

Sara Kemmler 5760949  
Robin Bonkaß 5769588

1	2	3	4	$\Sigma$

## Übungsblatt Nr. 09

(Abgabetermin 07.07.22)

### Aufgabe 1

Berechnung:

$$\begin{aligned}
 e_N(Y) \cdot \max_k(v_k(2) \cdot p_{kN}) &= 0.7 \cdot \max_k \begin{cases} 0.28 \cdot 0.7 \\ 0.09 \cdot 0.2 \end{cases} \\
 &= 0.7 \cdot 0.28 \cdot 0.7 \\
 &= 0.1372
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e_P(Y) \cdot \max_k(v_k(3) \cdot p_{kP}) &= 0.6 \cdot \max_k \begin{cases} 0.0378 \cdot 0.2 \\ 0.1372 \cdot 0.7 \end{cases} \\
 &= 0.6 \cdot 0.1372 \cdot 0.7 \\
 &= 0.0576
 \end{aligned}$$

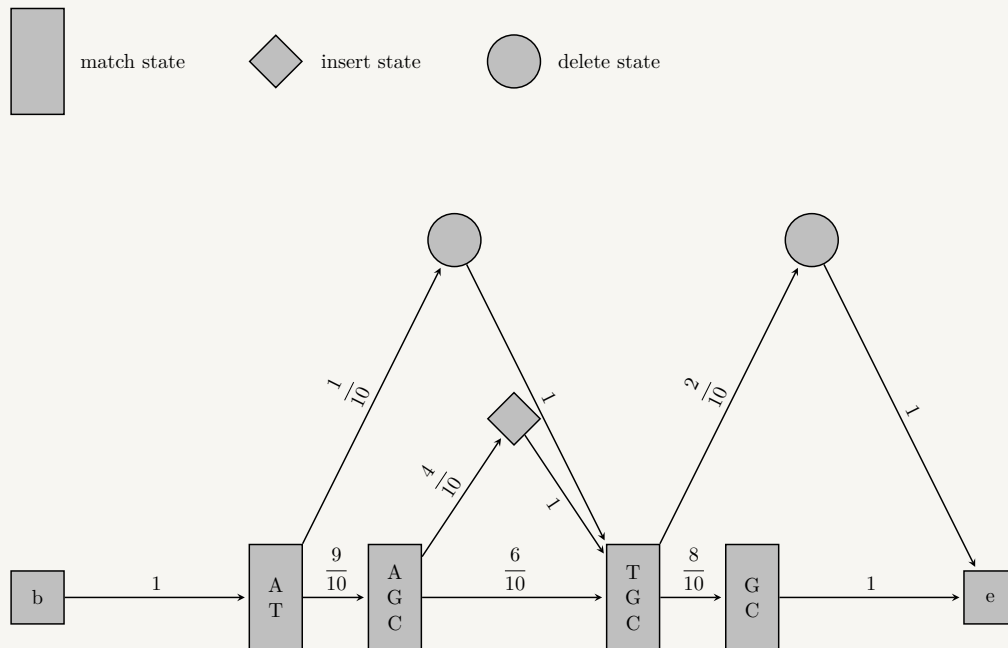
$$\begin{aligned}
 e_N(Y) \cdot \max_k(v_k(3) \cdot p_{kN}) &= 0.7 \cdot \max_k \begin{cases} 0.0378 \cdot 0.7 \\ 0.1372 \cdot 0.2 \end{cases} \\
 &= 0.7 \cdot 0.1372 \cdot 0.2 \\
 &= 0.0192
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e_b(e) \cdot \max_k(v_k(4) \cdot p_{kb}) &= 1 \cdot \max_k \begin{cases} 0.0576 \cdot 0.1 \\ 0.0192 \cdot 0.1 \end{cases} \\
 &= 1 \cdot 0.0576 \cdot 0.1 \\
 &= 0.0058
 \end{aligned}$$

Tabelle:

V	b	R	Y	Y	e
b	1	0	0	0	0.0058
P	0	0.28	0.0378	0.0576	0
N	0	0.09	0.1372	0.0192	0
	0	1	2	3	4

## Aufgabe 2



6

## Aufgabe 3

Original ML-estimators:

$$p_{kl} = \frac{P_{kl}}{\sum_{q \in Q} P_{kq}}$$

$$e_k(b) = \frac{E_k(b)}{\sum_{s \in \Sigma} E_k(s)}$$

final ML-estimators:

$$p_{kl} = \frac{P_{kl} + 1}{\sum_{q \in Q} (P_{kq} + 1)}$$

$$e_k(b) = \frac{E_k(b) + 1}{\sum_{s \in \Sigma} (E_k(s) + 1)}$$

2

## Aufgabe 4

Der Code, der sich im file `Sara_Kemmler_Robin_Bonkass_A9.py` befindet, kann mit folgendem Befehl ausgeführt werden:

```
python3 Robin_Bonkass_Sara_Kemmler_A9.py -seqs input_hmm.fasta -hmm cpg.hmm
```

Das Programm wird auf die vier Sequenzen in der Datei `input_hmm.fasta` unter Benutzung des HMM, welches in der Datei `cpg.hmm` definiert ist, angewendet. Die Ausgabe wird in der Datei `output.txt` gespeichert.