

## 2. Übung zur Vorlesung “Algorithmische Phylogenetik”

Sebastian Böcker, Markus Fleischauer

**Aufgabe 1 (Arten- und Genbäume)** (5 Punkte) Gegeben seien folgende Baumtopologien im Newick-Format:

- Artbaum:  $(A, (B, C))$
- Genbaum 1:  $(1_A, (1_B, 1_C))$
- Genbaum 2:  $((2_A, 2_B), 2_C)$

Finden Sie eine Evolutionsgeschichte aus z.B. Genduplikationen, Speziationsereignissen, Genlöschungen, die die scheinbaren Widersprüche zwischen den drei Baumtopologien erklärt. Welche Gene sind ortholog bzw. paralog?

**Aufgabe 2 (Perfekte Phylogenien)** (10 Punkte) Prüfen Sie für jede der beiden folgenden Binärmatrizen, ob es eine perfekte Phylogenie dazu gibt (Algorithmus aus Vorlesung bekannt) und konstruieren Sie sie gegebenenfalls. Stellen Sie sie auch als ungewurzelten Baum dar und kennzeichnen Sie die Split-Kanten mit den entsprechenden Merkmalen.

<p>(a)</p> <table style="border-collapse: collapse; margin-left: 20px;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">2</td> <td style="padding: 5px;">3</td> <td style="padding: 5px;">4</td> <td style="padding: 5px;">5</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;"><i>A</i></td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">1</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;"><i>B</i></td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">0</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;"><i>C</i></td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">0</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;"><i>D</i></td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">0</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;"><i>E</i></td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">0</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5	<i>A</i>	1	0	1	0	1	<i>B</i>	0	0	1	1	0	<i>C</i>	0	0	1	0	0	<i>D</i>	1	0	1	0	0	<i>E</i>	0	1	0	0	0	<p>(b)</p> <table style="border-collapse: collapse; margin-left: 20px;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">2</td> <td style="padding: 5px;">3</td> <td style="padding: 5px;">4</td> <td style="padding: 5px;">5</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;"><i>A</i></td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">0</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;"><i>B</i></td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">0</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;"><i>C</i></td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">0</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;"><i>D</i></td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">1</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;"><i>E</i></td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">0</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5	<i>A</i>	1	1	0	0	0	<i>B</i>	0	0	1	1	0	<i>C</i>	1	1	0	1	0	<i>D</i>	0	0	1	0	1	<i>E</i>	0	1	0	1	0
	1	2	3	4	5																																																																				
<i>A</i>	1	0	1	0	1																																																																				
<i>B</i>	0	0	1	1	0																																																																				
<i>C</i>	0	0	1	0	0																																																																				
<i>D</i>	1	0	1	0	0																																																																				
<i>E</i>	0	1	0	0	0																																																																				
	1	2	3	4	5																																																																				
<i>A</i>	1	1	0	0	0																																																																				
<i>B</i>	0	0	1	1	0																																																																				
<i>C</i>	1	1	0	1	0																																																																				
<i>D</i>	0	0	1	0	1																																																																				
<i>E</i>	0	1	0	1	0																																																																				

Geben Sie die kleinst mögliche Matrix an, die keine perfekte Phylogenie zulässt.

**Aufgabe 3 (Perfekte Phylogenie)** (5 Punkte) Gegeben sei eine Binärmatrix. Zeigen Sie dass:

1. Das Entfernen einer Spalte, die nur Einsen enthält, die perfekte Phylogenie Eigenschaft der Matrix nicht ändert.
2. Das Entfernen einer Spalte, die nur eine einzige Eins enthält (sonst Nullen), die perfekte Phylogenie Eigenschaft der Matrix nicht ändert.

**Aufgabe 4 (Literaturempfehlung)** (Bonusaufgabe) Lesen Sie das Paper *Homology — a personal view on some of the problems* von Walter M. Fitch