

Unterprogramme und Modularisierung

Sonderübung

Emily Gasmann & Anneli Richter

PR10

06.12.2021

1. Rekursion
 - Übungsaufgabe
2. Werte- und Referenzparameter
3. Attribute für formale Argumente
4. Zusammenfassung Unterprogramme
5. Modularisierung
 - Prinzip der Modularisierung
 - Übungsaufgabe
 - Vorteile von Modularisierung
6. Schnittstellen (INTERFACE-Blöcke)
 - Generische Schnittstellen
 - Übungsaufgabe

Rekursive Unterprogramme

Ein rekursives UP ruft sich selbst auf (direkt oder indirekt, d. h. über andere UPe).

Ein **RECURSIVE** - Attribut im UP-Kopf ist notwendig. Funktionen brauchen zusätzlich noch eine **RESULT (res)** -Klausel.

Beispiel

```
RECURSIVE FUNCTION fibo (n) RESULT (res)
```

```
  INTEGER :: n
```

```
  INTEGER :: res
```

```
  IF (n == 0) THEN
```

```
    res = 0
```

```
  ELSE IF (n==1) THEN
```

```
    res = 1
```

```
  ELSE
```

```
    res = fibo (n-1) + fibo (n-2)
```

```
  END IF
```

```
END FUNCTION
```

ACHTUNG: Abbruchbedingung nicht vergessen!

Übungsaufgabe

Aufgabe

Unser Taschenrechner soll noch mehr Funktionalität erhalten.
Schreibe Unterprogramme, die die folgenden Berechnungen durchführen:

- Rekursive Berechnung von Potenzen mit ganzzahligen Exponenten
- Rekursive Berechnung der Quadratzahl zu einer natürlichen Zahl n nach folgender Vorschrift:

$$quad(n) := \begin{cases} quad(n-1) + 2 * n - 1, & \text{für } n > 1, \\ 1, & \text{für } n = 1. \end{cases}$$

Übungsaufgabe

- Die Primzahleigenschaft einer natürlichen Zahl p kann durch Ausprobieren aller potentiellen Teiler von 2 bis $z - 1$ überprüft werden. Es geht aber auch rekursiv. Die Funktion $\text{PrimzahlTest}(p)$ sei wie folgt mit Hilfe der rekursiven Funktion $\text{istPrimzahl}(p, z)$ definiert:

$$\text{PrimzahlTest}(p) := \text{istPrimzahl}(p, p - 1)$$

$$\text{istPrimzahl}(p, z) := \begin{cases} .\text{true.}, & \text{falls } z = 1, \\ .\text{false.}, & \text{falls } p \text{ durch } z \text{ teilbar ist,} \\ \text{istPrimzahl}(p, z - 1), & \text{falls } p \text{ nicht durch } z \text{ teilbar ist.} \end{cases}$$

Werte- und Referenzparameter

Werteparameter (= value parameter)

- Ergebniswert des aktuellen-Argument-Ausdrucks wird dem formalen Argument zugewiesen
- verhält sich anschließend wie lokale Variable im UP

Referenzparameter (= reference parameter)

- formales Argument wird mit aktuellem Argument (Variable) assoziiert
- d. h. wird der Wert des formalen Arguments im UP verändert, so ändert sich auch der Wert des aktuellen Arguments

WICHTIG: In Fortran gibt es nur Referenzparameter.

Das heißt, wenn ihr eine Variable in einem Unterprogramm verändert, ändert sich ihr Wert dauerhaft (d.h. auch nach Beendigung des UP ist der Wert anders).

Attribute für formale Argumente

INTENT(IN)

- das assoziierte aktuelle Argument muss einen Wert haben
- Wert des aktuellen Arguments darf im UP nicht verändert werden
- garantiert, dass die Variable (aktuelles Argument) nach dem UP-Aufruf unverändert ist
- so dürfen auch Ausdrücke übergeben werden

Attribute für formale Argumente

INTENT(OUT)

- formales Argument muss zu Beginn des UPs (noch) keinen def. Zustand haben
- daher ist lesender Zugriff auf das formale Argument zu Beginn des UPs unzulässig
- formales Argument muss am Ende des UPs einen definierten Zustand haben
- garantiert, dass die übergebene Variable (aktuelles Argument) nach dem UP einen def. Zustand besitzt
- Ausdrücke dürfen nicht übergeben werden

Attribute für formale Argumente

INTENT(INOUT)

- Alles erlaubt (lesen und schreiben aus der/ in die Variable)

Zusammenfassung Unterprogramme

- **Funktionen**

- liefern ein Ergebnis, d. h. besitzen einen Rückgabewert
- Funktionsaufrufe stehen in Ausdrücken

- **Subroutinen**

- liefern **kein** Ergebnis
- werden mittels CALL-Anweisung aufgerufen

- **Rekursive UP** rufen sich selbst (direkt oder indirekt) auf

- In Fortran gibt es nur **Referenzparameter** (d.h. formales Argument wird mit aktuellem Argument assoziiert = Alias)

- Attribute für formale Argumente sind:

INTENT(IN), **INTENT(OUT)** und **INTENT(INOUT)**

Was ist Modularisierung?

- Idee: komplexes System nach dem Baukastenprinzip aus Einzelbausteinen zusammensetzen
- findet im alltäglichen Leben Anwendung, aber auch in vielen Bereichen der Informatik (insbesondere bei der Entwicklung von Programmen)
- UPe entsprechen einfacher Umsetzungen des Modularisierungsprinzips
- UPe als Bausteine bei der Entwicklung von Programmen verwendbar, falls die UPe als eigenständige Verarbeitungseinheiten konzipiert sind

Was ist Modularisierung?

Grundlegende Struktur eines Moduls

```
MODULE < Modulname >  
    IMPLICIT NONE  
    PRIVATE          ! anything that is not declared PUBLIC is PRIVATE  
    PUBLIC :: < Exportliste >  
    ...  
    CONTAINS  
        < UPe >  
END MODULE [< Modulname >]  
  
PROGRAM < Programmname >  
    USE < Modulname >  
    IMPLICIT NONE  
    ...  
END PROGRAM [< Programmname >]
```

Übungsaufgabe

Erstelle ein Modul mit allen zu dem Taschenrechner gehörigen Funktionen.

Vorteile von Modularisierung



Vorteile von Modularisierung

- **Strukturierung** von Programmen: strukturierte Programme können schneller verstanden und leichter überarbeitet werden
-
-
-

Vorteile von Modularisierung

- **Strukturierung** von Programmen: strukturierte Programme können schneller verstanden und leichter überarbeitet werden
- **Vermeidung von Coderedundanz**: gleicher Programmcode muss nicht mehrfach geschrieben werden
-
-

Vorteile von Modularisierung

- **Strukturierung** von Programmen: strukturierte Programme können schneller verstanden und leichter überarbeitet werden
- **Vermeidung von Coderedundanz**: gleicher Programmcode muss nicht mehrfach geschrieben werden
- **Wiederverwendung** von Programmteilen: unabhängige Programmteile in verschiedenen Programmen verwendbar, somit schnellere und zuverlässigere Entwicklung von Programmen
-

Vorteile von Modularisierung

- **Strukturierung** von Programmen: strukturierte Programme können schneller verstanden und leichter überarbeitet werden
- **Vermeidung von Coderedundanz**: gleicher Programmcode muss nicht mehrfach geschrieben werden
- **Wiederverwendung** von Programmteilen: unabhängige Programmteile in verschiedenen Programmen verwendbar, somit schnellere und zuverlässigere Entwicklung von Programmen
- **Kollaboration**: mehrere Programmierer können unabhängig voneinander an verschiedenen Programmteilen arbeiten

Schnittstellen (INTERFACE-Blöcke)

Spezifische Schnittstellen

eindeutig definiert durch:

- Information, ob Subroutine oder Funktion
- Prozedurnamen/ Operatornamen bzw. -symbol/ Zuweisungssymbol (=)
- Liste der Argument- bzw. Operandentypen
- nur bei Funktionen: Ergebnistyp

Generische Schnittstellen und Überladung

- Überladung = mehrfache Verwendung von Prozedurnamen bzw. Operatornamen/ -symbolen (+, −, *, ..., auch: =) für verschiedene Prozeduren
- jede Überladung muss eindeutige **Schnittstelle** haben

Generische Schnittstellen und Überladung

Bei der Überladung eines Operators, müssen die Funktionsargumente immer das Attribut **INTENT(IN)** haben!

```
INTERFACE < generi_name >  
    MODULE PROCEDURE <function_1> [, ... , <function_i>]  
                        bzw. <subroutine_1> [, ... , <subroutine_i>]  
END INTERFACE
```

```
INTERFACE OPERATOR (+)                                oder: -, *, /, <, .NOT., ... , .MYOPE.  
    MODULE PROCEDURE <function_1> [, ... , <function_i>]  
  
END INTERFACE
```

```
INTERFACE ASSIGNMENT (=)  
    MODULE PROCEDURE <subroutine_1> [, ... , <subroutine_i>]  
END INTERFACE
```

Generische Schnittstellen und Überladung - ein Beispiel

```
MODULE shifted
  IMPLICIT NONE
  ...

  INTERFACE OPERATOR (.S.)
    MODULE PROCEDURE SHIFT
  END INTERFACE
  ...

CONTAINS

  FUNCTION shift(word,Anzahl)
    CHARACTER(*), INTENT(IN) :: word
    INTEGER, INTENT(IN) :: anzahl
    CHARACTER(LEN(word)):: shift

    shift=' '
    shift(anzahl+1 : len(word)) = word(1 : len(word) - anzahl)
    shift(1 : anzahl) = word(len(word) - anzahl + 1 : len(word))
  END FUNCTION
  ...

END MODULE
```

Übungsaufgabe

Überlade die Funktion, die den Binomialkoeffizient berechnet, mit dem Operator `.UEBER.` und die Funktion zur Berechnung der Potenz mit dem Operator `.HOCH.`