

Capítulo 3 Trabajos Relacionados

Este capítulo presenta en una revisión y análisis de sistemas, comerciales y no comerciales, relacionados con esta tesis. Primeramente se revisó Workspace 4 de Robot Simulations Ltd. que es uno de los primeros programas comerciales de simulación de robots. Actualmente en el mercado existen programas muy avanzados que incluyen todas las funciones necesarias, no solo para programar y construir robots, sino para modelar y simular una fábrica completa. Estos programas van mas allá del CAD/CAM para llegar al CAPE (Computer Aided Production Engineering). CAPE involucra automatizar y diseñar todos los sistemas y procesos de manufactura. Dentro de estos programas la simulación de robots es una parte muy importante, este es el caso tanto de ROBCAD de Technomatix como de IGRIP de Deneb. La compañía Adept construye robots y además ofrece el sistema Digital Workcell para modelar todo el espacio de trabajo soportando incluso robots de otras compañías. RoboWorks y Easy-Rob son ejemplos de lo que un laboratorio de investigación, Texas A&M, y un desarrollador independiente ,Stefan Anton, son capaces de realizar.

3.1 Workspace

Workspace 4 es la última versión de este programa de la compañía Robot Simulations Ltd. . Se enfoca principalmente a la simulación de robots y de máquinas. En venta desde 1989, este programa fue de los primeros disponibles para una PC personal.

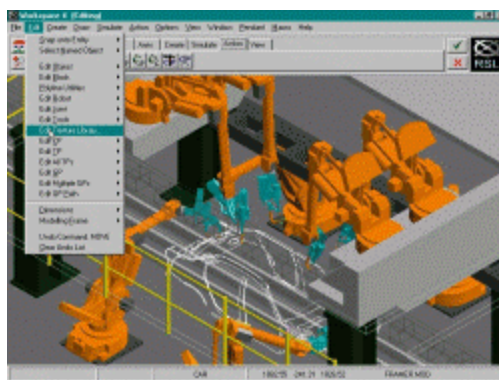


Figura 3. 1 Workspace

3.1.1 Descripción

Workspace 4 es un software sofisticado de simulación gráfica en 3D de robots y máquinas. Ofrece dentro de una PC funciones que antes estaban reservadas a las estaciones de trabajo. Es una herramienta de productividad diseñada para hacer más sencillo y económico la implementación de sistemas de manufactura avanzados.

Los sistemas automatizados están creciendo en complejidad a un nivel donde la industria requiere de herramientas sofisticadas para ayudar en el diseño y la implementación de los procesos de manufactura. Visualizar como una herramienta de múltiples ejes se moverá en un espacio de tres dimensiones es una tarea difícil, especialmente cuando factores tales como el alcance, detección de colisiones y niveles de producción deben ser considerados.

Workspace puede ayudar a incrementar la productividad y reducir el tiempo de implementación de un sistema. La programación del sistema aún antes de instalar un robot o mientras se encuentra operando la célula de trabajo. Probar esquemas (*layouts*) complejos con seguridad. Además la simulación puede resaltar problemas potenciales antes de que ocurran, permitiendo así rápidas y fáciles modificaciones.

La simulación en tres dimensiones ha revolucionado la forma en que los ingenieros trabajan. Workspace permite agregar equipo a una célula de trabajo, quitar o mover objetos de una aplicación con robots, reducir el tiempo de desarrollo y entregar una solución completa.

3.1.2 Características

- Sofisticado sistema de CAD de 3D con construcción de geometría sólida y polilíneas.
- Visualización de alta resolución con Open GL. Texturas, materiales y transparencia con 16 millones de colores.
- Lenguajes avanzados de Robots de los fabricantes más importantes. Desarrollo de lenguajes especiales.
- Programación fuera de línea (*Off-line programming*).

- Interfaz amigable en Windows 95 y NT.
- Facilidad de Importar/Exportar archivos DXF,IGES,STEP.
- Calibración de Robots y células de trabajo con una exactitud de menos de 1mm con Calibration Plus.
- Modelador de cinemática directa e inversa de mecanismos hasta de 22 articulaciones.
- Aprendizaje asistido por computadora.
- Librerías para Pascal, C y C++.
- Detección de colisiones.
- Simulación y animación en tiempo real.
- Animación en VRML para visualización en el Web.
- Soporte para modelos de hasta 2Gb en tamaño

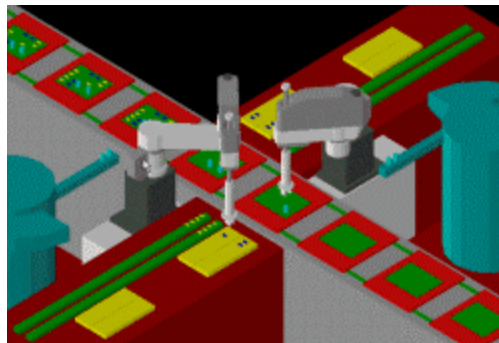


Figura 3. 2 Aplicaciones de Workspace

3.1.3 Aplicaciones

- Montaje
- Soldadura
- Corte por laser, agua o plasma
- Manejo de materiales
- Pintura
- Sellado

- Ensamblado
- Pulido
- Telemánipulación
- Investigación
- Medicina
- Entrenamiento

3.1.4 Requerimientos-Costo

- PC IBM compatible
- Windows 95 o NT
- \$5,000 dls. versión educativa
- \$26,000 dls. versión industrial

3.1.5 Comentarios

Esta compañía ofrece el software como demostración. Su instalación no es muy compleja y lo único que no permite es almacenar los proyectos. Lo primero que resalta en su interfaz es su especialización, rápidamente se encuentra uno controlando y programando los robots de ejemplo que contiene. Sus distintos menús nos permiten, modificar la vista del mundo, agregar objetos y robots, programar y reproducir una secuencia, asignar herramientas y detectar colisiones. Su monitor de robots influyó decididamente en su implementación dentro de ésta tesis. Varias son las ventajas de revisar programas comerciales y el ser congruente con los estándares en la industria es una de ellas. Otra ventaja es conocer la interfaz y la manera en que se resuelven las distintas operaciones que podemos realizar con los robots.

3.1.6 Compañía

Lynwood Business Centre
Lynwood Terrace
Newcastle-upon-Tyne,
NE4 6UL England

tel:+44 (0) 91 272 3673

fax:+44(0) 91 272 0121

<http://www.ros1.com>

3.2 IGRIP/Deneb

IGRIP significa *Interactive Graphics Robot Instruction Program* en inglés y se describe como una herramienta de simulación para diseñar, evaluar y programar fuera de línea células de trabajo robotizadas. Como se mencionó al principio de este capítulo IGRIP es tan solo una parte de una gama completa de programas para simular toda una fábrica, incluyendo las actividades manuales y de maquila.

3.2.1 Descripción

IGRIP es un programa de simulación en 3D que ofrece un ambiente interactivo en el cual verificar conceptos de producción, diseño de células de trabajo y procesos de manufactura antes que en piso de producción. Teniendo la configuración del sistema completa se pueden programar los robots basándose en la información dada. El software incluye librerías de robots, equipo común y aplicaciones específicas como el manejo de una pistola de soldadura. Estas librerías, junto con un sistema integrado de CAD y traductores para IGES, DXF y otros tipos de archivos ayudan al desarrollo de modelos de simulación precisos. Dentro de las funciones de simulación y análisis se incluye detección automática de colisiones y cercanía, además de ajustes de herramienta y límites de articulaciones para los robots.

3.2.2 Características

- Planeación de movimientos de robots.
- Análisis de tiempos de ciclos.
- Detección de colisiones.
- Comunicación múltiple de entradas y salidas.
- Librerías de robots y equipo relacionado

3.2.3 *Aplicaciones*

- Soldadura, Pintura.
- Análisis de tareas.
- Calibración y simulación de programas para robots.
- Dinámicas de torque y momentos entre otros análisis.
- Diseños para CATIA, Pro/ENGINEER de Unigraphics
- Realidad virtual con interacción directa

3.2.4 *Requerimientos-Costo*

- \$30,000-\$35,500 dls.
- Plataformas: estaciones de trabajo UNIX de HP, SGI y Sun. También Windows NT.
- Otra información no disponible

3.2.5 *Comentarios*

Software no disponible para evaluación.

3.2.6 *Compañía*

Deneb Robotics, Inc.

PO Box 214687

Auburn Hills, MI

tel:810.377.6900

fax:810.377.8125

<http://www.deneb.com/>

3.3 **RobCad**

Al igual que IGRIP, ROBCAD se ofrece dentro de un conjunto de herramientas CAPE (Computer-Aided Production Engineering). En este caso Tecnomatix ofrece además programas como SIMPLE++ para visualizar y optimizar sistemas de producción y FLOW

para el diseño de células de trabajo. Lo que convierten el diseño de plantas de producción en un proceso más rápido, más fácil y más confiable.

3.3.1 Descripción

ROBCAD forma parte de un conjunto de herramientas CAPE para diseñar, simular, optimizar y programar sistemas de manufactura manual y automatizados. ROBCAD permite la creación de un ambiente virtual de manufactura, en el cual se puede diseñar, simular, optimizar y programar los procesos. Esta “fabrica virtual” almacena los mejores equipos y procesos para tenerlos disponibles en proyectos futuros.

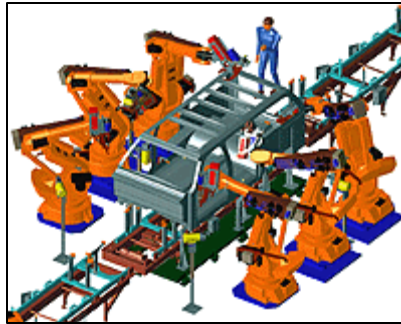


Figura 3. 3 ROBOCAD

3.3.2 Características

- Gráficas en 3D con vistas de sólidos y alambre.
- Acceso directo a productos de los principales sistemas CAD (CATIA, IDEAS, Pro/ENGINEER).
- Manipulación de vistas.
- Detección dinámica de colisiones.
- Asignación de características cinemáticas a modelos en 3D.
- Planación y simulación de trayectorias.
- Diseño de líneas y estaciones de producción.
- Librería de robots.

3.3.3 *Aplicaciones*

- Soldadura.
- Líneas de producción.
- Pintura.
- Sellado.

3.3.4 *Requerimientos-Costo*

- HP, Silicon Graphics, IBM y SUN
- Otra información no disponible

3.3.5 *Comentarios*

Software no disponible para la evaluación.

3.3.6 *Compañía*

Tecnomatix Technologies
39750 Grand River Avenue Suite A-3 Novi
MI 48375
tel:313.471.6140
fax:313.471.6147
<http://www.tecnomatix.com/>

3.4 **Easy-Rob**

Aunque Easy-Rob es un programa que esta a la venta, no fue realizado por una gran compañía. Stefan Anton es su programador principal, el es alemán y el software está disponible en su página electrónica (<http://www.easy-rob-de>). Este sistema fue presentado en esta tesis por que influyo mucho en la definición del sistema implementado en esta tesis.

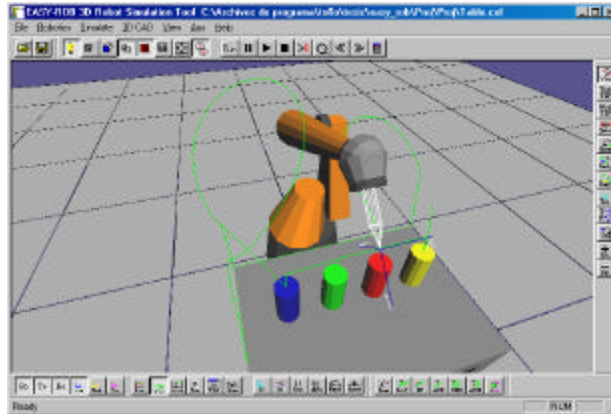


Figura 3. 4 Easy-Rob

3.4.1 Descripción

Easy-Rob es una herramienta de simulación de robots con gráficas en 3D y animación. Es una aplicación de 32-bits para Windows. Utiliza Open GL para crear imágenes 3D rápidas y de alta calidad. Easy-Rob es una herramienta compleja pero fácil de usar para modelar y simular. Esta especialmente diseñada para la enseñanza.

Con Easy-Rob se puede diseñar la cinemática de un robot, mover sus articulaciones en espacio cartesiano, escribir un programa de movimiento, tomar y soltar piezas, etc. Un sencillo CAD en 3D permite crear elementos básicos como cubos, cilindros, pirámides, conos y esferas para modelar un robot y sus herramientas. En este sistema es posible rotar y trasladarla la vista del mundo, además de acercarse y alejarse.

3.4.2 Características

- Cinemática estándar de robots.
- Lenguaje de programación.
- Soporta diferentes tipos de movimientos (Punto-a-Punto, camino continuo CP).
- Modificación de la visualización.
- Animación
- Los objetos pueden ser soltados y tomados por el robot.
- Detección jerárquica de colisiones .
- Simulación de la dinámica del robot.

- Construcción de la cinemática del robot basados en la notación de Denavit-Hatenberg.
- Soporta 12 grados de libertad (DOF) para articulaciones pasivas y activas.
- Interfaz de programación para integrar código para cinemática inversa, planificación de trayectorias, control de posición.
- CAD en 3D integrado con primitivas (cilindros, conos, esferas, cubos).
- Importar, exportar geometrías complejas de CAD de piezas de STL e IGRIP.
- Generación de VRML para Web.

3.4.3 *Aplicaciones*

- Diseño de células de trabajo.
- Estudio de alcance, tiempo de ciclo, articulaciones.
- Investigación y desarrollo.

3.4.4 *Requerimientos-Costo*

- Para usarlo se requiere de cualquier PC compatible, Pentium con un mínimo de 16MB de memoria RAM, Windows 95. Para Windows NT es recomendable 32MB en RAM. Las tarjetas aceleradoras de gráficos mejoran el desempeño significativamente.
- \$1,345 US. Dls. / \$1,275 EUR

3.4.5 *Comentarios*

Se contó con la versión de evaluación de este programa por lo que a continuación se lista parte del análisis efectuado en los distintos aspectos relevantes para esta tesis:

Modelado

La construcción de robots se realiza manualmente con una interfaz de texto. Un poco compleja al principio debido a que hay que familiarizarse con el formato que utiliza. Es posible utilizar primitivas básicas en tres dimensiones. Dentro de sus principales

ventajas se encuentra su habilidad para importa modelos de ROBCAD (sistema comercial analizado anteriormente).

Control

Se ofrecen distintas formas de controlar los robots, articulación por articulación, coordenadas del mundo y coordenadas de la herramienta. Tenemos la ventaja de realizar estos movimientos con el ratón.

Animación /Simulación

Su control de animación es intuitivo y fácil de usar. Sus controles nos permiten avanzar paso a paso y detenernos en cualquier momento.

Programación

El tipo de programación que maneja es lo que se denomina Teach Point o enseñanza. En este caso se coloca al robot y se registran los puntos de cada secuencia (programación gráfica).

3.4.6 Desarrollador

Stefan Anton

Electrical Engineer

Germany

<http://www.easy-rob.de>

3.5 RoboWorks

Este proyecto es del *Robotics Research Group* de la universidad de Texas A&M a cargo del Dr. Chetan Kapoor. Al igual que Easy-Rob me fue posible revisar el software al mismo tiempo que sirvió de guía para el diseño e implementación del sistema presentado en esta tesis. El sistema incluye además de un módulo de construcción y animación, la comunicación del sistema y los robots a través de un canal de TCP.

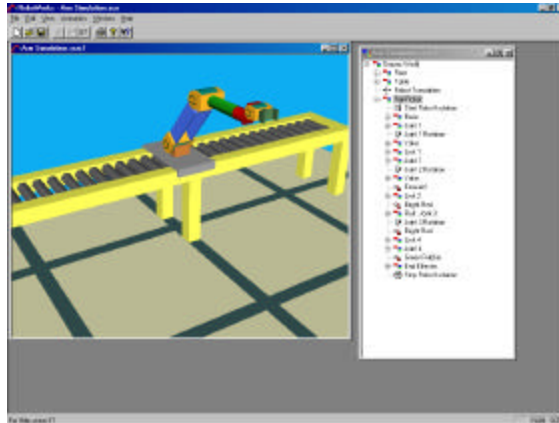


Figura 3.5 Roboworks

3.5.1 Descripción

RoboWorks es un programa de simulación y animación para Windows 95 y Windows NT. Este programa permite animar y construir interactivamente modelos en 3D. RoboWorks incluye RoboTalk el cual puede ser utilizado para comunicarse con otros programas y de esta manera controlar la simulación desde estos.

3.5.2 Características

- Modelado jerárquico usando nodos de diferentes tipos.
- Múltiples vistas en 3D con propiedades individuales.
- Primitivas en 3D.
- Gráficas en Open GL.
- Compatible con Windows 95/NT (32 bits).
- Animación.
- Interfaz con archivo y red.
- Interfaz con C++, Labview, Matlab, TCP/IP.
- Interfaz con archivos de texto (ASCII).

3.5.3 Aplicaciones

Su principal aplicación se encuentra en la enseñanza, siendo desarrollado en un laboratorio de investigación. Aunque su uso en la industria no se puede descartar.

3.5.4 Requerimientos-Costo

- PC Windows 95/NT
- Numero Serial (proporcionado vía e-mail)
- Sin Costo

3.5.5 Comentarios

La versión de evaluación que se obtuvo de este sistema nos permitió estudiar sus distintos componentes:

Modelado

Es posible copiar, cortar y borrar elementos a través de una vista de árbol. Estructura de árbol que incluye no sólo figuras, si no también transformaciones y comandos. La construcción de robots es a través de primitivas como cilindros, cajas y Esferas. Es posible también asignar colores y materiales predeterminados.

Control

El control de las articulaciones de los robots es por teclado, asignando de antemano la articulación a la tecla. Esto ofrece la ventaja de poder adecuar el control de muchos robots a las necesidades del usuario, limitado obviamente por el número de teclas disponibles. Aparte de este control no se proporciona otro.

Animación/Simulación

La animación es a través de un archivo de texto con los valores posición y rotación por cada uno de los elementos, estas secuencias no se pueden modificar. Su control nos permite adelantar y atrasar secuencias en la animación. También se puede variar la velocidad de la animación

Comunicación

Su característica más sobresaliente consiste en poder enviar y recibir datos e instrucciones a través de un canal de TCP. Así con un poco de conocimiento se puede monitorear remotamente un robot u otro programa por la red.

3.5.6 Laboratorio

Robotics Research Group

Dr. Ratheesh Rajan y Dr. Chetan Kapoor

University de Texas en Austin

<http://www.robotics.utexas.edu/>

Capítulo 3	Trabajos Relacionados.....	20
3.1	Workspace.....	20
3.1.1	Descripción.....	21
3.1.2	Características.....	21
3.1.3	Aplicaciones.....	22
3.1.4	Requerimientos-Costo.....	23
3.1.5	Comentarios.....	23
3.1.6	Compañía.....	23
3.2	IGRIP/Deneb.....	24
3.2.1	Descripción.....	24
3.2.2	Características.....	24
3.2.3	Aplicaciones.....	25
3.2.4	Requerimientos-Costo.....	25
3.2.5	Comentarios.....	25
3.2.6	Compañía.....	25
3.3	RobCad.....	25
3.3.1	Descripción.....	26
3.3.2	Características.....	26
3.3.3	Aplicaciones.....	27
3.3.4	Requerimientos-Costo.....	27
3.3.5	Comentarios.....	27
3.3.6	Compañía.....	27
3.4	Easy-Rob.....	27
3.4.1	Descripción.....	28
3.4.2	Características.....	28
3.4.3	Aplicaciones.....	29
3.4.4	Requerimientos-Costo.....	29
3.4.5	Comentarios.....	29
3.4.6	Desarrollador.....	30
3.5	RoboWorks.....	30
3.5.1	Descripción.....	31
3.5.2	Características.....	31
3.5.3	Aplicaciones.....	32
3.5.4	Requerimientos-Costo.....	32
3.5.5	Comentarios.....	32
3.5.6	Laboratorio.....	33
Figura 3. 1	Workspace.....	20
Figura 3. 2	Aplicaciones de Workspace.....	22
Figura 3. 3	ROBOCAD.....	26
Figura 3. 4	Easy-Rob.....	28
Figura 3. 5	Roboworks.....	31