



Указатели и псевдонимы

Тип указател

- MS: всички възможни lvalue от даден тип и специалната стойност NULL
- Интегрален нечислов тип
- Параметризиран тип: ако T е някой тип, T* е тип “указател към T”
- Физическо представяне: цяло число с размера на машинната дума, указващо адреса на указваната lvalue в паметта

Операции с указатели

- рефериране (&<lvalue>)
- дерефериране (*<указател>) - **унарен!**
- указателна аритметика (+, -, +=, -=, ++, --)
- сравнение (==, !=, <, >, <=, >=)
- извеждане (<<)
- **няма въвеждане (>>) !**

Дефиниране на указателни променливи

- `<тип> *<идентификатор> [= <израз>]`
`{, *<идентификатор> [= <израз>] };`

Примери:

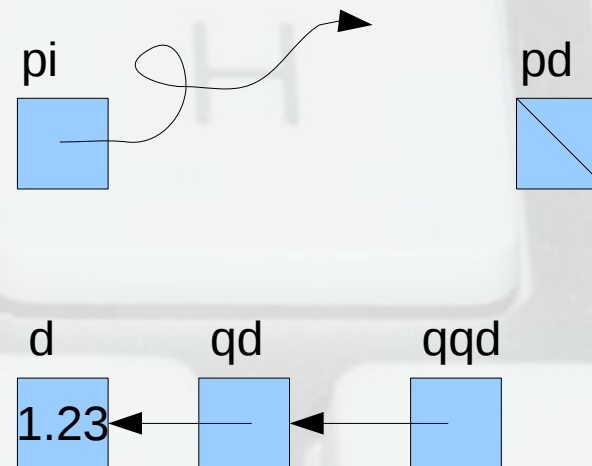
```
int *pi;
```

```
double *pd = NULL;
```

```
double d = 1.23;
```

```
double *qd = &d;
```

```
double **qqd = &qd;
```

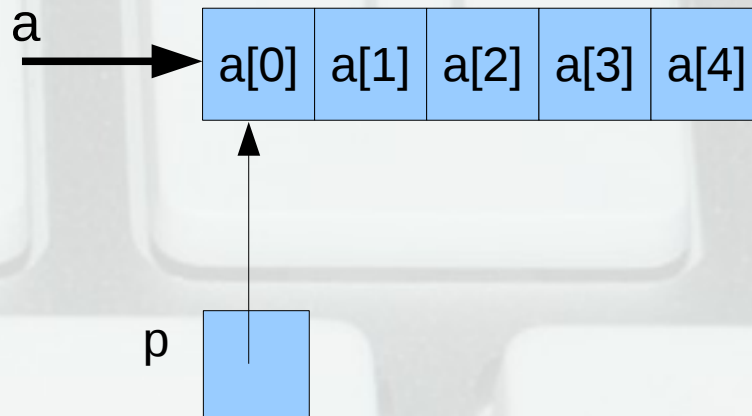


Рефериране и дерефериране

- `int x = 5, *p = &x, *q = p, y = *p + 2;`
- `*p++; p = &y; *q = 1; *p = *q;`
- **Внимание:**
 - `<lvalue>` е `rvalue`! (~~`&x = p`~~)
 - `*<rvalue>` е `lvalue`! (`*p = x`)
 - `&>(*p) ↔ p`
 - `*(&x) ↔ x`

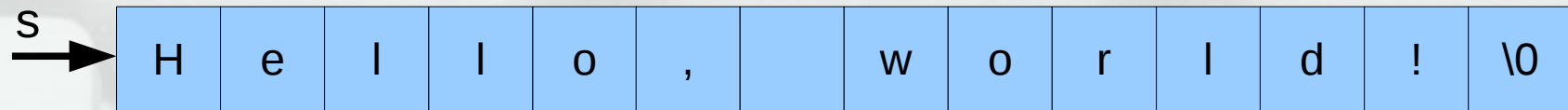
Указатели и масиви

- Името на масив е **константен указател** към първия му елемент
- `int a[5];`
- `int* p = a;`
- `*p = 15; cout << a[0];`
- `*a = 20; a = p;`



Указатели и низове

- Низовете са масиви от символи



```
char s[] = "Hello, world!";
```

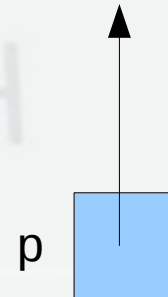
```
char* p = s;
```

```
while (*p) {
```

```
    cout << *p << ' ';
```

```
    p++;
```

```
}
```



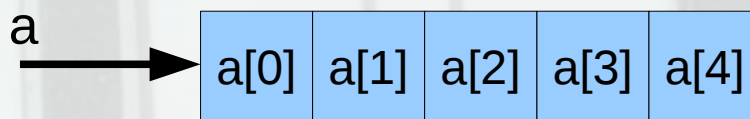
Указателна аритметика

- **sizeof**(<тип> | <израз>) — връща размера в байтове, заеман в паметта от <израз> или променлива от <тип>
- <указател> [**+**|**-**] <цяло число>
<цяло число> **+** <указател>
- $T^* p;$
 $p + i \leftrightarrow (T^*)((int)p + i * sizeof(T))$

Указатели и масиви

- Името на масив е **константен указател** към първия му елемент

- $a[i] \leftrightarrow *(a+i)$



```
int a[5], x;
```

```
cout << *a; *(a+1) = 7; *(a+4)--;
```

```
a++; a--; a = &x;
```

- Странно, но вярно: $a[i] \leftrightarrow *(a+i) \leftrightarrow *(i+a) \leftrightarrow i[a]$

Указатели и константи

- Константен указател

<ТИП> * const



int x, *p = &x; int *const q = p; ~~q = p + 2;~~ *q = 5;

- Указател към константа

const <ТИП>* ↔ <ТИП> const*

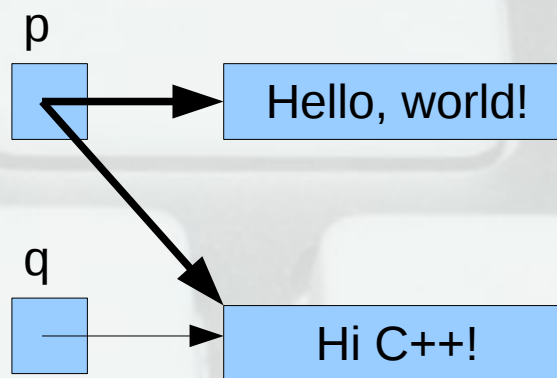


int x, *p = &x; int const* q = &x; q++; ~~p = q; *q = 5;~~

- Ако p е указател към константа, то *p е <rvalue>
- Ако x е константа, то &x е указател към константа

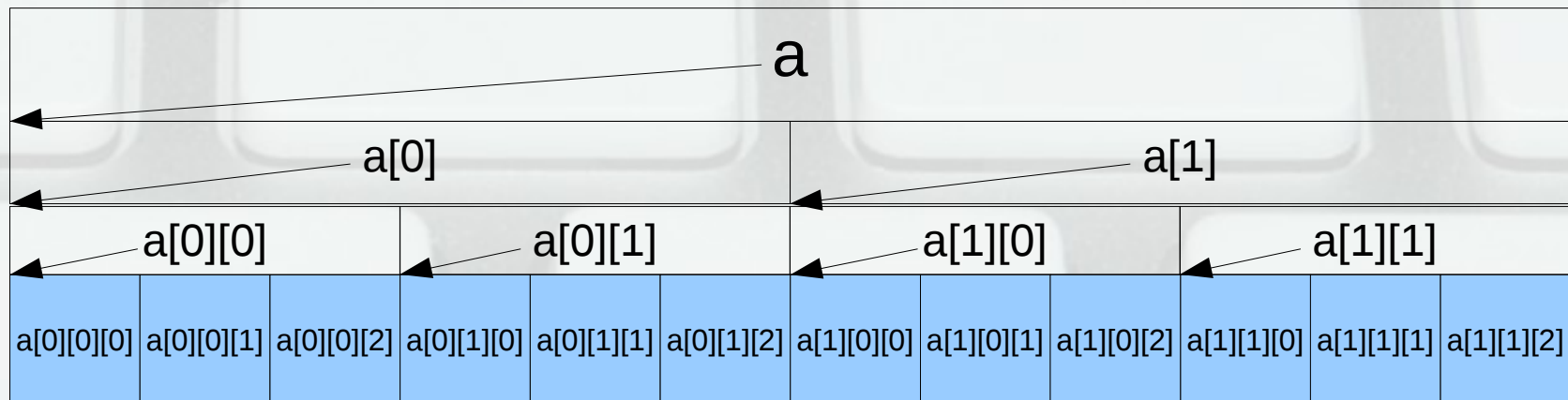
Указатели и НИЗОВИ КОНСТАНТИ

- Името на низ може да се разглежда като константен указател (`char * const`)
- `char const* p = "Hello, world!";`
- `char* q = "Hi C++!";`
- `p = q;`
- ~~`q[1] = 'o';`~~
- `cout << p[4];`



Указатели и многомерни масиви

- `int a[2][2][3];`
- `a` е от тип `int* const [2][3];`
- `a[i]` е от тип `int* const [3];`
- `a[i][j]` е от тип `int* const;`
- `a[i] ↔ *(a+i)`
- `a[i][j] ↔ *(*a+i)+j`
- `a[i][j][k] ↔ *(*(*a+i)+j)+k`
- `a[1][1][1] ↔ *(*(*a+1)+1)+1`



Указател към неизвестен тип

- **void***
- Преобразуване **без** загуба **от** произволен указателен тип

```
int x, *p; void *q = p, *r = &x, *s = &r;
```

- **Няма** преобразуване **към** произволен указателен тип

```
int* p; void* q = p; int* r = q; int* s = (int*)q;
```

- **Няма** дереферирание (**тип void е празен**)

```
int x; void* p = &x; *p = 2; void y = *p;
```

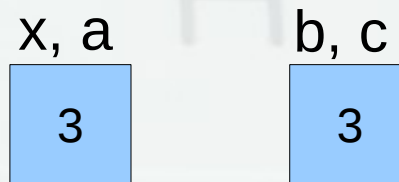

Псевдоним

- MS: всички възможни lvalue от даден тип
- Параметризиран тип: ако T е някой тип, T& е тип “псевдоним на T”
- Физическо представяне:
 - както реши компилаторът
 - де факто еквивалентно на константен указател към T

Дефиниране на псевдоним

- `<тип>& <идентификатор> = <обект>`
`{, &<идентификатор> = <обект>};`

- `int x = 3;`
`int &a = x, b = a;`
`int &c = b;`
`a = c + 5; // ?`



- Инициализацията е **задължителна!**
- Псевдонимът **не може** да се пренасочва към друг обект!

Свойства на псевдоними

- Самият псевдоним не може да бъде манипулиран
- Псевдонимът не се различава от оригинала
- Псевдонимите на един и същ обект са взаимнозаменяеми

Константни псевдоними

- `const <тип> &` \leftrightarrow `<тип> const &`
 \leftrightarrow `<тип> & const`
- Константен “изглед” към променлива
- `int a = 3; a++;`
`int& b = a; b++;`
`int const& c = b; c++;`

a, b, c

