

Adaptives Slicing

(Cusp height)

Daniel Klotzsche
10. Juni 2015

Gliederung

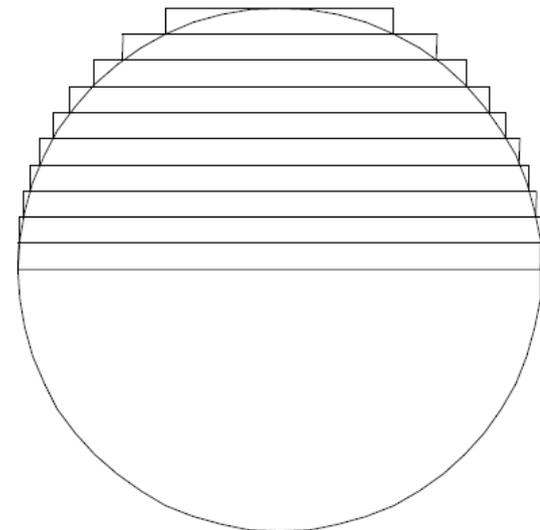
- Motivation
- Adaptive slicing
 - Beispiel
- Adaptive direct slicing with non-uniform cusp height
- Vergleich

Motivation

- Simple slicing Methoden benutzen konstant dicke Schichten.
- Folgen:
 - Hoher Materialverbrauch
 - Nicht alle geometrischen Details des CAD-Modells werden berücksichtigt.
- Daher Adaptive slicing methode



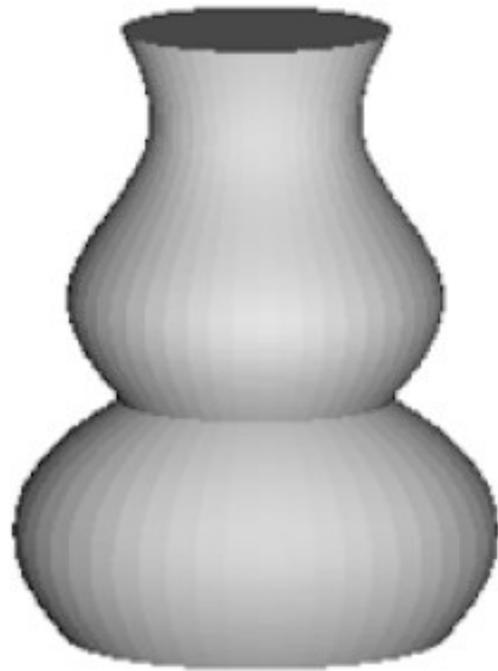
*„Adaptive slicing concept with
user specified cusp height“*



Was ist Adaptive slicing?

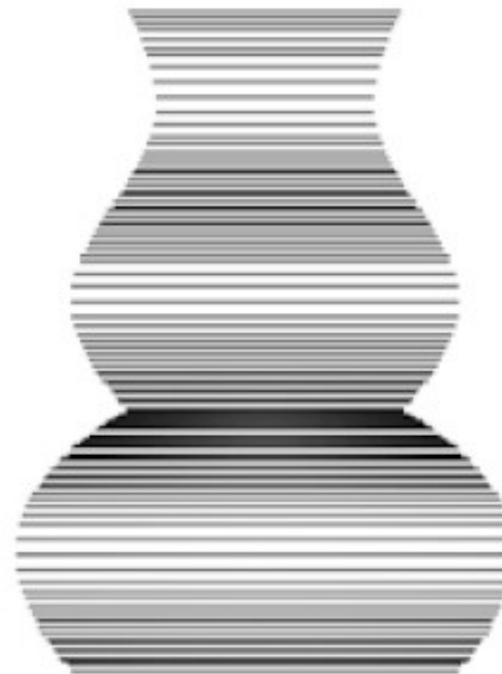
- Eingeführt von Dolenc A, Makela I (1994)
- Staircase Effekt reduzieren
- Variable Schichtdicken
- Berechnung jeder Schichtdicke anhand der direkten Umgebung der jeweiligen Schicht
- Führt zu:
 - Niedrigerer Materialverbrauch
 - verbesserten Ergebnissen





A

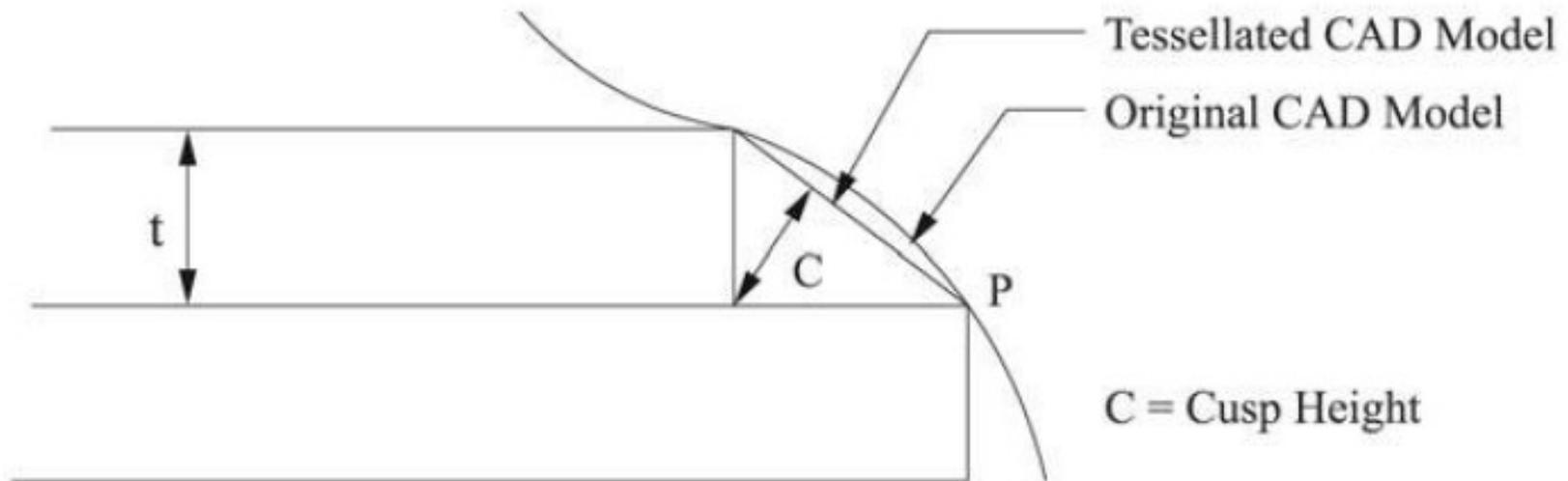
A: Original CAD-Modell



B

B: Modell nach dem Adaptiven slicing

Funktion



- t = Schichtdicke
- c = Cusp Height
- P = Der Punkt an dem wir uns befinden

Es muss die individuelle Dicke für jede folgende Schicht berechnet werden

Welche Werte werden benötigt?

c = Cusp Height

P = Der Punkt an dem wir uns befinden

C_{\max} = vorher definierter maximaler Cusp Height Wert

t_{\min} = minimal mögliche Schichtdicke

t_{\max} = maximal mögliche Schichtdicke

Der t_{\min} und t_{\max} Wert sind vom gewählten Druckverfahren und dem Drucker selbst abhängig.

t_{\min} und t_{\max}

$$t_{\min} \leq t \leq t_{\max}$$

FDM $\sim 0,127\text{mm} \leq t \leq \sim 0,762\text{mm}$

SLA $\sim 0,06\text{mm} \leq t \leq \sim 0,76\text{mm}$

SLS $\sim 0,07\text{mm} \leq t \leq \sim 0,508\text{mm}$

t = Schichtdicke c = Cusp Height P = Der Punkt an dem wir uns befinden
 C_{\max} = vorher definierter maximaler Cusp Height wert t_{\min} = minimal mögliche Schichtdicke
 t_{\max} = maximal mögliche Schichtdicke N = Normalenvektor am Punkt P C = Cuspvektor

$$N = (N_x, N_y, N_z)$$

$$\vec{C} = cN \quad \text{mit} \quad |\vec{C}| \leq C_{\max}$$

Wenn die Voraussetzung $|C| \leq C_{\max}$ erfüllt ist, kann die Schichtdicke nun durch

$$t = c_{\max} / N_z \quad \text{mit} \quad N_z \neq 0$$

berechnet werden.

Wenn $|C| \leq C_{\max}$ nicht erfüllt ist, wird die Schicht geteilt und der Vorgang wiederholt.

Beispiel

$$N = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

$$C_{\max} = 0,5\text{mm}$$

$$t_{\min} = 0,1\text{mm}$$

$$t_{\max} = 0,5\text{mm}$$

$$c = 0,1\text{mm}$$

$$\vec{C} = ?$$

$$t = ?$$

Adaptive direct slicing with non-uniform cusp heights

- Wird zuerst durch eine direct slicing Methode gesliced
- Bsp.: subdivision, oder marching Methode
- Die individuellen Schichtdicken werden unter Rücksichtnahme
 - Der lokalen geometrischen Informationen
 - Des vorherigen Verlaufs
 - Von verschiedenen Bedingungen einiger Teile des Modells

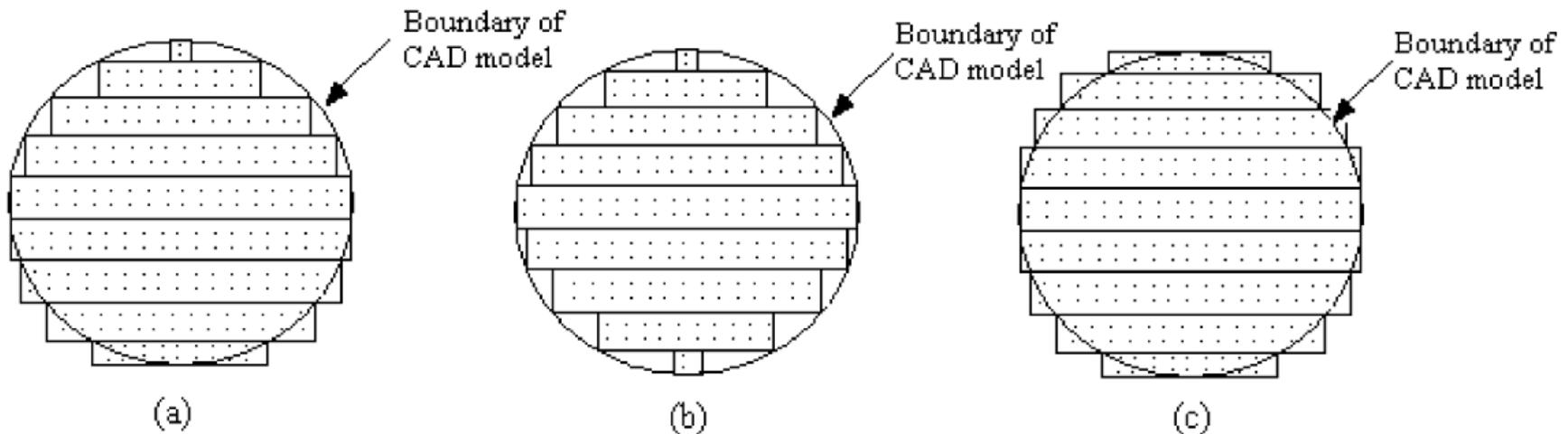
berechnet.

Funktion

- Benutzer
 - Entscheidet über die build direction des Modells
 - Legt einen, oder mehrere cusp height Werte fest
 - Kleine für wichtige Teile des Modells
 - Große für unwichtige Teile
- System
 - Erkennt Spitzen und horizontal flache Ebenen
 - Anhand der flachen Ebenen wird das Modell in Blöcke aufgeteilt und jeder Block individuell gesliced

Material Toleranz und Staircase Effekt

- Staircase Effekt auch hier unvermeidbar
- Positive und negative Material Toleranz



- (a) Positive und Negative Toleranz
(b) Negative Toleranz
(c) Positive Toleranz

Schichtdicke

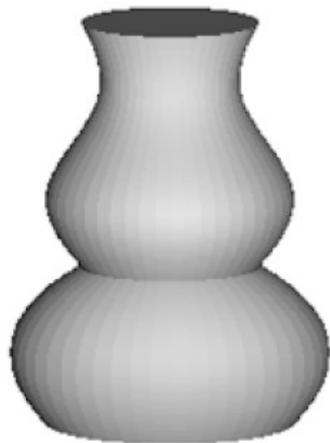
- Die individuelle Schichtdicke wird nun durch Rücksichtnahme auf
 - Materialtoleranz
 - Festen cusp height Wert
 - Normalenvektor am Punkt P
 - Winkel des Normalenvektors zur horizontalen der Ebene
 - Radius des Krümmungskreises von P

berechnet

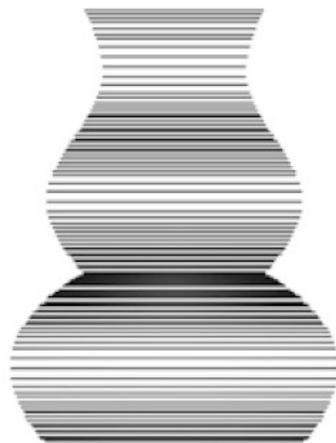
$$d = -s_c \rho \sin \theta + s_c \sqrt{\rho^2 \sin^2 \theta + 2s_c \rho \delta - s_c s_t s_k \delta^2}$$

Im Vergleich zum Adaptiven slicing

- Weniger Schichten
- Schnellere Bauzeit
- Verbesserte Qualität des Modells



(a)



(b)



(c)

(a) Original CAD-Modell

(b) Modell nach Adaptivem slicing

(c) Modell nach Adaptiven direkten slicing mit non-uniform cusp height

- Nachteil: Deutlich schwerer zu implementieren, da mehr Faktoren berücksichtigt werden müssen

Quellen

- Pulak Mohan Pandey N. Venkata Reddy Sanjay G. Dhande, (2003), "Slicing procedures in layered manufacturing: a review",
Rapid Prototyping Journal, Vol. 9 Iss 5 pp. 274 - 28

- M. Y. Zhou J. T. Xi J. Q. Yan, (2004), "Adaptive direct slicing with non-uniform cusp heights for rapid prototyping", Int J Adv Manuf Technol 23: 20-27

Bilder:

<http://nptel.ac.in/courses/112102103//Module%20G/Module%20G%284%29/img%20%20G4/fig13.gif>

Alle weiteren Bilder sind aus den oberen Papern.

Fragen?