

# Bachelorarbeit Kolloquium

## Template-basierte Synthese von Verzweigungsstrukturen mittels L-Systemen

Adrian Helberg

HAW Hamburg

25. März 2021



# Agenda

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

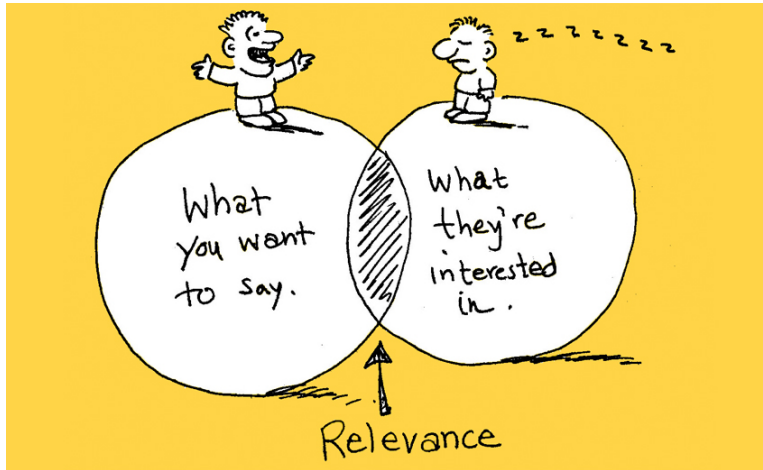
# Einleitung: Titel

## Titel

### Template-basierte Synthese von Verzweigungsstrukturen mittels L-Systemen

- Verschiedene Muster als kleinste zu organisierende Einheit
- Verknüpfung von Verzweigungen zu einer neuen Struktur
- Baumstrukturen als Ergebnis der Synthese
- Formale Grammatik zur Kodifizierung von Strukturen

# Einleitung: Relevanz



# 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



# Einleitung: Ziele

## Zentrale Aufgabe

System zur Umsetzung einer Synthese von Strukturen, die einer Eingabestruktur ähneln

# Einleitung: Ziele

## Zentrale Aufgabe

System zur Umsetzung einer Synthese von Strukturen, die einer Eingabestruktur ähneln

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

# Einleitung: Ziele

## Zentrale Aufgabe

System zur Umsetzung einer Synthese von Strukturen, die einer Eingabestruktur ähneln

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

# Einleitung: Ziele

## Zentrale Aufgabe

System zur Umsetzung einer Synthese von Strukturen, die einer Eingabestruktur ähneln

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

# Forschung: Verwandte Arbeiten



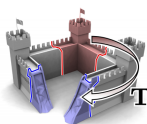
# Forschung: Verwandte Arbeiten



(a) input model



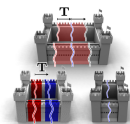
(b) symmetric area



(c) docking sites



(d) replacement result



(e) insert and delete

Abbildung: Textur- und Geometriesynthese anhand lokaler Ähnlichkeit



# Forschung: Verwandte Arbeiten

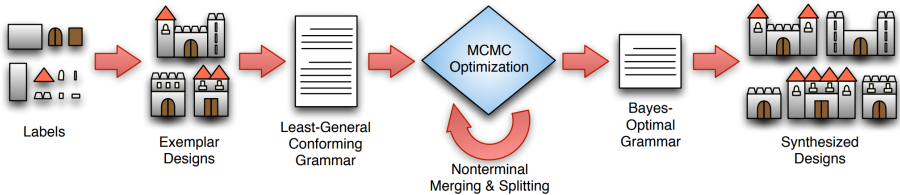
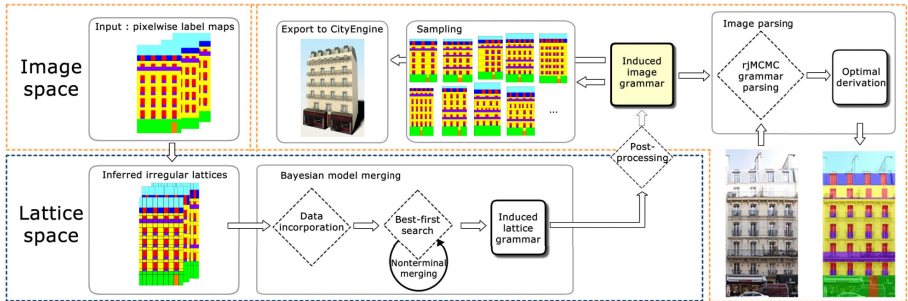


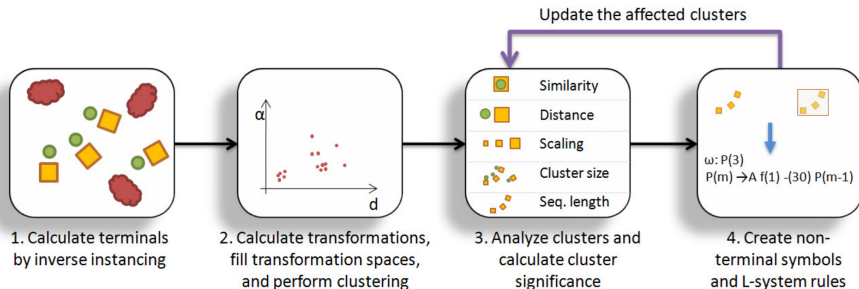
Abbildung: Algorithmische Methode zum Lernen von Design Patterns

# Forschung: Verwandte Arbeiten



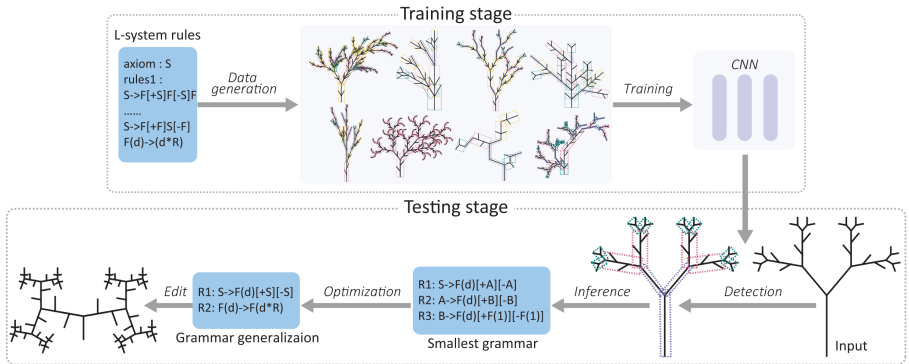
**Abbildung:** Synthetisierung neuer Baustile und Rekonstruktion von Gebäuden

# Forschung: Verwandte Arbeiten



**Abbildung:** System-Pipeline zur Erzeugung eines L-Systems eines 2D-Modells

# Forschung: Verwandte Arbeiten



**Abbildung:** Bearbeitung von L-System-Repräsentationen zur Erzeugung von Ähnlichkeit

# Methodik



- Strukturieren

# Methodik

- Strukturieren
- Datenaufbereitung

# Methodik

- Strukturieren
- Datenaufbereitung
- Inferieren



# Methodik: Inferieren

## Initialisieren

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

$$\omega = S$$

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

$\beta$  = 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  $C_g(\mathcal{L}^* + \{p_i\}, \mathcal{L}^*)$ ,

$\forall p_i \in \mathcal{P}$

**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

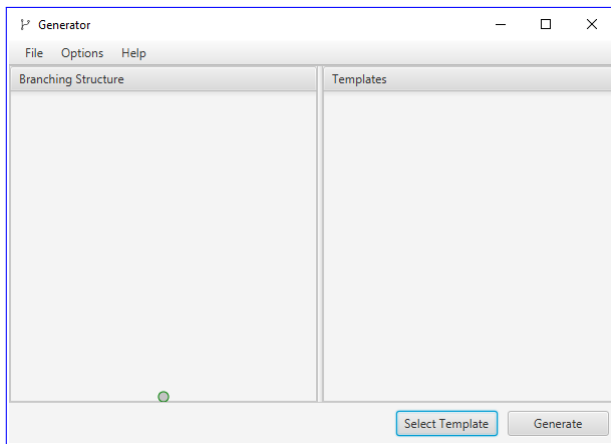


Abbildung: Umgesetztes Programm



# Fazit



# Fazit