

Inhaltsverzeichnis

Verwendete Abkürzungen.....	7
Vorwort	8
Gliederung der Arbeit.....	9
1. Einleitung.....	11
2. Anforderungen und Ziele	14
3. Parallele Programmierung.....	16
3.1 Parallele Rechnerarchitekturen.....	19
3.2 Parallele Operationen.....	20
3.2.1 Vektor-Skalar Operationen.....	21
3.2.2 Vektor-Reduktionen	21
3.2.3 Vektor-Vektor Operationen	22
3.3 Parallelverarbeitung in bestehenden Programmiersprachen.....	22
3.3.1 Coroutinen.....	23
3.3.2 Fork und Join	23
3.3.3 Cobegin und Coend.....	24
3.3.4 Explizit deklarierte und synchronisierte Prozesse.....	25
3.3.5 Server / Client Beziehungen.....	26
3.3.6 Implizite Parallelität	27
4. Sprachkonzepte	29
4.1 Datenelemente und Deklarationen.....	30
4.2 Spezifikation der parallelen Verbindungsstruktur.....	31
4.3 Paralleler Datenaustausch.....	32
4.4 Parallele Verarbeitung.....	33
4.5 Prozeduren und Funktionen.....	34
5. Spezifikation der Rechnerarchitektur.....	35
5.1 Das parallele Maschinenmodell	36
5.2 Spezifikationskonstrukte der Netzwerkstruktur.....	37
5.3 Definitions- und Wertebereiche von Transfer-Funktionen.....	39
5.4 Strukturierte Transfer-Funktionen.....	40
5.4.1 Zusammengesetzte Transfer-Funktionen.....	40
5.4.2 Parametrisierte Transfer-Funktionen.....	41
5.5 Komplexe Verbindungsstrukturen.....	41
5.5.1 Torus	43
5.5.2 Hexagonales Gitter.....	44
5.5.3 Ring.....	45
5.5.4 Vollständiger Graph	45
5.5.5 Perfect Shuffle.....	46
5.5.6 Binärer Baum	47

5.5.7	Quadtree	48
5.5.8	Hypercube	49
5.6	Semantische Prüfung von Topologien	50
5.7	Erweiterungen der Spezifikation.....	52
6.	Konzepte der Parallelverarbeitung.....	54
6.1	Paralleler Anweisungsblock.....	54
6.2	Kollektiver Datenaustausch.....	57
6.3	Mehrstufiger Datenaustausch.....	60
6.4	Datenreduktion.....	61
6.5	Erläuterung der Parallelverarbeitung am Beispiel einer Ring-Topologie.....	63
6.6	Propagate Splitting	65
7.	Kommunikationskonzepte	67
7.1	Datenaustausch zwischen Prozessoren im Netzwerk.....	67
7.2	Datenübermittlung von und zur zentralen Steuerung.....	68
7.3	Ein-/ Ausgabe-Operationen des Steuerrechners.....	70
8.	Parallele Semantik.....	71
8.1	Das Modell der Parallelverarbeitung.....	71
8.2	Darstellung einer formalen parallelen Semantik.....	73
8.2.1	Hilfsdefinitionen	73
8.2.2	Definition der parallelen Semantik	75
8.3	Beweis-Regeln.....	78
8.4	Bestimmung von Vorbedingungen.....	79
9.	Datenstrukturen und Datentypen.....	83
9.1	Deklaration von Variablen.....	83
9.1.1	Variablen des Steuerrechners.....	84
9.1.2	Variablen der parallelen Prozessoren.....	84
9.2	Konstante.....	85
9.3	Erweitertes Datentypkonzept.....	86
9.4	Vordefinierte Einheiten.....	89
9.4.1	Die Basiseinheiten des SI	90
9.4.2	Die abgeleiteten Einheiten des SI.....	91
9.5	Definition von neuen Einheiten-Systemen.....	91
9.5.1	Definition von neuen Größen	92
9.5.2	Definition von weiteren Einheiten-Größenordnungen.....	93
9.6	Regeln beim Rechnen mit Einheiten.....	94
9.7	Verwandte Arbeiten	96
10.	Implementierung des Parallaxis Systems	99
10.1	Definition der Schnittstelle.....	100
10.2	Definition der parallelen Zwischensprache.....	100
10.2.1	Spezifikation der Verbindungen in PARZ.....	101
10.2.2	Variablen-Deklarationen in PARZ.....	101
10.2.3	Einfache Anweisungen in PARZ.....	103

10.2.4	Stackoperationen und Prozeduren in PARZ.....	105
10.2.5	Die parallele Verzweigung in PARZ.....	106
10.2.6	Der parallele Datenaustausch in PARZ.....	109
10.3	Der Compiler	110
10.4	Der Simulator	111
10.5	Graphische Darstellung der Netzwerk-Topologie.....	113
10.6	Debugging-Hilfen	113
11.	Systolische Programmierung mit Parallaxis.....	114
11.1	Parallele Matrix-Multiplikation.....	114
11.2	Beziehung zwischen Systolischen Arrays und dem Parallaxis-Modell.....	117
12.	Anwendungen des parallelen Modells	119
12.1	Parallele Bilderzeugung.....	119
12.1.1	Fraktale Geometrie.....	120
12.1.2	Ray Tracing Verfahren	124
12.2	Parallele Bildverarbeitung	125
12.3	Implementierung von Neuronalen Netzen.....	126
12.4	Realisierung schneller kinematischer Systeme in der Robotik.....	128
13.	Einbindung in parallele Rechnerarchitekturen	131
13.1	Anpassung an eine Parallel-Architektur.....	131
13.2	Geeignete Rechnerarchitekturen.....	132
13.3	Theoretische Leistungswerte.....	134
13.3.1	Das Gesetz von Amdahl.....	135
13.3.2	Parallelitätsgewinn eines SIMD Systems unter Parallaxis.....	136
13.3.3	Vergleich zwischen SIMD- und MIMD-Leistungen.....	137
14.	Analyse der vorgestellten Konzepte im Vergleich mit verwandten Arbeiten.....	140
14.1	Connection Machine Lisp.....	140
14.2	*Lisp	142
14.3	Concurrent Prolog, Parlog und Guarded Horn Clauses.....	143
14.4	Modula-P, Concurrent Pascal und Ada.....	144
14.5	Occam	145
14.6	Vector C und PASM Parallel C.....	146
14.7	Refined C und Refined Fortran.....	146
14.8	C*.....	146
15.	Weiterer Ausblick.....	151

Anhang

A.	Syntax der Programmiersprache Parallaxis.....	154
B.	Syntax der parallelen Zwischensprache PARZ.....	160
C.	Programme.....	165
C.1	Bestimmen des größten Elements einer Matrix	165
C.1.1	Lösungsstrategie	165
C.1.2	Parallaxis Programm.....	166
C.1.3	PARZ Programm.....	168
C.1.4	Ausführung	170
C.2	Parallel Bildrotation durch rekursive Verschiebungen.....	172
C.3	Parallele Primzahlenerzeugung.....	174
C.4	Linear-Paralleles Sortieren	175
D.	Literatur.....	177
E.	Lebenslauf.....	185