

Programmiertechnik II

Polymorphie und spätes Binden

Polymorphie

- Vielgestaltigkeit
- LSP: Liskov Substitution Principle
 - Barbara Liskov, Data Abstraction and Hierarchy, SIGPLAN Notices. 23(5), May 1988
 - Funktionen, die Referenzen auf die Basisklasse erwarten, sollen Exemplare der Ableitung verarbeiten können, ohne es zu wissen.

If for each object o_1 of type S there is an object o_2 of type T such that for all programs P defined in terms of T , the behaviour of P is unchanged when o_1 is substituted for o_2 then S is a subtype of T .

Spätes Binden

- Auffinden einer gerufenen Methode zum Zeitpunkt des Aufrufs, in Abhängigkeit des dynamischen Typs einer Variablen

```
class Foo{
    public: virtual void bar();
};
// weitere Ableitungen
...
// Verwendung
void foobar(Foo *foo){
    foo->bar();
}
```

Multi-Methoden

- Virtuelle Methoden: Ausgewählte Methode hängt nur von Zielobjekt des Aufrufs ab
- Multi-Methoden: Ausgewählte Methode hängt von den dynamischen Typen mehrerer Parameter ab

```
Number add(Number, Number); // abstrakt
```

```
Integer add(Integer, Integer);
```

```
Float add(Float, Float);
```

```
Float add(Float, Integer);
```

```
Float add(Integer, Float);
```

```
Number x = new Float(1.0);
```

```
Number y = new Integer(2);
```

```
Number z = add(x, y);
```

– implementiert in CLOS (Common Lisp Object System), SDL-2000, Dylan

Realisierung von Vererbung

- Objekt-Layout: Festlegung der Offsets von Exemplarattributen innerhalb des Objektzustands
- Vererbung: neue Attribute werden zu der Klasse hinzugefügt
- LSP: Methoden der Basisklasse müssen auf Objekten so operieren können, als wären es Exemplare der Basisklasse
 - alle Attribute müssen in der Ableitung die gleichen Offsets haben wie in der Basisklasse
 - neue Attribute folgen im Layout den alten
 - Pointer auf Objekte sind dann gleichermaßen Pointer auf die Basisklasse und Pointer auf die Ableitung
- Mehrfachvererbung?

Realisierung von Methoden

- Problem: Methoden operieren implizit auf “aktuellem” Objekt (C++, Java: zugänglich über “this”)

```
class X{  
    int item;  
    void foo(){  
        item = 4; // equivalent zu this->item = 4  
    }  
};
```

- Lösungsstrategie: Jede Methode hat impliziten ersten Parameter (Referenz auf das Objekt)
 - alle anderen Parameter verändern ihre Parameterposition

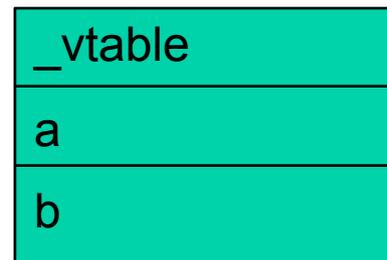
Realisierung von virtuellen Methoden

- Spätes Binden: zu rufende Methode ergibt sich aus dem Typ des Objekts
 - Jede Methode ist pro Klasse höchstens einmal vorhanden
- Funktionspointer: Adresse einer Methode
- Virtuelle Methodentable (virtual method table, VMT): Feld/Struktur von Funktionspointern
 - eine VMT pro Klasse
 - virtuelle Methoden haben Nummern/Offsets in der Klasse

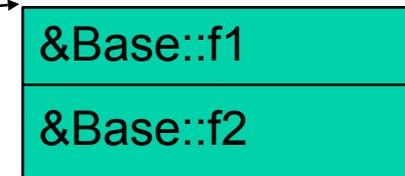
Virtuelle Methodentabellen

```
struct Base {  
    int a;  
    double b;  
    virtual void f1();  
    virtual int f2(int);  
};
```

Exemplar von Base

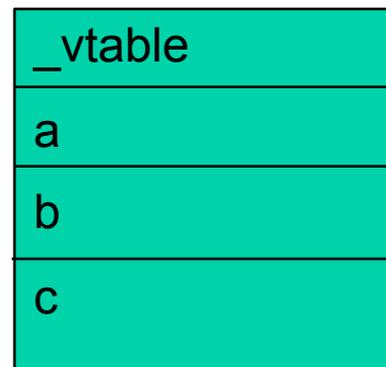


VMT von Base

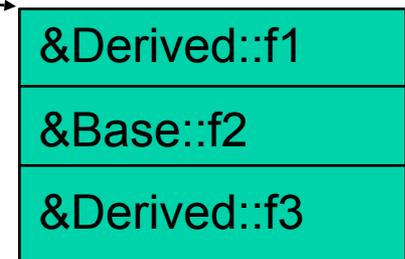


```
struct Derived:public Base{  
    char* c;  
    virtual void f1();  
    virtual void f3();  
};
```

Exemplar von Derived



VMT von Derived



Vererbung in C

```
struct Base{  
    int a;  
    double b;  
};
```

```
struct Derived{  
    struct Base _base;  
    char* c;  
};
```

Methoden in C

- Kein impliziter “this”-Parameter
 - this muss explizit sein
- Methode mit gleichem Namen in mehreren Klassen
 - Funktionen in C dürfen nur einmal definiert werden
 - Klassenname wird Teil des Funktionsnamens
 - Optional: Überladung; Parametertypen werden ebenfalls Teil des Funktionsnamens

```
void Base_f1(Base *this)
{
    //code
}
```

Funktionszeiger

	Deklaration	Typedef	Cast	Zuweisung
int	int a;	typedef int Count;	(int)wert	a=3;
Zeiger auf int	int *b;	typedef int* PCount;	(int*)wert	b=&a;
Funktion, die int zurückgibt	int c();	-	-	-
Funktion, die int erwartet und Zeiger auf int zurückgibt	int* d(int);	-		-
Zeiger auf Funktion, die int zurückgibt	int (*e)();	typedef int (*intfun)();	(int (*) ())wert	e = &c;
Zeiger auf Funktion, die int erwartet, und Zeiger auf int zurückgibt	int* (*f)(int);	typedef int* (*intfun2)(int);	(int* (*)(int))wert	f = &d;

Virtuelle Methodentabellen in C

- Struktur von Funktionszeigern:

```
struct Base_vtable_layout{  
    void (*f1)();  
    int (*f2)(int);  
};  
struct Base_vtable_layout Base_vtable = {  
    &Base_f1, &Base_f2  
};
```

Problem: wie kann man vtable um neue Methoden verlängern?

- Feld von Funktionszeigern

– Datentyp des Feldelements? void*

```
void *Base_vtable[] = {  
    &Base_f1, &Base_f2  
};
```

Makros

- Zwei Arten von Makros: parameterlos, mit Parameter

```
#define M1                wert
#define M2(param1, param2) param1 + param2
```
- Makro endet am Ende der Zeile
 - Backslash am Zeilenende bedeutet Fortsetzung des Makros

```
#define M3(param1, param2, param3) \
    param1 = param3;\
    param2 = param3;
```
- Verwendung von Makros: Text der Makrodefinition wird eingesetzt
 - Parameterbehaftete Makros müssen mit Klammern aufgerufen werden

```
M3(a, b, M1)// a=wert; b=wert;
```
 - Ersetzung auch in andern Makros und in `#if`

```
#if M1 > 100
bedingtes Fragment
#endif
```
 - Ausnahme: `#ifndef M1` testet nur, ob Makro definiert ist; keine Ersetzung

Parameter in Makros

- Direkte Verwendung: Ersetzung

```
#define A(B, C)    B *x = new B[C]
A(int, 10);      // int *x = new int[10];
```

- Verwendung mit #: *Stringification*

```
#define    A(S)    char *S = #S
A(hello);      // char *hello = "hello";
```

- Verwendung mit ##: Token-Verkettung

```
#define    A(S)    char *S##_text = #S
A(hello);      // char* hello_text = "hello";
```

- Kann zur Synthese beispielsweise von VMT-Namen verwendet werden:

```
#define VMT(S)    struct VTable S##_vtable = { &S##_f1, &S##_f2 }
```