

Un nuevo entorno para la simulación de sistemas mecánicos multicuerpo basado en XML

M. González, J. Cuadrado, ⁽¹⁾J. García de Jalón

*Laboratorio de Ingeniería Mecánica - Universidad de A Coruña
Mendizábal s/n 15403 Ferrol, España
Tlf.: 981-337400 ext. 3871, E-mail: lolo@cdf.udc.es*

*⁽¹⁾E.T.S. de Ingenieros Industriales – Universidad Politécnica de Madrid
José Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid, España.*

Resumen

La investigación en Dinámica de Sistemas Multicuerpo implica la utilización de diferentes paquetes de software que usan formatos de datos incompatibles. Esta falta de estandarización convierte la simulación en un proceso lento y laborioso, además de ser un obstáculo para la colaboración entre distintos grupos de investigación. Como respuesta a esta situación los autores han desarrollado MechML, un nuevo lenguaje de modelado de sistemas multicuerpo. MechML presenta una ventaja fundamental frente a otros formatos de datos: está basado en XML, el formato universal para almacenar e intercambiar datos en la web. Para automatizar el proceso de simulación mediante el uso de MechML se ha desarrollado un plug-in para I-DEAS, una herramienta CAD-CAE de alto nivel, que exporta modelos MechML a partir de modelos creados con I-DEAS, permitiendo al usuario realizar el modelado en el entorno amigable del CAD-CAE y ejecutar las simulaciones en un solver propio o desarrollado por terceros.

Palabras Clave: sistemas multicuerpo, XML, formatos de datos, CAD-CAE, I-DEAS.

Abstract

Research in Multibody System Dynamics involves the utilization of different software tools that handle incompatible data formats. This lack of data standardization makes the simulation process slow and error-prone, and is a serious obstacle for benchmarking, collaboration and model sharing between groups around the world. As a response to this situation the authors have developed MechML, a new Multibody Systems modeling language. MechML has a key advantage over other data formats: it is based on XML, the universal format to store and interchange structured data on the Web. In order to streamline the simulation process using MechML, the authors have developed a plug-in for I-DEAS, a high-end CAD/CAE tool, capable of generating MechML models automatically from I-DEAS models, thus allowing the user to perform almost all the modelization within the friendly CAD/CAE graphic user interface and run simulations in 3rd party or custom solvers.

Keywords: multi-body systems, XML, data formats, CAD-CAE, I-DEAS.

1. Introducción

Durante los últimos años nuestro grupo de investigación ha estado trabajando en el campo de la Dinámica de Sistemas Multicuerpo. Nos centramos en el desarrollo de

nuevas formulaciones para la simulación en tiempo real, consideración de cuerpos flexibles, cálculo de tensiones durante el movimiento, integración de sistemas de control y visualización gráfica [1]. A menudo tenemos que utilizar diferentes formulaciones dinámicas, combinarlas con distintos algoritmos de integración y establecer comparaciones entre las alternativas resultantes para un determinado número de problemas tipo. Para realizar esto es necesario desarrollar software de simulación a la medida que implemente cada método en particular sobre cada ejemplo a resolver.

La metodología de trabajo actual es lenta y propensa a errores. Tres modelos han de ser construidos para un mecanismo: 1) Un modelo matemático del sistema multicuerpo (MBS), empleando coordenadas naturales. 2) Un modelo CAD para cada cuerpo, realizado con el software I-DEAS, un paquete CAD/CAE de alto nivel. 3) Modelos de elementos finitos (FE) para los cuerpos flexibles, realizados en el paquete comercial COSMOS. La información obtenida de los modelos es combinada y codificada en lenguaje Fortran 77, con lo que el código resultante es un solver específico para un mecanismo en particular. Este procedimiento da lugar a un simulador de gran rapidez, pero tiene desventajas: no favorece la reutilización de código, son necesarios conocimientos avanzados de programación y la sincronización de los modelos CAD/CAE con el simulador es una tarea manual y laboriosa.

2. Entorno propuesto

Para resolver los inconvenientes del método actual se ha diseñado una nueva metodología de trabajo, mostrada en la figura 1:

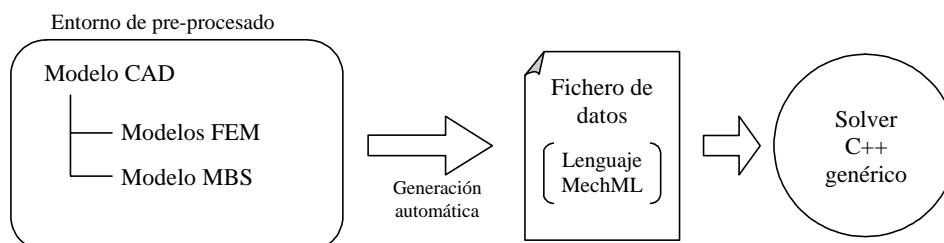


Figura 1. Metodología de trabajo propuesta.

Esta metodología se basa en la utilización de una herramienta CAD/CAE para crear, mantener y actualizar el modelo de sistema multicuerpo, y desde ella generar un fichero de datos con la descripción del mecanismo a simular, fichero que servirá como entrada a un solver genérico. Esta es la configuración usual de los paquetes CAD/CAE que integran solvers dinámicos externos. Sin embargo estas soluciones comerciales no se ajustan a nuestras necesidades, puesto que el formato de datos es propietario y no soporta características importantes, tales como cuerpos flexibles, sistemas de control, etc.

Este trabajo presenta los dos primeros componentes de nuestro nuevo entorno de trabajo: el lenguaje de modelado y el sistema de pre-procesado. La descripción del solver dinámico será materia de trabajos futuros.

3. Lenguaje de modelado MechML (Mechanism Markup Language)

Actualmente se echa en falta una estandarización de datos en el campo de la Dinámica de Sistemas Multicuerpo: tanto el software comercial como los grupos de investigación que desarrollan códigos de simulación utilizan formatos de datos propietarios e incompatibles. Esta situación es un serio obstáculo para la colaboración entre grupos y dificulta la reutilización de modelos [2]. En los últimos años ha habido varias iniciativas para establecer un lenguaje de modelado de mecanismos universal (STEP Part 105 [3], Dymola [4], Modelica [5]) pero ninguna de ellas ha tenido éxito, en parte debido a la falta de software para leer y procesar la información codificada en dichos formatos. Como solución a estos problemas hemos desarrollado MechML, un nuevo lenguaje para describir sistemas multicuerpo basado en XML. A pesar de encontrarse en una etapa inicial, MechML aprovecha los últimos avances en técnicas de modelado de datos y ofrece importantes ventajas sobre otros formatos de datos existentes.

MechML está basado en XML (eXtensible Markup Language [6]), el formato universal para transmitir documentos y datos estructurados en la World Wide Web. XML fue diseñado en 1998 por el World Wide Web Consortium para proporcionar a la industria de Internet un lenguaje de marcado simple, versátil y extensible. XML no es un lenguaje en sí mismo, es un metalenguaje: un lenguaje para describir otros lenguajes. XML presenta muchas ventajas sobre otros formatos de datos: es simple, fácil de usar, tiene

buen soporte y sigue estándares internacionales. Uno de los puntos fuertes del XML es la disponibilidad de parsers, que simplifican enormemente las tareas de lectura y procesamiento de la información contenida en un fichero XML. Además, mediante el lenguaje XML Schema [7] es posible definir formalmente la sintaxis de un formato de datos derivado de XML (como es el caso de MechML), de modo que el parser puede comprobar de modo automático la integridad y validez de los datos que se procesan.

En la figura 2 se muestra parte del modelo de datos de MechML, así como un ejemplo de código. Como puede verse, el formato de datos propuesto es sencillo e intuitivo. La versión actual de MechML soporta sólidos rígidos, pares cinemáticos y distintos tipos de fuerzas y restricciones.

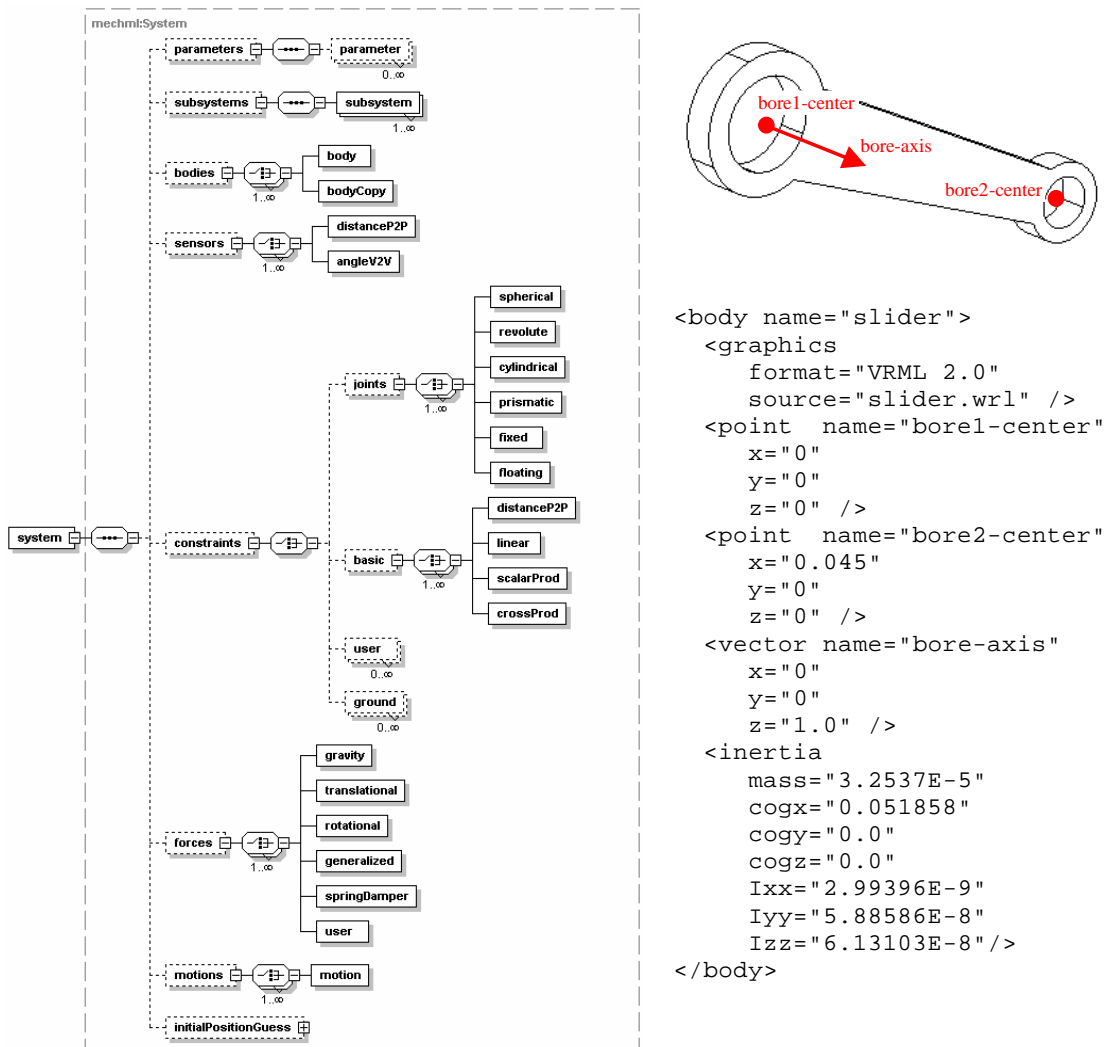


Figura 2. Vista parcial del modelo de datos de MechML (derecha) y ejemplo de modelado de un sólido rígido mediante coordenadas naturales utilizando MechML (izquierda).

4. Entorno de pre-procesado: integración con herramientas CAD-CAE

Escribir a mano el modelo en formato MechML de un mecanismo con un elevado número de elementos y pares puede resultar una tarea bastante tediosa y propensa a errores. Sería deseable poder realizar el modelo en un entorno visual y amigable, como se hace en las herramientas de simulación comerciales. Actualmente todos los paquetes CAD/CAE de gama media-alta pueden comunicarse con otras aplicaciones mediante entornos de computación distribuida (generalmente CORBA o DCOM), lo que permite desarrollar software que aproveche o extienda sus capacidades a la medida del usuario. Puesto que estos paquetes incorporan módulos de diseño de mecanismos, es posible escribir rutinas que accedan a su estructura de datos y extraigan la información necesaria para generar el archivo MechML con el modelo del mecanismo.

Esta técnica de generación automática de ficheros MechML desde herramientas CAD/CAE ha sido implementada por los autores en el paquete I-DEAS mediante un plug-in Java llamado Ideas2MechML: el usuario utiliza el módulo de diseño de mecanismos de I-DEAS para modelar la geometría 3D de los sólidos y ensamblarlos añadiendo pares cinemáticos, y a continuación ejecuta el programa Ideas2MechML que, accediendo a la información contenida en I-DEAS, genera el fichero MechML con la definición del mecanismo. Entonces el usuario puede simular el mecanismo en un solver externo programado por él mismo o por terceros.

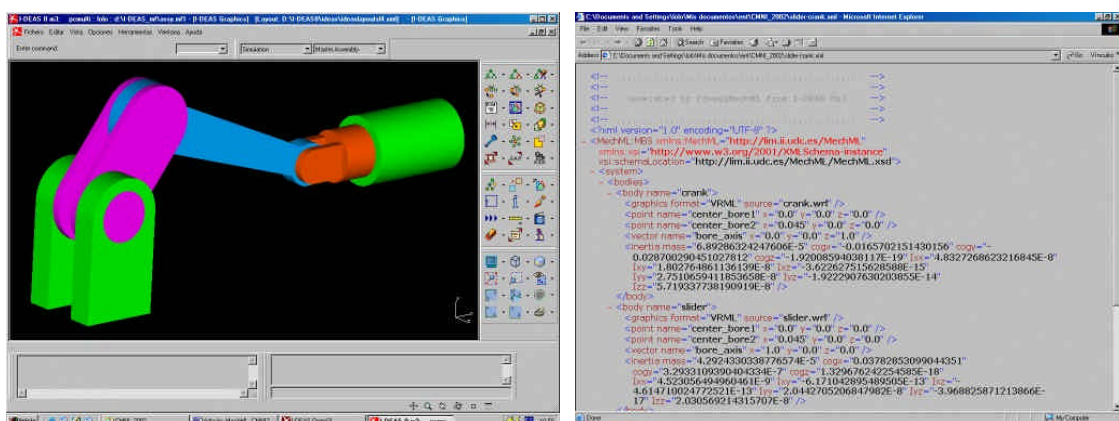


Figura 3. Sistema multicuerpo modelado en I-DEAS (derecha) y fichero MechML generado automáticamente a partir del mismo (izquierda).

La versión actual de Ideas2MechML tiene limitaciones: sólo exporta definiciones de sólidos y pares cinemáticos. Las fuerzas, movimientos guiados y la definición del análisis deben añadirse al fichero MechML manualmente. Aún así, el sistema permite un ahorro de tiempo considerable. En el futuro está previsto ampliar MechML para soportar elementos flexibles y utilizar Ideas2MechML para realizar análisis FEM semi-automáticos sobre éstos. Como parte de este trabajo también se está desarrollando un prototipo de traductor ADAMS-MechML en lenguaje Java.

5. Referencias

1. J. Cuadrado, R. Gutiérrez, M. A. Naya, P. Morer, “A comparison in terms of accuracy and efficiency between a MBS dynamic formulation with stress analysis and a non-linear FEA code”, *Int. Journal for Numerical Methods in Engineering*, **Vol.** 51 (9) (2001), p. 1033.
2. Keil, H. Hermsdorf, V. Enderlein, “On the description of multibody system models”, *Advances in Computational Multibody Dynamics*, Proc. Euromech Colloquium 404, IDMEC/IST, Lisbon, Portugal (1999).
3. ISO 10303, *Industrial Automation Systems and Integration – Product Data Representation and Exchange – STEP Part 105: Kinematics*, (1994).
4. M. Otter, H. Elmqvist, F. Séller, “Modeling of Multibody Systems with the Object-Oriented language Dymola”, *Nonlinear Dynamics*, (9) (1996), p. 91.
5. H. Elmqvist, S. E. Mattsson, M. Otter, “Modelica: The New Object-Oriented Modeling Language”, *The 12th European Simulation Multi-conference*, ESM'98, Manchester, U.K (1998).
6. World Wide Web Consortium (W3C), *eXtensible Markup Language (XML)*, <<http://www.w3.org/XML/>> (1998).
7. World Wide Web Consortium, *XML Schema*, <<http://www.w3.org/XML/schema/>> (2001).