

Ableitungsbäume einer CFG

Aufgabenstellung

Hinweis: Aus Zeitgründen konnten wir diese Woche die Templates für Python und Haskell nicht gleichzeitig mit der Blattausgabe bereitstellen. Wir werden sie vermutlich in den nächsten Tagen (voraussichtlich Dienstag nachmittag) nachreichen.

In dieser Aufgabe haben Sie eine kontextfreie Grammatik $G = (V, \Sigma, P, S)$ in CNF (ohne Produktionen der Form $S \rightarrow \varepsilon$) und ein Wort $w \in \Sigma^*$ gegeben und sollen für jedes Nichtterminal $X \in V$ alle Ableitungsbäume für $X \rightarrow_G^* w$ berechnen.

- Die Wurzel eines Ableitungsbaums ist entweder ein Terminal oder ein Nichtterminal.
- Ein Terminal hat keine Kinder (ist also ein Blatt).
- Ein Nichtterminal X hat n Kinder $\alpha_1, \dots, \alpha_n \in (V \cup \Sigma)$, die jeweils ebenfalls wieder Ableitungsbäume sind, und es gibt eine Produktion $(X \rightarrow \alpha_1 \dots \alpha_n) \in P$.

Implementierung

Machen Sie sich wie in den vorherigen beiden Aufgaben mit der Klasse `ContextFreeGrammar` vertraut. Machen Sie sich außerdem mit der Klasse `DerivationTree` vertraut, die einen Ableitungsbaum repräsentiert. Vervollständigen Sie nun die Klasse `DerivationTreeFinder`, die für eine gegebene CFG und ein gegebenes Wort die Menge aller Ableitungsbäume dieses Wortes bzgl. jedes Nichtterminals berechnet.

Eine Möglichkeit für diese Berechnung ist, den CYK-Algorithmus aus der Vorlesung abzuändern. Falls Sie genau dem Schema aus der Vorlesung folgen wollen, können Sie hierfür die Klasse `CYKTable` verwenden, die Ihnen eine geeignete Datenstruktur zur Verfügung stellt. Andere Ansätze (z.B. Memoisation mit einer `Map<String, Set<DerivationTree>>`) sind jedoch genauso möglich.

Eingabe

Eine Grammatik in CNF in der Syntax, die sich aus den Beispielen ablesen lässt, gefolgt von einer Zeile mit dem Wort w

Das Einlesen der Eingabe ist für Sie bereits in den Vorlagen implementiert.

Ausgabe

Die sortierte Menge der Ableitungsbäume (sortiert zuerst nach Wurzel, dann lexikographisch nach der Liste der Kinder) in dem Format, das Sie aus den Beispielen ablesen können und das im Template für Sie bereits implementiert wurde.

Beispiele

Beispiele finden Sie in dem `.tar.gz`-Archiv auf der Webseite.