

ISW 47

Berichte aus dem Institut für Steuerungstechnik
der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen
der Universität Stuttgart

Herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. G. Stute †

Z. L. WANG

NC-Programmierung

Maschinennaher Einsatz von fertigungstechnisch
orientierten Programmiersystemen



Springer-Verlag
Berlin · Heidelberg · New York 1983

D 93

Mit 57 Abbildungen

ISBN-13: 978-3-540-12252-4

e-ISBN-13: 978-3-642-82010-6

DOI: 10.1007/978-3-642-82010-6

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwendung, vorbehalten.

Die Vergütungsansprüche des § 54, Abs. 2 UrhG werden durch die „Verwertungsgesellschaft Wort“, München, wahrgenommen.

© Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 1983

Printed in Germany.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

2362/3020-543210

Geleitwort des Herausgebers

Das Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen der Universität Stuttgart befaßt sich mit den neuen Entwicklungen der Werkzeugmaschinen und anderen Fertigungseinrichtungen, die insbesondere durch den erhöhten Anteil der Steuerungstechnik an den Gesamtanlagen gekennzeichnet sind. Dabei stehen die numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen in Programmierung, Steuerung, Konstruktion und Arbeitseinsatz sowie die vermehrte Verwendung des Digitalrechners in Konstruktion und Fertigung im Vordergrund des Interesses.

Im Rahmen dieser Buchreihe sollen in zwangloser Folge drei bis fünf Berichte pro Jahr erscheinen, in welchen über einzelne Forschungsarbeiten berichtet wird. Vorzugsweise kommen hierbei Forschungsergebnisse, Dissertationen, Vorlesungsmanuskripte und Seminararbeiten zur Veröffentlichung.

Diese Berichte sollen dem in der Praxis stehenden Ingenieur zur Weiterbildung dienen und helfen, Aufgaben auf diesem Gebiet der Steuerungstechnik zu lösen. Der Studierende kann mit diesen Berichten sein Wissen vertiefen.

Unter dem Gesichtspunkt einer schnellen und kostengünstigen Drucklegung wird auf besondere Ausstattung verzichtet und die Buchreihe im Fotodruck hergestellt.

Der Herausgeber dankt dem Springer-Verlag für Hinweise zur äußeren Gestaltung und Übernahme des Buchvertriebs.

Gottfried Stute

内 容 提 要

本文提出了一种应用面向问题的编程语言以对话的方式在数控机床上直接编程的系统方案，零件源程序通过终端及计算机辅助引导输入、处理并根据处理程序和加工试验得到的错误信息及控制程序段号直接修改零件源程序。根据对话输入和修改的要求扩充了编程系统，研制了相应的对话程序软件，并对其在 D N C 和 C N C 系统上的硬件实现作了进一步的探讨。

Kurzfassung

Ein Systemkonzept zum maschinennahen Einsatz von fertigungs-technisch orientierten Programmiersystemen wird erarbeitet. Nach den Anforderungen bei der maschinennahen Nutzung wird der erforderliche Komfort für die rechnergeführte Teileprogrammeingabe und -korrektur durch Rückführung von NC-Sätzen auf Teileprogrammanweisungen realisiert. Dies beinhaltet die Erweiterungen des Processors und des Postprocessors sowie die Entwicklung von Dialogmoduln. Exemplarisch wurde die Kopplung mit einem DNC-System und die Erprobung durchgeführt.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abkürzungen und Begriffe, Programmnamen, Sprachworte	7
1 <u>Einleitung</u>	12
2 <u>Erarbeitung des Gesamtkonzeptes für ein maschinennahes Programmiersystem</u>	15
2.1 Allgemeines	15
2.2 Erarbeiten eines Konzeptes	17
2.2.1 Analyse der Programmierverfahren	17
2.2.2 Konzept eines maschinennahen Programmiersystems	21
2.3 Basisprogrammiersystem und Informations- verarbeitung	23
2.3.1 Auswahl eines Basisprogrammiersystems	23
2.3.2 Aufbau des modularen EXAPT-Systems	24
2.3.3 Informationsverarbeitung im EXAPT 1.1-System	26
2.4 Struktur des Informationsflusses	28
3 <u>Dialogorientierte rechnergeführte Teileprogramm- erstellung</u>	31
3.1 Anforderungen der Spracheingabe	31
3.2 Hierarchische Struktur des Dialogmoduls	33
3.2.1 Verwaltungsebene	34
3.2.2 Sortierebene	35
3.2.3 Sprachwortebene	36
3.2.4 Anweisungstypenebene	38
3.2.5 Ausführungsebene und Erstellung einer Anweisung	39
3.3 Programmablauf des Dialogmoduls zur Teilepro- grammerstellung	41
3.3.1 Teileprogrammerstellung im Dialog	41
3.3.2 Symbolüberprüfung	43
3.3.3 Teileprogrammänderung bei der Eingabe	44
4 <u>Maschinennahe Korrektur des Teileprogramms</u>	46
4.1 Entwicklung einer erweiterten Systemstruktur	48
4.1.1 Möglichkeiten zur Durchführung von Korrekturmaß- nahmen	48

4.1.2	Ablauf der dialogorientierten Teileprogramm- korrektur	52
4.2	Generierung der Dateien durch den Processor	55
4.2.1	Numeriertes Teileprogramm TPL	57
4.2.2	Symboltabelle SBL	58
4.2.3	Anweisungstypentabelle TYP	62
4.2.4	Processorfehlertabelle PRF	65
4.3	Dateiengenerierung durch den Postprocessor	66
4.3.1	Teileprogrammkorrekturdatei KOR	68
4.3.1.1	Zusammenhänge zwischen CLDATA und NC-Satz	68
4.3.1.2	Inhalt und Erzeugung der Teileprogrammkorrektur- datei KOR	70
4.3.2	Postprocessorfehlertabelle PPF	75
4.4	Identifikationsprozeß	76
4.4.1	Identifikation in der Processor- und Postpro- cessorphase	77
4.4.2	Identifikation in der NC-Programmtestphase	78
4.4.3	Identifikation für die automatische Technologie- ermittlung in der NC-Programmtestphase	81
4.5	Ausführung von Korrekturmaßnahmen	84
4.5.1	Fallunterscheidungen	84
4.5.2	Korrektur einer Symboldefinition und ihre Aus- wirkungen	86
4.5.3	Korrekturen und Auswirkungen in einem Anweisungs- bereich	91
5	<u>Systemkonfigurationen für alternative Anwendungen</u>	94
5.1	Verbund Rechner und numerische Steuerung	94
5.2	Integration in eine numerische Steuerung	95
6	<u>Zusammenfassung</u>	97
	Schrifttum	99

Abkürzungen und Begriffe, Programmnamen, SprachworteAbkürzungen und Begriffe

APT	Automatically Programmed Tools, fertigungs- technisch orientierte Programmiersprache
AUFBEA	Programmaufruf für Bearbeitungsaufrufe
BELEIN	Programmaufruf für beliebige Eingabe
CAM	Computer Aided Manufacturing
CLDATA	Cutter Location Data, Werkzeugpositionsdaten
CNC	Computerized Numerical Control
DEFBEA	Programmaufruf für Bearbeitungsdefinitionen
DELETE	Kommando "Anweisung löschen"
DNC	Direct Numerical Control
EDITOR	Kommando "Editor"
EDV	Datenverarbeitungsanlage
ENDE	Kommando "Ende"
EXAPT	Extended Subset of APT, fertigungstechnisch orientierte Programmiersprache
EXAPTA	Kommando "EXAPT-Anweisung eingeben"
FAHRAW	Programmaufruf für Fahrplanweisungen
FORTTRAN	Formula Translation, technisch-naturwissen- schaftliche Programmiersprache
GEODEF	Programmaufruf für Geometriedefinitionen
GRDTEC	Programmaufruf für Grundlagentechnologie
INSERT	Kommando "Anweisung einfügen"
KOR	Filename für Teileprogrammkorrekturdatei
MDT	Mittlere Datentechnik
MPST	Mehrprozessorsteuersystem
NC	Numerical Control
PFT	Filename für Processorfehlertexte
PPF	Filename für Postprocessorfehlertabelle
PPFT	Filename für Postprocessorfehlertexte
PRF	Filename für Processorfehlertabelle
PRGTEC	Programmaufruf für Programmtechnik

RETURN	Kommando "Sprung zur Sortierebene"
SBL	Filename für Symboltabelle
SBLIST	Kommando "Symboltabelle auflisten"
TPL	Filename für nummeriertes Teileprogramm
TPLIST	Kommando "Anweisung auflisten"
TYP	Filename für Anweisungstypentabelle
VERARB	Programmaufruf für Verarbeitungsanweisungen
ZURSPR	Kommando "Sprung zur Verwaltungsebene"

Dieser Arbeit werden folgende Schreibweisen und Bedeutungen zugrunde gelegt:

Processor	Programme zur Verarbeitung in einer Programmiersprache geschriebener Teileprogramme
Postprocessor	Programme zur Verarbeitung der CLDATA und Anpassung an die numerische Steuerung und NC-Maschine
Mikroprozessor	Baustein des Leit- und Rechenwerkes in einem Mikrorechner

Programmnamen

CLDAT2	Modul zur Ausgabe von CLDATA-Texten
CONTUR	Modul zur Verarbeitung von Konturdefinitionen
CUTVAL	Modul zur Schnittwertermittlung
DAFES	Datenfile-Erstellungssystem
EGINTP	Eingabeunterprogramm zur Interpretation und Überprüfung der Teileprogrammanweisungen
EGSNTX	Eingabeunterprogramm zum Auflösen der Anweisungen
EINGAB	Modul zum Einlesen und zur Kontrolle von Teileprogrammanweisungen
FAHR	Modul zur Aufbereitung von Fahr- und Positionieranweisungen
FARKON	Modul zur Generierung von Verfahrenswegen und konturparallelen Schnitten
MAPEX	Karteienverwaltungssystem
MASTER	Hauptprogramm zur Steuerung des Modulaufrufs

MODIOS	Modul-Input-Output-System, Datenbanksystem
MOTION	Modul zum Erzeugen von Bewegungsrecords und zur Auflösung von Fasen
TECEX1	Modul zur Aufbereitung von Anweisungen für die Bohr- und Frästechnologie
TECEX2	Modul zum Einsetzen von Standardwerten und Drehtechnologiedaten
TLPATH	Modul zur Generierung der Werkzeugwege
WARN	Steuerunterprogramm zur Fehlermeldung

Sprachworte / 29 /

ATANGL	Modifikator zur Winkeleingabe
AUXFUN	Hilfsfunktion
BACK	Modifikator für eine Verfahrrichtung zurück
BEGIN	Anfang Konturbeschreibung
BORE	Bearbeitung mit Bohrstange
CARDNO	Ausgabe der Anweisungsnummern
CCLW	Modifikator für Gegenuhrzeigersinn
CDRILL	Zentrieren
CENTER	Mittelpunkt
CIRCLE	Kreis
CLDIST	Sicherheitsabstand
CLW	Modifikator für Uhrzeigersinn
CONT	Konturdrehen
CONTUR	Konturdefinition
COOLNT	Kühlmittel
COSINK	Spitzsenken
CSPEED	Schnittgeschwindigkeit
CUT	Bearbeitungsstellenaufruf
CUTCOM	Fräserradiuskorrektur
CUTTER	Werkzeugmodifikation
CYCLE	Zyklus
DELAY	Verzögerung
DELTA	Modifikator für inkrementale Maße
DIA	Modifikator für eine Gerade, parallel zu X

DRILL	Bohren
FEDRAT	Vorschub
FINI	Teileprogrammende
FROM	Definition des Startpunktes
FWD	Modifikator für eine Verfahrrichtung vorwärts
GO	Verfahren
GOBACK	Verfahren rückwärts
GOCON	Verfahren entlang einer Kontur
GODLTA	Verfahren inkremental
GOFWD	Verfahren vorwärts
GOLFT	Verfahren nach links
GORGT	Verfahren nach rechts
GOTO	Verfahren zu einem Punkt
INDIRP	Verfahren in Richtung eines Punktes
INDIRV	Verfahren in Richtung eines Vektors
INSERT	Einfügen von Steuerbefehlen
INTOF	Modifikator für Schnittpunkt
LFT	Modifikator für eine Verfahrrichtung nach links
LINE	Gerade
MACHIN	Maschinenangabe
MATRIX	Koordinaten-Transformation
MILL	Fräsen
NEWTL	Werkzeugdefinition
OFFSET	Werkzeugpositionierung
OFSTNO	Korrekturschalturnummer
OLDZ	Modifikator für die Beibehaltung des Z-Wertes
ON	Modifikator für Einschalten oder Auffahren
OPSKIP	Ausblenden von NC-Sätzen
OPSTOP	wahlweiser Halt
ORIGIN	Ursprungskoordinatensystem
PARLEL	Modifikator für parallele Gerade
PART	Angabe zum Werkstück
PARTNO	Teileprogrammspezifizierung
PATERN	Punktmuster
PERMIN	Modifikator für die Einheit "pro Minute"
PLAN	Modifikator für eine Gerade, parallel zu Y
POINT	Punkt

PPFUN	Postprocessorfunktion
PPRINT	Postprocessorausdruck
RANDOM	Modifikator zur Verkettung von Punktfolgen
RAPID	Eilgang
REAM	Reiben
RGT	Modifikator für eine Verfahrrichtung nach rechts
ROTABL	Tischdrehung
SAFPOS	Sicherheitsposition
SINK	Stirnsenken
SISINK	Spiralsenken
SPINDL	Spindeldrehzahl
STOP	Maschinenhalt
TABCL	tabellierte Stützpunkte einer Kontur
TAP	Gewindebohren
TERMCO	Ende der Konturbeschreibung
THETAR	Modifikator für Winkel-Radius
TLLEFT	Werkzeug links von der Fahrebene
TLON	Werkzeug auf der Fahrebene
TLRGT	Werkzeug rechts von Fahrebene
TO	Modifikator für Werkzeuglage vor
TOOLNO	Werkzeugnummer
TRANS	Verschiebung des Werkstückkoordinatensystems
TRASYS	Bezugssystem
WORK	Aufruf der Bearbeitungsdefinition
XLARGE	Modifikator für die Richtung größerer X-Werte
XPAR	Modifikator für eine Gerade parallel zur X-Achse
XSMALL	Modifikator für die Richtung kleinerer X-Werte
YLARGE	Modifikator für die Richtung größerer Y-Werte
YPAR	Modifikator für eine Gerade parallel zur Y-Achse
YSMALL	Modifikator für die Richtung kleinerer Y-Werte
ZSURF	Z-Ebene