

Qualitätssicherung im Schaltanlagenbau: Konzeption und Implementierung DPP

– Zwischenstand vom 04.08.2022 –

Projektarbeit

Joel Temiz

1196670

Prüfer: Prof. Dr. Ulrike Lechner

Betreuerin: Hpmt Lisa Verlande

Abgabetermin: 30.09.2022

Universität der Bundeswehr München

Fakultät für Informatik

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Motivation	2
2	Gesamtkonzept von DPP und Einordnung in Fertigungsprozess	3
2.1	Anforderungen	3
2.1.1	Digitale Maschinenakte	3
2.1.2	Kontinuierliche technische Prüfung	4
2.1.3	Visuelle Prüfung	4
2.1.4	Fehlerfreies Arbeiten	5
2.2	Architektur von DPP	5
3	Implementierung <i>Visuelle Prüfung</i>	6
3.1	Programmiersprache	6
3.2	Konzeption DPP Visual	6
3.3	Umsetzung	7
4	Evaluation	8
4.1	Testumgebung	8
4.2	Testablauf	8
4.3	Testergebnis	8
5	Fazit	9
	Literaturverzeichnis	10
	Projektstagebuch	11
	Abkürzungsverzeichnis	13

Kurzfassung

abstract

1 Einleitung und Motivation

2 Gesamtkonzept von DPP und Einordnung in Fertigungsprozess

Zur Umsetzung eines betrieblichen Anwendungssystems muss im ersten Schritt eine Konzeption erfolgen, die darstellt, wie die Anwendung gestaltet sein kann, um das gewünschte Ziel zu erfüllen. Die Anfertigung der Konzeption erfolgte stets in enger Zusammenarbeit mit dem Product Owner, bzw dem Praxispartner. Hierfür wurden wöchentlich im Meeting die Fortschritte am Projekt dargestellt, sowie die geplanten Vorhaben der kommenden Woche vorgestellt.

2.1 Anforderungen

In Rücksprache mit dem Praxispartner, wurden einerseits die Ziele des Systems *DPP* herausgearbeitet.

Andererseits wurden einzelne Anforderungen konkretisiert, die dazu dienen sollen, das Ziel zu erfüllen. Das Hauptziel des Anwendungssystems *DPP* ist die Minimierung von fehlerhaften Schaltanlagen. Als Anforderung wurden hierbei eine maximale Fehlerquote von 3% genannt.

Um dieser Anforderung gerecht werden zu können, stellt sich der Praxispartner verschiedene Leistungen vor. Diese sind einerseits dem Prüfprozess zuordenbar, andererseits soll bereits die Entstehung von Fehlern vermieden werden, indem die Monteure während der Produktion unterstützt werden.

2.1.1 Digitale Maschinenakte

Zur Verwirklichung des Systems ist es notwendig, die physische Entität des Schaltschranks um eine zusätzliche, virtuelle Dimension zu erweitern. Diese virtuelle Komponente lässt sich als eine digitale Maschinenakte beschreiben und begleitet das Produkt vom Auftragseingang über die Produktion bis hin zur Qualitätssicherung. Weiter wäre es denkbar, diese auch nach der Auslieferung noch besteht, um Wartungs- und Reparaturvorgänge dokumentieren zu können. Sie soll dem jeweiligen Schaltschrank über seine Seriennummer eindeutig zuordenbar sein, sodass sie dauerhaft aktualisiert werden kann und auch Informationen aus ihr hervorgehen können. Beispielsweise soll sie es im Zuge des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses ermöglichen, bei einem in der Qualitätssicherung erkannten Mangel auf einen vorhergehenden Montageschritt verweisen zu können. Einträge der digitalen Maschinenakte, die im Laufe der Produktion und Qualitätssicherung notwendig sind, sind unter anderem:

- CAD-Modell des Schaltschranks
- Montagepläne
- Schaltpläne
- Stücklisten
- Simulation der zugehörigen Maschine

2.1.2 Kontinuierliche technische Prüfung

Die erste Leistung ist die kontinuierliche technische Prüfung (ktP) der Schaltschränke durch Simulation. Ziel der ktP ist die Auflösung der isolierten Produktion von Schaltschrank und Mechanik. Hierbei soll die Maschine, für die die Schaltanlage gebaut wird, durch ein System simuliert werden. Der zu produzierende Schaltschrank wird hierzu während der Produktion mit einem Simulationssystem verbunden, dass die Logik der zugehörigen Maschine dauerhaft simuliert. Liegt ein technischer Fehler im Schaltschrank vor, würde dieser Fehler direkt im Zuge der Produktion auffallen, bereits vor der Auslieferung auf den Defekt reagiert werden kann. Weiter soll das System den derzeitigen Arbeitsfortschritt kennen, um ausschließlich die bisher funktionierenden Baugruppen zu prüfen und folglich realistische Fehlereinschätzungen zu liefern.

Ein reduzierter Prototyp für Software und Hardware der ktP existiert bereits. Diese ist bislang jedoch lediglich für eine Version eines Produkts ausgelegt und agiert ohne Kommunikation zu anderen Systemen. Die Herausforderung hierbei liegt darin, die ktP automatisiert und generisch für jeden Schaltschrank zu ermöglichen. Dazu muss die, in der Maschinenakte hinterlegte Simulation durch das System selbstständig aktualisiert werden. Da für diese die Logik der Schaltpläne notwendig ist, werden Schnittstellen zu dem Schaltplan-CAD-System benötigt. Eine Rücksprache mit dem Unternehmen EPLAN hat zu Beginn des Projektes stattgefunden. Dieses sicherte zu, zum Zwecke der Umsetzung der Schnittstellen bestmöglich zu unterstützen.

2.1.3 Visuelle Prüfung

Die visuelle Prüfung soll durch kameragestützte Sensorik erfolgen. In der Qualitätssicherung soll dabei lediglich ein oder mehrere Fotos des jeweiligen Schaltschranks gemacht werden, die in das System geladen werden. Das System soll das Bild / die Bilder darauffolgend verarbeiten und auf mehrere Gesichtspunkte prüfen. Gesichtspunkte die vom Product Owner aufgezählt wurden sind

- Verfügbarkeit der Bauteile: Die Bauteile / Baugruppen, die auf der Stückliste des Schaltplans oder CAD-Modells aufgezählt sind, müssen im Schaltschrank verbaut sein

- Richtige Position der Bauteile: Die Einbauposition der jeweiligen Bauteile / Baugruppen müssen stets an der dafür vorgesehenen Position im Schaltschrank verbaut sein
- Optische Beschädigungen: Optische Beschädigungen am Äußeren des Schaltschranks dürfen nicht vorhanden sein

2.1.4 Fehlerfreies Arbeiten

Die Funktion *Fehlerfreies Arbeiten* ist in dem Kontext nicht direkt der Qualitätssicherung zuzuweisen. Ihr Ziel ist es, den laufenden Produktionsprozess dahingehend zu unterstützen, dass Fehler in der Montage von Beginn an vermieden werden. Dies soll erreicht werden, indem im Produktionsprozess Technologien eingesetzt werden, die den Monteur schrittweise durch die Produktion begleiten und ihm Anweisungen zur Montage der Bauteile / Baugruppen geben. Vom Product Owner wurde hier beispielsweise der Einsatz von AR-Brillen genannt, die dem Monteur bei seiner Arbeit die vorgesehene Position eines Bauteils einblendet, bzw. das Bauteil an der vorgesehenen Position visuell simuliert. Als weitere Technologie wurde Cobotik genannt. Ein Anwendungsbeispiel hierfür könnte das automatische Ablängen der Kabelkanäle oder Hutschienen sein. Außerdem ist eine häufige Fehlerquelle das falsche Anzugsdrehmoment von Schrauben im Schaltschrank. Dem kann durch elektronische Drehmomentschlüssel mit voreingestelltem Drehmoment vorgesorgt werden.

2.2 Architektur von DPP

Nach Betrachtung der Anforderungen ist erkennbar, dass die drei Funktionen *Kontinuierliche Technische Prüfung*, *Visuelle Prüfung* und *Fehlerfreies Arbeiten* prinzipiell unabhängig voneinander interagieren. Allesamt benötigen sie lediglich die Daten der digitalen Maschinenakte. Da keine paarweise Assoziation zwischen den Funktionen notwendig ist, würde es sich anbieten, sie als autarke Services bereitzustellen. Diese müssten dann lediglich zum Erhalt der Daten mit der digitalen Maschinenakte und zur Integration in den Fertigungsprozess mit dem Client gekoppelt werden. **TODO: Fertigstellen Sect ArchDPP**

3 Implementierung *Visuelle Prüfung*

Teilmodul von AS DPP: DPP Visual

Ziel von DPP Visual: Sind alle notwendigen Bauteile vorhanden? Sind die Bauteile an der richtigen Stelle verbaut?

Ansatz zur technischen Umsetzung: Anlernen durch Fotos der Bauteile. Abgleich der Bilder des Schaltschranks mit Bildern der Bauteile -> Generierung von Keys mit Beschreibung, die Übereinstimmung beschreiben.

Problem: Übereinstimmungen teilweise fehlerhaft

Lösung: Clustering der Positionen der Matches mittels KMeans-Algorithmus. Vergleich der Ähnlichkeit der Farbhistogramme von Template und Cluster

3.1 Programmiersprache

Im Zuge der Implementierung des Moduls DPP Visual werden zahlreiche Methoden der Bildverarbeitung und des Computer-Visions benötigt. Zudem werden Algorithmen zum Umgang mit großen Datenmengen, wie Clustering verwendet. Eine weitere Anforderung für den weiteren Verlauf ist die Unterstützung der Intel RealSense SDK, die benötigt wird, um Aufnahmen der 3D-Kamera zu verarbeiten.

Eine Programmiersprache die diese Anforderungen allesamt erfüllt ist Python. Diese bietet neben der Unterstützung der Intel RealSense SDK zahlreiche Libraries wie OpenCV, Numpy, Pandas, Pillow etc., die bei der Lösung von Problemen in der Mathematik sowie der Computer-Vision unterstützen.

Diese Libraries können mit vergleichsweise geringem Aufwand über den Pip-Installer in die Anwendung integriert werden, sodass der Funktionsumfang deutlich erweitert werden kann.

Für die Umsetzung der Testumgebung wurde zusätzlich das pythonbasierte Framework *Flask* mit der Template-Engine *Jinja* herangezogen. Diese Kombination ermöglicht es eine webbasierte Oberfläche umzusetzen, die das Testen mit einem mobilen Endgerät (Tablet, Smartphone) ermöglicht und somit die simultane Überprüfung der Anwendungsergebnisse vereinfacht.

3.2 Konzeption Visuelle Prüfung

- Aufbau des Services *Visuelle Prüfung*

3.3 Umsetzung

- Kerninhalte des Codes
- Wie bin ich auf die Inhalte gekommen?
- Abfolge der Algorithmen

4 Evaluation

4.1 Testumgebung

4.2 Testablauf

4.3 Testergebnis

5 Fazit

- Einordnung des Projekts in Themenbereich WINF
- Kritisches Betrachten des Ergebnisses
- Kritisches Betrachten des Vorgehens
- Weiterer Ausblick
- Bewertung des Praxispartners

Literaturverzeichnis

Projekttagebuch

DPP -> Digitales Prüf- & Produktionskonzept

Woche 1: 04.07. - 08.07.

Montag - Mittwoch: Klausur

Donnerstag: Besprechung Vorhaben, Zielsetzung, Ideensammlung

Besprechung des Vorhabens: Anfängliche Ordnung der Ideen in MindMap. ...

Ergebnis: Fokus des Praktikums: Computer Vision (Visuelle Überprüfung von Schaltschränken durch Kamerasystem)

Betrachten Gegenstück bei DMG (Radmagazin-Prüfstand)

Freitag: Konzepterstellung: Visuelle Überprüfung von Schaltschränken: Was soll überprüft werden? Wie kann das überprüft werden?

- Alle Baugruppen vorhanden (z. B. Steuerungen, Netzteile, ...)?
- Bauteile an richtiger Stelle?
- Kabelkanäle korrekt gesetzt?
- Äußere Beschädigungen des Schaltschranks (z. B. Kratzer)

Erstellen von Arbeitspaketen: 1. Arbeitspaket: Erkennung von Bauteilen im Gesamtbild anhand einer oder mehrerer Vorlagen

Woche 2: 11.07. - 15.07.

- Einarbeitung in Kamerasystem (Intel RealSense D435)
- Aufsetzen der Programmierumgebung (Intel RealSense SDK, Connectivity zwischen IRS-SDK und Python, OpenCV, ...)
- Einarbeitung in CV-Libraries (Pillow, CV2, IRS)
- Überprüfung Verfügbarkeit von Third-Party-Tools
- Anfängliche Überlegung in Umsetzung der Objekterkennung mit verfügbaren Mitteln (begrenzte Rechenleistung)

Woche 3: 18.07. - 22.07.

- Beginn Implementierung Visual Komponente
- Ziel: Überprüfung der Verfügbarkeit + richtigen Position aller Bauteile
- Ansatz: Feature-Matching
- Aufsetzen Testumgebung auf Web-Basis, um Erfolg kontinuierlich zu Überprüfen

Woche 4: 25.07. - 29.07.

- Montag, Dienstag Homeoffice
- Weiterentwicklung: Hinzunahme Farbhistogramm
- Vorbereitung Zwischenpräsentation
- Weiterentwicklung: Umsetzung ML-basierte Objekterkennung

Woche 5: 01.08. - 05.08.

- Weiterentwicklung ML-basierte Objekterkennung
- Training Positiver und negativer Bilder anhand Haar Cascade Algorithmus
- Ergebnis: Muss optimiert werden

Woche 6: 08.07. - 12.08.

Woche 7: 15.07. - 19.08.

Woche 8: 22.07. - 26.08.

Woche 9: 29.07. - 02.09.

Abkürzungsverzeichnis

ktP kontinuierliche technische Prüfung

Hiermit versichern wir, die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, die Zitate ordnungsgemäß gekennzeichnet und keine anderen, als die im Literatur/Schriftenverzeichnis angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt zu haben.

Neubiberg, den 30. Juni 2022

.....
(*Unterschrift des 1. Kandidaten*)

.....
(*Unterschrift des 2. Kandidaten*)