

7. Neuere Entwicklungen und Ausblick

Wir haben uns durch einen beträchtlichen Wissensstoff durchgekämpft und ein Wissensniveau erreicht, mit dem wir praktische Probleme der Leistungsbewertung von Rechensystemen zuversichtlich angehen können. Wie bei jedem Spezialgebiet, das an aktuelle Forschung heranreicht, ist es aber auch hier so, daß "die Welt nicht stillsteht" und eine Fülle neuerer, z.T. stärker spezialisierender, z.T. generalisierender Ansätze insbesondere im Modellierungs-Sektor existieren. Dieses letzte kurze Kapitel soll Ihnen helfen, einen Einstieg in neuere Entwicklungen zu finden; in diesem Sinne ist die Literaturzusammenstellung etwas breiter gehalten (aber bei weitem nicht als vollständig anzusehen) - der Textteil hat nur Zeigerfunktion.

Zunächst zur Vervollständigung: Die "separablen Netze" haben wir nicht voll in ihrer ursprünglichen, auf der Analyse stochastischer Prozesse basierenden Form kennengelernt, sondern weitgehend in einer betriebsanalytischen "Verkleidung". Bzgl. ihrer detaillierten Darstellung siehe Literatur. Im gleichfalls nur "angekratzen" Gebiet der Simulation bietet Kap. 6 eine ausführliche Literaturliste.

Vervollständigung:
separable Netze,
Simulation

Separable Netze haben wir als besonders effizient analysierbare Modellklasse kennengelernt; auch bei ihnen aber stoßen wir an Grenzen in dem Sinne, daß sehr große separable Systeme nur mit erheblichem Rechenaufwand behandelbar sind. Ein Feld also für Verfahren, die mit (sehr viel) geringerem Aufwand approximative Lösungen für separable Netze bereitstellen. Siehe Literatur.

große
separable
Netze

Das Bestreben, breitere Modellklassen exakt zu analysieren, legte uns die Idee nahe, unser mentales Modell direkt auf einen "einfach behandelbaren" stochastischen Prozeß, eine sog. Markoff-Kette abzubilden und die stationäre Zustandsverteilung für diese Kette auf numerischem Wege zu suchen. Es dürfte offensichtlich sein, daß eine praktische Begrenzung durch die Größe des Zustandsraums dieser Kette gegeben ist, so daß nur "relativ kleine" Probleme dieser Technik zugänglich sein dürften. Der Stand der Technik ist aber so, daß hinreichend große, praktisch interessante Systeme der numerischen Analyse zugänglich sind (Zustandsräume in der Größenordnung 1 Mio ... 5 Mio sind heute durchaus bewältigbar), und daß diese Analysetechnik nicht durch strukturelle Voraussetzungen bzgl. der analysierbaren Probleme belastet ist. Siehe Literatur.

numerische
Lösungen

Separable Netze sind einfach analysierbar, verbieten allerdings die Modellierung bestimmter Eigenschaften realer Systeme, wie erkannt. Eine interessante Stoßrichtung der laufenden Entwicklungen ist die Verfolgung von approximativen Verfahren für Probleme, die insgesamt den separablen Netzen ähneln, aber in bestimmten Punkten die eine oder andere Voraussetzung verletzen. Besondere Aufmerksamkeit ist dabei einerseits FCFS-Stationen mit nicht-exponentiellen (bzw. Mehrklassen-)Bedienwünschen gewidmet worden, andererseits Prioritäten-Stationen verschiedenen Typs (beide Fälle sind von den separablen Netzen selbst nicht erfaßt). Siehe Literatur.

Approximationen

Ein gravierender Nachteil der approximativen Verfahren (sowohl jener für große separable Netze als auch jener für Netze, die gewisse Separabilitätsvoraussetzungen verletzen) ist darin zu sehen, daß sie i.allg. keine Fehlerabschätzungen erlauben und daß in den seltensten Fällen (für iterativ ablaufende Approximationsverfahren) Konvergenzbedingungen bekannt sind. Vor diesem Hintergrund sind Entwicklungen von besonderem Interesse, die statt eines (mehr oder weniger unsicheren) approximativen Wertes für eine Leistungsgröße (beweisbare)

performance
bounds

untere und obere Schranken für diesen Wert zu berechnen erlauben. Siehe Literatur.

zeitbehaftete
Petri-Netze

Wir hatten unsere Überlegungen im Bereich der mathematischen Modell-Analyse völlig auf die strukturelle Vorstellung von Verkehrsnetzen / Warteschlangennetzen gestützt. Dieses "Paradigma" (diese "Modellwelt") hat in den letzten Jahren zunehmend Konkurrenz gewonnen durch Paradigmen, welche die wohlbekannten Petri-Netze (die ja in ihrer ursprünglichen Form bewußt von der Betrachtung kontinuierlicher Zeit absehen - und damit nicht direkt für Zwecke der Leistungsmodellierung tauglich sind) um Zeitaspekte anreichern. Solche "zeitbehafteten" Petri-Netze sehen entweder vor, daß das Feuern von Transitionen "eine gewisse Zeit dauert" oder daß Stellen auf sie gelangende Marken "eine gewisse Zeit festhalten" - oder beides. Eine Analyse derart spezifizierter Modelle ist per Simulation sicher unmittelbar vorstellbar. Einen breiten Raum der jüngeren Literatur nehmen allerdings numerische, wie bei den Warteschlangennetzen auf Markoff-Ketten gestützte Analysetechniken ein. Und: Auch Ergebnisse brgl. pseudo-expliziter "Produktformlösungen" für (gewisse) zeitbehaftete Petri-Netze existieren. Siehe Literatur.

Dekomposition /
Aggregation

Bereits jetzt von großer Bedeutung und (ohne große hellseherischen Fähigkeiten:) von zentralem zukünftigem Interesse sind Ansätze der Dekomposition und Aggregation, welche die Schwierigkeiten der Analyse großer Modelle/Systeme an der Wurzel anzupacken versuchen. In "divide et impera"-Manier wird hierbei das Gesamt-Problem in eine Reihe von Teil-Problemen "zerlegt", die Teil-Probleme ihrer jeweiligen Lösung zugeführt und aus den Lösungen der Teil-Probleme die Gesamt-Lösung konstruiert. Ohne Einzelheiten diskutieren zu müssen, liegen die potentiellen Vorteile dieser Vorgehensweise klar auf der Hand:

- Eine Reduktion des totalen Lösungsaufwandes sollte sich erzielen lassen.
- Ein höheres Verständnis für das gesamte Problem und seine "kritischen Punkte" müßte resultieren.
- Arbeitsteilige Modellerstellungs- und Modellanalyse-Prozesse würden unterstützt.
- Die Wiederverwendbarkeit der Resultate für analysierte "Teile" wäre gegeben.
- Es wäre nicht mehr notwendig, das gesamte Problem mittels einer einzigen der vorgestellten Lösungstechniken zu "knacken"; verschiedene "Teile" könnten mit unterschiedlichen Techniken analysiert, die "Zusammensetzung" mit Hilfe wieder anderer Techniken erzielt werden.

Die Idee ist offensichtlich hierarchisch anwendbar. Siehe Literatur.

Modellierungs-
Tools

Angesichts der Unterschiedlichkeit der verschiedenen Modellanalysetechniken und der Unterschiedlichkeit der für ihren Einsatz erforderlichen Wissensbereiche ist ihre souveräne Anwendung in der Praxis nicht zu erwarten - zumindest nicht ohne geeignete Hilfestellung. Aus dieser Überlegung heraus sind eine Reihe von Software-Paketen, "Modellierungs-Tools", entstanden, die fertige Implementierungen (wünschenswerterweise:) einer Reihe von Analysetechniken in einer Form verfügbar machen, die eine detaillierte Kenntnis der "Innereien" nicht mehr voraussetzt. Besonders interessant hierbei sind sicherlich Tools, die eine einheitliche, Analysetechnik-unabhängige Beschreibungs-/Spezifikations-Möglichkeit für Modelle/Systeme vorsehen und die Abbildung auf Analysetechnik-spezifische Spezifikationen selbsttätig vornehmen. Siehe Literatur.

Und zum Schluß: Viel Erfolg beim Einsatz der neugewonnenen Kenntnisse!

Literatur Kapitel 7
(Ergänzung und Ausblick)

Separable Netze (z.T. Wiederholung)

- BCMP75 Baskett F., Chandy K.M., Muntz R.R., Palacios F.G.:
 Open, closed and mixed networks of queues with different classes of customers;
 JACM vol.22(1975) nr.2 pp.248-260
- BaBS94 Balbo G., Bruell S., Sereno M.; Arrival theorems for product-form stochastic Petri nets;
 Performance Evaluation Rev. vol.22(1994) nr.1, pp.87-97
- BaBG86 Balbo G., Bruell S.C., Ghanta S.;
 The solution of homogeneous queueing networks with many job classes;
 J. Systems + Software vol.1(1986) nr.2 pp.41-53
- BrBa80 Bruell S.C., Balbo G.: Computational algorithms for closed queueing networks;
 Prentice-Hall 1980
- BrBA84 Bruell S.C., Balbo G., Afshari P.V.:
 Mean value analysis of mixed, multiple class BCMP networks
 with load dependent service stations; Performance Evaluation vol.4(1984) pp.241-260
- Buze73 Buzen J.P.:
 Computational algorithms for closed queueing networks with exponential servers;
 CACM vol.16(1973) nr.9 pp.527-531
- ChHT77 Chandy K.M., Howard J.H., Towsley D.F.:
 Product form and local balance in queueing networks;
 JACM vol.24(1977) nr.2 pp.250-263
- dSLa89 de Souza e Silva E., Lavenberg S.S.;
 Calculating joint queue length distributions in product form networks;
 JACM vol.36(1989) nr.1 pp.194-207
- Harr85 Harrison P.G.; On normalizing constants in queueing networks;
 Operations Research vol.33(1985) nr.2 pp.464-468
- HeTa91 Henderson W., Taylor P.G.;
 Some new results on queueing networks with batch movement;
 J. Applied Probability vol.28(1991) pp.409-421
- HoKi83 Hong J.P., Kim G.; Class dependent queueing disciplines with product form solution;
 in: Proc. Performance '83; North Holland 1983
- HBAK86 Hoyme K.P., Bruell S.C., Afshari P.V., Kain R.Y.;
 A tree-structured mean value analysis algorithm;
 ACM Trans. Comp.Syst. vol.4(1986) nr.2 pp.178-185
- Jack63 Jackson J.R.: Jobshop-like queueing systems;
 Management Science vol.10(1963) nr.1 pp.131-142

- Kowa85** Kowalk W.: The throughput algorithms for BCMP networks;
in: Beilner H. (ed); Messung, Modellierung und Bewertung von Rechensystemen;
IFB vol.110 Springer 1985
- LaLi83** Lam S.S., Lien Y.L.;
A tree convolution algorithm for the solution of queueing networks;
CACM vol.26(1983) nr.3 pp.203-215
- ReKo75** Reiser M., Kobayashi H.:
Queueing networks with multiple closed chains: Theory and computational algorithms;
IBM J. Res.Develop. May 1975 pp.283-294
- ReLa80** Reiser M., Lavenberg S.S.:
Mean Value analysis of closed multichain queueing networks;
JACM vol.27(1908) nr.2 pp.313-322
- Reis81** Reiser M.:
Mean-Value analysis and convolution method for queue-dependent servers
in closed queueing networks; Performance Evaluation vol.1(1981) nr.1 pp.7-18
- vDij93** van Dijk N.M.; Queueing networks and product forms; Wiley 1993

Approximative Techniken für separable Netze

- AlHy90** Allen A., Hynes G.; Approximate MVA solutions with fixed throughput classes;
Performance Evaluation Rev. vol.18(1990) nr.2 pp.31-40
- Bard79** Bard Y.: Some extensions to multiclass queueing network analysis;
in: Arato M. et al (eds); Performance of computer systems;
North-Holland 1979
- ChNe82a** Chandy K.M., Neuse D.: Linearizer: A heuristic algorithm for queueing network
models of computing systems; CACM vol.25(1982) nr.2 pp.126-134
- ChNe82b** Chandy K.M., Neuse D.; SCAT: A heuristic algorithm for queueing network models
of computing systems; Performance Evaluation Rev. vol.10(1982) nr.3 pp.59-79
- ChLW95** Choudhuri G.L., Leung K.K., Whitt W.; Calculating normalization constants of closed
queueing networks by numerically inverting their generating functions;
JACM vol.42(1995) nr.5 pp.935-970
- Chow83** Chow W.M.; Approximations for large scale closed queueing networks;
Performance Evaluation vol.3(1983) nr.1 pp.1-12
- KnTh90** Knessl C., Tier C.; Asymptotic expansions for large closed queueing networks;
JACM vol.37(1990) nr.1 pp.144-174
- KrGr84** Krzesinski A.E., Greyling J.
Improved linearizer methods for queueing network models of computing systems;
Performance Evaluation Rev. vol.12(1984) pp.41-51

- MKMR81** McKenna J., Mitra D., Ramakrishnan K.G.; A class of closed Markovian queuing networks: Integral representations, asymptotic expansions, and generalizations; Bell System Technical Journal vol.60(1981) nr.5 pp.599-641
- MKMi84** McKenna J., Mitra D.: Asymptotic expansions and integral representations of moments of queue lengths in closed Markovian networks; JACM vol.31(1984) nr.2 pp.346-360
- MiMK86** Mitra D., McKenna J.: Asymptotic expansions for closed Markovian networks with state-dependent service rates; JACM vol.33(1986) pp.568-592
- PaKT90** Pattipati K.R., Kostreva M.M., Teele J.L.:
Approximate mean value analysis algorithms for queueing networks:
Existence, uniqueness, and convergence results; JACM vol.37(1990) nr.3 pp.643-673
- RoTW94** Ross K.W., Tsang D.H.K., Wang J.;
Monte Carlo summation and integration applied to multiclass queuing networks;
JACM vol.41(1994) nr.6 pp.1110-1135
- Schw79** Schweitzer P.: Approximate analysis of multiclass closed networks of queues;
in: Proc. Int. Conf. Stochastic Control and Optimization, Amsterdam, 1979

Numerische Techniken für Markoff-Ketten (kleiner Ausschnitt)

- Buch91** Buchholz P.: Numerical solution methods based on structured descriptions of Markovian models; in: Balbo G., Serazzi G. (eds); Proc. Fifth International Conference on Modelling Techniques and Tools for Computer Performance Evaluation 1991
- PIFo91** Plateau B., Fourneau J.-M.; A methodology for solving Markov models of parallel systems; J. Parallel + Distributed Comp. vol.12(1991) pp.1-18(?)
- Stew78** Stewart W.J.: A comparison of numerical techniques in Markov modelling; CACM vol.21(1978) nr.2 pp.144-151
- Stew91** Stewart W.J.: Numerical solution of Markov Chains; Marcel Dekker 1991

Approximationen für nicht-separable Netze

- AgBS84** Agrawal S.C., Buzen J.P., Shum A.W.; Response time preservation: A general technique for developing approximate algorithms for queueing networks; Performance Evaluation Rev. vol.12(1984) pp.63-77
- Akyi88a** Akyildiz I.F.: On the exact and approximate throughput analysis of closed queueing networks with blocking; IEEE Trans.Softw.Eng. vol.14(1988) nr.1 pp.62-70
- BrKT83** Bryant R.M., Krzesinski A.E., Teunissen P.:
The MVA pre-empt resume priority approximation;
Performance Evaluation Rev. Special Issue August 1983 pp.12-27
- BKLC84** Bryant R.M., Krzesinski A.E., Lakshmi M.S., Chandy K.M.
The MVA priority approximation; ACM Trans. Comp.Syst. vol.2(1984) pp.335-359

- HsLa88 Hsieh C.-T., Lam S.S.: PAM - A noniterative approximate solution method for closed multichain queueing networks ; in: Proc. SIGMETRICS '88 pp.261-269
- Kauf84 Kaufmann J.S.; Approximation methods for networks of queues with priorities; Performance Evaluation vol.4(1984) pp.183-198
- Mari79 Marie R.: An approximate analytical method for general queueing networks; IEEE Trans.Softw.Eng. vol.SE-5(1979) nr.5 pp.530-538
- MaSt77 Marie R., Stewart W.J.; A hybrid iterative-numerical method for the solution of a general queueing network; in: Beilner H., Gelenbe E. (eds); Measuring, modelling and evaluating computer systems; North-Holland 1977
- Sevc77 Sevcik K.C.; Priority scheduling disciplines in queueing networks of computer systems; in: Gilchrist B. (ed); Information Processing; North Holland 1977
- ShBu77 Shum A.W., Buzen J.P.: The EPF technique: A method for obtaining approximate solutions to closed queueing networks with general service times; in: Beilner H., Gelenbe E. (eds); Measuring, modelling and evaluating computer systems; North-Holland 1977

performance bounds Ansätze

- EaSe83 Eager D.L., Sevcik K.C.: Performance bound hierarchies for queueing networks; ACM Trans. Comp.Syst. vol.1(1983) nr.2 pp.99-115
- EaSe86 Eager D.L., Sevcik K.C.: Bound hierarchies for multiple class closed queueing networks; JACM vol.33(1986) pp.179-206
- Hord88 Hordijk A.: Insensitive bounds for performance measures; Proc. 12th International Teletraffic Congress 1988 vol.4 pp.4.1B.2.1-7
- HsLa87 Hsieh C.-T., Lam S.S.: Two classes of performance bounds for closed queueing networks; Performance Evaluation vol.7(1987) pp.3-30
- Kriz84 Kriz J.: Throughput bounds for closed queueing networks; Performance Evaluation vol.4(1984) nr.1 pp.1-10
- ZSEG82 Zahorjan J., Sevcik K.G., Eager D.L., Galler B.: Balanced job bound analysis of queueing networks; CACM vol.25(1982) pp.134-141

Zeitbehaftete Petri-Netze (größtenteils Weiterverweise)

- AjBT85 Ajmone Marsan M., Balbo G., Trivedi K. (eds); Timed Petri Nets; Proc. Int'l Workshop; IEEE Computer Society Press 1985
- AjCB84 Ajmone Marsan M., Conte G., Balbo G.; A class of generalized stochastic Petri nets for the performance evaluation of multiprocessor systems; ACM Trans. Comp.Syst. vol.2(1984) nr.2 pp.93-122

- BaBu98 Bause F., Buchholz P.; Queueing Petri Nets with product form solution; Performance Evaluation, 1998?
- BiHe93 Billington J., Henderson B. (eds); Special issue: Analysis of Petri Net performance models; Performance Evaluation vol.18(1993) nr.1
- Buch93 Buchholz P.; Hierarchies in Colored GSPNs; in: Proc. 14th Int'l Conf. on Application and Theory of Petri Nets, 1993
- Cole93 Coleman J.L.; Algorithms for product-form stochastic Petri Nets - A new approach; in: IEEE93, pp.108-116
- DoSe92 Donatelli S., Sereno M.; On the product form solution for stochastic Petri Nets; in: Proc. Int'l Conf. on Application and Theory of Petri Nets, Sheffield 1992, pp.254-172
- FlNa91 Florin G., Natkin S.; Generalisation of queueing network product form solutions to stochastic Petri Nets; IEEE Trans.Softw.Eng. vol.17(1991) nr.2 pp.99-107
- HeTa91 Henderson W., Taylor P.G.; Embedded processes in stochastic Petri Nets; IEEE Trans.Softw.Eng. vol.17(1991) pp.108-116
- HeLT89 Henderson W., Lucic D., Taylor P.G.; A net level performance analysis of stochastic Petri Nets; J. Austral.Math.Soc.Ser.B vol.31(1989) pp.176-187
- LaRo91 Lazar A.A., Robertazzi T.G.; Markovian Petri Net protocols with product form solution; Performance Evaluation vol.12(1991) pp.67-77
Performance Evaluation Rev. vol.10(1981) nr.3 pp.59-79
- SeBa93 Sereno M., Balbo G.; Computational algorithms for product form solution stochastic Petri Nets; in: IEEE93, pp.98-107
- IEEE93 IEEE; PNPM '93: 5th International workshop on Petri-Nets and performance models; IEEE Computer Society Press 1993

Dekomposition und Aggregation

- Bala84 Balsamo S., Iazeolla G.; Aggregation and disaggregation in queueing networks: The principle of product form synthesis; in: Iazeolla G., Courtois P.J., Hordijk A. (eds); Mathematical computer performance and reliability; North-Holland 1984
- BaBr83 Balbo G., Bruell S.C.: Computational aspects of aggregation in multiple class queueing networks; Performance Evaluation vol.3(1983) pp.177-185
- Bals88 Balsamo S.; Approximate solution of queueing networks based on exact and bounded aggregation technique; Proc. 12th International Teletraffic Congress 1988 vol.4 pp.4.1B.3.1-9

- BDHL85** Blum A., Donatiello L., Heidelberger P., Lavenberg S., MacNair E.A.; Experiments with decompositions of extended queueing networks; in: Potier D. (ed); Modelling techniques and tools for performance analysis; North-Holland 1985
- BeBM87** Beilner H., Buchholz P., Müller-Clostermann B.; Experimente mit Ersatzdarstellungen unter Berücksichtigung der Verweilzeit; in: Herzog U., Paterok M.; Messung, Modellierung und Bewertung von Rechensystemen; IFB vol.154 Springer 1987
- Bran80** Brandwajn A.: Further results on equivalence and decomposition in queueing network models; in: Proc. PERFORMANCE '80 pp.93-104
- Buch91** Buchholz P.: Die strukturierte Analyse Markovscher Modelle; IFB vol.282 Springer 1991
- Buch94** Buchholz P.; A class of hierarchical queueing networks and their analysis; Queueing Systems vol.15(1994) pp.59-80
- ChHW75a** Chandy K.M., Herzog U., Woo L.: Parametric analysis of queueing networks; IBM J. Res. Develop. vol.19(1975) nr.1 pp.36-42
- ChHW75b** Chandy K.M., Herzog U., Woo L.: Approximate analysis of general queueing networks; IBM J. Res. Develop. vol.19(1975) nr.1 pp.43-49
- ChSa78** Chandy K.M., Sauer C.H.: Approximate methods for analyzing queueing network models of computing systems; Computing Surveys vol.10(1978) nr.3 pp.281-317
- CoGe89** Conway A.E., Georganas N.D.: Queueing networks - Exact computational algorithms: A unified theory based on decomposition and aggregation; MIT Press 1989
- Cour77** Courtois P.J.: Decomposability: Queueing and computer systems applications; Academic Press 1977
- KrWK82** Kritzinger P.S., vanWyk S., Krzesinski A.E.: A generalisation of Norton's theorem for multiclass queueing networks; Performance Evaluation vol.2(1982) nr.2 pp.98-107
- Müll81** Müller B.: Decomposition methods in the construction and numerical solution of queueing network models; in: Proc. PERFORMANCE '81 North Holland 1981
- Schw88** Schweitzer P.J.: Aggregative modelling of queueing networks; Proc. 12th International Teletraffic Congress 1988 vol.4 pp.4.1B.1.1-7
- StZe80** Stewart W.J., Zeiszler G.A.: On the existence of composite flow equivalent Markovian servers; in: Proc. PERFORMANCE '80, Performance Evaluation Rev. vol.9(1980) nr.2 pp.105-116
- Vant80** Vantilborgh H.T.: Near-complete decomposability of queueing networks with clusters of strongly interacting servers; in: Proc. PERFORMANCE '80 pp.81-92

Modellierungs-Tools mit mehreren Analysetechniken (bei weitem nicht vollständig)

- ABCC85** Ajmone Marsan M., Balbo G., Ciardo G., Conte G.;
A software tool for the automatic analysis of generalized stochastic Petri Net models;
in: Potier D. (ed); Modelling techniques and tools for performance analysis;
North-Holland 1985
- Ande84** Anderson G.E.: The coordinated use of five performance evaluation methodologies;
CACM vol.27(1984) nr.2 pp.119-125
- BaKe94** Bause F., Kemper P.;
QPN-Tool for qualitative and quantitative analysis of Queueing Petri Nets;
in: Haring G., Kotsis G. (eds); Computer performance evaluation '94 - Modelling
Techniques and Tools; LNCS vol.794(1994) Springer; pp.321-334
- BaSc95** Bause F., Sczittnick M.;
Design von Modellierungstools zur Leistungsbewertung - HIT, MACOM, QPN-Tool;
it+ti vol.37(1995) nr.3 pp.34-40
- BBFK02** Bause F., Beilner H., Fischer M., Kemper P., Völker M.;
The Proc/B toolset for the modelling and analysis of Process Chains;
in: Field T., Harrison P.G., Bradley J., Harder U. (eds); Computer Performance
Evaluation - Modelling Techniques and Tools; LNCS vol.2324(2002) Springer
- BeMä85** Beilner H., Mäter J.: COPE: Past, present and future; in: Potier D. (ed);
Modelling techniques and tools for performance analysis; North-Holland 1985
- BeMW89** Beilner H., Mäter J., Weißenberg N.: Towards a performance modelling environment:
News on HIT; in: Puigjaner R., Potier D. (ed's); Modeling techniques and tools
for computer performance evaluation; Plenum 1989
- BoKi93** Bolch G., Kirschnick M.;
PEPSY-QNS - Ein Programm zur Leistungsanalyse von Warteschlangennetzen;
in: Walke B., Spaniol O. (eds); Messung, Modellierung und Bewertung von Rechen- und
Kommunikationssystemen; Informatik aktuell, Springer 1991; pp.216-220
- DeNR89** Deike-Glindemann H., Nolte S., Rosentreter G.: SIQUEUE-PET: Eine Umgebung zur
graphischen Modellierung und quantitativen Analyse von Rechensystemen;
Angewandte Informatik 1989 nr.10 pp.446-457
- EFRV86** Estrin G., Fenchel R.S., Razouk R.R., Vernon M.K.: SARA (Systems ARchitects
Apprentice): Modeling, analysis and simulation support for design of concurrent
systems; IEEE Trans.Softw.Eng. vol.SE-12(1986) nr.2 pp.293-311
- GRCM92** Golubchik L., Rozenblat G.D., Cheng W.C., Muntz R.R.;
The Tangram modeling environment;
in: Balbo G., Serazzi G. (eds); Computer performance evaluation - Modelling techniques
and tools; Elsevier 1992; pp.439-453
- Jobm85** Jobmann M.; Modellbildung und -analyse von Rechensystemen
mit Hilfe des Programmsystems MAOS;
in: Beilner H. (ed); Messung, Modellierung und Bewertung von Rechensystemen;
IFB vol.110 Springer 1985

- Pool92** Pooley R.J.; The integrated modelling support environment; A new generation of performance modelling tools;
in: Balbo G., Serazzi G. (eds); Computer performance evaluation - Modelling techniques and tools; Elsevier 1992; pp.1-15
- RaMi88** Ramakrishnan K.G., Mitra D.: PANACEA: An integrated set of tools for performance analysis; in: Puigjaner R., Potier D. (ed's); Modeling techniques and tools for computer performance evaluation; Plenum 1989
- SaMN85** Sauer C.H., MacNair E.A.: The evolution of the research queueing package, RESQ;
in: Potier D. (ed); Modelling techniques and tools for performance analysis;
North-Holland 1985
- SOQW93** Sanders W.H., Obal W.D., Qureshi M.A., Widjanarko F.K.; UltraSAN V 2.0: Overview;
in: Haring G., Kotsis G. (eds); Short papers and tool descriptions;
Computer performance evaluation '94 - Modelling techniques and tools;
Universität Wien, Inst.f.Angew.Informatik 1994
- VePo85** Veran M., Potier D.: QNAP 2: A portable environment for queueing systems modelling;
in: Potier D. (ed); Modelling techniques and tools for performance analysis;
North-Holland 1985