

TreeSketch: Interactive Procedural Modeling of Trees on a Tablet

Steffen Zenker

Georg-August-Universität Göttingen
Seminar Computergrafik WS 2012 (Prof. Dr. W. Kurth)

11.12.2012

Übersicht

- 1 Einleitung
- 2 Implementierung
- 3 Zusammenfassung & Ausblick

Problemstellung

- künstlerische Anforderungen
 - einfache Handhabung
- vs.
- realistisches Aussehen
 - komplexe Modelle
 - biologische Plausibilität



Aus Avatar - Aufbruch nach Pandora, James Cameron, 2009

Methoden - Rekonstruktion

Rekonstruktion von Bäumen anhand von Laserscans, oder Fotos

Vorteile:

- sehr genaue Baummodelle
- wenig Benutzerinteraktion

Nachteile:

- es muss ein künstlerisch passender Baum gefunden werden
- der Baum muss ausreichend isoliert stehen
(Problem bei Bäumen die nur in Wäldern vorkommen)

Methoden - Prozedurale Modelle

Konstruktion von Bäumen anhand prozeduraler Modelle

- rekursive und hierarchische Modelle
 - Benutzer muss den Algorithmus verstehen um die Form anzupassen
- Selbst-organisierende Modelle
 - Wettbewerb um Platz und Licht ermöglicht homogene Verteilung von Ästen
 - die Form kann durch Manipulation der Umwelt angepasst werden

Vision

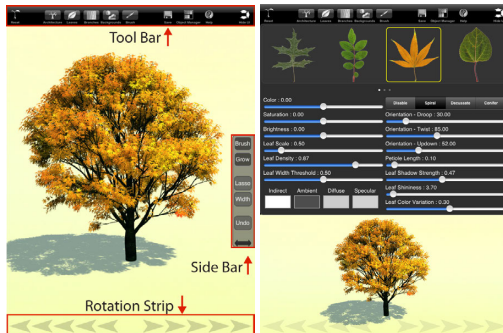
„Our [modeling] tools need to feel more like brushes.“

Rob Cook, 2009 Steven A. Coons Award speech



TreeSketch

- Designen von Bäumen basierend auf prozeduralen Modellen
- Multitouch interface (Apple iPad 2)
- Hauptwerkzeug: Pinsel

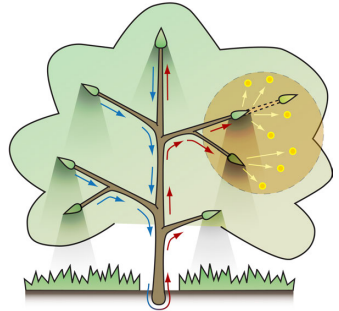


Übersicht

- 1 Einleitung
- 2 **Implementierung**
 - Idee
 - Generierung von Baummodellen
 - Manipulation von Baummodellen
 - User Interface
- 3 Zusammenfassung & Ausblick

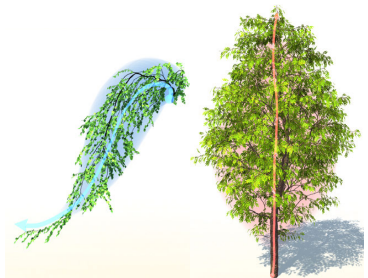
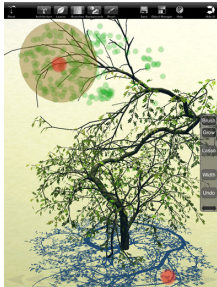
Idee

- Licht wird von Knospen abhängig von Schatten aufgenommen und nach unten geschickt (blaue Pfeile)
- Energie wird zurück an die Knospen verteilt (rote Pfeile)
- Knospen mit ausreichend Energie und freien Wachstumspunkt (gelb) sprießen
- Wachstumspunkte werden mit dem Pinselwerkzeug verteilt (braun)



Der Pinsel

- generiert im Anwendungsbereich kontinuierlich Wachstumspunkte
- diese sind gleichverteilt in der Kugel um den Anwendungsbereich
- der Durchmesser des Pinsels kann variiert werden



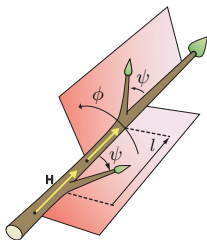
Das Lasso

- ermittelt das Skelett der 2D Skizze durch bildbasierte Erosion
- eine 3D Hülle wird um diese aufgeblasen
- Wachstumspunkte werden in einem einschließenden Quader verteilt und gelöscht, falls sie nicht in der Hülle liegen



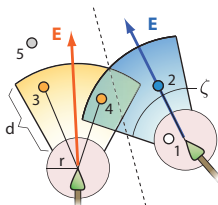
Wachstumsrichtung

- Verteilung der Knospen anhand
 - l : Abstand zweier Knospen
 - ϕ : Phyllotaxis Winkel (Blattanordnung)
 - ψ : Verzweigungswinkel
- Knospen sprießen grundsätzlich in die ihnen initial zugewiesene Richtung
- die Richtung wird anhand von Erdanziehungskraft und freiem Raum angepasst



Wachstumsrichtung

- Knospen sind von einer Kugel mit Radius r umgeben
- Interaktionsbereich als Ausschnitt einer Kugel mit Durchmesser $d + r$ begrenzt auf ζ in Knospenrichtung
- Wachstumspunkt wird entfernt, falls:
 - liegt in Kugeln einer, oder mehrerer Knospen (Bsp.: Punkt 1)
 - durch Pinsel erzeugt und überschreitet Maximalalter (direkterer Einfluss)
 - durch Lasso oder autonom erzeugt und Wachstum beendet (nicht durch Knospen erreichbar)

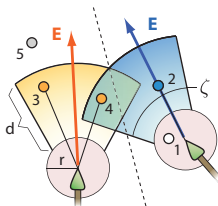


Wachstumsrichtung

Knospen konkurrieren um verbleibende Wachstumspunkte anhand:

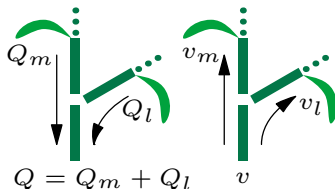
- Punkte die nur in einem einzigen Interaktionsbereich liegen werden der zugehörigen Knospe zugeordnet (Bsp.: 3 oder 2)
- Punkte die in zwei Bereichen liegen werden der Knospe zugeordnet, die am nächsten ist
- Alle anderen Punkte bleiben in diesem Schritt unzugeordnet

Die Wachstumsrichtung ist der Durchschnitt der Richtungen zu den zugeordneten Punkten.



Wachstumsstärke

- die Stärke des Wachstums von aktiven Knospen hängt von der zur Verfügung stehenden Energie $n = \left\lfloor \frac{v}{v_{max}} n_{max} \right\rfloor$ ab
 (v_{max} höchste Energie an Knospen)
- diese wird durch Sammeln der Lichtenergie $Q = bL^k$ ($k > 0$), die durch eine Lichtmenge L erzeugt wurde, ermittelt
- $v_m = v \frac{\lambda Q_m}{\lambda Q_m + (1-\lambda)Q_l}$, $v_l = v \frac{(1-\lambda)Q_l}{\lambda Q_m + (1-\lambda)Q_l}$
 (λ : Bevorzugung von lateralen Zweigen oder Hauptzweigen)



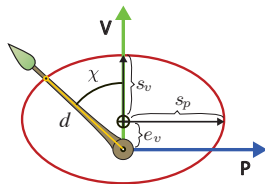
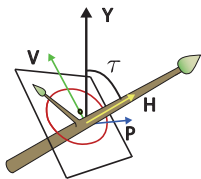
Gravimorphismus

- der Koeffizient b in $Q = bL^k$ beinhaltet die Ausprägung von horizontalen, bzw. vertikal angeordneten Knospen
- es werden verschiedene Arten von Knospen bevorzugt:
 - Epitonie: Knospen auf der oberen Seite von Zweigen (rechts)
 - Amphitonie: Knospen in horizontaler Position
 - Hypotonie: Knospen auf der Unterseite (links)



Gravimorphismus

- auf die rechtwinklige Ebene zum Zweig wird eine Ellipse gelegt
- die Neigung b einer Knospe zu Wachsen hängt von der Distanz d von Ast zu Ellipse im Winkel χ ab
- mit τ als vertikale Richtung (zwischen H und Y) erhält man
$$b = \cos^2 \tau + d \sin^2 \tau$$
$$\Rightarrow \text{maximiert Effekt für horizontale Äste}$$
- Manipulation durch Verschiebung der Ellipse



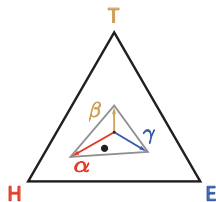
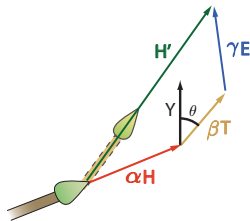
Gravitropismus

- Zweige können mehr oder weniger ihre Wachstumsrichtung beibehalten, oder sich der Schwerkraft anpassen
- es werden verschiedene Arten unterschieden:
 - negativer Gravitropismus: Tendenz nach oben zu wachsen
 - Plagiotropismus: Tendenz horizontal zu wachsen
 - positiver Gravitropismus: Tendenz nach unten zu wachsen (Bild mit Epitonie)



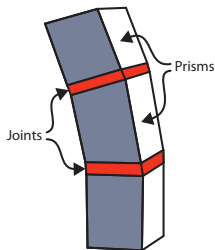
Gravitropismus

- der tropismus Vektor T wird bestimmt durch Drehung von Y (vertikale Achse) um θ
- neue Wachstumsrichtung ist die gewichtete Summe aus T , H (ursprüngliche Wachstumsrichtung) und E (beabsichtigte Wachstumsrichtung)
- $H' = \alpha H + \beta T + \gamma E$ ($\alpha + \beta + \gamma = 1$)



Manipulation der Astform

- inverse Kinematik ist problematisch, da lokale Asteigenschaften nicht erhalten werden und die Methode nicht reversibel ist
- \Rightarrow PriMo Methode angepasst auf Bäume
- Maschengemetrie wird als Menge von Prismen verbunden durch elastische Gelenke dargestellt



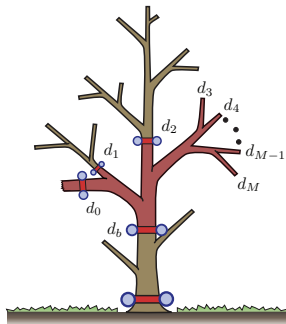
Manipulation der Astform

- es werden Positionsbedingungen an verschiedene Prismen gestellt
- die Verformung wird durch Minimierung der elastischen Energie der Gelenke bestimmt
- die Manipulation wird durch Benutzen von drei Fingern durchgeführt



Manipulation der Astdicke

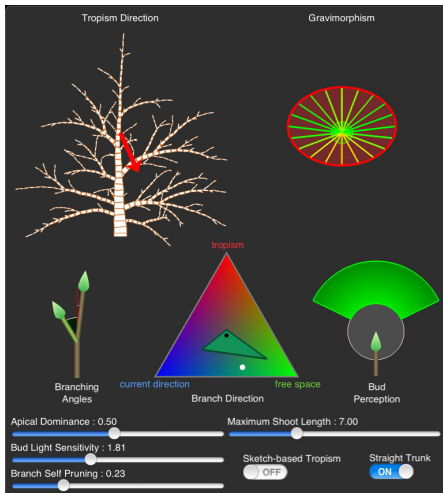
- Astdicke wird rekursiv für alle Äste bestimmt
- da Vinci Formel $d^n = \sum_{i=0}^M d_i^n$ für M abzweigende Äste und $n = \frac{\log M}{\log d_b - \log d_e}$ für realistischere Ergebnisse
(d_b, d_e : Durchmesser für Stamm, bzw. Extremitäten)



Manipulation der Astdicke



User Interface



Übersicht

- 1 Einleitung
- 2 Implementierung
- 3 Zusammenfassung & Ausblick**

Zusammenfassung




- interaktive Kontrolle über ein multitouch Interface für kreatives Baumdesign wurde mit komplexer Baumgenerierung kombiniert
- Formen können einfach ohne Hintergrundwissen skizziert werden
- Bäume sind biologisch plausibel
- komplexe Modelle können auf schwacher Hardware kreiert werden

Ausblick

- Krümmung von Ästen bzgl. Gravimorphismus beachten
- Früchte sollen hinzugefügt werden
- Blätter sollen genauere Geometrie erhalten



Quellen

-  S. Longay et. al. TreeSketch: Interactive Procedural Modeling of Trees on a Tablet. EUROGRAPHICS Symposium on Sketch-Based Interfaces and Modeling (2012)
-  Palubicki W., Horel K., Longay S., Runion A., Lane B., Mech R., Prusinkiewicz P.: Self-organizing tree models for image synthesis. ACM Transactions on Graphics 28, 3 (2009)
-  Botsch M., Pauly M., Gross M., Kobbelt L.: Primo: Coupled prisms for intuitive surface modeling. In Proceedings of the fourth Eurographics symposium on Geometry processing (2006), pp. 11-20

Diskussion



in Maya gerenderte Modelle