

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

VERBAND DER
ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK
INFORMATIONSTECHNIK

Implementierung und Betrieb von
Big-Data-Anwendungen
in der produzierenden Industrie

Online-Anwendung von datengetriebenen Modellen

Implementation and operation of big data
applications in the manufacturing industry

Online application of data-driven models

VDI/VDE 3714

Blatt 7 / Part 7

Ausgabe deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite
Vorbemerkung.....	2
Einleitung.....	2
1 Anwendungsbereich.....	3
2 Normative Verweise.....	4
3 Begriffe.....	5
4 Abkürzungen.....	5
5 Systematik.....	5
6 Beschreibung der Ausbaustufen.....	6
6.1 Erkenntnisgewinn aus Datenanalyse.....	6
6.2 Anwendung eines Modells als Softsensor.....	7
6.3 Anwendung eines Modells als Prädiktor.....	10
6.4 Anwendung eines Prädiktors zur modellgestützten Regelung.....	10
6.5 Closed-Loop-MPC-Regler.....	12
6.6 Entscheidungsunterstützung/Anwendung eines Echtzeitoptimierers mit modellgestützter Sollwertführung.....	14
6.7 Option des Nachtrainings.....	15
7 Weitere Gesichtspunkte bei Systemen zur Prozessführung.....	15
7.1 IT- und EDV-Sicherheit.....	15
7.2 Verfügbarkeitsbetrachtung und Redundanz.....	16
7.3 Mehrfache Absicherung gegen Fehlbedienungen.....	16
7.4 Ersatz- und Ausfallstrategien.....	16
7.5 Watchdog und Statusmeldungen.....	17
7.6 Plausibilitätskontrolle der Variablen.....	17
7.7 Einheitliche Benutzerschnittstelle.....	18
7.8 Schnittstellen.....	18
7.9 Inkrementelle Sollwertführung.....	19
7.10 Prüfung der Modellgenauigkeit.....	19
7.11 Erforderliche Eigenschaften verwendeter Algorithmen.....	19
Schrifttum.....	20

Contents	Page
Preliminary note.....	2
Introduction.....	2
1 Scope.....	3
2 Normative references.....	4
3 Terms and definitions.....	5
4 Abbreviations.....	5
5 Systematics.....	5
6 Description of the expansion stages.....	6
6.1 Gaining knowledge from data analysis.....	6
6.2 Application of a model as a soft sensor.....	7
6.3 Using a model as a predictor.....	10
6.4 Use of a predictor for model-based control.....	10
6.5 Closed-loop MPC controller.....	12
6.6 Decision support/application of a real-time optimizer with model-based setpoint control.....	14
6.7 Post-training option.....	15
7 Other considerations for systems for process management.....	15
7.1 IT and EDP safety.....	15
7.2 Availability consideration and redundancy.....	16
7.3 Multiple safeguarding against faulty operation.....	16
7.4 Replacement and failure strategies.....	16
7.5 Watchdog and status messages.....	17
7.6 Plausibility check of the variables.....	17
7.7 Uniform user interface.....	18
7.8 Interfaces.....	18
7.9 Incremental setpoint control.....	19
7.10 Checking the model accuracy.....	19
7.11 Required properties of algorithms used.....	19
Bibliography.....	20

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)
Fachbereich Digitale Transformation

VDI-Handbuch Informationstechnik, Band 1: Angewandte Informationstechnik
VDI/VDE-Handbuch Automatisierungstechnik

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3714.

Einleitung

Der Fachausschuss „Big Data“ der VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik hat sich mit der Erstellung dieser Richtlinie der Aufgabe angenommen, den ökonomischen und ökologischen Nutzen von Big Data aufzuzeigen, den Wissenstransfer über verschiedene Industrien und Branchen hinweg zu verbessern und die Implementierung und den Betrieb von Big-Data-Anwendungen in der produzierenden Industrie voranzutreiben und zu vereinheitlichen.

Diese Richtlinienreihe soll eine Orientierung über erforderliche Maßnahmen zur Big-Data-Analyse geben und aufzeigen, welche Methoden für eine zielführende Arbeit geeignet sind und welche Einschränkungen und Hindernisse bestehen. Praktikern und Praktikerinnen sollen Hinweise gegeben werden, welche Methoden und Betrachtungen für den Erfolg eines Big-Data-Projekts hinsichtlich des Einsatzes und des nachhaltigen Betriebs notwendig sind.

Die Richtlinienreihe VDI/VDE 3714 umfasst die Blätter:

Blatt 1 Durchführung von Big-Data-Projekten

Blatt 2 Datenqualität

Blatt 3 Datenbewirtschaftung

Blatt 4 Analyseverfahrensklassen

Blatt 5 Modellierungsverfahren

Blatt 6 Validierung von Modellen

Blatt 7 Online-Anwendung von datengetriebenen Modellen

Die Richtlinienreihe VDI/VDE 3714 ist im Fachausschuss 7.24 „Big Data“ des Fachbereich 7

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the internet at www.vdi.de/3714

Introduction

The “Big Data” Technical Committee of the VDI/VDE Society Measurement and Automatic Control has taken on the task of drawing up this standard to demonstrate the economic and ecological benefits of big data, to improve the transfer of knowledge across different industries and sectors, and to promote and standardize the implementation and operation of big data applications in the manufacturing industry.

This series of standards is intended to provide orientation on required measures for big data analysis and to show which methods are suitable for target-oriented work and which limitations and obstacles exist. Practitioners should be given advice on which methods and considerations are necessary for the success of a big data project regarding its use and sustainable operation.

The series of standards VDI/VDE 3714 comprises the parts:

Part 1 Implementation of Big Data projects

Part 2 Data quality

Part 3 Data management

Part 4 Analysis process classes

Part 5 Modelling procedures

Part 6 Validation of models

Part 7 Online application of data-driven models

The series of standards VDI/VDE 3714 is published in the Technical Committee 7.24 “Big Data” of the

„Digitale Transformation“ der VDI/VDE-Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) entstanden. Damit stellen die Produktion sowie die Mess- und Automatisierungstechnik die Schwerpunkte dar. In den Produktionsprozessen werden beispielsweise für Steuerungs- und Regelungsaufgaben oder für die Qualitätssicherung große Datenmengen erhoben, die mittels Datenanalyse für weitere Prozess- und Geschäftsverbesserungen genutzt werden können. Diese Richtlinienreihe gibt eine generelle Orientierung sowie Hinweise auf potenzielle Schwierigkeiten und Hürden bei der Durchführung von Big-Data-Anwendungen von der Entwicklung über die Inbetriebnahme bis zum nachhaltigen Betrieb.

Benachbart zu Big Data finden sich Themen wie das Internet der Dinge (IoT), die Vernetzung von Geräten (Smart Devices) oder die zunehmende „Rechnerallgegenwart“ (Ubiquitous Computing) sowie Begriffe, wie Business Intelligence, Data Analytics, Advanced Analytics, Data Mining, Smart Data und Data-Warehouse-Systeme, die generell die Nutzung von Daten adressieren.

Die Richtlinienreihe geht von einer generellen Verfügbarkeit aller benötigten Daten aus. Bezüglich der Datenmenge, ihrer Struktur und Integrität wird keine Annahme getroffen. Zur Diskussion und Charakterisierung der Daten helfen die sogenannten „fünf Vs“, die die einzelnen Dimensionen von Big Data bezeichnen. Die Daten werden charakterisiert durch Umfang (*Volume*), Unterschiedlichkeit (*Variety*) und ihre zeitliche Taktung (*Velocity*). Insbesondere bei industriellen Anwendungen sind die Qualität der Daten (*Validity*) und der unternehmerische Mehrwert (*Value*) relevant.

Auf weitere grundsätzliche technische Regeln sei hier hingewiesen, insbesondere im Umfeld von Industrie 4.0:

- VDI 2222 Blatt 1
- VDI 3517
- VDI/VDE 4000
- VDI 4010
- DIN EN ISO 9000
- DIN EN ISO 9001
- DIN EN ISO 9004
- ISO 13053

1 Anwendungsbereich

Mit dem Begriff „Big Data“ werden – obwohl er bereits seit einigen Jahren verwendet wird – unverändert sehr unterschiedliche Themen und Aspekte assoziiert und entsprechend in der gesellschaftlichen

Technical Division 7 “Digital Transformation” of the VDI/VDE Society Measurement and Automatic Control (GMA). Thus, production as well as measurement and automation technology represent the focal points. In production processes, for example, large amounts of data are collected for control and regulation tasks or for quality assurance, which can be used for further process and business improvements by means of data analysis. This series of standards provides a general orientation as well as indications of potential difficulties and hurdles in the implementation of big data applications, from development through commissioning to sustainable operation.

Adjacent to big data are topics such as the Internet of things (IoT), the networking of devices (smart devices), or the increasing “computer omnipresence” (ubiquitous computing), as well as terms such as business intelligence, data analytics, advanced analytics, data mining, smart data, and data warehouse systems that generally address the use of data.

The series of standards assumes a general availability of all required data. No assumption is made regarding the amount of data, its structure and integrity. For the discussion and characterization of data, the so-called “five Vs”, which denote the individual dimensions of big data, are helpful. The data is characterized by *volume*, *variety*, and *velocity*. The quality of the data (*validity*) and the added business value (*value*) are particularly relevant for industrial applications.

Further fundamental technical rules should be pointed out here, especially in the environment of Industry 4.0:

- VDI 2222 Part 1
- VDI 3517
- VDI/VDE 4000
- VDI 4010
- DIN EN ISO 9000
- DIN EN ISO 9001
- DIN EN ISO 9004
- ISO 13053

1 Scope

Although the term “big data” has been used for several years, it continues to be associated with very different topics and aspects and is accordingly discussed in a differentiated manner in the social

Diskussion differenziert diskutiert. Die immer weiter voranschreitende digitale Kommunikation, der in der Umsetzung befindliche Breitbandausbau und die überall mögliche Verarbeitungsmöglichkeit von Daten beflügeln diese Diskussion sowohl in der Öffentlichkeit als auch in der Fachwelt. Die Themen reichen von Datenschutz über Datensicherheit bis hin zu generellen Strategien für die digitale Wertschöpfung bei kleinen und mittelständischen Unternehmen und auch bei Großunternehmen.

Im Kontext dieser Richtlinie geht es bei Big Data um Technologien zur Datenanalyse. Entsprechende Algorithmen und Werkzeuge können Erkenntnisse über betriebliche Abläufe liefern und zu deren Optimierung beitragen. Hierzu bedarf es der Umsetzung dieser Methoden und Werkzeuge zur Verarbeitung, Analyse und Interpretation von umfangreichen und komplexen Daten in Big-Data-Anwendungen.

Die Richtlinienreihe unterstützt Erstellende und Nutzende bei der Vorbereitung, Entwicklung, Inbetriebnahme dieser Anwendungen und ihrem nachhaltigen Einsatz. Letztendlich sollen diese Big-Data-Anwendungen verlässlichere Entscheidungsgrundlagen schaffen, um Produkte und Produktionsprozesse ökonomisch, ökologisch und technisch zu verbessern.

Die Richtlinienreihe soll dazu beitragen, die Vielfalt der in den letzten Jahren durch Forschungs-, Entwicklungs- und Praxisarbeiten entstandenen Erkenntnisse aufzubereiten, die Entwicklung und den Einsatz von Big-Data-Anwendungen in produzierenden Industrien sowie deren Nutzung im regulären Betrieb zu unterstützen.

Zur Zielgruppe gehören alle Stakeholder, von den Praktikern/Praktikerinnen bis zu den Entscheidern/Entscheiderinnen, von der Fertigungs- bis zur Prozessindustrie. Die Richtlinienreihe wendet sich dabei an Nutzenden und Erstellenden von Big-Data-Anwendungen in der produzierenden Industrie, unabhängig und übergreifend für alle Führungs- und Fachaufgaben.

Diese Richtlinie soll Big-Data-Anwendern im industriellen Umfeld einen leicht verständlichen Überblick über die Anwendung von Modellierungsverfahren im Online-Betrieb zur Prozessstabilisierung und Prozessoptimierung geben. Die verschiedenen Aspekte werden durch Beispiele aus der produzierenden Industrie veranschaulicht.

debate. The ever-advancing digital communication, the broadband expansion that is currently being implemented, and the processing of data that is possible everywhere are fuelling this discussion both in the public and in the professional world. The topics range from data protection and data security to general strategies for digital value creation for small and medium-sized enterprises as well as for large companies.

In the context of this standard, big data is about data analysis technologies. Corresponding algorithms and tools can provide insights into operational processes and contribute to their optimization. This requires the implementation of these methods and tools for processing, analysing and interpreting extensive and complex data in big data applications.

The series of standards supports creators and users in the preparation, development, commissioning of these applications and their sustainable use. Ultimately, these big data applications should provide a more reliable basis for decision-making in order to improve products and production processes economically, ecologically, and technically.

The series of standards is intended to help process the variety of findings that have emerged in recent years through research, development and practical work, and to support the development and use of big data applications in manufacturing industries as well as their use in regular operations.

The target audience includes all stakeholders, from practitioners to decision makers, from operations to process industries. In this context, the series of standards addresses users and creators of big data applications in the manufacturing industry, independently and across all management and technical tasks.

This standard is intended to give big data users in the industrial environment an easy-to-understand overview of the application of modelling methods in online operation for process stabilization and process optimization. The various aspects are illustrated by examples from the manufacturing industry.