

Una propuesta de análisis y estructuración para diálogos de enseñanza

A. Díaz de Illarraza, I. Fernández de Castro
Facultad de Informática de San Sebastián
Universidad del País Vasco

M. Felisa Verdejo
Facultad de Informática de Barcelona
Universidad Politécnica de Cataluña

Resumen

Cuando dos agentes cooperan en la realización de una tarea, y conversan en el transcurso de la misma, la estructura del diálogo puede analizarse en términos de los objetivos establecidos en cada momento por los interlocutores. Desde esta perspectiva, nuestro trabajo se centra en la caracterización de diálogos de enseñanza para construir un tutor automático que realice sesiones interactivas en lenguaje natural.

Hacemos especial hincapié en la división entre tareas pedagógicas, que corresponden a la actividad del TUTOR, de lo que constituyen los aspectos propios de la INTERFAZ. El módulo TUTOR establece los objetivos pedagógico-temáticos y desarrolla la estrategia de enseñanza apropiada en cada caso y el módulo INTERFAZ realiza la generación /comprensión del lenguaje natural atendiendo a las líneas de actuación pedagógicas fijadas por el tutor.

En el apartado segundo presentamos una propuesta para modelizar diálogos, aplicable a procesos de enseñanza interactiva de tipo socrático, y proponemos cómo utilizarla tanto en el análisis como en la generación. En el apartado tercero se muestra un ejemplo procedente del CAPRA, un sistema ICAI para la enseñanza de la programación. Finalmente en el apartado cuarto exponemos las conclusiones del presente trabajo.

1. Introducción

Cuando dos agentes cooperan en la realización de una tarea, y conversan en el transcurso de la misma, la estructura del diálogo puede analizarse en términos de los objetivos establecidos en cada momento por los interlocutores. Desde esta perspectiva, nuestro trabajo se centra en la caracterización de diálogos de enseñanza para construir un tutor automático que realice sesiones interactivas en lenguaje natural.

Hacemos especial hincapié en la división entre tareas pedagógicas, que corresponden a la actividad del TUTOR, de lo que constituyen los aspectos propios de la INTERFAZ. El módulo TUTOR [Fer-87] establece los objetivos pedagógico-temáticos y desarrolla la estrategia de enseñanza apropiada en cada caso y el módulo INTERFAZ realiza la generación /comprensión del lenguaje natural atendiendo a las líneas de actuación pedagógicas fijadas por el tutor.

En el apartado segundo presentamos una propuesta para modelizar diálogos, aplicable a procesos de enseñanza interactiva de tipo socrático, y proponemos cómo utilizarla tanto en el análisis como en la generación. En el apartado tercero se muestra un ejemplo procedente del CAPRA [Gar-84] un sistema ICAI para la enseñanza de la programación. Finalmente en el apartado cuarto exponemos las conclusiones del presente trabajo.

2. Diseño de la interfaz

La metodología que hemos seguido para llegar a la formalización de los distintos componentes de este módulo consta de las siguientes fases:

- estudio del material experimental recogido para determinar qué tipo de conocimiento interviene en procesos de diálogo socrático tutor-alumno.
- selección de las formas de representación más adecuadas.
- diseño de la arquitectura general del módulo INTERFAZ

2.1 Primera fase: análisis del material recogido e identificación del conocimiento subyacente

El material experimental estudiado corresponde a sesiones (individualizadas e interactivas) de un curso introductorio de programación. En cada sesión de enseñanza, toda la comunicación se realizó a través de pantallas de ordenador (uno de los diálogos recogidos puede verse en el apartado tercero).

Como resultado del estudio de los protocolos se identificaron tres tipos de conocimientos:

Conocimiento acerca del dominio de enseñanza

En nuestro caso enseñamos a especificar problemas (como paso previo a la programación). El sistema CAPRA dispone de un formalismo de representación para describir los objetos con los que trabaja (especificaciones, funciones, secuencias, elementos ..) organizados en una red semántica [Gar-84]. Tanto de las conclusiones observadas en [Cla-81] como del análisis de nuestras experiencias puede afirmarse la necesidad de ampliar el conocimiento que el módulo experto tiene sobre el dominio-aplicación para poder utilizarlo en tareas de enseñanza. En nuestro caso, hemos añadido un meta-nivel de descripción pedagógica [Fer-88] en el que por una parte se incluyen nuevos conceptos y por otra se enriquece con nuevos atributos (tales como "definición", "descripción", "ejemplo"), los objetos de la base conceptual del dominio problema. De esta manera, el TUTOR puede refinar sus objetivos pedagógicos en objetivos temáticos concretos y decidir de qué hay que hablar y con qué grado de detalle explicarlo. Puesto que el alumno va a referirse también a las explicaciones del tutor, la interfaz debe tener acceso a este conocimiento tanto para generar como para analizar.

Conocimiento lingüístico (morfológico, sintáctico, semántico)

Se ha realizado una doble clasificación que da lugar por una parte a una tipificación de los mensajes que intercambian los interlocutores y por otra a una categorización de los verbos que aparecen en las oraciones. Atendiendo a la primera (significado interpretado) se detectan cuatro tipos de intervenciones por parte del alumno:

* **Información** : El alumno dice comprender ó no el/los concepto/s que el TUTOR ha planteado. Ejemplos: ya lo entiendo, vale, no recuerdo nada..

* **Petición**: El alumno toma la iniciativa en cuanto a la estrategia de enseñanza. Considera que el TUTOR no le ha planteado suficiente número de problemas, o no le ha puesto ejemplos, o hay algo que queda sin aclarar. Ejemplos: Ponme más problemas, mándame algún ejercicio, aclárame el texto,...

***Pregunta**: El alumno indica al TUTOR bien de qué conocimientos carece, o bien qué conocimientos posee (normalmente relacionados con la tarea de aprendizaje en curso). Ejemplos: no sé cuál es el formato de la función sumatorio, ya entiendo cómo se especifica la entrada...

***Comentario**: En este grupo incluimos todos aquellos mensajes que no pertenecen a ninguna de las categorías indicadas. Esta clase de mensajes no se tratan en el presente artículo.

Atendiendo al significado de los verbos establecemos una separación entre:

- a) relativos al estado anímico o conceptual del alumno (entender, comprender, recordar..)
- b) relativos a la tarea de enseñanza (ser, haber, significar,..)
- c) verbos que aparecen acompañando a otros verbos para matizar su significado, o simplemente como fórmula de cortesía.

Conocimiento contextual

Durante una conversación, la atención de los participantes se va desplazando de unos temas a otros, por lo que para modelizar el diálogo es necesario tanto definir el foco de atención, como caracterizar el proceso de variación de dicho foco por parte de los interlocutores. En cada interacción el hablante proporciona claves para indicar en qué centra su atención y en qué quiere que la persona que dialoga con él centre su atención a continuación.

En este sentido el trabajo de [Gro-81] considera dos categorías en los procesos de focalización:

-inmediata: indica si el centro de atención del que habla se desplaza o permanece constante entre dos frases consecutivas.

-global: describe el desplazamiento del foco de atención del hablante en un conjunto de interacciones del diálogo.

Por otra parte Ferrari en [Fer-86] propone una descripción estructural en la que se identifican los tipos de actos de comunicación. De esta forma se consigue una axiomatización del proceso de diálogo, en el que estarán incluidos procesos de focalización (anteriormente mencionados) y sus desplazamientos. Partiendo de estos trabajos, proponemos una estructura aplicable a situaciones de enseñanza interactiva, formada por cuatro niveles: **sesión de enseñanza, diálogo, intercambio e interacción.**

El nivel más general es sesión que engloba toda la interacción tutor-alumno en el intervalo temporal que va desde principio a fin de sesión. En el curso de una SESION el tutor va a establecer unos objetivos pedagógicos, y una estrategia para alcanzarlos.

Cuando el objetivo pedagógico del TUTOR "aplicar estrategia de enseñanza E" se activa , todas las interacciones TUTOR-ALUMNO que se realicen a partir de ese momento y hasta la activación de un nuevo objetivo pedagógico, determinan un diálogo. Por tanto una sesión se compone de un conjunto relacionado de diálogos. Cada cambio de estrategia pedagógica provoca el desarrollo de un nuevo diálogo.

Un objetivo pedagógico se refina en unos objetivos pedagógico-temáticos más concretos. Dependiendo del conocimiento del alumno el tutor decide sobre qué concepto aplicar la estrategia de enseñanza decidida en el paso previo. Los objetos que aparecen en este refinamiento constituyen el foco de atención global.

El conjunto de interacciones que se producen para alcanzar los objetivos pedagógico-temáticos antes mencionados constituyen un intercambio. Un diálogo por tanto estará formado por una secuencia de intercambios.

Un intercambio se compone a su vez de un conjunto de intervenciones (texto que produce cada interlocutor desde que toma la palabra hasta que la cede) y de posibles intercambios. Puede haber distintos tipos de intercambios según el objetivo pedagógico-temático definido por el TUTOR. Cada tipo de objetivo, caracteriza una forma de intercambio y por tanto define una secuencialidad propia de las intervenciones/intercambios. Este conocimiento permite establecer expectativas en el proceso de análisis acerca de la respuesta esperada.

2.2 Segunda fase: selección de las formas de representación más adecuadas

El conocimiento asociado a cada tipo de intervención del alumno puede caracterizarse en base a su estructura lingüística y su interpretación. Por ejemplo, una intervención de carácter informativo tendrá una estructura lingüística y su interpretación nos dará una idea de su función: proveer información acerca de un tema, o de un estado de conocimiento.

Hemos expresado mediante esquemas la relación existente entre las categorías de los verbos y el tipo de los mensajes en que estaban implicados dichos verbos (mensajes de pregunta, petición, información, comentario). La figura 1 muestra un ejemplo de la estructura de cada esquema.

TIPO DE ESQUEMA: Confirmación (una de las cuatro clases establecidas)

Precondición contextual: <clase de intercambios en la que se puede producir este tipo de intervenciones>

Lista de verbos: <clase de verbos que puedan interpretarse con este esquema>

Características Morfo-Sintácticas: <restricciones de los constituyentes de la frase>

Características Semánticas: <restricciones semánticas que debe cumplir el núcleo de algunos constituyentes de la frase>

Interpretación: <tipo y formato del mensaje que se genera para el TUTOR>

figura 1

2.3 Tercera Fase: Diseño de la arquitectura general del Módulo Interfaz

La interfaz se estructura en un conjunto de componentes tal como puede verse en la figura 2. Proponemos un componente que llamamos contextual, que observando la actividad del tutor genera la estructura del diálogo y controla el proceso de análisis. El nivel sesión surgirá como consecuencia de la determinación del objetivo pedagógico "aplicar estrategia E". Diálogo, intercambio y finalmente intervenciones se irán generando descendentemente (conforme se activan nuevos objetivos del TUTOR) hasta llegar al momento en el que se produce una intervención del alumno. A partir de este momento, el análisis es un proceso ascendente guiado por las distintas expectativas creadas. El componente semántico del analizador determinará cuál es el esquema que se aplica para interpretar la intervención del alumno.

Esta información se envía al tutor, quien decidirá en caso de conflicto, la modificación o no, de sus objetivos y por tanto puede provocar la terminación de un intercambio, diálogo, o incluso de la sesión. ¿Cómo reconocemos el tipo de intervención que se produce?. Tras un análisis morfológico del mensaje del alumno, se activa el componente semántico que, basándose sobre todo en la información verbal, selecciona un tipo de esquema y su instancia. El proceso de análisis se realiza de forma incremental [Mel- 85].

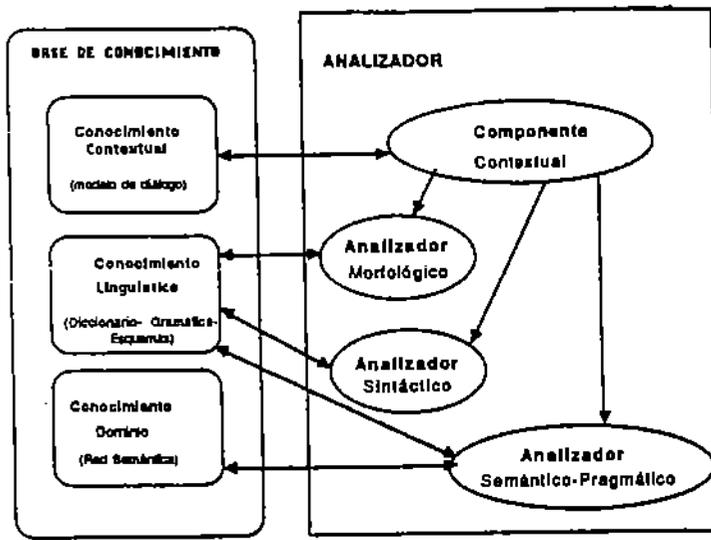


figura 2

3. EJEMPLO DE DIALOGO

Consideremos un diálogo ejemplo. Corresponde a una sesión intermedia del proceso de enseñanza. Inicialmente el TUTOR determina como objetivo realizar un repaso breve e introducir nuevos conceptos. Este objetivo pedagógico es el que guía las interacciones. El conjunto de mensajes entre (1) a (7) determina un diálogo. A continuación, el TUTOR especifica el concepto a recordar entre los ya estudiados en sesiones previas. El concepto es "especificación de propiedades". Ahora el objetivo pedagógico-temático del TUTOR es el que guiará el intercambio. Cada intercambio se compone de intervenciones del TUTOR y del alumno. En la figura 3 puede verse la estructura de este diálogo.

- T. (1.1) El último día aprendimos a especificar elementos que cumplían una propiedad (especificada mediante una fórmula).
 (1.2) ¿Tienes alguna pregunta sobre ello?
- A. (2.1) no, puedes seguir,
 (2.2) pero podrías ponerme un ejercicio
- T. (3.1) Eso iba a hacer
 (3.2) Especificar el siguiente problema: "Dado un complejo en forma de par ordenado (parte real, parte imaginaria), expresarlo en forma polar (módulo, argumento)
- A. (4) No recuerdo cuál es la forma polar.
- T. (5) Si represento un número imaginario:
 coordenada X: parte real
 coordenada Y: parte imaginaria
 como (módulo, argumento) de tal forma que:
 $módulo = \sqrt{X^{**2} + Y^{**2}}$
 (longitud de la hipotenusa que tiene el triángulo rectángulo formado por las dos coordenadas)
 $argumento = ARCTNG(Y/X)$
- A. (6.1) vale, ya lo entiendo
 (6.2) ENTRADA: Sea (A,B) "perteneciente a" REAL * REAL
 SALIDA: Calcular (H,Z) "perteneciente a" REAL * REAL tal que
 $H = \sqrt{A^{**2} + B^{**2}}$ and $Z = ARCTNG(B/A)$
- T. (7.1) El ejercicio es correcto.
 (7.2) Pasamos a otra cosa.
 Hasta ahora hemos estado trabajando con objetos sencillos, elementos básicos y funciones sobre esos elementos....

CONVERSACION-1
 Participantes: TUTOR, alumno
 Objetivo-tutor: "enseñar o especificar"

DIALOGO-1
 Objetivo-tutor: "repaso breve"
 Tipo: pedagógico

INTERCAMBIO-1
 (repaso breve)

DIALOGO-1
 Objetivo-tutor: "Introducción-nuevos-conceptos"
 Tipo: pedagógico
 (Mensajes: a partir de 7.2)

Tipo de intercambio: repaso-breve

foco global: ((especificación-proceso)
 (elementos que verifican una propiedad- concepto))

INTERVENCION-TUTOR-1
 Hablante: TUTOR
 Oyente: Alumno
 foco inmediato: texto
 Tipo: empujacion-Infoformativo-sistema
 Mensaje: ref(estrategia)
 (1.1)

INTERVENCION-TUTOR-2
 Hablante: TUTOR
 Oyente : Student
 foco inmediato: <lista por el elemento-
 categoria semantico>
 Tipo: empujacion
 Mensaje: <>

INTERCAMBIO-1.1
 (verificación-texto)
 Tipo intercambio: verificación-texto
 Foco global : ((especificación-proceso)
 (elementos que verifican una propiedad- concepto)
 (Empujación-concepto-TE))

INTERCAMBIO-1.2
 (verificación-mediente-problema)
 Tipo-Intercambio: verificación-gral
 Foco global:((especificación-proceso)
 (elementos verificing a property- concepto)
 (problema-concepto-TE))

INTERVENCION-TUTOR-1
 Hablante: TUTOR
 Oyente: Alumno
 foco inmediato <(histo para el elemento-
 categoria semantico)>
 Tipo: verificación
 Mensaje: (1.2)

INTERCAMBIO-1.1.1
 (respuesta-no-evaluable)
 Tipo Intercambio: respuesta-no-evaluable
 Foco global :

INTERCAMBIO-1.1.2
 (respuesta-no-evaluable)
 Tipo Intercambio:
 respuesta-no-evaluable
 Foco global : ...

INTERVENCION_TUTOR
 Hablante: TUTOR
 Oyente: alumno
 Foco inmediato:
 (4)
 Tipo: plantear-problema
 Mensaje: (3.2)

INTERCAMBIO-1.2.1
 (respuesta-
 no-evaluable)

INTERCAMBIO-1.2.2
 (respuesta-evaluable)
 Tipo-Intercambio:
 respuesta-evaluable
 Foco global:....

INTERVENCION-ALUMNO-1
 Hablante: alumno
 Oyente: TUTOR
 Mensaje: (2.1)
 Interpretación: Conf-positiva

INTERVENCION-ALUMNO-2
 Hablante: Alumno
 Oyente: TUTOR
 Interpretación: Peticion
 Mensaje: (2.2)

INTERVENCION_TUTOR
 Hablante: TUTOR
 Oyente: alumno
 Foco inmediato: ...
 Tipo: resolver conflicto

INTERVENCION-ALUMNO

 Mensaje (5)

4. CONCLUSIONES

El interés del presente trabajo reside en la aplicación de las teorías de modelización del proceso de diálogo propuestas por Ferrari [Fer- 86] a un dominio de una cierta complejidad, el análisis y generación de sesiones de enseñanza interactiva.

Se propone una formalización que unifica el tratamiento de los objetivos de los interlocutores y la determinación del foco de atención. La estructuración se hace en torno a cuatro niveles: sesión, diálogo, intervención e intercambios. Se ha realizado una clasificación de intervenciones e intercambios en términos de su estructura superficial y su interpretación.

El componente contextual dirige el proceso, con una estrategia descendente en la generación y ascendente en la comprensión (guiada por expectativas). El análisis se realiza de forma incremental. Actualmente se está construyendo un prototipo de la interfaz, implementado en Prolog.

5. BIBLIOGRAFIA

[Cla- 81] Clancey, W.

Methodology for building an Intelligent Tutoring System

Heuristic Programming Project. HPP-81- 18.

[Coh- 84] Cohen, P.R.

The pragmatics of referring and the modality of communication

Computational Linguistics, Vol. 10. Number 2, April-June 1984.

[Fer- 88a] Fdez. de Castro, I. Diaz de Ilarraza, A. Verdejo, F.

Diseño de un tutor mediante planificación dinámica

Proceedings of IBERAMIA- 88. pp. 109-127

[Fer- 88b] Fdez. de Castro, I. Diaz de Ilarraza, A. Verdejo, F.

Building a Programming Tutor by Dynamic Planning: case studies and a proposal

International Conference on Tutoring Systems 88. Montreal. 1988

[Ferr-86] Ferrari, G. Really, R.

A two level dialogue representation

Proceedings of COLING 86.

[Gar-86] Garijo, F., Intxausti, K., Hernandez, L., Verdejo, F.

SINTALAB: an expert system for the synthesis of abstract algorithms

Proceedings of the 6 Int. Workshop on Expert Systems and their application, pp 1497-1499. Avignon 1986.

[Gar-84] Garijo, F. Verdejo, F.

Knowledge representation for teaching programming in an ICAI enviroment

First IEEE Conference on Artificial Intelligence Applications. Denver. Colorado.

[Gro- 81] Grosz, B.J.

Focusing and description in natural language dialogues

Elements of Discourse Understanding. Cambridge University Press (1981) pp. 84-105

[Lit- 87] Litman, D.J. Allen, J.F.

A plan recognition Model for Subdialogues in Conversations

Cognitive Science 11- pp 163- 200. 1987

[Mel- 85] Mellish C. S.

Computer interpretation of natural language descriptions.

Ellis Horwood Ltd. 1985.

[Woo- 84] Woolf, B., MxDonald, D.

Building a computer tutor: Dessign Issues.

Computer IEEE (Sept 84), pp 61-73

