

Günter Kummetssteiner

**3D-Bewegungssimulation
als integratives Hilfsmittel
zur Planung manueller
Montagesysteme**

Mit 62 Abbildungen

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York London Paris
Tokyo HongKong Barcelona Budapest 1994

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielsetzung	1
1.1	Wandel der Wettbewerbsbedingungen für Produktionsunternehmen	1
1.2	Die Produktionsplanung als Engpaß bei der Produkteinführung	2
1.3	Der Faktor Zeit in der Planung manueller Montagesysteme	3
1.4	Ziel der Arbeit	4
2	Situationsanalyse der Planung manueller Montagesysteme	5
2.1	Darstellung der Planungsphasen	5
2.2	Detaillierte Betrachtung der Feinplanung	5
2.2.1	Informationstechnische Abgrenzung	5
2.2.2	Planungsschritte	8
2.2.3	Verfügbare Hilfsmittel	10
2.2.3.1	Darstellung	10
2.2.3.2	Bewertung	13
3	Aufgabenabgrenzung für die Entwicklung eines integrativen Hilfsmittels	18
3.1	Beschreibung der Entwicklungsbasis	18
3.2	Gesamtkonzeption	21
3.3	Formulierung der Entwicklungsschwerpunkte	23
4	Optimierung der Erstellung von Bewegungsabläufen	25
4.1	Spezifikation der Zielsetzung	25
4.2	Analyse der bisherigen Möglichkeiten	26
4.2.1	Existierende Funktionalitäten	26
4.2.2	Schwächen aufgrund fehlender Funktionalitäten	29
4.3	Ansatz zur Zielerfüllung	29

4.4	Entwicklung einer Rücktransformation für das Hand-Arm-System des Werkermodells	32
4.4.1	Anforderungsermittlung	32
4.4.2	Aufstellung der Algorithmen	33
4.4.2.1	Auswahl der Gelenke	33
4.4.2.2	Prinzipieller Lösungsansatz	35
4.4.2.3	Beschreibung der kinematischen Struktur	38
4.4.2.4	Ermittlung der kinematischen Grundgleichung	41
4.4.2.5	Vorgehensweise zur Bestimmung der ersten freien Gelenkvariablen	44
4.4.2.6	Vorgehensweise zur Bestimmung der restlichen Gelenkvariablen	48
4.4.2.7	Zusammenfassende Darstellung der Vorgehensweise	53
4.4.3	Beschreibung der Benutzerschnittstelle	55
4.5	Generierung von Bewegungsmakros	58
4.5.1	Problemstellung und Lösungsansatz	58
4.5.2	Vorgehensweise	58
4.5.3	Beispiel	61
4.6	Objektbezogene Beschreibung von Haltungen	64
4.6.1	Problemstellung und Lösungsansatz	64
4.6.2	Entwicklung der Problemlösung	66
4.6.2.1	Grundkonzeption für die Variation der Anordnung von Ausrüstungselementen	66
4.6.2.2	Erweiterung bezüglich der Variation der Grundhaltung von Bewegungsfolgen	68
4.6.2.3	Verifikation für anthropometrische Überprüfungen	71
4.6.3	Auswirkungen auf den Planungsablauf	71
4.7	Überprüfung der Zielerfüllung	73

5	Integration einer Methode zur Zeitermittlung	75
5.1	Spezifikation der Zielsetzung	75
5.2	Analyse des MTM-Grundverfahrens	76
5.2.1	Grundlagen	76
5.2.2	Schwächen bei der Durchführung	78
5.3	Ansatz zur Zielerfüllung	80
5.4	Anforderungsermittlung	81
5.5	Konzeptentwicklung und Umsetzung	81
5.5.1	Kopplung von Bewegungssimulation und MTM-Grundverfahren	81
5.5.1.1	Vorgehensweise	81
5.5.1.2	Nachbildung des MTM-Analysenbogens am Bildschirm	83
5.5.1.3	Anpassung der Syntax des Bewegungs- befehls an MTM-Strukturen	86
5.5.1.4	Erweiterung des Befehlsumfangs	90
5.5.2	Einbindung der erforderlichen Funktionalitäten	91
5.5.2.1	Grundprinzip	91
5.5.2.2	Beschreibung des Bewegungsablaufes	92
5.5.2.3	Durchführung des Simulationslaufes und Eintragung in die Analysenmaske	94
5.5.2.4	Interaktive Ergänzung der MTM-Kodes	96
5.5.2.5	Ermittlung der Zeitwerte	98
5.5.2.6	Ergebnisausgabe und -verwaltung	101
5.6	Überprüfung der Zielerfüllung	103
6	Integration einer Methode zur Montageplan- Generierung	106
6.1	Spezifikation der Zielsetzung	106
6.2	Analyse der Erstellung von Montageplänen	108
6.3	Ansatz zur Zielerfüllung	110
6.4	Anforderungsermittlung	110

6.5	Konzeptentwicklung und Umsetzung	112
6.5.1	Gegenüberstellung von Informationsbedarf und -bestand	112
6.5.1.1	Spezifikation des Informationsbedarfes	112
6.5.1.2	Darstellung des Bestandes an Eingangs- informationen	114
6.5.2	Beschreibung der Methode zur regelgestützten Dateneduktion	116
6.5.2.1	Grundstruktur	116
6.5.2.2	Ermittlung der Montageobjekte und Montagehilfsmittel	117
6.5.2.3	Ermittlung der Tätigkeiten	120
6.5.2.4	Dialogmöglichkeiten	123
6.5.2.5	Bestimmung der restlichen Montageplan- Daten	125
6.5.3	Ergebnisausgabe und -verwaltung	127
6.6	Überprüfung der Zielerfüllung	130
7	Zusammenfassung und Ausblick	132
8	Literaturverzeichnis	135