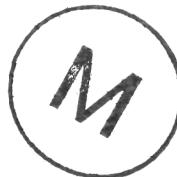


R. Dillmann



Lernende Roboter  
Aspekte maschinellen Lernens

---



Springer-Verlag  
Berlin Heidelberg New York  
London Paris Tokyo 1988

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
2	Hypothetisches Modell der Lernstrukturen bei höheren Lebewesen .....	8
2.1	Verhaltensprägung und -änderung durch Lernen .....	8
2.2	Hierarchische Gliederung der Willkürmotorik .....	13
3	Grundstruktur von lernenden Systemen .....	18
3.1	Modellbildung von lernenden Systemen .....	19
3.1.1	Das Lernziel .....	20
3.1.2	Das Ausführungselement .....	22
3.1.3	Inhalt und Struktur der Wissensbasis im lernenden System .....	24
4	Klassifikation von Lernverfahren .....	26
4.1	Unterlagerte Lernstrategien .....	26
4.2	Präsentation gelernten Wissens .....	34
5	Mechanisches Lernen ohne Transformationsprozesse .....	37
5.1	Grundstrukturen mechanischen Lernens .....	37
5.2	Lernfähige lokal verallgemeinernde assoziative Speichersysteme .....	41
5.2.1	Informationsspeicherung in neuronalen Netzwerken: Assoziative Stimulus-Response Abbildung als allgemeines Systemmodell .....	41
5.2.2	Anwendungen von CMAC in der Robotik .....	49
6	Lernen aus Beispielen (induktives Lernen) .....	53
6.1	Grundstruktur der unterlagerten Lernstrategie .....	53
6.2	Der Beispielraum .....	56

6.3	Der Interpretationsprozeß .....	57
6.4	Der Regelraum .....	57
6.5	Steuerung der Suchoperationen im Regelraum .....	59
6.6	Induktionsverfahren zur Erzeugung von Handhabungssequenzen .....	60
6.7	Lernen unter Verwendung von Simulationstechniken .....	64
7	<b>Lernen in Regelungssystemen .....</b>	<b>68</b>
7.1	Adaptive Regelungssysteme mit Selbsorientierung .....	68
7.2	Modelle adaptiver Lernstrategien .....	71
8	<b>Lernende Automatenmodelle .....</b>	<b>76</b>
8.1	Ein stochastischer Automat als Modell lernender Robotersteuerungen .....	76
8.2	Der Fuzzy-Automat als Steuerungsmodell .....	80
8.2.1	Fuzzy-Mengen .....	82
8.2.2	Fuzzy-Logik .....	84
8.2.2.1	Fuzzy-Variable und Fuzzy-Restriktion .....	85
8.2.2.2	Transformationsregeln für Aussagen in der Fuzzy-Logik .....	86
8.2.3	Linguistische Variable .....	88
8.2.3.1	Linguistische Wahrheitswerte und Linguistische Approximation .....	89
8.2.4	Inferenzregeln in der Fuzzy-Logik und Approximistisches Schließen .....	91
8.2.5	Der variable Struktur Fuzzy-Automat .....	92
8.2.5.1	Der Fuzzy-Automat als Steuerungskoordinator in hierarchischen Robotersteuerungsstrukturen .....	94
9	<b>Lernen durch Analogien .....</b>	<b>98</b>
9.1	Repräsentation des Problemraums .....	98
9.2	Der Erinnerungs- und Transformationsprozess .....	99
9.3	Grundklassen von Transformationsoperatoren .....	100
9.4	Differenzmaß zur Bewertung von Analogien .....	101
9.5	Lernen von verallgemeinerten Plänen .....	103
10	<b>Lernen durch Erfahrung .....</b>	<b>106</b>
10.1	Modell einer Lernstruktur durch Erfahrung .....	106

10.2	Beschreibung der Komponenten des Lernmodells .....	108
10.2.1	Der Problemgenerator .....	108
10.2.2	Der Problemlöser .....	109
10.2.3	Der Kritiker .....	110
10.2.4	Der Generalisierer .....	110
10.3	Lernen durch Erfahrung zur Berichtigung falscher Theorien ...	111
11	Konzept eines hierarchischen Robotersystems mit Lernfähigkeit .....	115
11.1	Grundkomponenten hierarchisch gegliederter Robotersysteme ..	115
11.2	Lernziele des mobilen Robotersystems .....	118
11.3	Wechselwirkungen zwischen Planung, Exekutive und Überwachung .....	120
11.4	Der HLI als Bewerter und Kritiker von Plänen .....	126
11.5	ROSI 2 als Experimentator zur Unterstützung induktiven Lernens von Planungs- und Strategiewissen .....	129
12	Schlußbemerkung .....	132
13	Literaturverzeichnis .....	134