

Tipos Primitivos de Dados

Prof. Edson Alves

2018

Faculdade UnB Gama

1. Inteiros
2. Variáveis em ponto flutuante

Inteiros

Variáveis integrais

- Em C/C++ há 3 tipos de dados integrais: **char**, **short**, **int**
- Embora o tipo **char** seja utilizado para representar um caractere, efetivamente ele é capaz de armazenar, em geral, um inteiro de 8 *bits*
- Os tamanhos característicos dos tipos **short** e **int** são de 16 e 32 *bits*, respectivamente
- A extensão **long long**, usada para representar inteiros de 64 *bits*, foi incorporado ao C++ a partir do padrão C++11
- Os modificadores **signed** e **unsigned** modificam o intervalo de valores representáveis pelos tipos integrais

Faixa de valores das variáveis integrais

| Tipo | bits | Intervalo |
|--------------------|------|-------------------------------------------------|
| char | 8 | $[-128, 127]$ |
| unsigned char | 8 | $[0, 255]$ |
| short | 16 | $[-32768, 32767]$ |
| unsigned short | 16 | $[0, 65535]$ |
| int | 32 | $\approx [-2 \times 10^9, 2 \times 10^9]$ |
| unsigned int | 32 | $\approx [0, 4 \times 10^9]$ |
| long long | 64 | $\approx [-9 \times 10^{18}, 9 \times 10^{18}]$ |
| unsigned long long | 64 | $\approx [0, 10^{19}]$ |

Observações sobre as variáveis integrais

- Nas variáveis sinalizadas, valores negativos tem o *bit* mais significativo ligado
- Nas variáveis integrais existem divisores de zero, isto é, valores diferentes de zero cujo produto é igual a zero:

```
1 int x = 1024, y = 4194304, z = x * y;  
2 bool zero = (z == 0); // Verdadeiro
```

- Isto acontece por conta do *overflow*: o resultado não cabe na faixa de valores representáveis, de modo que o “excesso” é descartado
- A multiplicação de dois inteiros, em geral, resulta em *overflow*: nestes casos, o ideal é converter ambos operando para **long long** e guarda o resultado também no tipo **long long**:

```
1 int x = 1000000, y = x;  
2 long long z = x * y; // z = -727379968 ?
```

Aritmética estendida

- Para armazenar valores inteiros que excedem o limite de variáveis do tipo **long long**, é necessário o uso de aritmética estendida
- Até a versão C++17, o C++ não tem suporte nativo à aritmética estendida
- Uma alternativa é utilizar o Python 3:

```
1 from math import factorial as f
2 f(25)    # 15511210043330985984000000 > 2 ** 64 - 1
```

- Outra alternativa é recorrer à classe BigInteger do Java:

```
1 import java.math.BigInteger;
2 class BigInt {
3     public static void main(String[] args) {
4         BigInteger two = BigInteger.valueOf(2);
5         BigInteger x = two.pow(80);    // 1208925819614629174706176
6     }
7 }
```

Variáveis em ponto flutuante

Variáveis em ponto flutuante

- Em C e C++ há dois tipos de variável em ponto flutuante: **float** e **double**
- O tipo **float** representa valores em ponto flutuante com precisão simples (7 casas decimais de precisão)
- O tipo **double** representa valores em ponto flutuante com precisão dupla (15 casas decimais de precisão)
- O GCC tem suporte para o tipo **long double**, com 80 *bits* e precisão superior ao tipo **double**
- A precisão extra traz custos de memória e também de performance

Observações sobre variáveis em ponto flutuante

- Nem todo valor pode ser representado exatamente em variáveis em ponto flutuante:

```
1 float x = 123456789.0f;  
2 cout.precision(7);  
3 cout << fixed << x << endl;           // 123456792.0000000
```

- Multiplicações de valores muito pequenos por valores muito grandes geram erros de precisão

```
1 double x = 1e-50, y = 2e80, z = x * y;  
2 // z = 200000000000000000039769249677312.000000000000000
```

- Comparações entre valores flutuantes podem gerar resultados errados por conta de erros de precisão:

```
1 bool equals = (0.3f * 2 == 0.6);           // Falso
```

Observações sobre variáveis em ponto flutuante

- Se possível, o ideal é evitar o uso de variáveis do tipo ponto flutuante
- Em competições, algoritmos corretos podem receber o veredito WA por conta de erros de precisão
- No cálculo da distância entre dois pontos de coordenadas inteiras, o ideal é trabalhar com o quadrado da distância, evitando a extração da raiz quadrada
- No caso de unidades monetárias, melhor trabalhar com múltiplos de centavos, de modo que os valores passam a ser todos números inteiros
- O mesmo vale para unidades de tempo: melhor trabalhar com a menor unidade inteira possível

1. **HALIM**, Felix; **HALIM**, Steve. *Competitive Programming 3*, 2010.
2. **LAAKSONEN**, Antti. *Competitive Programmer's Handbook*, 2018.
3. **SKIENA**, Steven S.; **REVILLA**, Miguel A. *Programming Challenges*, 2003.
4. A Tutorial on Data Representation¹.
5. CppReference².
6. Wikipédia³.

¹<http://www.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/java/datarepresentation.html>

²<https://en.cppreference.com/w/>

³https://en.wikipedia.org/wiki/Floating-point_arithmetic