. Estos patrones pueden estar especificados por las normas que regulan el compartimiento de sus miembros y los roles que estos ocupan. Los roles van a estar definidos de acuerdo a las características y la complejidad de la sociedad y distribuidos considerando el conocimiento de los individuos. Las normas generales y los roles particulares van a determinar el comportamiento individual de cada miembro y su interacción con los demás.

Las normas pueden variar con el tiempo, pero en general son elementos que persisten por períodos prologados. La distribución de los roles también puede variar dinámicamente, considerando los cambios internos y externos.

Del mismo modo una sociedad integrada por agentes requiere de normas que determinen que acciones son válidas en cada contexto y roles que permitan aprovechar la diversidad de capacidades y reg-

ulen la interacción. Las normas que persisten en el tiempo pueden quedar especificadas en el diseño de la aplicación. Aquellas que puedan modificarse dinámicamente van a requerir una representación capaz de reflejar estos cambios. De manera similar, algunos aspectos referidos a los roles van a quedar determinado en el diseño, otros deberían tener una mayor flexibilidad.

El objetivo general de nuestra línea de investigación es elaborar un modelo de interacción basado en diálogos, a través de los cuales los agentes puedan solicitar y ofrecer colaboración de acuerdo a un protocolo fuertemente ligado a las normas y roles. El objetivo específico de este trabajo en particular es analizar las diferentes formas que puede tomar un diálogo durante la interacción, en el contexto de una aplicación concreta.

1 UN MODELO DIALÓGICO

Un diálogo es una secuencia de actos del habla [Sea69] intercambiados entre dos interlocutores siguiendo un esquema de turnos. Cada participante puede tener metas propias, que intenta balancear con el compromiso que impone la interacción.

La siguiente lista presenta algunos tipos de diálogos muy generales, sin pretender ofrecer una taxonomía completa, sino sólo identificar los modelos que resultan significativos para soportar comunicación y coordinación, siguiendo la propuesta de [WK95]: *Diálogo persuasivo, Negociación, Indagación, Deliberación, y Consulta.*

Todos los modelos enumerados tienen una característica común, los interlocutores actúan en un contexto de confianza y cooperación. Aun cuando puedan disentir, la relación no es antagonica, no hay ataques y la concreción de las metas no se evalúa en términos de derrotas o victorias individuales. Las diferencias entre unos y otros están relacionadas con el objetivo del diálogo y la situación inicial.

*Financiado parcialmente por Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional del Sur, y por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica

La situación inicial en un *diálogo persuasivo* es el conflicto entre diferentes puntos de vista y el objetivo de la interacción es que una de las partes cambie su postura a través del proceso dialéctico. En el caso más simple una de las partes tiene un enfoque positivo acerca de una proposición dada, mientras que la otra parte tiene una visión negativa de la misma proposición. Existen formas de persuasión mucho más complejas, pero su análisis escapa a los alcances de este trabajo.

En un sentido estricto el conflicto entre opiniones enfrentadas constituye una *disputa*. Si uno de los participantes en la disputa tiene mayor conocimiento que el otro o tiene mayor jerarquía, el diálogo no será simétrico. La disputa se transforma en un *debate* cuando en diálogo es presenciado por un tercero al que cada una de las partes intenta persuadir. En este caso, el vínculo entre los dos primeros puede dejar de ser cooperativo y los diferentes puntos de vista provocar un enfrentamiento más agresivo.

La meta de un *diálogo de negociación* es llegar a un acuerdo compartido. Cada participante intenta que este acuerdo sea a su vez lo más cercano posible a sus propios intereses. De modo que si bien existe el espíritu de colaborar, también hay un propósito implícito de mantener las motivaciones individuales. El proceso dialéctico puede pensarse como una búsqueda orientada a encontrar una situación adecuada para ambas partes.

Los modelos normativos de negociación tienen muchos elementos comunes con los diálogos persuasivos, en particular considerando que ambos participantes están dispuestos a efectuar algunas concesiones. Una subasta es un ejemplo clásico de negociación.

La *indagación* es un tipo de diálogo orientado a probar proposiciones para responder una pregunta o resolver un problema reconocido y compartido. El proceso dialéctico es muy similar al de un diálogo persuasivo y en ambos, si el diálogo es exitoso, los participantes adoptan una misma conclusión. La diferencia reside en el estado inicial, porque una indagación no comienza con un conflicto entre dos puntos de vistas, sino con un problema abierto.

Un ejemplo de indagación es el proceso de investigación científica a partir de una hipótesis. En el proceso se identifican los hechos que resultan relevantes en el dominio de aplicación y a partir de estos hechos se intenta probar las conclusiones.

Un diálogo *deliberativo* comienza, como una indagación, con un problema abierto, pero en este caso tiene una naturaleza práctica y la meta es una decisión acerca de cómo actuar. En un proceso deliberativo, cada participante puede intentar influir en la solución

final, compartiendo en este caso características de los diálogos persuasivos.

Es evidente, que un diálogo deliberativo entre agentes tiene muchos elementos comunes con el proceso de deliberación de medios y fines que realiza cada agente cuando elabora un plan en forma individual, para alcanzar una meta propia. El razonamiento práctico es una forma de argumentación adecuada para modelar el proceso de planificación de un agente que decide cómo actuar a partir de sus metas y de su conocimiento acerca del mundo [BIP88]. La deliberación surge siempre ante la necesidad de realizar una acción y está vinculada al futuro.

Cada agente considera diferentes opciones y distintas formas de acuerdo a las cuales el mundo puede evolucionar a partir de la situación actual y de cada una de las opciones analizadas. Ese intento de visualizar el futuro puede ser azaroso porque existen cuestiones que no son controladas por él y por lo tanto sólo algunos de los cambios van a ser consecuencia de sus acciones.

El comportamiento de un agente racional debe balancear el tiempo que dedica a elaborar un plan efectivo, en relación al tiempo que emplea en ejecutarlo. En un diálogo deliberativo cada agente destina recursos para solicitar y brindar colaboración, nuevamente es importante que mantenga un equilibrio entre el tiempo que le destina a la interacción y el que le demanda la ejecución de sus planes.

Una *consulta* comienza cuando un agente necesita información acerca de alguna cuestión particular. En contraposición a una indagación, la relación entre los participantes es asimétrica, uno de ellos manifiesta su ignorancia y espera enriquecerse con el conocimiento de otro, sin requerir una prueba que respalde a la respuesta.

Un ejemplo típico es la consulta que se realiza a un experto acerca de su opinión en relación a un tema de su conocimiento. El experto con frecuencia responde la consulta, sin ofrecer un argumento que lo respalde, probablemente porque al agente que realizó la consulta le interesa la respuesta específica a la consulta, no la justificación que la sostiene.

La importancia de identificar a qué tipo corresponde un diálogo particular, está relacionada con la necesidad de reconocer el compromiso de cada una de las partes respecto a la meta e identificar qué situaciones determinan que el proceso termine de manera exitosa o no.

Cada tipo de diálogo va a determinar también el conjunto de reglas que lo estructuran. Las metas y reglas constituyen un modelo normativo para el tipo de diálogo, que en este contexto determina un *sistema dialógico*.

2 EVOLUCIÓN DE LOS DIÁLOGOS

Es evidente que los cinco tipos de diálogos descritos no están separados por límites absolutos y en ocasiones un diálogo particular puede tomar elementos de dos o más tipos.

Con frecuencia un diálogo que inicialmente corresponde a un tipo particular, se transforma y pasa a corresponder a otro, al evolucionar el contexto en el cual se desarrolla. La transición no siempre es clara y con frecuencia un diálogo queda embebido en otro que lo precede y luego lo sigue.

Por ejemplo una pareja puede mantener un diálogo referido a dónde pasarán sus vacaciones de verano. Uno de los interlocutores intenta disuadir al otro de veranear en el mismo sitio que todos los años e intenta convencerlo de las ventajas de viajar a un lugar nuevo. Durante el diálogo surge la necesidad de resolver dónde dejar el cachorro que tienen desde hace unos meses. El diálogo se transforma momentáneamente en deliberación y luego vuelve a producirse un corrimiento hacia el tipo inicial.

El diálogo persuasivo se interrumpe ante una necesidad de índole práctica y luego se retoma. En el ejemplo anterior, no hay una acción formal que indique que el primero termina o se suspende pero luego va a reiniciarse, sin embargo el cambio es, en general, perceptible.

En otros casos el desplazamiento de un tipo a otro se produce gradualmente o inclusive llegan a entrelazarse. Por ejemplo, dos miembros del Consejo Deliberante de un gobierno municipal pueden disputar acerca de la construcción de un nuevo puente. Considerando que uno de los participantes reside desde hace años en el barrio afectado, su interlocutor puede consultarlo acerca de ciertas costumbres de los vecinos, por ejemplo, las características del tránsito durante los fines de semana. Contestada la consulta se retoma la disputa.

3 UN MODELO DIALÓGICO PARA AGENTES BDI

El comportamiento de un agente aislado queda determinado por sus motivaciones individuales, sus creencias acerca del mundo y sus propias habilidades. Esta caracterización resulta insuficiente para modelar a un agente que interactúa en un sistema integrado por varios individuos, con una actitud cooperativa. En un ambiente colaborativo cada miembro intenta construir planes a partir de su propio repertorio de acciones, pero cuando estas resultan insuficientes, solicita colaboración y otro miembro del grupo puede elaborar planes para atender su requerimiento.

La interacción entre dos agentes pueden pensarse entonces como un *juego dialógico*, en el sentido de que los participantes realizan movidas por

turnos siguiendo sus propios objetivos y estrategias. En nuestra propuesta cuando un diálogo entre dos agentes concluye de manera exitosa, el conocimiento compartido entre ambos se modifica y la colaboración se hace efectiva. Esto es, ninguno de los agentes puede modificar las creencias específicas de los demás, pero sí puede provocar cambios sobre el conocimiento compartido entre ambos para concretar la colaboración.

La colaboración mejora las oportunidades de alcanzar las metas individuales, pero también puede provocar conflictos. La forma más simple de conflicto se produce debido a la necesidad de mantener la consistencia en el conocimiento individual de cada agente. Las creencias de un agente social se construyen a partir de su percepción del mundo que lo rodea, pero existirán algunos elementos cognitivos compartidos por todos los integrantes del sistema. Cada individuo conocerá estos hechos y además razonará sabiendo que algunos otros también los conocen y saben que son compartidos. Cuando los planes de un agente afectan a su conocimiento compartido con otro miembro del sistema, puede producirse un conflicto, aun cuando ninguno de los dos ha solicitado la colaboración del otro.

Otra forma de conflicto surge de la disposición misma a colaborar. Se produce cuando uno de los agentes que participa en un diálogo, elabora un plan orientado a brindar colaboración y este provoca consecuencias que afectan de manera no deseada a las metas o planes de su interlocutor.

La especificación de la estructura de los diálogos no es entonces una tarea trivial. En nuestra propuesta un diálogo comienza cuando un agente realiza un requerimiento de colaboración a otro. Considerando la meta y el estado inicial, el diálogo se inicia como un *proceso deliberativo*.

El requerimiento puede ser atendido directamente, puede fracasar por falta de conocimiento, puede provocar un conflicto entre las metas y planes de las partes o puede generar una contrapropuesta.

Si el modelo dialógico es excesivamente simple es probable que al producirse un conflicto la interacción fracase, aun cuando se podría haber llegado a un acuerdo favorable. Si la estructura del diálogo es demasiado compleja, el esfuerzo destinado a intentar colaborar puede ser excesivo, sobre todo si algunos agentes elaboran planes en su intención de colaborar y finalmente la interacción fracasa.

Una situación simple, y además la más deseable, es que un agente encuentre un modo de contribuir satisfactoriamente cuando recibe una solicitud de colaboración. La interacción será entonces exitosa, siempre que no se produzcan inconsistencias con el

conocimiento compartido con él o con un tercero. Otra situación simple, aunque implica que el diálogo fracasa, se produce cuando un agente recibe un requerimiento y no logra satisfacerlo.

Con frecuencia sin embargo, un agente puede elaborar un plan que le permitiría atender una solicitud de colaboración, pero la ejecución de este plan requiere conocimiento que no posee, implica modificar el conocimiento compartido con su interlocutor u otros agentes que no participan de la interacción o provoca conflictos con sus propias metas o planes. Además puede producirse una combinación de dos o más dificultades.

En los dos primeros casos el diálogo termina. En el tercer caso si el agente que recibe el requerimiento realiza una contrapropuesta a su interlocutor, el tipo de diálogo no cambia, pero se invierte la posición que ocupa cada uno. Si en algún momento se produce un conflicto puede iniciarse un *proceso de negociación*, dependiendo de la relación entre los roles de los interlocutores.

En [RM05] especificamos un lenguaje de interacción basado en la Teoría de los Actos del Habla para soportar la interacción entre agentes deliberativos. En [RS05] se propuso un mecanismo para la especificación de roles y relaciones que restringe las formas de interacción para favorecer la colaboración. A continuación presentamos una aplicación específica constituida por un conjunto de agentes que interactúan para ofrecer y brindar colaboración en un contexto dialógico. Los roles y relaciones determinan la evolución de los diálogos.

4 UNA APLICACIÓN

Nuestro trabajo actual está orientado a modelar la interacción entre un conjunto de agentes dotados de algunas habilidades simples que pueden ejecutar directamente o utilizar como primitivas para construir planes. Las habilidades se refieren a la construcción de piezas que tienen una utilidad en sí mismas o que pueden usarse como componentes para el armado de otras. El grupo es heterogéneo en el sentido de que sus repertorios de acciones son diferentes, pero todos tienen entre sus objetivos "construir", aplican el mecanismo de razonamiento propuesto en [GS04] y colaboran entre sí de acuerdo al rol que ocupan en el grupo, como se describe en [RS05].

Cada agente va a disponer de algunos *recursos y herramientas*, más algún *conocimiento acerca del contexto* en el que actúa y que influye en la posibilidad de realizar o no una acción. Siguiendo la propuesta ofrecida en [RGS04] parte de los recursos, de las herramientas y del conocimiento acerca del mundo va a estar distribuido, parte va a ser compartido por pares de agentes y otra parte va a ser global. Los recursos y

herramientas van a estar representados por hechos, el conocimiento acerca del mundo va a estar representado por hechos y reglas rebatibles.

Los recursos son consumibles, mientras que las herramientas van a ser usadas repetidamente pero cuando una de ellas se asigna a un agente, ningún otro puede recibirla hasta que la libere quien la está usando. Todo plan debería comenzar asignando herramientas y al terminar deberían ser liberadas por alguna acción. Notemos que quizá no necesite las herramientas para las primeras acciones, pero es una forma de asegurarse de que el plan tiene garantizado el acceso a las mismas.

En un momento dado puede haber varias instancias de un mismo recurso o de una herramienta, pero también una sola o ninguna. Cuando hay varias instancias de un mismo recurso o herramienta, todas son equivalente entre sí, en el sentido de que a un agente puede recibir una u otra indistintamente.

Cuando un agente necesita un recurso o una herramienta que no tiene disponible arma un equipo de trabajo en el cual cada miembro recibe un rol específico, e inicia una conversación que va a estar constituida por diálogos. Los diálogos comienzan como un proceso deliberativo similar al proceso de planificación individual, pero pueden transformarse en negociación, dependiendo de la relación entre los roles de cada par.

Si un agente necesita usar un recurso compartido debe pedir autorización para consumirlo. Es una forma de colaboración simple porque no implica que el que colabora ejecute ninguna acción, solo autoriza remover el recurso. Si se produce un conflicto la solución dependerá de la jerarquía de roles. Un agente puede tener rehacer sus planes o incluso modificar sus metas comprometidas, para solucionar un conflicto acerca de un recurso o herramienta requerido por un agente con mayor nivel jerárquico.

Para usar una herramienta compartida, el agente debe pedir autorización. Si la herramienta está siendo usada por otro agente que está ejecutando un plan, va a tener que esperar que se libere, cualquiera sea el rol que ligue a los agentes. Si no está asignada, pero se produce un conflicto con un agente que requiere su utilización para ejecutar un plan elaborado pero aun no iniciado, nuevamente será la jerarquía de roles la que resuelva la situación. Evidentemente este esquema puede provocar inanición y abrazo mortal.

Un agente puede estar dotado, por ejemplo, de la capacidad para pintar ciertas piezas. Intuitivamente para pintar una pieza va a necesitar la pieza sin pintar, pintura y un pincel limpio. Algunas de las piezas que es capaz de pintar son grandes y no puede hacerlo en

el interior del edificio. Por lo tanto debe pintarlas en el patio o en una galería techada.

Los agentes "saben" que el patio es suficientemente grande como para que, de ser necesario, todos los miembros del sistema puedan trabajar allí. Sin embargo, si llueve no se puede realizar ninguna tarea allí. Si hay viento tampoco es posible usar el patio para pintar, aunque sí hay otras tareas que podrían realizarse. La galería en cambio, puede ser utilizada en caso de lluvia, pero sus dimensiones provocan que su utilización, como las herramientas, se distribuya entre un conjunto limitado de agentes.

No vamos a especificar consumo parcial de recursos ni cómo se reponen los recursos consumidos. Esto es, el modelo no presenta un mecanismo a través del cual uno o más miembros del grupo adopten la responsabilidad de interactuar con proveedores para reemplazar las piezas consumidas. La reposición se implementa en forma directa cuando cada agente percibe su entorno y detecta que tiene disponibles nuevas piezas.

5 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Este trabajo presenta una aplicación concreta que puede ser modelada a través de la fusión de varias contribuciones previas, vinculadas entre sí:

- *Un protocolo de interacción dialógico para agentes BDI*
- *Un lenguaje de interacción basado en la teoría de los actos del habla*
- *Un mecanismo para representar normas, roles y relaciones*
- *Una alternativa para la representación de conocimiento compartido entre agentes colaborativos*

El modelo combina dos formas de argumentación. La interacción está basada en los juegos dialógicos basados en argumentación propios de la filosofía [BIP88]. La argumentación es además el fundamento a partir del cual cada interlocutor razona y construye sus propios planes [PSJ98].

La evolución de cada diálogo particular queda determinada por el protocolo de interacción y la relación entre los roles específicos que ocupan los interlocutores. La iniciación de un diálogo depende del comportamiento individual del agente que solicita colaboración y del que la brinda. En el modelo propuesto todos los agentes están dotados del mismo mecanismo de razonamiento y todos siguen un mismo esquema tanto para iniciar una conversación para obtener colaboración, como también para aceptar intervenir en un diálogo con la intención de ofrecer colaboración. Una posible línea de trabajo futura sería admitir diferentes mecanismos de razonamiento y colaboración para cada uno de ellos.

En esta propuesta hemos impuesto algunas restricciones que podrían relajarse en el futuro. Una extensión posible sería contemplar la situación de que algunas acciones provoquen que las herramientas se rompan y deban ser reparadas o reemplazadas. Esta situación requeriría de una representación más elaborada de las herramientas, por ejemplo tiempo previsto de amortización, horas de uso. Por supuesto también sería necesario mayor detalle en la especificación de las acciones, en relación al desgaste que provocan sobre las herramientas.

References

- [BIP88] Michael Bratman, David Israel, and Martha Pollack. Plan and resource-bounded practical reasoning. *Computational Intelligence*, 4:349–355, 1988.
- [GS04] A. J. García and G. R. Simari. Defeasible logic programming: An argumentative approach. In *Theory and Practice of Logic Programming*, pages 95–138, 2004.
- [PSJ98] Simon Parsons, Carles Sierra, and Nick Jennings. Agents that reason and negotiate by arguing. *Journal of Logic and Computation*, 8(3):261–292, June 1998.
- [RGS04] S. V. Rueda, A. J. García, and G. R. Simari. Alternativas para la representación del conocimiento compartido entre agentes colaborativos. In *Proc. of the VIII CACIC*, pages 1508–1519, 2004.
- [RM05] S. V. Rueda and M. V. Martínez. A framework for deliberation and negotiation among BDI agents. *Journal of Computer Science and Technology*, pages 334–341, 2005.
- [RS05] S. V. Rueda and G. Simari. Roles y relaciones en una organización de agentes bdi. In *Proceedings of the IX CACIC*, pages 1370–1381, 2005.
- [Sea69] J. R. Searle. *Speech Acts: An Essay in the Philosophy of Language*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 1969.
- [WK95] D. N. Walton and E. C. W. Krabbe. *Commitment in Dialogue: Basic Concepts of Interpersonal Reasoning*. State University of New York Press, Albany, NY, 1995.