

Inhaltsverzeichnis

Content

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 2 | Stand der Technik in Forschung und Industrie | 5 |
| 2.1 | Datenverfügbarkeit entlang der digitalen Prozesskette | 5 |
| 2.2 | Datenbasierte Wissensgenerierung | 7 |
| 2.3 | Ähnlichkeitsanalyse von Zeitreihendaten | 9 |
| 2.3.1 | Definitionen | 10 |
| 2.3.2 | Distanzmaße | 12 |
| 2.3.3 | Darstellung von Zeitreihendaten | 15 |
| 2.3.4 | Motif-Suche | 16 |
| 2.4 | Data-Mining | 19 |
| 2.4.1 | Segmentierung | 20 |
| 2.4.2 | Clustering | 23 |
| 2.4.3 | Klassifizierung | 26 |
| 2.5 | Übergreifende Ansätze | 28 |
| 2.6 | Zwischenfazit und Forschungsbedarf | 31 |
| 3 | Zielsetzung und Vorgehensweise | 33 |
| 4 | Methodik zur Strukturierung von NC-Zerspanprozessen | 35 |
| 4.1 | Vorstellung eines Anwendungsbeispiels | 35 |
| 4.2 | Infrastruktur zur Datenerfassung und -analyse | 36 |
| 4.3 | Strukturierung von Prozessdaten | 39 |
| 4.3.1 | Konzept der Teilprozessabschnitte | 40 |
| 4.3.2 | Durchsuchbarkeit von Prozessdaten | 43 |
| 4.3.3 | Entwicklung von Data-Mining-Algorithmen | 46 |
| 5 | Integration des menschlichen Expertenwissens | 51 |
| 5.1 | Partitionierung anhand der Spindeldrehzahl | 51 |
| 5.2 | Strukturierung der Vorschubgeschwindigkeit | 55 |
| 5.3 | Datenbasierte Werkzeugeingriffsdetektion | 60 |
| 6 | Mustererkennung und -strukturierung | 65 |
| 6.1 | Grundlagen | 66 |
| 6.2 | Datenkompression | 68 |
| 6.3 | Segmentierung | 71 |
| 6.3.1 | Mehrdimensionale Ähnlichkeitsanalyse | 73 |
| 6.3.2 | Identifikation von Segmentgrenzen | 76 |
| 6.4 | Clustering | 79 |
| 6.4.1 | Snippets | 81 |
| 6.4.2 | Merkmalsextraktion | 83 |
| 6.4.3 | Dichtebasiertes Clustering | 88 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 6.5 | Klassifizierung | 88 |
| 6.5.1 | Trainings- und Validierungsphase | 90 |
| 6.5.2 | Testphase | 93 |
| 6.5.3 | Klassifikationsmodelle | 94 |
| 7 | Bereitstellung der Daten und Strukturierungsergebnisse | 97 |
| 7.1 | Abfrage von Zeitreihendaten | 97 |
| 7.2 | Speicherung und Durchsuchung der Strukturierungsergebnisse | 99 |
| 7.3 | Synchronisierung von NC-Prozess-Datensätzen | 101 |
| 8 | Implementierung und Validierung | 105 |
| 8.1 | Prototypische Implementierung | 105 |
| 8.2 | Validierungsdatsätze | 108 |
| 8.3 | Experimentelle Validierung | 109 |
| 8.3.1 | Partitionierung der Spindeldrehzahl | 109 |
| 8.3.2 | Strukturierung der Vorschubgeschwindigkeit | 111 |
| 8.3.3 | Werkzeugeingriffsdetektion | 113 |
| 8.3.4 | Segmentierung | 116 |
| 8.3.5 | Identifikation von Snippets | 119 |
| 8.3.6 | Clustering | 122 |
| 8.3.7 | Klassifizierung | 128 |
| 8.4 | Anwendung des Gesamtkonzepts | 134 |
| 8.4.1 | Durchsuchung strukturierter Prozessdatensätze | 134 |
| 8.4.2 | Produktivitätsanalyse | 137 |
| 9 | Zusammenfassung und Ausblick | 141 |
| 9.1 | Zusammenfassung | 141 |
| 9.2 | Ausblick | 142 |
| 10 | Literaturverzeichnis | 145 |
| 11 | Anhang | 167 |