

Decyzje statystyczne przy nieprecyzyjnych danych

Standardowe procedury statystyczne były konstruowane przy założeniu posiadania precyzyjnie określonych danych jak i posługiwania się precyzyjnie zdefiniowanymi i jednoznacznymi wymaganiami oraz kryteriami oceny. W praktyce założenia te często są spełnione, bądź też ich przyjęcie prowadzi do modelu matematycznego opisującego rzeczywistość z zadowalającym przybliżeniem.

Jednakże bogactwo natury i złożoność problemów sprawia, że ograniczenie się wyłącznie do modeli, których wszystkie parametry są precyzyjnie określone, pociągałoby za sobą niejednokrotnie konieczność dokonywania nadmiernych uproszczeń i wprowadzania nieuzasadnionych założeń. Sytuacja ta ma miejsce szczególnie często wówczas, gdy w uzyskaniu informacji oraz formułowaniu ocen znaczącą rolę odgrywa człowiek, którego naturalnym środkiem komunikowania się jest język potoczny i który rozumuje zwykle w kategoriach przybliżonych. Nieprecyzyjnie wyrażone dane oraz wymagania mogą pojawić się również wtedy, gdy ocena precyzyjna jest wręcz niewykonalna z przyczyn technicznych lub nieopłacalna z powodów ekonomicznych.

Przejście od tradycyjnych modeli ("twardych"), czyli takich, w których wszystkie dane, relacje i ograniczenia są precyzyjnie określone, do modeli "miękkich", dopuszczających pewien brak precyzji, wymagał nowej teorii i nowych narzędzi analitycznych, wykraczających poza konwencjonalną matematykę. Dostarczyła je teoria zbiorów rozmytych, zapoczątkowana pionierską pracą Lofti Zadeha z 1965 roku. Zaproponowane w tej pracy uogólnienie klasycznej teorii mnogości pozwala bowiem w wygodny sposób modelować i badać pojęcia nieprecyzyjne, tak często spotykane w życiu codziennym. Dziś teoria zbiorów rozmytych święci tryumfy w wielu dziedzinach, a szczególnie w teorii sterowania, teorii podejmowania decyzji itd.

Zapotrzebowanie na modele probabilistyczne, w których obok niepewności o charakterze losowym współistnieje także niepewność mająca swe źródła w braku precyzji (rozmytości), zrodziło konieczność poszukiwania uogólnień tradycyjnie pojmowanej statystyki. Zastosowanie teorii zbiorów rozmytych w statystyce, to dziedzina stosunkowo nowa. Wiele zagadnień jest wciąż na etapie wstępnym - definiowania i systematyzacji. Równocześnie z pracami dotyczącymi podstaw wnioskowania statystycznego przy nieprecyzyjnych danych, powstają prace dotyczące praktycznych zastosowań rozmytych modeli statystycznych w wielu dziedzinach, np. w teorii niezawodności, statystycznej kontroli jakości, informatyce, medycynie, badaniach społecznych.

Konspekt wykładu:

1. Wprowadzenie.
2. Nieprecyzyjne dane - przykłady.
3. Modelowanie nieprecyzyjnych danych:
 - a) zbiory rozmyte,
 - b) liczby rozmyte,
 - c) rozmyta zmienna losowa.
4. Podstawy wnioskowania statystycznego przy nieprecyzyjnych danych.
 - a) estymacja punktowa,
 - b) estymacja przedziałowa,
 - c) weryfikacja hipotez na podstawie rozmytych danych,
 - d) weryfikacja hipotez rozmytych,
 - e) testowanie hipotez przy nieprecyzyjnych wymaganiach,
 - f) modele hybrydowe w teorii weryfikacji hipotez.
5. Przykłady zastosowań:
 - a) teoria niezawodności,
 - b) statystyczne kontrola jakości (karty kontrolne, plany badania).
 - c) przeszukiwanie baz danych.
6. Podsumowanie.

Literatura:

Podstawy teorii zbiorów rozmytych:

- [1] Dubois D., Prade H., *Operations on fuzzy numbers*, Int. J. Syst. Sci. 9 (1978), 613-626.
- [2] Kacprzyk J., *Zbiory rozmyte w analizie systemowej*, PWN, Warszawa 1986.
- [3] Kacprzyk J., *Wieloetapowe sterowanie rozmyte*, WNT, Warszawa 2001.
- [4] Łachwa A., *Rozmyty świat zbiorów, liczb, relacji, faktów, reguł i decyzji*, Exit, Warszawa 2001.
- [5] Klir G. Yuan B., *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*, Prentice Hall, 1995.
- [6] Zadeh L., *Fuzzy sets*, Information and Control 8 (1965), 338-353.

Prace poświęcone podstawom wnioskowania statystycznego w sytuacji współwystępowania dwojakiego rodzaju niepewności: losowości i nieprecyzyjności:

- [7] Arnold B.F., *Statistical tests optimally meeting certain fuzzy requirements on the power function and on the sample size*, Fuzzy Sets and Systems 75 (1995), 365-372.
- [8] Arnold B.F., *An approach to fuzzy hypothesis testing*, Metrika 44 (1996), 119-126.
- [9] Arnold B.F., *Testing fuzzy hypotheses with crisp data*, Fuzzy Sets and Systems 94 (1998), 323-333.
- [10] Gil M.A. (red.), *Fuzzy random variables*, Inf. Sciences 133 (2001), special issue, vol. 1-2.
- [11] Gil M.A., Lopez-Diaz M., *Fundamentals and Bayesian analyses of decision problems with fuzzy-valued utilities*, Int. J. Approx. Reason. 15 (1996), 203-224.
- [12] Grzegorzewski P., *Statistical inference about the median from vague data*, Control and Cybernetics 27 (1998), 447-464.

- [13] Grzegorzewski P., *Testing fuzzy hypotheses with vague data*, Proceedings of the 7th European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing EUFIT'99, Aachen 1999, CD-Rom.
- [14] Grzegorzewski P., *Testing statistical hypotheses with vague data*, Fuzzy Sets and Systems, 112 (2000), 501-510.
- [15] Grzegorzewski P., *Fuzzy tests - defuzzification and randomization*, Fuzzy Sets and Systems 118 (2001), 437-446.
- [16] Grzegorzewski P., *Testing fuzzy hypotheses with vague data*, w: Statistical Modeling, Analysis and Management of Fuzzy Data, Bertoluzza C., Ralescu D. and Gil M.A. (red), Physica Verlag, (w druku).
- [17] Grzegorzewski P., Hryniewicz O., *Testing statistical hypotheses in fuzzy environment*, Mathware and Soft Computing Vol. 4, No. 3 (1997), 203-217.
- [18] Grzegorzewski P., Hryniewicz O., *Soft methods in hypotheses testing*, w: Soft Computing for Risk evaluation and management, Ruan D., Kacprzyk J., Fedrizzi M. (red.), Springer, Physica Verlag, Heidelberg, 2001, 55-72.
- [19] Hryniewicz O., *Possibilistic interpretation of the results of statistical tests*, Proceedings of Eight International Conference on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-based Systems IPMU 2000, Madrid, July, 2000, 215-219.
- [20] Hryniewicz O., *Possibilistic interpretation of fuzzy statistical tests*, w: Statistical Modeling, Analysis and Management of Fuzzy Data, Bertoluzza C., Ralescu D. and Gil M.A. (red), Physica Verlag, (w druku).
- [21] Kruse R., *The strong law of large numbers for fuzzy random variables*, Inform. Sci. 28, (1982), 233-241.
- [22] Kruse R., Meyer K.D., *Statistics with Vague Data*, D. Riedel Publishing Company, 1987.
- [23] Kwakernaak H., *Fuzzy random variables, Part I: Definitions and theorems*, Inform. Sci. 15 (1978), 1-15; *Fuzzy random variables, Part II: Algorithms and examples for the discrete case*, Inform. Sci. 17 (1979), 253-278.
- [24] Lopez-Diaz M, Gil M.A., *Constructive definitions of fuzzy random variables*, Stat. Probab. Lett. 36 (1997): 135-143.
- [25] Lubiano M.A., Gil M.A., Lopez-Diaz M., *On the Rao-Blackwell theorem for fuzzy random variables*, Kybernetika 35 (1999), 167-175.
- [26] Puri , Ralescu D., *Fuzzy random variables*, J. Math. Anal. Appl. 114 (1986), 409-422.
- [27] Ralescu D., *Fuzzy probabilities and their applications to statistical inference*, Lect. Notes Comput. Sci. 945 (1995), 217-222.
- [28] Saade J.J., Schwarzlander H., *Fuzzy hypothesis testing with hybrid data*, Fuzzy Sets and Systems 35 (1990), 197-212.
- [29] Taheri S.M., Behboodian J., *Neyman-Pearson lemma for fuzzy hypotheses testing*, Metrika 49 (1999), 3-17.
- [30] Viertl R., *Statistical Methods for Non-Precise Data*, CRC Press, Boca Raton, Florida, 1996.
- [31] Watanabe N., Imaizumi T., *A fuzzy statistical test of fuzzy hypotheses*, Fuzzy Sets and Systems 53 (1993), 167-178.

Prace poświęcone zastosowaniom statystyki w sterowaniu jakością:

- [32] Grzegorzewski P., *Control charts for fuzzy data*, w: Proceedings of the 5th European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing EUFIT'97, Aachen, 1997, 1326-1330.

- [33] Grzegorzewski P., *A soft design of acceptance sampling plans by attributes*, w: Proceedings of the VIth International Workshop on Intelligent Statistical Quality Control, Würzburg, September 14-16, 1998, 29-38.
- [34] Grzegorzewski P., *A soft design of acceptance sampling plans by variables*, Proceedings of the Eight International Conference "Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-based Systems IPMU'2000", Madrid, 2000, 208-214.
- [35] Grzegorzewski P., *Acceptance sampling plans by attributes with fuzzy risks and quality levels*, w: Frontiers in Statistical Quality Control, Lenz H. J., Wilrich P. Th. (red.), Springer, Physica-Verlag, 2001, 36-46.
- [36] Grzegorzewski P., *A soft design of acceptance sampling plans by variables*, w: Technologies for Constructing Intelligent Systems, Bouchon-Meunier B., Gutierrez-Rios J., Magdalena L. and Yager R.R. (red.), Springer (w druku).
- [37] Grzegorzewski P., Hryniewicz O., *Soft methods in statistical quality control*, Control and Cybernetics, 29 (2000), 119-140.
- [38] Hryniewicz O., *Statistical decisions in quality audits - a possibilistic approach*, Proceedings of the VIIth International Workshop on Intelligent Statistical Quality Control. Waterloo, September, 2001.
- [39] Kanagawa A., Ohta H., *A design for single sampling attribute plan based on fuzzy Sets theory*, Fuzzy Sets and Systems 37 (1990), 173-181.
- [40] Kanagawa A., Tamaki F. Ohta H., *Control charts for process average and variability based on linguistic data*, Int. J. Prod. Res. 31 (1993), 913-922.
- [41] Ohta H., Ichihashi H., *Determination of single-sampling attribute plans based on membership functions*, Int. J. Prod. Res. 26 (1998), 1477-1485.

Prace dotyczące teorii niezawodności:

- [42] Grzegorzewski P., *Estimation of the mean lifetime from vague data*, Proceedings of the International Conference in Fuzzy Logic and Technology "Eusflat 2001", September 2001, 348-351.
- [43] Grzegorzewski P., Hryniewicz O., *Lifetime tests for vague data*, W: L.A. Zadeh i J. Kacprzyk (red.): Computing with words in information / intelligent systems. Part 2. Applications, Springer, Physica Verlag, Heidelberg, 1999, 176-193.
- [44] Hryniewicz O., *Statistical decisions in reliability testing - a fuzzy approach*, Proceedings of 7th European Congress on Intelligent Techniques & Soft Computing, EUFIT'99, Aachen, September, 1999, CD-Rom.
- [45] Nycz P., Grzegorzewski P., *Interfejs komputerowego systemu do analizy nieprecyzyjnych wyników badań niezawodności*, w: Analiza systemowa w finansach i zarządzaniu. Wybrane problemy, red. M. Krawczak i J. Hołubiec, WSISiZ, Warszawa, 2000, pp. 150-159.
- [46] Onisawa T., Kacprzyk J. (red.), *Reliability and Safety Analyses under Fuzziness*, Physica Verlag, 1995, 169-182.

Prace dotyczące przeszukiwania baz danych:

- [47] Grzegorzewski P., Mrówka E., *Fuzzy querying and random data*, Proceedings of the International Conference in Fuzzy Logic and Technology "Eusflat 2001", September 2001, 344-347.
- [48] Mrówka E., Grzegorzewski P., *Zastosowanie testów do hipotez rozmytych w tworzeniu rozmytych zapytań*, w: Analiza systemowa w finansach i zarządzaniu. Wybrane problemy, red. M. Krawczak i J. Hołubiec, WSISiZ, Warszawa, 2000, pp. 135-149.