

PROQNOZLAŞDIRMA MƏSƏLƏLƏRİNDƏ QEYRİ-SƏLİS
MÜNASİBƏTLƏR MATRİSİNİN FORMALAŞDIRILMASI

M.Z.ƏHMƏDOV

Mingəçevir Politeknik İnstitutu

E-mail: m_axmedov@mail.ru

Məqalə qeyri-səlis zaman sıralarının köməyiylə proqnozlaşdırma məsələlərində münasibətlər matrisinin qeyri-səlis keçid qaydalarına əsaslanaraq formalaşdırılması probleminin həllinə həsr olunmuşdur. Təklif edilən imitasiya modelinin tətbiqi ilə test məsələ üçün universal çoxluğun $N=7$ sayda bərabər uzunluqlu intervallara bölgü halında alınmış nəticələr verilmişdir.

Proqnozlaşdırma həm insanların gündəlik fəaliyyətində, həm də gələcək ilə bağlı effektiv qərarların qəbul edilməsi proseslərində vacib rol oynayır. Məsələn, hava və müxtəlif təbiət hadisələrinin proqnozlaşdırılması, ticarət sahəsində mal satışı və istehsal fəaliyyətinin planlaşdırılması, valyuta bazarında mövcud olan valyuta məzənlərinin proqnozlaşdırılması və s. kimi sahələrdə həyata keçirilən qiymətləndirmə gələcəkdə görülməli işlərin planlaşdırılmasına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir [1-6,8].

Proqnozlaşdırma məsələlərinin həlli üçün nəzərdə tutulan texniki təhlil üsulları real məsələlərdə proseslərin gedişatı ilə bağlı verilənlərin konkret zaman anlarında qeydiyyatı (bir çox hallarda qrafik şəkildə) və bu əsasda ehtimal olunan gələcək tendensiya haqqında qərar qəbul edilməsini nəzərdə tutur. Beləliklə, müəyyən zamana görə nizamlanmış verilənlər zaman sırasını (time series) əmələ gətirir ki, analitiklər bu zaman sırasından istifadə etməklə real məsələlərdə müşahidə olunan kəmiyyətlərin cari və əvvəlki zaman anlarındakı qiymətləri əsasında gələcəkdə ala biləcəyi qiymətləri proqnozlaşdırırlar. Ancaq ənənəvi proqnozlaşdırma metodları baxılan zaman sıralarında verilənlər konkret ədədlər olmayanda, yəni formal sözlər, linqvistik termlər olan halda yararlı deyildir.

1993-cü ildə Sonq və Çissom tərəfindən təklif olunan qeyri-səlis zaman sıraları (fuzzy time series) xronoloji verilənlər həm linqvistik termlər, həm də konkret ədədlər olan halda mövcud olan bu problemi aradan qaldırmağa imkan verir [1-3, 7]. Sonq və Çissom qeyri-səlis zaman sıraları əsasında proqnozlaşdırma məsələsinin həlli üçün aşağıdakı üsuldən istifadə etmişlər:

$$A_i = A_{i-1} \circ R, \quad (1)$$

burada A_{i-1} – (i-1)-ci ildə müşahidə olunan statistik göstəricilər; A_i – i-ci il üçün qeyri-səlis zaman sıraları əsasında proqnozlaşdırılan statistik göstəricilər; \circ – MaxMin kompozisiya operatorudur; R – qeyri-səlis münasibətlər matrisidir.

R – qeyri-səlis münasibətlər matrisinin hesablanması üçün [2]-də təsvir olunmuş üsul ilə [3]-də təsvir olunmuş üsul bir-birindən fərqlənir. [2]-də zamana görə dəyişməyən (stasionar, invariant) qeyri-səlis zaman sıraları metodu ilə R-in hesablanması müddəti çoxdur, ancaq hesablama proqnozlaşdırma prosesində bir dəfə aparılır. [3]-də zamana görə dəyişən (qeyri-stasionar, variant) qeyri-səlis zaman sıraları halında isə R-in hesablanması az vaxt aparır, ancaq hər proqnozlaşdırılan qiymət üçün R yenidən hesablanır. R- qeyri-səlis münasibətlər matrisinin hesablanması üçün nəzərdə tutulan qeyri-səlis keçid qaydalarının sayı çox olduqda isə MaxMin əməliyyatı hesablama üçün çox böyük vaxt tələb edir. MaxMin əməliyyatı üçün müddət $O(kn^2)$ -dir. Burada, k–qeyri-səlis keçid qaydalarının sayı, n – universal çoxluqdakı elementlərin sayıdır.

Təqdim olunan məqalədə həm invariant, həm də variant qeyri-səlis zaman sıraları əsasında proqnozlaşdırma məsələlərinin həllində R-qeyri-səlis münasibətlər matrisinin formalaşdırılması və qeyri-səlis keçid qaydalarının optimal sayının tapılması proseduru təklif olunur.

Qeyri-səlis keçid qaydalarının optimal sayının tapılması üçün nəzərdə tutulmuş imitasiya modelinin iş prinsipi aşağıdakı qaydaya əsaslanır. Əvvəlcə, proqnozlaşdırılan prosesi xarakterizə edən statistik göstəricilərin müşahidə olunan qiymətləri əsasında universal çoxluq təyin olunur. Bu universal çoxluq bərabər uzunluqlu intervallara bölünür. Sonra bu bölgüyə uyğun olaraq yaranmış intervalların orta nöqtələri təyin olunur. Növbəti mərhələdə statistik göstəricilərin qiymətləri əsasında yaradılmış universal çoxluğa uyğun linqvistik dəyişən, bölgüdən sonra yaranmış intervallara uyğun linqvistik termlər təyin olunur. Bu linqvistik termləri qeyri-səlis çoxluq şəklində təsvir etmək məqsədilə tipik mənsubiyyət funksiyaları içərisindən münasib mənsubiyyət funksiyası seçilir. Statistik göstəricilərin müşahidə olunan qiymətləri konkret ədədlər olan halda onların fəzafikasıyası prosesi aparılır. Bunun nəticəsi olaraq proqnozlaşdırılan prosesi xarakterizə edən statistik göstəricilərin hansı linqvistik termə mənsub olduğu müəyyən olunur. Belə ki, əgər statistik verilənlərin fəzafikasıyası prosesindən sonra alınmış qeyri-səlis çoxluğun mənsubiyyət funksiyasının maksimum qiyməti A_k linqvistik terminə uyğun gələrsə, bu halda həmin qeyri-səlis çoxluq elə A_k linqvistik termi kimi qəbul olunacaqdır.

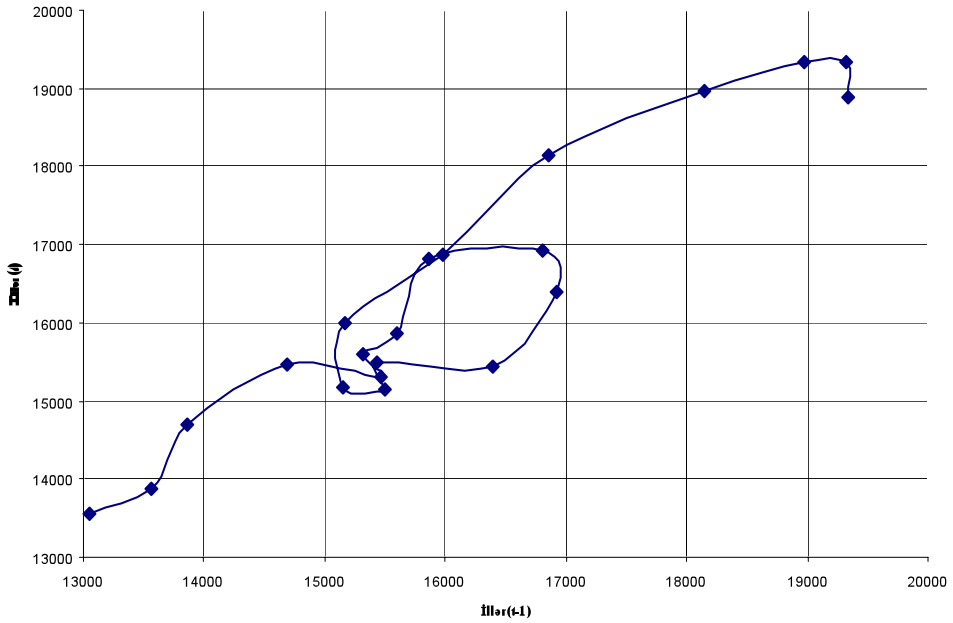
Statistik verilənlərin müşahidə olunan qiymətləri əsasında proqnozlaşdırma məsələsinin qoyuluşuna uyğun olaraq keçid əyrisi qurulur. Qurulmuş keçid əyrisi əsasında bütün mümkün olan keçidlər qeyd olunur. Sonra isə statistik göstəricilərin müşahidə olunan qiymətlər ardıcılığına müvafiq surətdə məntiqi münasibətlər aşağıdakı kimi təyin olunur:

“Əgər linqvistik dəyişənin qiyməti t-zaman anı üçün A_k olarsa, onda t+1 zaman anı üçün A_j olacaqdır”.

Bu məntiqi münasibətlər qurulmuş keçid əyrisi və statistik göstəricilərin qiymətlər cədvəli əsasında bütün ardıcıl illər üçün təyin olunur. Sonrakı mərhələdə Mamdani qaydası [2,6,7] istifadə olunmaqla (1) düsturu əsasında proqnozlaşdırma aparılır. Bu zaman məntiqi münasibətlər siyahısından təkrarlanan, orta proqnozlaşdırma xətasını yaxşılaşdırmağa mane olan məntiqi münasibətlər atılır. Son nəticədə mümkün olan ən kiçik orta proqnozlaşdırma xətası əldə etməyə imkan verən məntiqi münasibətlər, qeyri-səlis münasibətlər matrisini formalaşdırmaq məqsədilə qeyri-səlis keçid qaydaları siyahısı şəklində ayrıca bir faylda yadda saxlanılır. Sonrakı mərhələdə

proqnozlaşdırma prosesində R-qeyri-səlis münasibətlər matrisi bu faylda yadda saxlanan qeyri-səlis keçid qaydaları əsasında proqnozlaşdırma metodunda istifadə olunan qeyri-səlis implikasiya nəzərə alınmaqla formalaşdırılır.

1 tərtibli QSZS



Şək. 1. $F(t-1) \rightarrow F(t)$ keçid əyrisi.

Son 15 ildə qeyri-səlis zaman sıraları əsasında proqnozlaşdırma, ümumiyyətlə, proqnozlaşdırma problemi ilə məşğul olan tədqiqatçıların diqqət mərkəzindədir [4-8]. Elmi mətbuatda çap olunmuş məqalələrin, demək olar ki, əksəriyyətində təklif olunan proqnozlaşdırma üsullarının effektivliyi Alabama Universitetində tələbələrin qeydiyyatı ilə bağlı 20 illik statistik verilənlər istifadə olunmaqla test məsələsi üzərində yoxlanılmışdır [2-5, 7]. Təqdim olunan imitasiya modelinin əsasında qeyri-səlis keçid qaydalarının optimal sayının tapılması və bu qaydalar əsasında R-qeyri-səlis münasibətlər matrisinin formalaşdırılması və proqnoz nəticələrin alınması məqsədilə Alabama Universiteti ilə bağlı məlum statistik verilənlər istifadə olunmuşdur [2,7]. Şəkil 1-də 1-tərtibli hal üçün keçid əyrisi qurulmuşdur. Statistik verilənlərin fəzifikasiyası prosesində zəngformalı mənsubiyyət funksiyası istifadə olunmuşdur:

$$\mu(u_1) = \frac{1}{1 + [C * (U - u_1^*)]^2}, \quad (2)$$

burada u_1^* - müvafiq intervalların orta nöqtələri; U - Universal çoxluqdan götürülmüş statistik verilənlər; C - Sabit ədəddir.

Universal çoxluğun $N=7$ sayda bərabər uzunluqlu intervallara bölgüsü ilə bağlı müxtəlif tərtiblər üçün imitasiya modeli əsasında tapılmış qeyri-səlis keçid qaydaları cədvəl 1-də göstərilmişdir.

2. Q.Song, B.S. Chissom. Forecasting enrollments with fuzzy time series - part I //Fuzzy Sets and Systems, 1993, №54, p. 1-9.
3. Q. Song, B.S. Chissom. Forecasting enrollments with fuzzy time series - part II //Fuzzy Sets and Systems, 1994, №62, p. 1-8.
4. Ahmedov M.Z. Fuzzy time series based Forecasting //Fifth international conference on application of Fuzzy systems and Soft Computing, September 17-18, Milan, 2002, p. 304-312.
5. Huang, K. Effektive Lengths of intervals to improve forecasting in Fuzzy Time Series // Fuzzy Sets and Systems, 2004, №123, p. 387-394.
6. Brockwell P.J., Davis R.A. Introduction to Time series and Forecasting, 2-nd edition //Springer-Verlag, 2002, p. 473.
7. S.M.Chen. Forecasting enrollments based on high-order fuzzy time series //Cybernetics and Systems, An International Journal, 2002, №33, p. 1-6.
8. Батыршин, И.З. Общий взгляд на основные черты и направления развития нечеткой логики Л. Заде//Новости Искусственного Интеллекта, 2001, №2-3, с. 37-42 .

ФОРМИРОВАНИЕ МАТРИЦЫ НЕЧЕТКИХ ОТНОШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

М.З.АХМЕДОВ

РЕЗЮМЕ

Статья посвящена методу нахождения оптимального количества логических отношений в задачах прогнозирования нечеткими временными рядами. Даны результаты компьютерной реализации предложенного метода для решения стандартной тестовой задачи.

FORMING FUZZY RELATION MATRIX IN FORECASTING TASKS

M.Z.AHMADOV

SUMMARY

The article deals with the solution of the problem of establishing relations matrix based on fuzzy transition rules with the help of fuzzy time series. Applying the imitation method the results of the computer realization of the benchmark problem are presented.