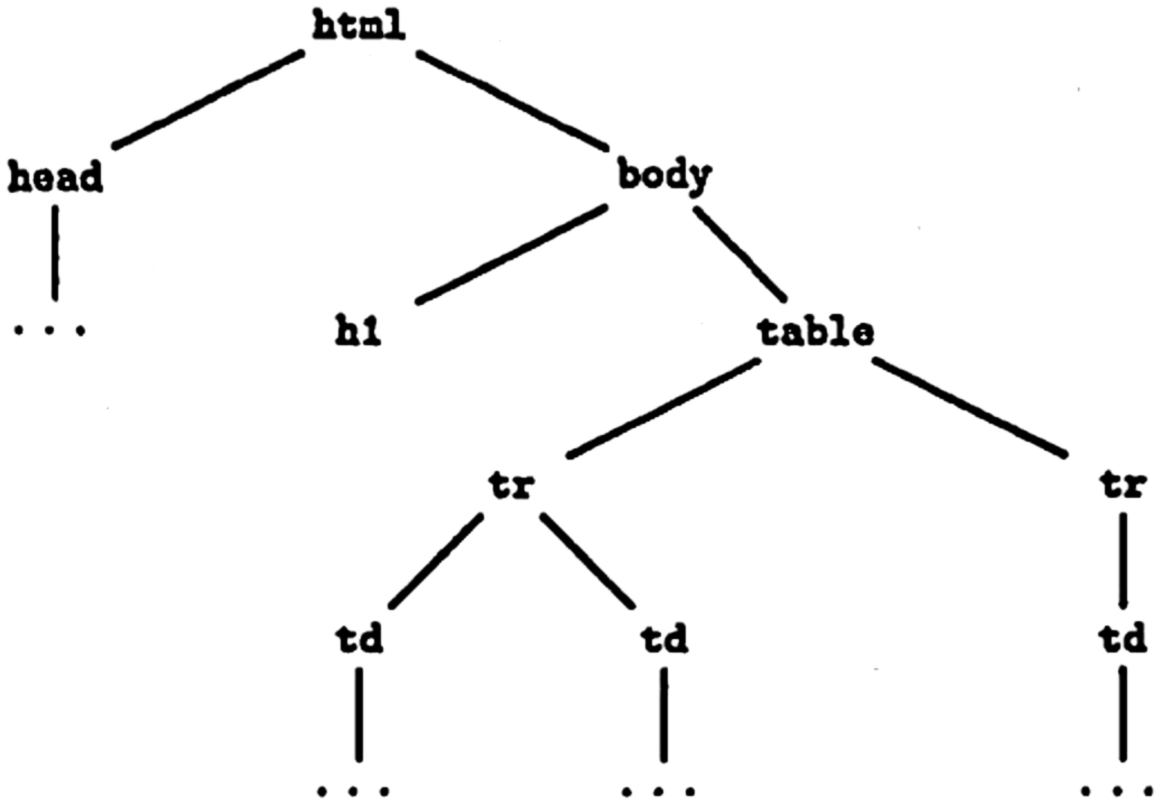
ランクなし木のオートマトン

- **XML**：ランクを持たない木とみなせる

```
<html>
    <head>
        ...
    </head>
    <body>
        <h1>...</h1>
        <table>
            <tr>
                <td>...</td>
                <td>...</td>
            </tr>
            <tr>
                <td>...</td>
            </tr>
        </table>
    </body>
</html>
```



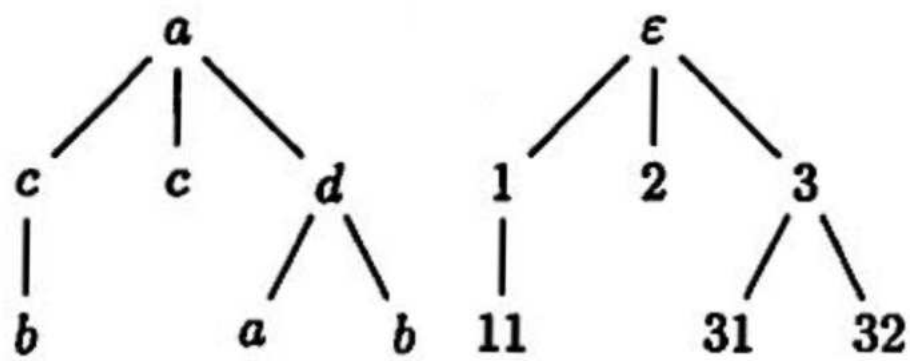
http://tata.gforge.inria.fr/

- ランクなし木を扱う方法
  - ランク付き木にコーディングして処理する

    構造が変わり、扱いづらくなる
  - 直接処理する

    ランクなし木を扱う手法が必要

- ランクなし関数記号の集合Σ
- ランクなし木 **(unranked tree):** H(Σ)
  - $n \geq 0$, $t_1, \ldots, t_n \in$ H(Σ)について、$t_1 \cdots t_n$をヘッジと呼ぶ
  - ヘッジh、$a \in \Sigma$について、$a(h) \in$ H(Σ)
- 例：$t = a(c(b)cd(ab))$



http://tata.gforge.inria.fr/

木　　　位置を表現する木

- ヘッジオートマトン**(NFHA):** 規則の形式以外は**NFTA**と似た定義

  $$A = (Q, \Sigma, Q_f, \Delta)$$

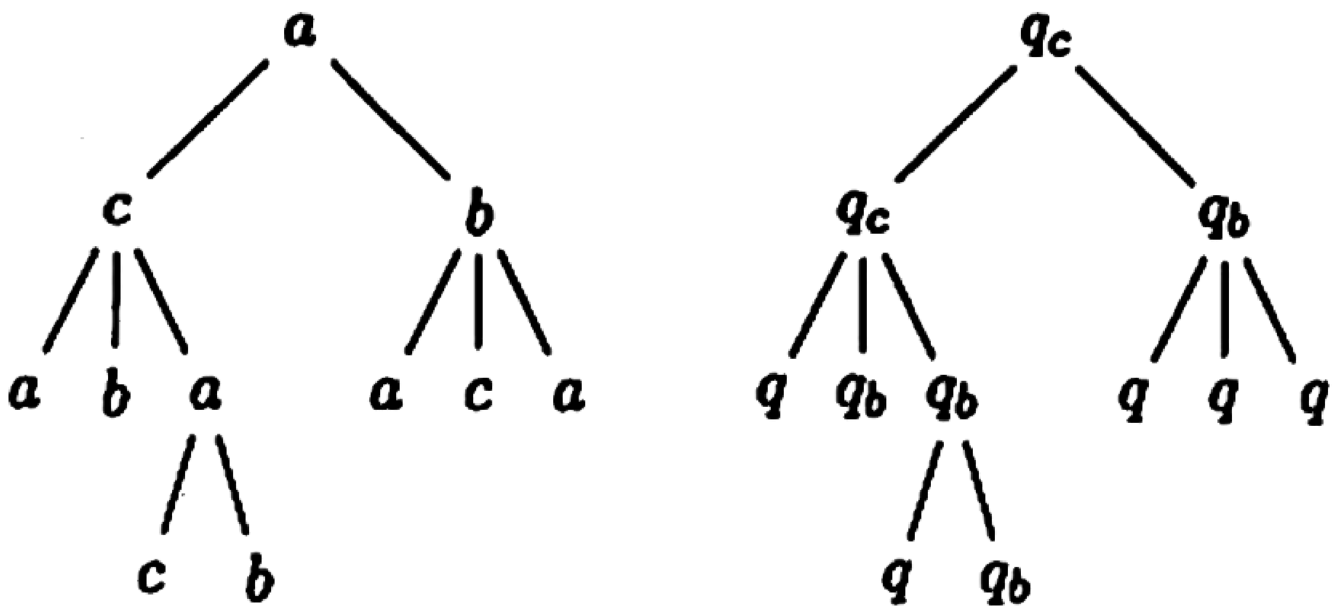
- 規則の例
  - $a((q_a q_b)^*) \to q$
  - 以下の規則を表す

    $a \to q$, $a(q_a q_b) \to q$, $a(q_a q_b q_a q_b) \to q$, $\ldots$

- 完全なNFHAの例: 共通の祖先のうち直近の祖先がcであるような、二つのbを持つ木を受理する
  - $A = (Q, \{a, b, c\}, \{q_c\}, \Delta)$

    $Q = \{q, q_b, q_c\}$

$$
\begin{array}{lll}
a(Q^*) \to q & a(Q^* q_b Q^*) \to q_b & a(Q^* q_c Q^*) \to q_c \\
b(Q^*) \to q_b & c(Q^* q_b Q^*) \to q_b & b(Q^* q_c Q^*) \to q_c \\
c(Q^*) \to q & c(Q^* q_b Q^* q_b Q^*) \to q_c & c(Q^* q_c Q^*) \to q_c
\end{array}
$$



http://tata.gforge.inria.fr/

- 完全でないNFHAの例：真になるブール式を受理する
  - $A = (Q, \{0, 1, not, and, or\}, \{q_1\}, \Delta)$

$$Q = \{q_0, q_1\} \quad \begin{array}{ll} 0(\varepsilon) \to q_0 & or(Q^* q_1 Q^*) \to q_1 \\ 1(\varepsilon) \to q_1 & or(q_0 q_0^*) \to q_0 \\ not(q_0) \to q_1 & and(Q^* q_0 Q^*) \to q_0 \\ not(q_1) \to q_0 & and(q_1 q_1^*) \to q_1 \end{array}$$

- NFHAは完全化可能

- 決定的ヘッジオートマトン**(DFHA):** 以下を満たす**NFHA**
  - どの相異なる規則 $a(R_1) \longrightarrow q_1$ と $a(R_2) \longrightarrow q_2$ についても、$R_1 \cap R_2 = \emptyset$ もしくは $q_1 = q_2$
- **NFHA** は決定化可能**(**等価な**DFHA**が存在**)**
- 一般にランク付き木へのエンコードが可能なことから、ランク付きオートマトンの性質を受け継ぐ
  - 和、積、補集合演算に閉じている
  - 空問題は決定可能