

“Ontología para la Interacción de Agentes en un Hábitat inteligente”

Ing. María M. Bruno⁽¹⁾, M. Ing. Jorge S. Ierache⁽²⁾

^(1,2)Instituto de Sistemas Inteligentes y Enseñanza experimental de la Robótica (ISIER)
Facultad de Informática Ciencias de la Comunicación y Técnicas Especiales (FICCTE)
Universidad de Morón

Cabildo 134, (B1708JPD) Morón, Buenos Aires, Argentina

Tel: 54-11-5627-2000 (int 272) - Fax: 54-11-5627-2002

⁽¹⁾mariambruno@yahoo.com.ar, ⁽²⁾jierache@yahoo.com.ar

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es la presentación de una ontología que permita representar la interacción de elementos en un hábitat inteligente, para el cual se propone una interacción entre tres conjuntos de elementos *Entorno del Hábitat*, *Dispositivos Reactivos* y *Artefactos del Ambiente*, con la participación del usuario (actor). El primer conjunto denominado *Entorno del Hábitat*, incluye a dos subconjuntos: *Entorno Interno* (por Ej. la luminosidad interior de la vivienda) y *Entorno Externo* (por Ej. la luminosidad exterior). El conjunto de los *Dispositivos reactivos*, incluye a los elementos efectores y actuadores (persianas, etc.), sobre cuyo estado influye directamente el entorno del hábitat. Y por último, se encuentran los *Artefactos del Ambiente*, que pueden determinar un comportamiento diferente en el sistema, según su estado. Incluye dos subconjuntos: *Artefactos Generales* (que comprende artefactos visuales, como por ejemplo televisores. Auditivos y domésticos como microondas, lavarropas, etc.). Y *Artefactos Semánticos*: que interactúan en forma bidireccional con el usuario. En particular se presenta la interacción con el display de ambiente Hello.Wall como artefacto semántico, capaz de presentar diferentes tipos de información según la situación.

Palabras clave: Ontología, Hábitat inteligente, Artefactos Semánticos, Domótica.

1. INTRODUCCIÓN

En el trabajo de *Simulación de un Hábitat Inteligente en Función del Ambiente y los Artefactos Activos* [5], se planteó un modelo para representar la interacción de elementos en un hábitat inteligente tipo, orientado a la vivienda. En el presente trabajo se pretende extender dicho modelo para representar un hábitat más universal, en particular se propone la interacción entre el usuario y los conjuntos de Artefactos del Ambiente, específicamente Artefactos Semánticos; Entorno del Hábitat y Dispositivos Reactivos, según el modelo Interacción de elementos en un Hábitat inteligente, presentado en la Figura 1-1. Para ejemplificar esta interacción, se seleccionó como artefacto semántico el display de ambiente denominado Hello.Wall [15], que facilita y estimula la comunicación en un ambiente que permite crear espacios, que se basan en la comunicación informal e interacción social.

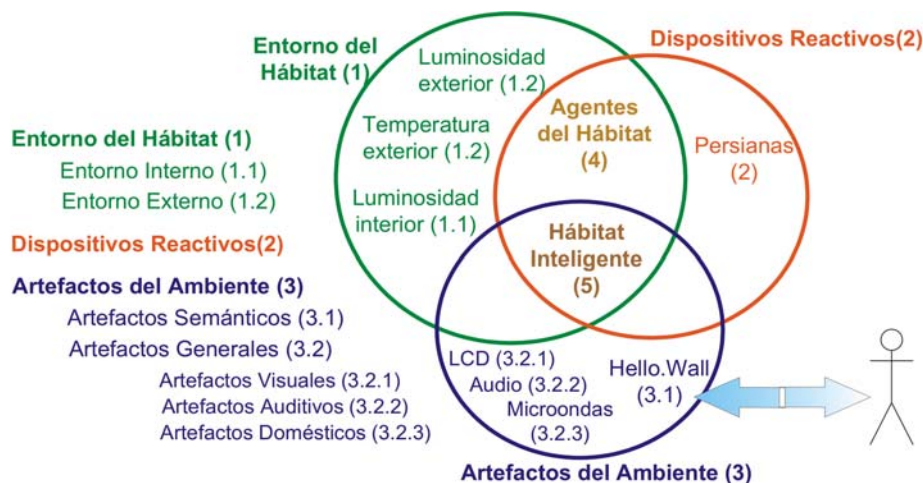


Figura 1-1. Interacción de elementos en un Hábitat inteligente

Hello.Wall estimula y promueve la comunicación informal aprovechando la capacidad de las personas para percibir información por medio de códigos sin distraerlos de sus propias actividades. Cuenta con sensores y luces, lo que le permite manejar el concepto de “semántica dependiente de la distancia”, esto quiere decir que el tipo de información que muestra, depende de la distancia a que se encuentran las personas que pasan frente al mismo.

Tiene tres tipos de zonas de comunicación, que determinan el tipo de información a mostrar (Figura 1-2.):

- Zona de ambiente: Se muestran patrones generales que todos pueden interpretar y experimentar.
- Zona de notificación: Mensajes individuales o personalizados. (Patrones abstractos que solo pueden interpretar aquellos a quienes van dirigidos).
- Zona de interacción: Solicitudes de comunicación directa. Por ejemplo para iniciar una videoconferencia con un miembro distante de la organización. (Patrones abstractos)

El artefacto Hello.Wall se complementa con otros dos artefactos que el usuario lleva consigo: View Port y Personal Aura [15]. ViewPort permite comunicar información adicional, e interpretar patrones, etc. Personal Aura, permite la individualización de los miembros de la organización, indicar su rol en un proyecto determinado e indicar su disponibilidad.

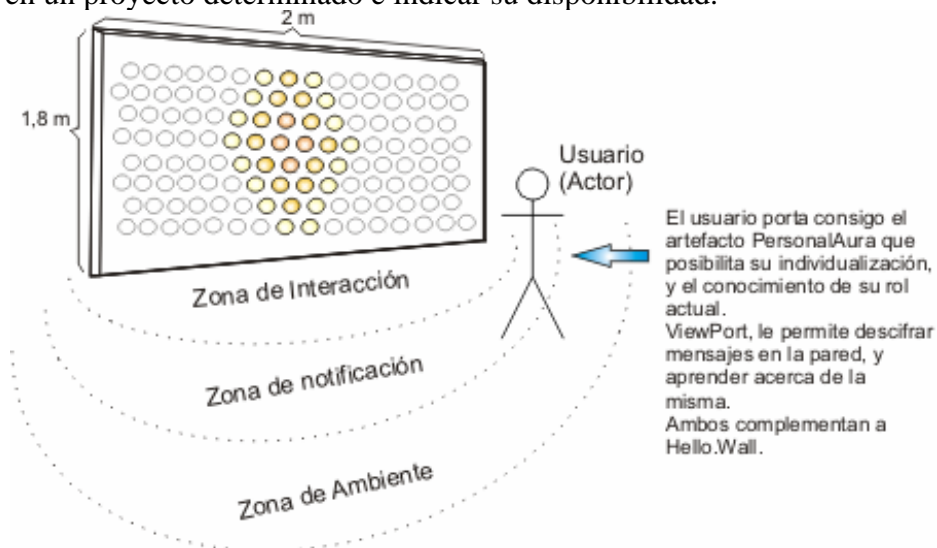


Figura 1-2. Zonas de comunicación en Hello.Wall

2. LAS ONTOLOGÍAS Y LA DOMÓTICA

Debido al impulso y crecimiento de la domótica, oficinas inteligentes, etc, resulta necesario disponer de un medio de representación del conocimiento, que permita establecer un modelo legible y reutilizable entre todas las partes que están involucradas en el desarrollo y uso de estos sistemas. La ontología, provee el vehículo esta representación. En este trabajo se utilizó la herramienta Protégé versión 3.2 beta, desarrollada por Stanford Medical Informatics [4, 8, 9, 10, 11, 12 y 17] para la creación de las ontologías.

En el mercado existen numerosos sistemas comerciales para la domótica y edificios inteligentes, como se puede ver en [13] pero ninguno de ellos está basado en ontologías.

Existe una ontología, para la domótica, modelada con Protégé 2000, y una especificación completa en lenguaje CML que se puede consultar en [1]. Este modelo, tiene una fuerte orientación “hardware”. Se centra en las redes domóticas, dispositivos y fuentes de alimentación, con una granularidad importante. El modelo que aquí se propone, en cambio, está más orientado al funcionamiento e interacción de los sistemas inteligentes, entre sí y con el usuario, sin entrar en detalles extensos de bajo nivel, en cuanto a las instalaciones se refiere. El escenario motivador, es el que está reflejado en el modelo planteado en la Figura 1-1. En este caso se produce la interacción simultánea entre los tres conjuntos con la participación del usuario, cuando éste último interactúa con la pared Hello.Wall, y debido al nivel de luminosidad exterior (Entorno del Hábitat), es necesario ajustar la posición de las persianas (Dispositivos reactivos) para que el usuario pueda visualizar correctamente los patrones que le presenta Hello.Wall.

3. PROYECTOS RELACIONADOS

Para la creación de la tecnología Gator para casas inteligentes [16], se desarrolló una arquitectura de referencia genérica aplicable a cualquier espacio computacional dominante (arquitectura Middleware) que está constituida por las capas física, plataforma de sensores, servicio, conocimiento, manejo contextual y aplicación. En la Capa conocimiento, hay una ontología de los varios servicios ofrecidos y de los electrodomésticos y dispositivos conectados al sistema. Esto hace posible razonar acerca de los servicios, permitiendo por ejemplo, adaptar los valores proporcionados por un sensor, antes que sean utilizados como entrada por un dispositivo. Además, los protocolos de descubrimiento y anuncio de servicios usan esta definición de servicios y la semántica para registrar o descubrir un servicio.

Por otra parte, existe un proyecto internacional, el proyecto AMEC [2], (Ambient Ecologies) que busca la evolución del hogar digital, hacia entornos de Ambiente Inteligente. En este proyecto se desarrolló una arquitectura que permitirá la creación de aplicaciones y servicios informáticos ubicuos, mediante la integración de componentes software y hardware heterogéneos. Esta arquitectura consta de dos capas la capa de hardware/comunicación y la capa de sistema operativo/middleware. Se pretende desarrollar un mecanismo de interoperabilidad, que estará basado en una ontología, para facilitar la relación entre ambas capas y la interfaz externa para las aplicaciones de usuario. De forma similar al caso de la tecnología Gator, esta ontología proporciona un lenguaje común para la comunicación y la colaboración entre artefactos, aunque éstos provengan de diferentes fabricantes. Tiene dos partes principales que son: Core ontology, que está orientada a los dispositivos, y Application ontology que está orientada a los usuarios. En la figura 3-1, se puede ver la estructura de la ontología AMEC

En el presente trabajo, se realiza un enfoque complementario. En primer lugar, porque se extiende a diversos sistemas del hábitat inteligente. Éstos están representados en la ontología propuesta. En los proyectos mencionados anteriormente, las ontologías se aplican a solo una parte del proyecto.

En segundo lugar, se incorporan en la ontología, a los artefactos semánticos, como es el caso de Hello.Wall, [15] que muestra información, con una semántica dependiente de la distancia, bajo una propuesta de interacción de agentes, que conforman el modelo presentado en la figura 1-1.

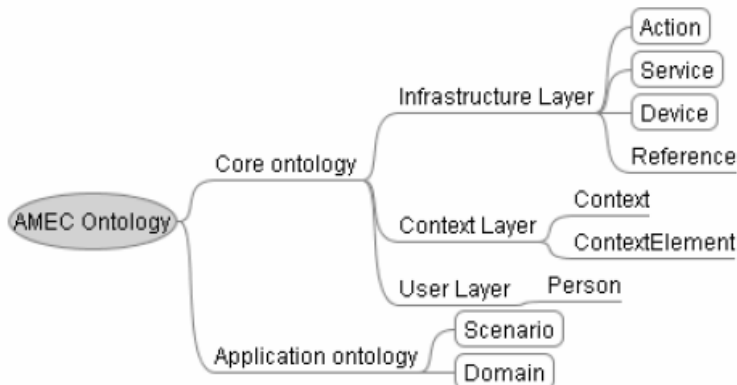


Figura 3-1. Estructura de la ontología AMEC

4. PROPUESTA DE ONTOLOGÍA PARA UN HÁBITAT INTELIGENTE

Para la construcción de la ontología, se tomó como guía la metodología de Grüninger y Fox [3], que propone una serie de pasos formales a seguir. En primer lugar se estableció el escenario motivador, que como se dijo en la sección 2, es el planteado en la Figura 1-1. Se creó la taxonomía de clases del dominio de la aplicación, así como sus relaciones y atributos, con la herramienta Protégé. El diagrama UML de la Figura 4-1. permite ver esta taxonomía. Las clases modelan los conceptos, y sus atributos se corresponden con los slots definidos en la ontología. A estos pasos le siguen: La formalización de las preguntas pertinentes, definición de restricciones (axiomas formales), y verificación de la completitud de la ontología.

A continuación se explican los principales conceptos, relaciones y restricciones identificados, para la propuesta de ontología: (Los números entre paréntesis se corresponden con la numeración utilizada en el diagrama de conjuntos de la Figura 1-1.)

- HabitatInteligente (5): Es el hábitat inteligente, representado en la sección 1, Figura 1-1., como la intersección de los tres conjuntos de elementos. En el hábitat inteligente hay elementos del entorno del hábitat a controlar, dispositivos reactivos que representan la salida de los sistemas, agentes del hábitat que realizan las mediciones del entorno, y determinan la salida para los dispositivos reactivos, y por último, artefactos semánticos (Hello.Wall, en este caso) que interactúan en forma directa con los usuarios y pueden determinar un comportamiento diferente en el sistema.
- EntornoDelHabitat (1), tiene dos subclases directas que son:
 - ✓ EntornoInterno (1.1): que representa a las variables internas del hábitat, que se van a controlar, y está constituido por:
 - LumInt (Luminosidad interior).
 - TempInt (Temperatura interior).
 - Humo (Humo que se produce en un incendio).
 - Gas (Gas natural, monóxido de carbono y otros gases nocivos).
 - DetMovimiento (Detección de movimiento, por parte de un intruso).

- DetVibracion (Detección de vibración -rotura de vidrios-).
 - DetApertura (Detección de apertura, de puertas y ventanas).
 - PasoAgua (Paso del caudal de agua, por las tuberías).
 - NivelAgua: (Nivel de agua en el tanque).
 - PresionTuberia (Presión interna de las tuberías de agua).
- ✓ EntornoExterno (1.2): que representa a las variables externas del hábitat, que se van a controlar, y está constituido por:
- LumExt: (Luminosidad exterior)
 - TempExt (Temperatura exterior)
 - Viento (Fuerza del viento en el exterior)
- Agente: (Agentes del Hábitat (4)) Es todo aquello que puede percibir su entorno a través de sensores e interactuar con el mismo a través de efectores [14, 18, 19]. Por este motivo los agentes resultan adecuados para modelar los distintos sistemas de un hábitat inteligente. Además las características descritas en las definiciones débil (autonomía, habilidad social, reactividad y proactividad) y fuerte (nociones mentales, racionalidad, adaptabilidad o aprendizaje y veracidad) de los mismos [18] hacen que su uso resulte muy conveniente para la escalabilidad futura en este dominio de aplicación.
- Siguiendo la definición de agente, la clase se definió con una relación de composición con la clase de DispositivoReactivo, y con la clase Sensor. De esta manera, un Agente, podrá tener uno o más actuadores (clase DispositivoReactivo), y uno o más sensores. Además cada agente tendrá una instancia de la clase ClaseFuzzy, que le permite trabajar con lógica difusa en vez de lógica booleana, como se planteó en [5].
- Se proponen los diferentes agentes que conforman el hábitat multiagente (agentes inteligentes que resuelven un problema de manera cooperativa [6]) representado por:
- ✓ AgentePersiana: que se encarga del control automático de las persianas, teniendo en cuenta la influencia de la temperatura exterior y de la luminosidad exterior, de manera que estos factores no tengan un impacto negativo, en las condiciones interiores del hábitat, (se debe controlar por ejemplo, que en verano, se limite la cantidad de luz solar que pasa a través de las persianas, a fin de que no se eleve la temperatura ambiente)
 - ✓ AgenteIllum: se encarga del control de la iluminación artificial. Para esto evalúa las condiciones de luminosidad (natural) del ambiente, y determina la intensidad de luz necesaria en consecuencia.
 - ✓ AgenteHVAC: se encarga del control de la calefacción ventilación y aire acondicionado, y que tiene varias subclases, cada una de las cuales, se encarga del control de los módulos integrantes del sistema de HVAC: AgenteCalefacción, AgenteAAcond y AgenteVentilacion. Los agentes de calefacción y aire acondicionado, evalúan la temperatura ambiente, y ajustan el dispositivo reactivo correspondiente (Calefacción y Aire acondicionado), para mantener la temperatura dentro de los límites de confort. El agente de ventilación, controla parámetros de calidad del aire, y activa los ventiladores, cuando la evaluación de dichos parámetros lo amerita. Hay una comunicación entre los agentes de calefacción y aire acondicionado, para evitar situaciones en las que entren en conflicto, activándose ambos sistemas simultáneamente, como se plantea en [16]. Además tienen comunicación con el agente de ventilación natural, para que en caso de apertura de ventanas, se apague el aire acondicionado, o la calefacción.
 - ✓ AgenteVentNatural: se encarga del control de la ventilación natural (opera sobre las ventanas, y es diferente a la ventilación artificial, de la que se encarga el AgenteVentilacion).

Este agente tiene comunicación con el agente de la ventilación artificial. Siempre que los niveles de calidad del aire, y del viento (en el exterior) lo permitan, el agente de ventilación natural procurará solucionar él mismo el problema. Pero en caso de que esto no sea posible, entonces la responsabilidad recae en el agente de ventilación artificial.

- ✓ AgenteSeguridad, tiene dos subclases que son
 - AgenteIntrusos que detecta cualquier intento de intrusión, y activa la alarma sonora. Con los sensores infrarrojos, puede detectar cualquier movimiento dentro del rango de alcance del sensor. Con los sensores de apertura, (switches magnéticos) detecta la apertura de ventanas o puertas. Con los sensores de vibración, detecta las roturas de vidrios. Este agente tiene comunicación con el agente de ventilación natural, que le informa en caso de apertura de ventanas para evitar falsas alarmas. También se comunica con el agente de iluminación, para que encienda las luces en la zona vulnerada. Por último, se comunica con el agente de comunicaciones, para que éste inicie las llamadas de emergencia cuando es necesario.
 - AgenteFugas que controla posibles fugas de gas o la presencia de elementos nocivos en el aire. En caso de fugas de gas, cierra la electroválvula de gas correspondiente e informa al usuario de lo acontecido. Se comunica con el agente de ventilación artificial, para que éste inicie la extracción de aire.
 - ✓ AgenteMonitoreo, se comunica con todos los agentes, de los que obtiene información de desperfectos, así como del estado actual de cada uno de los sistemas.
 - ✓ AgenteComunicaciones, se encarga de las telecomunicaciones.
 - ✓ AgenteAgua, que se encarga de proporcionar los servicios de agua fría y caliente. Para ello cuenta con sensores de paso de agua, sensores de nivel, presóstatos, bombas de agua, bombas de presión y electroválvulas.
 - ✓ AgenteEnergía: que planifica y controla el consumo de energía. Recibe información del resto de los agentes, acerca del consumo realizado.
 - ✓ AgenteIncendio, que detecta e inicia la extinción de los incendios. En caso de que uno de los sensores de humo, se active, el agente inicia las siguientes acciones: Se comunica con el agente de energía para que se corte la luz en todo el edificio, y se active la línea de emergencia, las luces y caminos guía. Se comunica con el agente de comunicaciones, para que éste inicie las llamadas de emergencia. Se comunica con el agente de ventilación artificial, para iniciar la extracción del humo. Además cuenta con una red de agua especial para la extinción, y sensores de nivel, de paso de agua, presóstato, bombas de presión bombas de agua, electroválvulas y sprinklers, para iniciar la extinción.
- DispositivoReactivo (2): Esta clase representa a los dispositivos actuadores y efectores (agentes reactivos, que son agentes de bajo nivel, que no disponen de un protocolo ni de un lenguaje de comunicación y cuya única capacidad es responder a estímulos [6].), cuyo estado final es determinado por la evaluación del Entorno del Hábitat, por parte de los agentes del ambiente. Sus subclases son:
 - ✓ ARPersiana (Representa a las persianas ubicadas en las ventanas del hábitat)
 - ✓ ARLuz (Luces del hábitat)
 - ✓ ARAAcond (Aire acondicionado)
 - ✓ ARCalfacción (Calfacción)
 - ✓ ARVentilador (Ventiladores para la ventilación artificial)
 - ✓ ARVentana (actuadores para la apertura de ventanas, en la ventilación natural)
 - ✓ ARAlarmaSonora (Alarma sonora, para las situaciones de emergencia)
 - ✓ ARElectroválvula (Electroválvulas, para impedir o permitir el paso de agua o gas)

- ✓ ARTeléfono (Teléfono)
 - ✓ ARBombaPresion (Bomba de presión, para las tuberías de agua)
 - ✓ ARBombaAgua (Bomba para permitir el ascenso del agua por las tuberías)
 - ✓ ARSprinkler (Sprinkler, para la extinción de los incendios)
 - ✓ ARDisyuntor (Permite cambiar entre la línea normal –de tensión- y la de emergencia)
 - ✓ ARGrupoElectrógeno: (Para la provisión de energía eléctrica de emergencia).
- ArtefactoDelAmbiente (3): Son los artefactos que dependiendo de si están activos o no, pueden determinar una salida diferente para el sistema. Incluye a los siguientes tipos de artefactos:
 - ✓ ArtefactoSemántico (3.1): Son los artefactos inteligentes, (agentes cognitivos) que interactúan directamente con el usuario. En el presente trabajo, el artefacto Hello.Wall se encuentra dentro de este conjunto.
 - Hello.Wall Es el artefacto semántico cuya interacción se estudia en el presente trabajo. Esta clase fue definida en Protégé, con multiherencia, por lo que además de ser un artefacto semántico, es un artefacto visual, heredando las características de los artefactos visuales.
 - ✓ ArtefactoGeneral (3.2): Son artefactos inteligentes, que no tienen una fuerte interacción con el usuario. Incluye a los siguientes tipos de artefactos:
 - ArtefactoVisual (3.2.1): Esta clase hace una categorización diferente de los artefactos visuales, ya que estos presentan una característica común que es su “tolerancia al reflejo”, que en algunos casos implicará un ajuste de las persianas, y en otros inclusive el apagado de las luces. Tiene varias subclases que son:
 - LCD
 - CRT
 - Proyector
 - Hello.Wall
 - ArtefactoAuditivo (3.2.2): Incluye a los artefactos relacionados con el sonido, como equipos de audio, iconos de audio, etc.
 - ArtefactoDomestico (3.2.3): Esta clase engloba a los electrodomésticos inteligentes. Incluye a las siguientes subclases:
 - Lavarropas
 - Microondas
 - Heladera
 - Otros

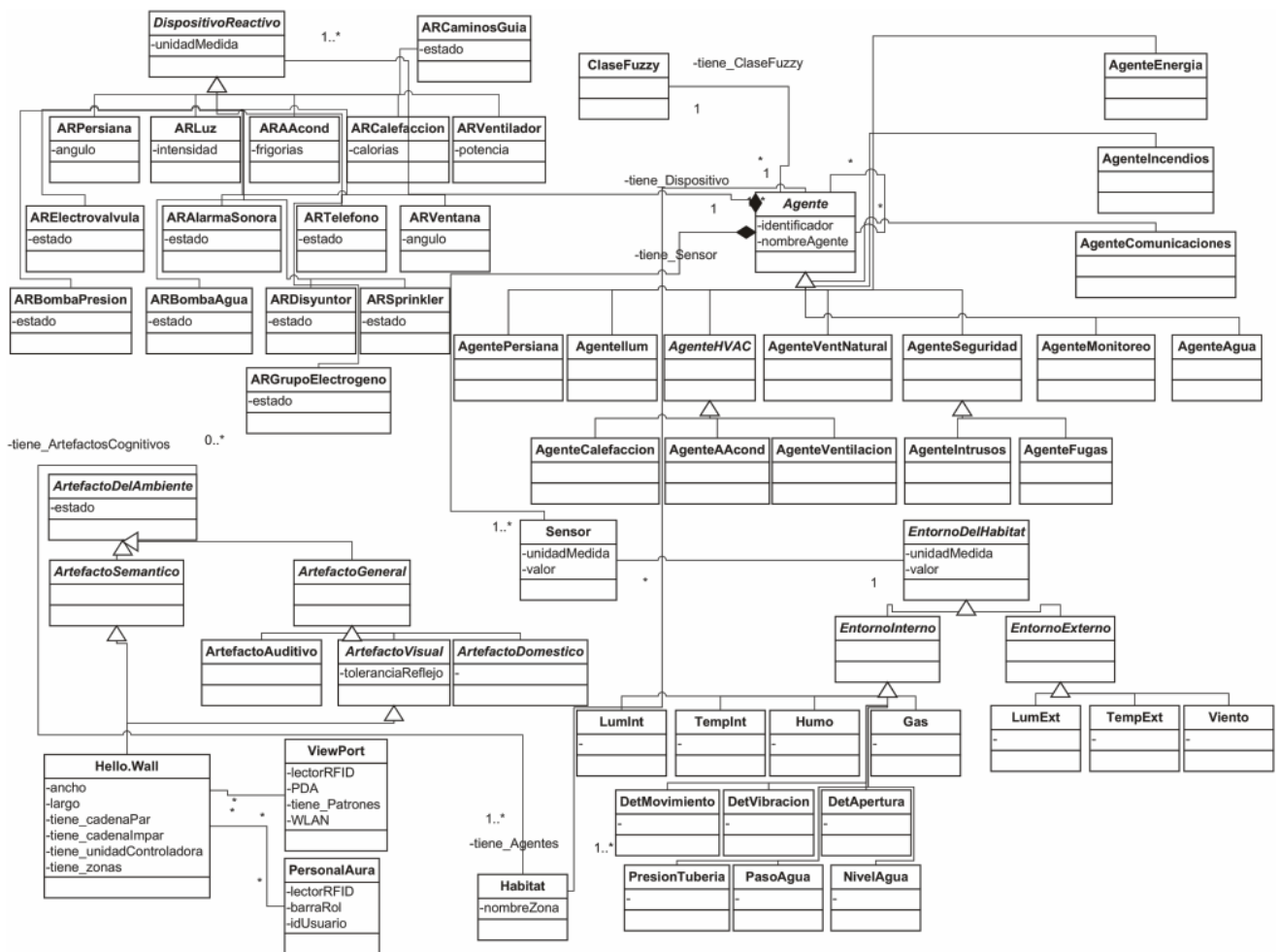


Figura 4-1. Diagrama UML Ontología para la interacción de Agentes en un hábitat inteligente

Clases Consideradas para la Operación del Sistema

- Clases que Permiten la Interacción Entre el Usuario y Hello.Wall
 - ✓ ViewPort: esta clase representa al artefacto ViewPort, que cada usuario lleva consigo, permite la decodificación de mensajes en la pared (según el permiso del usuario en el contexto actual), y también aprender acerca de Hello.Wall.
 - ✓ PersonalAura permite que la pared Hello.Wall muestre mensajes personalizados (cuando el usuario está en la zona de notificación) y la identificación del mismo, así como su rol y disponibilidad en el proyecto actual. También permite enviar solicitudes para interactuar con miembros remotos, cuando el usuario se encuentra en la zona de interacción.
- Clases Generales
 - ✓ ClaseFuzzy: esta clase es la que contiene los elementos necesarios para pasar los valores del mundo real a valores difusos, evaluar reglas difusas, y por último pasar los resultados parciales obtenidos, a valores reales aplicables a los efectores.
- Clases Especiales, (todas subclases de la clase :DIRECTED-BINARY-RELATION, una clase predefinida en Protégé) para representar relaciones binarias:

- ✓ Relacion_OperadorAnd: Es la relación entre dos etiquetas difusas de entrada, que representa a la expresión and difuso, a la que corresponde un valor de etiqueta difusa de salida como resultado de dicha expresión.
- ✓ Relacion_OperadorOr: Representa a la expresión or difuso, aplicada entre dos expresiones de and difuso, y que da como resultado un valor de etiqueta difusa de salida.
- ✓ Relacion_SalidaFuzzy: Es la relación entre un valor de salida difusa, y el centro de gravedad.
- ✓ Relacion_PulsoLed: Es la relación entre un pulso, y el brillo de un led, que representa.
- ✓ Relacion_ZonaSensor: Permite conocer los sensores pertenecientes a cada zona de Hello.Wall.
- ✓ Relacion_ZonaPatron: Permite conocer los patrones posibles, dentro de una zona de Hello.Wall.
- ✓ Relacion_ColaboracionAgentes: Representa a la colaboración entre los agentes, para cumplir con sus objetivos.

Con el uso de la herramienta Protégé fue posible elaborar los siguientes diagramas, en la Figura 4-2. y 4-3 se muestra la jerarquía de clases correspondiente al artefacto semántico Hello.Wall (debido a la extensión del proyecto, solo se muestra en detalle, esta ontología). Las clases abstractas, clases que no pueden tener instancias directas, están representadas con un círculo blanco en el medio (Zona, Patrón y CadenaLed). Las flechas al costado de una clase, indican que la misma tiene subclases (Zona, Patrón y CadenaLed). Además, se definieron facetas, sobre los valores permitidos, los valores por default, y los mínimos y máximos para los slots (Los slots y facetas definidos para la clase Hello.Wall, se pueden ver en las figuras 4-2. y 4-3).

Además se incluye como ejemplo un detalle de código en CLIPS [7], correspondiente a la definición de la clase de Hello.Wall, que se generó con Protégé.

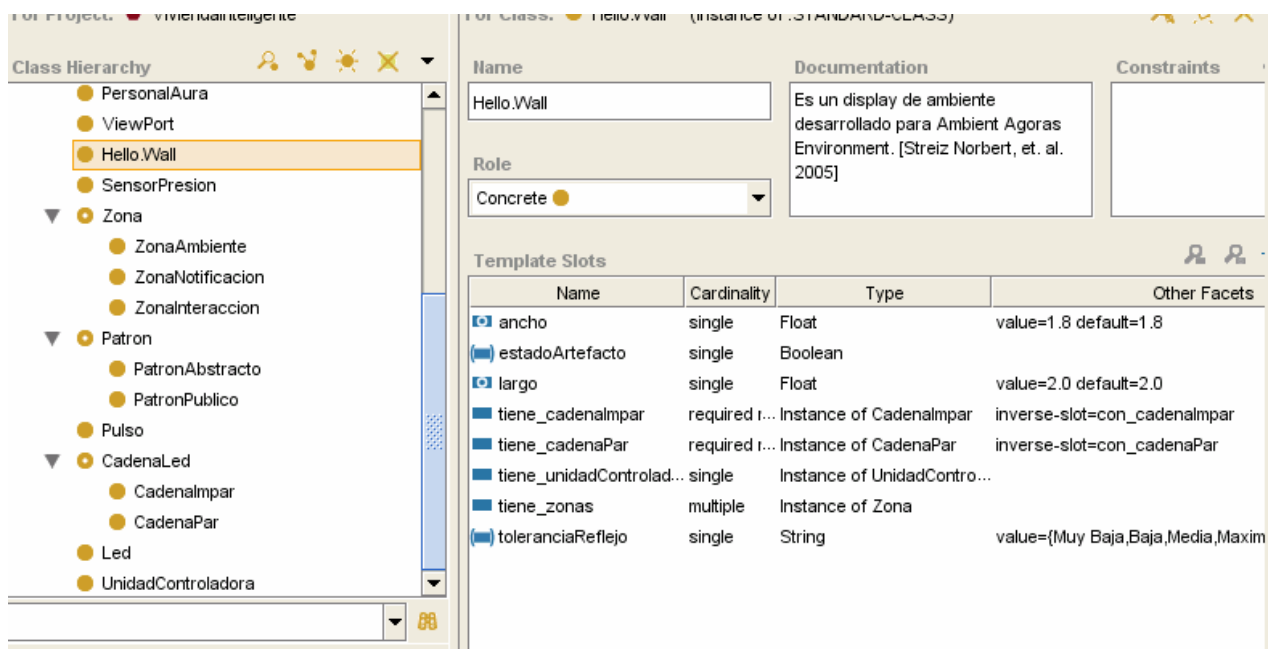


Figura 4-2. Ontología correspondiente a la pared interactiva Hello.Wall

En la Figura 4-3. Se muestra a Hello.Wall, en la taxonomía de los artefactos semánticos.

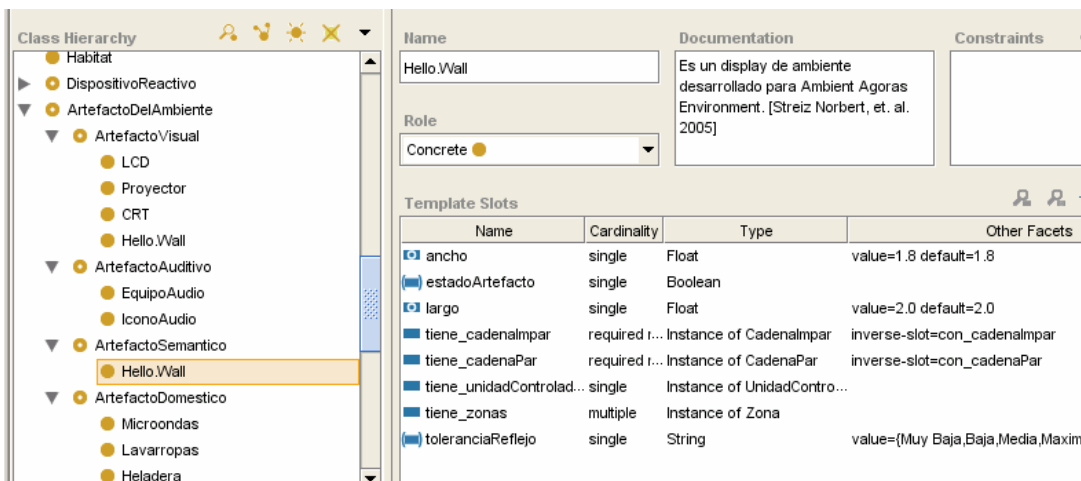


Figura 4-3. Hello.Wall, en la taxonomía de artefactos semánticos

Código CLIPS: Definición de la Clase Hello.Wall

(defclass Hello.Wall "Es un display de ambiente desarrollado para Ambient Agoras Environment. [Streiz Norbert, et. al. 2005]"

(is-a ArtefactoVisual ArtefactoSemantico)

(role concrete)

(single-slot ancho

(type FLOAT)

(default 1.8)

;+ (value 1.8)

;+ (cardinality 0 1)

(create-accessor read-write))

(multislot tiene_zonas

(type INSTANCE)

;+ (allowed-classes Zona)

(create-accessor read-write))

(multislot tiene_cadenaPar

(type INSTANCE)

;+ (allowed-classes CadenaPar)

(cardinality 4 4)

(create-accessor read-write))

(single-slot tiene_unidadControladora

(type INSTANCE)

;+ (allowed-classes UnidadControladora)

;+ (cardinality 0 1)

(create-accessor read-write))

(multislot tiene_cadenaImpar

(type INSTANCE)

;+ (allowed-classes CadenaImpar)

(cardinality 4 4)

(create-accessor read-write))

(single-slot largo

(type FLOAT)

(default 2.0)

;+ (value 2.0)
;+ (cardinality 0 1)
(create-accessor read-write)))

Aplicaciones de la ontología

La ontología propuesta, sustenta la definición de una conceptualización compartida de los diferentes artefactos, en este caso basada en el escenario planteado en la figura 1-1, representada en el diagrama UML de la figura 4-1. Permite establecer la relación que se produce entre los conjuntos de Entorno del Hábitat, Dispositivos Reactivos, y Artefactos del Ambiente, con el usuario externo. En particular, la interacción que se produce con los Artefactos Semánticos (subconjunto de los Artefactos de Ambiente). Esta relación entre estos conjuntos de elementos, está reflejada en la ontología, de modo que, por ejemplo, se puede establecer el ajuste final para las persianas tomando en cuenta las condiciones climáticas, el tipo de artefacto que está activo, y su tolerancia al reflejo del sol.

En el caso de una compañía con grupos de trabajo remotos, se pueden presentar situaciones como la que se plantea en [15], donde un integrante de un equipo de trabajo, interactúa con Hello.Wall, solicitando por ejemplo una videoconferencia con un miembro de un equipo distante. La ontología en este caso, es el vehículo que permite representar la “semántica dependiente de la distancia” que utiliza Hello.Wall.

El desarrollo de esta ontología permitirá la aplicación a ciudades y comunidades, fundamentalmente en los componentes de artefactos semánticos.

También facilitará el monitoreo del hábitat por un usuario remoto, que puede modificar a distancia los parámetros de la vivienda (por ejemplo climáticos), según sus preferencias

5. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

En el desarrollo de este trabajo, se ingresó en una etapa en donde hay artefactos que presentan una mayor interacción con el usuario, como es el caso de Hello.Wall.

En cuanto a la herramienta utilizada para crear la ontología, Protégé cuenta con un entorno gráfico interactivo, que facilita el entendimiento y visualización de lo que se está modelando.

Por otra parte Protégé, ofrece una variedad de plug-ins que permiten extender sus prestaciones básicas y facilita la personalización en varios niveles, lo cual la convierte en una herramienta robusta, que permite crear modelos complejos con relativa facilidad [10].

En cuanto a las futuras líneas de investigación quedan por abordar los protocolos de comunicación entre agentes y seleccionar las arquitecturas más convenientes para su desarrollo, en un ambiente multiagente en un hábitat inteligente.

6. REFERENCIAS

- [1]. BETANZOS, Amparo Alonso; et. al. *Ingeniería del Conocimiento. Aspectos Metodológicos*. Madrid, España: Pearson-Prentice Hall, 2004. 488 p. ISBN: 84-205-4192-3.
- [2]. CASADOMO.com. “CASADOMO.com Newsletter - 30/08/2006”. En: Casadomo.com (El portal del hogar digital)[En línea]. España: Casadomo Soluciones S.L, 30 de Agosto 2006; 6:00 [citado 6 de Septiembre 2006; 18:05]. Disponible en Web: www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?id=7853&c=6&idm=10&pat=10
- [3]. GRÜNINGER, Martin; FOX, Mark. S., 1995, *Methodology for the design and evaluation of ontologies*, Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, Montreal, Canada

- [4]. HONG-GEE, Kim; HYUNG-MO, Park. 2003, *Representing Approximate Concepts Using Metaclass Frames in Protege*. Sixth International Protege Workshop. Manchester, England
- [5]. IERACHE, Jorge Salvador; BRUNO, María Marcela. *Simulación de un Hábitat Inteligente en Función del Ambiente y los Artefactos Activos*. Buenos Aires, Morón. XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC). Mayo de 2006. p. 307-310. ISBN: 950-9474-34-7
- [6]. LABIDI, S ; LEJOUAD, W. *De l'Intelligence Artificielle Distribuée aux Systèmes Multi-Agents*. 1993
- [7]. NASA-CLIPS Rule Based Language. Silicon Valley One. EEUU. Last update: 15-Jun-2006 16:35. [ref. 24 de junio de 2006]. Disponible en Web: <<http://www.siliconvalleyone.com/clips.htm>>
- [8]. NOY, Natalya; McGUINNESS, Deborah. *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. [en línea] Stanford University, Stanford, CA, 94305. September 19, 2005. [ref. 5 de junio de 2006]. Disponible en Web: <http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.html>
- [9]. PAL Conceptual Framework. [en línea]. Stanford University, Stanford, CA, 94305. [ref. 11 de junio de 2006]. Disponible en Web: <http://protege.stanford.edu/plugins/paltabs/pal-documentation/lang_framework.htm>
- [10]. PAL Constraint Statements. [en línea]. Stanford University, Stanford, CA, 94305. [ref. 11 de junio de 2006]. Disponible en Web: <http://protege.stanford.edu/plugins/paltabs/pal-documentation/lang_const.htm>
- [11]. Protégé-Frames. [en línea]. Stanford University, Stanford, CA, 94305. [ref. 8 de junio de 2006]. Disponible en Web: <<http://protege.stanford.edu/doc/presentations.html>>
- [12]. Protégé-Frames User's Guide. [en línea]. Stanford University, Stanford, CA, 94305. [ref. 5 de junio de 2006]. Disponible en Web: <<http://protege.stanford.edu/publications/UserGuideA4.pdf>>
- [13]. ROMERO MORALES, Cristóbal; et. al. *Domótica e Inmótica. Viviendas y Edificios Inteligentes*. México: Alfaomega, 2005. 383 p. ISBN: 970-15-1129-8.
- [14]. RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. *Inteligencia artificial. un enfoque moderno*. GUTIÉRREZ, Raúl Bautista (trad.); RANGEL, Raymundo Hugo (rev. Tec.). 1a ed. México: Prentice Hall Hispanoamericana, 1996. 979p. ISBN: 968-880-682-X
- [15]. STREIZ, Norbert, et al. "Designing Smart Artifacts for Smart Environments". *IEEE computer magazine*. 2005, vol 38, num 3, p. 41-49.
- [16]. SUMI, Helal, et al. "The Gator Tech Smart House: "A Programmable Pervasive Space". *IEEE computer magazine*. 2005, vol 38, num 3, p. 50-59.
- [17]. Variable Range Definitions. [en línea]. Stanford University, Stanford, CA, 94305. [ref. 11 de junio de 2006]. Disponible en Web: <http://protege.stanford.edu/plugins/paltabs/pal-documentation/lang_range_def.htm#global>
- [18]. WOOLDRIGE, Michael; JENNINGS, Nick. R. *Agent Theories, Architectures and Languages: a Survey in Eds. Intelligence Agents*. Berlin: Springer-Verlag, 1995. Vol 1, Nro 22
- [19]. WOOLDRIGE, Michael. *An introduction to Multiagent Systems*. John Wiley & Sons. 2002.