

Aplicación de técnicas de representación basadas en frames para el desarrollo del modelo de objetos de un sistema de gestión de redes de radiotelefonía trunking

F.J. Zarazaga ⁽¹⁾ J. Valiño ⁽¹⁾ J.A. Bañares ⁽¹⁾ C. Felipe ⁽²⁾ F.J. Salas ⁽²⁾ P. Muro-Medrano ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas
Centro Politécnico Superior, Universidad de Zaragoza
María de Luna 3, 50015 Zaragoza
{ javy, juanv, banares, prmuro@posta.unizar.es }

⁽²⁾ Departamento de I+D, Área de Software
Teltronic s.a.
Leopoldo Romeo 18, 50002 Zaragoza

*Segundas Jornadas sobre Transferencia Tecnológica de la Inteligencia Artificial,
TTIA 97, celebradas en Málaga, España. 12-14 Noviembre de 1997*

Resumen

Este trabajo expone las ideas básicas en el desarrollo de un sistema de gestión de redes de radiotelefonía trunking con tecnologías orientadas a objeto. El trabajo se centra en el esquema de representación basado en frames que constituye el núcleo sobre el que se construyen los modelos de objetos. La aproximación adoptada para el diseño de este núcleo ha sido ampliar las clases de C++ con una estructura a tres niveles (frame-slot-facet) y posibilitar el soporte para la programación orientada al acceso. En base a este esquema se construyen los soportes para persistencia, GUI y comunicaciones. El sistema de gestión se encuentra actualmente en uso operativo en varias redes.

Abstract

This work illustrates the basic ideas in the development of a management system for a trunking radiotelephone network with object oriented technologies. The work is centered around a frame based representation schema which is the kernel upon the object models are built. The adopted approach for the design of this kernel has been to expand the C++ classes with a three level structure (frame-slot-facet) and to allow the support for access oriented programming. Support for persistence, GUI and communications is built based in this schema. The management system is in operational use in several networks.

Aplicación de técnicas de representación basadas en frames para el desarrollo del modelo de objetos de un sistema de gestión de redes de radiotelefonía trunking

F.J. Zarazaga ⁽¹⁾ J. Valiño ⁽¹⁾ J.A. Bañares ⁽¹⁾ C. Felipe ⁽²⁾ F.J. Salas ⁽²⁾ P. Muro-Medrano ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas
Centro Politécnico Superior, Universidad de Zaragoza
María de Luna 3, 50015 Zaragoza
{ javy, juanv, banares, prmuro@posta.unizar.es }

⁽²⁾ Departamento de I+D, Área de Software
Teltronic s.a.
Leopoldo Romeo 18, 50002 Zaragoza

Palabras clave: representación del conocimiento, frames, sistemas de comunicaciones, orientación a objetos, C++.

Keywords: knowledge representation, frames, communication systems, object oriented, C++

RESUMEN. *Este trabajo expone las ideas básicas en el desarrollo de un sistema de gestión de redes de radiotelefonía trunking con tecnologías orientadas a objeto. El trabajo se centra en el esquema de representación basado en frames que constituye el núcleo sobre el que se construyen los modelos de objetos. La aproximación adoptada para el diseño de este núcleo ha sido ampliar las clases de C++ con una estructura a tres niveles (frame-slot-facet) y posibilitar el soporte para la programación orientada al acceso. En base a este esquema se construyen los soportes para persistencia, GUI y comunicaciones. El sistema de gestión se encuentra actualmente en uso operativo en varias redes.*

RESUMEN. *This work illustrates the basic ideas in the development of a management system for a trunking radiotelephone network with object oriented technologies. The work is centered around a frame based representation schema which is the kernel upon the object models are built. The adopted approach for the design of this kernel has been to expand the C++ classes with a three level structure (frame-slot-facet) and to allow the support for access oriented programming. Support for persistence, GUI and communications is built based in this schema. The management system is in operational use in several networks.*

1. INTRODUCCIÓN.

En los últimos años los servicios proporcionados a los clientes derivados de las tecnologías de la información y las comunicaciones se están viendo afectados enormemente por los avances que están sufriendo las mismas. Por su parte, el campo de las comunicaciones móviles está sufriendo estos cambios de manera especial y esto ha supuesto un importante incremento de la demanda de la cantidad y calidad de nuevos servicios. Si bien nos estamos viendo invadidos por una gran proliferación de oferta de equipos y servicios en el campo de telefonía móvil pública, existe también un importante sector de comunicaciones

móviles con un funcionamiento más orientado a grupos cerrados (existen flotas de usuarios que funcionan como grupos cerrados en cuyo interior se desarrollan las comunicaciones, no pudiendo dialogar con otros grupos salvo habilitaciones especiales) que se basa en sistemas de radiotelefonía móvil con compartición dinámica de canales (radiotelefonía trunking). Para poder utilizar eficazmente la compartición de enlaces resulta necesario integrar los mecanismos adecuados para realizar la gestión y hacer que ésta sea conforme con los protocolos de señalización estándar (p.e. la Norma MPT 1327). Este tipo de comunicaciones móviles se encuentra limitada a actividades de tipo industrial y de servicios y de la administración (fuerzas de seguridad, protección civil, organismos, ...) (Beneyto 91), (García 91).

Todos los procesos del sistema de gestión están basados en el modelo de objetos que constituye la base de conocimiento de la aplicación y donde se encuentran soportados los subsistemas que proveen de las utilidades básicas para proporcionar la persistencia, el interfaz gráfico de usuario y los utilidades de comunicación más relacionadas con las entidades del dominio de aplicación.

Por motivos de eficiencia, homogeneidad y para facilitar reusabilidad del software con el de otras aplicaciones se ha tenido que desarrollar en lenguaje C++. La utilización de C++ proporciona ventajas fundamentalmente a la hora de integrar el sistema con librerías (GUI, comunicaciones, gestores de base de datos) y con código desarrollado por otros proyectos. Sin embargo el uso de C++, en lugar de lenguajes más usuales en el entorno de la IA como Lisp, ha originado problemas propios para construir el esquema de representación que han constituido una de las partes más problemáticas del desarrollo. La utilización de tecnologías orientadas a objeto y la introducción de técnicas de IA en el desarrollo de servicios del ámbito de las comunicaciones ha sido ya adoptado por otros equipos de trabajo en el país (Garijo et al. 95).

El trabajo que aquí se presenta tiene como objeto ilustrar nuestra experiencia en el desarrollo industrial de el sistema de gestión de una red trunking denominado TRUNIS (TRUNKing Information System). El trabajo mostrará que el núcleo para la construcción del modelo de objetos de la aplicación utiliza una estrategia de representación basada en frames con una organización en tres niveles (frame-slot-facet). El resto del trabajo está estructurado de la siguiente forma: en la sección 2 se proporciona una introducción al problema de gestión de redes de radiotelefonía trunking, mientras que la sección 3 ilustra la arquitectura del software utilizado para el desarrollo de la aplicación; las ideas básicas del esquema de representación utilizado para generar todos los modelos de objetos se explican en la sección 4. el trabajo finaliza con una sección de conclusiones.

2. GESTIÓN DE REDES DE RADIOTELEFONÍA TRUNKING.

La Figura 1 ilustra gráficamente un esquema prototípico de una red trunking. La red consta de un nodo central (NC) que tiene la responsabilidad del control de red, y una serie de estaciones base de zona (EBZ) conectadas al NC a través de enlaces de control. El sistema de gestión está conectado al NC a través del cual tiene acceso a las informaciones de la red y puede actuar sobre los elementos.

El sistema de gestión de la red trunking es el responsable de facilitar al usuario el acceso a una gran variedad de servicios relacionados con el control, administración, monitorización y mantenimiento de la red. Los servicios se pueden agrupar de la siguiente forma:

- Control de red. Control de elementos (acceso a su información y modificación), asignación de parámetros de hardware y modificación de la infraestructura.
- Definición de parámetros de funcionamiento globales de la red.
- Información en tiempo real de llamadas, localización de móviles por zonas.

- Acciones de mantenimiento de la red. Monitorización, localización de averías y reparación si se puede hacer por software.
- Información de uso y estadísticas.
- Administración del sistema. Usuarios, copias de seguridad, ...

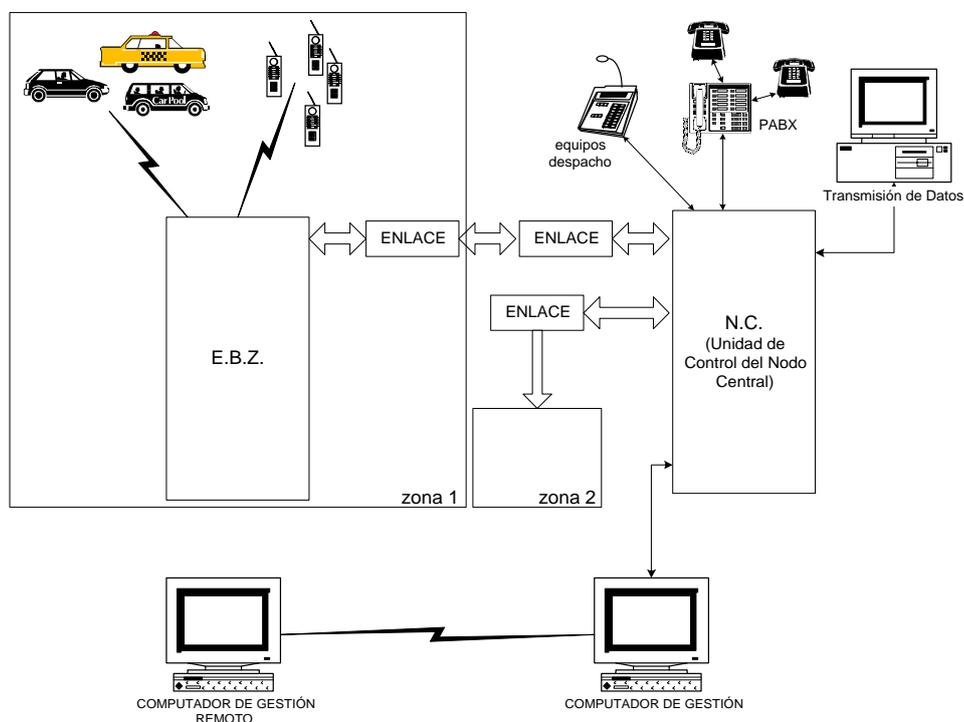


Figura 1: Contexto funcional de una red trunking

Entre los requerimientos técnicos de algunos de los servicios destacarían requisitos de funcionamiento en tiempo real, persistencia en bases de datos relacionales, interfaces de usuario amigables, posibilidad de acceso remoto vía telefónica, funcionamiento en multiplataforma (Windows/UNIX), etc.

3. ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE GESTIÓN.

La arquitectura del sistema está estructurada en base a módulos a los que se les ha dado el nombre de subaplicaciones. La Figura 2 muestra la arquitectura básica en la que están basadas todas las subaplicaciones. Esta arquitectura está sustentada en la utilización de un potente esquema de representación basado en frames (Minsky 81) (Bobrow & Winograd 77) que permite integrar y centralizar en los objetos conocimiento relativo a sus propios atributos. Este esquema permite una organización de la estructura de conocimiento de los objetos en tres niveles: frame-slot-facet (Masini et al. 89). Este esquema de representación, que hemos llamado núcleo de facets, será objeto de una revisión más detallada en la sección 4.

A partir de este núcleo se articulan otras infraestructuras especializadas en utilidades de interés general para el desarrollo de sistemas de información relacionados con: la persistencia de las informaciones, el interfaz gráfico con el usuario y las comunicaciones. Estas infraestructuras implican, tanto la disponibilidad de nuevos objetos con conocimiento especializado en cada utilidad, como nuevos aspectos de los atributos especializados en dichas utilidades.

La infraestructura de comunicaciones tiene como objeto establecer los mecanismos necesarios para adquirir la información de un objeto cuando esta información proviene de sistemas conectados por distintos medios y protocolos de comunicación. Su objetivo es por una parte, integrar en los objetos las funciones de comunicación a nivel de aplicación que puedan ser de su responsabilidad y, por otra, permitir conectarse como cliente al servidor de comunicaciones adecuado. La conexión como cliente puede hacerse, bien en modo normal en el que la iniciativa de comunicación parte de la subaplicación, bien en modo tiempo real en el que la iniciativa puede partir también de los sistemas a los que se está conectado.

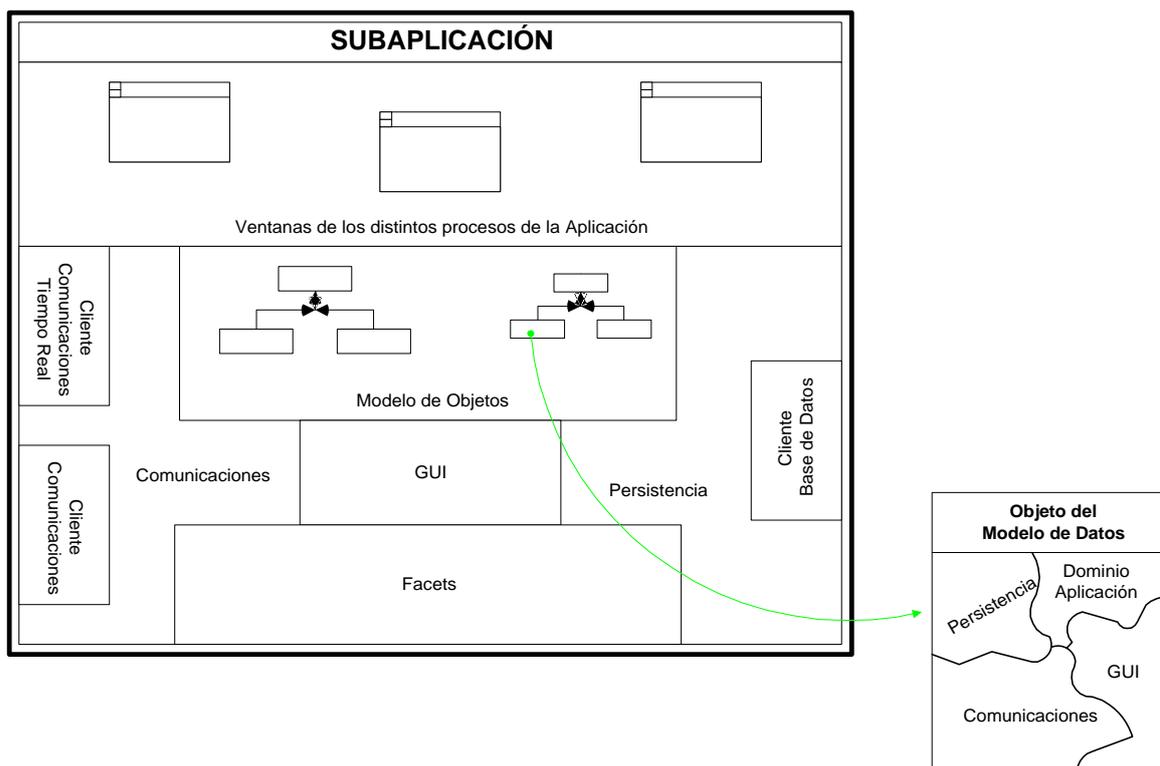


Figura 2: Arquitectura básica de cada subaplicación

La infraestructura de persistencia es la responsable de proporcionar a cada objeto el conocimiento suficiente para ser persistente, en este caso en una base de datos relacional. Este conocimiento implica tanto la conexión como cliente al sistema de gestión de base de datos adecuado, como la creación de las tablas, el almacenamiento y la lectura. La idea es que toda la información de persistencia necesaria se encuentre almacenada en los propios objetos y las utilidades de persistencia sean conocimiento interno y encapsulado en los mismos.

Los objetos también disponen de soporte especial para aspectos relacionados con la apariencia gráfica de sus atributos (etiquetas, descripciones textuales, objetos gráficos en los que mostrarse, etc.). Por encima y haciendo uso de este esquema de representación se encuentran los objetos que forman parte del dominio de la subaplicación. La subaplicación se completa con los distintos procesos específicos que implementan los servicios, que normalmente se corresponden con pantallas del GUI.

La Figura 3 muestra la arquitectura general de TRUNIS en la que destaca el módulo principal donde se integran todas las subaplicaciones y proporciona el interfaz de usuario para posibilitar su acceso. Por otra parte, y en procesos separados, se encuentran los

distintos servidores, tanto de base de datos, como de comunicaciones. La figura muestra también un módulo especial de monitorización que se encuentra en ejecución continua y que tiene por objeto escuchar permanentemente a la red trunking y recoger y archivar informaciones que requieren tratamiento continuo como alarmas, llamadas terminadas, cambios en los equipos originados en el propio equipo o verificar las comunicaciones con el nodo central.

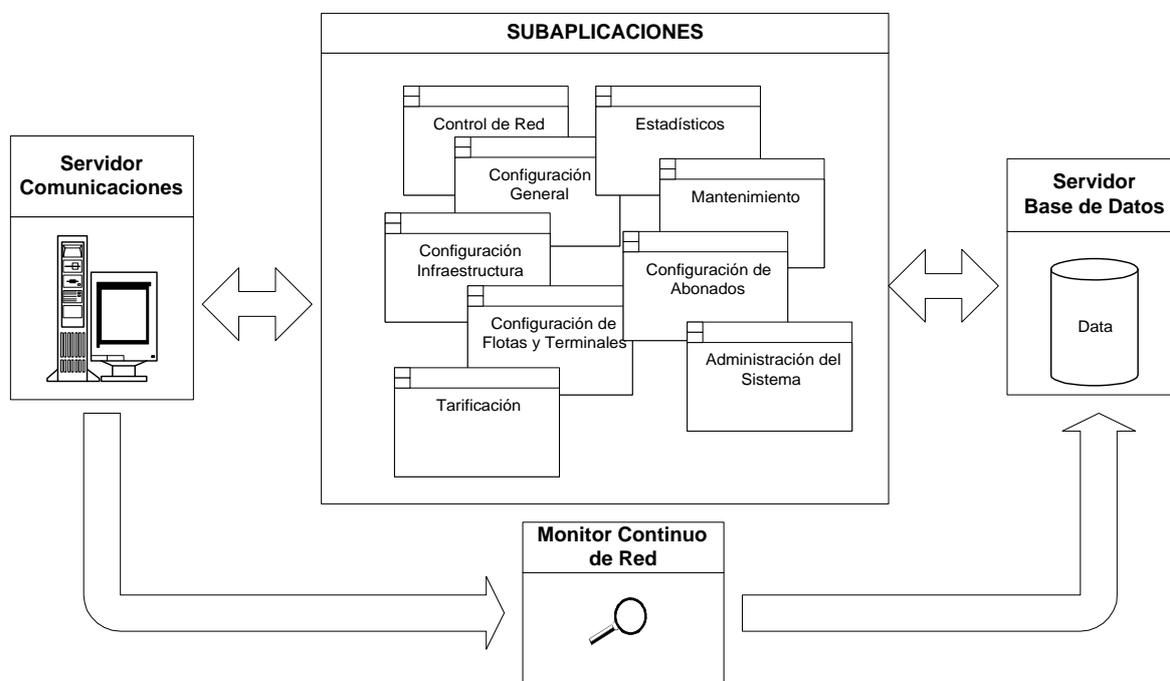


Figura 3: Arquitectura general de TRUNIS

4. ESQUEMA DE REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO BASADO EN FRAMES.

El eje sobre el que se estructura el esquema de representación es una organización a tres niveles (frame-slot-facet (Masini et al. 89) (Fickes & Kehler 89) de forma que sea posible integrar en un objeto conocimiento sobre sus propios atributos. Como se describe en (Valiño et al. 97) el desarrollo en lenguaje C++ es lo que ha originado numerosos problemas técnicos en comparación con aproximaciones basadas en Common Lisp (debidos fundamentalmente a la imposibilidad de manejar los programas como datos, imposibilidad de crear nuevas clases en tiempo de ejecución, la manipulación más compleja de estructuras de datos dinámicas y las exigencias de la programación con lenguajes fuertemente tipados). La Figura 4 muestra esquemáticamente (siguiendo la notación de UML) la organización a tres niveles de un objeto típico. Cada atributo está formado por un objeto con una zona para el valor (diferente para cada instancia) y otra para la información de facets (comunes a toda la clase) y su clase está templatizada por ambos.

La infraestructura de frames permite la representación de características interesantes de los frames tanto estructurales (descripciones taxonómicas, valores por defecto, tipos de valores, restricciones de validez, otros aspectos) como comportamentales (daemons de lectura y escritura para programación orientada al acceso). El esquema de representación soporta también aspectos interesantes en ingeniería del software como encapsulación,

programación por envío de mensajes y la utilización de funciones con nombres estándar para el manejo de atributos y relaciones.

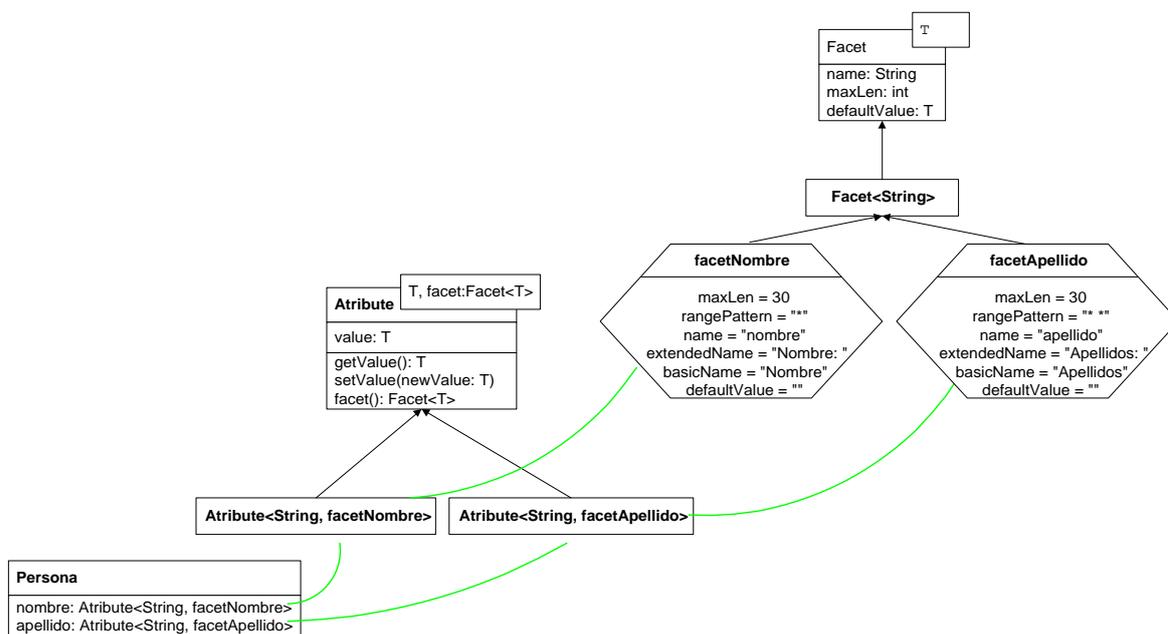


Figura 4: Organización de las estructuras de datos para instancias de Persona.

La Figura 4 muestra la clase persona con atributos para el nombre y apellido que dispone de conocimiento sobre aspectos como su patrón de validez, longitud máxima, valor por defecto y nombre básico y extendido del atributo. Se indica también la jerarquía necesaria para su creación, las clases más abstractas corresponden a templatizaciones de los objetos Facet y Attribute para el tipo de dato involucrado (String).

4.1 Ejemplo de utilización de los facets para integrar conocimiento sobre la gestión de persistencia.

Un ejemplo ilustrativo de las posibilidades que ofrece el esquema de representación para almacenar conocimiento relevante en el dominio de los sistemas de información es el conocimiento para la gestión de la persistencia. La persistencia es la capacidad de un objeto para que su información pueda persistir una vez finalizada la ejecución de la aplicación donde se ha definido. En el caso de TRUNIS la persistencia viene proporcionada por su almacenamiento en una base de datos relacional (en la versión actual el gestor de base de datos utilizado es Oracle 7).

Lo que interesa en este punto es que el propio objeto tenga la inteligencia necesaria para persistir y que esta inteligencia sea reutilizada por todos los objetos persistentes. Para conseguir esto es necesario que los objetos sepan, de forma general, acceder a la base de datos, crear sus tablas, con la información de los campos (nombre, tipos, longitudes, ...), y sean capaces de utilizar los mecanismos de acceso adecuados. Gran parte de estas informaciones está relacionada con los propios campos, lo que proporciona la situación apropiada para aprovechar la infraestructura de facets.

La Figura 5 ilustra parcialmente la jerarquía de facets utilizada para proporcionar la persistencia de los objetos de TRUNIS a nivel de atributo. El objeto *PersistenceFacet* define los facets con información específica para la persistencia en una base de datos relacional como por ejemplo si el campo es clave o no, si es único, si puede ser nulo, y documentación. A este nivel se define el comportamiento requerido para

persistencia a nivel de atributo (en muchos casos son servicios virtuales a implementar una vez conocido el tipo). Posteriormente el objeto debe ser templatizado para que sea general a distintos tipos de datos de los campos.

Otras informaciones relevantes como el nombre del campo y su comportamiento general como facet lo consigue al tener herencia múltiple con Facet (también templatizado para el mismo tipo de dato).

Otra parte importante de la persistencia que facilita enormemente la programación está constituida por la persistencia de las relaciones entre objetos. Las relaciones tienen el problema adicional de su cardinalidad (relaciones 1-1, 1-n o n-n) lo que su gestión exige trabajar con contenedores genéricos, que a su vez pueden o no ser persistentes. La infraestructura de facets permite que el diseñador del modelo de objetos pueda indicar simplemente si es persistente o no, pero toda la gestión (bien en base de datos, bien en memoria) y el trabajo con la relación es como la de cualquier otro objeto con las consiguientes ventajas para el programador.

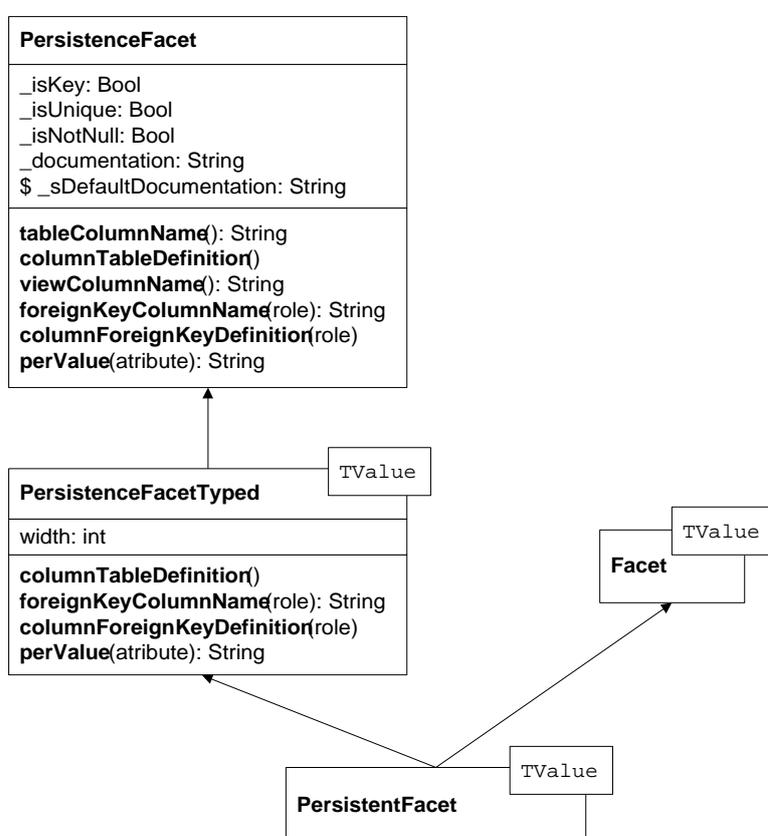


Figura 5: Jerarquía parcial de facets para persistencia

5. CONCLUSIONES.

En el presente trabajo se han ilustrado las ideas básicas del desarrollo de un sistema comercial de gestión de redes de radiotelefonía trunking. El sistema utiliza la orientación a objetos como paradigma de programación y se ha desarrollado en C++. Todo el modelo de objetos del sistema se sustenta en un esquema de representación basado en frames para lo cual se ha creado sobre las clases una infraestructura de representación a tres niveles (frame-slot-facet) que permite soportar características estructurales y comportamentales de los frames. Este núcleo básico es posteriormente utilizado para integrar conocimiento general en sistemas de información relacionado con la persistencia, el interfaz de usuario y las comunicaciones.

Ciertas características de C++ como lenguaje de programación han sido la fuente fundamental de problemas para el desarrollo del esquema de representación (en comparación con implementaciones mucho más directas posibles en lenguajes como Common Lisp). También los requisitos multiplataforma y multiusuario han incrementado apreciablemente los problemas generales de diseño y desarrollo (fundamentalmente a nivel de comunicaciones y GUI).

La versión actual del sistema ha sido desarrollada para Windows NT con Oracle 7 y se está completando el paso a la versión UNIX en una estación de trabajo de Silicon Graphics sobre sistema operativo IRIX.

AGRADECIMIENTOS.

El desarrollo del esquema de representación ha estado parcialmente financiado por la CICYT bajo el proyecto TAP95-0574.

REFERENCIAS.

- D.G. Bobrow & T. Winograd (1977): "An Overview of KRL, a Knowledge Representation Language". *Cognitive Science*, Vol. 1, Num. 1, pp. 3-46. 1977.
- Clement Beneyto (1991): "Radiotelefonía móvil digital de grupo cerrado", Telecomunicaciones Móviles. Serie Mundo Electrónico. Marcombo, Boixereu Editores. pp. 119-126.
- R. Fickes, T. Kehler (1989): "The Role of Frame-Based Representation in Reasoning", Communications . 1989.
- J. García Pérez (1991): "Telefonía móvil de grupo cerrado. Pasado, presente y futuro", Telecomunicaciones Móviles. Serie Mundo Electrónico. Marcombo, Boixereu Ed. pp. 39-49.
- F. Garijo, J.J. Ruiz Alonso y T. Gómez (1995): "Integración de sistemas Basados en el Conocimiento en el desarrollo de Servicios de Telecomunicaciones Multimedia", Jornadas de Transferencia Tecnológica de Inteligencia Artificial a Industria, medicina y Aplicaciones Sociales, TTIA'95, pp. 159-177. Alicante, Noviembre 1995.
- G. Masini, A. Napoli, D. Colnet, D. Leonard, K. Tombe (1989): *Object Oriented Languages*, The APIC Series, Vol. 34. Academic Press. 1989.
- M. Minsky (1981): "A Framework for Representing Knowledge". *Mind Design*, pp. 95-128. Ed. J. Haugeland, MA: The MIT Press, 1981.
- B. Stroustrup (1997): "The C++ Language, third edition", Addison-Wesley. 1997.
- J. Valiño, J. Zarazaga, S. Comella, J. Nogueras y P. Muro-Medrano (1997): "Utilización de técnicas de programación basadas en frames para incrementar la potencia de representación en clases de C++ para aplicaciones de sistemas de información". VII Conferencia de la Asociación Española para la Inteligencia Artificial, CAEPIA'97. Málaga, España, Nov, 1997.