

Dipl.-Ing. Marco Vitiello, Wuppertal

# **Fallbasierte Materialfluß- steuerung – Ein Verfahren zur wissensbasierten Materialflußsteuerung**

Reihe **8**: Meß-, Steuerungs-  
und Regelungstechnik

Nr. **603**

# Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| Formelzeichen .....  | VIII      |
| <b>1. Einleitung .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2. Problemfeld Materialflußsteuerung .....</b>                                      | <b>3</b>  |
| 2.1. Materialfluß in Fertigungssystemen .....  | 3         |
| 2.1.1. Eigenschaften des Materialflusses in Fertigungssystemen .....                   | 3         |
| 2.1.2. Funktionen und Systeme im Materialfluß .....                                    | 6         |
| 2.2. Materialflußsteuerung .....   | 10        |
| 2.2.1. Aufgaben und Ziele der Materialflußsteuerung .....                              | 14        |
| 2.2.2. Positionierung der Materialflußsteuerung .....                                  | 16        |
| 2.2.3. Problematik der Materialflußsteuerung .....                                     | 17        |
| 2.2.4. Anforderungen an eine Materialflußsteuerung .....                               | 22        |
| 2.2.4.1. Wissensrepräsentation .....   | 25        |
| 2.2.4.2. Wissensakquisition .....  | 26        |
| 2.2.4.3. Wissensmanipulation .....   | 27        |
| <b>3. Stand der Technik .....</b>  | <b>28</b> |
| 3.1. Bekannte Ansätze auf dem Gebiet der Materialflußsteuerung .....                   | 28        |
| 3.1.1. Exakte mathematische Ansätze .....  | 29        |
| 3.1.2. Heuristische Ansätze .....  | 30        |
| 3.2. Fallbasiertes Schließen .....   | 42        |
| 3.2.1. Wissensrepräsentation .....   | 46        |
| 3.2.2. Wissensakquisition .....  | 49        |
| 3.2.3. Wissensmanipulation .....   | 52        |
| 3.2.3.1. Retrieval .....   | 52        |
| 3.2.3.2. Reuse .....   | 55        |
| 3.2.3.3. Revise .....  | 56        |
| <b>4. Anforderungen an ein Verfahren zur Fallbasierten Materialflußsteuerung .....</b> | <b>58</b> |
| 4.1. Wissensrepräsentation .....   | 58        |
| 4.2. Wissensakquisition .....  | 59        |
| 4.3. Wissensmanipulation .....   | 60        |
| <b>5. Verfahren der Fallbasierten Materialflußsteuerung .....</b>                      | <b>61</b> |
| 5.1. Wissensrepräsentation in der Fallbasierten Materialflußsteuerung .....            | 64        |
| 5.1.1. Repräsentation von Wissen über Materialflüsse in Fertigungssystemen .....       | 64        |
| 5.1.1.1. Notation zur Repräsentation von Materialflüssen .....                         | 64        |
| 5.1.1.2. Repräsentation von Situationen im Materialfluß .....                          | 71        |

|  |            |
|--|------------|
| 5.1.2. Repräsentation von Wissen zur Steuerung von Materialflüssen .....                                 | 78         |
| 5.1.2.1. Repräsentation von Aktionen zur Fallbasierten Materialflußsteuerung .....                       | 78         |
| 5.1.2.2. Fälle .....   | 82         |
| 5.1.2.3. Regeln .....  | 85         |
| 5.1.2.4. Erfahrungsgraph. ....   | 87         |
| 5.1.3. Struktur der Wissensbasis. ....   | 90         |
| 5.2. Wissensakquisition in der Fallbasierten Materialflußsteuerung .....                                 | 92         |
| 5.2.1. Verfahren der simulationsgestützten Wissensakquisition .....                                      | 93         |
| 5.2.2. Akquisition von Wissen über Materialflüsse .....  | 96         |
| 5.2.3. Akquisition von Wissen zur Steuerung von Materialflüssen .....                                    | 101        |
| 5.2.3.1. Fälle .....   | 102        |
| 5.2.3.2. Regeln .....  | 102        |
| 5.2.3.3. Erfahrungsgraph. ....   | 104        |
| 5.2.4. Aufbau und Strukturierung der Wissensbasen<br>in der Fallbasierten Materialflußsteuerung. ....    | 105        |
| 5.2.5. Steuerung der Akquisition von Wissen zur Steuerung der Materialflüsse .....                       | 106        |
| 5.3. Wissensmanipulation in der Fallbasierten Materialflußsteuerung .....                                | 108        |
| 5.3.1. Verfahren zur Fallbasierten Steuerung des Materialflusses .....                                   | 109        |
| 5.3.2. Retrieval in der Fallbasierten Materialflußsteuerung .....  | 110        |
| 5.3.2.1. Matching beim Retrieval .....   | 110        |
| 5.3.2.2. Suche in der Wissensbasis .....   | 119        |
| 5.3.3. Reuse. ....   | 123        |
| 5.3.3.1. Reuse von Fällen .....  | 124        |
| 5.3.3.2. Reuse von Regeln .....  | 124        |
| 5.3.4. Revise .....  | 125        |
| <b>6. Konzeption einer Entwicklungsumgebung für Fallbasierte Materialflußsteuerungen ...</b>             | <b>127</b> |
| 6.1. Wissensrepräsentation in der Entwicklungsumgebung für<br>Fallbasierte Materialflußsteuerungen. .... | 129        |
| 6.1.1. Repräsentation von Wissen über Materialflüsse in Fertigungssystemen .....                         | 130        |
| 6.1.2. Repräsentation von Wissen zur Steuerung der Materialflüsse .....                                  | 136        |
| 6.1.2.1. Repräsentation von Aktionen zur Steuerung .....   | 136        |
| 6.1.2.2. Fälle .....   | 137        |
| 6.1.2.3. Regeln .....  | 139        |
| 6.1.2.4. Erfahrungsgraph. ....   | 140        |
| 6.2. Wissensakquisition in der Entwicklungsumgebung für<br>Fallbasierte Materialflußsteuerungen. ....    | 141        |
| 6.2.1. Akquisition von Wissen über Materialflüsse .....  | 141        |
| 6.2.2. Komponenten zur Akquisition von Steuerungswissen .....  | 143        |
| 6.2.2.1. Fälle .....   | 143        |
| 6.2.2.2. Regeln .....  | 144        |
| 6.2.2.3. Erfahrungsgraph. ....   | 144        |
| 6.2.3. Steuerung der Wissensakquisition .....  | 145        |

|  |            |
|--|------------|
| 6.3. Wissensmanipulation in der Entwicklungsumgebung für<br>Fallbasierte Materialflußsteuerungen ..... | 145        |
| 6.3.1. Retrieval .....   | 145        |
| 6.3.1.1. Matching beim Retrieval .....   | 146        |
| 6.3.1.2. Suche in der Wissenbasis .....  | 146        |
| 6.3.2. Reuse .....   | 147        |
| 6.3.2.1. Reuse von Fällen .....  | 147        |
| 6.3.2.2. Reuse von Regeln .....  | 148        |
| 6.3.3. Revise .....  | 148        |
| <b>7. Zusammenfassung und Ausblick .....</b>   | <b>150</b> |
| <b>8. Anhang .....</b>   | <b>151</b> |
| A Anforderungen an ein wissensbasiertes Verfahren zur Materialflußsteuerung .....                      | 151        |
| B Verwendete Notationen .....  | 152        |
| B.1 Grafische objektorientierte Notation nach Rumbaugh et al. ....                                     | 152        |
| B.2 Erweiterte Backus Naur Form .....  | 154        |
| C Attribute der Materialflußsteuerung .....  | 155        |
| D Modellierungsbeispiel .....  | 156        |
| <b>9. Literaturverzeichnis .....</b>   | <b>157</b> |