

# Übungen zur Vorlesung Sequenzanalyse

Universität Bielefeld, WS 2024

Prof. Dr. Jens Stoye · Leonard Bohnenkämper

<https://gi.cebitec.uni-bielefeld.de/teaching/2024winter/sa>

**Übungsblatt 11 vom 09.01.2025**

**Abgabe am 16.01.2025 bis 10:00 Uhr (morgens)**

## Aufgabe 1 (Sum-of-Pairs Multiple Alignment)

(4 Punkte)

Gegeben sei das folgende Alignment  $A$  von 4 Sequenzen:

$$A = \begin{pmatrix} - & A & A & C & T & C & C \\ T & A & A & A & T & C & - \\ T & - & - & C & T & C & C \\ C & A & - & - & T & C & - \end{pmatrix}$$

Betrachte die folgende Score-Funktion: match = 2, mismatch = -1 sowie affine Gapkosten mit gap-open = 2 und gap-extension = 1. Berechne den Sum-of-Pairs-Score von  $A$ . Gib alle Zwischenschritte deiner Berechnung an.

## Aufgabe 2 (Sum-of-Pairs Multiple Alignment)

(6 Punkte)

Gegeben seien die Sequenzen  $s_1 = GCT$ ,  $s_2 = ACT$  und  $s_3 = AGC$ . Betrachte die folgende Score-Funktion: match = 2 und mismatch = gap = -1.

1. Berechne für jedes der drei Paare  $(s_1, s_2)$ ,  $(s_1, s_3)$  und  $(s_2, s_3)$  die zweidimensionale Alignment-Matrix und ein optimales globales Alignment.
2. Finde ein globales multiples Alignment  $A$  von  $s_1$ ,  $s_2$  und  $s_3$ , dessen Sum-of-Pairs-Score  $S_{SP}(A) = 6$  ist.
3. Berechne die drei Projektionen  $\pi_{\{1,2\}}$ ,  $\pi_{\{1,3\}}$  und  $\pi_{\{2,3\}}$  des Alignments  $A$  und ihre Scores. Welche der Projektionen korrespondieren zu dem oben berechneten optimalen Alignment und welche nicht?

## Aufgabe 3 (Carrillo-Lipman in der Praxis)

(4 Punkte)

Um den Suchraum mittels Carrillo-Lipman-Schranken einzuschränken, verwendet man eine obere Schranke für die optimalen Alignmentkosten. Durch geschicktes „Mogeln“ kann diese Schranke verfeinert werden.

1. Diskutiere Vor- und Nachteile dieses „Mogelns“.
2. Überlege dir eine Strategie, wie man günstige Werte für die  $\epsilon_{(x,y)}$  findet, um in möglichst kurzer Zeit ein garantiert optimales Alignment zu erhalten.

## Aufgabe 4 (Umgang mit NP-vollständigen Problemen)

(6 Punkte)

Angenommen, ein Problem ist NP-vollständig.

1. Wie kannst du vorgehen, um zu einer Lösung zu kommen? Zähle fünf Möglichkeiten auf, die du je mit einem kurzen Satz beschreibst.
2. In welchen Fällen ist dein Ergebnis garantiert korrekt? Was kannst du über eventuelle Abweichungen vom korrekten Ergebnis sagen?
3. Wenn du in der Lage wärst zu zeigen, dass sich dein NP-vollständiges Problem in polynomieller Zeit lösen lässt, welche Folge hätte das für andere NP-vollständige Probleme?