

Abstract

The goal of this thesis is to enhance efficiency of maintenance, repair and overhaul (MRO)-processes of long-living and cost-intensive machines and plants. For this purpose a new principle based on 3D scanning analysis was developed and implemented prototypically to support inspection and reengineering tasks. The focus lies on a common use case: At the beginning of the MRO process it is not known exactly which parts are built in the machine and additionally no digital assembly models are available. As an input for the proposed principle or workflow 3D scans of complete assemblies that have been acquired after minimal disassembly are used. Output data can be used for machine diagnosis and design changes. Computer Vision algorithms realize automated analysis and post-processing of the input point clouds. Geometric features enable identification of single parts through shape comparison with reference models of a data base. Afterwards identified reference parts are used to assemble product models. The result is a 3D assembly model with bill of material for modification in CAD systems. Depending on how reference data was created reconstructed models are equal to the as-designed, as-manufactured or as-maintained condition. Based on the performed overlay or referencing of searched parts and reference parts deviation analyses for product diagnose reports and MRO planning can be carried out. For validation of the principle a potential analysis in regard to practical applicability on the MRO process of the helicopter engine GTD-350 was conducted. In this use case MRO aimed for identification and inspection of built-in turbine blades as well as its remanufacturing to substitute broken blades.

Kurzfassung

Diese Arbeit zielt darauf ab, Instandhaltungsprozesse von langlebigen und kostenintensiven Produkten und Anlagen effizienter zu machen. Es wurde ein Verfahren, das auf der Analyse von 3D-Scandaten basiert, entwickelt und prototypisch implementiert, um Inspektions- und Reengineeringaufgaben zu unterstützen. Dabei wird der häufige Anwendungsfall adressiert, dass vor Instandhaltungsbeginn nicht genau bekannt ist, aus welchen Einzelteilen die Maschine aufgebaut ist und dass auch keine 3D-Modelldaten der Baugruppen vorhanden sind. Der in dieser Arbeit vorgeschlagene Prozess bzw. Workflow sieht vor, komplette Baugruppen per 3D-Scanning mit minimalem Demontageaufwand zu digitalisieren, so dass die Modelldaten für die Befundung als auch die konstruktive Überarbeitung verwendet werden können. Der innovative Kern der Arbeit besteht aus der kombinierten Anwendung von Computer Vision-Algorithmen für die automatisierte Auswertung und Aufbereitung der 3D-Scandaten. Die Algorithmen ermöglichen die Identifikation von Einzelteilen in Baugruppen durch eine Geometriesuche in Datenbanken mit Referenzteilen sowie die anschließende Rekonstruktion der Baugruppe mit den gefundenen Referenzteilen. Das Resultat ist ein 3D-Baugruppenmodell mit Stückliste für die Modifikation in CAD-Systemen. Je nachdem wie die Referenzdaten erstellt worden sind, entspricht das rekonstruierte Baugruppenmodell dem As-Designed-, As-Manufactured- oder As-Maintained-Zustand. Auf Basis der bei dem Baugruppenaufbau durchgeführten Überlagerung (bzw. Referenzierung) von Such- und Referenzbauteilen können mit Inspektionssoftware Soll-Ist-Vergleiche für die Befunderstellung und Instandhaltungsplanung durchgeführt werden. Zur Validierung des Verfahrens wurde eine Potentialanalyse hinsichtlich der praktischen Anwendbarkeit für die Instandhaltung des Helikoptertriebwerks GTD-350 durchgeführt. Das Ziel bestand in der Identifikation und Inspektion der verbauten Schaufeltypen sowie dessen Nachfertigung für den Ersatz defekter Exemplare.