

Bachelorarbeit Kolloquium

Template-basierte Synthese von Verzweigungsstrukturen mittels L-Systemen

Adrian Helberg

HAW Hamburg

28. März 2021



Agenda

- 1 Einleitung
- 2 Forschung
- 3 Methodik
- 4 Ergebnisse
- 5 Fazit
- 6 Ausblick

Einleitung: Relevanz

- Digitalisierung

Einleitung: Relevanz

- Digitalisierung
- Kein einsteigerfreundliches Gebiet

Einleitung: Relevanz

- Digitalisierung
- Kein einsteigerfreundliches Gebiet
- Automatisierte Erstellung von digitalen Inhalten
 - ▶ „Natürlichkeit der Dinge“

Einleitung: Relevanz

- Digitalisierung
- Kein einsteigerfreundliches Gebiet
- Automatisierte Erstellung von digitalen Inhalten
 - ▶ „Natürlichkeit der Dinge“
- Regeln und Muster kodifizieren

Einleitung: Relevanz

- Digitalisierung
- Kein einsteigerfreundliches Gebiet
- Automatisierte Erstellung von digitalen Inhalten
 - ▶ „Natürlichkeit der Dinge“
- Regeln und Muster kodifizieren
- Künstliche Intelligenz

Einleitung: Ziele

Zentrale Aufgabe

System zur Erzeugung von Strukturen, die einer Struktur ähneln

Einleitung: Ziele

Zentrale Aufgabe

System zur Erzeugung von Strukturen, die einer Struktur ähneln

- Methodiken und Algorithmen aus der aktuellen Forschung
 - ▶ Praktikabilität
 - ▶ Anwendung am Beispiel eines Programms

Einleitung: Ziele

Zentrale Aufgabe

System zur Erzeugung von Strukturen, die einer Struktur ähneln

- Methodiken und Algorithmen aus der aktuellen Forschung
 - ▶ Praktikabilität
 - ▶ Anwendung am Beispiel eines Programms
- Erzeugen von Ähnlichkeit

Einleitung: Ziele

Zentrale Aufgabe

System zur Erzeugung von Strukturen, die einer Struktur ähneln

- Methodiken und Algorithmen aus der aktuellen Forschung
 - ▶ Praktikabilität
 - ▶ Anwendung am Beispiel eines Programms
- Erzeugen von Ähnlichkeit
- Automatisierte Erstellung

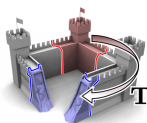
Forschung: Verwandte Arbeiten



(a) input model



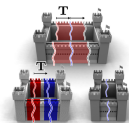
(b) symmetric area



(c) docking sites



(d) replacement result



(e) insert and delete

Abbildung: Max-Planck-Institut der Informatik, Saarland [1]

Forschung: Verwandte Arbeiten

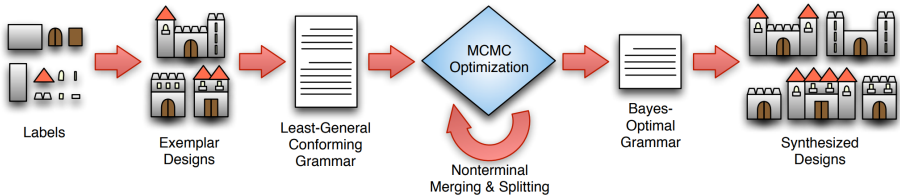


Abbildung: Stanford University, USA [4]

Forschung: Verwandte Arbeiten

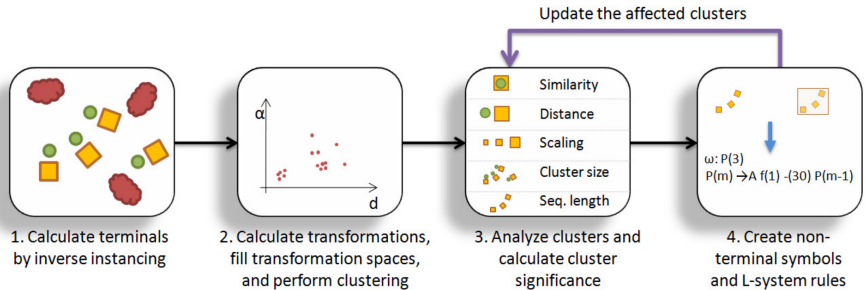


Abbildung: Purdue University, Adobe Systems, USA [3]

Forschung: Verwandte Arbeiten

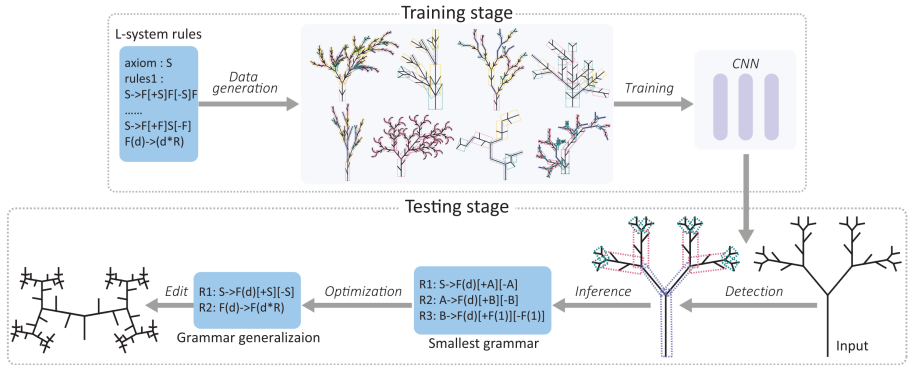


Abbildung: Kooperation China, Singapur, USA, Deutschland, Israel [2]

- Strukturieren

Methodik

- Strukturieren
- Datenaufbereitung

Methodik

- Strukturieren
- Datenaufbereitung
- Inferieren

Methodik: Inferieren

Initialisieren

$$M = \{F, S\}$$

$$\omega = S$$

$$R \leftarrow \{\alpha: S \rightarrow A\}$$

β = nächster Knoten

$$M \leftarrow \gamma \in \{A, B, \dots, Z\}, \text{ mit } \gamma \notin M$$

Methodik: Inferieren

while *true* **do**

$\delta = \text{Wort von } \beta$

$\forall \{A, B, \dots, Z\} \setminus F \in \delta : \text{Ersetze mit } \zeta \in \{A, B, \dots, Z\}, \text{ mit}$
 $\zeta \notin M$

$M \leftarrow \zeta$

$R \leftarrow \{\gamma \rightarrow \delta\}$

if $\exists \eta \text{ in } M \setminus \{F, S\} \text{ mit } \{\eta \rightarrow \text{bel.}\} \notin R$ **then**

$\gamma = \eta$

else

break

end

$\beta = \text{nächster Knoten}$

end

Methodik

- Strukturieren
- Datenaufbereitung
- Inferieren

Methodik

- Strukturieren
- Datenaufbereitung
- Inferieren
- Komprimieren

Methodik: Komprimieren

Initialisieren

$$\mathcal{L}^+ \leftarrow L_s$$

$$\mathcal{L} = \emptyset$$

$$w_l \in [0, 1]$$

Finde maximalen Unterbaum T' aus T mit Wiederholungen $n > 1$

Methodik: Komprimieren

while *true* **do**

Ersetze alle Vorkommen von T' mit demselben Symbol

$\gamma \in \{A, B, \dots, Z\}$

$R \leftarrow \{\gamma \rightarrow L_s\}$ mit L_s aus T' , R aus \mathcal{L}

if $C_i(\mathcal{L}) \geq C_i(\mathcal{L}^+)$ **then**

 | break

end

$T \leftarrow T'$

$\mathcal{L}^+ \leftarrow \mathcal{L}$

Finde maximalen Unterbaum T' aus T mit Wiederholungen

$n > 1$

end

Methodik: Komprimieren

$$C_i(\mathcal{L}) = \sum_{A(P) \rightarrow M^* \in \mathcal{L}} w_l * |M^*| + (1 - w_l) * N(A(P) \rightarrow M^*)$$

Methodik

- Strukturieren
- Datenaufbereitung
- Inferieren
- Komprimieren

Methodik

- Strukturieren
- Datenaufbereitung
- Inferieren
- Komprimieren
- Generalisieren

Methodik: Generalisieren

Initialisieren

Regelpaar $p^* = \emptyset$

$$\mathcal{L}^* = \mathcal{L}^+$$

$$C_g^{old} = C_g(\mathcal{L}^* + \{p^*\}, \mathcal{L}^*)$$

Methodik: Generalisieren

while *true* **do**

Finde Regelpaar p^* mit minimalen Kosten $C_g(\mathcal{L}^* + \{p_i\}, \mathcal{L}^*)$,

$\forall p_i \in \mathcal{P}$, \mathcal{P} als Menge aller Regelpaare

if $C_g(\mathcal{L}^* + \{p^*\}, \mathcal{L}^*) \geq 0$ **then**

| **break**

end

$c^* = C_g(\mathcal{L}^* + \{p^*\}, \mathcal{L}^*) - C_g^{old}$

$C_g^{old} = C_g(\mathcal{L}^* + \{p^*\}, \mathcal{L}^*)$

$\mathcal{L}^* = \mathcal{L}^* + \{p^*\}$

if $c^* > 0$ **then**

| **break**

end

end

Methodik: Generalisieren

$$L(\mathcal{L}) = |M| + \sum_{A(P) \rightarrow M^* \in \mathcal{L}} |M^*|$$

$$D_g(\mathcal{L}^+, \mathcal{L}^*) = \sum_{(A(P) \rightarrow M_A^*, B(P) \rightarrow M_B^*) \in M(\mathcal{L}^+ \rightarrow \mathcal{L}^*)} D_s(M_A^*, M_B^*)$$

$$C_g(\mathcal{L}^*, \mathcal{L}^+) = w_0 * (L(\mathcal{L}^*) - L(\mathcal{L}^+)) + (1 - w_0) + D_g(\mathcal{L}^+, \mathcal{L}^*)$$

Methodik

- Strukturieren
- Datenaufbereitung
- Inferieren
- Komprimieren
- Generalisieren

Methodik

- Strukturieren
 - Datenaufbereitung
 - Inferieren
 - Komprimieren
 - Generalisieren
- Visualisieren

Methodik

- Strukturieren
 - Datenaufbereitung
 - Inferieren
 - Komprimieren
 - Generalisieren
- Visualisieren
 - Randomisieren

Ergebnisse

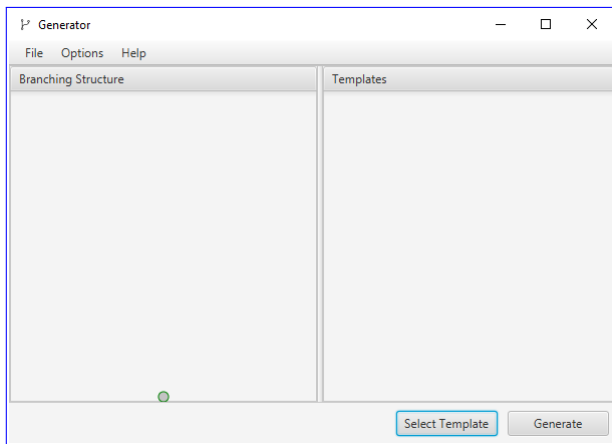


Abbildung: Umgesetztes Programm

Fazit

- Synthese von Verzweigungsstrukturen
 - ▶ L-Systeme eignen sich gut, um Strukturen zu komprimieren und mathematisch formal zu beschreiben
 - ▶ Algorithmen liefern Zufriedenstellende Ergebnisse
 - ▶ Adaption ohne Mehraufwand möglich

Fazit

- Synthese von Verzweigungsstrukturen
 - ▶ L-Systeme eignen sich gut, um Strukturen zu komprimieren und mathematisch formal zu beschreiben
 - ▶ Algorithmen liefern Zufriedenstellende Ergebnisse
 - ▶ Adaption ohne Mehraufwand möglich
- Erzeugen von Ähnlichkeit
 - ▶ Subjektive Bewertung durch Visualisierung
 - ▶ Gesteuerte Ergebnisse durch Gewichtung von L-System Alphabet und Produktionsregelmenge

Fazit

- Synthese von Verzweigungsstrukturen
 - ▶ L-Systeme eignen sich gut, um Strukturen zu komprimieren und mathematisch formal zu beschreiben
 - ▶ Algorithmen liefern Zufriedenstellende Ergebnisse
 - ▶ Adaption ohne Mehraufwand möglich
- Erzeugen von Ähnlichkeit
 - ▶ Subjektive Bewertung durch Visualisierung
 - ▶ Gesteuerte Ergebnisse durch Gewichtung von L-System Alphabet und Produktionsregelmenge
- Neuronale Netze leisten einen großen Beitrag bei der inversen prozeduralen Modellierung

- Vielfältige Anwendung von Baumstrukturen

Ausblick

- Vielfältige Anwendung von Baumstrukturen
- L-Systeme lassen sich erweitern

- Vielfältige Anwendung von Baumstrukturen
- L-Systeme lassen sich erweitern
- Erweiterung auf höhere geometrische Räume

Quellen

- [1] Martin Bokeloh, Michael Wand, and Hans-Peter Seidel. “A Connection between Partial Symmetry and Inverse Procedural Modeling”. In: *ACM Trans. Graph.* 29.4 (July 2010). ISSN: 0730-0301. DOI: 10.1145/1778765.1778841. URL: <https://doi.org/10.1145/1778765.1778841>.
- [2] Jianwei Guo et al. “Inverse Procedural Modeling of Branching Structures by Inferring L-Systems”. In: *ACM Trans. Graph.* 39.5 (June 2020). ISSN: 0730-0301.
- [3] Ondrej Stava et al. “Inverse Procedural Modeling by Automatic Generation of L-systems”. In: *Computer Graphics Forum* 29 (May 2010), pp. 1467–8659.

Quellen

- [4] Jerry Talton et al. “Learning Design Patterns with Bayesian Grammar Induction”. In: *Proceedings of the 25th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*. UIST '12. Cambridge, Massachusetts, USA: Association for Computing Machinery, 2012, 63–74. ISBN: 9781450315807.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!