

Seminar

Eine Logik für das Schlussfolgern über Zeit und Zuverlässigkeit

Theodor Tesla

Informatik 11 – Embedded Software
RWTH Aachen University
Aachen, Germany
teslia@embedded.rwth-aachen.de

Betreuer
Robin Mross

Abstract: Eine prägnante Zusammenfassung des Kerninhaltes ohne thematische Einleitung und Fazit. Was ist PCTL und welche Probleme kann es lösen, die andere Logiken bisher nicht erfüllen konnten.

1 Einführung

Hier führe ich in die Logik PCTL ein, die Probleme die diese löst und wie dies circa gemacht wird. Falls es funktioniert, führe ich außerdem in Halbringsemantik ein und erkläre kurz, in welchem Punkt sich die Ansätze ähneln und unterscheiden.

2 Grundlagen

Hier wird kurz die Syntax von CTL, dessen Semantik und die Definition Kripkestrukturen für CTL eingeführt. Ebenfalls soll kurz erläutert werden, was \models bedeutet. Informationen ziehe ich primär aus [BK08], da hier die Modellbeziehung und das Thema *Model Checking* aus modernerer Sicht betrachtet wird, und [?], da die in [HJ94] verwendete Notation eher der hier vorgestellten entspricht. Falls sich dies nicht unbedingt anbietet kann die zweite Quelle auch weggelassen werden.

3 Eine Logik für Zeit und Zuverlässigkeit

Dieses Kapitel stellt das Hauptkapitel der Arbeit dar und soll die Syntax und Semantik von PCTL erläutern, sowie mithilfe von eigenen Beispielen diese Verständlicher machen. Offensichtliche verwende ich in dem gesamten Kapitel hauptsächlich [HJ94] für Informationen, Algorithmen und Beweise, die Beispiele werden aber zum Großteil eigene sein.

3.1 Syntax

Hier wird die Syntax von PCTL erläutert und einige Beispiele, die korrekt bzw. inkorrekt gebildete Formeln gebracht werden.

3.2 Semantik

Hier wird die Semantik erklärt und das verwendete Transitionssystem, die Markov Kette eingeführt. Einige simple, abstrakte Beispiele ebenfalls zum Erklären verwendet werden. Ein Vergleich mit CTL soll passieren, wobei auf die in [HJ94] definierte Einbettung verwiesen, aber auch der Fehler bzgl. EG φ gezeigt wird.

3.3 Model-Checking Algorithmen

Die in [HJ94] genannten Model-Checking Algorithmen werden erklärt und anhand von Tabellen und unterschiedlichen Formeln erläutert. Wie im Paper soll eine Aufteilung in die unterschiedlichen Parameter-Arten (also $0 < t < \infty$, $t = 0$, $t = \infty$ und analog für p) stattfinden.

3.4 Angewandtes Beispiel

Was genau als Beispiel verwendet wird, muss noch entschieden werden, im Zweifelsfall ein etwas anderes Übertragungsprotokoll als im Paper. Einige unterschiedliche Formeln sollen übersetzt werden so, dass auch die Bedeutung anderer Formeln als nur \leadsto klarer wird.

4 Vergleich mit Halbringsemantik

Ob dieses Kapitel umgesetzt wird hängt von der Vergleichbarkeit von Viterbi-Halbring + CTL mit PCTL ab. Der Platz im restlichen Teil der Arbeit, der durch die Existenz des Kapitels wegfällt, soll von Kapitel 5 gepuffert werden. Bei Platzproblemen kann über das Zusammenlegen der Kapitel 4.1 und 4.2 nachgedacht werden. Hier soll kurz erklärt werden, was genau Halbringsemantik ist und wofür sie im Allgemeinen verwendet wird. In dieser Einleitung und Kapitel 4.1 wird vor allem auf [GT17] verwiesen.

4.1 Halbringsemantik zum Auswerten von Wahrscheinlichkeiten

Verwendung des Viterbi-Halbrings zum Auswerten von FO auf Graphen. Dieses Kapitel wird bei Platzproblemen weggelassen und der Übergang von FO auf CTL wird kurz in Kapitel 4.2 passieren. Falls ich kein veröffentlichtes Paper mit den Informationen finde, benutze ich [Grä22].

4.2 Halbringsemantik für CTL

Erweiterung der Halbringsemantik für FO auf CTL. Informationen sollen aus [DGNT19] und [LLM05] stammen.

4.3 Vergleich von Halbringsemantik für CTL mit PCTL

Unterschiede im Ansatz der beiden Varianten. Falls sich diese einfach beheben lassen, Vergleich in der Nutzung, der Ausdruckskraft etc.

5 Verwandte Arbeiten

Andere Ansätze die entweder nur Zeit oder Wahrscheinlichkeiten zu CTL bzw. Fixpunktlogiken hinzufügen sollen hier erläutert werden.

5.1 Erweiterung von CTL durch Echtzeit

Ein anderer Ansatz zum Ergänzen durch Zeit ist die in [ACD90] definierte Logik, welche erläutert werden soll. Interessant ist auch die Logik aus [JM86], welche eine Fixpunkt-Logik, also ausdrucksstärker als CTL ist. Ein Vergleich mit PCTL bzgl. der Ausdrucks-

kraft soll folgen, evtl. mit Beschränkung von p auf extreme Werte, also $p \in \{0, 1\}$ für PCTL.

5.2 Erweiterung von CTL durch Wahrscheinlichkeiten

Es gibt auch Logiken die nur Wahrscheinlichkeiten hinzufügen. Lassen sich unterschiedliche Ansätze finden? Lösen diese andere Probleme? Paper mit anderen probabilistischen Logiken (die CTL erweitern): [HS84], [LS82] und [CC92].

6 Konklusion

Hier fasse ich noch einmal kurz die Ergebnisse zusammen. Also was PCTL ist, wofür es benutzt werden kann und evtl. wie Halbringsemantik ein ähnliches Ergebnis erzielen kann.

Literatur

- [ACD90] Rajeev Alur, Costas Courcoubetis und David Dill. Model-checking for real-time systems. In *[1990] Proceedings. Fifth Annual IEEE Symposium on Logic in Computer Science*, Seiten 414–425. IEEE, 1990.
- [BK08] Christel Baier und Joost-Pieter Katoen. *Principles of model checking*. MIT press, 2008.
- [CC92] Linda Christoff und Ivan Christoff. Reasoning about safety and liveness properties for probabilistic processes. In *International Conference on Foundations of Software Technology and Theoretical Computer Science*, Seiten 342–355. Springer, 1992.
- [DGNT19] Katrin M Dannert, Erich Grädel, Matthias Naaf und Val Tannen. Generalized absorptive polynomials and provenance semantics for fixed-point logic. *arXiv preprint arXiv:1910.07910*, 2019.
- [Grä22] Erich Grädel. Provenance Analysis and Semiring Semantics for Logic and Games. 2022.
- [GT17] Erich Grädel und Val Tannen. Semiring provenance for first-order model checking. *arXiv preprint arXiv:1712.01980*, 2017.
- [HJ94] Hans Hansson und Bengt Jonsson. A logic for reasoning about time and reliability. *Formal aspects of computing*, 6:512–535, 1994.
- [HS84] Sergiu Hart und Micha Sharir. Probabilistic temporal logics for finite and bounded models. In *Proceedings of the sixteenth annual ACM symposium on Theory of computing*, Seiten 1–13, 1984.
- [JM86] Farnam Jahanian und Aloysius Ka-Lau Mok. Safety analysis of timing properties in real-time systems. *IEEE Transactions on software engineering*, (9):890–904, 1986.

- [LLM05] Alberto Lluch-Lafuente und Ugo Montanari. Quantitative μ -calculus and CTL defined over constraint semirings. *Theoretical Computer Science*, 346(1):135–160, 2005.
- [LS82] Daniel Lehmann und Saharon Shelah. Reasoning with time and chance. *Information and Control*, 53(3):165–198, 1982.