Universidade Estadual do Oeste do Parana - UNIOESTE

Jhonata R.de Peder
Marcelo Schuck

Banco deDados I

Estruturas de Índices para Arquivos

Cascavel - Pr
2009

Sumário

- Introdução;
- Índices Ordenados de nível único;
  - Índices principais;
  - Índices clustering;
  - Índices secundários;
- Índices Multinível;
  - Índices dinâmicos multinível;
  - Arvores-B;
  - Arvores-B^+;
- Índices em chaves com mais de um atributo;
  - Hash;
  - Grade;
- Índices Lógicos;

Introdução

- Índices:
  - Acelerar recuperação de dados;
  - Caminhos de acesso secundários;
  - Acessos eficientes;
  - Originado por qualquer campo da tabela;
  - Associação entre diferentes índices;
  - Ponteiro para o endereço fisico;
  - Unico ou varios níveis;
  - Varias estruturações;
  - Ampla utilização;

Índices Ordenados de Nível Único

- Dados armazenados de forma sequencial;
- Índice remessivo;
- Chave primária;
- Conjunto de ponteiros;
  - Apontam para uma cabeça em disco;
  - Busca binario;
- Tamanho reduzido;
- Três divisões:
  - Índices Principais;
  - Índices Clustering;
  - Índices Secundarios;

Índices Ordenados de Nível Único

- Índices Principais:
  - Arquivo ordenado;
  - Tamanho fixo;
  - Dois campos;
  - Ponteiro para cada bloco;
  - Originario de dados unicos;
  - Tamanho em disco reduzido;
  - Âncora de bloco;
  - Problemas em operações de incluir e excluir;
  - Arquivos de overflow;

Índices Ordenados de Nível Único

- Índices Clustering:
  - Campo não chave;
  - Agrupamento de valores;
  - Campo clustering;
  - Recuperação acelerada;
  - Pesquisas em grupos;
  - Ordenado por dois campos;
  - Índice não denso;
  - Problemas em operações de incluir e excluir;
    - Semelhante ao Índice Pincipal;

Índices Ordenados de Nível Único

- Índices Secundário:
  - Arquivo ordenado em dois campos;
  - Chaves secundárias;
  - Ponteiros encadeados;
  - Pesquisa binária;
  - Impossibilidade de utilizar âncoras de blocos;
  - Uma entrada para cada registro;

Índices Multinível

- Originario de índices de um único nível;
- Índices ordenados encadeados;
- Ampla utilização comercial;
- Índices principais multiníveis;
- Inserção manipulada por arquivos;
- Índices recriáveis;
- Índices dinâmicos multinível:
  - Arvores-B;
  - Arvores-B^+;

Índices Multinível

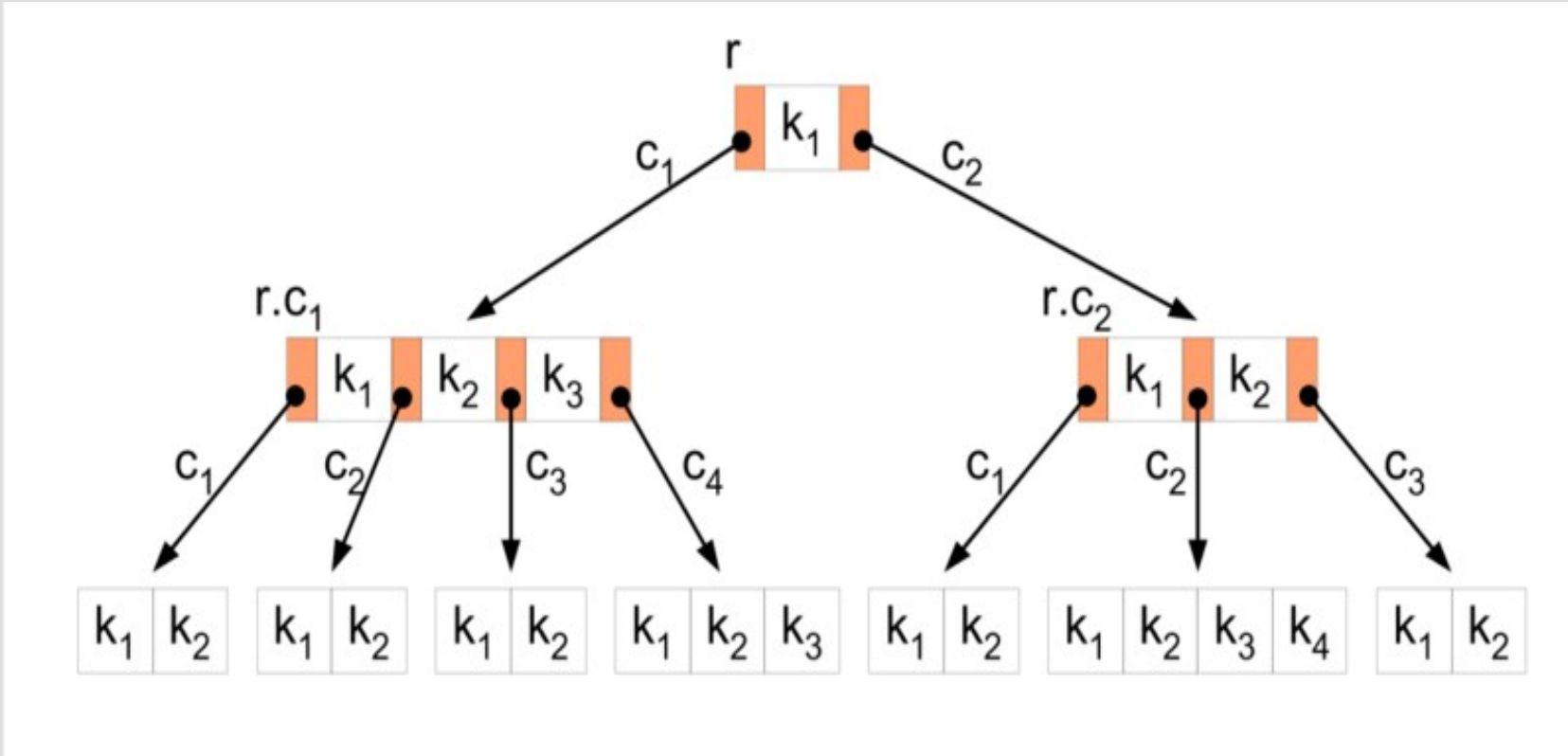
- Índices dinâmicos multinível:
  - Redução de acesso a blocos;
  - Arquivos fisicamente ordenados;
  - Problemas de inclusão e exclusão;
  - Índice multinível sem tamanho fixo;
  - Normalmente implementados em SGBDs;
  - Sistema flexivel e escalavel;
  - Comumente implementado com Arvores-B;

Índices Multinível

- Índices dinâmicos multinível:
  - Arvores-B:
    - Desenvolvidas para discos magnéticos ou memórias secundarias;
    - Falta de espaço na memória principal;
    - Cópia de blocos de dados na memória principal, quando necessário e;
    - Grava na memória secundaria os dados alterados;
    - Arvore de busca otimizada;
    - Minimização de operações de entrada e saída;
    - Cada nó pode apresentar varios filhos;
    - Altura reduzida;
    - Tempo de computação de $O(\log n)$;

Índices Multinível

- Índices dinâmicos multinível:
  - Arvores-B:



Índices Multinível

- Índices dinâmicos multinível:
  - Arvores-B: Definição:
    - Cada nó x de uma Arvore-B possui:
      - n[x] chaves, armazenadas em ordem crescente: chave1[x], chave2[x], ... , chaven[x].
      - d[x] dados associados1 às n[x] chaves.
      - Um campo booleano que define se o nó é folha ou se é um nó interno.
    - Se x é um nó interno, então x terá n + 1 ponteiros para seus filhos. As folhas não têm filhos.
    - Duas chaves adjacentes chavea[x], chaveb[x] em um nó x definem um intervalo onde todas as chaves ki em que chavea[x] < ki < chaveb[x] se encontrarão na sub-árvore com raiz em x acessível a partir do ponteiro filhoa+1[x].

Índices Multinível

- Índices dinâmicos multinível:
  - Arvores-B: Definição:
    - Toda folha possui a mesma profundidade, que é a altura da árvore h.
    - Cada nó da Arvore-B, por definição, possui restrições quanto à quantidade de chaves.
    - Cada nó, exceto a raiz, precisa ter pelo menos t-1 chaves.
    - Cada nó interno, exceto a raiz, precisa ter t ponteiros para seus filhos.
    - Cada nó possui no máximo 2t-1 chaves, para que assim cada nó interno tenha no máximo 2t filhos.

Índices Multinível

- Índices dinâmicos multinível:
  - Arvores-B: Busca:
    - Semelhante a busca binaria;
    - Decisão deve incluir pesquisa nas chaves;
    - n[x] + 1 decisões, sendo n[x] o número de chave em um nó, é o pior caso;
    - Numero de acessos relativos a altura da arvores;
    - Para n chaves, t chaves minimas por nó e altura h, tem-se O(logt n) acessos;

Índices Multinível

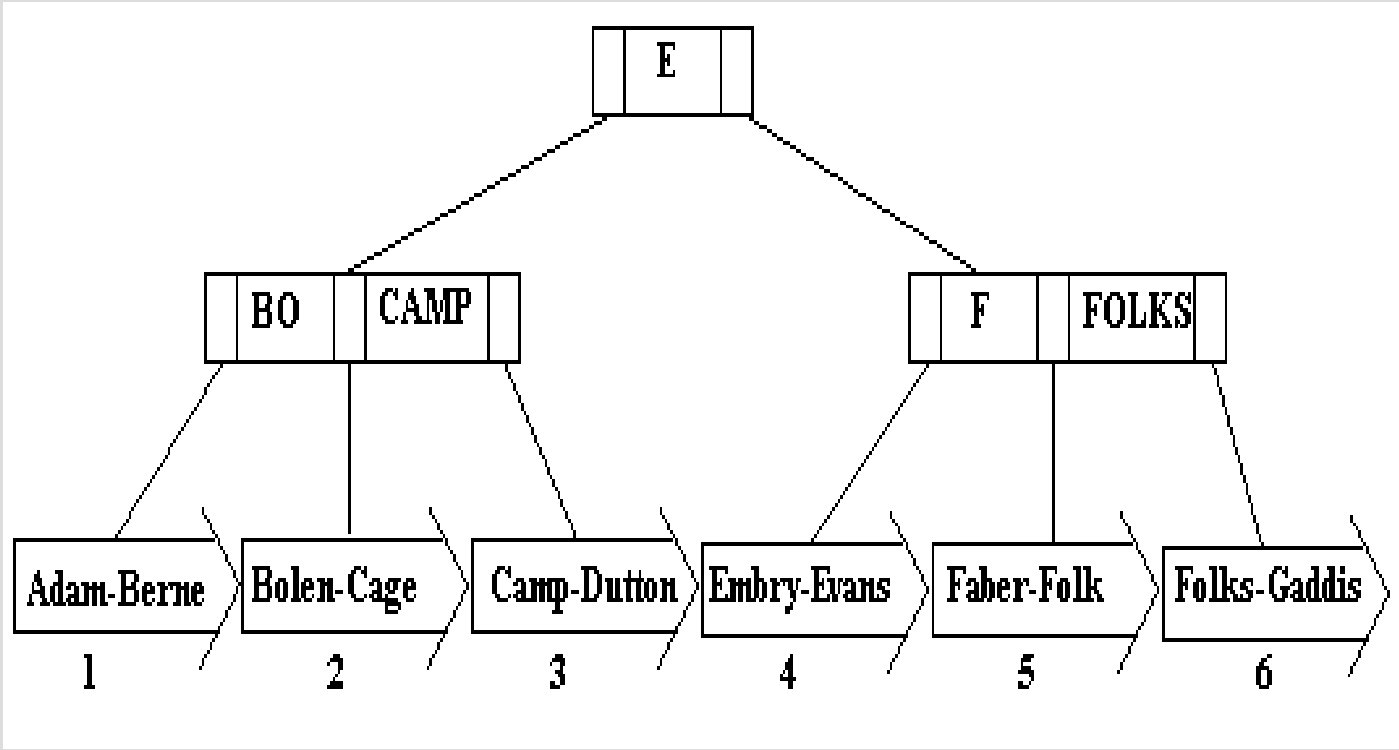
- Índices dinâmicos multinível:
  - Arvores-B: Inserção:
    - Método mais complexo;
    - Se nó não esta cheio:
      - Apenas inserir na posição correta;
    - Se nó estiver cheio:
      - Identificar o dado mediano;
      - Inserir este dado no nó pai, se for a raiz este dado se torna a nova raiz;
      - Parte a esqueda e a direita da mediana tornam-se folhas;
      - O novo dado é inserido;
    - Arvore cresce mais rapidamente em largura que altura;
    - Otimização nas buscas;

Índices Multinível

- Índices dinâmicos multinível:
  - Arvores-B^+:
    - Derivada das Arvores-B;
    - Todos os dados são armazendos nas folhas;
    - Folhas ligadas em sequencia;
    - Acessos ordenados a seus campos;
    - Oferece consultas por intervalos;
    - Procura por determinado valor:
      - Apos encontrar, busca o proximo ou,
      - Encerra a busca ao chega no final da arvore;

Índices Multinível

- Índices dinâmicos multinível:
  - Arvores-B^{+}:



Índices Multinível

- Índices dinâmicos multinível:
  - Arvores-B^+: Definição:
    - n[x] chaves, armazenadas em ordem crescente: chave1[x], chave2[x], ..., chaven[x].
    - p[x] ponteiros para nós descendentes associados às n[x] chaves.
    - Cada nó interno tem, no máximo, 2t ponteiros.
    - Cada nó interno, exceto a raiz, tem pelo menos t ponteiros. A raiz tem pelo menos 2 ponteiros, caso seja um nó interno.

Índices Multinível

- Índices dinâmicos multinível:
  - Arvores-B$^+$: Definição:
    - A estrutura de um nó folha:
      - n[x] chaves, armazenadas em ordem crescente: chave1[x] < chave2[x] < ... < chaven[x].
      - d[x] dados (ou ponteiros para outra estrutura onde está o dado em si, acrescentando mais um nível de indireção) associados às n[x] chaves.
      - P, ponteiro para o próximo nó folha.
      - Cada folha possui pelo menos t valores.
      - Todas as folhas se encontram no mesmo nível de profundidade.

Índices Multinível

- Índices dinâmicos multinível:
  - Arvores-B^+: Busca:
    - Semelhante a Arvore-B;
    - Dados sempre nas folhas;
    - Acessos ao disco igual a altura da arvore;
    - Busca realizada em intervalos:
    - Busca o primeiro valor na folha;
    - Busca o segunda valor até encontrar ou finalizar as folhas da arvore;

Índices Multinível

- Índices dinâmicos multinível:
  - Arvores-B^+: Inserção:
    - Mesmo principio da inserção em Arvores-B;
    - Busca a folha na qual o dado será inserido;
    - Se houver espaço inserir;
    - Caso contrario:
      - Dividir o nó cheio;
      - Inserir a chave mediana no nó superior;
      - As demais chaves são distribuidas;
      - Inserir o dado desejado;
    - Processo deve ser recursivo;
    - Crescimento mais rapido em largura que altura;

Índices Multinível

- Índices em chaves com mais de um atributo:
  - Mais de um atributo utilizado frequentemente como método de pesquisa;
  - Resultados mais eficientes;
  - Necessidade de dados com valores inteiros;
  - Organização com chaves não primarias;
  - Busca baseada em valores limites;
  - Agrupamento de valores similares;
  - Campo reduzido de busca;
  - Baseados em hash e arquivos de grade;

Índices Multinível

- Índices em chaves com mais de um atributo:
  - Baseados em hash:
    - Busca externa;
    - Requer apenas dois acessos;
    - Combinação de caracteristicas;
    - Chaves são inteiros de um bit;
    - Origina uma tabela de tamanho em potencia de 2;
    - Mantem mapeado o endereço das paginas de dados;
    - Limite das paginas pré-definidos;
    - Divisão das paginas no estouro deste limite, semelhante as Arvores-B;
    - Não apresenta ordenação nos dados armazendos;
    - Nós inacessiveis durante o processo de duplicação da tabela;
    - Possibilidade da tabela não caber na memória após duplicar seu tamanho;

Índices Multinível

- Índices em chaves com mais de um atributo:
  - Baseados em hash: Definição:
    - Tamanho pré-determinado;
    - Mais simples que as Arvores-B;
    - Constituido de:
      - Uma tabela *dir* com referências para páginas (*buckets* ou *nodes*).
      - *Buckets*, que são os repositórios dos dados cujo tamanho máximo é 2M.
      - N, número de itens na tabela.
      - d, o número de bits utilizados do código hash no momento.
      - D, a quantidade de buckets da estrutura no momento.
      - D = 2d.

Índices Multinível

- Índices em chaves com mais de um atributo:
  - Baseados em hash: Busca:
    - Através da função de hashing utilizada pela implementação, a chave do item é transformada em um código hash, que é um inteiro. A partir dos d primeiros bits é localizado o bucket onde estão todos os itens com aquele mesmo código hash, e realizada uma busca sequencial para localizar o item desejado.

Índices Multinível

- Índices em chaves com mais de um atributo:
  - Baseados em hash: Inserção:
    - Realiza-se uma busca:
    - Se o local não estiver cheio:
      - Insere o dado;
    - Se o local estiver cheio:
      - Cria um novo nó vazio e examina o k-ézimo bit de d;
      - Se este bit for 0, o item permanece no nó antigo ou,
      - Se este bit for 1, o item é movido para o novo nó;
      - Repete-se o processo, até a inserção;
      - o ponteiro para o novo nó é inserido na tabela dir.

Índices Multinível

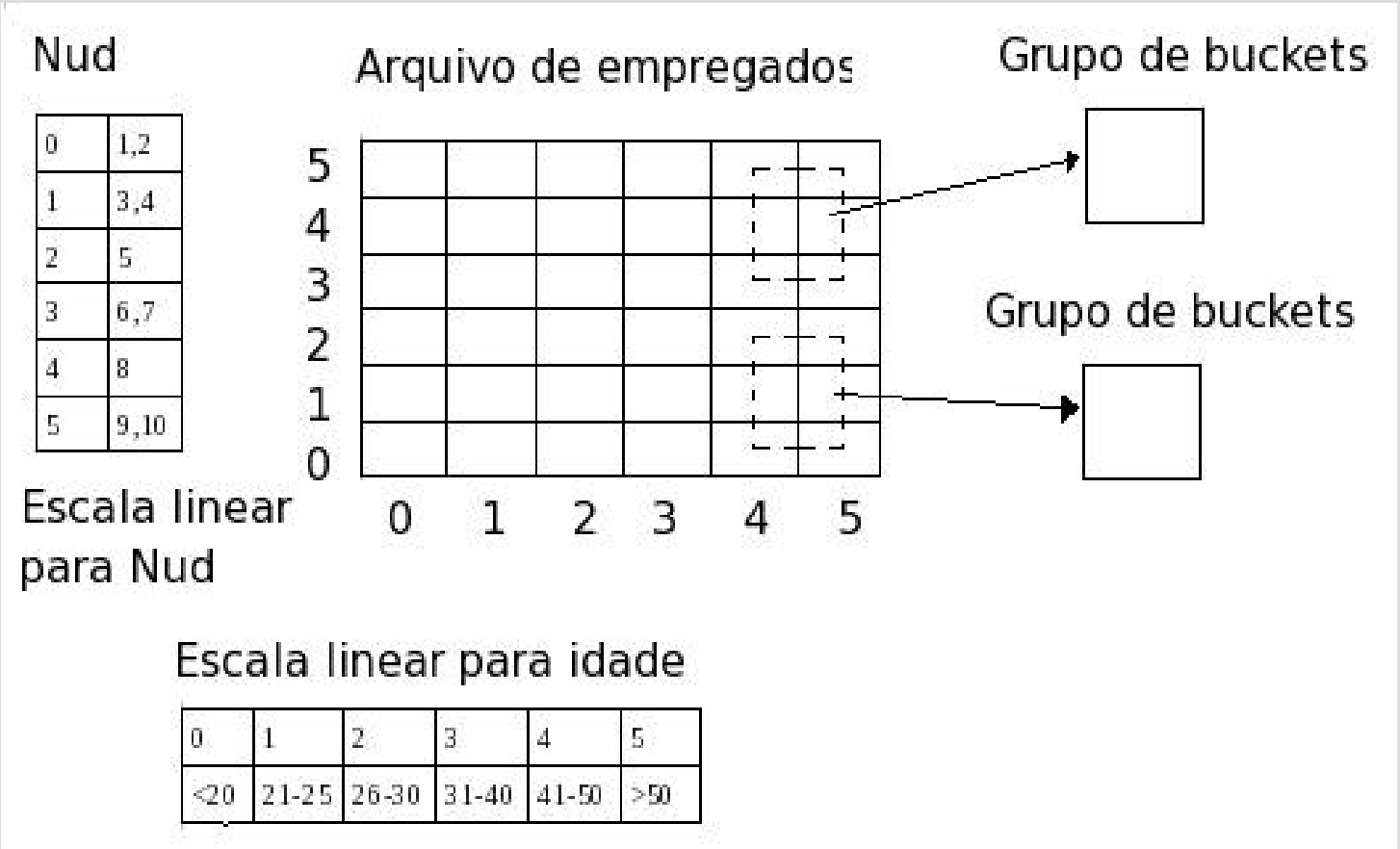
- Índices em chaves com mais de um atributo:
  - Baseados em hash: Inserção:
    - O ponto crucial da inserção dá-se no momento em que o ponteiro para o novo nó é inserido na tabela dir. Se k for igual a d, apenas é inserido o novo ponteiro na tabela dir. Se k for maior que d, então o tamanho de D deve ser dobrado, ou seja, o número máximo de nós gerenciados pela tabela dir deve ser dobrado. Neste momento, mais um bit do código hash passa a ser utilizado para mapear os nós (d = d + 1). Este procedimento é realizado até que k volte a ser igual a d.

Índices Multinível

- Índices em chaves com mais de um atributo:
  - Arquivos de Grade:
    - Agrupamento dos dados em tabelas;
    - Aplicação de uma escala ou dimensão linear;
    - Cada célula apresenta um ponteiro para um conjunto de registros;
    - Aplicar a escala em numeros inteiros, preferencialmente não chaves primarias;
    - Escala adequada para abrangir todo o intervalo de dados;
    - Para n chaves de pesquisa, o array de grade possuirá n dimensões;
    - O agrupamento em dimensões reduz o tempo de busca;
    - Gasto adicional de espaço para o array e elevado custo de manutenção;

Índices Multinível

- Índices em chaves com mais de um atributo:
  - Arquivos de Grade:



Índices Lógicos

- Índices fisicos apresentam problemas:
  - Necessidade de mobilidade em disco;
  - Gasto computacional elevado;
- Índices lógicos suprimem este problema;
- Índices na forma <K,K_P>:
  - Cada entrada possui um valor K para o campo de indexação;
  - Valor combinado com o valor K_P do campo utilizado para a organização principal do arquivo;

Índices Lógicos

- Ao pesquisar K, um programa pode localizar o valor correspondente de K_P;
- Com esses dados pode-se acessar o registro através da organização principal do arquivo;
- Insere um nível acional de acesso indireto entre a estrutura de acesso e os dados;
- Índices lógicos são utilizados quando frequentemente são alterados endereços de registros físicos;
- Os custos desse acesso indireto é a pesquisa adicional baseada na organização principal do arquivo;

Conclusão

- Um conjunto de índices deve ser bem elaborado;
- Um estudo das funcionalidades do BD deve ser realisado, para poder criar uma estruturação adequada;
- Erros no projeto podem acarretar em custos elevados de manutenção;
- Quanto mais rapida a resposta mais eficiente é o sistema.
- Índices são de extrema eficiência e importancia num projeto de BD, mas um projeto mal elaborado elimina estas caracteristicas e contribui para a redução da qualidade do sistema final.