Corso di Laurea in Informatica
METODI NUMERICI PER LA GRAFICA
2 Unità Didattiche - programma A.A.2000/2001
Prof. Giulio Casciola

Prerequisiti: polinomi nella base di Bernstein e funzioni spline a nodi semplici; definizione di spline polinomiale, spazio delle funzioni spline e dimensione dello spazio, base delle potenze troncate, funzioni B-spline definite mediante formula ricorrente, base delle B-spline, proprietà delle B-spline, valutazione di una spline, formula ricorrente per la derivata di una B-spline, integrazione, interpolazione, condizioni di Schoenberg Whitney, interpolazione con spline cubiche e condizioni agli estremi (derivate, periodiche e naturali), proprietà di minimo delle spline di interpolazione, superfici spline prodotto tensoriale, interpolazione di dati a griglia;

PARTE I: modellazione geometrica
Introduzione alla modellazione geometrica con curve e superfici; forma parametrica in alternativa a forma algebrica; scelta di una classe di funzioni opportuna: le spline.

Richiami sulle funzioni spline ed estensione a spline a nodi multipli e non uniformi; tecnica di knot-insertion, algoritmo ed applicazioni (knot insertion multiplo per la valutazione e il subdivision di una funzione spline);
proprietà Variation Diminishing per funzioni spline (relazione fra variazione di segno della spline e variazione di segno dei suoi coefficienti) con dimostrazione via knot-insertion, approssimazione VD di funzioni, approssimazione VD con spline, interpretazione geometrica dei coefficienti di una spline, della valutazione di una spline mediante knot insertion multiplo e del subdivision;
tecniche di knot-refinement, knot-removal, degree-elevation, degree-elevation e knot-removal per polinomi, degree-reduction.

Curve spline 2D in forma parametrica (funzioni vettoriali in una variabile), curva approssimante di forma, vettore tangente e normale ad un punto della curva, modellazione con curve a forma libera, invarianza per trasformazioni geometriche, proprietà geometriche.

Curve 3D e superfici spline in forma parametrica (funzioni vettoriali in due variabili), curve 3D e superfici approssimanti di forma, vettori tangenti, piano tangente e normale ad una superficie, modellazione con superfici a forma libera, proprietà geometriche, superfici periodiche in una ed entrambe le direzioni.

Funzione spline razionale e funzione NURBS, definizione analitica e geometrica, spazio delle NURBS, base delle RB-spline, knot-inserion, proprietà VD per le NURBS, curve 2D, 3D e superfici NURBS in forma parametrica, approssimazione di forma per curve e superfici, proprietà geometriche, curve e superfici periodiche, i pesi come parametri di forma, coniche come NURBS, il cerchio, quadriche come NURBS, la sfera, il cilindro, il cono, il toro.

Interpolazione con curve 2D, 3D e superfici; interpolazione con spline e NURBS, superfici extruded, rigate e di rotazione come, superfci cross-sectional ottenute da curve mediante tecnica di skinning, sweeping e swinging.

Zeri di funzioni spline e NURBS, intersezione fra curva 2D e retta, intersezione fra superficie e retta, interserzione fra curve 2D, intersezione fra superfici (algoritmo geometrico e ibrido geometrico e numerico).

Rappresentazione di un solido mediante rappresentazione CSG e B-rep, definizione di superficii trimmate, superfici gerarchiche, rappresentazione B-rep di solidi sculturati, composizione di solidi mediante operazioni booleane di unione, intersezione e differenza.

Superfici a topologia triangolare (patch di Bezier): coordinate baricentriche, polinomi di Bernstein di grado n su un triangolo, superfici in forma parametrica, degree-elevation, subdivision, derivazione, integrazione, continuità fra patch, interpolazione, superfici di Bezier razionali.

Superfici a topologia arbitraria (subdivision surfaces): superfici di Catmull e Clark, Doo e Sabin, Loop, generalizzazione a superfici di suddivisione non uniformi e razionali, risultati sulla continuità nei punti straordinari;

PARTE II: rappresentazione grafica
Architettura raster-scan, device di input (mouse).

Xwindow e librerie grafiche, programmazione X mediante uso esclusivo della libreria Xlib di base, esempi pratici, la libreria *xtools* per la progettazione di GUI.

Algortimi di grafica di base (linea: incrementale e Bresenham a 4 ed 8 ws senza e con antialiasing, cerchio: Bresenham).

Trasformazioni geometriche 2D, trasformazioni Window-Viewport, zoom, algoritmi di clipping di punti, linee (Sutherland-Cohen) e poligoni (Sutherland-Hodgman), clipping esterno, contenimento di un punto in un poligono, determinazione se un poligono è concavo o convesso, suddivisione di un poligono in triangoli, grafico di funzioni e curve 2D.

Algoritmi di scan conversion (metodo scan line e TAM) e filling di poligoni.

Trasformazioni geometriche 3D, trasformazioni di vista, proiezioni prospettica e parallela, grafico di funzioni scalari in due variabili, contour map.

Algoritmi di rendering con rimozione delle parti nascoste (hidden line e hidden surface); algoritmi specializzati per funzioni scalari in due variabili (Visibility buffer, TAM, Anderson e PAM) e funzioni vettoriali (HidPSP, classificazione poligoni proiettati).

Algoritmi di shading, modelli di illuminazione locali e globali (Whitted), ombre, texture map, trasparenza, riflessione (z-buffer secondo Goraud o Phong e ray-tracing).

LABORATORIO
E' previsto l'utilizzo del sitema software *xcmodel* per la modellazione e resa con curve e superfici NURBS per sperimentare e approfondire i metodi ed algoritmi trattati nel corso.

Testi di riferimento:
-L.Piegl, W.tiller **The NURBS Book**, Springer-Verlag (1995);
-D.F.Rogers, J.A.Adams, **Mathematical Elements for Computer Graphics**, II edition, McGraw-Hill (1990);
-J.D.Foley, A.Van Dam, S.K.Feiner, J.F.Hughes, **Computer Graphics principles and practice**, Second Edition Addison Wesley (1990);

Bibliografia:
-C.deBoor, **A Practical Guide to Splines**, Springer-Verlag (1978);
-I.Faux, M.J.Pratt, **Computational Geometry for Design and Manufacture**, Chichester: Ellis Horwood (1979);
-G.Farin, **Curves and Surfaces for Computer Aided Geometric Design: a Practical Guide**, Academic Press (1988);
-A.Glassner (ed.), **An Introduction to Ray Tracing**, Academic Press (1989);
-D.F.Rogers, **Principi di Programmazione Grafica**, Tecniche Nuove (1988); -F.Yamaguchi, **Curves and Surfaces in Computer Aided Geometric Design**, Springer-Verlag (1988)
-J.Hoschek, D.Lasser, **Fundamentals of Computer Aided Geometric Design**, Wellesley, A.K.Peters, Ltd. (1993).