

Rechnergestützte Programmentwicklung

Leiter: Prof. Dr. Rudolf Berghammer

Standort: Haus II, Preusserstraße 1-9

Sekretariat: Frau Claudia Herbers

Tel.: (0431) 560427

Fax: (0431) 566143

E-Mail: ch,rub@informatik.uni-kiel.d400.de

Wiss. Mitarbeiter:

Dipl.-Inform. Ralf Behnke, ab Dezember 1993

Programmierer:

Dipl.-Ing.(FH) Peter Schneider, ab März 1994

Forschungsarbeiten

Die Forschungsgruppe befindet sich derzeit im Aufbau. Sie wurde am 1. September 1993 mit der Besetzung der Professur gleichen Namens durch R. Berghammer (vorher Privatdozent an der Universität der Bundeswehr München) gegründet. Die Untersuchungen und Aktivitäten der Gruppe befassen sich im wesentlichen mit den Grundlagen der Programmierung, abstrakter Relationenalgebra und Graphentheorie. Dabei stehen diese Gebiete in einer oft engen wechselseitigen Beziehung.

Grundlagen von Programmiersprachen und -methodik

Ein erster Forschungsschwerpunkt im vergangenen Berichtszeitraum war die Untersuchung der semantischen und methodischen Grundlagen von Programmiersprachen und Programmentwicklung. Dies geschah unter zusätzlicher Berücksichtigung von algebraischen und logischen Aspekten, unterstützenden Programmsystemen, wie RAP, TIP und HOPS, sowie Implementierungen von Semantik, so in der Spezifikationssprache von RAP und der Programmiersprache ML. Konkret behandelten wir die folgenden Punkte:

- Denotationelle Semantik: Hier befaßten wir uns u.a. mit dem Einsatz von nichtdeterministischen und höheren funktionalen Konstrukten, sowie deren Auswirkung auf die formale Semantikdefinition; siehe

[GB, ZB]. Ein weiterer Gegenstand der Forschung war die semantische Beschreibung von imperativen Sprachen mit nichtstriker und möglicherweise unendlicher Ausgabe. Die Ergebnisse wurden in [BK, B3] präsentiert und verwendeten Resultate einer noch an der Universität der Bundeswehr München entstandenen Diplomarbeit, in der auch die in [B3] behandelten Semantiken und einige andere mehr in ML implementiert wurden.

- Axiomatische Semantik: Die Untersuchungen zu diesem Punkt führten zur Arbeit [BES], in der eine neue, einfache und praktisch gut verwendbare Beschreibung des wp-Kalküls in einer schwachen Logik zweiter Stufe gegeben wurde.
- Transformationelle Programmentwicklung: Neben den schon oben erwähnten semantischen Auswirkungen wurde die Praktikabilität der Methode anhand von vielen Fallstudien – meist im Rahmen von Vorlesungen, Seminaren und Praktika – untersucht.
- Algebraischen Spezifikationen: Hier verglichen wir den relationalen Ansatz (siehe nächster Unterpunkt) mit dem algebraischen. Weiterhin wurde in [B2] eine Lösung des sogenannten Problems der verborgenen Operationen für lose Semantik und beliebige prädikatenlogische Formeln erster Stufe gefunden.

Relationale Methoden in der Informatik

Ein weiterer Schwerpunkt der Forschungsgruppe war die Anwendung von relationalen Methoden in der Informatik. Hierbei konzentrierte wir uns insbesondere auf folgende Felder:

- Relationale Semantik von nichtdeterministischen Sprachen und Sprachen mit höheren Funktionalen: In [GB] wurde ersteres für den Fall des dämonischen Nichtdeterminismus durchgeführt; Sprachen mit höheren Funktionalen wurden in [ZB] behandelt. Diese Untersuchungen führten auch zu – bis auf Isomorphie eindeutigen – relationalen Charakterisierungen der üblicherweise bei denotationeller Semantik verwendeten Bereichskonstruktionen.

- Relationale Problemspezifikationen, Methoden zu deren schnellen Erprobung („rapid prototyping“) und regelorientierte Deduktion von effizienten Algorithmen aus ihnen: In der Spezifikations- und Erprobungsphase stellten sich dabei die eben erwähnten Charakterisierungen der Bereichskonstruktionen und relationale Divisionsoperatoren (Residuen und Symmetrische Quotienten) als entscheidende Hilfsmittel heraus; bei der Entwicklung von effizienten Algorithmen spielten Fixpunktbeobachtungen oft eine große Rolle (vergleiche mit [B1, BGS, BS2]).
- Systeme: Die Konstruktion von Programmsystemen zur Unterstützung obiger Prozesse wurde sowohl theoretisch untersucht als auch im Rahmen der Rechnersysteme RALF (einem Formelmanipulationssystem und Beweisprüfer für Relationenalgebra, [HB, HBS]) und RELVIEW (einem Manipulationssystem für konkrete Relationen, [BS3]) praktisch betrieben. Im Zusammenhang mit dem System RELVIEW wurde – noch an der Universität der Bundeswehr – eine Diplomarbeit erstellt. Beide Systeme wurden u.a. auf der Tagung AMAST 93 in Twente erfolgreich präsentiert. Sie sind für Anwender in Wissenschaft und Forschung via ftp frei verfügbar. Derzeit existieren weltweit etwa 20 Installationen von RELVIEW und ca. 5 Installationen von RALF.

Graphentheorie

Als dritte Haupttätigkeit im abgelaufenen Berichtszeitraum ist die Anwendung von graphentheoretischen Konzepten in der Informatik und die formale Entwicklung von graphentheoretischen Algorithmen zu nennen. Diese Untersuchungen erstreckten sich vor allem auf drei Teilbereiche.

- Entwicklung von graphentheoretischen Algorithmen aus präalgorithmischen Spezifikationen mit Hilfe von Programmtransformationstechniken: Wegen des bei vielen graphentheoretischen Problemen inherent vorhandenen Nichtdeterminismus spielten hier nichtdeterministische Sprachkonstrukte und entsprechende Transformationsregeln eine ausgezeichnete Rolle. Die Korrektheit der unfold/fold-Methode für dämonischen Nichtdeterminismus wurde in [GB] bewiesen.
- Anwendung von abstrakter Relationenalgebra und verbandstheoretischen Methoden bei der Lösung von graphentheoretischen Problemen:

Ein Beispiel hierzu ist etwa die Antimorphismentheorie, die zur Berechnung von Fixpunkten von Kompositionen von antitonen Funktionen auf vollständigen Verbänden dient. Sie wurde in [BGS] in Kombination mit Relationenalgebra zur Bestimmung von Kernen bei bestimmten Klassen von Graphen und zur Lösung von kombinatorischen Spielen verwendet. Weitere mit Hilfe von Relationenalgebra entwickelte graphentheoretische Algorithmen findet man in [B1] und [BS2].

- Parameterisierung von Algorithmen der Graphentheorie in Hinblick auf Wiederverwendbarkeit: Diese Technik wurde studiert anhand eines sich am Übersetzerbau orientierenden Vererbung/Synthese-Durchlaufs mit Tiefensuche in Verbindung mit dem Funktor-Konzept der Programmiersprache ML. Eine Publikation über die Ergebnisse ist derzeit im Entstehen. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde – noch an der Universität der Bundeswehr – eine Diplomarbeit erstellt.

Geplante Forschungsprojekte

Die zukünftig geplanten Forschungsschwerpunkte stimmen im wesentlichen mit den laufenden Forschungsaktivitäten überein, wobei sich aber der Schwerpunkt wohl mehr auf die Rechnerunterstützung und die Umsetzung der theoretischen Resultate in die Praxis verschieben wird. Deshalb werden in Zukunft ingenieurmäßige Methoden und Vorgehensweisen eine immer größere Rolle spielen, insbesondere bei der Behandlung von komplexeren Fallbeispielen aus den technischen Bereichen. Auch ein Vergleich von Spezifikationsansätzen und Programmentwicklungstechniken sowie von existierenden Rechnersystemen anhand von praktisch relevanten, größeren Beispielen ist geplant.

Als ein neuer Forschungsschwerpunkt zur Unterstützung der Lehre ist schließlich auch an die Visualisierung von Algorithmen und entsprechende Rechnersysteme gedacht. Als Hardware-Umgebung wurde dazu im Rahmen der Besetzung der Professur eine Workstation mit einem LCD-Projektionsgerät und einer speziellen Projektionsleinwand angeschafft.

Kooperationen

Im Bereich Programmentwicklung durch Transformationen wird insbesondere mit W. Dosch und B. Möller, beide an der Universität Augsburg, und den

Mitarbeitern des Projekts HOPS (Leiter: G. Schmidt, Universität der Bundeswehr München) eng zusammengearbeitet. Eine Kooperation mit U. Fraus, Universität Passau, besteht im gleichen Bereich u.a. durch die Verwendung der beiden Passauer Rechnersysteme RAP und TIP zur Behandlung von algebraischen Spezifikationen in Forschung und Lehre.

Bei den Anwendungen von relationalen Methoden in der Informatik besteht wiederum ein enger Kontakt mit der Gruppe von G. Schmidt, Universität der Bundeswehr München. Insbesondere wird die Weiterentwicklung von RALF und RELVIEW in Abstimmung mit dieser Gruppe betrieben. Eine Zusammenarbeit bei relationalen algebraischen Fragestellungen besteht auch mit T. Gritzner von der Technische Universität München, J. Desharnais von der Laval University in Quebec, und, insbesondere relationale Produkte betreffend, mit der Gruppe von A. Haeberer und P. Veloso, beide an der PUC in Rio de Janeiro. Letztere führte unter anderem zur gemeinsamen Publikation [BHSV]

Im Januar 1994 fand ein Dagstuhl-Seminar über relationale Methoden in der Informatik statt; für den Herbst 1994 ist ein weiteres gemeinsames Seminar in Rio de Janeiro geplant.

Vorträge

- R. Berghammer, Relational specification of data types and programs, Seminar „Softwarekonstruktion – Grundlagen und Anwendungen“, IBFI Schloß Dagstuhl, Januar 1992
- R. Berghammer, Interactive programming with higher order objects, Seminar „Softwarekonstruktion – Grundlagen und Anwendungen“, IBFI Schloß Dagstuhl, Januar 1992
- R. Berghammer, Zum Problem der verborgenen Funktionen bei beliebigen Formeln erster Stufe, Workshop zu „Programmiersprachen – Methoden, Semantik, Implementierungen“, Landhaus Rothenberge, Januar 1992
- R. Berghammer, A relation algebraic approach to domain theory and semantics, Second Maghrebien Conference on Software Engineering and Artificial Intelligence, Tunis, April 1992

- R. Berghammer, Prototyping relational specifications using higher-order objects, Seminar „Spezifikation und Semantik“, IBFI Schloß Dagstuhl, Mai 1993
- R. Berghammer, Comparing two different approaches to products in abstract relation algebra, 3rd Conference on Algebraic Methodology and Software Technology (AMAST 93), University of Twente, Juni 1993

Sonstiges

In wissenschaftlichen Gremien wurden von R. Berghammer die folgenden Funktionen wahrgenommen:

- Herausgeber des Tagungsbandes des „17th International Workshop on Graph-Theoretic Concepts in Computer Science“ (gemeinsam mit G. Schmidt von der Universität der Bundeswehr München).
- Veranstalter und Herausgeber des Tagungsbandes zum Kolloquiums „Programmiersprachen und Grundlagen der Programmierung“ (gemeinsam mit G. Schmidt von der Universität der Bundeswehr München).
- Mitglied im Programmkomitee der „Second Maghrebien Conference on Software Engineering and Artificial Intelligence“.
- Fachgutachter im Rahmen des „Support Program for Research Teams“ des Landes Kanada.

Veröffentlichungen

- [B1] Berghammer R.: Computing the cut completion of a partially ordered set – An example for the use of the RELVIEW-system. Bericht Nr. 9205, Fakultät für Informatik, Universität der Bundeswehr München (1992).
- [B2] Berghammer R.: On the characterization of the integers: The hidden function problem revisited. In: Lippe W.-M., Stroot G. (eds.): Proc. Workshop „Programmiersprachen – Methoden, Semantik, Implementierungen“, Landhaus Rothenberge, 23.1.-25.1. 1992, Bericht 7/92-I, Institut für Angewandte Mathematik und Informatik, Universität Münster, 82-92 (1992) Auch in: Acta Cybernetica 11, 85-96 (1994)
- [B3] Berghammer R.: Programmiersprachen. Vorlesungsausarbeitung, 2. Auflage, Fakultät für Informatik, Universität der Bundeswehr München (1992)
- [BES] Berghammer R., Elbl B., Schmerl U.: Proving correctness of programs in weak second-order logic. In: De Bakker J.W., de Roever W.-P., Rozenberg G. (eds.): Proc. REX Workshop „Semantics: Foundations and Applications“, Beekbergen, Niederlande, 1.6.-4.6. 1992, LNCS 666, Springer: Berlin-Heidelberg-New York, 51-72 (1993). Erscheint auch in Theoretical Computer Science.
- [BGS] Berghammer R., Gritzner T., Schmidt G.: Prototyping relational specifications using higher-order objects. Bericht Nr. 9304, Fakultät für Informatik, Universität der Bundeswehr München (1993). Erscheint auch in: Heering J., Meinke K., Möller B. (eds.): Proc. International Workshop on Higher Order Algebra, Logic and Term Re-

writing (HOA 93), CWI, Amsterdam, Niederlande, 23.9.-24.9. 1993, Springer: Berlin-Heidelberg-New York.

- [BHSV] Berghammer R., Haeberer A., Schmidt G., Veloso P.: Comparing two different approaches to products in abstract relation algebra. In: Nivat M., Rattray C., Rus T., Scollo G. (eds.): Proc. 3rd Conference on Algebraic Methodology and Software Technology (AMAST 93), University of Twente, Niederlande, 21.6.-25.6. 1993, Workshops in Computing, Springer: London, 169-178 (1993).
- [BK] Berghammer R., Kempf P.: On programming languages with infinite output: An exercise in denotational semantics. In [BS4], 187-202 (1993).
- [BS1] Schmidt G., Berghammer R. (eds.): Proc. 17th International Workshop on Graph-Theoretic Concepts in Computer Science, Fischbachau, 17.6.-19.6. 1991, LNCS 570, Springer: Berlin-Heidelberg-New York (1992).
- [BS2] Berghammer R., Schmidt G.: Relational specifications. In: Rauszer C. (ed.): Algebraic Methods in Logic and Computer Science, Banach Center Publications, Volume 28, Institute of Mathematics, Polish Academy of Sciences, 167-190 (1993).
- [BS3] Berghammer R., Schmidt G.: RELVIEW - A computer system for the manipulation of relations. In: Nivat M., Rattray C., Rus T., Scollo G. (eds.): Proc. 3rd Conference on Algebraic Methodology and Software Technology (AMAST 93), University of Twente, Niederlande, 21.6.-25.6. 1993, Workshops in Computing, Springer: London, 405-406 (1993).
- [BS4] Berghammer R., Schmidt G. (eds.): Proc. Kolloquium „Programmiersprachen und Grundlagen der Programmierung“, Barbarahütte (Garmisch-Partenkirchen), 15.9.-17.9. 1993, Bericht Nr. 9309, Fakultät für Informatik, Universität der Bundeswehr München (1993)
- [GB] Gritzner T., Berghammer R.: A relation algebraic model of robust correctness. Bericht Nr. 9301, Fakultät für Informatik, Universität der Bundeswehr München (1993).

- [HB] Hattensperger C., Berghammer R.: RALF - Ein Formelmanipulationssystem und Beweisprüfer für Relationenalgebra. In [BS4], 117-123 (1993)
- [HBS] Hattensperger C., Berghammer R., Schmidt G.: RALF - A relational algebraic formula manipulation system and proof checker. In: Nivat M., Rattray C., Rus T., Scollo G. (eds.): Proc. 3rd Conference on Algebraic Methodology and Software Technology (AMAST 93), University of Twente, Niederlande, 21.6.-25.6. 1993, Workshops in Computing, Springer: London, 407-408 (1993).
- [ZB] Zierer H., Berghammer R.: A relational algebraic approach to domain theory and semantics. In: Fondation Nationale de la Recherche Scientifique (ed.): Proc. Second Maghrebien Conference on Software Engineering and Artificial Intelligence, Tunis, Tunesien, 13.4.-16.4. 1992, 62-77 (1992).