MC-202
Escolhendo uma Estrutura de Dados

Rafael C. S. Schouery
rafael@ic.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas

Atualizado em: 2024-07-17 11:15

Durante o curso vimos várias EDs...

- Listas Ligadas
  - simples, duplas, circulares, com cabeça
- Pilhas e Filas
- Árvores
  - Heaps Binários (fila de prioridade)
  - Árvores Binárias de Busca
  - Árvores Rubro-Negras
  - Árvores B
- Hashing
- Grafos

Qual delas usar?

Estruturas de Dados Específicas

Algumas das EDs que vimos servem para tarefas específicas

- Grafos são usados quando há relações entre itens
  - Ex: rede social, ordem de tarefas, caminho mínimo
- Pilhas e Filas:
  - remoção acontece de acordo com a ordem de inserção
- Filas de Prioridade:
  - remoção acontece de acordo com a prioridade

É comum termos que usar essas EDs em algoritmos

- Ex: Conversão de notação infixa para pós-fixa
- Ex: Percurso em Largura em Árvores
- Ex: Caminhos mínimos

Isto é, a necessidade faz com que usemos a ED

- Não tem muito o que escolher...

EDs com Inserção, Remoção e Busca

Outras EDs têm um conjunto de operações em comum

- Vetores
- Listas Ligadas
- Árvores
- Hashing

Existe uma estrutura que é melhor do que as outras?

- Não de maneira geral...

Como escolher?

Precisamos ver quais operações são necessárias

- E qual a frequência de cada operação...

Quero fazer buscas frequentes usando uma chave

- vetores não ordenados e listas não são boas opções

Faço operações frequentes que dependem de ordem

- hash e estruturas não ordenadas não são boas opções

Preciso remover com frequência elementos usando a chave

- vetores ordenados e listas ligadas não são boas opções

ABBs balanceadas são sempre boas opções

- Suportam um grande número de operações em $\mathrm{O}(\lg n)$
- Mas nem sempre são a melhor opção...

Análise de tempo

Relembrando:

- Algoritmo $\mathrm{O}(n^2)$ pode ser mais rápido do que outro $\mathrm{O}(n^2)$
- Otimizações no código levam a programas mais rápidos
- A escolha do algoritmo é o principal fator de impacto
  - Algoritmo $\mathrm{O}(n \lg n)$ vs. $\mathrm{O}(n^2)$

Tipos de Análise de Tempo

Algoritmo é $\mathrm{O}(f(n))$ no pior caso

- Dá uma certeza sobre a qualidade do algoritmo

Algoritmo é $\mathrm{O}(f(n))$ no caso médio

- Podendo ser melhor ou pior para uma instância específica
  - Bom se você espera que as instâncias sejam aleatórias
- A média pode ser em relação aos bits aleatórios usados
  - Nesse caso, o algoritmo é aleatorizado
  - Tempo de execução diferente para a mesma instância

Algoritmo é $\mathrm{O}(f(n))$ amortizado

- A média das operações realizadas tem custo $\mathrm{O}(f(n))$
- Operações mais lentas compensadas por mais rápidas

Análise empírica:

- Análise estatística do tempo de execução do algoritmo

Exemplos

Árvores Rubro-Negras: altura $\mathrm{O}(\lg n)$

- No pior caso

Árvores Splay: m inserções/buscas em $\mathrm{O}((n+m)\lg(n+m))$

- Análise amortizada

Árvores de Busca Binária (simples) têm altura média $\mathrm{O}(\lg n)$

- Considerando permutações aleatória de n chaves
- Versão aleatorizada tem altura média $\mathrm{O}(\lg n)$
  - Média na altura em relação as execuções

Posso ter um algoritmo que as vezes é pior, mas que é melhor em geral?

- Em alguns sistemas sim
- Em outros sistemas definitivamente não

Informações sobre o Problema

Informações sobre o problema a ser resolvido podem ser úteis

Ex: dados a serem inseridos são praticamente aleatórios

- Posso usar ABBs ao invés de Rubro-Negra

Ex: a função de hashing não é boa para o conjunto de chaves

- posso usar outra função de hashing
- ou usar uma Rubro-Negra

Bibliotecas de Estruturas de Dados

Na maior parte das vezes, não implementamos as nossas EDs

- Usamos bibliotecas prontas de EDs
- Principalmente em Java, C++, Python, etc...

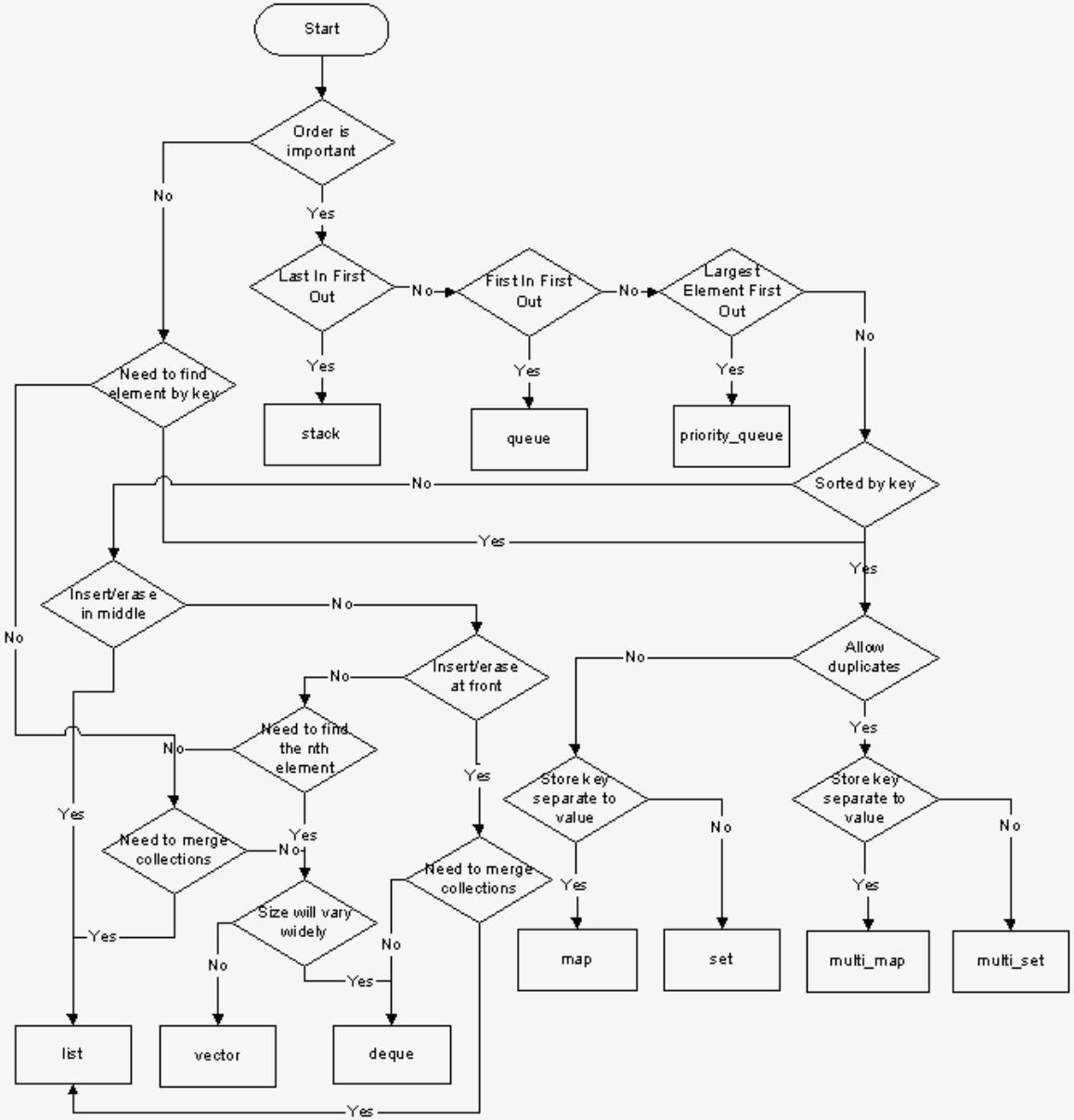
Ex: STD — (C++ Standard Library)

- `array`, `vector` (dinâmico)
- `stack`, `queue`, `deque`, `priority_queue`
- `forward_list` (simples), `list` (dupla)
- `set`, `multiset`, `unordered_set`, `unordered_multiset`
- `map`, `multimap`, `unordered_map`, `unordered_multimap`

São estruturas genéricas, talvez o conhecimento do problema permita fazer algo melhor...

- É importante entender ao invés de só usar

Escolhendo em C++[1]



[1] http://homepages.e3.net.nz/~djm/cppcontainers.html

E no Python?

Algumas estruturas de dados básicas do Python 3

- `list`
  - Cresce de acordo com a necessidade
  - Pode ser usada como uma pilha
- `dict`
  - *"A mapping object maps hashable values to arbitrary objects."*
- `set`
  - *"A set object is an unordered collection of distinct hashable objects."*
- `deque` (de `collections`)
  - funciona como `deque` ou fila
- módulo `heapq`
  - funções de fila de prioridades

E é possível encontrar outras bibliotecas...

Exercício

Vamos discutir qual ED usar nos seguintes problemas:

1. Tabela de alunos da DAC
2. Tabela de símbolos do compilador
3. Sistema de arquivos
4. Tabela de aberturas de xadrez

Disciplinas da Computação

MC322 — Programação Orientada a Objetos

- Como desenvolver sistemas computacionais maiores
- De maneira organizada...

Disciplinas da Teoria da Computação

- MC358 — Fundamentos Matemáticos da Computação
  - base teórica para análise de algoritmos
  - matemática discreta
- MC458 — Projeto e Análise de Algoritmos I
  - Notação assintótica e análise de algoritmos
- MC558 — Projeto e Análise de Algoritmos II
  - Algoritmos em Grafos