

# Praktikum Data-Mining und Sequenzanalyse

## Aufgaben zur exakten Suche

Markus Fleischauer

### 1 Allgemeine Projektanforderungen

- Versionskontrolle mit Git (Gitlab)
- Projektmanagement mit Gradle
- Implementierung der Klassen mit den entsprechenden Algorithmen
- API (application programming interface) Dokumentation mit javadoc
- Benutzerinterface als Kommandozeilenprogramm (CLI) + README/Hilfe

### 2 Implementierung - Klassenstruktur

- Package: *sequences*
  - Definieren Sie die API für alle folgenden Sequenztypen mit dem Interface **Sequence**: [getSequence(), getName(), charAt(int), indexOf(char), alphabetSize(), getAlphabetString()]
  - indexOf(char) gibt die Position des Zeichens im Alphabet zurück.
  - Klassen fuer die folgenden Sequenztypen sollen implementiert werden. Versuchen Sie dabei redundanten Quelltext zu vermeiden (Abstrakte Klasse?). AsciiSequence nutzt ASCII als Alphabet, die beiden anderen Klassen die jeweiligen biol. Alphabete.
    - \* Klasse: **AsciiSequence** implementiert **Sequence**
    - \* Klasse: **NucleotideSequence** implementiert **Sequence** [translate(int), complement()]
      - translate(int) translatiert eine **NucleotideSequence**, das Leseraster wird als int übergeben. (besser: enum)
      - complement() bildet die Komplementär-Sequenz zu dieser Sequenz.
    - \* Klasse: **AminoacidSequence** implementiert **Sequence**
- Package: *searchAlgos*

Die Klassen nehmen Sequenz und Muster entgegen und erlauben die Suche mit der Methode next(), die die Position des nächsten Vorkommens des Musters in der Sequenz liefert.

- API durch Interface **SearchAlgorithm** definieren:  
[setPattern (Sequence), setText (Sequence), next (), count ()]
- Die folgende Klassen überschreiben/implementieren next (), so dass die entsprechenden Suchalgorithmen verwendet werden. Versuchen Sie dabei redundanten Quelltext zu vermeiden (Abstrakte Klasse?):
  - \* Klasse: **NaiveSearch** implementiert **SearchAlgorithm**
  - \* Klasse: **KMPSearch** implementiert **SearchAlgorithm**
  - \* Klasse: **BMSearch** implementiert **SearchAlgorithm**
- Package: *io*  
Reader und Writer fuer *FASTA* Dateien
  - **FastaReader** Sequenz aus Datei im *FASTA* Format lesen
  - **FastaWriter** Sequenz in Datei im *FASTA* Format ausgeben

```

> Name
CTAGAGTGTAGTCATGTCAGTGCAGC
GTAGCGCGGTTTAAGTCT
      
```
- Package: *cli*  
Paket für den Kommandozeilenparser und die main Methode:
  - Klasse mit main () Methode
  - Parameter für Text- und Muster-Datei
  - Parameter für Typ der Sequenzen und Suchalgorithmus

### 3 Validierung der Algorithmen - Tests

Gewährleistet die Korrektheit eurer Algorithmen durch die Implementierung folgender (Unit)Tests. *Hinweis: Die frühzeitige Implementierung von Tests erleichtert den Debuggingprozess erheblich.*

1. Die folgenden Tests sollen für alle 3 (Naiv, KMP, BM) Implementierungen der exakten Textsuche zur Verfügung stehen.
  - Suche eines *nicht* leeren Patterns in einem leeren Text
  - Suche eines leeren Patterns in einem *nicht* leeren Text
  - Suche mit Vorkommen eines Patterns am Anfang des Textes
  - Suche mit Vorkommen eines Patterns am Ende des Textes
  - Suche mit mehreren *disjunkten* Vorkommen eines Patterns im Text
  - Suche mit mehreren *überlappenden* Vorkommen eines Patterns im Text
2. Testen sie eine zufällig erzeugte DNA Sequenz der laenge 5000 gegen eine zufällig erzeugtes Pattern der länge 5. Validieren Sie, dass alle 3 Implementierungen (Naiv, KMP, BM) der exakten Textsuche das gleiche Ergebnis liefern.

## 4 Anwendung der Implementierung

### Allgemeine Hinweise:

- Die folgenden Aufgaben, sollen mit Hilfe ihres Kommandozeilenprogramms gelöst werden.
- Geben sie stets die Ausgeführten Befehle an, sodass die Ergebnisse reproduzierbar und nachvollziehbar sind.
- Geben sie das verwendete Testsystem an (CPU, RAM, HDD/SSD, OS(-Version), Java-Version, JVM Parameter).
- Erläutern Sie ihre Implementierung. Gab es Schwierigkeiten? Gibt es noch Fehler? Was könnte verbessert werden?

**Daten:** Folgende Testdaten liegen im FASTA-Format vor <sup>1</sup>

- `T.thermophilus.fasta`: komplettes Genom von *T. thermophilus*
- `SwinepoxVirus.fasta`: Genom des Schweinepockenvirus
- `CytochromeC.fasta`: Cytochrom c Oxidase-Gen von *T. thermophilus*
- `DNAPolyIIIalpha.fasta`: DNA-Polymerase III von *T. thermophilus*

### Aufgaben:

1. Vergleichen Sie die Algorithmen für die folgenden Aufgaben untereinander. Erweitern Sie Ihre Implementierung um das Zählen von Vergleichsoperationen und das Messen der Laufzeit einzelner Algorithmen. Zählen Sie das Vorkommen jedes Patterns.
  - (a) Sucht im Virusgenom nach `GTATTA`, `TTTCGAAA`, `AAATTGACG`. An welchen Positionen kommen sie vor?
  - (b) Durchsucht das Bakteriengenom nach `GAATTC`, `GGATCC` und `ATTTAAAT`. Was ist das Besondere an diesen drei Sequenzen? Warum sind sie biologisch relevant?
  - (c) An welcher Position im Genom befindet sich das Cytochrom c Oxidase-Gen?
  - (d) Ist das Protein in einem der sechs Leseraster im *Thermophilus*-Genom zu finden? Lassen Sie sich ein Protein auch im menschlichen Genom so leicht finden?
  - (e) Konstruieren Sie Beispiele, in denen die Algorithmen jeweils besonders gut, besonders schlecht geeignet sind.
2. Welche Schlüsse ziehen Sie aus dem Vergleich? Für welche Anwendung in der Bioinformatik kann man welchen Algorithmus empfehlen?

---

<sup>1</sup>aus NCBI Nucleotide und Uniprot