



VERY LARGE
BUSINESS APPLICATIONS
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Cloud Computing, Internet of Things, Industrie 4.0, Predictive Maintenance, SCADA, SAP HANA

Masterarbeit

Themensteller: Prof. Dr.-Ing. Jorge Marx Gómez
Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Hergen Pargmann

Vorgelegt von: Nils Lutz
Erlenweg 5
26129 Oldenburg
+49 173 25 28 407
nils.lutz@uni-oldenburg.de

Abgabetermin: 30. April 2017

Inhaltsverzeichnis

Glossar	III
Symbolverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	IV
1. Einleitung	1
1.1. Problemstellung	1
1.2. Lösungsansatz	1
1.3. Aufbau der Arbeit	1
2. Predictive Analysis	2
2.1. Einführung	2
2.2. Machine Learning	2
2.2.1. Supervised Learning	2
2.2.2. Unsupervised Learning	2
2.3. Algorithmen im Kontext von Predictive Analysis	2
2.3.1. Regression	2
2.3.2. Decision Tree	2
2.3.3. Bayesian	2
2.3.4. Clustering	2
2.3.5. Association Rule	2
2.3.6. Artificial Neural Network	3
2.3.7. Deep Learning	3
2.4. In-Memory Datenbanken	3
2.4.1. Definition	3
2.4.2. Vor- und Nachteile	3
2.5. Vergleich der verschiedenen Lösungen	3
2.5.1. IBM AG	3
2.5.2. SAS AG	3
2.5.3. Oracle Inc.	3
2.5.4. SAP SE	3
2.6. Predictive Analysis der SAP SE	3
2.6.1. Outlier Analysis	3
2.6.2. Association Analysis	3
2.6.3. Cluster Analysis	4
2.6.4. Classification Analysis	4
2.6.5. Time Series Analysis	4

2.6.6. Text Analysis and Text Mining	4
3. Industrie 4.0	5
3.1. Definition	5
3.2. Zentrale Paradigma	6
3.2.1. Vertikale und horizontale Integration	6
3.2.2. Dezentrale Intelligenz	6
3.2.3. Dezentrale Steuerung	6
3.2.4. Durchgängiges digitales Engineering	6
3.2.5. Cyber-physisches Produktionssystem	6
3.3. Internet of Things	6
3.3.1. Device Management	6
3.3.2. Sicherheit	6
3.3.3. Schnittstellen	6
3.3.4. Protokolle	6
4. Instandhaltung von Windenergieanlagen	8
4.1. Instandhaltung Allgemein	8
4.1.1. to be filled	8
4.1.2. to be filled	8
4.2. Komponenten einer Windenergieanlage	8
4.2.1. Fundament	8
4.2.2. Segmente	8
4.2.3. Gondel	8
4.2.4. Generator	8
4.2.5. Blades	8
4.2.6. SCADA-System	8
4.3. Kennzahlen für Windenergieanlagen zur Instandhaltung	8
4.4. Standardprozesse im SAP	9
4.4.1. Geplante Instandsetzung	9
4.4.2. Sofortinstandsetzung	9
4.4.3. Vorbeugende Instandsetzung	9
4.4.4. Zustandsabhängige Instandhaltung	9
4.4.5. Projektorientierte Instandhaltung	9
5. Proof-of-Concept	10
5.1. Vorteile durch Predictive Analysis in der Instandhaltung von Wind- energieanlagen	10
5.1.1. Vorteil 1	10
5.1.2. Vorteil 2	10
5.1.3. Vorteil 3	10

5.2. Veränderung des Instandhaltungsprozess durch Einsatz von Predicti-	
ve Analysis	10
5.2.1. Alter Prozess	10
5.2.2. Neuer Prozess	10
5.2.3. Transition Alter Prozess zu Neuer Prozess	10
5.3. System Architektur	10
5.3.1. IoT Devices	10
5.3.2. Cloud Plattform	10
5.3.3. In-Memory Database	10
5.4. Prototypische Implementierung des Prozesses	10
5.4.1. Requirements Engineering	10
5.4.2. Use-Cases	11
5.4.3. API Endpoint	11
5.4.4. Dashboard Application	11
5.5. Empirische Aussagen	11
6. Fazit	12
A. Anhang	V
Literaturverzeichnis	VI

Glossar

Symbolverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

1. Einleitung

Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwahrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter

1.1. Problemstellung

Welche Algorithmen und Analyse Methoden sind im konkreten Fall bei SCADA-Daten von Windenergieanlagen sinnvoll und liefern aussagekräftige Ergebnisse die zur vorausschauenden Instandhaltung genutzt werden können.

1.2. Lösungsansatz

Aufbau eines PoC und testen der Algorithmen damit.

1.3. Aufbau der Arbeit

Wie ist die Arbeit strukturiert. Erst Industrie 4.0, dann Instandhaltung, dann Predictive Analysis, dann PoC und zuletzt das Fazit

2. Predictive Analysis

2.1. Einführung

2.2. Machine Learning

2.2.1. Supervised Learning

2.2.2. Unsupervised Learning

2.3. Algorithmen im Kontext von Predictive Analysis

2.3.1. Regression

<https://de.wikipedia.org/wiki/Regressionsanalyse>

2.3.2. Decision Tree

https://en.wikipedia.org/wiki/Decision_tree_learning

2.3.3. Bayesian

https://de.wikipedia.org/wiki/Bayessches_Filter

2.3.4. Clustering

<https://de.wikipedia.org/wiki/Clusteranalyse>

2.3.5. Association Rule

<https://de.wikipedia.org/wiki/Assoziationsanalyse>

2.3.6. Artificial Neural Network

https://de.wikipedia.org/wiki/K%C3%BCnstliches_neuronales_Netz

2.3.7. Deep Learning

https://de.wikipedia.org/wiki/Deep_Learning

2.4. In-Memory Datenbanken

2.4.1. Definition

2.4.2. Vor- und Nachteile

2.5. Vergleich der verschiedenen Lösungen

ba-st-forrester-big-data-predictive-analytics-solutions PDF

Gartner MQ

2.5.1. IBM AG

2.5.2. SAS AG

2.5.3. Oracle Inc.

2.5.4. SAP SE

2.6. Predictive Analysis der SAP SE

2.6.1. Outlier Analysis

K Nearest Neighbor

2.6.2. Association Analysis

Apriori Association

2.6.3. Cluster Analysis

K-Means

2.6.4. Classification Analysis

Linear Regression

2.6.5. Time Series Analysis

2.6.6. Text Analysis and Text Mining

3. Industrie 4.0

Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwahrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter

3.1. Definition

Scheer PDF

Bosch PDF

BMWi PDF

Cyber-physische Systeme

Historische Betrachtung fraunhofer PDF

Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0, Struktur und Historie

4. industrielle Revolution

Standards Industrie 4.0 im internationalen Kontext, Referenzarchitekturmodell

3.2. Zentrale Paradigma

3.2.1. Vertikale und horizontale Integration

3.2.2. Dezentrale Intelligenz

3.2.3. Dezentrale Steuerung

3.2.4. Durchgängiges digitales Engineering

3.2.5. Cyber-physisches Produktionssystem

3.3. Internet of Things

3.3.1. Device Management

Device Types

Message Types

Devices Health Monitoring

3.3.2. Sicherheit

Device Authentication

Connection Security

3.3.3. Schnittstellen

Devices

Client Software

3.3.4. Protokolle

MQTT

HTTP

CoAP

XMPP

4. Instandhaltung von Windenergieanlagen

4.1. Instandhaltung Allgemein

4.1.1. to be filled

4.1.2. to be filled

4.2. Komponenten einer Windenergieanlage

4.2.1. Fundament

4.2.2. Segmente

4.2.3. Gondel

4.2.4. Generator

4.2.5. Blades

4.2.6. SCADA-System

4.3. Kennzahlen für Windenergieanlagen zur Instandhaltung

KPI 1

KPI 2

KPI 3

KPI 4

4.4. Standardprozesse im SAP

4.4.1. Geplante Instandsetzung

4.4.2. Sofortinstandsetzung

4.4.3. Vorbeugende Instandsetzung

4.4.4. Zustandsabhängige Instandhaltung

4.4.5. Projektorientierte Instandhaltung

5. Proof-of-Concept

Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwahrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter

5.1. Vorteile durch Predictive Analysis in der Instandhaltung von Windenergieanlagen

5.1.1. Vorteil 1

5.1.2. Vorteil 2

5.1.3. Vorteil 3

5.2. Veränderung des Instandhaltungsprozess durch Einsatz von Predictive Analysis

5.2.1. Alter Prozess

5.2.2. Neuer Prozess

5.2.3. Transition Alter Prozess zu Neuer Prozess

5.3. System Architektur

5.3.1. IoT Devices

5.3.2. Cloud Plattform

5.3.3. In-Memory Database

5.4. Prototypische Implementierung des Prozesses

5.4.1. Requirements Engineering

Persistence Model Datenbank Modell in 3NF

Consumption Model OData Modell mit logischen Entitäten, wobei eine Entität aus mehreren Datenbank Tabellen aufgebaut sein kann

Geschäftslogik

Algorithmen-Auswahl & Parametrisierung

5.4.2. Use-Cases

5.4.3. API Endpoint

5.4.4. Dashboard Application

5.5. Empirische Aussagen

6. Fazit

Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwehrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim. Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark.

„Fix, Schwyz!“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Victor jagt zwölf Boxkämpfer quer über den großen Sylter Deich. Falsches Üben von Xylophonmusik quält jeden größeren Zwerg. Heizölrückstoßabdämpfung. Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwehrlosten Taxi quer durch Bayern.

Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim. Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark. „Fix, Schwyz!“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Victor jagt zwölf Boxkämpfer quer über den großen Sylter Deich.

Falsches Üben von Xylophonmusik quält jeden größeren Zwerg. Heizölrückstoßabdämpfung. Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwehrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim.

Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark. „Fix, Schwyz!“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Victor jagt zwölf Boxkämpfer quer über den großen Sylter Deich. Falsches Üben von Xylophonmusik quält jeden größeren Zwerg. Heizölrückstoßabdämpfung. Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwehrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim. Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark. „Fix, Schwyz!“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Vic-

tor jagt zwölf

Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwehrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim. Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark.

„Fix, Schwyz“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Victor jagt zwölf Boxkämpfer quer über den großen Sylter Deich. Falsches Üben von Xylophonmusik quält jeden größeren Zwerg. Heizölrückstoßabdämpfung. Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwehrlosten Taxi quer durch Bayern.

Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim. Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark. „Fix, Schwyz“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Victor jagt zwölf Boxkämpfer quer über den großen Sylter Deich.

Falsches Üben von Xylophonmusik quält jeden größeren Zwerg. Heizölrückstoßabdämpfung. Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwehrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim.

Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark. „Fix, Schwyz“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Victor jagt zwölf Boxkämpfer quer über den großen Sylter Deich. Falsches Üben von Xylophonmusik quält jeden größeren Zwerg. Heizölrückstoßabdämpfung. Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwehrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim. Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark. „Fix, Schwyz“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Victor jagt zwölf

A. Anhang

Weitere Informationen werden im Anhang abgedruckt (z. B. Listings).

```
10 PRINT "Sales and Distribution"  
20 GOTO 10
```

Das Literaturverzeichnis ist Bestandteil jeder wissenschaftlichen Arbeit. Präzise und aussagekräftige Angaben erleichtern die Recherche für spätere Leser. Die Verwendung von Zitaten oder Ideen aus anderen Arbeiten oder aus sonstigen Quellen ohne deutlichen Hinweis auf deren Ursprung stellt eines der schwersten akademischen Vergehen dar. Eine wissenschaftliche Arbeit, in der dieser Fehler wiederholt gemacht wird, wird zu Recht als Plagiat bezeichnet.

Abschließende Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich meine Masterarbeit ...(Titel der Arbeit)... selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe, und dass ich alle von anderen Autoren wörtlich übernommenen Stellen wie auch die sich an die Gedankengänge anderer Autoren eng anlegenden Ausführungen meiner Arbeit besonders gekennzeichnet und die Quellen zitiert habe.

Oldenburg, den 24. Februar 2018

Nils Lutz