

Sistema Remoto de Programación, Simulación y Monitorización de Robots *

M. Mellado, J.V. Catret, D. Puig & E. Vendrell
Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática
Universidad Politécnica de Valencia
Camino de Vera, s/n, 46022 – Valencia, España
Tf:+34-963879575, Fax:+34-963879579,
{martin,jvcatret,dpuig,even}@isa.upv.es, <http://www.isa.upv.es>

Resumen

En esta contribución se presentan las principales características funcionales y se realiza una somera descripción del diseño de la aplicación denominada *Virtual Robot Simulator (VRS)*. Esta aplicación permite la programación *off-line*, la simulación y la monitorización de sistemas multi-robot mediante una interfaz de usuario gráfico basado en OpenGL. La arquitectura software, cuyo diseño se comenta en esta aportación, puede ser fácilmente ampliada con componentes y aplicaciones externas que el usuario puede realizar. *VRS* se ha utilizado en diversos proyectos de investigación y desarrollo, como por ejemplo, para el prototipaje rápido mediante troquelado robotizado de piezas para una multinacional del sector auxiliar del automóvil.

1. Introducción

El término tele-robótica determina la operación en control remoto de un robot separado físicamente del operario y donde existe un tiempo de retardo significativo en la comunicación entre el operario y el robot remoto. La robótica espacial y la robótica submarina, por su idiosincrasia particular, son campos de aplicación típicos de la tele-robótica, pero puede serlo cualquier sistema robotizado, móvil o articulado, donde se realiza una programación remota, generalmente por la dificultad de acceso del operario, como aplicaciones en centrales nucleares, sistemas de desactivación de explosivos, o en general, para la manipulación de elementos peligrosos, delicados, o microscópicos.

Uno de los aspectos más novedosos en el campo de la robótica es la aplicación de la realidad virtual de cara a mejorar la interacción operario-robot [1] y [2] con aplicaciones típicas en el campo de la tele-medicina [3] donde obviamente resulta necesario realimentar al cirujano cualquier situación de contacto o incluso proximidad del útil quirúrgico, a la vez que evitar cambios bruscos en su guiado.

* Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los proyectos de JRC (13787-1998-03 F1EP ISP ES), de la Generalitat Valenciana (AE98-01), de la UPV (PII-19990576) y FEDER-CICYT (Ref. 1FD97-2158-C04-0x TAP).

Dentro de la Tele-Robótica son diversos los campos a tratar, desde aspectos de comunicaciones robot-ordenador hasta la planificación de tareas, pasando por la simulación cinemática de robots y las interfaces de programación con información sensorial. La Línea de Investigación en Tele-Robótica del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad Politécnica de Valencia pretende cubrir estos campos [4], investigando en el control y la simulación cinemática de robots, la visión activa, la integración de sensores, el desarrollo de sistemas remotos de programación y monitorización de robots, las interfaces hombre-máquina, la detección de colisiones y planificación de movimientos y la planificación de tareas. A continuación se presenta uno de los resultados de este Grupo de Tele-Robótica, el sistema Remoto de Programación, Simulación y Monitorización de Robots denominado *Virtual Robot Simulator*.

2. Virtual Robot Simulator (VRS)

VRS es una aplicación C++ desarrollada en el entorno MS Visual C++, que ha realizado el grupo de Tele-Robótica del DISA-UPV, con una representación basada en la librería gráfica OpenGL y sobre sistemas operativos Windows (Figura 1). VRS se puede aplicar sobre sistemas multi-robot tanto para su programación y simulación *off-line*, como para su programación y monitorización *on-line*.

Sus inicios, en 1998, fueron motivados por la necesidad de disponer de una aplicación remota de programación, monitorización y simulación gráfica de células multi-robot en el sistema de control de robots GENERIS (Generalised Software Control System for Industrial Robots) [5] desarrollado por el EC Joint Research Centre (JRC-Ispra/Italia) de la Comisión Europea. Para ello se estableció un Proyecto Europeo de Investigación como marco de colaboración y desarrollo entre JRC y DISA-UPV, bajo el que se realizó la aplicación. La arquitectura de la aplicación es completamente abierta, como se verá en la siguiente sección, destacándose con ello, por ejemplo, que el módulo de cinemática desarrollado para VRS se ha integrado igualmente en el sistema de control GENERIS. Adicionalmente, VRS se ha utilizado en otros proyectos I+D, como por ejemplo, para la programación *off-line* de robots en aplicaciones industriales de prototipaje rápido, gracias a su arquitectura sumamente flexible que permite la integración de datos con otras aplicaciones.

VRS ofrece una interfaz de usuario sencillo y amigable, lo que reduce notablemente el tiempo de aprendizaje, incluso cuando no se está familiarizado con este tipo de aplicaciones. Esto hace idóneo su uso tanto en ambientes educacionales como industriales o de investigación. Por ejemplo, sobre esta aplicación se está trabajando de cara a integrar sistemas hápticos u otros tipos de dispositivos [6] y [7].

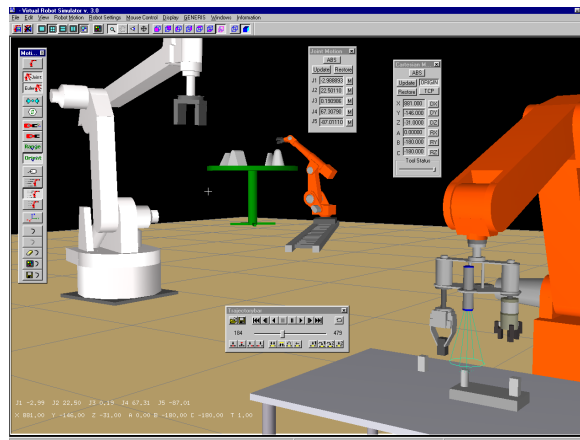


Figura 1. Interfaz de *Virtual Robot Simulator*

3. Arquitectura Software de VRS

La arquitectura software de *VRS* (Figura 2a) se basa en cuatro partes, un núcleo, una interfaz de usuario, unos módulos de interfaz para acceso externo y unos componentes externos que el usuario puede sustituir por sus propios componentes según unos sencillos requisitos de codificación y compilación.

El núcleo de *VRS* se ha diseñado mediante una estructura jerárquica de clases (Figura 2b), definidas mediante relaciones de herencia y especialización, que van desde la clase simulador (raíz) a las primitivas gráficas que forman los cuerpos, pasando por dos niveles intermedios, el nivel de entorno/robot y el nivel de elementos. La interfaz de usuario se ha implementado en la clase *View*, que controla los dispositivos tradicionales (disco, monitor, teclado, ratón).

Los componentes externos (que requieren un módulo interno para su integración en *VRS*) son librerías de enlace dinámico (DLL) que se cargan en memoria en tiempo de ejecución o aplicaciones ejecutables. De esta manera se permite que el usuario cambie estos componentes desarrollando los suyos propios (se dispone de plantillas que facilitan su trabajo) sin que *VRS* se tenga que volver a compilar. Así se pueden hacer estudios del comportamiento de una nueva estructura mecánica sustituyendo el componente de cinemática, pese a que el suministrado resuelve todas las configuraciones típicas de robots industriales e incluso algunas de robots redundantes [8]. También se pueden integrar fácilmente nuevos robots o dispositivos periféricos de entrada sustituyendo los controladores adecuados, que se encargan de enlazar la aplicación con el manejador o *driver* del mismo. Igualmente, se dispone de una librería de acceso externo que el usuario puede utilizar para desarrollar su aplicación y reflejar su efecto en *VRS*, que actúa como un *verdadero* robot virtual, pudiendo por ejemplo programar acciones de los robots.

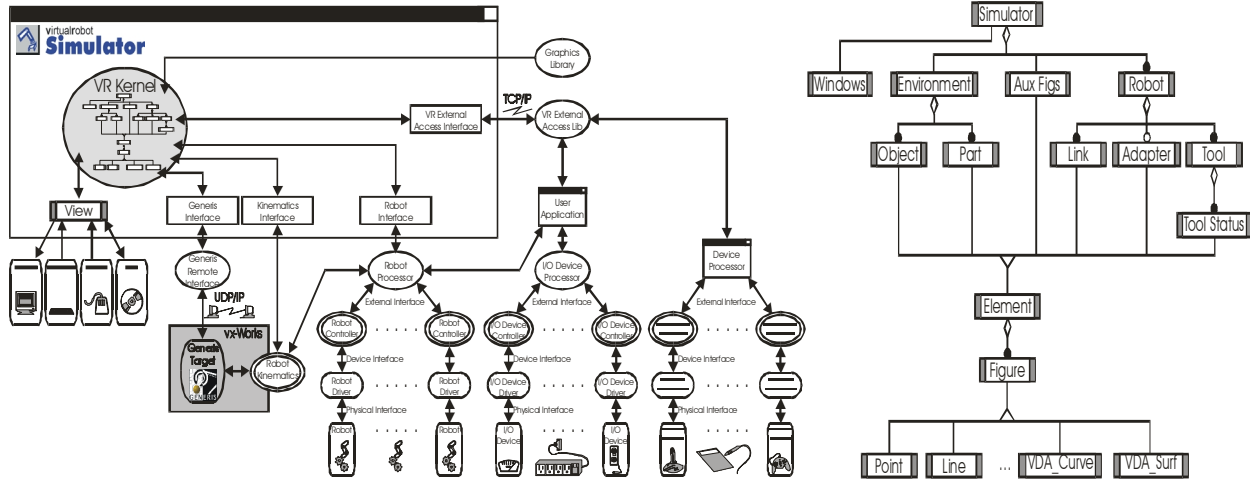


Figura 2. a) Arquitectura Software de VRS. b) Modelo Jerárquico de Clases del Núcleo de VRS

Conclusiones

En esta contribución, tras introducir al grupo de investigación en Tele-Robótica, se ha presentado someramente las características funcionales y la estructura de diseño de la aplicación denominada *Virtual Robot Simulator (VRS)*. Esta aplicación, basada en una arquitectura software abierta, se ha realizado y utilizado en diversos proyectos de investigación y desarrollo.

Referencias

- [1] E. Freund, D. Rokossa & J. Rossman. **Intuitive Off-line Programming of Industrial Robots Using VR-Techniques**. 15th ISPE/IEE Int. Conf. on CAD/CAM, Robotics and Factories of the Future (CARS&FOF'99), Águas de Lindóia, SP, Brazil, (1999)
- [2] A. Kheddar, C. Tzafestas & P. Coiffet. **The Hidden Robot Concept – High Level Abstraction Teleoperation**. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robotics and Systems, IROS'97, pp. 1818-1824, September 7-11, Grenoble, France, (1997)
- [3] V.F. Muñoz, J. Gómez, J. Fernández & A. García. **Aplicaciones Médicas de un Robot Manipulador: Diagnóstico y Cirugía**. XX Jornadas de Automática, Salamanca (1999)
- [4] A. Sánchez, M. Mellado & E. Vendrell. **Línea de Investigación en Tele-Robótica**. Foro Iberoamericano de Reconocimiento de Formas y Análisis de Imágenes, Barcelona (2000)
- [5] E. Ruiz. **GENERIS: The EC- JRC Generalised Software Control System for Industrial Robots**. International Journal of Industrial Robot, vol. 26, no. 1. (1999)
- [6] R. Zotovic, M. Mellado, V. Jornet, J.V. Catret & D. Puig. **Diseño, Implementación y Control de un Sistema Háptico con Realimentación Sensorial en Tele-Robótica**. 2º Congreso Internacional Interacción Persona-Ordenador (Interacción'2001), Salamanca (2001) *{Pendiente publicación}*
- [7] M. Mellado, J.V. Catret & D. Puig. **Estudio de Prestaciones de Dispositivos de Entrada 3D en Tele-Robótica**. 2º Congreso Internacional Interacción Persona-Ordenador (Interacción'2001), Salamanca (2001) *{Pendiente publicación}*
- [8] D. Puig, M. Mellado, J.V. Catret & E. Ruiz. **Robot Kinematics Development Environment: Application to a Configurable Redundant Manipulator for Heavy Robotics** 5th World WSES/IEEE Conference on SYSTEMS, Creta (2001) *{Pendiente publicación}*