

Organização e Recuperação da Informação

Árvores B - Parte 2: Remoção

Jander Moreira
jander@dc.ufscar.br

Universidade Federal de São Carlos
Departamento de Computação

2014

Remoção

Tratamento
de
subutilização

Empréstimo
Fusão

Comentários
finais

- 1 Remoção
- 2 Tratamento de subutilização
Empréstimo
Fusão
- 3 Comentários finais

Remoção

Tratamento
de
subutilização

Empréstimo
Fusão

Comentários
finais

Remoção

Remoção

Tratamento
de
subutilizaçãoEmpréstimo
FusãoComentários
finais

Princípios da remoção:

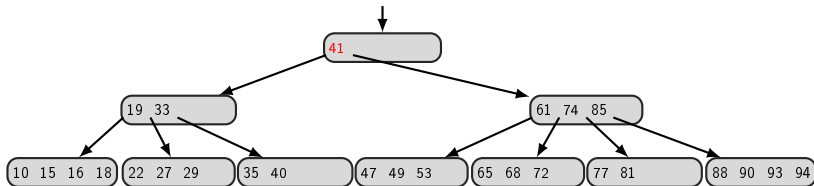
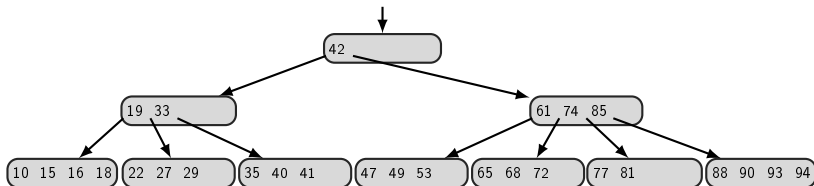
- Remoção efetiva no nó folha
- Transformação da remoção em nó interno em uma remoção em nó folha
- Limitação das modificações na estrutura da árvore

Casos de remoção:

- Em nó interno: substituição da chave
- Em nó folha: remoção sumária e tratamento de subutilização

Remoção

Remoção

Tratamento
de
subutilizaçãoEmpréstimo
FusãoComentários
finais

Remoção de chave de um nó interno: 42. A árvore tem ordem 5.

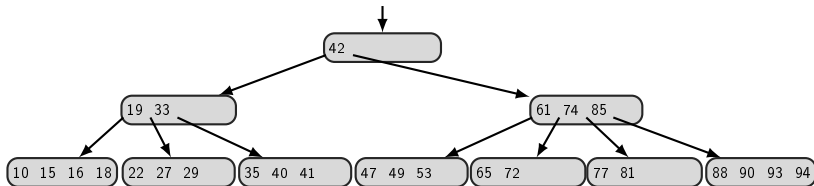
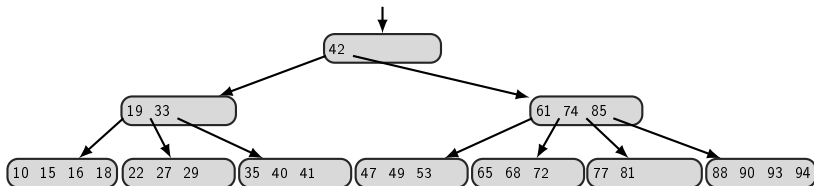
Remoção

Remoção

Tratamento
de
subutilização

Empréstimo
Fusão

Comentários
finais



Remoção de chave de um nó folha: 68. A árvore tem ordem 5.

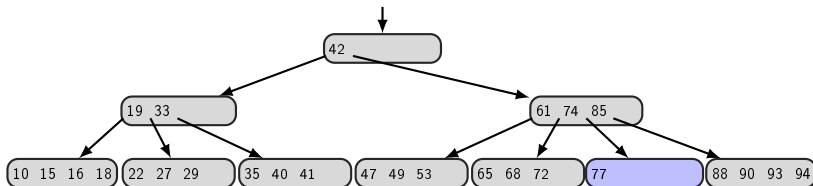
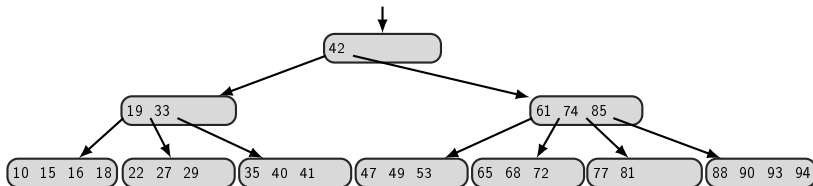
Remoção

Remoção

Tratamento
de
subutilização

Empréstimo
Fusão

Comentários
finais



Remoção de chave de um nó folha: 81. Indicação do nó com violação do critério de número mínimo de chaves por nó. A árvore tem ordem 5.

Remoção

Tratamento
de
subutilização

Empréstimo
Fusão

Comentários
finais

Tratamento de subutilização

Tratamento

Remoção

Tratamento
de
subutilização

Empréstimo
Fusão

Comentários
finais

Violação do critério de ocupação mínima do nó:

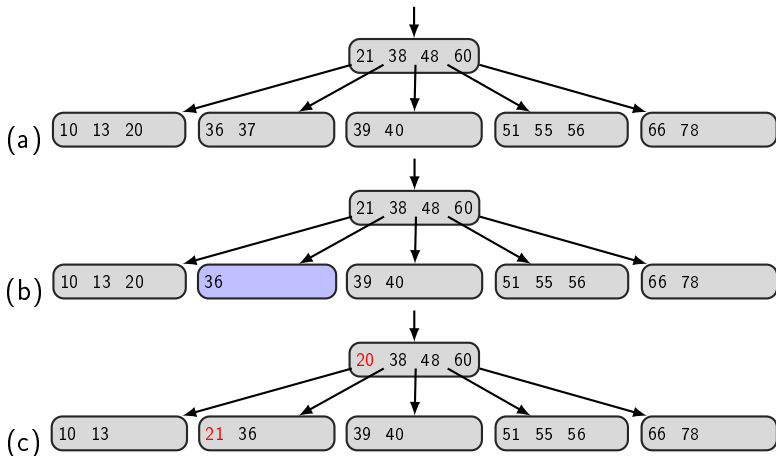
- Tentativa de movimentação de chaves entre nós irmãos
- Fusão de nós, com redução do número de nós da árvore

Empréstimo (rotação de chaves):

- Verificação de um nó irmão, vizinho imediato, pela possibilidade de cessão de uma chave
- Permuta das chaves envolvendo o nó com problema, o nó irmão e o nó pai
- Empréstimo do irmão à esquerda: cessão da maior chave
Rotação em sentido horário
- Empréstimo do irmão à direita: cessão da menor chave
Rotação em sentido anti-horário

Tratamento

Remoção

Tratamento
de
subutilização**Empréstimo**
FusãoComentários
finais

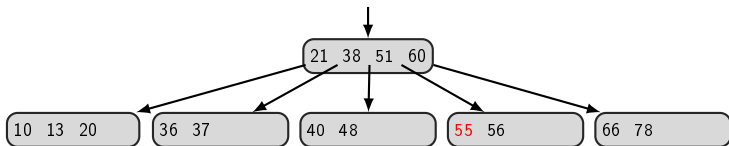
Remoção com empréstimo em árvore de ordem 5. (a) Árvore original; (b) Resultado depois da remoção da chave 37; (c) Resultado do empréstimo.

Fusão:

- Ocorrência apenas depois das tentativas de empréstimo
- Redução do número de nós da árvore
- Envolvimento do nó com problema, de um nó irmão imediato e do nó pai
- Possibilidade do nó pai ficar abaixo do mínimo de chaves, já que há redução no seu número de chaves

Tratamento

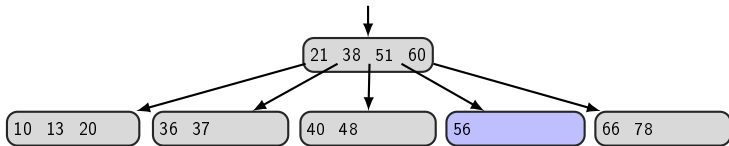
Remoção

Tratamento
de
subutilizaçãoEmpréstimo
FusãoComentários
finais

Árvore de ordem 5 original para remoção da chave 55.

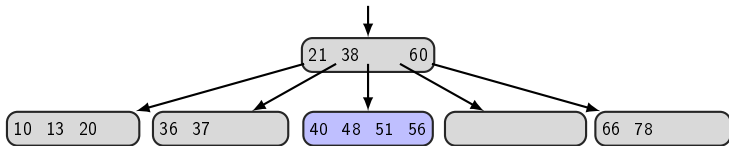
Tratamento

Remoção

Tratamento
de
subutilizaçãoEmpréstimo
FusãoComentários
finais

Resultado depois da remoção da chave 55, com indicação do nó com subutilização.

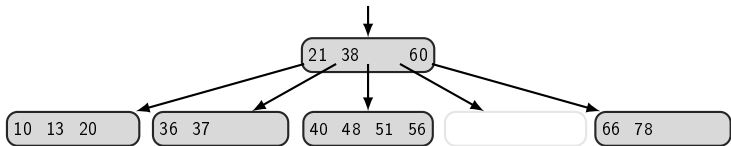
Remoção

Tratamento
de
subutilizaçãoEmpréstimo
FusãoComentários
finais

Resultado da transferência das chaves para o nó resultante (indicado).

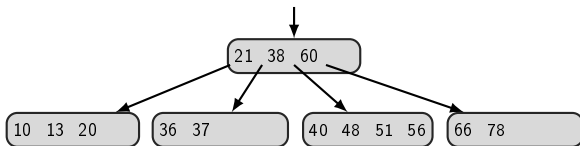
Tratamento

Remoção

Tratamento
de
subutilizaçãoEmpréstimo
FusãoComentários
finais

Resultado da liberação do nó que ficou vazio.

Remoção

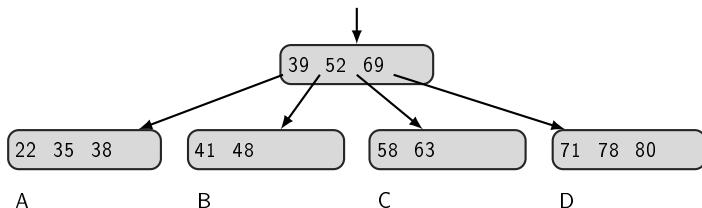
Tratamento
de
subutilizaçãoEmpréstimo
FusãoComentários
finais

Resultado final, com o ajuste das chaves da raiz.

Remoção

Tratamento
de
subutilizaçãoEmpréstimo
FusãoComentários
finais

Considere a árvore de ordem 5:



Escolha uma das afirmações, considerando-se a remoção da chave 52:

- (A) Ocorre um empréstimo de chaves de um nó irmão.
- (B) Ocorre a fusão dos nós *B* e *C*.
- (C) O nó *A* não é consultado.
- (D) O nó *D* é consultado incondicionalmente.

Remoção

Tratamento
de
subutilização

Empréstimo
Fusão

Comentários
finais

Comentários finais

Remoção

Tratamento
de
subutilizaçãoEmpréstimo
FusãoComentários
finais

Remoção:

- Alteração localizada da estrutura da árvore
- Envolvimento do mínimo número de nós no tratamento de subutilização
 - Primeiro: empréstimos
 - Último caso: fusão