

Grammatiken zur Beschreibung und Erkennung mechanischer Konstrukte

Henry Schomann

Mustererkennung mit syntaktischen und graphbasierten Methoden

7. Februar 2007

Gliederung

Einleitung und Motivation

Notwendige Definitionen

Grammatiken und mechanische Konstrukte

- Mit Grammatiken mechanische Konstrukte beschreiben

- Konstrukte vollständig Erkennen

- Konstrukte schrittweise Erkennen

Algorithmus

Zusammenfassung

Einleitung und Motivation

- ▶ zwei Kinder spielen in zwei Rollen
- ▶ Konstrukteur muss:
 1. Befehle der Szene zuordnen
 2. die Absicht des Instruktors verstehen
 3. eine brauchbare Sequenz von Aktionen zusammenstellen
- ▶ einfache Gegenstände zu finden ist leicht, aber was ist mit komplexen Konstrukten?



Definition mechanischer Konstrukte

mathematisch

Ein Konstrukt $\alpha = (\sigma, \tau)$ ist ein Tupel aus Festkörpern und Transformationen. Wobei $\sigma = \{(S_1, S_2, \dots, S_n) \mid n \in \mathbb{N} \wedge S \text{ ist ein Festkörper}\}$ und $\tau = \{(T_1, T_2, \dots, T_n) \mid n \in \mathbb{N} \wedge T \text{ ist eine Transformation}\}$.

verbal

A mechanical assembly is a set of interconnected parts representing a stable unit in which each part is a solid object. Surface contacts between parts reduce the degree of freedom for relative motion. Attachments by means of screw, glue or pressure act on surface contacts and eliminate all degrees of freedom for relative motion.

Definition formaler Sprachen

Eine Sprache wird durch eine Grammatik G erzeugt und ist wie folgt definiert:

$$L(G) = \{x \in T^* \mid S \xRightarrow{*} x\}.$$

Wir wollen uns mit den *Typ-2 Sprachen* oder auch den *kontextfreien Grammatiken (CFG)* auseinander setzen, wo zusätzlich gilt:

$$\forall (u, v) \in P : u \in N \wedge v \in (N \cup T)^* \setminus \{\epsilon\}.$$

Unsere mechanischen Konstrukte werden den Wörtern aus einer Sprache entsprechen. Sowie alle Wörter aus Terminalsymbole bestehen, werden Konstrukte aus Grundbausteinen bestehen.

Erste Grammatik für ein mechanisches Konstrukt

Folgende Grammatik $G = (N, T, P, S)$ könnte Konstrukte beschreiben:

$$N = \{\text{KONSTRUKT, BOLZEN, DIVERS, NUT}\}$$

$$T = \{\text{schraube, balken, ring, felge, fassung, würfel, rhombus}\}$$

unser Startsymbol sei $S = \text{KONSTRUKT}$ und die Regeln seien:

Erste Grammatik für ein mechanisches Konstrukt (2)

KONSTRUKT → BOLZEN NUT|BOLZEN DIVERS NUT (1)

BOLZEN → KONSTRUKT|schraube (2)

NUT → KONSTRUKT|würfel|rhombus (3)

DIVERS → KONSTRUKT|balken|felge|ring|fassung| (4)

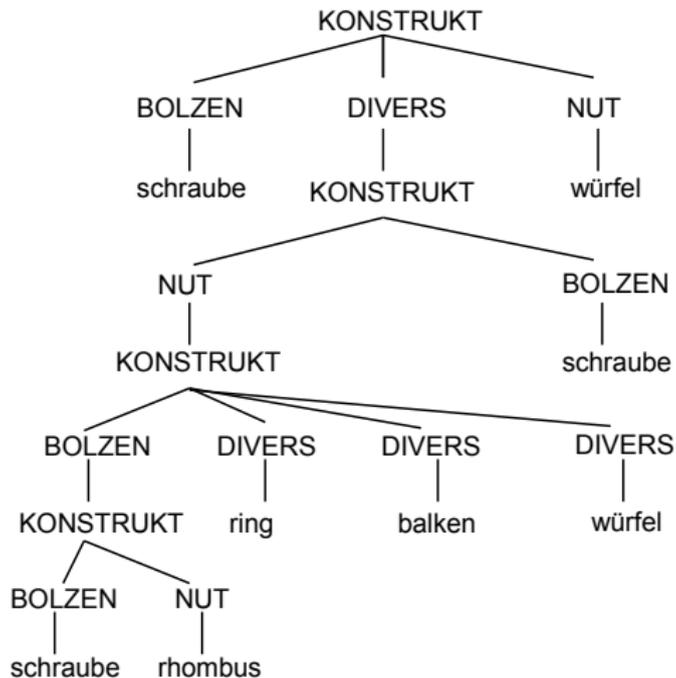
KONSTRUKT DIVERS| (5)

balken DIVERS|ring DIVERS| (6)

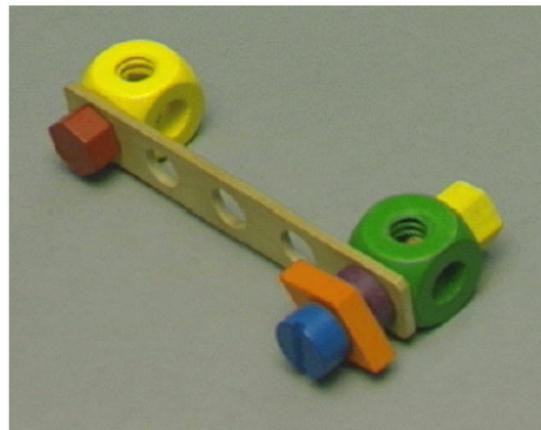
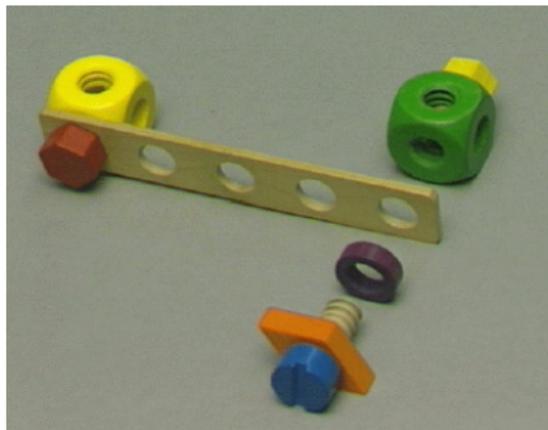
felge DIVERS|fassung DIVERS (7)

Vorsicht! Die Sprache $L(G)$ verfügt über mehr Wörter als Konstrukte, die wir bauen können.

Ein Konstrukt aus unserer Grammatik

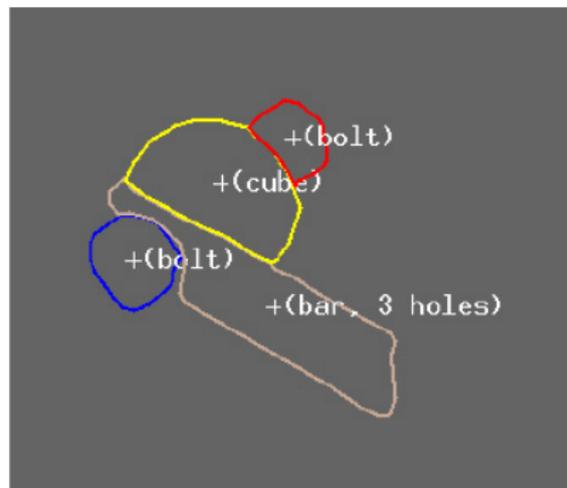
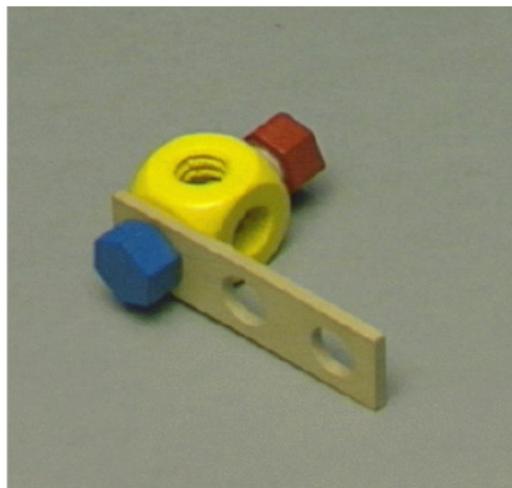


Ein Konstrukt aus unserer Grammatik (2)



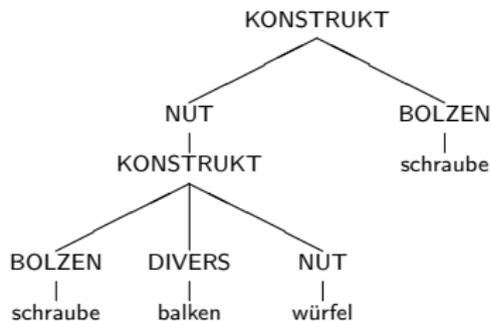
Semantische Erkennung von Konstrukten

Wie können wir erkennen, um welches bekanntes (oder ggf. was für ein neues) Konstrukt es sich handelt?

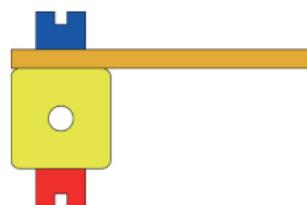


Vollständige Erkennung des Konstrukts

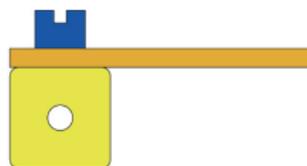
einfachste Möglichkeit: komplettes Konstrukt erkennen und mit bestehender Datenbank vergleichen



Erkennung von Teilkonstrukten



(a) Assembly A_1



(b) Subassembly A_2



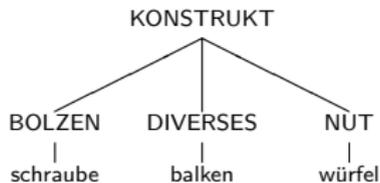
(c) Subassembly A_3

Definition: Die Verbindungsoperation Δ verbindet zwei Konstruktbäume X und Y , wenn diese ein gleiches elementares Objekt haben. In $X\Delta Y$ wird der Knoten $n \in X$ durch den Baum Y ersetzt, falls (und auch nur genau dann) n ein gewöhnliches Objekt ist. $X\Delta Y$ ist undefiniert, sonst.

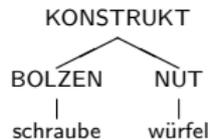
Definition: Statt $X\Delta Y$ schreiben wir auch $\Delta(X, Y)$.

Baumzusammenführung durch Δ

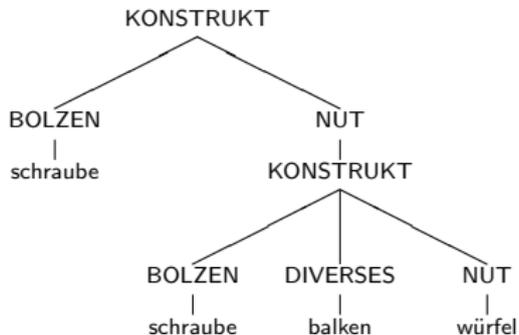
A2



A3



A1

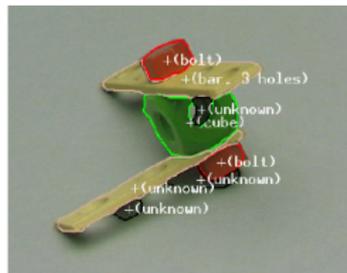


Algorithmus zur Bestimmung von Konstrukten

Wir suchen kleine Teilkonstrukte im Bild und verbinden sie, falls möglich, mit früher gefundenen. Das Analysieren (Parsen) terminiert, falls alle Objekte erfasst wurden oder wenn das Zusammenführen fehlschlug. Wenn das Parsen eines Teilkonstruktes terminiert, kann es sein dass. . .

1. kein gewöhnliches elementares Objekt gefunden wurde. Der Algorithmus beginnt wieder an einem anderen Konstrukt.
2. wir das gefundene Teilkonstrukt mit einem bereits bekannten Konstrukt verbinden müssen und weiter nach Teilkonstrukten suchen müssen.
3. wir ein Objekt gefunden haben, das in mehreren bekannten Teilkonstrukten vorkommt und wir alle Teilkonstrukte zu einem zusammenführen müssen.

Beispiel zum Algorithmus



(a)



(b)



(c)

- (a) ein Konstrukt mit abgeschlossener Teilkonstrukterkennung, wo der untere Balken und zwei Schatten nicht erkannt wurden;
(b) Teilkonstrukte wurden erkannt und zusammengefügt;
(c) durch kleine Modifikation im Algorithmus erratenes Teilkonstrukt während des Parsens

Zusammenfassung

- ▶ mechanische Konstrukte haben eine Komponentenhierarchie
 - ▶ „higher-level“-Komponenten bestehen aus „lower-level“-Komponenten
- ▶ mit kontextfreien Grammatiken kann man mechanische Konstrukte beschreiben
- ▶ man kann Konstrukte zur Erkennung in eine Baumstruktur wandeln
- ▶ fehlerhafte Bilderkennung führt zu falschem Konstrukt
 - ▶ Problem kann an dieser Stelle noch nicht gelöst werden
- ▶ wir haben eine Möglichkeit (Algorithmus) für voll automatisierte Erkennung kennengelernt

Quelle:

<http://bieson.ub.uni-bielefeld.de/volltexte/2003/366/html/0062.pdf>

(letzter Zugriff: 6. Februar 2007)