

Anmeldung einer Projektgruppe

1 Thema der Projektgruppe

Optimierungsalgorithmen für Simulationsmodelle

2 PG-Zeitraum

WS 04/05 und SS 05

3 PG-Umfang

jeweils 8 SWS

4 PG-Veranstalter

Dipl.-Inform. Carsten Tepper, Informatik IV, GB V, Raum 514, Tel. 4669

Dr. Axel Thümmler, Informatik IV, GB V, Raum 512, Tel. 4892

5 PG-Aufgabe

5.1 Allgemeine Beschreibung des Aufgabengebiets

Die Aufgabenstellung dieser Projektgruppe umfasst die Realisierung von Algorithmen zur Optimierung von Simulationsmodellen für diskrete ereignisorientierte Systeme [9]. Bei der Optimierung wird eine Belegung der Eingabeparameter des Simulationsmodells gesucht, welche eine oder mehrere Ausgabegrößen des Modells minimiert bzw. maximiert. Als klassisches Beispiel ist hier die Lagerhaltung zu nennen, wo zu einem gegebenen Kunden-Anfragemuster, die optimale Größe des Lagers so bestimmt werden soll, dass einerseits das Lager nicht leer läuft, andererseits der Lagerbestand aber nicht unnötig hoch gehalten wird.

Ein wesentliches Merkmal von Optimierungsalgorithmen für Simulationsmodelle ist, dass diese mit den mehr oder weniger starken stochastischen Schwankungen der Simulationsausgabe zurecht kommen müssen. Ferner ist oft schon die Auswertung einer Parameterbelegung durch die Simulation sehr zeitaufwendig, so dass Optimierungsverfahren, die mit möglichst wenigen Auswertungen auskommen, von Interesse sind. Als Beispiel zeigt Abbildung 1 das typische Aussehen der Beobachtung eines stochastischen Simulationsmodells mit zwei Eingabeparametern. Das Maximum wird für Parameterwerte „in der Nähe“ des Punkts (1.5, 1.5) erreicht.

Auch wenn für die Optimierung von Simulationsmodellen zahlreiche Techniken existieren, ein kompakter Überblick ist in [6] zu finden, treten bei der praktischen Anwendung doch zahlreiche Probleme auf, da viele der vorgeschlagenen Optimierungsansätze nicht robust genug sind, nicht für große Systeme oder zahlreiche Eingabeparameter skalieren, spezielle Anforderungen an Simulationsmodelle stellen, die in der Regel nicht erfüllbar sind, oder aber manuelle Eingriffe des Modellierers erfordern.

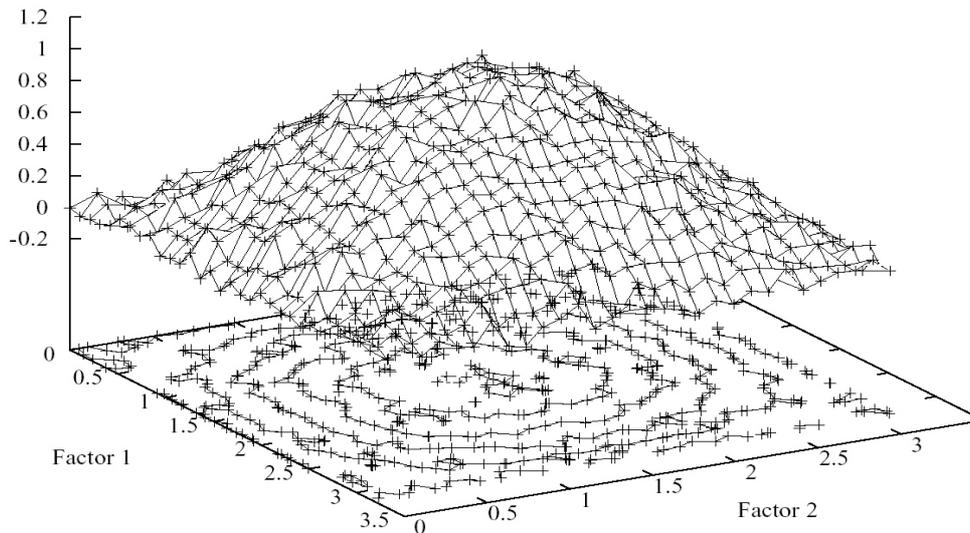


Abbildung 1. Typisches Aussehen einer Beobachtung eines Simulationsmodells

Die automatische Kopplung von ereignisdiskreten Simulatoren mit klassischen Optimierern führt aber gerade bei komplexen Simulationsmodellen meist zu unbefriedigenden Ergebnissen, wenn sie sich auf ein einfaches Zusammenführen von Simulationsmodell und Optimierungsverfahren beschränkt. Als robuste Methode, die das Potential einer solchen Kopplung mitbringt, bietet sich die seit langem bekannte *Response Surface Methode* [10] und die Verwendung von *Evolutionsstrategien* oder *genetischen Algorithmen* an [2].

Die Optimierung über Response Surfaces ist eng verbunden mit der Metamodellbildung [3], da iterativ zwischen Simulationsexperimenten und der Anpassung und Optimierung von Metamodellen gewechselt wird. Dabei wird mit Hilfe des Metamodells der Raum des Optimums eingegrenzt und auf Basis von Simulationsexperimenten im eingegrenzten Parameterraum ein neues Metamodell erzeugt, welches zur weiteren Eingrenzung des Parameterraums verwendet werden kann. Neuere Arbeiten zur Response Surface Methode beschäftigen sich primär mit der Verbesserung der Methode und der Automatisierung des Ansatzes [11], was voraussetzt, dass neben der automatischen Anpassung von Metamodellen auch getestet wird, ob diese adäquat für das beobachtete Verhalten sind.

5.2 Beschreibung der Projektaufgaben

Die Aufgabenstellung der Projektgruppe beinhaltet Forschungsarbeiten aus dem Fachgebiet Praktische Informatik, insbesondere dem Teilgebiet „Modellierung und Simulation“. Des weiteren sind theoretische Ergebnisse aus dem Gebiet Wahrscheinlichkeitsrechnung für die betrachtete Fragestellung geeignet umzusetzen. Im einzelnen beinhalten die Arbeitspakete der geplanten Projektgruppe die Aufgabenstellungen:

- Implementierung eines Optimierungsalgorithmus für stochastische Simulationsmodelle nach dem Prinzip der Response Surface Methode wie in [10] und [11] dargestellt.
- Implementierung eines Optimierungsalgorithmus für stochastische Simulationsmodelle auf Basis von Evolutionsstrategien bzw. genetischen Algorithmen nach den Darstellungen in [2] und [12].
- Vergleich der implementierten Verfahren bzgl. ihrer Güte für ausgewählte Klassen von stochastischer Funktionen sowie für einfache Simulationsmodelle.

- Anbindung der entwickelten Optimierungsalgorithmen an das ProC/B Toolset zur Modellierung von Prozessketten [5] und die APNN-Toolbox zur Modellierung mit stochastischen Petri Netzen [4], sowie Vergleich der Optimierungsalgorithmen für komplexe Simulationsmodelle.

Die Erstellung eines kommerziellen Produkts wird mit dieser PG nicht angestrebt.

6 Teilnahmevoraussetzungen

- gute Programmierkenntnisse in C++ oder Java (V)
- Teilnahme an der Vorlesung Modellgestützte Analyse und Optimierung im SS 2004 (M)
- Kenntnisse im Bereich Simulation (M)
- Kenntnisse im Bereich Softwaretechnologie (W)
- grundlegende UNIX Kenntnisse (W)

Legende: (V) Voraussetzung, (M) mindestens eine der Alternativen, (W) wünschenswert

7 Minimalziel

1. Implementierung der einzelnen Basiskomponenten der Response Surface Methode zur Optimierung stochastischer Funktionen.
2. Implementierung eines Optimierungsalgorithmus für stochastische Funktionen auf Basis von Evolutionsstrategien bzw. genetischen Algorithmen.
3. Vergleich unterschiedlicher Konfigurationen der beiden Methoden angewendet auf ausgewählte Klassen von stochastischen Funktionen und einfachen Simulationsmodellen.
4. Anbindung der entwickelten Optimierungsalgorithmen an das ProC/B Toolset und die APNN-Toolbox.
5. Verifikation des erfolgreichen Einsatzes der Optimierungsalgorithmen an zwei dokumentieren nicht-trivialen Beispielen.

8 Literatur

- [1] J. April, F. Glover, J.P. Kelly, and M. Laguna, Practical Introduction to Simulation Optimization, *Proc. Winter Simulation Conference, New Orleans, Louisiana, USA*, 71-78, 2003.
- [2] T. Bäck and U. Hammel, Optimierung in der Simulation: Evolutionäre Algorithmen, in: H. Szczerbicka, T. Uthmann (Eds.), *Modellierung, Simulation und Künstliche Intelligenz*, 303-331, SCS Publishing House, Erlangen, 2000.
- [3] R.R. Barton, Simulation Metamodels, *Proc. Winter Simulation Conference, Washington, DC, USA*, 59-65, 2003.
- [4] P. Buchholz, M. Fischer, P. Kemper, and C. Tepper, Model checking of CTMCs and Discrete Event Simulation integrated into the APNN Toolbox, *In F. Bause (ed): Tools of the 2003 Illinois International Multiconference on Measurement, Modelling, and*

Evaluation of Computer-Communication Systems, Technical Report 781, Fachbereich Informatik, Universität Dortmund, 2003

- [5] F. Bause, H. Beilner, M. Fischer, P. Kemper, and M. Völker. The ProC/B Toolset for the Modelling and Analysis of Process Chains, *Proc. 12th Int. Conf. Modelling Tools and Techniques for Computer and Communication System Performance Evaluation, London, UK, LNCS 2324*, 51-70, Springer, 2002.
- [6] M.C. Fu. Optimization for Simulation: Theory vs. Practice, *INFORMS Journal on Computing* **14**, 192-215, 2002.
- [7] J.P.C. Kleijnen, Experimental Design for Sensitivity Analysis, Optimization, and Validation of Simulation Models, in: J. Banks (Ed.), *Handbook of Simulation*, 173-223, John Wiley & Sons, 1998.
- [8] J.P.C. Kleijnen and W.C.M. van Beers, Kriging Interpolation in Simulation: A Survey, *Proc. Winter Simulation Conference, Washington*, 2004.
- [9] A.M. Law and W.D. Kelton, *Simulation Modeling and Analysis*, 3rd Edition, McGraw-Hill, 2000.
- [10] D.C. Montgomery and R.H. Myers, *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, 2002.
- [11] H.G. Neddermeijer and G.J. van Oortmarssen, A Framework for Response Surface Methodology for Simulation Optimization, *Proc. Winter Simulation Conference, Orlando, FL, USA*, 129-136, 2000.
- [12] K. Weicker, *Evolutionäre Algorithmen*, Teubner, 2002.