

# **Análise léxica**

## **Buferização da entrada**

**Prof. Edson Alves**

Faculdade UnB Gama

# Buferização

- ▶ Como a análise léxica é a única fase do compilador que lê os caracteres do programa fonte, um a um, ela pode concentrar uma parte significativa do tempo de execução do compilador
- ▶ Isto porque o acesso à entrada (em geral, um arquivo em disco) pode ser o gargalo, em termos de performance, do compilador
- ▶ A buferização consiste no uso de um ou mais vetores auxiliares (*buffers*), que permitem a leitura da entrada em blocos, de modo que o analisador léxico leia os caracteres a partir destes *buffers*, os quais são atualizados e preenchidos à medida do necessário
- ▶ Com a buferização os acesso aos disco são reduzidos e a leitura dos caracteres passa a ser feita em memória, com acessos consideravelmente mais rápidos

## Estratégias para implementação de analisadores léxicos

Há três estratégias gerais para se implementar um analisador léxico, cada uma delas tratando a buferização de modo diferente. São elas, da mais simples para a mais complexa:

- ▶ Usar um gerador de analisador léxico, a partir de uma entrada especificada a partir de expressões regulares. A buferização é tratada pelo próprio gerador
- ▶ Escrever o analisador léxico em alguma linguagem de programação convencional (C, C++, etc). A buferização fica atrelada aos mecanismos de I/O da linguagem
- ▶ Escrever o analisador em linguagem de montagem e tratar explicitamente a leitura da entrada e a buferização

## Pares de *buffers*

- ▶ Na técnica de pares de *buffers*, um *buffer* (região contígua da memória) é dividido em duas metades, com  $N$  caracteres cada
- ▶ Em geral,  $N$  corresponde ao tamanho de um bloco do disco (por exemplo, 1024 ou 4096 caracteres)
- ▶ Cada metade do *buffer* é preenchida de uma única vez, por meio da chamada de uma função de leitura do sistema
- ▶ Caso restem na entrada menos do que  $N$  caracteres, é inserido um caractere especial no *buffer* para indicar o fim da entrada (em geral, o caractere EOF - *end of file*)
- ▶ Usando esta técnica, os tokens devem ser extraídos do *buffer*, sem o uso de chamadas individuais da rotina que lê um caractere da entrada

## Dois ponteiros

- ▶ Os tokens podem ser extraídos do par de *buffers* por meio do uso de dois ponteiros  $L$  e  $R$
- ▶ Uma cadeia de caracteres delimitada por estes dois ponteiros é o lexema atual
- ▶ Inicialmente,  $L$  e  $R$  apontam para o primeiro caractere do próximo lexema a ser identificado
- ▶ O ponteiro  $R$  então avança até que o padrão de um token seja reconhecido
- ▶ Daí o lexema é processado e ambos ponteiros se movem para o primeiro caractere após o lexema
- ▶ Neste cenário, espaços em branco e comentários são padrões que não produzem tokens

## Atualização dos *buffers* e o ponteiro $R$

- ▶ Se o ponteiro  $R$  tentar se deslocar para além do meio do *buffer*, será preciso preencher a metade direita com  $N$  novos caracteres antes deste avanço
- ▶ De forma semelhante, se  $R$  atingir a extremidade direita do *buffer*, a metade à esquerda deve ser devidamente atualizada
- ▶ Após esta atualização,  $R$  deve retornar para a primeira posição do *buffer*
- ▶ O uso de um par de *buffers* e dois ponteiros tem uma limitação clara: o lexema pode ter, no máximo,  $2N$  caracteres
- ▶ O recuo de  $R$ , se necessário, também é limitado pela posição que  $L$  ocupa

## Avanço de $R$ em um par de *buffers*

- 1: **if**  $R$  está no fim da primeira metade **then**
- 2:     Atualize a segunda metade com a leitura de  $N$  novos caracteres
- 3:      $R \leftarrow R + 1$
- 4: **else if**  $R$  está no fim da segunda metade **then**
- 5:     Atualize a primeira metade com a leitura de  $N$  novos caracteres
- 6:      $R \leftarrow 0$                              ▷ *Assuma que os índices de buffer comecem em zero*
- 7: **else if** **then**
- 8:      $R \leftarrow R + 1$

- ▶ O uso de um valor sentinela no fim de cada metade do *buffer* permite a redução dos testes para o avanço de  $R$
- ▶ Além disso, o valor sentinela em outra posição do *buffer* indica o fim da entrada
- ▶ A redução do número de testes (de dois para um, na maioria dos casos) decorrente do uso de sentinelas leva a um ganho de performance do analisador léxico e, conseqüentemente, do compilador
- ▶ O valor sentinela (em geral, EOF) deve ser diferente de qualquer caractere válido da entrada, para evitar um encerramento prematuro da entrada, caso tal caractere faça parte da entrada



## Atualização de $R$ com o uso de sentinelas

- 1:  $R \leftarrow R + 1$
- 2: **if**  $R = \text{EOF}$  **then**
- 3:     **if**  $R$  está no fim da primeira metade **then**
- 4:         Atualize a segunda metade com a leitura de  $N$  novos caracteres
- 5:          $R \leftarrow R + 1$
- 6:     **else if**  $R$  está no fim da segunda metade **then**
- 7:         Atualize a primeira metade com a leitura de  $N$  novos caracteres
- 8:          $R \leftarrow 0$                      ▷ *Assuma que os índices de buffer comecem em zero*
- 9:     **else**                                 ▷ *EOF está no buffer, indicando o fim da entrada*
- 10:         Finalize a análise léxica

## Módulo `buffer.h`

```
1 #ifndef BUFFER_H
2 #define BUFFER_H
3
4 const int N { 4 };
5
6 class IOBuffer {
7 public:
8     static IOBuffer& getInstance();
9
10    bool eof() const;
11    int tell() const;
12    void seek(int pos);
13
14    int get();
15    void unget();
```

## Módulo `buffer.h`

```
17 private:
18     IOBuffer();
19
20     int pos, last_update;
21     char buffer[2*N + 2];
22
23     void update();
24 };
25
26 #endif
```

## Módulo buffer.cpp

```
1#include <iostream>
2#include "buffer.h"
3
4using namespace std;
5
6IOBuffer&
7IOBuffer::getInstance()
8{
9    static IOBuffer buffer;
10    return buffer;
11}
12
13IOBuffer::IOBuffer() : pos(2*N), last_update(1)
14{
15    buffer[N] = buffer[2*N + 1] = EOF;
16    update();
17}
```

## Módulo buffer.cpp

```
19 void IOBuffer::update()
20 {
21     ++pos;
22
23     if (buffer[pos] != EOF)
24         return;
25
26     if (pos == 2*N + 1)
27     {
28         pos = 0;
29
30         if (last_update == 1)
31         {
32             auto size = fread(buffer, sizeof(char), N, stdin);
33
34             if (size < N)
35                 buffer[size] = EOF;
36
37             last_update = 0;
38         }
39     }
```

## Módulo buffer.cpp

```
40     else if (pos == N)
41     {
42         if (last_update == 0)
43         {
44             auto size = fread(buffer + N + 1, sizeof(char), N, stdin);
45
46             if (size < N)
47                 buffer[N + 1 + size] = EOF;
48
49             last_update = 1;
50         }
51
52         ++pos;
53     }
54 }
55
56 bool
57 IOBuffer::eof() const
58 {
59     return buffer[pos] == EOF;
60 }
```

## Módulo `buffer.cpp`

```
62 int
63 IOBuffer::tell() const
64 {
65     return pos;
66 }
67
68 void
69 IOBuffer::seek(int p)
70 {
71     pos = p;
72 }
73
74 int
75 IOBuffer::get()
76 {
77     auto c = buffer[pos];
78     update();
79
80     return c;
81 }
```

## Módulo `buffer.cpp`

```
83 void
84 IOBuffer::unget()
85 {
86     --pos;
87
88     if (pos < 0)
89         pos = 2*N;
90     else if (pos == N)
91         --pos;
92 }
```



## Referências

1. **AHO**, Alfred V, **SETHI**, Ravi, **ULLMAN**, Jeffrey D. *Compiladores: Princípios, Técnicas e Ferramentas*, LTC Editora, 1995.
2. GeeksForGeeks. [Flex \(Fast Lexical Analyzer Generator\)](#), acesso em 04/06/2022.