
Geometrisches World Model für CAD: Lernen parametrischer Konstruktionssequenzen mit JEPA

Beschreibung

CAD-Modelle entstehen als geordnete Folge von Konstruktionsschritten — Extrusionen, Taschen, Fasen, Spiegeln. Dieser *parametrische Feature Tree* ist das, was ein Konstrukteur denkt; aktuelle KI-Systeme ignorieren diese Struktur. Dieses Projekt baut ein **World Model auf JEPA-Basis**: ein Encoder bildet den Feature-Tree auf eine latente Repräsentation ab, ein Prädiktor lernt den Zustand nach dem nächsten Schritt vorherzusagen — ohne Umweg über Geometrieformate.

Forschungsfrage

Kann ein auf parametrischen Feature-Tree-Sequenzen trainiertes Modell den nächsten Konstruktionsschritt — Operationstyp und Parameter — aus dem bisherigen Modellierungskontext vorhersagen, und damit eine informierte Baseline auf ungesehenen Modellen übertreffen?

Aufgaben

- Einarbeitung in den **DeepCAD-Datensatz** (178k Modelle als JSON-Operationssequenzen); alternativ: FreeCAD-Python-Pipeline
- Vektordarstellung für Feature-Tree-Knoten (Operationstyp + Parameter); Analyse von Sequenzstatistiken (Verteilung, Diversität)
- Transformer-Training zur Vorhersage des nächsten Schritts; JEPA-Erweiterung: Prädiktor auf latenter Zustandsrepräsentation des Baums
- Evaluation: Typgenauigkeit, Parameterplausibilität, Vergleich mit Baseline

Anforderungsprofil

- Informatik, Ingenieurinformatik, Data Science oder vergleichbarer Studiengang
- Programmiererfahrung in Python; PyTorch-Kenntnisse hilfreich, kein Muss
- Interesse an Machine Learning — Neugier und Eigeninitiative zählen mehr als Vorerfahrung
- Bereitschaft, Konzepte selbstständig zu erarbeiten; Paper und Ressourcen werden bereitgestellt
- CAD-Grundkenntnisse von Vorteil, kein Vorwissen erforderlich

Schlagworte

JEPA · Parametric Feature Trees · Transformer · DeepCAD · FreeCAD · Sequence Modeling · World Models · Generative AI für CAD

Rahmenbedingungen

- Exploratives Frühstadium — erfolgreiche Prototypentwicklung nicht garantiert; ein dokumentiertes negatives Ergebnis ist ein vollwertiger wissenschaftlicher Beitrag für eine erfolgreiche Abschlussarbeit.

Am Lehrstuhl verbinden wir moderne KI-Techniken mit praxisnahen Industrie- und Programmierprojekten. Wir freuen uns auf eine Zusammenarbeit mit dir!

Kontakt: Marcus Albrecht | Andreas Leinenbach | Lehrstuhl für Produktionsinformatik
marcus1.albrecht@uni-a.de | andreas.leinenbach@uni-a.de