Programmierte Grammatiken mit unbedingtem Übergang und verwandte Mechanismen

Henning Fernau
Wilhelm-Schickard-Institut für Informatik
Universität Tübingen
Sand 13; D-72076 Tübingen
email: fernau@informatik.uni-tuebingen.de

Im September 1995

Auf dem letzten Theorietag haben wir auf seit langer Zeit offene Fragen im Bereich der regulierten Grammatiken hingewiesen. In diesem Vortrag möchten wir einige der angeschnittenen Fragen beantworten, so wie dies auch schon im Abstrakt zum letztjährigen Vortrag als nachgeschobener Hinweis enthalten ist. Bezüglich der Definitionen wollen wir auf [3] bzw. die elektronisch zugänglichen Berichte [1][1] sowie den letzten GI-Theorietagsbericht [6][2] verweisen.

Insbesondere konnten wir zeigen [4], [5], daß $\mathcal{L}_{\text{gen}}$(P,CF,ut) (und damit auch $\mathcal{L}_{\text{gen}}$(1lET0L), $\mathcal{L}_{\text{gen}}$(M,CF,ut) [9], $\mathcal{L}_{\text{gen}}$(rC,CF,ut) [8] und $\mathcal{L}_{\text{gen}}$(1lET0L) [11], ja sogar $\mathcal{L}_{\text{gen}}$(klET0L) für bel. $k \geq 1$, unentscheidbare Sprachen enthält.

Damit ist z.B. die Inklusion $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P,CF}-\lambda, \text{ut}) \subseteq \mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P,CF}, \text{ut})$ sogar 'echt modulo λ'. Offen bleibt jedoch die Frage der Echtheit der Inklusion $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P,CF}-\lambda) \subseteq \mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P,CF})$ (modulo λ).

Offen bleibt leider die Echtheit der Inklusionen (*) $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P,CF}[-\lambda]\text{,ut}) \subseteq \mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P,CF}[-\lambda]\text{,ac})$, auch wenn es starke Hinweise auf die Echtheit gibt, da Grammatiken mit unbedingtem Übergang ein entscheidbares Leerheitsproblem besitzen. Daher gibt es auch keinen Algorithmus, der eine Grammatik mit allgemeinem Vorkommenstest in eine äquivalente mit unbedingtem Übergang verwandelt. Weiterhin läßt sich $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P,CF}[-\lambda]\text{,ac})$ als das von $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P,CF}[-\lambda]\text{,ut})$ erzeugte volle Trio [bzw. Trio] kennzeichnen, ja, es gilt sogar, daß die fraglichen Inklusionen (*) genau dann echt sind, wenn $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P,CF}[-\lambda]\text{,ut})$ gegen Durchschnitt mit regulären Sprachen abgeschlossen ist, was genau dann der Fall ist, wenn $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P,CF}[-\lambda]\text{,ut})$ gegen inverse Homomorphismen abgeschlossen ist [falls diese Abschlußeigenschaften gelten, so sind sie allerdings nicht konstruktiv.].

[1] http://wsiserv.informatik.uni-tuebingen.de/~fernau/pub-fernau/
[2] http://papa.informatik.tu-muenchen.de/gitag/

Außerdem konnten wir noch ergänzend zu [2] zeigen, daß $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{1lEPT0L}) = \mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P,CF} - \lambda, \text{ut})$ gilt [5].

Betrachten wir Linksableitungen, so ergibt sich ein teilweise anderes Bild, da insbesondere $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P-left,CF} - \lambda, \text{ut})$ im Gegensatz zu $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P,CF} - \lambda, \text{ut})$ ein lösbares Präfixproblem besitzt. Daher ist $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P-left,CF} - \lambda, \text{ut})$ echt in $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P-left,CF}-\lambda, \text{ac})$ enthalten [7, 10]. Daraus folgt auch, daß $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P-left,CF}-\lambda, \text{ut})$ nicht abgeschlossen ist gegen Durchschnitt mit regulären Sprachen, weshalb $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P-left,CF} - \lambda, \text{ut})$ von $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P,CF} - \lambda)$ verschieden ist. $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P,CF} - \lambda, \text{ut})$ ist von $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P,CF} - \lambda)$ verschieden, weil $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P,CF} - \lambda)$ ein lösbares Präfixproblem besitzt.

Andererseits enthält auch $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P-left,CF}, \text{ut})$ unentscheidbare Sprachen, so daß diese Familie von $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P,CF})$ verschieden ist, wohingegen das Verhältnis zu $\mathcal{L}_{\text{gen}}(\text{P,CF}, \text{ut})$ offen ist.

Literatur

[1] H. Bordihn and H. Fernau. Accepting grammars and systems. Technical Report 9/94, Universität Karlsruhe, Fakultät für Informatik, 1994.

[2] J. Dassow. A remark on limited 0L systems. *J. Inf. Process. Cybern. EIK (formerly Elektron. Inf.verarb. Kybern.)*, 24(6):287–291, 1988.

[3] J. Dassow and Gh. Păun. *Regulated Rewriting in Formal Language Theory*, volume 18 of *EATCS Monographs in Theoretical Computer Science*. Berlin: Springer, 1989.

[4] H. Fernau. Membership for 1-limited ET0L languages is not decidable. *J. Inf. Process. Cybern. EIK (formerly Elektron. Inf.verarb. Kybern.)*, 30(4):191–211, 1994.

[5] H. Fernau. Characterizations of unconditional transfer. Manuscript (in preparation), 1995.

[6] H. Fernau and H. Bordihn. Programmierte Grammatiken und limitierte L Systeme als Sprachakzeptoren. In *4. GI Theorietag "Automaten und Formale Sprachen", Technical Report WSI-95-10, Universität Tübingen*, pages 21–24, 1995.

[7] D. J. Rosenkrantz. Programmed grammars and classes of formal languages. *Journal of the Association for Computing Machinery*, 16(1):107–131, 1969.

[8] G. Rozenberg and A. K. Salomaa. Context-free grammars with graph-controlled tables. Technical Report DAIMI PB-43, Institute of Mathematics at the University of Aarhus, Ny Munkegade, DAN–8000 Aarhus C, January 1975.

[9] A. K. Salomaa. On grammars with restricted use of productions. *Annales academiae scientarum Fennicae*, Serie A-454:1–32, 1969.

[10] E. D. Stotskii. Control of the conclusion in formal grammars. *Problemy peredachi informacii; translated: Problems of information transmission*, 7(3):257–270, 1971 (Translation 1973).

[11] D. Wätjen. k-limited 0L systems and languages. *J. Inf. Process. Cybern. EIK (formerly Elektron. Inf.verarb. Kybern.)*, 24(6):267–285, 1988.