МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИИ СЛОЖНЫХ СТРУКТУР

МАТЕРИАЛЫ
ПЯТНАДЦАТОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

16–20 сентября 2024 г.

Томск
Издательство Томского государственного университета
2024

УДК 004(082)
ББК 73я431
Н76

Н76 **Новые информационные технологии в исследовании сложных структур :** материалы Пятнадцатой Международной конференции, 16–20 сентября 2024 г. – Томск : Издательство Томского государственного университета, 2024 – 94 с.

ISBN 978-5-907722-98-9

Пятнадцатая конференция международная конференция «Новые информационные технологии в исследовании сложных структур» была проведена в посёлке Катунь Алтайского края с 16 по 20 сентября 2024 г.

Материалы сборника ориентированы на использование специалистами в области информационных технологий в различных сферах человеческой деятельности, включая вычислительные и телекоммуникационные системы, образование, архитектуру и градостроительство, охрану природы, здравоохранение, разработку систем искусственного интеллекта, исследование дискретных и стохастических структур управления и связи.

УДК 004(082)
ББК 73я431

ISBN 978-5-907722-98-9

В работе определяется эмпирическое распределение на основе полученных экспериментальных данных и отражает фактические свойства яркости в зависимости от угла (рис. 1).

Для оценки соответствия полученного распределения теоретическим законам распределения (рис. 2), были проведены тесты Колмогорова и Пирсона. Результаты примеров, приведенных в работе, показывают, что модель и прогнозирование могут быть построены на основе распределений с p-value больше 0,05.

Литература

1. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений. М. : Наука, 1971. 576 с.
2. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М. : ЮНИТИ, 2004. 573 с.
3. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. . Гидрометеоиздат, 1976. 640 с.

ОЦЕНИВАНИЕ НЕТТО-ПРЕМИЙ И ПЕНСИОННЫХ РЕНТ С УЧЕТОМ ИНФОРМАЦИИ О СРЕДНИХ И ДИСПЕРСИЯХ ВРЕМЕНИ ЖИЗНИ И ОСТАТОЧНОГО ВРЕМЕНИ ЖИЗНИ

Ю.Г. Дмитриев, Г.М. Кошкин

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия
dmit@mail.tsu.ru, kgm@mail.tsu.ru

ESTIMATION OF NET PREMIUMS AND LIFE ANNUITIES USING INFORMATION ON MATHEMATICAL EXPECTATIONS AND VARIANCES OF LIFE TIME AND TIME-UNTILL-DEATH

Yu.G. Dmitriev, G.M. Koshkin

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation

В долгосрочном страховании жизни при расчетах нетто-премий учитывается динамика ценности денег, основанная на процентной ставке δ с непрерывно начисляемым процентом по вкладу [1]. Пусть случайная величина X – продолжительность жизни, x – возраст индивидуума в момент заключения договора, $T(x) = X - x$ – его остаточное время жизни. В актуарной математике размер страхового пособия принимают в качестве единицы измерения денежных сумм, поэтому нетто-премия при полном страховании жизни равна математическому ожиданию $\mathrm{E}\{e^{-\delta T(x)}\}$ и обозначается $\overline{A}_x = \dfrac{1}{1-F(x)}\int\limits_0^\infty e^{-\delta t}\,dF(x+t)$, $F(x)$ – функция распределения случайной величины X.

Известно, что пенсионные ренты определяются соответствующим видом страхования [2–4]. Так, актуарная современная стоимость пожизненной ренты определяется формулой $\overline{a}_x(\delta) = (1-\overline{A}_x)/\delta$.

В работе рассматривается задача оценивания по случайной выборке $X_1,...,X_n$ нетто-премий и рент методом подстановки [5] с использованием дополнительной информации о среднем и дисперсии времени жизни $\mathrm{E}X$, $\mathrm{D}X$, о среднем и дисперсии остаточного времени жизни $\mathrm{E}T(x)$, $\mathrm{D}T(x)$. Синтез оценок, учитывающих такую априорную информацию, проводится по методике, приведенной в [6,7].

Доказана асимптотическая нормальность оценок, найдены их среднеквадратические ошибки. Показано, что точность оценивания с учетом информации об остаточном времени жизни выше по сравнению с оценкой, использующей информацию о среднем времени жизни.

Заменив в предложенных оценках эмпирические функции распределения их гладкими аналогами (ср. [8,9]), можно получить гладкие модификации оценок нетто-премий и рент.

Литература

1. Кошкин Г.М., Лопухин Я.Н. Оценивание нетто-премий в моделях долгосрочного страхования жизни // Обозрение прикладной и промышленной математики. 2003. Т. 10, вып. 2. С. 315–329.
2. Губина О.В., Кошкин Г.М. Оценивание актуарной современной стоимости полной непрерывной пожизненной ренты // Вестник ТГУ. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2015. – № 1(30). – С. 38-43.

3. Губина О.В., Кошкин Г.М. Оценивание современной стоимости непрерывной n-летней временной пожизненной ренты // Изв. вузов. Физика. 2015. Т. 58, № 11/2. С. 235–241.
4. Koshkin G.M., Gubina O.V. Estimation of the Present Values of Life Annuities for the Different Actuarial Models // Proceedings. The Second International Symposium on Stochastic Models, in Reliability Engineering, Life Science, and Operations Management. Beer Sheva, Israel. Conference Publishing Services The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. 2016. P. 506–510.
5. Дмитриев Ю.Г., Кошкин Г.М., Симахин В.А., Тарасенко Ф.П., Шуленин В.П. Непараметрическое оценивание функционалов по стационарным выборкам. Томск : ТГУ, 1974. 93 с.
6. Dmitriev Yu.G., Koshkin G.M. On the use of a priori information in nonparametric regression estimation // Proceeding 2nd IFAC Symposium on Stochastic Control. Oxford : Pergamon Press, 1987. P. 223–228.
7. Дмитриев Ю.Г., Кошкин Г.М. Использование дополнительной информации при непараметрическом оценивании функционалов плотности // Автоматика и телемеханика. 1987. № 10. С. 47–59.
8. Кошкин Г.М. Гладкое рекуррентное оценивание функции надежности // Изв. вузов. Физика. 2015. Т. 58, № 7. С. 128–134.
9. Fuks I., Koshkin G. Smooth recurrent estimation of multivariate reliability function // International Conference on Information and Digital Technologies IDT 2015. 2015. P. 84–89.

MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION OF DISTRIBUTION PARAMETER FOR RANDOM DEAD TIME DURATION IN RECURRENT ALTERNATING SEMI-SYNCHRONOUS EVENTS FLOWS

A. Vetkina[1]✉, *L. Nezhelskaya*[1]

[1] National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation
✉ anyavetkina@gmail.com

One of the most common mathematical model of information messages flows that operate in telecommunication and information-computing networks is the model of Markov chain, MC-flows or Markovian Arrival Process, MAP-flows [1, 2]. That model belongs to the category of doubly stochastic events flows meaning that it is a stochastic process with both random arrival times and random intensity. This paper describes a kind of MAP-flows, namely, semi-synchronous doubly stochastic events flows with an intensity that is a piecewise-constant random process with two states. In that flows the accompanying process of intensity changes in part at the time of event occurrence and in part at random moments of time that not related to the event occurrence [3].

In practical information systems, it is often impossible to observe all events in a flow due to the dead time of recording devices [4]. This dead time occurs when registered events cause other events to be lost or inaccessible for observation. The dead time of recording devices is influenced by various factors and can be categorized as non-prolonging or prolonging. The duration of unobservability may be deterministic or random with a specific distribution law. In case of random dead time, its maximum duration is limited by an upper bound. Therefore, it is reasonable to consider the distribution of dead time as uniform over some interval when treating it as a random variable with no additional information about that duration.

The presented events flow operates in a stationary mode with random intensity $\lambda(t)$ of two states S_1 and S_2. It is assumed that the i-th state of the process S_i occurs when $\lambda(t) = \lambda_i$, and during that time a Poisson events flow with intensity λ_i occurs, $i = 1, 2$. The transition from the state S_1 of the process $\lambda(t)$ to the state S_2 is possible only at the time of occurrence of an event, and this transition occurs with probability p (the process $\lambda(t)$ remains in the first state with probability $1 - p$). The transition from the state S_2 to the state S_1 can occur at any time that is not related to the occurrence of an event. The duration of the process $\lambda(t)$ being in the second state is a random variable distributed according to an exponential law $F(t)=1 - e^{-\alpha_2 t}$, $t \geq 0$, where α_2 is the intensity of the transition from the state S_2 to the state S_1. Under these assumptions, $\lambda(t)$ is a hidden Markov process ($\lambda(t)$ is a fundamentally unobservable process; only the moments of the time of events occurrences in the flow are observable).

After each recorded event at time t_k, a period of the dead time of random duration occurs, which is generated by this event, so that other events in the flow that occur during this dead time period are not observable and do not cause its prolongation. It is assumed that the random duration of the dead time is uniformly distributed with probability density $p(T)=1/T^*$, where T is the value of the duration of the dead time, $0 \leq T \leq T^*$, and T^* is an unknown parameter of the uniform distribution.

In general, doubly stochastic events flows are correlated flows [5]. In this work we consider the semi-synchronous events flow when $\lambda_2 = 0$, i.e. an alternating flow that has no events in the second state. When this restriction is satisfied, the original semi-synchronous events flow becomes a recurrent flow.

The objectives of this study are: 1) to estimate the parameter of the uniform distribution of non-prolonging dead time duration T^*, based on a sample of moments of observed events occurrence $t_1, t_2,..., t_n$, using the maximum likelihood method; 2) to investigate the estimation for the general and special cases of the considered flow, for that, to conduct statistical experiments to determine the properties of the obtained estimates.