Организација графичких класа

Идеали

- Идеал програмирања је да се концепти из домена примене изразе директно у коду.
  - То би значило да ако разумете домен примене, разумећете и код, и обрнуто. На пример:
    - **Window**
    - **Line**
    - **Point**
    - **Color**

Библиотека

- Библиотека је скуп класа и функција који служе истој (сличној) сврси
  - Као основа за градњу осталих програма
  - Као основа за остале „градивне блокове“
- Добра библиотека покрива неки део домена примене
  - Не покушава све да покрије
  - Наша библиотека се труди да буде мала, а да покрије основне аспекте графике
- Не можемо правити сваку класу и функцију у библиотеци независно од осталих ствари у библиотеци.
  - Добра библиотека има униформан стил („регуларност“)

Фор по опсегу (range for)

```
for (unsigned int i = 0; i < lineVec.size(); ++i) {
   ... lineVec[i] ...
}

for (Line it : lineVec) {
   ... it ...
}

for (Line& it : lineVec) {
   ... it ...
}

for (const Line& it : lineVec) {
   ... it ...
}
```

Корак 3а

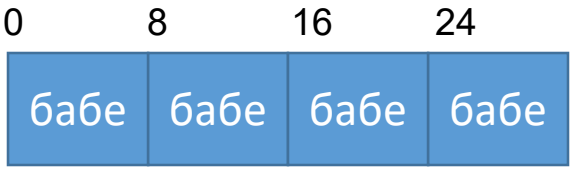
Вектор може да садржи само елементе истог типа

- Зашто елементи не могу бити различитог типа?

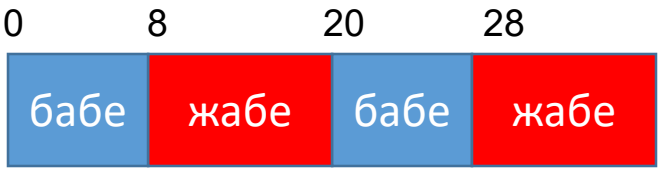
- Статичка типизираност
  - Компајлер мора током превођења знати ког типа је, на пример, овај израз:

```
vec[3]
```

- Величина свих елемената мора да буде иста




```
vec[3] <-> почетна адреса + 3*величина типа бабе
       <-> почетна адреса + 3*8
       <-> почетна адреса + 24
```




```
vec[3] <-> ????????
```

Вектор може да садржи само елементе истог типа

- Али, можемо имати више вектора и више функција attach.

- Која функција attach ће бити позвана компајлер одређује током превођења на основу ***потписа***.

Корак 4

Како изгледа поступак додавања новог облика?

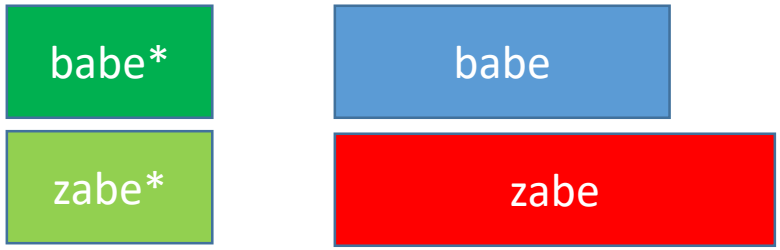
- 1. Нова класа у MyGraph.h
- 2. Нови вектор и нова функција attach у MyWindow.h
- 3. Нова петља и код за исцртавање у My_window::draw(), у MyWindow.cpp

- Сваки пут треба додавати код на три различита места.
- Да ли можемо упростити?
- Можемо, на неколико начина.
- Данас ћемо видети један од најчешћих начина.

Прво да уклонимо потребу за више вектора и attach функција

- 1. Проблем величине:
- Величине типова могу се разликовати, али **адресе** свих типова су увек исте величине.
- Тип података који може садржати адресу неког објекта назива се „**показивач**“. Такође, тако зовемо и променљиву/објекат тог типа.
- Међутим, тип показивача садржи информацију о томе на који тип објеката може показивати. Тако је показивач на бабе различит тип од показивача на жабе. Декларишемо их овако:

```
Babe* p1;
Zabe* p2;
```

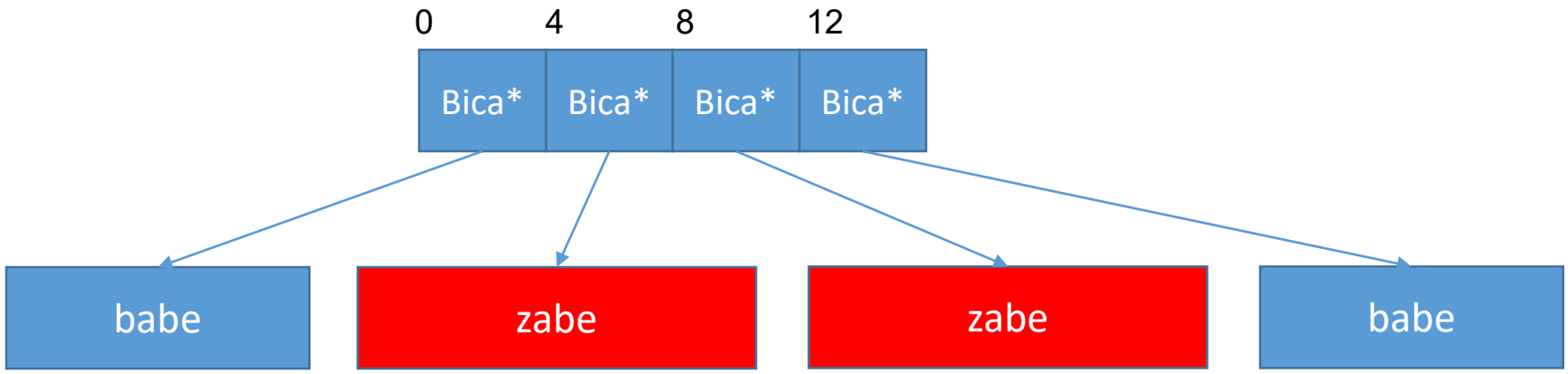


- Разлог је опет статичка типизираност. Компајлер мора током превођења знати ког типа је, на пример, овај израз, који представља добављање објекта на који показивач показује:

```
*p
```

Прво да уклонимо потребу за више вектора и attach функција

- 2. Проблем статичке типизираности:
- Механизам **наслеђивања** нам омогућава да на контролисан начин превазиђемо део ограничења која намеће статичка типизираност.
- У Це++-у не постоји никаква унапред дата хијерархија класа/типова. Све сами правимо.
- Ако уведемо нови тип Bica, који наслеђују типови Babe и Zabe, онда можемо направити један вектор, чији елементи су Bica*. Сваки елемент онда може показивати и на Babe и на Zabe.



Корак 5

Како изгледа поступак додавања новог облика?

- 1. Нова класа у MyGraph.h
- ~~2. Нови вектор и нова функција attach у MyWindow.h~~
- 3. Нова **switch грана** и код за исцртавање у My_window::draw(), у MyWindow.cpp

- Али, како да знамо да ли конкретан елемент показује на Babe или на Zabe? (Кроз показивач на Bica можемо приступати само елементима типа Bica)
- У Це++-у информација о типу објекта на који се показује није доступна (бар не подразумевано).
- Најчешће морамо сами да је обезбедимо.

Корак 6

Код за исцртавање логички груписати са класом облика

- 1. Нова класа у MyGraph.h
- ~~2. Нови вектор и нова функција attach у MyWindow.h~~
- 3. Нова switch грана ~~и код за исцртавање~~ у My_window::draw(), у MyWindow.cpp

- Код за цртање можемо издвојити у посебну функцију. По једна функција за сваки облик.
- Функције онда можемо изместити из MyWindow.cpp.
- Рецимо, у саме класе које моделују облике.

Корак 7

Желимо да укинемо и swith наредбу

- 1. Нова класа у MyGraph.h
- ~~2. Нови вектор и нова функција attach у MyWindow.h~~
- ~~3. Нова switch грана и код за исцртавање у My_window::draw(), у MyWindow.cpp~~

Корак 8

- Сада се можемо ослонити на механизам **полиморфизма**.
- Одређене функције чланице (методе) можемо прогласити виртуелним.
- Наслеђени типови могу преклопити те функције.
- Тада се, у случају да се метода позива преко показивача на базну класу, одлука која ће функција бити позвана доноси током извршавања (динамички) и зависи од конкретног типа на који тај показивач показује.
- **То је врло различито од позива свих осталих функција!**
- Како то ради? – погледајте наредних ~20 слајдова :)

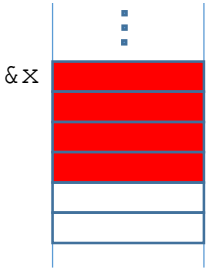
Модел рачунара - подсећање

- $r је неки регистар, $val је нека непосредна вредност

```
$r <- $val

mem[$val] <- $r
mem[$r] <- $r
mem[$r + $val] <- $r
$r <- mem[$addr]
$r <- mem[$r]
$r <- mem[$r + $val]

$r <- $r + $r
$r <- $r + $val
$r <- $r - $r
$r <- $r * $r

call $val
call $r
```

Представа у меморији и приступ

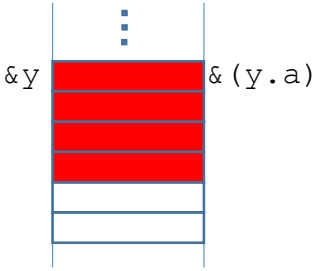
```
int x;
```




```
x = 5;
```

```
r1 <- 5
mem[_x] <- r1
```

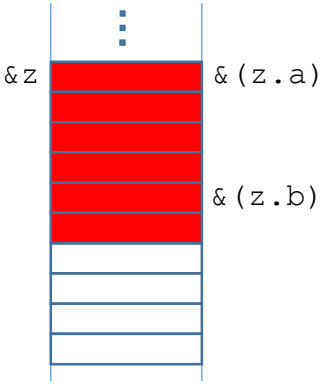
```
struct Tip1 {
  int a;
};
Tip1 y;
```




```
y.a = 5;
```

```
mem[_y+0] <- r1
```

```
struct Tip2 {
  int a;
  short b;
};
Tip2 z;
```

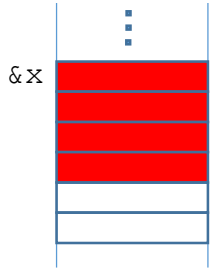



```
z.a = 5;
z.b = 5;
```

```
mem[_z+0] <- r1
mem[_z+4] <- r1
```

Представа у меморији и приступ

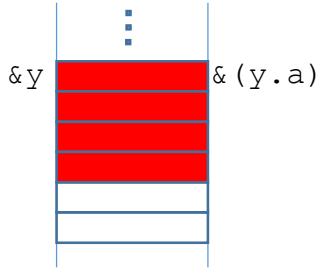
```
int x;
```




```
int* p = &x;
*p = 5;
```

```
r1 <- 5
r2 <- mem[_p]
mem[r2] <- r1
```

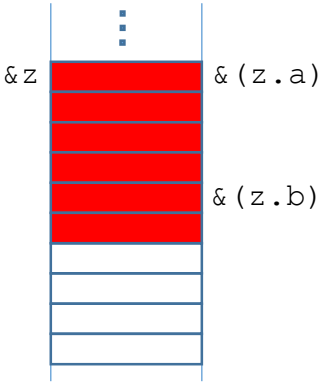
```
struct Tip1 {
  int a;
};
Tip1 y;
```




```
Tip1* p = &y;
p->a = 5;
```

```
r2 <- mem[_p]
mem[r2+0] <- r1
```

```
struct Tip2 {
  int a;
  short b;
};
Tip2 z;
```

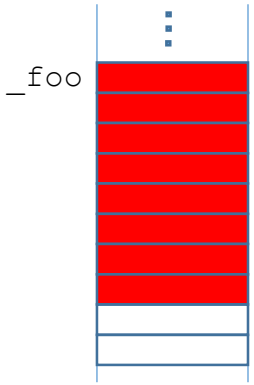



```
Tip2* p = &z;
p->a = 5;
p->b = 5;
```

```
r2 <- mem[_p]
mem[r2+0] <- r1
mem[r2+4] <- r1
```

Функције нису део променљиве

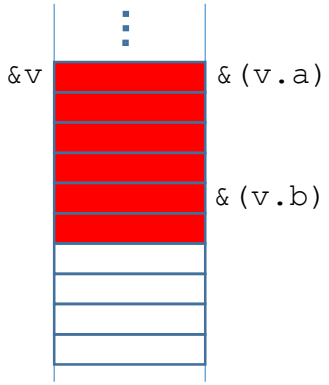
```
void foo(Tip1& x)
{
  ...
}
```

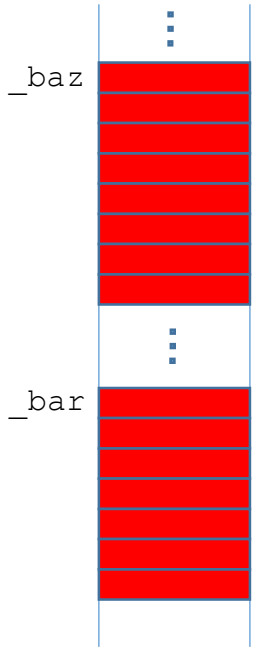



```
foo(v);
```

```
r1 <- _v
call _foo
```

```
class Tip1 {
  int a;
  short b;
public:
  void baz();
  void bar();
};
Tip1 v;
```



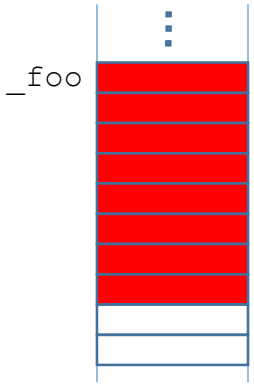



```
v.bar();
```

```
r1 <- _v
call _bar
```

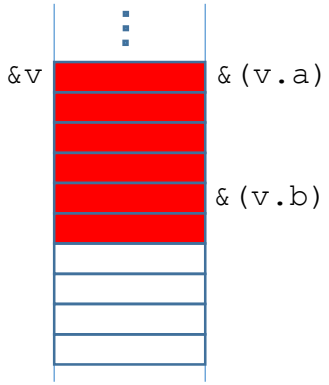
Функције нису део променљиве

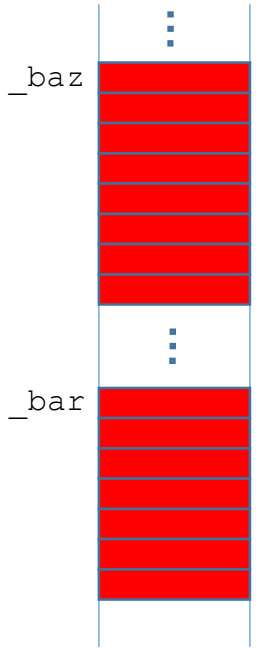
```
void foo(Tip1& x)
{
  ...
}
```




```
Tip1* p = &v;   mem[_p] <- _v
                r1 <- mem[_p]
foo(*p);        call _foo
```

```
class Tip1 {
  int a;
  short b;
public:
  void baz();
  void bar();
};
Tip1 v;
```






```
                mem[_p] <- _v
                r1 <- mem[_p]
p->bar();       call _bar
```

Шта је веће, Tip1 или Tip2?

```
struct Tip1 {
  int a;
};
```

```
struct Tip2 {
  int a;
  double b;
};
```

```
struct Tip1 {
  double a;
  long b;
};
```

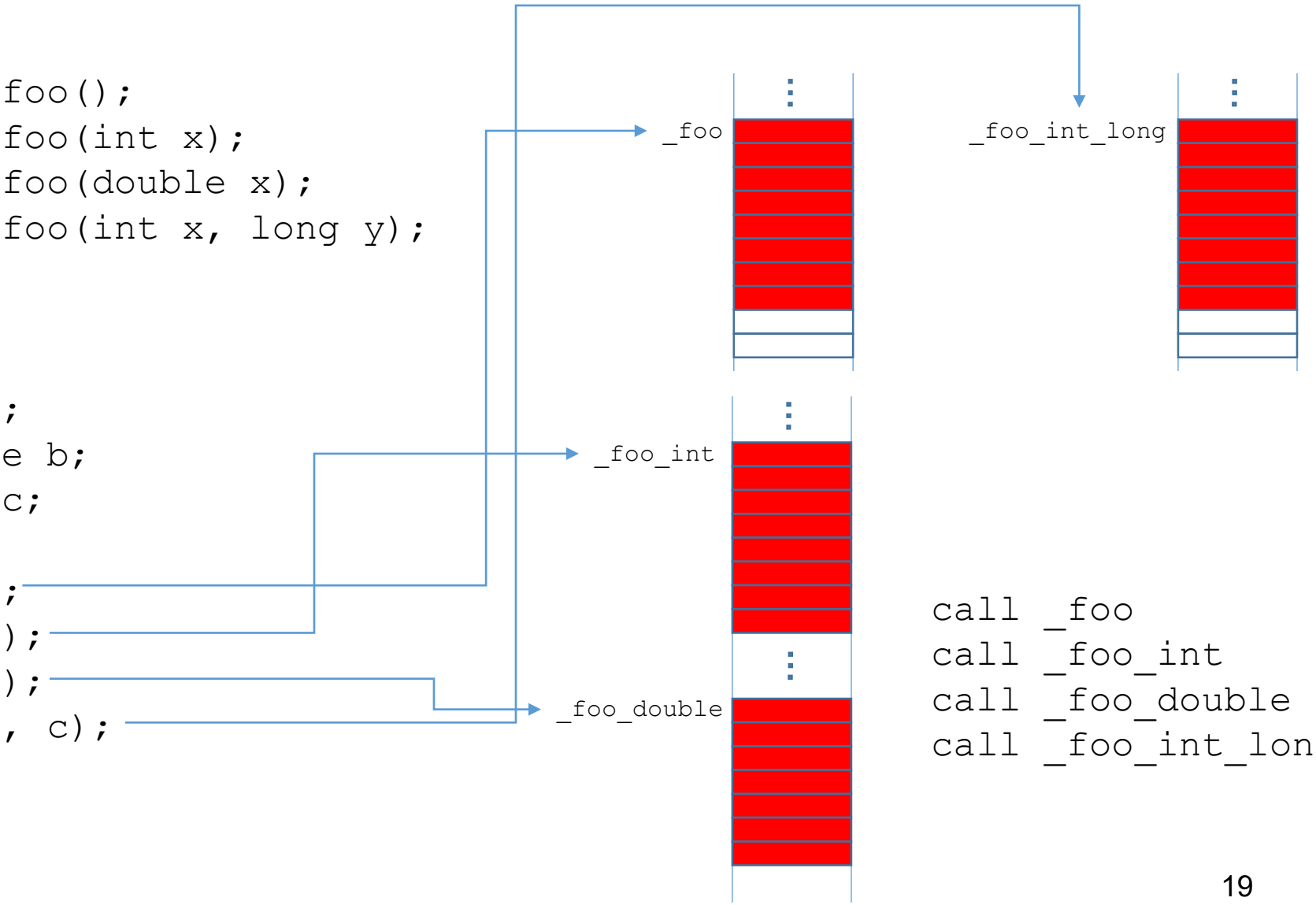
```
struct Tip2 {
  int a;
  double b;
};
```

```
struct Tip1 {
  int a;
  double b;
  void foo();
  void bar();
};
```

```
struct Tip2 {
  int a;
  double b;
  void foo();
  void bar();
  void baz();
};
```

Скуп преклопљених функција

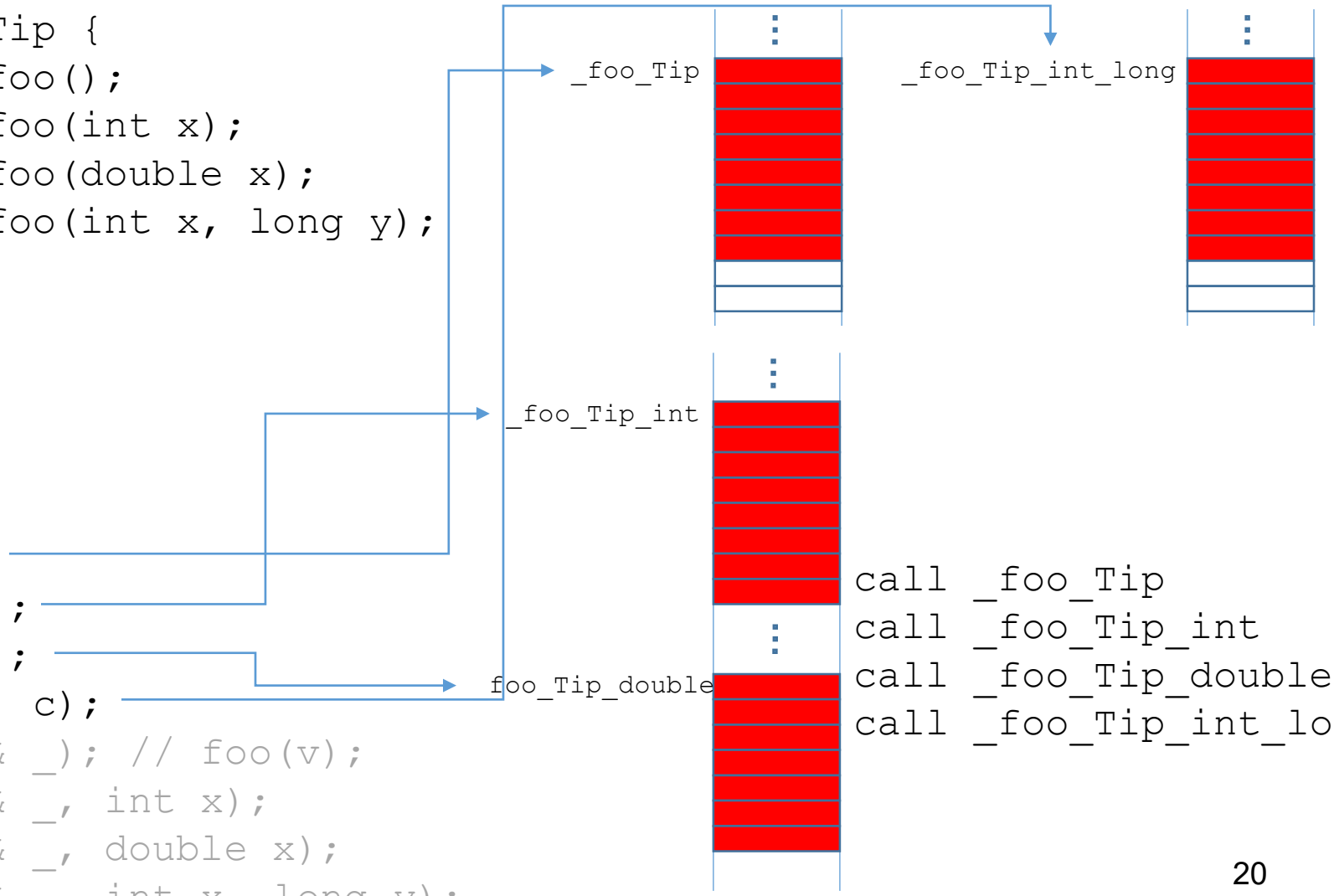
```
void foo();
void foo(int x);
void foo(double x);
void foo(int x, long y);
...


int a;
double b;
long c;

foo();
foo(a);
foo(b);
foo(a, c);
```




```
call _foo
call _foo_int
call _foo_double
call _foo_int_long
```

Скуп преклопљених функција

```
struct Tip {
  void foo();
  void foo(int x);
  void foo(double x);
  void foo(int x, long y);
...
};
Tip v;
```



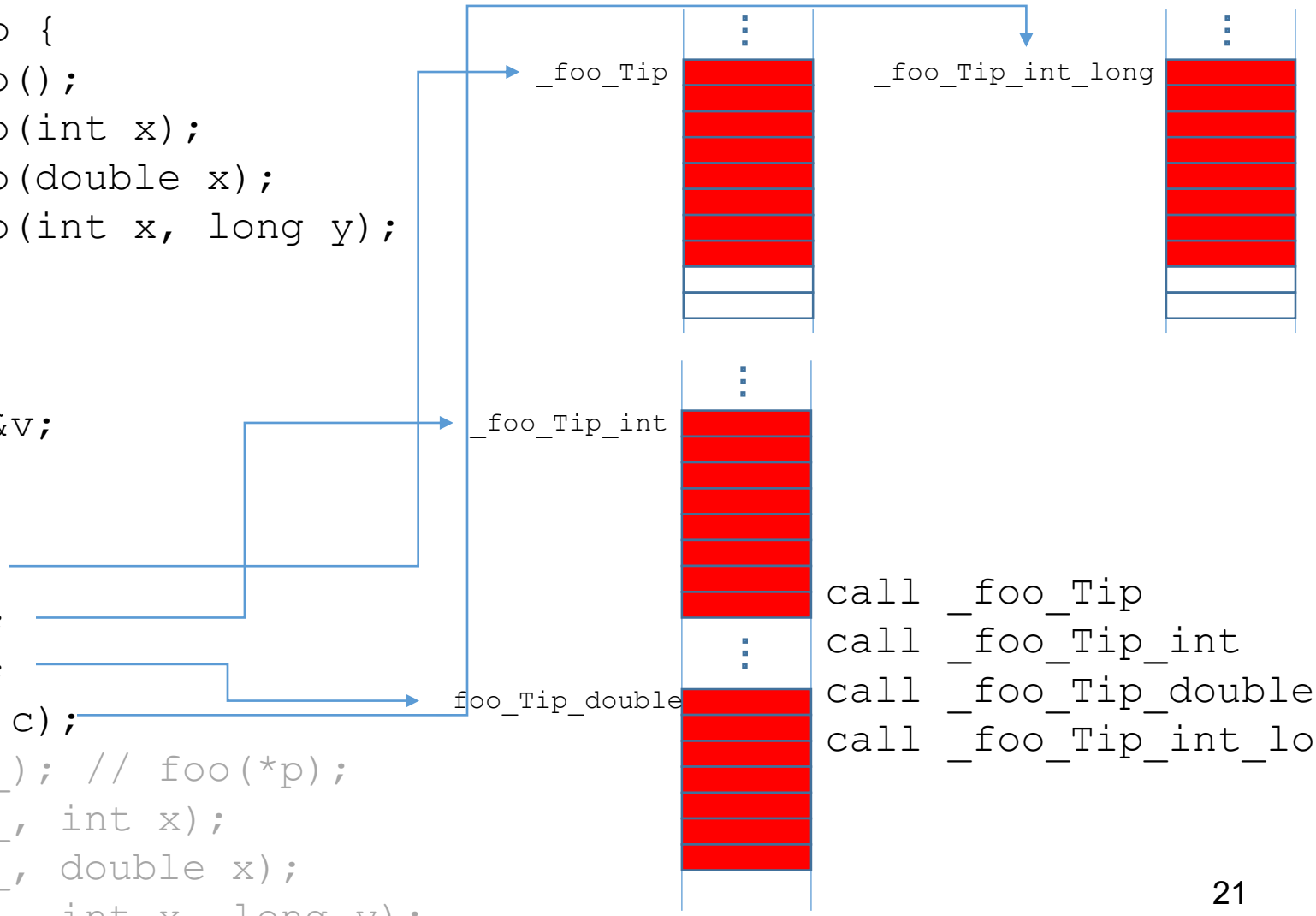

```
v.foo();
v.foo(a);
v.foo(b);
v.foo(a, c);
```

```
call _foo_Tip
call _foo_Tip_int
call _foo_Tip_double
call _foo_Tip_int_long
```

```
foo(Tip& _); // foo(v);
foo(Tip& _, int x);
foo(Tip& _, double x);
foo(Tip& _, int x, long y);
```

Скуп преклопљених функција

```
struct Tip {
  void foo();
  void foo(int x);
  void foo(double x);
  void foo(int x, long y);
...
};
Tip v;
Tip* p = &v;
```



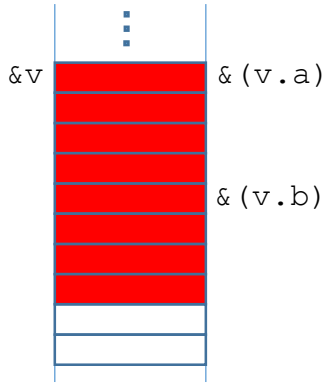

```
p->foo();
p->foo(a);
p->foo(b);
p->foo(a, c);
```

```
call _foo_Tip
call _foo_Tip_int
call _foo_Tip_double
call _foo_Tip_int_long
```

```
foo(Tip& _); // foo(*p);
foo(Tip& _, int x);
foo(Tip& _, double x);
foo(Tip& _, int x, long y);
```

Наслеђивање

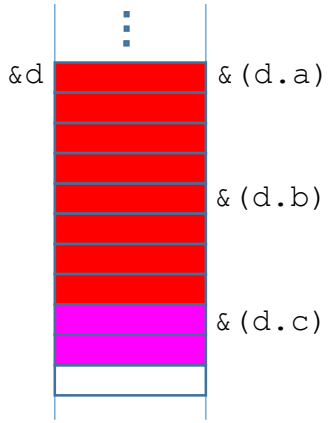
```
struct Tip1 {
  int a;
  float b;
};
Tip1 v;
```




```
v.a = 5;
v.b = 5;
```

```
r1 <- 5

mem[_v + 0] <- r1
mem[_v + 4] <- r1
```

```
struct Tip2 : Tip1 {
  short c;
}
Tip2 d;
```



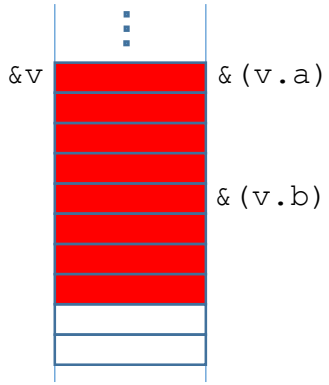

```
d.a = 5;
d.b = 5;
d.c = 5;
```

```
mem[_d + 0] <- r1
mem[_d + 4] <- r1
mem[_d + 8] <- r1
```

Подаци чланови (атрибути) изведеног типа се напросто додају на крај.
Ово је важно, јер тако помераји (офсети) за основни тип и даље важе.

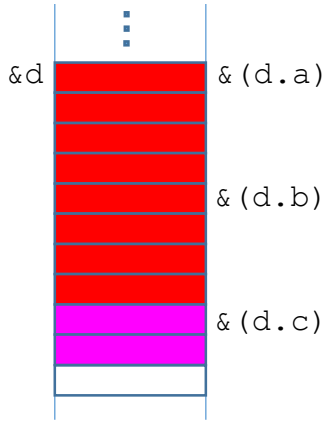
Наслеђивање

```
struct Tip1 {
  int a;
  float b;
};
Tip1 v;
```




```
Tip1* p = &v; r1 <- 5
              r2 <- mem[_p]
p->a = 5;     mem[r2 + 0] <- r1
p->b = 5;     mem[r2 + 4] <- r1
```

```
struct Tip2 : Tip1 {
  short c;
}
Tip2 d;
```

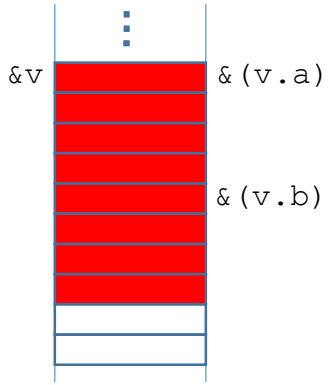


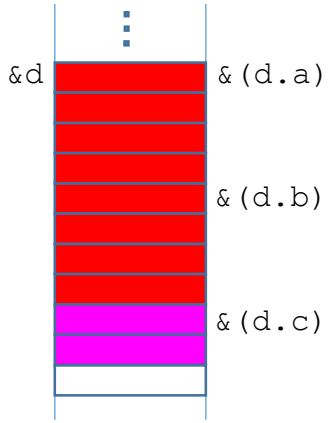

```
Tip2* p = &d; r2 <- mem[_p]
p->a = 5;     mem[r2 + 0] <- r1
p->b = 5;     mem[r2 + 4] <- r1
p->c = 5;     mem[r2 + 8] <- r1

Tip1* bp = &d;r3 <- mem[_p]
bp->a = 5;    mem[r3 + 0] <- r1
bp->b = 5;    mem[r3 + 4] <- r1
bp->c
```

Подаци чланови (атрибути) изведеног типа се напросто додају на крај.
Ово је важно, јер тако помераји (офсети) за основни тип и даље важе.

Потомак уместо претка

```
struct Tip1 {
  int a;
  float b;
};
Tip1 v;

struct Tip2 : Tip1 {
  short c;
}
Tip2 d;

void foo(Tip1* p) {
  p->b = 5;
}

void bar(Tip2* p) {
  p->c = 5;
}
```

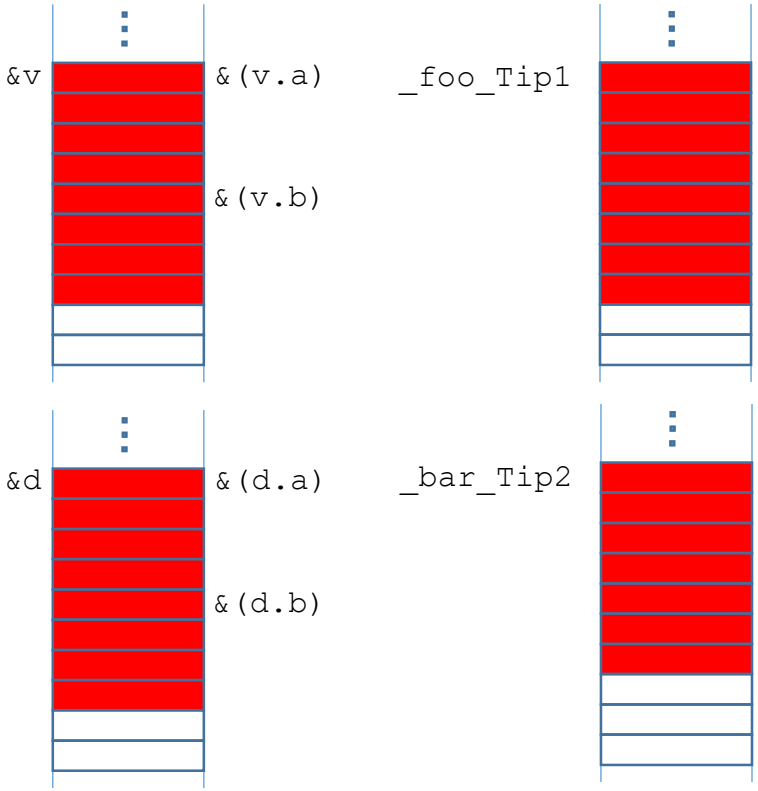





```
                                  // r1 - p
foo(&v);                          mem[r1 + 4]

foo(&d);                          mem[r1 + 4]

bar(&d);                          mem[r1 + 8]

bar(&v);                          mem[r1 + 8]
```

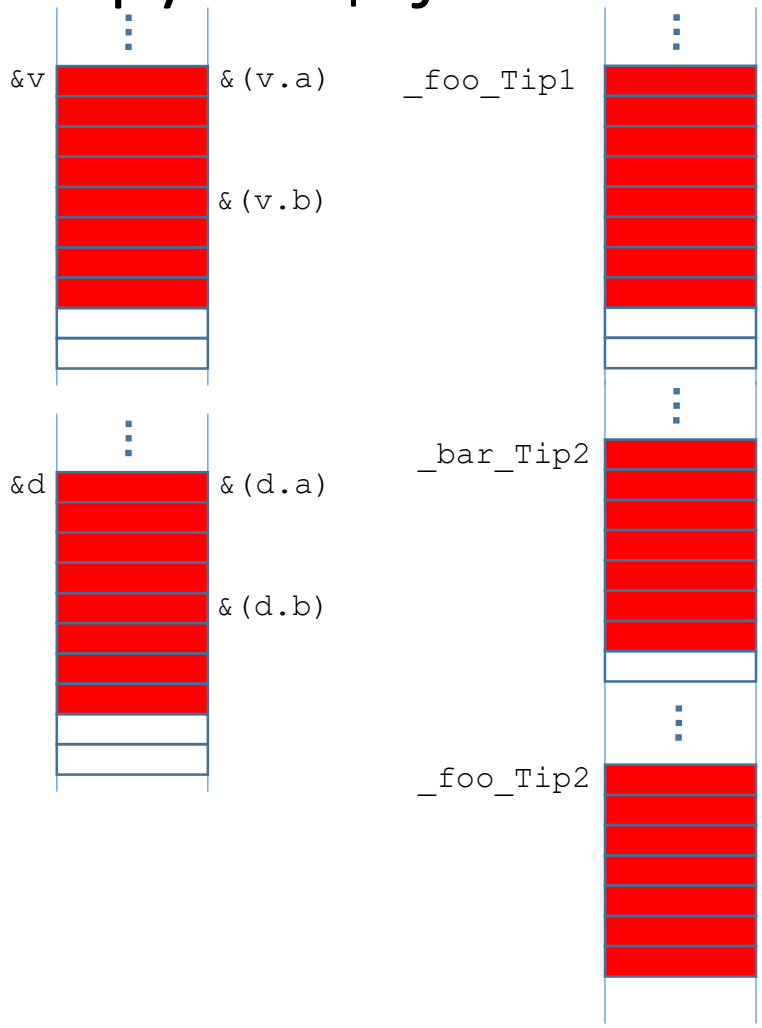
Преклапање функција

```
struct Tip1 {
  int a;
  float b;
  void foo();
};
Tip1 v;

struct Tip2 : Tip1 {
  void bar();
}
Tip2 d;

v.foo();
d.bar();
```



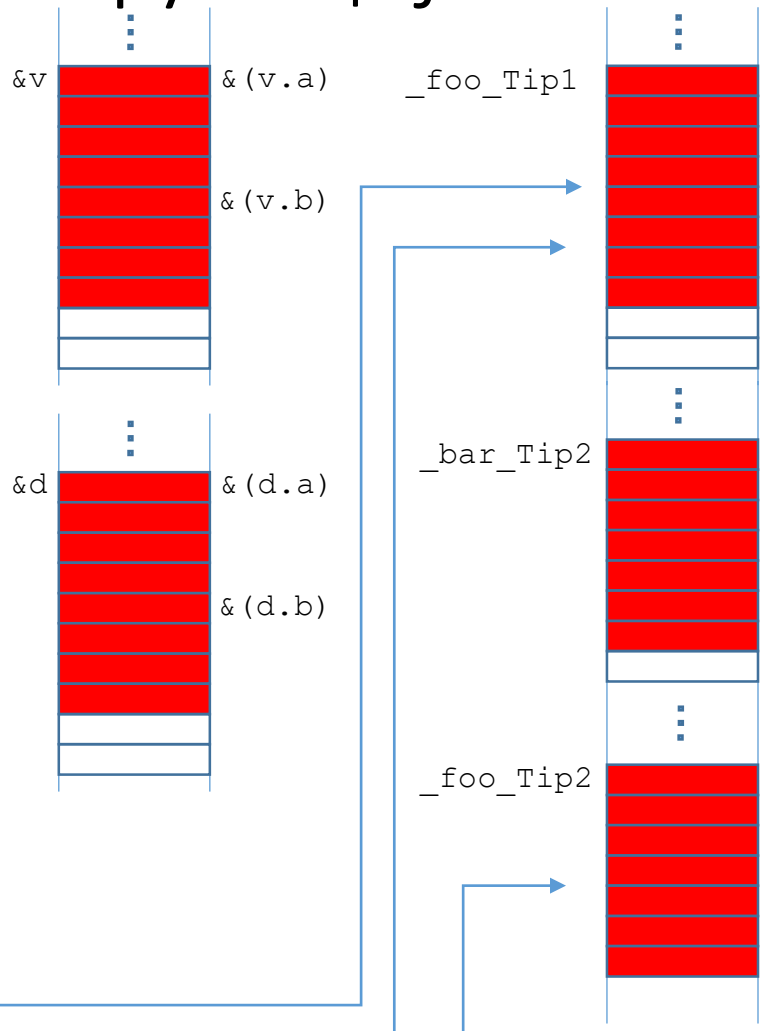
Преклапање функција

```
struct Tip1 {
  int a;
  float b;
  void foo();
};
Tip1 v;

struct Tip2 : Tip1 {
  void bar();
  void foo();
}
Tip2 d;

v.foo();
d.foo();
Tip1* p1 = &v;
p1->foo();
p1 = &d;
p1->foo();
Tip2* p2 = &d;
p2->foo();
```



Преклапање функција

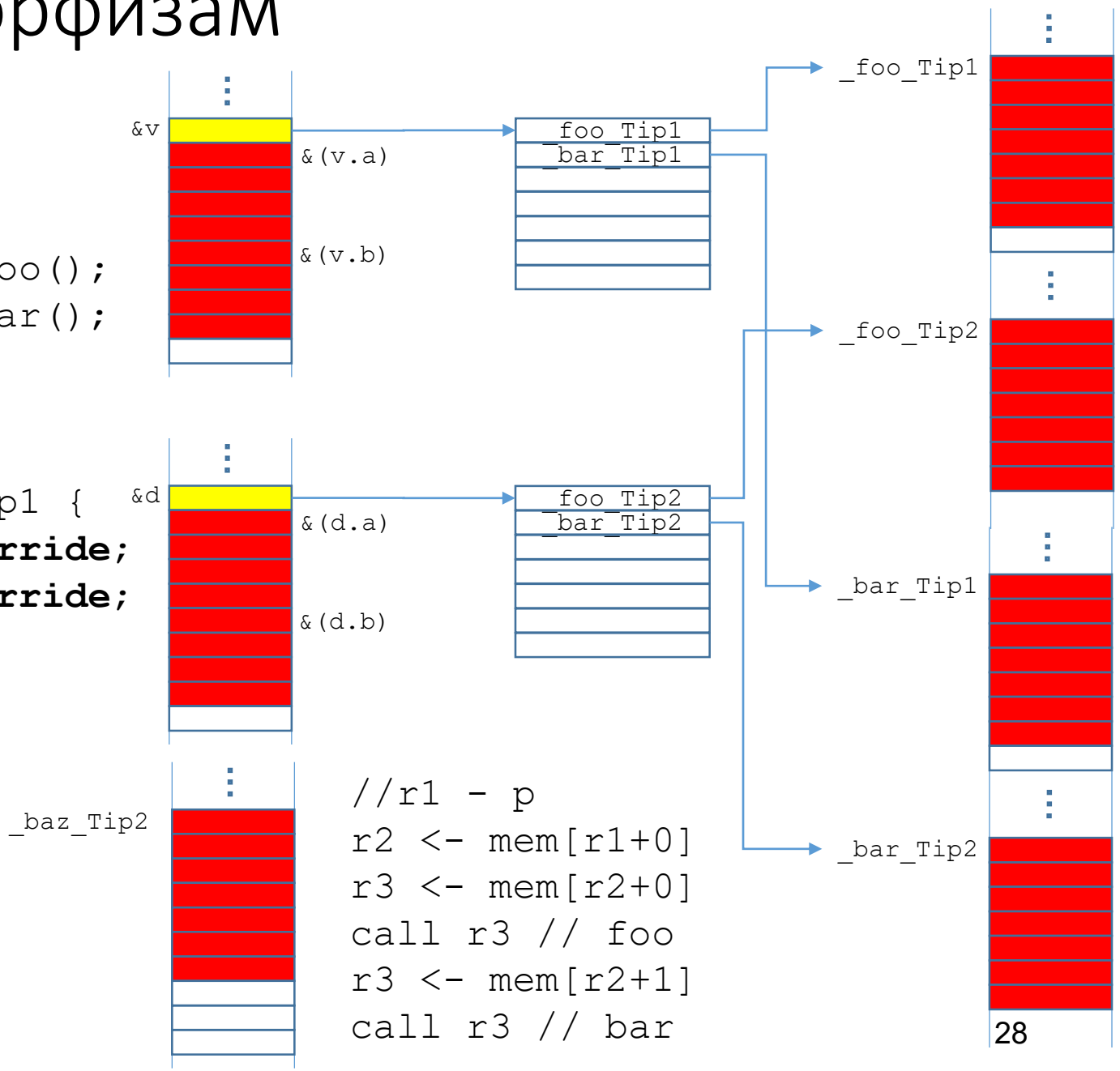
```
struct Tip1 {
  int a;
  float b;
  void foo();
};
Tip1 v;

struct Tip2 : Tip1 {
  void bar();
  void foo();
}
Tip2 d;

v.foo();
d.foo();
Tip1* p1 = &v;
p1->foo();
p1 = &d;
p1->foo();
Tip2* p2 = &d;
p2->foo();
```



Полиморфизам

```
struct Tip1 {
  int a;
  float b;
  virtual void foo();
  virtual void bar();
};
Tip1 v;

struct Tip2 : Tip1 {
  void foo() override;
  void bar() override;
  void baz();
}
Tip2 d;
```

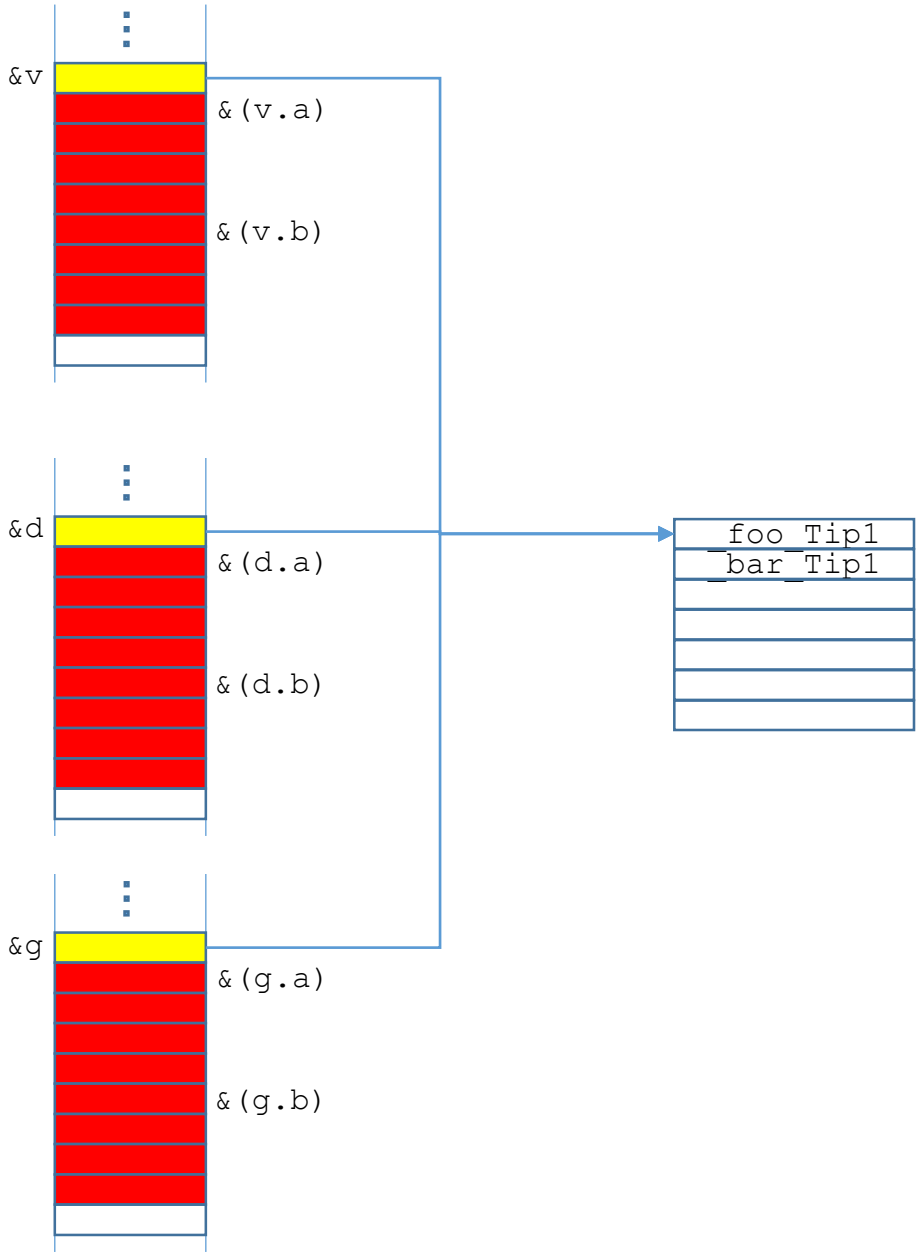
```
Tip1* p1 = &v;
p1->foo();
p1 = &d;
p1->foo();
```




```
//r1 - p
r2 <- mem[r1+0]
r3 <- mem[r2+0]
call r3 // foo
r3 <- mem[r2+1]
call r3 // bar
```

Једна табела по типу

```
struct Tip1 {
   int a;
   float b;
   virtual void foo();
   virtual void bar();
};
Tip1 v;
Tip1 d;
Tip1 g;
```



Шта је веће, Tip1, Tip2 или Tip3?

```
struct Tip1 {
  int a;
  double b;
  void foo();
  void bar();
  void baz();
};
```

```
struct Tip2 {
  int a;
  double b;
  void foo();
  void bar();
};
```

```
struct Tip3 {
  int a;
  double b;
  virtual void foo();
};
```