Estruturas de Dados

Módulo 11 – Pilhas

Referências

Waldemar Celes, Renato Cerqueira, José Lucas Rangel, *Introdução a Estruturas de Dados*, Editora Campus (2004)

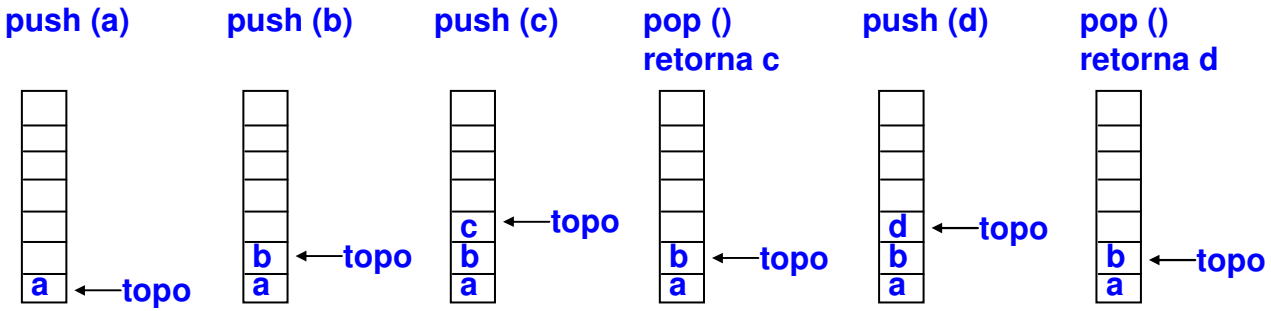
Capítulo 11 – Pilhas

Tópicos

- Introdução
- Interface do tipo pilha
- Implementação de pilha com vetor
- Implementação de pilha com lista
- Exemplo de uso: calculadora pós-fixada

Introdução

- Pilha
  - novo elemento é inserido no topo e acesso é apenas ao topo
    - o primeiro que sai é o último que entrou (LIFO – *last in, first out*)
  - operações básicas:
    - empilhar (*push*) um novo elemento, inserindo-o no topo
    - desempilhar (*pop)* um elemento, removendo-o do topo



Interface do tipo pilha

- Implementações:
  - usando um vetor
  - usando uma lista encadeada
  - simplificação:
    - pilha armazena valores reais

Interface do tipo pilha

- Interface do tipo abstrato Pilha*: pilha.h*
  - função pilha_cria
    - aloca dinamicamente a estrutura da pilha
    - inicializa seus campos e retorna seu ponteiro
  - funções pilha_push e pilha_pop
    - inserem e retiram, respectivamente, um valor real na pilha
  - função pilha_vazia
    - informa se a pilha está ou não vazia
  - função pilha_libera
    - destrói a pilha, liberando toda a memória usada pela estrutura.

```
typedef struct pilha Pilha;

Pilha* pilha_cria (void);

void pilha_push (Pilha* p, float v);

float pilha_pop (Pilha* p);

int pilha_vazia (Pilha* p);

void pilha_libera (Pilha* p);
```

tipo Pilha:
- definido na interface
- depende da implementação do struct pilha

Implementação de pilha com vetor

- Implementação de pilha com vetor
  - vetor (vet) armazena os elementos da pilha
  - elementos inseridos ocupam as primeiras posições do vetor
    - elemento vet[n-1] representa o elemento do topo

```
#define N  50      /* número máximo de elementos */

struct pilha {
   int n;          /* vet[n]:     primeira posição livre do vetor     */
   float vet[N];   /* vet[n-1]:  topo da pilha                        */
                   /* vet[0] a vet[N-1]:  posições ocupáveis          */
};
```

Implementação de pilha com vetor

- função pilha_cria
  - aloca dinamicamente um vetor
  - inicializa a pilha como sendo vazia, isto é, com o número de elementos igual a zero

tipo Pilha: definido na interface
struct pilha: determina a implementação

```
Pilha* pilha_cria (void)
{
  Pilha* p = (Pilha*) malloc(sizeof(Pilha));
  p->n = 0;   /* inicializa com zero elementos */
  return p;
}
```

Implementação de pilha com vetor

- função pilha_push
  - insere um elemento na pilha
  - usa a próxima posição livre do vetor, se houver

```
void pilha_push (Pilha* p, float v)
{
  if (p->n == N) {          /* capacidade esgotada     */
    printf("Capacidade da pilha estourou.\n");
    exit(1);                /* aborta programa         */
  }
  /* insere elemento na próxima posição livre          */
  p->vet[p->n] = v;
  p->n++;                   /* equivalente a:  p->n = p->n + 1 */
}
```

Implementação de pilha com vetor

- função pilha_pop
  - retira o elemento do topo da pilha, retornando o seu valor
  - verificar se a pilha está ou não vazia

```
float pilha_pop (Pilha* p)
{ float v;
   if (pilha_vazia(p)) { printf("Pilha vazia.\n");
                         exit(1); }              /* aborta programa          */
   /* retira elemento do topo */
   v = p->vet[p->n-1];
   p->n--;
   return v;
}
```

Implementação de pilha com lista

- Implementação de pilha com lista
  - elementos da pilha armazenados na lista
  - pilha representada por um ponteiro para o primeiro nó da lista

```
/* nó da lista para armazenar valores reais */
struct lista {
   float info;
   struct lista* prox;
};
typedef struct lista Lista;

/* estrutura da pilha */
struct pilha {
   Lista* prim;                  /* aponta para o topo da pilha */
};
```

Implementação de pilha com lista

- função pilha_cria
  - cria aloca a estrutura da pilha
  - inicializa a lista como sendo vazia

```
Pilha* pilha_cria (void)
{
  Pilha* p = (Pilha*) malloc(sizeof(Pilha));
  p->prim = NULL;
  return p;
}
```

Implementação de pilha com lista

- função pilha_push
  - insere novo elemento n no início da lista

```
void pilha_push (Pilha* p, float v)
{
   Lista* n = (Lista*) malloc(sizeof(Lista));
   n->info = v;
   n->prox = p->prim;
   p->prim = n;
}
```

Implementação de pilha com lista

- função pilha_pop
  - retira o elemento do início da lista

```
float pilha_pop (Pilha* p)
{
   Lista* t;
   float v;
   if (pilha_vazia(p)) {  printf("Pilha vazia.\n");
                          exit(1);  }                    /* aborta programa */
   t = p->prim;
   v = t->info;
   p->prim = t->prox;
   free(t);
   return v;
}
```

Implementação de pilha com lista

- função pilha_libera
  - libera a pilha depois de liberar todos os elementos da lista

```
void pilha_libera (Pilha* p)
{
   Lista* q = p->prim;
   while (q!=NULL) {
      Lista* t = q->prox;
      free(q);
      q = t;
   }
   free(p);
}
```

Exemplo de uso: calculadora pós-fixada

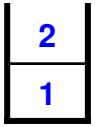
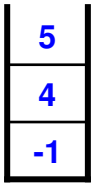
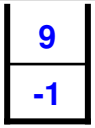
- Notação para expressões aritméticas
  - infixa = operador entre os operandos (1-2)*(4+5)
  - pós-fixa = operador após operandos 1 2 – 4 5 + *
  - pré-fixa = operador antes dos operandos * - 1 2 + 4 5

- Exemplo:
  - calculadora HP científica usa notação pós-fixa

Exemplo de uso: calculadora pós-fixada

- Avaliação de expressões aritméticas pós-fixadas:
  - cada operando é empilhado numa pilha de valores
  - quando se encontra um operador
    - desempilha-se o número apropriado de operandos
      (dois para operadores binários e um para operadores unários)
    - realiza-se a operação devida
    - empilha-se o resultado

- Exemplo:
  - avaliação da expressão 1 2 – 4 5 + *

empilhe os valores 1 e 2	1 2 – 4 5 + *	
quando aparece o operador “–”	1 2 – 4 5 + *	
desempilhe 1 e 2		
empilhe -1, o resultado da operação (1 - 2)		
empilhe os valores 4 e 5	1 2 – 4 5 + *	
quando aparece o operador “+”	1 2 – 4 5 + *	
desempilhe 4 e 5		
empilhe 9, o resultado da operação (4+5)		
quando aparece o operador “*”	1 2 – 4 5 + *	
desempilhe -1 e 9		
empilhe -9, o resultado da operação (-1*9)		

Exemplo de uso: calculadora pós-fixada

- Interface da calculadora *calc.h*

```
typedef struct calc Calc;

/* funções exportadas */
Calc* calc_cria (char* f);
void calc_operando (Calc* c, float v);
void calc_operador (Calc* c, char op);
void calc_libera (Calc* c);

/* tipo representando a calculadora */
struct calc {
  char f[21];       /* formato para impressão (cadeia de caracteres) */
  Pilha* p;         /* pilha de operandos */
};
```

Exemplo de uso: calculadora pós-fixada

- função cria
  - recebe como entrada uma cadeia de caracteres com o formato que será utilizado pela calculadora para imprimir os valores
  - cria uma calculadora inicialmente sem operandos na pilha

```
Calc* calc_cria (char* formato)
{
 Calc* c = (Calc*) malloc(sizeof(Calc));
 strcpy(c->f,formato);        /* copia a cadeia de caracteres " formato "
                                 para a cadeia de caracteres " c->f "        */
 c->p = pilha_cria();         /* cria pilha vazia                            */
 return c;
}
```

Exemplo de uso: calculadora pós-fixada

- função operando
  - coloca no topo da pilha o valor passado como parâmetro

```
void calc_operando (Calc* c, float v)
{
 /* empilha operando */
 pilha_push(c->p,v);

 /* imprime topo da pilha */
 printf(c->f,v);
}
```

Exemplo de uso: calculadora pós-fixada

- função operador
  - retira dois valores do topo da pilha (operadores são binários)
  - efetua a operação correspondente
  - coloca o resultado no topo da pilha
    - operações válidas: '+' , '-' , '*' e '/'
    - se não existirem operandos na pilha, assume-se que são zero

```
void calc_operador (Calc* c, char op)
{
 float v1, v2, v;
 if (pilha_vazia(c->p))          /* desempilha operandos */
    v2 = 0.0;
 else
    v2 = pilha_pop(c->p);
 if (pilha_vazia(c->p))
    v1 = 0.0;
 else
    v1 = pilha_pop(c->p);
 switch (op) {                   /* faz operação          */
    case '+':    v = v1+v2;     break;
    case '-':    v = v1-v2;     break;
    case '*':    v = v1*v2;     break;
    case '/':     v = v1/v2;    break;
 }
pilha_push(c->p,v);              /* empilha resultado     */
printf(c->f,v);                  /* imprime topo da pilha */
}
```

Exemplo de uso: calculadora pós-fixada

```
/* Programa para ler expressão e chamar funções da calculadora */

#include <stdio.h>
#include "calc.h"

int main (void)
{
 char c;
 float v;
 Calc* calc;

 /* cria calculadora com formato de duas casas decimais */
 calc = calc_cria ("%.2f\n");
```

(ver livro)

Resumo

Pilha

top	retorna o topo da pilha
push	*insere* novo elemento no topo da pilha
pop	*remove o* elemento do topo da pilha