

Actos del habla en la comunicación. Una propuesta usando Programación lógica rebatible

Guillermo Aguirre,[†] Marcelo Errecalde,[†] Guillermo Simari[‡]

[†]Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC)¹
Departamento de Informática. Universidad Nacional de San Luis
Ejército de los Andes 950 - Local 106. (D5700HHW) - San Luis - Argentina
Tel: (02652) 420823 / Fax: (02652) 430224. e-mail: {gaguirre, merreca}@unsl.edu.ar

[‡]Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (LIDIA)²
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación. Universidad Nacional del Sur
Av. Alem 1253, (B8000CPB) Bahía Blanca, Argentina
Tel: (0291) 459-5135 / Fax: (0291) 459-5136. e-mail: grs@cs.uns.edu.ar

Resumen

Teniendo en cuenta la importancia que se le ha otorgado a los actos del habla en el estudio de la comunicación entre humanos, este artículo considera algunos enfoques propuestos para el uso de estos actos en la comunicación entre agentes computacionales. El aporte principal de este trabajo es una propuesta basada en programación lógica rebatible que posibilita un uso consistente de dichos actos durante el desempeño del agente. También se hacen algunas consideraciones sobre la manera en que se pueden estructurar conversaciones tales que permitan una adecuada interacción de los agentes.

1. Introducción

El estudio del lenguaje natural usualmente asume una división del campo en tres áreas: *sintaxis*, *semántica* y *pragmática*. La sintaxis es el estudio de las expresiones visibles del lenguaje, las palabras, y las reglas que establecen cómo estas palabras se emplean para crear expresiones bien formadas. Por su parte la semántica y la pragmática se combinan para determinar cual es el significado otorgado a las expresiones del lenguaje. La semántica frecuentemente es considerada como el verdadero núcleo de condiciones de la sentencia: condiciones bajo las cuales la sentencia, o la proposición que expresa, es verdadera. La semántica de una expresión, por lo tanto, define su significado literal - el aspecto del significado de la expresión que es común a través de todo contexto de uso. La pragmática por otro lado, está relacionada con aquel aspecto del significado que surge desde contextos específicos de uso, y cómo este contexto contribuye tanto al significado total como a los efectos de una frase. Aquí, “contexto” se refiere a las circunstancias relevantes en las cuales un acto comunicativo específico ocurre, tales como el discurso previo, el entorno físico, el entorno social, propiedades del orador y del oyente, suposiciones compartidas, objetivos retóricos y comunicativos de los participantes, etc. Así, la pragmática considera factores más allá de las condiciones estáticas de verdad especificadas por una

¹Financiado por la Universidad Nacional de San Luis y la ANPCyT.

²Financiado por la Universidad Nacional del Sur y la ANPCyT.

semántica particular - los factores que determinan aquellos aspectos de la interpretación del lenguaje natural que dependen de un entorno comunicativo particular.

Un subcampo destacado dentro de la pragmática es la teoría de los *actos del habla* (en inglés *speech acts*). Una parte importante de la interpretación pragmática de un enunciado en lenguaje natural es la determinación de cual es el acto del habla (o acto ilocucionario, como se explica más adelante) usado en una expresión determinada. Por ejemplo la frase: “Hace frío en esta habitación”, tiene un análisis sintáctico y un significado literal, o semántico, que se mantienen a través de todos los usos posibles. Digamos que la temperatura de la habitación es baja de acuerdo al criterio del orador. Sin embargo el acto del habla que el orador intenta realizar al usar esta frase depende del contexto en el que fue enunciada. La sentencia pudo ser usada para establecer un hecho, para requerirle al oyente que cierre la ventana, para que el oyente no entre en la habitación, o para otra clase de propósito. En efecto las frases en lenguaje natural son usadas frecuentemente y de manera conciente, para varios propósitos al mismo tiempo. Cada tipo de meta que el orador persigue con un enunciado particular se corresponde, de alguna manera, con el *tipo* de acto del habla elegido para ese enunciado. Por este motivo, hay actos del habla para informar, para hacer un requerimiento, etc.

La comunicación también es una pieza clave ha ser considerada durante el diseño de agentes artificiales que se desempeñan en un entorno que incluye a otros agentes. Para su implementación, es necesario contar con ciertas capacidades como las que se pueden conseguir con una arquitectura BDI (por sus siglas en inglés Belief-Desire-Intention) [4], [12], [11] y [13]. En párrafos anteriores quedó expresada la importancia de capacidades como las *intenciones*, ya que por ejemplo determinan el tipo correcto de acto del habla a usar de acuerdo a lo que el agente persigue. Las acciones generadas a partir de la relación entre los objetivos y las creencias incluyen actos comunicativos mediante los que se irá modelando el comportamiento esperado de los agentes. En este artículo, las diferentes propuestas consideradas asumirán en general un modelo de agente BDI.

Los actos del habla son denominados *actos comunicativos* por Sadek [14] y la misma denominación fue adoptada por FIPA³. Nosotros usaremos ambas denominaciones indistintamente. En todos estos contextos un acto comunicativo es toda acción realizada por un agente con la intención de que sea percibida por (al menos) otro agente.

Se espera que los actos comunicativos sean *planeados* y *realizados* por un lado y *reconocidos* y *consumidos* por el otro. Los elementos que componen este modelo de acto comunicativo se determinan en base a estas funcionalidades, las cuales corresponden al *emisor* y al *receptor* del acto. Como es de esperar en toda acción racional, debe haber un motivo por el cual se selecciona un acto comunicativo particular y también determinadas condiciones requeridas para poder planificar el acto. El primero es denominado *efecto perlocucionario* (en inglés *Perlocutionary Effect* o *PE*) y las segundas *precondiciones de factibilidad* (en inglés *Feasibility Preconditions* o *FPS*). En la sección 3 se verá un ejemplo donde se especifican estos términos.

En 1996 se promovió la creación de FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents), una asociación internacional sin fines de lucro que agrupa compañías y organizaciones que aúnan esfuerzos para producir especificaciones estándar para la tecnología de agentes. Cuenta con un consejo principal encargado de aprobar las reglamentaciones y comités técnicos que realizan propuestas y verifican la compatibilidad de las distintas reglamentaciones. El primer conjunto de especificaciones fue publicado en 1997 y a fines de 2002 FIPA presentó su propuesta definitiva. El principal objetivo es lograr una adecuada interoperabilidad, por esa razón se concentra en el comportamiento externo de los componentes de los sistemas, dejando abierto los detalles de implementación y la arquitectura interna de los mismos. El estándar de FIPA adopta el paradigma de agente y define el modelo de referencia de las plataformas de agentes y los servicios que éstas deben proveer. La colección de estos servicios

³En FIPA Communicative Act Library Specification. www.fipa.org/specs/fipa00037

y sus interfaces estándar, representan las reglas normativas que permiten a toda sociedad de agentes existente, operar y poder ser administrada.

Considerando que los agentes son sociales y que necesitan comunicarse, el Lenguaje de Comunicación de Agentes (en inglés *Agents Communication Language* o ACL) es uno de los principales logros del estándar FIPA. El ACL de FIPA está basado en la teoría de los actos del habla como así también en los principales requerimientos y suposiciones del paradigma de agentes. FIPA estableció una extensa biblioteca de 22 actos comunicativos que permiten materializar diferentes intenciones relacionadas con la comunicación. Más adelante se analiza la aproximación que FIPA toma para algunos de estos actos. FIPA también define la estructura de los mensajes, asignando entradas para la especificación del destinatario y para el emisor, para el contenido propiamente dicho y propiedades específicas necesarias como el lenguaje empleado para el contenido. Otra información muy importante es la destinada a mantener conversaciones y protocolos. Por estas razones el estándar de FIPA ha sido ampliamente adoptado por la comunidad que emplea agentes y en este trabajo (ver sección 3) analizaremos la perspectiva que FIPA adopta para algunos actos particulares.

Si bien FIPA establece normativas sobre la semántica de los actos comunicativos nada se establece sobre su uso en aplicaciones concretas. Nuestra propuesta en este sentido es usar programación lógica rebatible (en inglés *Defeasible Logic Programming* o DeLP), una extensión de la programación lógica, donde se admiten cláusulas expresadas como implicación rebatible. DeLP posee características asociadas con el razonamiento de sentido común, permitiendo la representación y uso de información incompleta e inconsistente. En la sección 4 se brindan más detalles sobre DeLP.

Previamente hemos planteado que la generación de actos del habla depende de las circunstancias particulares en las que se usan, es decir, la pragmática del lenguaje. Por este motivo consideramos los ejemplos de este trabajo en torno a un problema específico: un sistema multiagente donde los agentes deben colaborar para informar accesos no autorizados sobre una LAN [9]. Este sistema se construye sobre la base de una arquitectura propuesta especialmente para ubicar a los agentes en determinados nodos que componen una red. Los agentes están dispuestos en una arquitectura jerárquica de cuatro niveles [6] denominada JIDS (Java Intrusion Detection System) para la detección de intrusos que intentan hacer uso indebido de los recursos de un nodo individual y/o una red de computadoras completa.

Los agentes de los niveles más bajos (nivel 1) reportan las novedades que hayan detectado al correspondiente “jefe” designado en el nivel superior. Cada uno de los agentes del nivel 1 se especializa en detectar un tipo de ataque, pero también comparte información con otros agentes de su mismo nivel y analiza los datos que le llegan. Resulta interesante considerar las diferentes situaciones de comunicación que aquí pueden darse.

La organización del resto del artículo es la siguiente: la sección 2 repasa los orígenes y principales características de los actos del habla y también un enfoque desde la perspectiva de inteligencia artificial. Luego, en la sección 3 se brinda una síntesis del tratamiento que FIPA da a los actos del habla. Una propuesta para determinar el acto del habla más adecuado según las circunstancias particulares se plantea en la sección 4. Allí también se presentan algunas consideraciones generales para el tratamiento de los actos del habla en conversaciones. Finalmente en la última sección se resumen las principales ideas del trabajo.

2. Los actos del habla

Los actos comunicativos tienen su origen en la teoría de los actos del habla [3] a comienzo de los años 60. A partir de allí se produce un cambio en la manera de analizar los enunciados empleados en la comunicación. Hasta entonces, solamente se rescató la valoración lógica (como *correctas* o

incorrectas) que pudiera hacerse sobre las frases, reflejando con estas posiciones el pensamiento positivista propio de la época. Austin en cambio, resalta la importancia de ampliar el análisis del lenguaje hacia un universo mucho más amplio: el lenguaje cotidiano, es decir, rescatar el valor pragmático de las frases que la gente común usa a diario. Una pregunta, una promesa o una orden tienen sentido más allá de clasificarlas como verdaderas o falsas; son *exitosas* en la medida que consiguen las intenciones del orador.

El oyente podrá interpretar adecuadamente una frase en la medida que entienda que el orador pretende lograr algo con esa frase, la cual forma parte de un plan que tiene quien la dijo. Es decir conviene concentrarse en entender “porqué” se usó una frase, más que analizar la secuencia de palabras que la conforman ya que las palabras sueltas no pueden asociarse con un plan [5].

Surge así una nueva percepción del *lenguaje como acción*. Cuando un juez dicta sentencia en la corte y dice: “Culpable”, se produce un cambio en el mundo real tan concreto como el producido por cualquier acción física.

Se pueden reconocer en la propuesta austiniana dos ejes fundamentales: a) la consideración del lenguaje operando sobre lo real, lo concreto (no lo simbólico) y b) una nueva percepción del éxito de un enunciado en función de llegar a satisfacer las intenciones que le dieron origen. En la teoría de los actos del habla se identifican tres actos o dimensiones para cada enunciado:

- el acto de emitir los sonidos correspondientes al vocabulario usado, el acto *locutorio*.
- el acto *ilocutorio* que se lleva a cabo **cuando** se dice algo: prometer, afirmar, amenazar, y
- el acto *perlocutorio* que se produce **como consecuencia** de decir algo: intimidar, asombrar, convencer, ofender.

La realización exitosa de un enunciado ejecutivo (en inglés *performative*) requiere satisfacer ciertas condiciones relativas a las circunstancias y personas involucradas, las que deben participar del procedimiento completo y de una manera sincera (sin actuar). Estas condiciones fueron refinadas por John Rogers Searle a fin de establecer el contexto más propicio para lograr los resultados esperados.

Existen distintos enfoques desde la Inteligencia Artificial que buscan sistematizar el empleo de los actos del habla para coordinar el funcionamiento de los agentes. En general, estos enfoques dan mucha relevancia al contexto y las condiciones generales que deben cumplir los participantes, particularmente las creencias y metas que tienen.

La propuesta de Cohen y Perrault [7] es genérica y considera la elaboración de *planes* donde se integran tanto acciones físicas como acciones lingüísticas. Siguiendo una notación tipo *STRIPS*, los autores caracterizan las acciones involucradas de acuerdo a las precondiciones y poscondiciones propias de cada tipo de operador. En la vida diaria las personas suelen construir, ejecutar, simular y depurar planes como así también determinar los planes de otras personas en base a su comportamiento. Es decir que por un lado es necesario que el orador escoja un plan adecuado a las circunstancias y por el otro, que el oyente sea capaz de identificarlo.

Por ejemplo, el operador INFORM requiere que el orador informe solamente aquellas proposiciones que sean parte de sus creencias. Como resultado, el oyente modifica su estado mental tomando conocimiento⁴ que el orador cree el contenido del mensaje. Para que el oyente incorpore efectivamente la creencia sobre la información comunicada se requiere un plan en donde además del INFORM también se tenga un acto CONVINCER cuyos requisitos coinciden con los efectos del primer acto (ver figura 1). En esta figura, las flechas hacia abajo representan los requisitos y las flechas hacia arriba los efectos de las acciones. El orador es S y el oyente H. La proposición es Prop. De este modo el deseo inicial del orador se alcanza cuando finaliza el plan y el oyente llega a creer la proposición.

⁴Técnicamente incorporando la creencia.

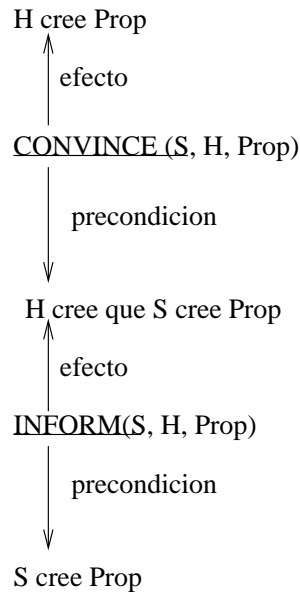


Figura 1: Plan para modificar las creencias del oyente

3. El modelo de los actos comunicativos según FIPA

Para comenzar a describir el tratamiento de los actos comunicativos en FIPA, consideremos un agente ag_i genérico con algún deseo G y alguna intención I . Si como parte de la realización de I , el agente determina que debe enviar uno o varios mensajes a otro agente ag_j , lo primero que debe hacer es determinar cuales serán los mensajes correctos para la situación actual.

Ejemplo 1 Supongamos que ag_i quiere informar que ha detectado un requerimiento de acceso a la red proveniente de un sistema X , desconocido para el sistema multiagente. ($G =$ “Informar acceso sospechoso”). Para eso, como primer paso, debe notificar al correspondiente agente de nivel superior. ($G' =$ “Informar al jefe un acceso sospechoso”) y para eso debe enviar un mensaje a ag_j informando la situación. ($I =$ “Informar a ag_j sobre un acceso sospechoso desde X ”). Realmente sería un comportamiento equivocado si le pregunta “¿Cuál es el actual nivel de sospecha?”, ya que desde la perspectiva de ag_i , la respuesta de ag_j , no le ayudará a cumplir su objetivo G' . Continuando con el ejemplo, si ag_i actúa más racionalmente, puede generar un mensaje del tipo *INFORM* destinado a ag_j , cuyo contenido sea: “Acceso sospechoso desde X ”. De esta forma espera satisfacer su intención I y así cumplir su deseo G .

Para llegar al mensaje correcto, ag_i debe pensar que ag_j está en condiciones de interpretar el mensaje y proceder racionalmente. ag_i puede razonar que el efecto de informar a ag_j es que éste llegue a creer el contenido del mensaje. Sin embargo, una vez enviado el mensaje, realmente ¿puede ag_i asumir que en algún momento sabrá si ag_j incorporó el contenido como un hecho?. En realidad ag_i puede asumir que ag_j sabe que él lo sabe y que ag_j sabe que ag_i lo hizo para que incorpore la propuesta como una creencia. Por el sólo hecho de haber informado una proposición, ag_i no puede asumir que ag_j creerá la proposición, ya que ag_j es independiente y puede estar, por ejemplo, ocupado con otras cosas.

Se presenta a continuación una descripción más detallada de dos ejemplos de actos comunicativos descriptos con el enfoque de FIPA.

3.1. El acto comunicativo INFORM

Mediante este acto comunicativo el emisor informa al receptor que una proposición particular es verdadera. Usar un INFORM indica que el agente emisor:

- Sostiene que una proposición es verdadera.
- Intenta que el agente receptor también llegue a creer que la proposición es verdadera.
- Cree que el receptor no tiene conocimiento sobre la veracidad de la proposición.

Las dos primeras propiedades son directas: el agente emisor es sincero y ha generado la intención de que el receptor conozca la proposición.

La última propiedad se relaciona con la sanidad (en inglés *soundness*) semántica del acto comunicativo. Si un agente ya sabe que se observa un determinado estado del mundo (por ejemplo que el receptor ya conoce la proposición p), no puede racionalmente adoptar la intención de alcanzar aquel estado del mundo, es decir, que el receptor llegue a conocer p como resultado del acto *inform*. En realidad esta propiedad no es tan estricta como parece. El emisor no tiene la obligación de verificar si el receptor conoce p . Sólo requiere que, en el caso que el emisor previamente conozca el estado de creencias del receptor, no debiera adoptar la intención de decirle al receptor algo que éste ya conoce. Desde el punto de vista del receptor, recibir un mensaje *inform* lo habilita a creer que:

- El emisor cree la proposición que es el contenido del mensaje.
- El emisor desea que el receptor también crea la proposición.

Si el receptor adopta o no la proposición como una creencia, dependerá de la confianza que el receptor tenga en la sinceridad y confiabilidad del emisor.

FIPA ha resuelto usar el lenguaje formal SL (*Semantic Language*)⁵ para especificar el contenido de los mensajes. Esta sintaxis y su semántica asociada son usadas para especificar el contenido de los mensajes como así también la definición de la semántica del lenguaje FIPA ACL. El modelo mental de un agente está basado en la representación de tres actitudes primitivas: **B**ieliefs (creencias), **U**ncertainty (incertidumbre) y **C**hoice (en algún sentido Goal (meta)). Estas actitudes son formalizadas mediante los operadores modales B, U, C . Las fórmulas que usan estos operadores se leen como:

- $B_i p$ quiere decir que i (implícitamente) cree p .
- $U_i p$ quiere decir que i tiene incertidumbre acerca de p , pero piensa que p es más probable que $\neg p$.
- $C_i p$ quiere decir que i desea que p efectivamente se cumpla.

Para simplificar la notación usaremos $Bif_j p$ como equivalente a $B_i p \vee B_i \neg p$

Formalmente el acto comunicativo *inform* puede describirse del siguiente modo: $\langle i, inform(j, \phi) \rangle$ ⁶

Feasibility preconditions FP: $B_i \phi \wedge \neg B_i (Bif_j \phi \vee Uif_j \phi)$

Perlocutionary effect PE: $B_j \phi$

Las fórmulas como $PG_i p$ y $I_i p$ se entiende que significan “ i tiene a p como una meta persistente” e “ i tiene la intención de conseguir p ” respectivamente.

⁵En www.fipa.org/specs/fipa0008 se especifica la gramática completa del lenguaje

⁶Donde ϕ denota un esquema para cualquier proposición

Ejemplo 2 La situación descrita en Ejemplo 1, se muestra ahora usando los operadores modales recientemente introducidos. El hecho que la dirección IP del sistema X sea desconocida se incorpora como creencia del agente. Si denominamos D a esa dirección, entonces la proposición $p = \text{“desconocido}(D)\text{”}$ es el objeto al cual se aplica el operador de creencias

$$B_i p$$

El agente tiene ahora como meta persistente reportar a su jefe sobre el intento de acceso. La proposición $t = \text{“reportar_acceso_sospechoso”}$ es el objetivo persistente

$$PG_i t$$

Adquiere una intención que le permita alcanzar su meta, o sea que la proposición $u = \text{“informar_acceso_sospechoso}(D)\text{”}$ será una tarea inmediata

$$I_i u$$

Como consecuencia del principio de racionalidad⁷, el agente debiera seleccionar un acto comunicativo *INFORM* para notificar a su jefe sobre la novedad.

En el contexto planteado en [14], una intención I “implica” que se genere un proceso de planning. La acción que en definitiva se termina realizando es seleccionada de acuerdo a la circunstancia particular en que se encuentra el agente. Más adelante se detalla una propuesta para determinar cual es el acto de habla más adecuado según el contexto particular. Además de *INFORM* otros *actos comunicativos primitivos*, son: *REQUEST*, *CONFIRM* y *DISCONFIRM*. Estos tienen en común el hecho que un agente puede realizarlos directamente o bien incorporarlos a sus planes ya que son operadores atómicos. Por ejemplo un *REQUEST*, mediante el cual el emisor solicita al receptor que realice una acción particular, no presenta alternativas a considerar, ya que desde el punto de vista de comunicación se lo considera realizado una vez que se emite el mensaje. Es interesante destacar que la acción solicitada en un *REQUEST* puede ser un nuevo un acto comunicativo.

Existen también los denominados *actos comunicativos compuestos* que en su definición involucran una conjunción de alternativas a ser resuelta por otro agente. Este tipo de actos requiere el intercambio de más de un mensaje. Son los que se utilizan por ejemplo cuando un agente consulta a otro sobre la veracidad de una proposición: “¿Está lloviendo?”. En la próxima subsección veremos un ejemplo de este tipo de acto: el *INFORM-IF*.

3.2. Informar si se cumple una proposición: *INFORM-IF*

Por ser un acto comunicativo compuesto no puede ser realizado directamente por un agente; sin embargo puede ser incorporado dentro de un plan o ser la acción objeto de un requerimiento hacia otro agente. Es decir, requerir que el receptor informe si se cumple una proposición o la negación de la misma. Formalmente se describe: $\langle i, \text{inform} - if(j, \phi) \rangle \equiv \langle i, \text{inform}(j, \phi) \rangle \mid \langle i, \text{inform}(j, \neg\phi) \rangle$
 FP: $Bif_i \phi \wedge \neg B_i(Bif_j \phi \vee Uif_j \phi)$
 RE: $Bif_j \phi$

Los actos comunicativos compuestos se traducen en definitiva en varios actos primitivos. Para el caso particular del *INFORM-IF*, el receptor debe informar si el contenido del mensaje, que debe ser una proposición, es verdadero o si lo es su negación.

⁷Si un agente tiene conocimiento que una de sus acciones le conduce a lograr una de sus metas, entonces el agente seleccionará dicha acción

4. Los actos del habla desde la programación lógica rebatible

Desde las primeras consideraciones de los actos del habla en el procesamiento del lenguaje natural [5], se observa la conveniencia de considerar a estos actos como acciones que forman parte de planes. ¿Por qué una persona elige comunicar una idea en lugar de otra?. Para encontrar las razones por las que se genera una frase, es mucho más simple tomarla como una acción antes que intentar encontrar esas razones a partir de analizar la secuencia de palabras que componen una frase. La comunicación es una actividad netamente social que los agentes usan como parte de un plan para conseguir sus metas. Cada acto comunicativo tiene su razón de ser, por eso se puede llegar a comprender mejor un enunciado al considerarlo como un operador que modifica el estado actual del mundo.

Cuando la comunicación no está estructurada como un modelo o protocolo ya establecido, escoger el acto del habla adecuado para cada situación es una tarea compleja. Puede requerir analizar distintas variables y contextos, aunque normalmente las personas emplean el sentido común y resuelven situaciones contradictorias sin problemas. Para que los agentes puedan proceder de manera similar, proponemos en este trabajo el uso de un formalismo de argumentación rebatible, DeLP [1].

La base de conocimiento del agente la consideramos como un programa DeLP $\mathcal{P} = (\Psi, \Delta)$ donde Ψ es un conjunto consistente de *hechos* y *reglas estrictas*; por su parte Δ es un conjunto de *reglas rebatibles*.

Las reglas estrictas, " $P \leftarrow Q_1, \dots, Q_n$ ", y los hechos⁸ representan el conocimiento incuestionable, aquel que no puede ser revocado. Una regla rebatible "*cabeza* \prec *cuerpo*", en cambio, se debe interpretar de la siguiente manera: "*las razones para creer en el cuerpo o antecedente de una regla proveen razones para creer en su cabeza o consecuente*".

En DeLP un literal L está *garantizado* (en inglés *warranted*) desde la base de conocimiento \mathcal{P} , si existe un argumento A que no es derrotado y soporta a L . El par $\langle A, L \rangle$ es el conjunto mínimo y consistente de reglas rebatibles que permite inferir L . Para que esto suceda se requiere que ningún contra-argumento haya sobrevivido sin ser derrotado. Por limitaciones de espacio no es posible realizar una descripción detallada de DeLP y los mecanismos para garantizar los literales, pero el lector interesado puede consultar [1].

Es posible adaptar la situación presentada en el Ejemplo 2 a nuestro enfoque usando DeLP, realizando algunas consideraciones adicionales. El pedido de acceso puede provenir de la misma subred en que se encuentra el agente; en ese caso no habría razones para desconfiar del pedido. Además, asumimos que todos los accesos son bien intencionados, por lo que inicialmente no se los considerará peligrosos a menos que no respondan al pedido de identificación. Teniendo en cuenta estas consideraciones, una posible base de conocimiento del agente sería:

$$\begin{aligned} \Psi &= \{ \text{desconocido}(192.160.100.100) \\ &\quad \text{misma_subred}(192.160.100.100) \\ &\quad \text{ignora_pedido_registrarse}(192.160.100.100) \} \\ \Delta &= \{ \sim \text{confiable}(D) \prec \text{ignora_pedido_registrarse}(D) \\ &\quad \text{confiable}(D) \prec \text{misma_subred}(D) \\ &\quad \sim \text{confiable}(D) \prec \text{ignora_pedido_registrarse}(D), \text{misma_subred}(D) \\ &\quad \sim \text{intruso}(D) \prec \text{desconocido}(D), \text{confiable}(D) \\ &\quad \text{intruso}(D) \prec \text{desconocido}(D) \} \end{aligned}$$

El ejemplo anterior muestra de que manera se puede usar DeLP para representar conocimiento de sentido común referido a potenciales intrusos. En el programa hay cinco reglas rebatibles: las tres primeras establecen las condiciones en las cuales un acceso será considerado confiable o no. Las dos

⁸Que son reglas estrictas en las que el conjunto Q_1, \dots, Q_n es vacío

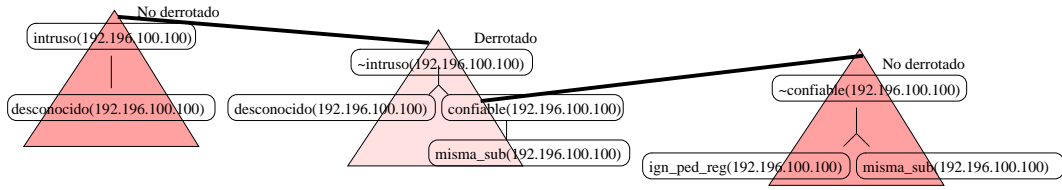


Figura 2: árbol dialéctico para el literal $intruso(192,160,100,100)$

reglas restantes especifican las condiciones para detectar la presencia o no de un intruso.

La respuesta a cada situación particular planteada, genera un árbol dialéctico: la raíz es la consulta original y luego cada nodo hijo es un derrotador del padre, salvo los nodos hoja que no son derrotados.

Para el caso particular de determinar si un acceso proveniente de una dirección IP es o no el ataque de un intruso, se hace la consulta $intruso(192.160.100.100)$ con el programa \mathcal{P} . Ver figura 2. La raíz es derrotada por otro nodo que sostiene lo contrario ($\sim intruso(192.160.100.100)$). Pero este segundo nodo es a su vez derrotado por un ataque a la condición de confiable. Esta última derrota proviene de considerar la regla rebatible que califica como “no confiable” a quien niega registrarse cuando se lo solicita. En este caso puntual existe una única rama para el árbol dialéctico correspondiente.

La información garantizada desde una base de conocimiento en DeLP, nos permitirá en este trabajo especificar bajo que condiciones un acto del habla (una acción) es *aplicable*. Para ello, adaptaremos el enfoque propuesto en [10, 15] y consideramos que un acto comunicativo es una acción que puede ser caracterizada en base a tres aspectos: *consecuencias*, *precondiciones* y *restricciones*. Estos tres aspectos serán descriptos en DeLP como literales o bien como negación de literales.

Definición 1 (Acto comunicativo) Un *acto comunicativo* AC es una tripla $\langle X, P, C \rangle$, donde $X = \{X_1, \dots, X_n\}$ denota el conjunto de literales que representan las consecuencias, $P = \{P_1, \dots, P_m\}$ es el conjunto de literales tomados como precondiciones y $C = \{not C_1, \dots, not C_k\}$ es el conjunto de restricciones.

Para una mejor visualización de un acto comunicativo usaremos la siguiente representación:

$$\{X_1, \dots, X_n\} \stackrel{AC}{\leftarrow} \{P_1, \dots, P_m\}, not \{C_1, \dots, C_k\}$$

Donde la notación $not\{C_1, \dots, C_k\}$ representa $\{not C_1, \dots, not C_k\}$.

Intuitivamente consideramos que un acto comunicativo es aplicable si toda precondición P_i en P es soportada desde (Ψ, Δ) y cada restricción de C_i no es garantizada.

Definición 2 (Acto del habla aplicable) Sea $\mathcal{P} = (\Psi, \Delta)$ la base de conocimiento de un agente. Sea Γ el conjunto de actos del habla disponibles. Un acto del habla $A \in \Gamma$ es **aplicable** si cada precondición P_i en P tiene una garantía construida desde (Ψ, Δ) y cada restricción C_i en C falla en ser garantizada.

Definición 3 (Efecto del acto del habla) Sea $\mathcal{P} = (\Psi, \Delta)$ la base de conocimiento de un agente. Sea Γ el conjunto de actos del habla disponibles. Sea A un acto del habla aplicable en Γ definido por

$$\{X_1, \dots, X_n\} \stackrel{A}{\leftarrow} \{P_1, \dots, P_m\}, not \{C_1, \dots, C_k\}$$

Desde una perspectiva de revisión de creencias el *efecto* de realizar un acto comunicativo es la revisión de Ψ según X , es decir $\Psi^{*X} = \Psi^{*\{X_1, \dots, X_n\}}$. La revisión consiste en remover cualquier literal de Ψ que es complementario de cualquier literal de X y luego agregar cualquier literal de X . Formalmente

$$\Psi^{*X} = \Psi^{*\{X_1, \dots, X_n\}} = (\Psi - \overline{X}) \cup X$$

Donde \overline{X} representa el conjunto de complementos de miembros de X .

Con este enfoque, el vínculo entre actos del habla y la argumentación rebatible se dá en dos aspectos: por un lado, la idea de warrant (garantía) es usada para verificar las precondiciones y restricciones que permiten decidir con fundamento que tipo de mensaje es posible emitir en determinado momento. Esto habilitaría además, a que en trabajos futuros se implementen mecanismos que expliquen los motivos por los cuales un acto del habla particular fué emitido. Por otra parte, en este caso queda explícitamente determinado como serían las actualizaciones de las creencias del agente, que afectarán los subsecuentes procesos de garantía de literales y en consecuencia los actos del habla aplicables en el futuro.

Dentro de la arquitectura del agente, las *creencias* constituyen sólo una componente importante en la toma de decisiones del agente. Otros componentes esenciales son los *deseos* y las *intenciones* que si bien se asume forman parte del agente, su tratamiento está más allá del alcance de este trabajo. Sin embargo es importante notar que tanto los deseos como las intenciones jugarán un papel central en la elaboración de los planes del agente.

Otro aspecto a considerar es que los actos del habla no se generan en forma aislada, sino que los agentes los combinan por turnos de manera que conforman una *conversación* [8]. Existen distintos tipos de conversaciones, que van desde las que mantienen los agentes con cierta libertad mediante una *interacción racional*, hasta los *protocolos de conversación* rígidos que nunca cambian. En medio de estos extremos pensamos que existe una clase de conversación que puede considerarse *socialmente aceptable* en que los agentes deben cumplir ciertos *compromisos* y *penalidades* asociados con la semántica de los actos del habla. Estas últimas son conversaciones en las que los agentes adquieren y cumplen *compromisos*⁹ durante la interacción y nunca dejan a sus interlocutores desconcertados, por ejemplo, esperando una respuesta. La información mantenida en la base de creencias será decisiva en estos casos para verificar el cumplimiento de los compromisos asumidos [2].

La propuesta presentada en este trabajo tiene una aplicación directa en el contexto de las conversaciones, ya que cada agente podría mantener su base de creencias, que será actualizada de acuerdo al *efecto*¹⁰ que produce cada acto del habla y también para acotar el conjunto de alternativas entre las cuales decidir como continuar una conversación. Además el hecho de poder elaborar una explicación sobre las decisiones tomadas en base a los argumentos empleados fortalece dichas decisiones.

5. Conclusiones

Se han presentado algunas alternativas para el empleo de los actos del habla en agentes artificiales que son valiosos desde el punto de vista teórico. Sin embargo, poco avance se ha logrado hasta el momento en implementar estas ideas en sistemas multiagente reales donde se logre una flexibilidad en las comunicaciones similar a la observada a nivel humano, donde la información incompleta, contradictoria y cambiante es la norma y es necesario adaptarse a los distintos contextos.

⁹Conservados en un historial de compromisos (en inglés commitment store) [2].

¹⁰Como se establece en la definición 3

En este sentido, consideramos que para alcanzar esta flexibilidad, es necesario recurrir a nuevos enfoques que permitan abordar estas complejidades en las comunicaciones entre agentes y llevar a cabo distintas formas de razonamiento de sentido común. Para ello, en este trabajo presentamos una primera aproximación para el tratamiento de los actos del habla mediante el uso de DeLP y reglas de acción. Los literales de la base de conocimiento del agente se combinan en precondiciones y restricciones que determinan los actos del habla que puedan ser usados según las circunstancias. Las precondiciones están formadas por los literales que deben ser garantizados desde el programa DeLP y las restricciones, por literales que no puedan ser garantizados por las reglas del programa. Dependiendo del tipo de acto del habla empleado será como se actualizará el conocimiento del agente.

Además en este trabajo, se describen algunas consideraciones que se han de tomar en cuenta cuando estos actos se integran en conversaciones.

Referencias

- [1] A. García and G. Simari. Defeasible logic programming: An argumentative approach. In *Theory and Practice of Logic Programming*, volume 4, pages 95–138, 2004.
- [2] Leila Amgoud and Florence Dupin de Saint-Cyr. Towards a semantics based on commitments and penalties. In Gerhard Brewka, Silvia Coradeschi, Anna Perini, and Paolo Traverso, editors, *ECAI*, pages 235–239. IOS Press, 2006.
- [3] J. L. Austin. *How to Do Things with Words*. Harvard University Press, Cambridge, MA, Cambridge, MA, 1962.
- [4] M. E. Bratman, D. J. Israel, and M. E. Pollack. Plans and resource-bounded practical reasoning. *Computational Intelligence*, 4:349–355, 1988.
- [5] Bertram Bruce and Dennis Newman. Interacting plans. *Cognitive Science*, pages 195–233, 1978. (Also published in *Readings in Distributed Artificial Intelligence*, Alan H. Bond and Les Gasser, editors, pages 248–267, Morgan Kaufmann, 1988.).
- [6] M. Canderle, F. Piccoli, and G. Aguirre. Jids: An intrusion detection system using agents. In *Proceedings 6th International Information and Telecommunication Technologies Symposium*, Dec 2007. Brasilia, DF, Brazil.
- [7] Philip R. Cohen and C. R. Perrault. Elements of a plan-based theory of speech acts. *Cognitive science*, 3(3):177–212, 1979.
- [8] Marco Colombetti. A commitment-based approach to agent speech acts and conversations. In *Workshop on Agent Languages and Communication Policies*, pages 21–29, Barcelona, Spain, 2000. 4th International Conference on Autonomous Agents.
- [9] Mark Crosbie and E. H. Spafford. Defending a computer system using autonomous agents. Technical Report COAST TR 95-02, Department of Computer Sciences, 1995. CSD-TR-95-022.
- [10] Diego R. García, Alejandro Javier García, and Guillermo Ricardo Simari. Defeasible reasoning and partial order planning. In Sven Hartmann and Gabriele Kern-Isberner, editors, *FoIKS*, volume 4932 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 311–328. Springer, 2008.

- [11] Afsaneh Haddadi and K. Sundermeyer. Belief desire intention agent architectures. In Greg O'Hare and Nick Jennings, editors, *Foundations of Distributed Artificial Intelligence*, chapter 5. John Wiley and Sons, 1996.
- [12] A. S. Rao. AgentSpeak(L): BDI agents speak out in a logical computable language. *Lecture Notes in Computer Science*, 1038:42–??, 1996.
- [13] Nicolás D. Rotstein, Alejandro Javier García, and Guillermo Ricardo Simari. Reasoning from desires to intentions: A dialectical framework. In *AAAI*, pages 136–141, 2007.
- [14] M. D. Sadek. Dialogue acts are rational plans. In *Proceedings of the ESCA/ETRW Workshop on the Structure of Multimodal Dialogue*, pages 1–29, Maratea, Italy, 1991.
- [15] Guillermo Ricardo Simari, Alejandro Javier García, and Marcela Capobianco. Actions, planning and defeasible reasoning. In James P. Delgrande and Torsten Schaub, editors, *NMR*, pages 377–384, 2004.