

DISEÑO Y EVALUACIÓN DE APLICATIVO MULTIMEDIA EN ROBÓTICA

Pere Ponsa

Escuela Universitaria Politécnica de Vilanova i la Geltrú

pedro.ponsa@upc.es

1. RESUMEN

La Robótica es una ciencia multidisciplinar que integra diversas áreas de conocimiento (matemáticas, física, automática e ingeniería) así como la colaboración entre diversos ingenieros. Algunos temas de la robótica son prácticos y requieren de métodos docentes que van más allá de la clase magistral: visualización de videos de aplicaciones, visita a casas comerciales, utilización de entorno de simulación para el análisis matemático. En éste trabajo se pretende ofrecer una nueva herramienta docente basada en un aplicativo multimedia. Las nuevas tecnologías de la información permiten el desarrollo de texto en formato *html*, así como la inclusión de animaciones gráficas, junto al desarrollo de un aplicativo donde el usuario es autodidacta. La propuesta es generar un entorno en el que se sucedan las lecciones de robótica básica junto a problemas resueltos, gran soporte gráfico, y animaciones. Las herramientas informáticas son editores de código *html*, y programas de animación gráfica con el fin de generar un contenido multimedia en formato CD y fácilmente instalable en servidor para ser utilizado desde cualquier navegador estándar.

2. ANTECEDENTES

La experiencia acumulada del autor consiste en nueve años de docencia en robótica:

- ?? Ingeniería en Informàtica (UAB, Bellaterra)
- ?? Cursos de Formación Ocupacional (Agrupaciones Profesionales Narcís Giralt, Sabadell)
- ?? Ingeniería Técnica especialidad Electrónica Industrial (EUPVG, Vilanova i la Geltrú)

Generando una amplia relación con estudiantes y trabajadores procedentes de diversos sectores y observando la necesidad de crear materiales docentes en esta materia que continuamente se presta a nuevos enfoques y tratamientos.

Con el ánimo de reforzar notoriamente la enseñanza docente de calidad en el área de automatización industrial se pretende una aportación en el área de la robótica propiciada por los siguientes acontecimientos:

- ?? Creación de 2º ciclo en Automática y Electrónica Industrial (septiembre 2003) en la futura Escuela Politécnica Superior de Vilanova i la Geltrú
- ?? Enseñanza en Alternancia (propiciando la generación de asignaturas semipresenciales)

- ?? Nuevas herramientas metodológicas para el desarrollo de materiales multimedia llevadas a cabo desde La Factoria, centro de recursos de la Universidad Politécnica de Cataluña

La creación de un aplicativo multimedia en robótica es un reto interesante ya que confluyen muchas dificultades, entre ellas el hecho de tratarse de una ciencia multidisciplinar aplicada y el hecho de valorar como es recibido por parte de estudiantes y profesores. Sin duda, en este caso, es más interesante el debate que se genera alrededor del tema, y en menor lugar los contenidos o formatos del aplicativo.

A lo largo del año 2002, se llevó a cabo una primera versión del aplicativo, lo cual nos permitió valorar las opiniones y críticas de estudiantes y profesorado. Entre los comentarios:

- ?? Excesiva utilización de animaciones gráficas que entorpecen el seguimiento del texto
- ?? Las imágenes y videos sobrecargan la capacidad y provocan que el aplicativo sea lento
- ?? La gran cantidad de temas a estudiar en robótica dificultan que puedan ser todos ellos tratados en un solo aplicativo
- ?? El texto presentado en formato Word apto para crear un libro no tiene porqué ser el mismo que se necesita en un aplicativo multimedia donde se potencia la lectura directamente sobre la pantalla

Así, uno de los primeros retoques está centrado en la selección de temas a tratar, depuración y retoques en el contenido, estudio de formatos gráficos que ocupen poca memoria, diseño ergonómico del entorno gráfico y enfoque pensado para usuarios muy diversos - todos ellos dentro del ámbito universitario o profesional.

3. CREACIÓN DEL APLICATIVO

En la generación del aplicativo hay que diferenciar los aspectos relacionados con la materia de los aspectos técnicos de implementación.

3.1. Análisis

El listado de temas a tratar es el siguiente:

- ?? Introducción: breve cronología, estado del arte y aplicaciones
- ?? Transformaciones homogéneas: translación, rotación, sistema de referencia
- ?? Estructura: articulación, configuraciones, sensores propios, actuadores, elementos terminales
- ?? Análisis del movimiento: cinemática y dinámica de robots
- ?? Control: PID, armario, generación de trayectorias
- ?? Programación: gestual, textual, lenguajes de programación

En el tema de Transformaciones aparece el problema de la representación matemática. Actualmente, junto a procesadores de texto, coexisten editores de formulas y símbolos matemáticos que permiten insertar estos contenidos en un

texto científico. En el caso de un aplicativo multimedia hay que tomar precauciones para que la visualización de toda esta simbología sea correcta y no de lugar a ambigüedades.

La aportación principal en este sentido está centrada en la dificultad que tiene el estudiante para la comprensión de translaciones y rotaciones en un espacio 3D pero representadas por matrices de 4 dimensiones. Así pues, mediante el uso de animaciones generadas con Flash, se ha procedido a animar pequeños elementos gráficos que permitan al estudiante *ver* qué significa una rotación en sentido antihorario y alrededor de un eje, por ejemplo, o como se relacionan dos sistemas de referencia mediante traslación y rotación.

En el tema de Estructura pasamos a un dominio pragmático. El estudiante debe reconocer los componentes básicos de un robot, que en este caso son bastantes y mezclan contenidos de mecánica, electricidad, sensórica, por citar algunos.

La aportación principal en este sentido está centrada en potenciar la imagen y en menor lugar el texto. Así, en este tema se desarrollan amplios contenidos gráficos tanto en dibujo como en fotos, para finalizar en algunos ejemplos de videos donde se observa el robot realizando tareas industriales.

En el tema de Análisis se llevan a cabo las explicaciones teóricas sobre cinemática y dinámica de robots. Es un tema complejo para profesionales ya que requiere un amplio conocimiento de física aplicada a estructuras mecánicas.

La aportación principal en este tema es aportar una introducción clara a la representación de Denavit-Hartenberg para el estudio de la cinemática de robot. Respecto a la dinámica se hace hincapié en la explicación del formalismo de Euler-Lagrange para el estudio de la dinámica en lugar del formalismo de Newton-Euler ya que creemos que es de más fácil comprensión para una primer aprendizaje de estos temas.

En el tema de Control abordamos los aspectos clásicos y añadimos las técnicas de par computado (*computed torque*) que son un referente del control dinámico, añadiendo el control PID y permitiendo que se genere con facilidad la simulación del sistema controlado.

No se puede tratar la robótica industrial sin mencionar el armario de control que acompaña a la estructura mecánica. La descripción del armario es imprescindible para aquellos técnicos que se encargan de la puesta en marcha del robot y de los aspectos de seguridad en una estación robotizada.

El tema de Programación muestra los diversos métodos de programación de robots. Sin existir un modelo estándar, se destaca en el aplicativo el uso del lenguaje VAL II, y V+ ya que consideramos que son programas genéricos que permiten el aprendizaje de la programación. Para ello, hemos incluido ejemplos resueltos y algunos problemas de programación de robots.

Siguiendo con estos matices de actividades enfocadas hacia el usuario, se ha creído oportuno añadir un Test que puntúe el aprendizaje del estudiante. En lugar de un test tradicional, se ha optado por un una base de datos con un total de 60 preguntas, de las cuales se generan aleatoriamente test distintos de 10 preguntas. El estudiante puede realizar consecutivamente diversos test que engloban todos los contenidos del aplicativo. Al finalizar un test se obtiene la calificación, donde destaca la penalización por cada uno de los fallos, indicando qué temas hay que volver a repasar.

3.2. Aplicativo

La primera pantalla del aplicativo ofrece al usuario la posibilidad de navegar por todos los apartados, Figura 1, (en versión gráfica mediante botones que forman un círculo, o mediante la versión texto). El listado de opciones es el siguiente:

- ?? Presentación: se indica el objetivo del aplicativo
- ?? Autoaprendizaje: se muestra un índice con cada uno de los capítulos y todo el contenido
- ?? Videoteca: diversos videos de aplicaciones industriales
- ?? Test: valoración del aprendizaje mediante test de 10 preguntas y 3 o 4 posibles respuestas
- ?? Anexos: abundante información complementaria con diversos artículos publicados en la UAB, UPC y en congresos nacionales
- ?? Bibliografía: principales libros que se recomiendan como complemento
- ?? Enlaces: listado de centros tecnológicos y universitarios que investigan o llevan a cabo labores de transferencia tecnológica
- ?? Créditos: breve leyenda con las actividades de los autores del aplicativo

Dentro del apartado Autoaprendizaje encontramos la materia de robótica englobada en forma de temas (Figura 2). En la columna de la izquierda aparece un menú desplegable con cada uno de los apartados del tema. En la fila superior aparece un menú con el nombre de cada uno de los temas. El usuario escoge con facilidad seguir la lección, cambiar de tema, o volver al Menú donde pueda consultar otras partes del aplicativo.

La Figura 2 muestra los contenidos de esta lección desarrollados mediante Dreamweaver. Incrustado en el Tema 2 aparecen animaciones realizadas con Flash. En el caso concreto de la Figura 2 aparece un sistema de referencia inercial. El usuario accede al sistema y la animación genera una translación *in situ*.

La Figura 3 muestra un ejemplo de pregunta y posibles respuestas en el Test. Cuando el usuario selecciona una de las respuestas aparece una casilla indicando *correcto* o *incorrecto*. El test se ha confeccionado con Flash y el uso de las casillas permite añadir comentarios más detallados del porqué se ha fallado la respuesta. Esto permite aconsejar al estudiante que repase o amplíe sus conocimientos.

La Figura 4 muestra la zona del aplicativo dedicada a los anexos. Si el estudiante desea ampliar sus conocimientos de programación puede obtener el manual de programación de V+. Este apartado se complementa con estudios llevado a cabo por el autor. Algunos documentos son internos a la Universidad, mientras que otros han sido publicados en congresos nacionales como por ejemplo las Jornadas Nacionales de Automática que se celebran anualmente [3], [4]. La pretensión de este apartado no es ser exhaustivo sino proporcionar información técnica relevante que complemente el uso del aplicativo con la lectura.

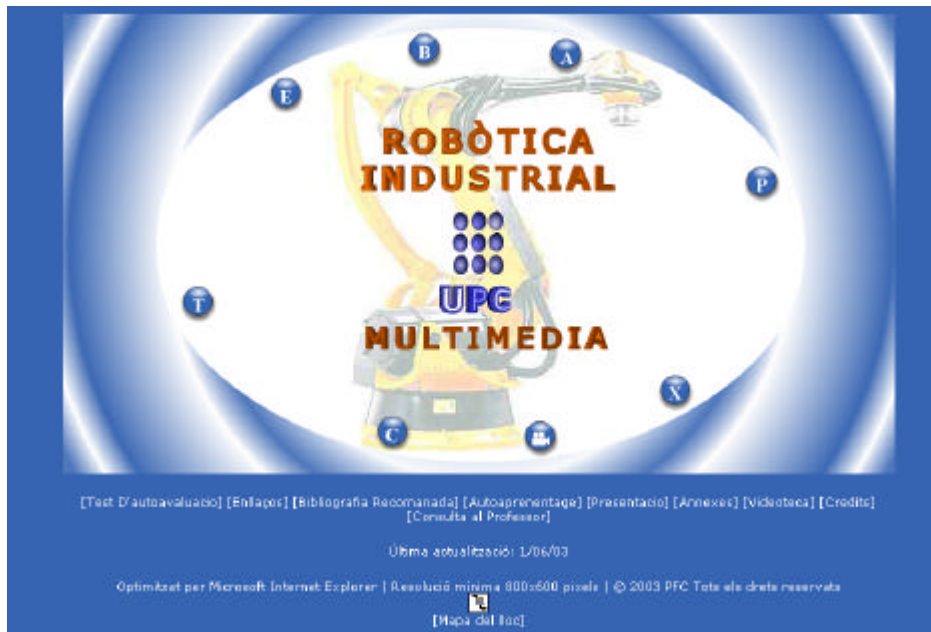


Figura 1- Pantalla principal

ROBÒTICA INDUSTRIAL TEMES: 1 2 3 4 5 6 **7** 8 9 10 11 12

TEMA 2: ESPAI DE LOCALITZACIÓ I TRANSFORMACIONS

INDEX TEMA 2 2.1 SISTEMA DE REFERÈNCIA

2.1 Sistema de referència

2.2 Coordenades homogènies

2.3 Localització

2.4 Transformacions matemàtiques

2.5 Conclusions

Però, aquestes components es poden escriure en forma compacta fent servir la notació vectorial

$$\vec{r} = (x, y, z)$$

$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{r}'$

Sistemes relacionats per translació

$$\vec{r} = \bar{x}\bar{i} + \bar{y}\bar{j} + \bar{z}\bar{k}$$

Aquest és el vector de posició que va des de l'origen O fins al punt P.
Fent servir la notació habitual per vectors, la relació entre sistemes sotmesos a translació és:

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{r}'$$

Figura 2- Pantalla de la zona de autoaprendizaje (Tema 2)

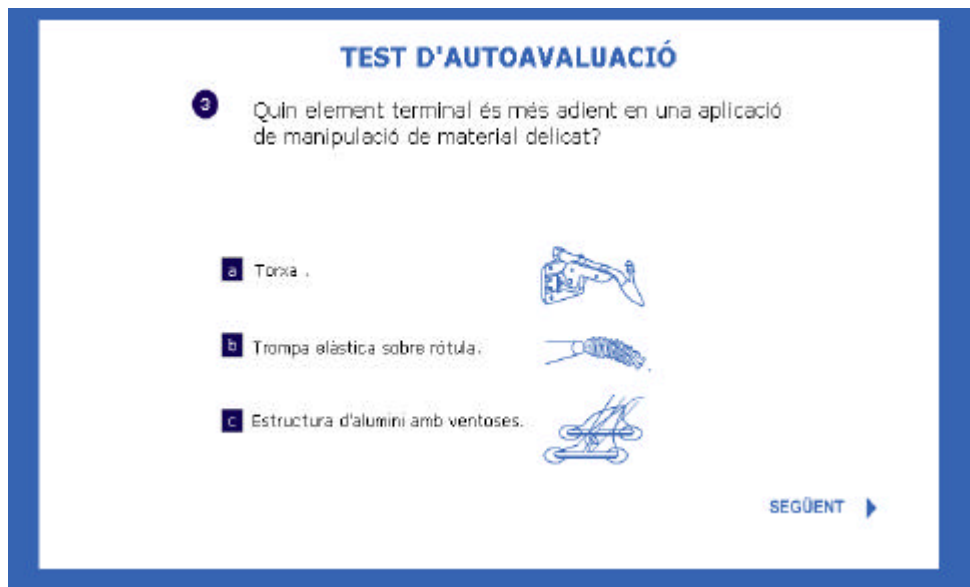


Figura 3- Ejemplo de pregunta tipo test



Figura 4- Zona de annexos donde se obtiene material complementario

4. CONCLUSIONES

La Escuela Universitaria Politécnica de Vilanova i la Geltrú está llevando a cabo actividades innovadoras docentes como preparación de materiales multimedia, aprendizaje basado en proyectos y la creación de una célula de fabricación flexible que permita la integración de tecnologías y la colaboración en grupo del profesorado docente [1], [2]. Mediante estas iniciativas se persigue la mejora de la calidad docente en el área de automatización industrial de las titulaciones técnicas y superiores, y reducir la distancia que separa la Universidad del sector industrial.

El desarrollo de una aplicación multimedia en el área de robótica industrial es complejo ya que lleva asociado dos problemas principales: el primer problema es que se trata de una ciencia multidisciplinar y el segundo problema es que hay que analizar como se enfocan contenidos y formatos al aprendizaje de los estudiantes.

La versión del aplicativo que se presenta en este artículo permite el debate de si tiene cabida en la docencia actual el complemento de las clases teóricas con otros métodos que agraden al estudiante e impliquen una mejora de la calidad docente.

AGRADECIMIENTOS

En la elaboración de material en soporte electrónico hay que agradecer la aportación de los proyectistas Jaume Yebra, Nuria Lagos, Daniel Mauri e Ivan Mauri. Y en los comentarios sobre el material hay que agradecer la aportación del profesorado como Cristóbal Raya, José Antonio Soria y del becario Toni Sánchez [5]. La Factoria y la Biblioteca de la Escuela Politécnica de Vilanova i la Geltrú han colaborado a nivel de recursos técnicos y humanos gracias a Andres Torrijos y Marga Ceña.

5. REFERENCIAS

[1] P. Ponsa. Diseño de una línea didáctica de producción. *5º Congreso "Las Nuevas Fronteras de la Automatización"*, AER/TAP, Bilbao, septiembre 1997

[2] P. Ponsa. Diseño de un sistema de fabricación flexible. *Memoria del Trabajo Experimental de Tercer Ciclo*, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, abril 1998

[3] P. Ponsa, A. Català. Actividades docentes en mecatrónica. *XXII Jornadas de Automática*, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, septiembre 2001

[4] P. Ponsa, J. Aranda. Creación de un aplicativo multimedia en robótica. *XXIII Jornadas de Automática*, Universidad de La Laguna, Tenerife, septiembre 2002

[5] T. Sánchez, P. Ponsa. Sistema modular de producción. *Documento interno*, Universitat Politécnica de Catalunya, EUPVG, Vilanova i la Geltrú, mayo 2003