

Построение сценариев принятия решений на основе будстреп-моделирования

Лилия Ю.Уразаева
Доцент кафедры математики
Санкт-Петербургский Архитектурно-строительный
университет
Санкт-Петербург, Россия
Delovoi2004@mail.com

Наталья Н. Дацун
Доцент кафедры математического обеспечения
Пермский государственный национальный
исследовательский университет
Пермь, Россия
nndatsun@inbox.ru

Аннотация. Работа посвящена обоснованию возможности использования будстреп-методов при компьютерном моделировании сценариев развития динамических процессов в сложных системах.

Обсуждается анализ границ применимости будстреп-анализа, предлагается процедура адаптивной генерации выборок с учетом развития динамических процессов, приведены примеры использования будстреп-моделирования для принятия решений.

Ключевые слова— *принятие решений, будстреп-моделирование, анализ рисков, построение сценариев развития процессов, сложные системы.*

I. ВВЕДЕНИЕ

Проектирование сложных систем, работающих в условиях неопределенности требует управления, основанного на многоступенчатых процедурах принятия решений.

Характерной особенностью таких систем управления является необходимость приспособления к изменяющимся условиям и возможность оценки и учета влияния неопределенностей.

Для выбора оптимального управления можно разработать сценариев принятия решений на основе будстреп-моделирования

В системном анализе принято выделять два вида адаптивного управления: прямое (непосредственное) и косвенное (опосредованное).

В случае прямого адаптивного управления внешняя информация непосредственно используются в процессе принятия решений для изменения траектории управления.

Опосредованные методы позволяют провести оценку диапазона изменения входных и выходных параметров с целью использования полученных результатов для настройки системы принятия решений при управлении сложной системой.

В настоящее время имеется большое число публикаций посвящено рассмотрению применению классических методов адаптивного управления в теоретических исследованиях и в практических приложениях.

Особое внимание привлекают задачи разработки процедур управления, в условиях наличия изменяющихся во времени неопределенностей, имеющих нелинейные эффекты воздействия на результат.

Ввиду неполноты информации при решении подобных задач авторами было предложено использование будстреп-анализа для получения необходимых оценок в условиях малочисленных выборок при построении сценариев развития системы.

Для получения полной картины о возможностях применения будстреп-методов при принятии решений и оценке рисков был выполнен обзор научных работ, посвященных различным аспектам приложения методов размножения выборки и аппроксимации данных.

На основе рассмотренных публикаций можно отметить, что управление сложными системами с большим числом нелинейных взаимосвязей и неопределенностью может также проводиться с помощью оценки рисков состояния устойчивости системы при различных сценариях.

Таким образом, адаптивное управление находит применение в различных реальных приложениях. Проблема недостатка данных для оценки рисков принятия обоснованных решений решается методами будстреп-анализа и аппроксимации зависимостей.

II. ОПИСАНИЕ МЕТОДА И АНАЛИЗ РАБОТ

A. Описание будстреп-метода

Будстреп-метод был разработан в 1979 году Б. Эфроном как продолжение метода складного ножа. Будстреп-метод используется в случае малочисленности выборочных совокупностей для получения оценок параметров генеральной совокупности.

В качестве искомым оценок параметров закона распределения случайной величины в генеральной совокупности могут выступать выборочная средняя, выборочный коэффициент корреляции и т.д.

Очевидно, выборочные оценки являются случайными величинами и могут меняться от выборки к выборке. В реальных задачах объем выборки может быть небольшим по

IV. ВЫВОДЫ

Ресамплирование можно применять для прогнозирования, но при этом необходимо учитывать конкретные особенности исследуемых временных рядов.

Полученные при ресамплировании сценарии можно использовать как альтернативные пути развития исследуемого процесса.

Список литературы

- Athreya, K.B. (1986). Bootstrap of the mean in the infinite variance case. *Ann. Stat.* 14, 724-731.
- Azzalini, A. and Hall, P. (2000). Reducing variability using bootstrap methods with quantitative constraints. *Biometrika*, 87, 895-906.
- Babu, G.J. (1984). Bootstrapping statistics with linear combination of Chi-square as weak limit. *Sankhya A*, 46, 85-93.
- Babu, G.J. and Singh, K. (1983). Inference on means using the bootstrap. *Ann. Stat.* 11, 999- 1003.
- Beran, R. (1984). Prepivotting to reduce level errors of confidence sets. *Biometrika*, 74, 151-173. Beran, R. (1990) Refining bootstrap simultaneous confidence sets. *Jour. Amer. Stat. Assoc.* 85, 417-428.
- Bickel, P.J. (2003). Unorthodox bootstraps (invited papers). *J. of Korean Stat. Soc.* 32, 213-224. Bickel, P.J. and Freedman, D. (1981). Some asymptotic theory for the bootstrap. *Ann. Stat.* 9, 1196- 1217.
- Bickel, P.J. and Freedman, D (1984). Asymptotic normality and the bootstrap in stratified sampling. *Ann. Stat.* 12, 470-482.
- Boos, D.D. and Brownie, C. (1989). Bootstrap methods for testing homogeneity of variances. *Technometrics*, 31, 69-82.
- Boos, D.D. and Munahan, J.F. (1986). Bootstrap methods using prior information. *Biometrika*, 73, 77-83.
- Bose, A. (1988). Edgeworth correction by bootstrap in autoregressions. *Ann. Stat.* 16, 1709- 1722. Breiman, L. (1996). Bagging predictors. *Machine Learning*, 26, 123-140.
- Buhlmann, P. (1994). Bootstrap empirical process for stationary sequences. *Ann. Stat.* 22, 995- 1012.
- Buhlmann, P. (2002). Sieve bootstrap with variable length – Markov chains for stationary categorical Time series (with discussions) *Jour. Amer. Stat. Assoc.* 97, 443-455.
- Burr, D. (1994). A comparison of certain bootstrap confidence intervals in Cox model. *Jour. Amer. Stat. Assoc.* 89, 1290-1302.
- Collins, M.A., Millard-Stafford, M.L., Sparling, P.B., Snow, T.K., Rosskopf, L.B., Webb, S.A., Omer, J. (1999). Evaluating BOD POD(R) for assessing body fat in collegiate football players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31,1350-56.
- Davison, A.C. and Hinkley, D. V. (1988). Saddle point approximations in resampling method. *Biometrika*, 75, 417-431. DiCiccio, T.J. and Romano, J.P. (1988). A review of bootstrap confidence intervals (with discussions). *J. R. Stat. Soc. B*, 50, 538-554.
- Eaton, M.L. and Tyler, D.E. (1991). On Wielandt's inequality and its application to the asymptotic distribution of the eigenvalues of a random symmetric matrix. *Ann. Stat.* 19, 260–271.
- Efron, B. (1979). Bootstrap methods: Another look at jackknife. *Ann. Stat.* 7, 1-26. Efron, B. (1987). Better bootstrap confidence intervals (with discussions). *Jour. Amer. Stat. Assoc.* 82, 171-200.
- Efron, B. (1992). Jackknife-after-bootstrap standard errors and influences functions (with discussions). *J.R. Stat. Soc. B*, 54, 83-127.
- Efron, B. (1994). Missing data, imputation and the bootstrap (with discussions). *Jour. Amer. Stat. Assoc.* 89, 463-479.
- Efron, B. and Tibshirani, R.J. (1993). *An introduction to the bootstrap*, Chapman and Hall New York.
- Freedman, D.A. (1981) Bootstrapping Regression models. *Ann. Stat.* 9, 1281- 1228.
- Hall, P. (1989). On efficient bootstrap simulation. *Boimetrika*, 76, 613-617. Hall, P. (1992). Bootstrap confidence intervals in nonparametric regression. *Ann. Stat.* 20, 695- 711.
- Hinkley, D.V. (1988). Bootstrap methods (with discussions). *J. Roy. Stat. Soc. B*, 50, 321-337.
- , Kunch, H.R. (1989). The jackknife and bootstrap for general stationary observations. *Ann. Stat.* 17, 1217-1241.
- Lahiri, S.N. (1993). Bootstrapping the studentized sample mean of Lattice variables. *J. Mult. Analy.* 45, 247-256.
- Lahiri, S.N. (1993). On the moving block bootstrap under long range dependence. *Stat. Prob. Letters*, 18, 405-413.
- Liu, R.Y. and Singh, K. (1992). Efficiency and Robustness in re sampling. *Ann. Stat.* 20, 370- 384. Liu, R.Y. and Singh, K. (1992). Moving block jackknife and bootstrap capture weak dependence. *EXPLORING THE LIMITS OF BOOTSTRAP*, R. Lepage and L. Billard edited. Wiley, N.Y.
- Lunneborg, EE. (2000). *Data analysis by resampling: concepts and applications*. Duxbury press. Mamman, e. (1992). *When does bootstrap work. Asymptotoc results and simulations*. Springer Verlag, N.Y. Politis, D.N. and Romano, J.P. (1994). The stationary bootstrap. *Jour. Amer. Stat. Assoc.* 89, 1303 – 1313.
- Rubin, D.B. (1981). The Bayesian bootstrap. *Ann. Stat.* 9, 130-134. Shao, J. and Tu, D. (1995). *THE JACKKNIFE AND BOOTSTRAP*, Springer, Verlag, N.Y. Singh, K. (1981). On Asymptotic accuracy of Efron's bootstrap. *Ann. Stat.* 9, 1187-1195.
- Singh, K (1998). Breakdown theory for bootstrap quantiles. *Ann. Stat.* 26, 1719-1732. Singh, K. and Xie M. (2003). Bootlier-plot-Bootstrap based outlier detection plot. *Sankhya*, 65, 532-559.