UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Dinámica no lineal de sistemas multicuerpo flexibles mediante algoritmos conservativos

TESIS DOCTORAL

Juan Carlos García Orden

Ingeniero Aeronáutico

Madrid, 1999

DEPARTAMENTO DE MECÁNICA DE MEDIOS CONTINUOS Y TEORÍA DE ESTRUCTURAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Dinámica no lineal de sistemas multicuerpo flexibles mediante algoritmos conservativos

TESIS DOCTORAL

por

Juan Carlos García Orden
Ingeniero Aeronáutico

Director: José María Goicolea Ruigómez
Doctor Ingeniero de Caminos

Madrid, 1999

Resumen

Esta tesis se centra en el estudio de la dinámica no lineal de sistemas multicuerpo. Se entiende como tales los compuestos por sólidos rígidos y deformables conectados mediante distintos tipos de uniones, y con elementos discretos activos como muelles y amortiguadores. Se considera que los cuerpos deformables pueden experimentar grandes desplazamientos y deformaciones, y están representados por modelos de tipo hiperelástico. El medio continuo de cada sólido deformable se discretiza mediante técnicas de elementos finitos.

La configuración del sistema se parametriza mediante las coordenadas cartesianas de puntos, que constituyen un conjunto de parámetros dependientes, y las restricciones se imponen mediante el método de penalización. Este procedimiento permite representar, de una forma simple y sistemática, la dinámica del sistema global mediante un único conjunto de ecuaciones diferenciales ordinarias.

Se propone para la integración temporal del movimiento un método del tipo energía-momento, que conserva de forma exacta la cantidad de movimiento, el momento cinético y la energía total en sistemas conservativos. Este método proporciona una gran fiabilidad a los resultados calculados en simulaciones de larga duración, y además supera los problemas tradicionalmente asociados al empleo del método de penalización, concretamente el mal condicionamiento numérico. El resultado es un método robusto y fiable que puede ser aplicado eficazmente en una amplia gama de sistemas multicuerpo flexibles de aplicación práctica.

Agradecimientos

En primer lugar quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi familia por su apoyo incondicional y comprensión a lo largo del desarrollo de esta tesis.

Ya en el contexto académico, debo agradecer en primer lugar a mi director de tesis, el Dr. José María Goicolea, su efectiva orientación de mi labor investigadora. También al profesor Juan José Arribas su colaboración y aportación de fructíferas ideas.

Debo agradecer asímismo al profesor Felipe Gabaldón sus comentarios y observaciones, y a todo el resto de compañeros de la Cátedra de Mecánica que han hecho que la elaboración de esta tesis haya sido una experiencia muy enriquecedora.

Finalmente, no puedo dejar de reconocer mi deuda con el proyecto GNU, que me ha permitido usar herramientas de alta calidad como Linux, Geomview, Octave, gcc, Gnuplot, Ghostview, LaTeX, etc., que han sido fundamentales en todas las etapas del desarrollo.

Índice general