



Universität Hamburg

DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Praktikum: Paralleles Programmieren für Geowissenschaftler

Prof. Thomas Ludwig, Hermann Lenhart, Ulrich Körner, Nathanael Hübbe



Dr. Hermann-J. Lenhart

hermann.lenhart@zmaw.de



OpenMP Einführung II:

- Parallele Konstrukte
- Clauses
- Synchronisation
- Reduction



OpenMP – Parallele Konstrukte I

Parallel Konstrukt:

!\$omp parallel [clausel 1, ...,clausel n]

-> siehe Quick reference

Parallele Region

!\$ omp end parallel

Innerhalb der vom "!"\$omp parallel" Konstrukt aufgespannten parallelen Region werden Konstrukte für die Verteilung auf die Threads benutzt, z.B.

!\$omp do

Iteration in Schleifen

!\$omp sections

unabhängige Arbeitseinheiten

!\$omp workshare

Parallelisiert Array Syntax



OpenMP – Parallele Konstrukte II

Parallel Konstrukt kombiniert mit Section:

!\$omp parallel

=> Beginn Parallele Region

!\$omp sections

!\$omp section

call subroutine A

- strukturierter Block A

!\$omp section

call subroutine B

- strukturierter Block B

!\$omp end sections

- Ende Sections Blöcke A+B

!\$ omp end parallel

=> Ende parallele Region

! Keine Annahme über Reihenfolge

Load-Balance Probleme können auftauchen!



OpenMP – Parallele Konstrukte III

Combined Konstrukt kombiniert mit Workshare:

(nur in FORTRAN!)

```
!$omp parallel workshare shared (n,a,b,c)
```

$$b(1:n) = b(1:n) + 1$$

$$c(1:n) = c(1:n) + 2$$

$$a(1:n) = b(1:n) + c(1:n)$$

```
!$ omp end parallel workshare
```

! Es wird nicht spezifiziert wie die Arbeitseinheiten auf die Threads zugeteilt werden

! User muss für Parallelität in den Daten sorgen

(es darf keine versteckten Abhängigkeiten geben)



OpenMP – Clauses I

Die OpenMP – Clauses siehe auch Quick Reference pro Direktive

SHARED erlaubt allen Threads den gleichzeitigen Zugriff auf die gelisteten Variablen

PRIVATE setzt die gelisteten Variablen private, so dass jeder Thread nur Zugang zu einer lokalen, einmaligen Kopie der Variablen hat.



OpenMP – Clause II

DEFAULT setzt z.B. mit `DEFAULT(shared)`
alle zugewiesenen Variablen auf `shared`.

Wird benutzt um schnell der Mehrzahl der Variablen
eine Attribut zuweisen zu können.



OpenMP – Clause III

SCHEDULE nur für Loops anzuwenden

Syntax: !\$omp do schedule(kind[,chunk_size])

static die direkteste Zuordnung mit dem wenigsten Overhead
Iterationen werden in Portionen der Größe *chunk_size* aufgeteilt

ohne Angabe von *chunk_size* wird der Iterationsraum
gleichmäßig auf die Threads aufteilt



OpenMP – Clause IV

SCHEDULE nur für Loops anzuwenden

Syntax: `!$omp do schedule(kind[,chunk_size])`

dynamic Iterationen werden nach der Verfügbarkeit der Threads zugewiesen.

Jeder freie Thread bekommt einen Chunk zugewiesen bis alle Iterationen abgearbeitet sind.

guided wie dynamic, nur dass die Chunks der noch zu bearbeitenden Iterationen immer kleiner werden.



OpenMP – Synchronisation

BARRIER sind Synchronisationspunkte bei denen die einzelnen Threads aufeinander warten. Keinem Thread wird erlaubt im Programm fortzufahren, bis alle anderen Threads ebenfalls diesen Programmpunkt erreicht haben.

Syntax: `!$omp barrier`



OpenMP – Reduction I

Die **REDUCTION CLAUSE** wird von OpenMP bereitgestellt um wiederkehrende Berechnungen, z.B. Summationen, einfach durchzuführen.

Syntax: `reduction ({operator | intrinsic_procedure_name} :list)`

Zum Beispiel: `!$omp parallel do default(none) private (j) shared(n,b,c) &`
`!$omp` `reduction(+:a)`
 `do j = 1,n`
 `a(1:n) = a(1:n) + b(1:n,j) * c(j)`
 `end do`
`!$omp end parallel do`



OpenMP – Reduction II

Für die **REDUCTION CLAUSE** stehen folgende Operatoren und Initialwerte bereit:

<u>Operator</u>	<u>Initialwert</u>
+ / -	0
*	1
.and. / .eqv.	.true.
.or. / .neqv.	.false.

<u>Intrinsische Funktion</u>	<u>Initialwert</u>
max	kleinste Zahl in der reduction Elemente Liste
min	größte Zahl in der reduction Elemente Liste



Universität Hamburg

DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG



Danke das wars!