

Aufgabe 9: Verbundwörterkennung

Mit Ihrer Implementierung des Viterbi-Algorithmus sind Sie jetzt in der Lage, Zustandsfolgen aus gegebenen Sequenzen von Beobachtungswahrscheinlichkeiten für ein Hidden-Markov-Modell (HMM) zu erzeugen. Für die erfolgreiche Verbundwörterkennung der Ziffernketten sind neben der Berechnung von Ausgabewahrscheinlichkeiten $\log b_i(\mathbf{o}_t)$ noch zwei weitere Voraussetzungen notwendig:

1. ein geeignetes Verbundwort-HMM mit $\log \pi$ und $\log A$ muss konstruiert werden
2. erkannte Zustandsfolgen müssen in entsprechenden Wortfolgen übersetzt werden

9.1 Erweitern Sie die `init`-Funktion in `hmm.py` aus Übung 6 so, dass der $\log \pi$ -Vektor und die $\log A$ -Matrix für ein TIDIGITS-Sätze-Verbundwort-HMM erzeugt wird und kopieren Sie die Funktionen `viterbi` und `limLog` aus Übung 8 nach `recognizer\tools.py`.

Hinweis: Benutzen Sie die in Übung 6 bereits vorgegebene Struktur des TIDIGITS-HMMs (Anzahl Zustände pro Wort, Reihenfolge der Worte und Zuordnung der Zustände zu den Worten).

name:	'sil'	'oh'	'zero'	'one'	'two'	'three'	'four'	'five'	'six'	'seven'	'eight'	'nine'
size:	1	3	15	12	6	9	9	9	12	15	6	9

9.2 Implementieren Sie in der HMM-Klasse `hmm.py` die folgende neue Funktion

```
def getTranscription( stateSequence ):
    ...
    return words
```

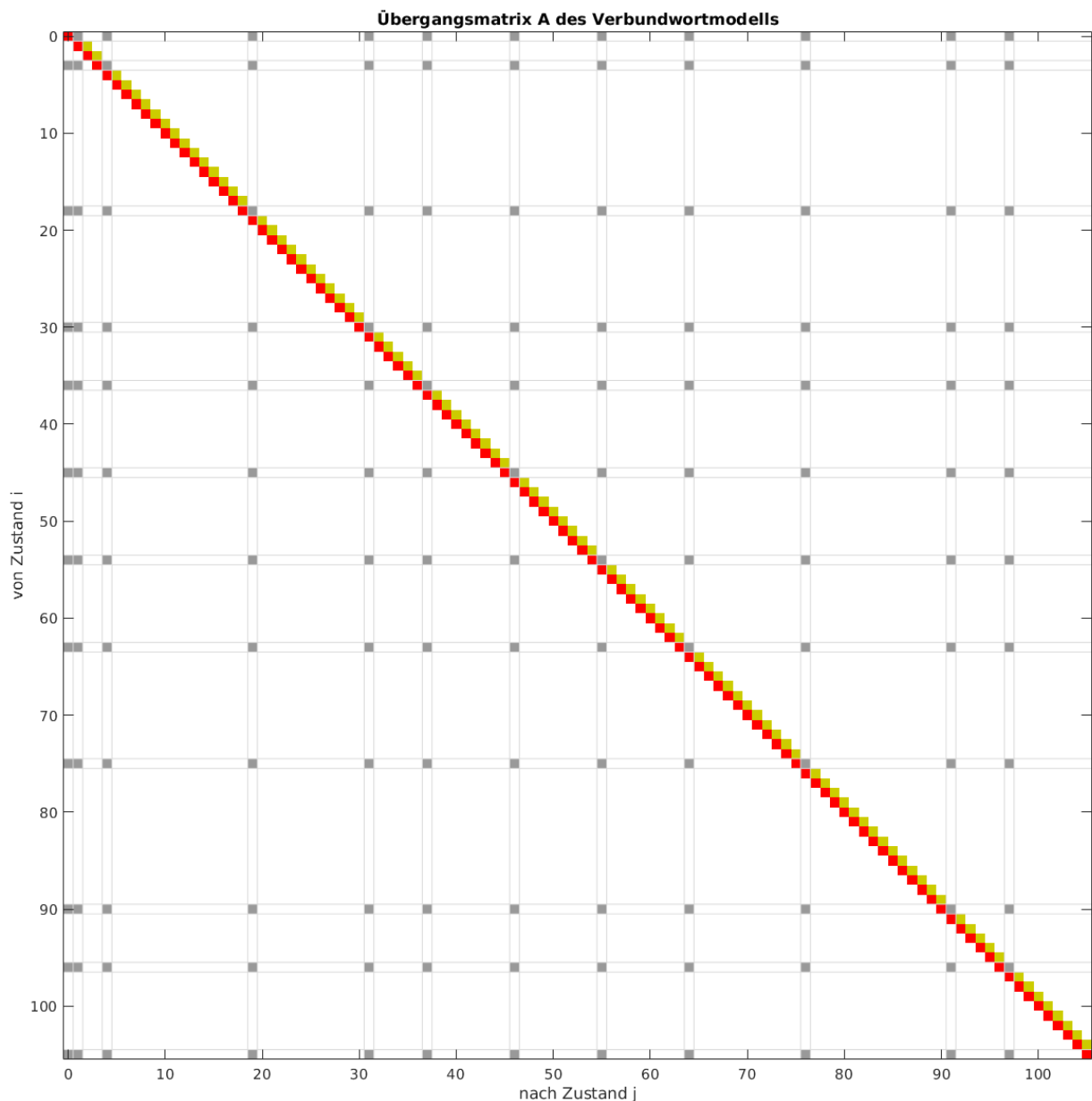
zur Umwandlung einer gegebenen Zustandsfolge `stateSequence` in die entsprechende Wortfolge (z.B. `'oh two oh oh'`). Der Name des Stillemodells `'sil'` soll dabei für die Ausgabe unterdrückt werden.

9.3 Testen Sie bitte Ihre Implementierung. Für die Funktion `getTranscription` können Sie die folgenden Zustandssequenzen verwenden.

$$X_0 = [0, 1, 1, 2, 2, 3]$$
$$X_{020} = [1, 2, 3, 3, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 36, 1, 2, 3, 0]$$
$$X_{2002} = [31, 32, 33, 34, 35, 36, 0, 1, 2, 3, 1, 2, 3, 31, 32, 33, 34, 35, 36]$$

Die entsprechenden Ausgaben sollten `'oh'`, `'oh two oh'` und `'two oh oh two'` sein.

- 9.4** Überprüfen Sie in `uebung9.py`, dass die Summe der Übergangswahrscheinlichkeiten ($\sum_j a_{ij} = 1$) aus jedem Zustand heraus Eins ergibt! Ebenso sollte die Summe der initialen Zustandswahrscheinlichkeiten Eins sein. Vergleichen Sie qualitativ Ihre Transitionsmatrix mit folgendem Diagramm! Sie können so evtl. fehlende Einträge oder falsche Transitionen leichter finden.



Die Indizierung der Zustände ist mit 0 beginnend dargestellt und die Farben für die Übergangswahrscheinlichkeiten bedeuten: **rot** Selbstübergang, **gelb** Intra-Wort-Übergang, **grau** Inter-Wort-Übergang. Für **weiß** gilt $a_{ij} = 0$. Bei der Abbildung handelt es sich lediglich um einen »Zubereitungsvorschlag«. Sie können gerne die Wahrscheinlichkeiten variieren. Insbesondere Variationen der Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen den Worten bieten sich für eigene Experimente an.