

Dipl.-Ing. Jörg Bunke, Bremen

Künstliche Neuronale Netze zur Systemidentifikation aus gestörten Meßwerten

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

Nr. **667**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problembeschreibung und Zielsetzung	2
1.2	Inhaltsübersicht	3
2	Modelle dynamischer Systeme	4
2.1	Modelle linearer, zeitinvarianter Systeme	4
2.2	Modelle nichtlinearer, zeitinvarianter Systeme	10
2.2.1	Konventionelle nichtlineare Modelle	10
2.2.2	Künstliche Neuronale Netze als nichtlineare Systemmodelle	15
3	Parameterschätzverfahren	20
3.1	Methode der kleinsten Quadrate	21
3.2	Parameterschätzung bei nichtlinearen Problemen	26
3.2.1	Die Struktur des Optimierungsalgorithmus	26
3.2.2	Gradientenverfahren	27
4	Identifikation mit Künstlichen Neuronalen Netzen	29
4.1	Identifikation linearer Systeme	29
4.1.1	Lineares ARX-KNN	29
4.1.2	Lineares BNF-KNN	32
4.1.3	Lineares RNF-KNN	35
4.2	Identifikation nichtlinearer Systeme	38
4.2.1	Das NARX-KNN	39
5	Berücksichtigung gestörter Meßwerte	44
5.1	Stochastische Störungen	45
5.1.1	Training linearer, einschichtiger ARMAX-KNN	46
5.1.2	Training von NARMAX-KNN	49

5.2	Strukturen zur Signalfilterung	54
5.2.1	IIR-Filter	55
5.2.2	FIR-Filter	55
5.2.3	Identifikation mit vorgeschalteten Filtern	58
5.3	Deterministische Störungen	62
5.3.1	Berücksichtigung periodischer Störungen beim Training linearer KNN . .	64
5.3.2	Identifikation deterministisch gestörter, nichtlinearer Systeme	67
6	Beispiele zur Systemidentifikation	72
6.1	Aufgabenstellung	72
6.1.1	Modellbildung und Identifikation von S_1	73
6.1.2	Modellbildung und Identifikation von S_2	74
6.1.3	Modellbildung und Identifikation von S_3	75
6.2	Identifikation stochastisch gestörter Systeme	76
6.2.1	Identifikation des stochastisch gestörten Systems S_1	77
6.2.2	Identifikation des stochastisch gestörten Systems S_2	79
6.2.3	Identifikation des stochastisch gestörten Systems S_3	80
6.2.4	Zusammenfassung der Trainingsergebnisse	82
6.3	Identifikation deterministisch gestörter Systeme	82
6.3.1	Identifikation des deterministisch gestörten Systems S_1	83
6.3.2	Identifikation des deterministisch gestörten Systems S_2	84
6.3.3	Identifikation des deterministisch gestörten Systems S_3	86
6.3.4	Zusammenfassung der Trainingsergebnisse	88
7	Zusammenfassung und Ausblick	89
A	Nichtlineare vorwärts gerichtete KNN	92
A.1	Multi-Layer-Perceptron-Netze	92
A.2	Netze mit radialen Basisfunktionen	93
A.2.1	Radial-Basis-Function-Netze	93
A.2.2	CMAC-B-Spline-Netze	95
B	KNN – Trainingsalgorithmen	99
B.1	Der Back-Propagation-Algorithmus	99
B.1.1	On-Line-Verfahren	100
B.1.2	Batch-Verfahren	105
B.2	Das LEVENBERG-MARQUARDT-Verfahren	107