

NUEVAS APLICACIONES DEL MODELADO GEOMETRICO EN PROBLEMAS ELECTROMAGNETICOS.

Xulio Fernández Hermida*, Antonio Fraga Sanchez*, Juan M. Rius**.

*Dpto. de Tecnoloxias das Comunicacions. ETSET-Vigo.

Lagoas Marcosende (Apartado 62), VIGO, Tf. 986/812131

**Grup AMR, Dpto. Teoría del Senyal i Comunicacions, ETSET Barcelona

Apdo. Postal 30002, 08080 Barcelona, Tf. 93/4017219

ABSTRACT

All kinds of problems in engineering, start solving easy problems, typically in one dimension, in order to understand the basis of the physical problem. After this first step, it tries to overcome some more general problems in two and three dimensions. Each new step, usually represent a considerable amount of effort. The use of splines can mean one important step toward solving more general problems. The great possibility of splines to model arbitrary geometries and its easy of use is a powerful tool to attack problems which involve arbitrary geometries.

INTRODUCCION

Los splines son un tipo de funciones polinómicas basadas en unos puntos de control que de algún modo marcan su forma. Esto los hace especialmente interesante para su uso en modelado geométrico [1, 2] en donde se busca un aspecto determinado del modelo e importa menos su expresión matemática exacta. Mediante esta técnica de modelado geométrico se pueden diseñar modelos de los que luego se tratará de obtener sus parámetros electromagnéticos [3].

Un parámetro diferente de los splines que los hace interesantes para su uso en cálculos electromagnéticos se basa en su comportamiento "suave". Es esta suavidad la que los hace especialmente atractivos para generar un frente de fase de una onda no plana. Como, localmente, un frente de onda no presenta discontinuidades fuertes y si además, el frente de fase se obtiene después de un trazado de rayos, los splines son una herramienta ideal para aprovechar toda la información que se tiene del frente de fase. Diferentes rayos en su avance pasarán por puntos de igual fase generando un frente de fase. Además, el frente de fase, en la posición de cada rayo, debe de ser perpendicular a la dirección de avance del rayo. Con estas informaciones, es sencillo generar ciertos puntos de control que determinen una superficie spline que de forma natural cumpla estas condiciones.

APLICACIONES

Una aplicación ya implementada es la que calcula la RCS de cavidades simulando los frentes de onda emergentes de la cavidad por splines triangulares que permitan interpolar los valores del campo en puntos de su interior. De este modo, con un menor trazado de rayos, se obtienen resultados igualmente buenos.

Otra aplicación doblemente ligada a los splines es la del diseño de antenas reflectoras o doblemente reflectoras. En este caso, se parte de un parabolóide exacto diseñado mediante splines. (No siempre es posible diseñar una figura exacta mediante splines pero en este caso afortunadamente lo es). Y a partir de él, actuando sobre los puntos de control se modifica su forma. La deformación puede tener un carácter global o ser localizado solamente en una parte de la superficie (tan localizado como se desee) contando siempre con el buen comportamiento de los splines, que de ninguna manera crearán aristas pues la derivada se mantiene continua. Si el diseño lo requiere, se puede hacer que tampoco existan discontinuidades en las curvaturas. De este modo, se puede hacer una deformación controlada de la superficie reflectora, hasta lograr la iluminación deseada.

Un empleo diferente de los splines es para modelar el frente de fase que resulte de la iluminación del reflector. El frente de fase tendrá una variación suave y ligada a la forma del spline que genera el reflector. Con lanzar solo unas pocas rayos distribuidos homogéneamente y unos pocos más concentrados en las zonas donde se produjeron mas deformaciones, se dispondrá de información suficiente para estimar el frente de onda saliente y a partir de él encontrar la fase y la amplitud del campo generado en la apertura. Conocidos estos campos, se obtienen por los métodos usuales los parámetros de radiación de la antena

Una nueva aplicación de las superficies paramétricas spline ha surgido recientemente con el desarrollo de la técnica denominada "procesado gráfico" para tratar el problema de la difracción electromagnética en la región de alta frecuencia [4]. Esta técnica se basa en el modelado geométrico del objeto difractante y la visualización en una estación de trabajo de una imagen realista del mismo. El cálculo de la integral de óptica física sobre la superficie spline y la detección de aristas se llevan a cabo mediante el procesado gráfico de la imagen en la pantalla de las estaciones de trabajo. Así pueden resolverse en tiempo real problemas de otra forma muy costosos, como es la predicción de sección recta de blancor radar complejos.

CONCLUSIONES

La gran adaptabilidad de los splines para realizar diseños de modelos CAD hizo que se produjera un rápido desarrollo de herramientas hardware y software para su manejo eficiente en los problemas de modelado. Es todo este desarrollo ya implementado el que hace que estas funciones sean especialmente interesantes, pues muchos de los cálculos que se necesitan realizar para resolver ciertos problemas electromagnéticos son similares a los que se realizan con los splines en los problemas de modelado geométrico. De este modo, si del problema electromagnético se pasa a un problema 'atacable mediante técnicas de procesado gráfico', podremos emplear el hardware desarrollado para este tipo de problemas y llegar a la solución en tiempos mucho menores.

Si en el estudio de la interacción entre ondas y objetos somos capaces de modelar ambos mediante splines, es posible que las ondas reflejadas también admitiesen un modelado por splines, y que los parámetros del spline que define la onda reflejada pudiesen

ser obtenidos directamente de operar con los parámetros definitorios de la onda incidente y de la superficie reflectora. Conseguríamos de este modo modelar ´diferenciales de onda´ mayores que un simple rayo (primera aproximación en la que solo se tiene en cuenta la dirección de avance de la onda) o que un frente de segundo orden (dado por una dirección de avance y unos radios y direcciones principales de curvatura).

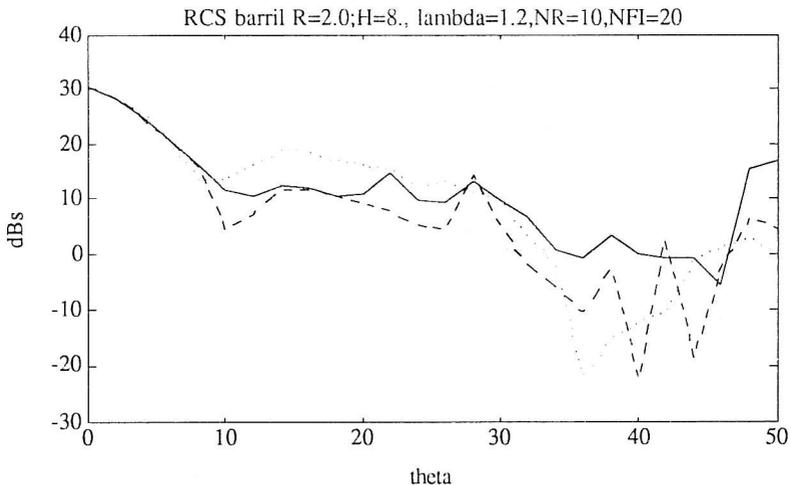
Como los splines permiten el modelado de objetos de forma arbitraria, si conseguimos resolver un problema electromagnético sobre objetos modelados con splines, habremos llevado la solución del problema un paso mas allá, pues ya no nos vemos limitados por las ´formas geométricas sencillas´ que típicamente acompañan las soluciones de los problemas electromagnéticos.

RESULTADOS

A título de ejemplo, presentamos el resultado de la sección radar de una cavidad arbitraria. Hemos elegido para ello una cavidad en forma de barril de la cual se representa un dibujo de alambres en la figura 1. En la figura 2 se dibuja un frente de onda emergente de una cavidad modelado mediante splines triangulares.

Esta gráfica representa la sección radar de un barril de radio 2 y fondo 8 cuando la onda incidente tiene una longitud de onda = 1.2.

El barril se ha modelado mediante splines.



Los diferentes trazos en cada gráfica representan:

trazo de puntos.- cálculo mediante la aproximación de tubos de flujo.

trazo discontinuo.- cálculo mediante factores de divergencia y aproximación lineal de la amplitud y de la fase en cada tubo.

trazo continuo.- cálculo mediante factores de divergencia y aproximación lineal de la amplitud y lineal a tramos de la fase.

FIGURAS

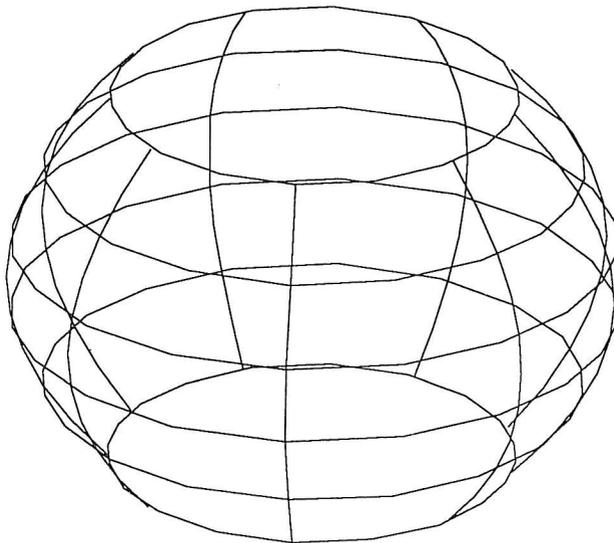


Figura 1

En esta figura pretende representarse una cavidad en forma de barril. La sección radar de este barril está representada en la gráfica 1.

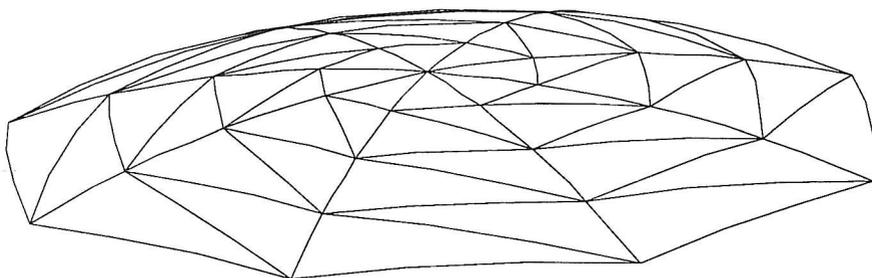


Figura 2

En esta figura se hace una representación de un frente de fase emergente después de una reflexión en el fondo de una esfera. La onda incidente se modeló por 32 rayos (4×8) lanzados con un ángulo de incidencia de $\theta = 15^\circ$, $\phi = 20^\circ$. Para que la representación solo captase una traza se lanzaron todos los rayos concentrados en la parte central de la apertura. Para visualizar el frente de onda se tomaron ángulos $\theta = 75^\circ$ y $\phi = 20^\circ$ de modo que se observase bien la forma del frente.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Gerald Farin "Curves and Surfaces for Computer Aided Geometric Design" Ed. Academic Press Inc.
- [2] Bruce R. Dewey "Computer Graphics for Engineers" Ed. Harper and Row
- [3] X.F.Hermida, A.G.Pino "Spline Modeling to Compute the RCS of Arbitrarily Shaped Cavities by the GO/AI Method" Procc. of IEEE AP-S. Dallas,USA, May 1990.
- [4] J.M.Rius, M.Vall-llosera, A.Cardama, "Real Time RCS of Perfectly Conducting or Coated Radar Targets", Electromagnetics in aerospace Applications, Torino, Septiembre 1991.
- [5] M.A.J.Sweeney, A.I.Research, R.H.Bartels "Ray Tracing Free-Form B-Spline Surfaces " IEEE CG&A, February 1986, pp. 41-49.
- [6] X.F.Hermida, A.G.Pino, M.F.Cátedra "Aproximación GO+PO de la sección radar de cavidades metálicas sencillas" Procc. URSI. Santander, Set. 1989, pp. 394-398