

SMART CT

THE ART OF TWIN ROBOTIC COMPUTED TOMOGRAPHY.



Abstract

Projekttitle/ Project title:

SmartCT - Erforschung und Entwicklung von Methoden der Künstlichen Intelligenz für ein autonomes Roboter-CT-System zur 3D-Digitalisierung beliebiger Objekte

Einleitung/ Introduction:

Im Projekt SmartCT werden KI-Methoden entwickelt und angewandt, die es robotergestützten Computertomographie-Systemen (Roboter-CT) ermöglichen, die äußeren und inneren Strukturen beliebiger Objekte autonom und zerstörungsfrei zu erfassen. Diese generierten Daten bilden die Grundlage für neuartige, innovative und datengetriebene Geschäftsmodelle in vielen Bereichen wie zum Beispiel der Produktentwicklung (Fahrzeugkomponenten, Flugzeugflügel, Batteriezellen etc.). Aktuell sind Roboter-CT-Systeme jedoch meist noch zu ungenau und zu aufwändig für eine wirtschaftliche Qualitätsprüfung. Die Technologie Roboter-CT wird daher noch kaum in der industriellen Praxis eingesetzt.



Abbildung 1: Roboter-CT im TC Plattling. Mit der Röntgenquelle (links) und dem Detektor (rechts) können Objekte bis zu einer Auflösung von ca. 125 μm digitalisiert werden.

Die Herausforderungen (und damit Forschungsthemen) lassen sich grob in drei Säulen unterteilen:

- 1. Roboter-Posen-Bestimmung:** Für einen CT-Scan mit einer Auflösung von 160 μm müssen die Scan-Posen der Roboter mit einer Genauigkeit von unter 40 μm bekannt sein. Die absolute Positionierungsgenauigkeit der Roboter beträgt jedoch rund 1000 μm . Aus diesem Grund muss jede einzelne Scan-Pose der Roboter bestimmt werden.
- 2. CT-Trajektorien-Optimierung:** Die Auswahl der Scan-Posen hat signifikanten Einfluss auf die Qualität der Rekonstruktion. Zur Qualitätssteigerung der Rekonstruktion und Minimierung der Scan-Zeit soll deshalb die CT-Trajektorie mit einem KI-Modell optimiert werden.
- 3. CT-Rekonstruktion bei unvollständigen Daten:** Trotz der großen Flexibilität können die Roboterarme oft nicht alle nötigen Scan-Posen aufnehmen. Zum Beispiel können sie nicht unter ein Fahrzeug geführt werden. Somit können nicht alle Bereiche des Fahrzeugs rekonstruiert werden.

Ziel/ Aim:

Ziel ist es, die 3D-Digitalisierung beliebiger Objekte effizient und wirtschaftlich attraktiv zu gestalten, sodass die Vorteile der Roboter-CT auch kleinen und mittleren Unternehmen voll zugänglich gemacht werden können. Gleichzeitig soll dieses Projekt die Akzeptanz von robotergestützten CT-Systemen in der Industrie nachhaltig erhöhen.

Methode/ Method:

1. Nutzung eines Transformer-Modells für die Unterstützung der Roboter-Posen-Bestimmung zur Steigerung der Messgenauigkeit.
2. Deep Learning zur anwendungsspezifischen Optimierung der CT-Trajektorie durch Abschätzung des Einflusses der einzelnen Scan-Posen auf die Bildqualität.
3. Nutzen von Vorwissen und Optimierung einer iterativen Rekonstruktion bzgl. der Anforderungen der Roboter-CT.

Ergebnis/ Result:

Durch einen Workflow zur Bestimmung der Roboter-Posen (inklusive innovativem Prüfkörper und Kalibrieralgorithmik) wurde erstmals die Durchführung hochgenauer Roboter-CT-Scans auch mit Standard-Industrierobotern ermöglicht und ist veröffentlicht.

Ein Prototyp zur Abschätzung des Einflusses der Röntgenprojektion auf das Ergebnis der Rekonstruktion wurde entwickelt. Ein Zwischenstand ist veröffentlicht.

Projektbeteiligte/ Project participants:

Simon Wittl hat 2020 seine Masterarbeit zum Thema „Deep Learning Methoden für die Klassifizierung von E-Commerce-Produkten aus Röntgenprojektion“ geschrieben. Er ist seit 2020 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der THD und forscht zum Thema Kalibrierung und Einsatz von KI an der Roboter-CT.



Dr.-Ing. Gabriel Herl promovierte 2022 an der THD zum Thema „Multipositionale Computertomographie“. Im Sommersemester 2023 führt er diese Forschungen als Nachwuchsprofessor an der Fakultät Elektro- und Medientechnik fort. Seine Forschungsschwerpunkte sind die Artefaktreduktion und die Trajektorienoptimierung an Roboter-CT-Systemen.



Projektpartner/ Project partners:

- Max Streicher GmbH & Co. KG aA, Deggendorf
- Fraunhofer IIS, Anwendungszentrum CTMT und EZRT
- Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Mustererkennung (LME)
- Becker Carbon GmbH, Offenberg/Neuhausen
- Pinter Guss GmbH, Deggendorf

Gefördert durch/ Funded by:

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

Logos/ Logos: