

## 5.4 Pesquisa Digital

A pesquisa digital é baseada na representação das chaves como uma sequência de caracteres ou de dígitos. Grosso modo, o método de pesquisa digital é realizado da mesma forma que uma pesquisa em dicionários que possuem aqueles “índices de dedo”. Com a primeira letra da palavra são determinadas todas as páginas que contêm as palavras iniciadas por aquela letra.

Os métodos de pesquisa digital são particularmente vantajosos quando as chaves são grandes e de **tamanho variável**. No problema de casamento de cadeias, trabalha-se com **chaves semi-infinitas**<sup>4</sup>, isto é, sem limitação explícita quanto ao tamanho. Um aspecto interessante quanto aos métodos de pesquisa digital é a possibilidade de localizar todas as ocorrências de determinada cadeia em um texto, com tempo de resposta logarítmico em relação ao tamanho do texto.

### 5.4.1 Trie

Uma trie é uma árvore  $M$ -ária cujos nós são vetores de  $M$  componentes com campos correspondentes aos dígitos ou caracteres que formam as chaves. Cada nó no nível  $i$  representa o conjunto de todas as chaves que começam com a mesma sequência de  $i$  dígitos ou caracteres. Esse nó especifica uma ramificação com  $M$  caminhos dependendo do  $(i + 1)$ -ésimo dígito ou caractere de uma chave. Considerando as chaves como sequência de *bits* (isto é,  $M = 2$ ), o algoritmo de pesquisa digital é semelhante ao de pesquisa em árvore, exceto pelo fato de que, em vez de se caminhar na árvore de acordo com o resultado de comparação entre chaves, se caminha de acordo com os *bits* de chave. A Figura 5.9 mostra uma trie construída a partir das seguintes chaves de 6 *bits*:

B = 010010  
C = 010011  
H = 011000  
J = 100001  
M = 101000

Para construir uma trie, faz-se uma pesquisa na árvore com a chave a ser inserida. Se o nó externo em que a pesquisa terminar for vazio, cria-se um nó externo nesse ponto contendo a nova chave, como ilustra a inserção da chave W = 110110 na Figura 5.10. Se o nó externo contiver uma chave, cria-se um ou mais nós internos cujos descendentes conterão a chave já existente e a nova chave. A

<sup>4</sup>Uma chave semi-infinita é uma sequência de caracteres em que somente a sua extremidade inicial é definida. Logo, cada posição no texto representa uma chave semi-infinita, constituída pela sequência que inicia naquela posição e se estende à direita tanto quanto for necessário ou até o final do texto. Por exemplo, um banco de dados constituído de  $n$  palavras (as posições de interesse nesse caso são os endereços de início das palavras) possui  $n$  chaves semi-infinitas.

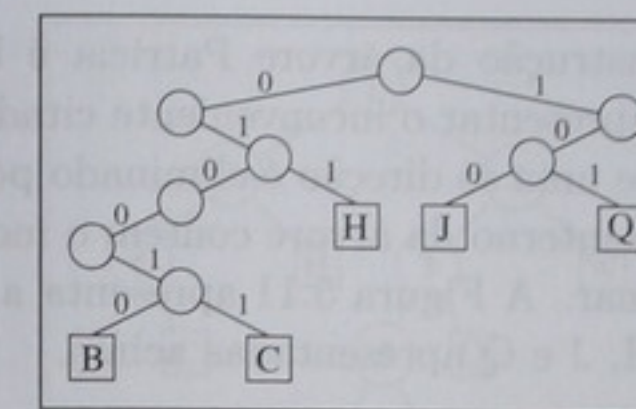


Figura 5.9 Trie binária.

Figura 5.10 ilustra a inserção da chave K = 100010 que envolve repor J por um novo nó interno cuja subárvore esquerda é outro novo nó interno, cujos filhos são J e K, porque estas chaves possuem os mesmos *bits* até a quinta posição.

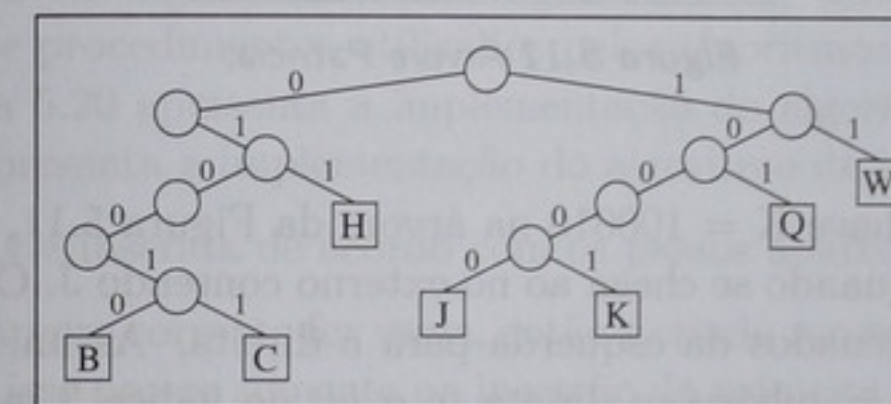


Figura 5.10 Inserção das chaves W e K.

O formato das tries, diferentemente das árvores binárias comuns, não depende da ordem em que as chaves são inseridas, e sim da estrutura das chaves por meio da distribuição de seus *bits*. Uma grande desvantagem das tries é a formação de caminhos de uma só direção para chaves com um grande número de *bits* em comum. Por exemplo, se duas chaves diferirem somente no último bit, elas formarão um caminho cujo comprimento é igual ao tamanho delas, não importando quantas chaves existem na árvore. Veja o caminho gerado pelas chaves B e C na Figura 5.10.

### 5.4.2 Patricia

PATRICIA é a abreviatura de Practical Algorithm To Retrieve Information Coded In Alphanumeric (Algoritmo Prático para Recuperar Informação Codificada em Alfanumérico). Esse algoritmo foi originalmente criado por Morrison (1968) em um trabalho aplicado à recuperação de informação em arquivos de grande porte. Knuth (1973) deu um novo tratamento ao algoritmo, reapresentando-o de forma mais clara como um caso particular de pesquisa digital, essencialmente um caso de árvore trie binária. Sedgewick (1988) apresentou novos algoritmos de pesquisa e de inserção baseados nos algoritmos propostos por Knuth (1973). Gonnet e Baeza-Yates (1991) também propuseram outros algoritmos.