INF1007: Programação 2
10 – Filas

Tópicos

- Introdução
- Interface do tipo fila
- Implementação de fila com vetor
- Implementação de fila com lista
- Fila dupla
- Implementação de fila dupla com lista

Introdução

- Fila
  - um novo elemento é inserido no final da fila e um elemento é retirado do início da fila
    - fila = “o primeiro que entra é o primeiro que sai” (FIFO)
    - pilha = “o último que entra é o primeiro que sai” (LIFO)

Interface do tipo fila

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

Interface do tipo fila

- Interface do tipo abstrato Fila*: fila.h*
  - função fila_cria
    - aloca dinamicamente a estrutura da fila
    - inicializa seus campos e retorna seu ponteiro
  - função fila_insere e função fila_retira
    - insere e retira, respectivamente, um valor real na fila
  - função fila_vazia
    - informa se a fila está ou não vazia
  - função fila_libera
    - destrói a fila, liberando toda a memória usada pela estrutura

```
typedef struct fila Fila;

Fila* fila_cria (void);

void fila_insere (Fila* f, float v);

float fila_retira (Fila* f);

int fila_vazia (Fila* f);

void fila_libera (Fila* f);
```

tipo Fila:
- definido na interface
- depende da implementação do struct fila

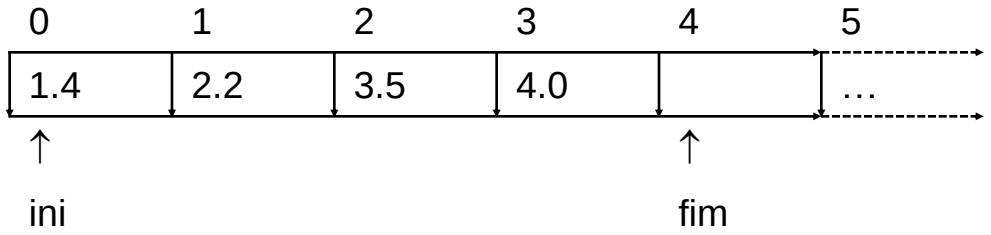
Implementação de fila com vetor

- Implementação de fila com vetor
  - vetor (vet) armazena os elementos da fila
  - estrutura de fila:

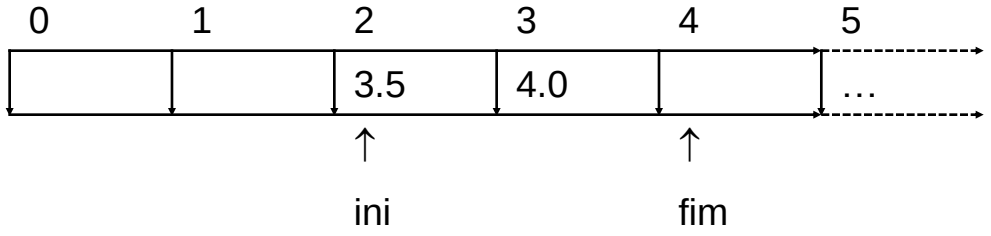
```
#define N  100      /* número máximo de elementos */

struct fila {
   int n;           /* número de elementos na fila */
   int ini;         /* posição do próximo elemento a ser retirado da fila */
   float vet[N];
};
```

Implementação de fila com vetor

- Implementação de fila com vetor
  - processo de inserção e remoção em extremidades opostas da fila faz com que a fila “ande” no vetor
    - inserção dos elementos 1.4, 2.2, 3.5, 4.0

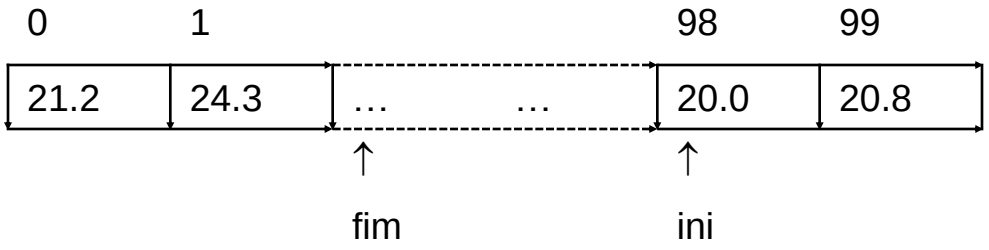


    - remoção de dois elementos



Implementação de fila com vetor

- Implementação de fila com vetor
  - incremento das posições do vetor de forma “circular”:
    - se o último elemento da fila ocupa a última posição do vetor, os novos elementos são inseridos a partir do início do vetor
    - exemplo:
      - quatro elementos, 20.0, 20.8, 21.2 e 24.3
      - distribuídos dois no fim do vetor e dois no início



Implementação de fila com vetor

- Implementação de fila com vetor
  - incremento das posições do vetor de forma “circular”:
    - usa o operador módulo “%”
  - parâmetros da fila:

    n = número de elementos na fila

    ini = posição do próximo elemento a ser retirado da fila

    fim = posição onde será inserido o próximo elemento

```
...
fim = (ini+n)%N
...
```

Implementação de fila com vetor

- função fila_cria
  - aloca dinamicamente um vetor
  - inicializa a fila como sendo vazia (número de elementos = 0)

tipo Fila: definido na interface
struct fila: determina a implementação

```
Fila* fila_cria (void)
{
  Fila* f = (Fila*) malloc(sizeof(Fila));
  f->n = 0;          /* inicializa fila como vazia          */
  f->ini = 0;        /* escolhe uma posição inicial         */
  return f;
}
```

Implementação de fila com vetor

- função fila_insere
  - insere um elemento no final da fila
  - usa a próxima posição livre do vetor, se houver

```
void fila_insere (Fila* f, float v)
{  int fim;
   if (f->n == N) {   /* fila cheia: capacidade esgotada */
      printf("Capacidade da fila estourou.\n");
      exit(1);        /* aborta programa */
   }
   /* insere elemento na próxima posição livre */
   fim = (f->ini + f->n) % N;
   f->vet[fim] = v;
   f->n++;
}
```

Implementação de fila com vetor

- função fila_retira
  - retira o elemento do início da fila, retornando o seu valor
  - verifica se a fila está ou não vazia

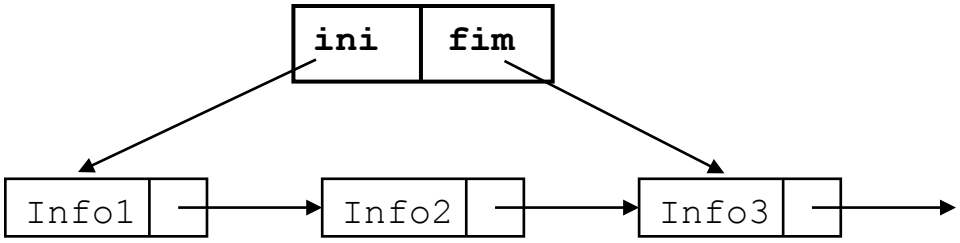
```
float fila_retira (Fila* f)
{ float v;
   if (fila_vazia(f)) {
      printf("Fila vazia.\n");
      exit(1);        /* aborta programa */
   }
   /* retira elemento do início */
   v = f->vet[f->ini];
   f->ini = (f->ini + 1) % N;
   f->n--;
   return v;
}
```

Implementação de fila com lista

- Implementação de fila com lista
  - elementos da fila armazenados na lista
  - usa dois ponteiros

    ini aponta para o primeiro elemento da fila

    fim aponta para o último elemento da fila



Implementação de fila com lista

- Implementação de fila com lista
  - elementos da fila armazenados na lista
  - fila 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 fila */
struct fila {
   Lista* ini;
   Lista* fim;
};
```

Implementação de fila com lista

- função fila_cria
  - cria aloca a estrutura da fila
  - inicializa a lista como sendo vazia

```
Fila* fila_cria (void)
{
   Fila* f = (Fila*) malloc(sizeof(Fila));
   f->ini = f->fim = NULL;
   return f;
}
```

Implementação de fila com lista

- função fila_insere
  - insere novo elemento n no final da lista

```
void fila_insere (Fila* f, float v)
{
  Lista* n = (Lista*) malloc(sizeof(Lista));
  n->info = v;              /* armazena informação              */
  n->prox = NULL;           /* novo nó passa a ser o último     */
  if (f->fim != NULL)       /* verifica se lista não estava vazia */
    f->fim->prox = n;
  else                      /* fila estava vazia                */
    f->ini = n;
  f->fim = n;               /* fila aponta para novo elemento   */
}
```

Implementação de fila com lista

- função fila_retira
  - retira o elemento do início da lista

```
float fila_retira (Fila* f)
{  Lista* t;
   float v;
   if (fila_vazia(f)) {  printf("Fila vazia.\n");
                         exit(1); }          /* aborta programa          */
   t = f->ini;
   v = t->info;
   f->ini = t->prox;
   if (f->ini == NULL)                       /* verifica se fila ficou vazia */
      f->fim = NULL;
   free(t);
   return v;
}
```

Implementação de fila com lista

- função fila_libera
  - libera a fila depois de liberar todos os elementos da lista

```
void fila_libera (Fila* f)
{
   Lista* q = f->ini;
   while (q!=NULL) {
      Lista* t = q->prox;
      free(q);
      q = t;
   }
   free(f);
}
```

Fila dupla

- Fila dupla:
  - fila na qual é possível:
    - inserir novos elementos no início e no fim
    - retirar elementos de ambos os extremos
  - simula, dentro de uma mesma estrutura, duas filas, com os elementos em ordem inversa uma da outra

Interface do tipo fila dupla

- Interface do tipo abstrato Fila2*: fila2.h*
  - função fila2_cria
    - aloca dinamicamente a estrutura da fila
    - inicializa seus campos e retorna seu ponteiro
  - função fila2_insere_fim e função fila2_retira_ini
    - insere no fim e retira do início, respectivamente, um valor real na fila
  - função fila2_insere_ini e função fila2_retira_fim
    - insere no início e retira do fim, respectivamente, um valor real na fila
  - função fila2_vazia
    - informa se a fila está ou não vazia
  - função fila2_libera
    - destrói a fila, liberando toda a memória usada pela estrutura

```
typedef struct fila2 Fila2;

Fila2* fila2_cria (void);

void fila2_insere_ini (Fila2* f, float v);

void fila2_insere_fim (Fila2* f, float v);

float fila2_retira_ini (Fila2* f);

float fila2_retira_fim (Fila2* f);

int fila2_vazia (Fila2* f);

void fila2_libera (Fila2* f);
```

Implementação de fila dupla com vetor

- função fila2_insere_ini
  - insere elemento no início da fila
    - índice do elemento que precede ini é dado por (ini - 1 + N) % N

```
void fila2_insere_ini (Fila* f, float v)
{  int prec;
   if (f->n == N) {   /* fila cheia: capacidade esgotada    */
      printf("Capacidade da fila estourou.\n");
      exit(1);          /* aborta programa                    */
   }
   /* insere elemento na posição precedente ao início   */
   prec = (f->ini - 1 + N) % N;          /* decremento circular */
   f->vet[prec] = v;
   f->ini = prec;      /* atualiza índice para início          */
   f->n++;
}
```

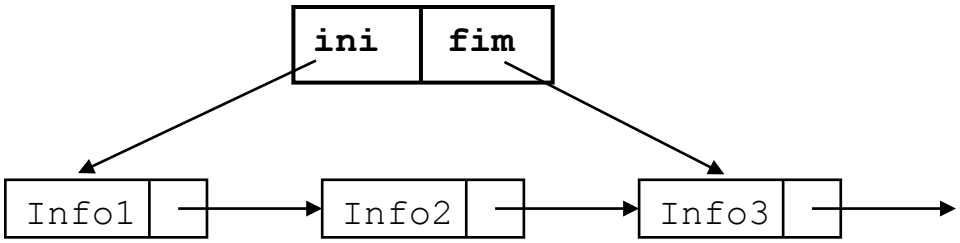
Implementação de fila dupla com vetor

- função fila2_retira_final
  - retira elemento do final da fila
    - índice do último elemento é dado por (ini+n-1)%N

```
float fila_retira (Fila* f)
{ float v;
   if (fila_vazia(f)) {
      printf("Fila vazia.\n");
      exit(1);        /* aborta programa */
   }
   /* retira elemento do início */
   v = f->vet[f->ini];
   f->ini = (f->ini + 1) % N;
   f->n--;
   return v;
}
```

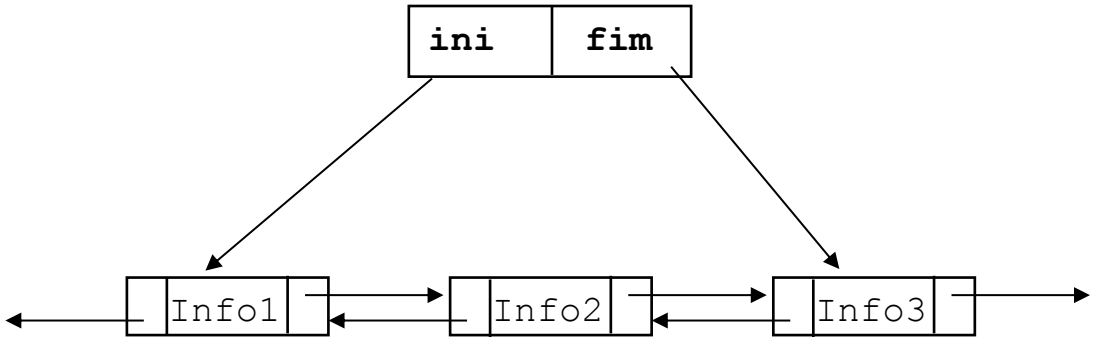
Implementação de fila dupla com lista duplamente encadeada

- Implementação de fila dupla com lista simplesmente encadeada
  - função para retirar do fim
    - não pode ser implementada de forma eficiente
    - dado o ponteiro para o último elemento da lista, não é possível acessar de forma eficiente o anterior, que passaria a ser o último elemento



Implementação de fila dupla com lista duplamente encadeada

- Implementação de fila dupla com lista duplamente encadeada
  - dado o ponteiro de um nó, é possível acessar ambos os elementos adjacentes
  - resolve o problema de acessar o elemento anterior ao último



Implementação de fila dupla com lista duplamente encadeada

- Implementação de fila dupla com lista duplamente encadeada

```
/* nó da lista para armazenar valores reais */
struct lista2 {
   float info;
   struct lista2* ant;
   struct lista2* prox;
};
typedef struct lista2 Lista2;

/* estrutura da fila */
struct fila2 {
   Lista2* ini;
   Lista2* fim;
};
```

Implementação de fila dupla com lista duplamente encadeada

- função auxiliar: insere no início
  - insere novo elemento n no inicio da lista duplamente encadeada

```
/* função auxiliar: insere no início */
static Lista2* ins2_ini (Lista2* ini, float v)
{
   Lista* p = (Lista2*) malloc(sizeof(Lista2));
   p->info = v;
   p->prox = ini;
   p->ant = NULL;
   if (ini != NULL)              /* verifica se lista não estava vazia */
      ini->ant = p;
   return p;
}
```

Implementação de fila dupla com lista duplamente encadeada

- função auxiliar: insere no fim
  - insere novo elemento n no fim da lista duplamente encadeada

```
/* função auxiliar: insere no fim */
static Lista2* ins2_fim (Lista2* fim, float v)
{
   Lista2* p = (Lista2*) malloc(sizeof(Lista2));
   p->info = v;
   p->prox = NULL;
   p->ant = fim;
   if (fim != NULL)              /* verifica se lista não estava vazia */
      fim->prox = p;
   return p;
}
```

Implementação de fila dupla com lista duplamente encadeada

- função auxiliar: retira do início
  - retira elemento do inicio da lista duplamente encadeada

```
/* função auxiliar: retira do início */
static Lista2* ret2_ini (Lista2* ini)
{
   Lista2* p = ini->prox;
   if (p != NULL)    /* verifica se lista não ficou vazia */
      p->ant = NULL;
   free(ini);
   return p;
}
```

Implementação de fila dupla com lista duplamente encadeada

- função auxiliar: retira do fim
  - retira elemento do fim da lista duplamente encadeada

```
/* função auxiliar: retira do fim */
static Lista2* ret2_fim (Lista2* fim)
{
   Lista2* p = fim->ant;
   if (p != NULL)                /* verifica se lista não ficou vazia */
      p->prox = NULL;
   free(fim);
   return p;
}
```

Implementação de fila dupla com lista duplamente encadeada

- funções fila2_insere_ini e fila2_insere_fim

```
void fila2_insere_ini (Fila2* f, float v) {
   f->ini = ins2_ini(f->ini,v);
   if (f->fim==NULL)          /* fila antes vazia? */
      f->fim = f->ini;
}


void fila2_insere_fim (Fila2* f, float v) {
   f->fim = ins2_fim(f->fim,v);
   if (f->ini==NULL)          /* fila antes vazia? */
      f->ini = f->fim;
}
```

Implementação de fila dupla com lista duplamente encadeada

- função fila2_retira_ini

```
float fila2_retira_ini (Fila2* f) {
   float v;
   if (fila2_vazia(f)) {
      printf("Fila vazia.\n");
      exit(1);                    /* aborta programa */
   }
   v = f->ini->info;
   f->ini = ret2_ini(f->ini);
   if (f->ini == NULL)            /* fila ficou vazia? */
      f->fim = NULL;
   return v;
}
```

Implementação de fila dupla com lista duplamente encadeada

- função fila2_retira_fim

```
float fila2_retira_fim (Fila2* f) {
   float v;
   if (vazia(f)) {
      printf("Fila vazia.\n");
      exit(1);                    /* aborta programa */
   }
   v = f->fim->info;
   f->fim = ret2_fim(f->fim);
   if (f->fim == NULL)            /* fila ficou vazia? */
      f->ini = NULL;
   return v;
}
```

Implementação de fila dupla com lista duplamente encadeada

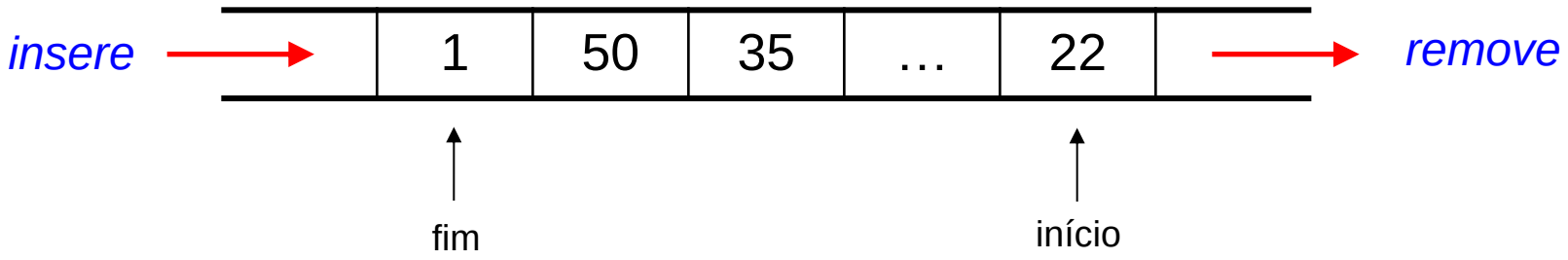
- função fila_retira
  - retira o elemento do início da lista

```
float fila_retira (Fila* f)
{  Lista* t;
   float v;
   if (fila_vazia(f)) {  printf("Fila vazia.\n");
                         exit(1); }          /* aborta programa          */
   t = f->ini;
   v = t->info;
   f->ini = t->prox;
   if (f->ini == NULL)                       /* verifica se fila ficou vazia */
      f->fim = NULL;
   free(t);
   return v;
}
```

Resumo

fila

insere	insere novo elemento no final da fila
remove	remove o elemento do inicio da fila



Referências

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

Capítulo 12 – Filas