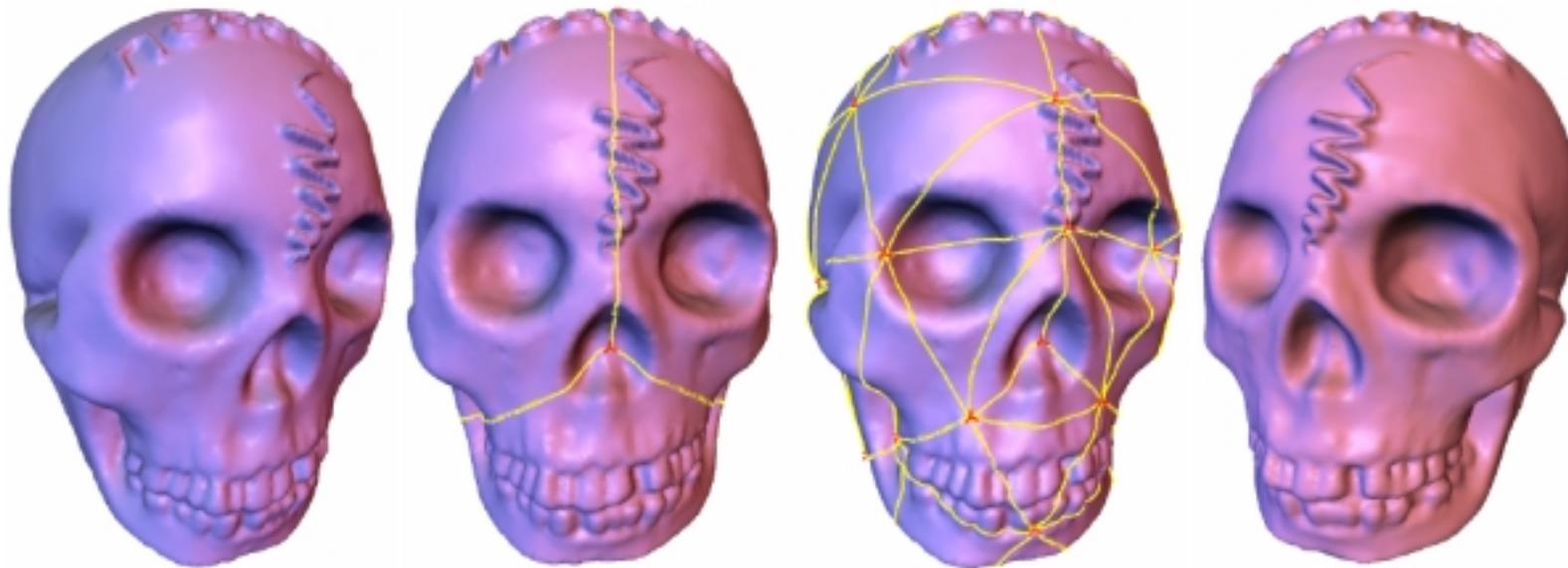


# Normal Meshes

Igor Guskov, Kiril Vidimčič, Wim Sweldens, Peter Schröder  
Proceedings of SIGGRAPH 2000



Phyrum Tea - Juni 2000  
Betreuer: Andreas Hubeli

# Vortragsübersicht



- ⌘ Einleitung in Semi-Reguläre Mesh
- ⌘ Motivation
- ⌘ Normal Mesh
- ⌘ Resultate
- ⌘ Persönliche Beurteilung

# Einleitung



- ⌘ Approximation von Oberflächen
- ⌘ Rohscan als Input
- ⌘ Bearbeitung der Objekte
- ⌘ Viele Algorithmen benötigen semi-seguläre Mesh als Eingabe

# Semi-Reguläre Mesh



⌘ Remeshing nötig

⌘ Andere Verfahren

☒ [8] Multires. Analysis of Arbitrary Meshes (95)

☒ [13] Fitting Smooth Surfaces to Dense Polygon Meshes (96)

☒ [15] MAPS:Multires. Adaptive Parameterization of Surfaces (98)

⌘ Gemeinsamkeiten

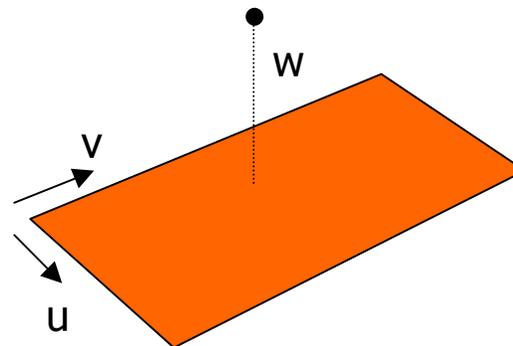
☒ beliebige Mesh als Eingabe

☒ Semi - reguläre Mesh als Ausgabe

# Motivation

## ⌘ Situation

- ☒ Ein Punkt braucht bisher 3 Float-Werte  $u, v, w$



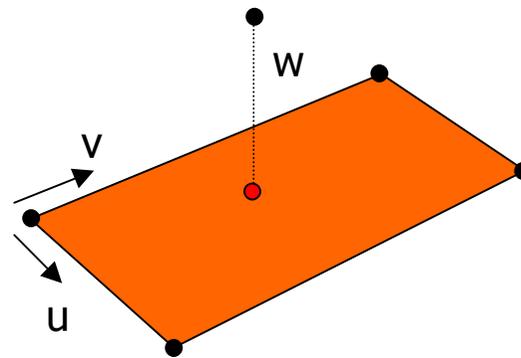
## ⌘ Ziel

- ☒ Ein Punkt braucht 1 Float-Wert

# Parameter

⌘ Wie erreicht man dies?

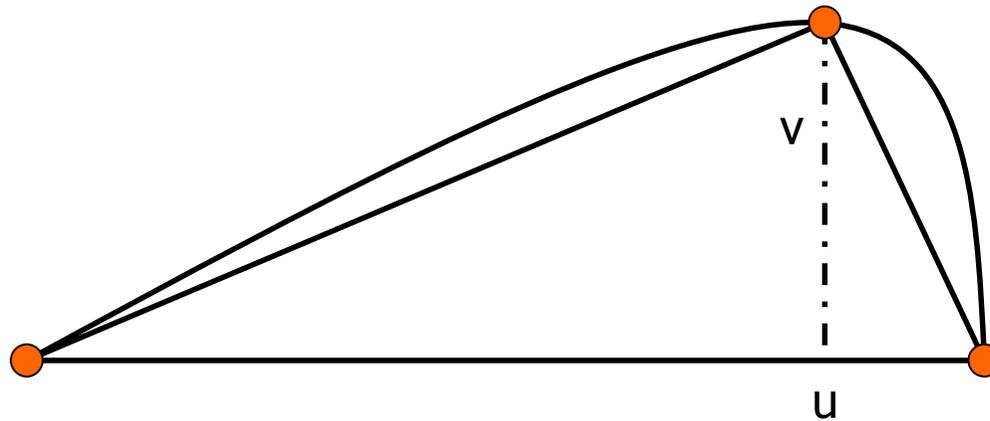
- ☒ Nachbarschaft des Punktes
- ☒  $u, v$  eigentlich Parameter



# Normal Polylines

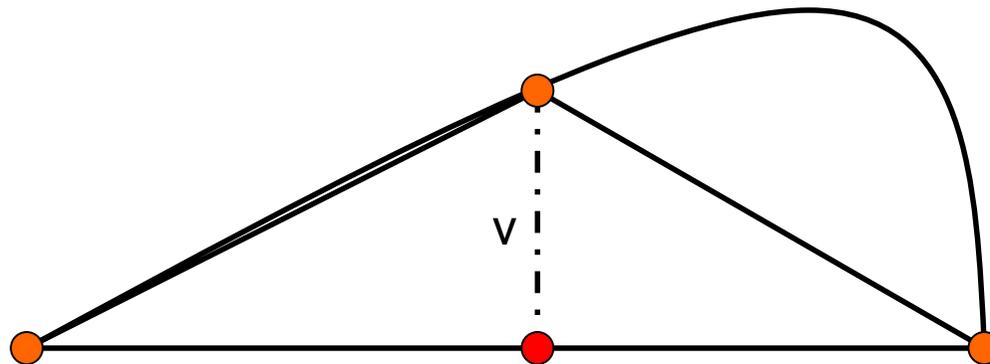
Allgemein

- 1 Parameter  $u$
- 1 Geometrie  $v$



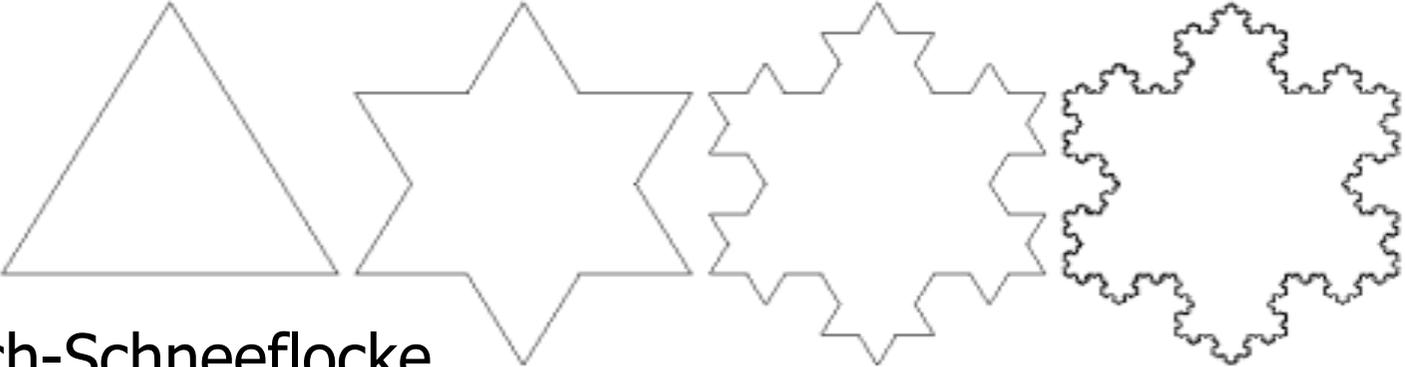
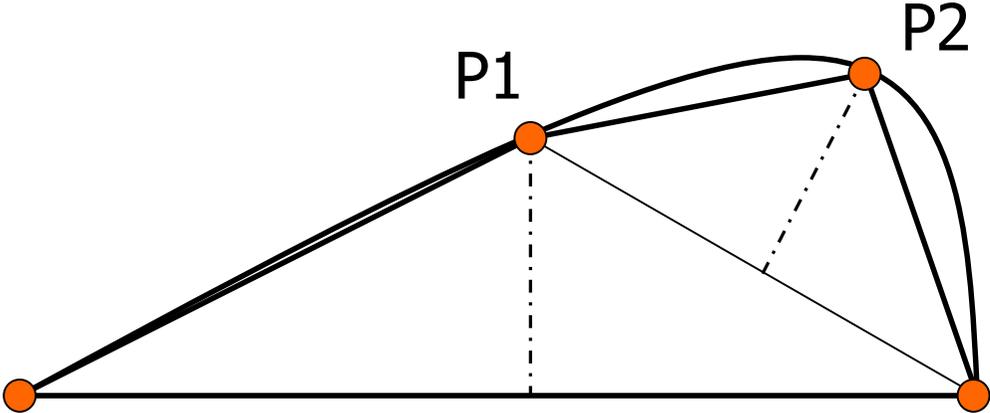
Implizit in der Mitte

- 0 Parameter
- 1 Geometriewert  $v$



# Normal Polylines

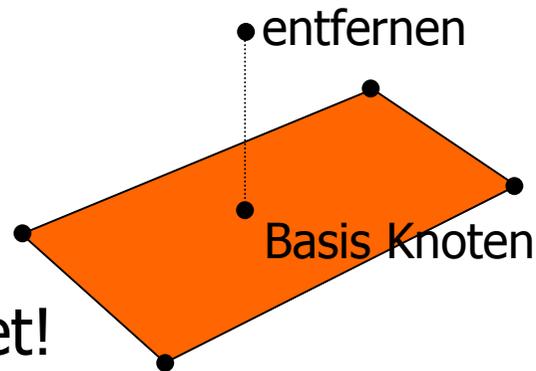
2 Neue Punkte  
0 Parameter  
2 Geometrie



Koch-Schneeflocke

# Definition von Normal Meshes

**Definition:** „A mesh  $M$  is normal in case a sequence of vertex removals exists so that each removed vertex lies on a line defined by a **base point** and **normal direction** which only depends on the remaining vertices.“



Basis Knoten berechnet!

entfernter Knoten rekonstruierbar

# Probleme



## ⌘ Probleme

- ☒ grobe Basis Mesh nötig

- ☒ Die Eingangsdaten erfüllen Bedingung nicht

## ⌘ Remeshing notwendig

# Remeshing



⌘ Einsparung nur durch Neuordnung

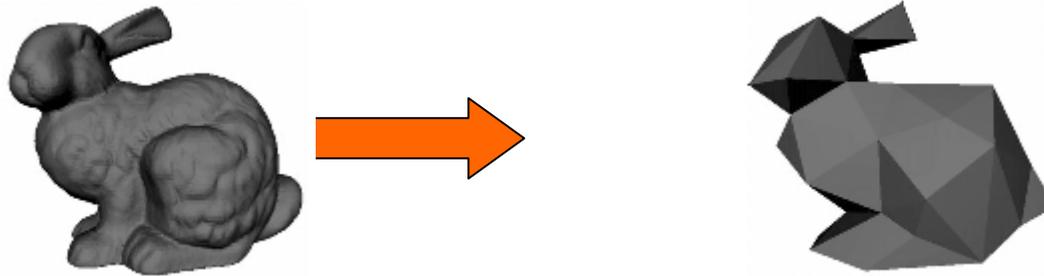
⌘ Diese Arbeit hat 7 stufigen Algorithmus

- ☒ 1. Mesh Vereinfachung
- ☒ 2. Startnetz von Kurven
- ☒ 3. Globale Knoten fixieren
- ☒ 4. Globale Kanten fixieren
- ☒ 5. Initiale Parametrisierung
- ☒ 6. Durchstosspunkte finden
- ☒ 7. Parametrisierung anpassen

# 1. Mesh Vereinfachung

[10] Garland-Heckbert surface simplification

- schnell
- liefert gute Approximation



Als Abschätzung nur gröbste Stufe verwendet

## 2. Startnetz von Kurven

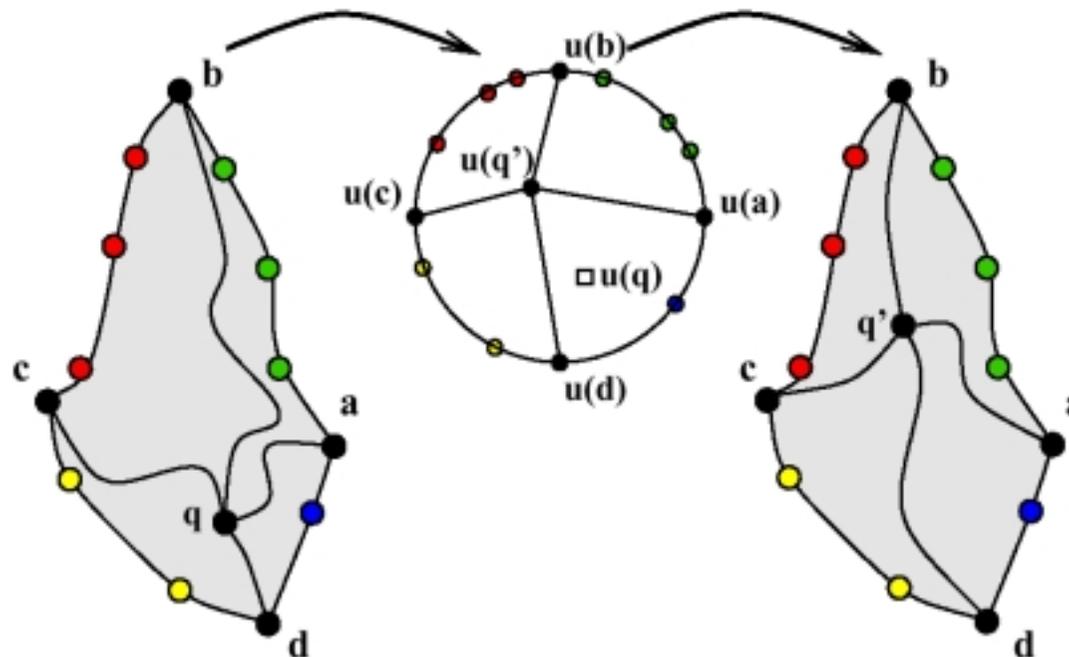


[15] MAPS: Parametrisierung von Meshes

- ⌘ liefert eine bijektives Mapping der Levels
- ⌘ die Kurven starten und enden bei Basis-Knoten
- ⌘ die Kurven bilden ein Dreiecks Patch

### 3. Globale Knoten fixieren

Basis-Mesh bestimmt qualität der Normal Mesh  
Mesh aus Schritt 1 war Annäherung  
Neubeurteilung von Basis-Knoten  $q$



## 4. Globale Kanten fixieren

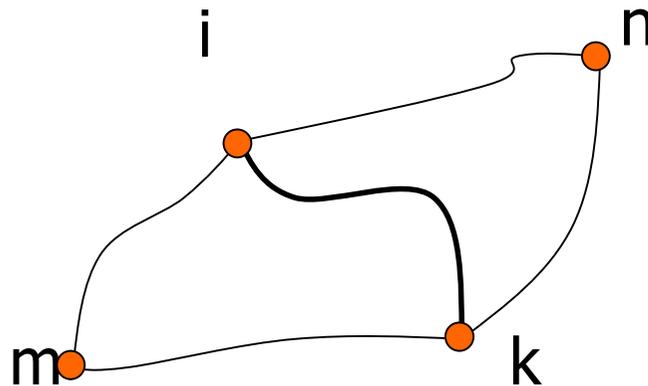
Parameterfunktion  $p$  berechnen, so dass diese die Region abdeckt

Bedingung:

$$p(i) = p(k) = 0$$

$$p(m) = 1$$

$$p(n) = -1$$

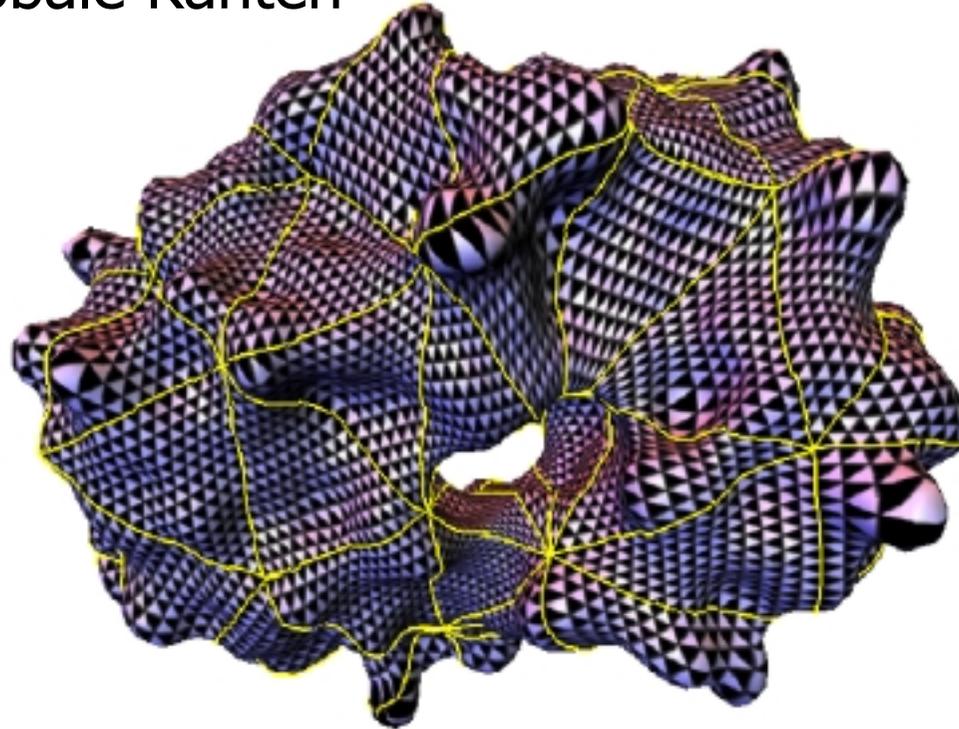


neue Kurve von  $i$  nach  $k$  bei  $p()=0$

# 5. Initiale Parametrisierung

Parametrisierung der Patches zu Dreiecken

(gelb) Globale Kanten



# 6. Piercing

⌘ s Butterfly subdivision

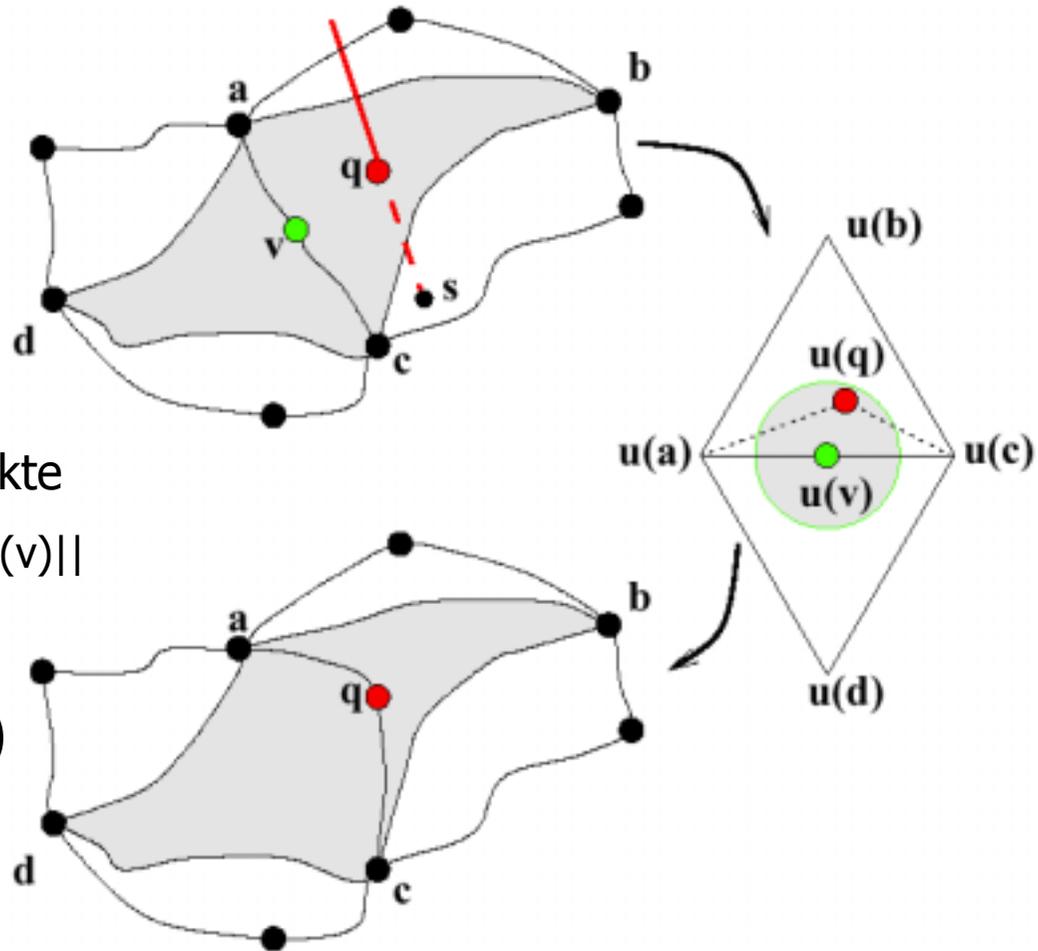
⌘ 2 Fälle

⊠ 0 Schnittpunkt

⊠ 1 und mehrere Schnittpunkte

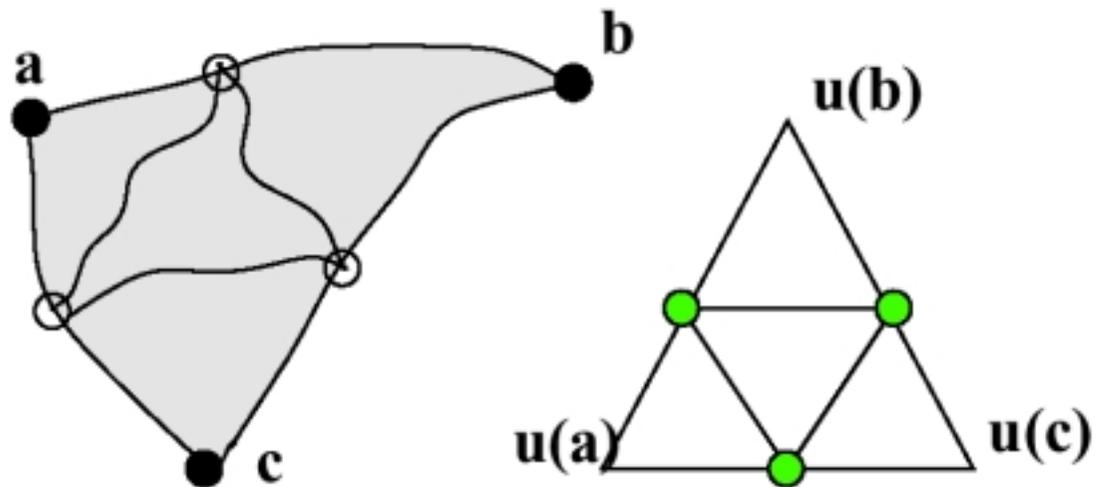
$$\boxtimes ||u(q)-u(v)|| < \mathbf{k} ||u(a)-u(v)||$$

⌘ Neue Kurve durch  $u(q)$



# 7. Parametrisierung anpassen

- ⌘ Berechnung der Seitenmitten aus Stufe  $j$
- ⌘ Neue Flächen für Stufe  $j+1$  durch Quadrisektion mit Kurven



Quadrisektion des Dreieckspatch

# Schritte

## Zusammenfassung



1. Input Mesh -> Basis Mesh
2. MAPS: Basis Mesh - Input Mesh
3. Basisknoten überprüfen, anpassen
4. Basiskanten überprüfen, anpassen
5. Parametrisierung der Patches zu Dreiecken
6. Piercing
7. Parametrisierung anpassen.

# Resultate 1

Dataset	Size	Base	Normal mesh size	Not normal (%)	% $L^2$ error	Time (min)
Feline	49864	156	40346	729 (1.8%)	.015	4
Molecule	10028	37	9521	270 (2.8%)	.075	1.5
Rabbit	16760	33	8235	196 (2.4%)	.037	2
Torus3	5884	98	5294	421 (8.0%)	.03	3
Skull	20002	112	25376	817 (3.2%)	.02	2.5
Horse	48485	234	59319	644 (1.1%)	.004	6.8

Zeiten gemessen auf Intel Pentium III 700MHz

# Resultate 2



- ⌘ Basis Mesh darf beliebige Auflösung haben
  - ☒ Beim Schädel war es nur ein Tetraheder
- ⌘ gute Approximation der Rohdaten
- ⌘ effiziente Repräsentation des Objekte

# Anwendungsgebiete



- ⌘ Kompression: bei Wavelets
- ⌘ Filter
- ⌘ Texturierung
- ⌘ Rendering mit Normal Maps

# Persönliche Beurteilung



- ⌘ Interessanter Ansatz, Einsparung von 2 Floatwerten
- ⌘ Man erhält regelmässige Form von Dreiecken
- ⌘ Mesh simplification mit Garland-Heckbert und nicht mit MAPS?

# Fragen beantworten.



Fragen?