

知能システム論第 10 回 問 1

05-231001 阿部 桃大

2023 年 12 月 20 日

問題 1

問題 1

CKY 法とビタビアルゴリズムの計算量を与えよ

- 入力文の長さ: n
- 非終端記号の数 ($|N|$): k
- 生成規則の数 ($|R|$): r

CKY 法

一段目の計算量は $O(nr)$ である。

1 段目 ($l = 2, 3, \dots, n$) の計算量は、

$$O\left(\sum_{i=0}^{n-l} \sum_{m=i+1}^{i+l-1} k^2 r\right) = O\left(\sum_{i=0}^{n-l} (l-2)k^2 r\right) = O((n-l)lk^2 r)$$

である。

よって、CKY 法の計算量は、

$$O(nr + \sum_{l=2}^n (n-l)lk^2 r) = O(nr + n^3 k^2 r) = O(n^3 k^2 r)$$

である。

ビタビアルゴリズム

ビタビアルゴリズムでは、CKY 法の計算に加えて、最尤解を求める処理があるが、この処理は元の計算の定数倍であるので、ビタビアルゴリズムの計算量は、

$$O(n^3 k^2 r)$$

である。

問題 2

問題 2

PCFG 構文解析に A*探索あるいはビームサーチを適用するアルゴリズムを構築し、その計算量を与えよ。

ここでは、ビームサーチを用いた PCFG 構文解析のアルゴリズムを示す。

ビームサーチでは、各セルにおいて、入れる非終端記号を制限することで、計算量を削減する。ここでは、各セルにおいて、 a 個の非終端記号を保持することとする。このとき、アルゴリズムは以下のようになる。ただし、 table は p を優先度とした優先度付きキューである。

```
for i = 1 to n
  table (i - 1, i)  $\leftarrow$  {A | A  $\rightarrow$   $x_i \in R$ }
  prob (i - 1, i)  $\leftarrow$  p(A  $\rightarrow$   $x_i$ )
for l=2 to n
  for i=0 to n-l
    j=i+l
    for m=i+1 to j-1
      for X in table(i, m)
        for Y in table(m, j)
          for Z in N
            if (Z  $\rightarrow$  XY)  $\in$  R then
              p=prob(i, m, X)*prob(m, j, Y)*p(Z  $\rightarrow$  XY)
              if p>prob(i, j, Z) then
                if |table (i, j)|<a then
                  table (i, j).push(Z)
                  back (i, j, Z)  $\leftarrow$  (m, X, Y)
                  prob (i, j, Z)  $\leftarrow$  p
                else
                  if p>min(table (i, j)) then
                    table (i, j).pop()
                    table (i, j).push(Z)
                    back (i, j, Z)  $\leftarrow$  (m, X, Y)
                    prob (i, j, Z)  $\leftarrow$  p
```

このアルゴリズムの計算量は、各セルで探索対象の非終端記号を a 個に制限しているので、ビタ

ビアルゴリズムの計算量の k を a に置き換えたものとなる。よって、ビームサーチの計算量は、

$$O(n^3 a^2 r)$$

である。