

მიმდევრობითი სტატისტიკური კონტროლის ალგორითმის მარიალიზებული მოწყობილობების სქემის სინთეზი

რევაზ ჟვანია, ნინო მარიდაშვილი, ნაზიბროლა ერემეიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია პროდუქციის ხარისხის კონტროლის სტატისტიკური მეთოდების კრიტიკული ანალიზი, რომლის საფუძველზეც შერჩეულია მონაცემთა მიმდევრობითი სტატისტიკური ანალიზზე დაფუძნებული კონტროლის მეთოდები. არჩევანი დასაბუთებულია იმით, რომ მიმდევრობითი სტატისტიკური კონტროლი მოითხოვს 40 – 60 % -ით ნაკლები მოცულობით ამონარჩევს, ვიდრე სხვა ნებისმიერი სახის სახის სტატისტიკური კონტროლი, დაფუძნებული ამონარჩევის მუდმივ მოცულობაზე. მიმდევრობითი კონტროლის ავტომატური ჩატარებისათვის შემოთავაზებულია ამგვარი კონტროლის ალგორითმის მარიალიზებული ორიგინალური მოწყობილობა გაშლილ ლოგიკურ-ფუნქციონალური სქემის დონეზე.

საკვანძო სიტყვები: ხარისხის კონტროლი; ანალიზის წაკვეთა; დასაჯერობის ფუნქცია; რეალიზება.

1. შესავალი

ხარისხის კონტროლი ის აუცილებელი პროცედურაა, რომელიც უნდა გაიაროს მზა სასაქონლო პროდუქციამ სარეალიზაციოდ მის გატანამდე. არსებობს კონტროლის ორი ძირითადი სახეობა - მთლიანი, ანუ უწყვეტი და შერჩევითი კონტროლი [1]. მთლიანი კონტროლი მოიცავს საკონტროლო პროდუქციის მასში შემავალ უკლებლივ ყველა M ნაკეთობას, შერჩევითი კონტროლის დროს კი კონტროლს ექვემდებარება შემთხვევითი ამონარჩევის $m < M$ ნაკეთობა და დასკვნა პროდუქციის მთელი მასის ვარგისობის შესახებ გამოაქვთ დასახელებული ამონარჩევის გაკონტროლების საფუძველზე. ნებისმიერი სახის კონტროლს თან ახლავს ორი გვარის შეცდომა - პირველი გვარის შეცდომა α , როცა სინამდვილეში ვარგისი პროდუქცია კონტროლის შედეგად მიჩნეული იქნება წუნად და მეორე გვარის შეცდომა β , როცა სინამდვილეში წუნი კონტროლის შედეგად კლასიფიცირებული იქნება როგორც ვარგისი. ამ შეცდომების წარმოშობის ძირითადი წყაროა საკონტროლო გაზომვები, რომელთა შედეგების მიხედვით ხდება საბოლოო დასკვნის გამოტანა. კონტროლის უტყუარობა, ცხადია, მით უფრო მაღალია, რაც უფრო მცირეა პირველი და მეორე გვარის შეცდომების ალბათობები $P(\alpha)$ და $P(\beta)$ [1].

თანამედროვე პირობებში, როცა წარმოება მეტწილად მასობრივი ან მსხვილსერიულია, მთლიანი კონტროლის ჩატარება პრაქტიკულად გამორიცხულია. ასეთი კონტროლისათვის საჭიროა დაუშვებლად დიდი დროითი და მატერიალური დანახარჯები. ამიტომ მიმართავენ ამორჩევით კონტროლს, როცა $m < M$. ამორჩევითი კონტროლი კი პრინციპულად შეუძლებელია შეცდომების გარეშე. ამორჩევითი კონტროლი შეიძლება ჩატარდეს ორი ძირითადი სქემით: პირველ შემთხვევაში აფიქსირებენ შემთხვევითი ამორჩევის (m) დასაშვებ სიდიდეს (ამონარჩევის მოცულობას) და ირჩევენ $P(\alpha)$ ალბათობის სასურველ მნიშვნელობას. კონტროლის გეგმა ამ დროს უნდა იყოს ისეთი, რომ მან მოგვცეს $P(\beta)$ ალბათობის მინიმალური მნიშვნელობა ყველა სხვა შესაძლო გეგმასთან შედარებით - მხოლოდ ამ შემთხვევაში იქნება გეგმა ოპტიმალური. მეორე სქემის მიხედვით, რომელსაც მიმდევრობითი კონტროლი ეწოდება, წინასწარ აფიქსირებენ $P(\alpha)$ და $P(\beta)$ ალბათობების სასურველ მნიშვნელობებს, სამაგიეროდ

წინასწარ უცნობია n - ამ დროს ის შემთხვევითი სიდიდეა და დამოკიდებულია კონტროლის კონკრეტულ ექსპერიმენტის განვითარებაზე [2..3]. ამორჩევითი კონტროლის ყველა შესაძლო გონივრული გეგმა უნდა იყოს დაფუძნებული ცდების მონაცემების დამუშავებაზე მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდებით. ამიტომ ამორჩევითი კონტროლი იმპედროულად სტატისტიკური კონტროლიცაა. ჩვენი განხილვის თემა იქნება მიმდევრობითი სტატისტიკური კონტროლი და მასთან დაკავშირებული ზოგიერთი თეორიული და ტექნიკური ხასიათი

2. ძირითადი ნაწილი - ამოცანის გადაწყვეტა

აღნიშნული თემის არჩევა განპირობებულია, მიმდევრობითი სტატისტიკური ანუ ვალდის კონტროლის (მისი ავტორის, ცნობილი მეცნიერის, გვარის მიხედვით მას ვალდის კონტროლსაც უწოდებენ) პროცედურის უპრატესობებით [2]:

1) შესაძლებელია წინასწარ მოცემული და უზრუნველყოფილი იყოს შეცდომების ორივე ალბათობა $P(\alpha)$ და $P(\beta)$ ერთდროულად.

2) მიმდევრობითი სტატისტიკური კონტროლისათვის დაკვირვებათა აუცილებელი რიცხვი m საშუალოდ 40-50% -ით ნაკლებია, ვიდრე წინასწარ დაფიქსირებული შესაბამისი რიცხვი, რომელიც საჭიროა იგივე უპრატესობის უზრუნველსაყოფად კონტროლის სხვა მეთოდებისათვის.

უნდა აღინიშნოს, რომ ვალდის კონტროლის პროცედურას აქვს ნაკლი - ამ დროს წინასწარ უცნობია (აპრიორულად არ ფიქსირდება) დაკვირვებათა რიცხვი m , რომელმაც ცალკეულ შემთხვევაში შესაძლოა მიაღწიოს დაუშვებლად დიდ მნიშვნელობებს. ეს დაბრკოლება შეიძლება ასეთნაირად გადავლახოთ: დაკვირვებათა (გაზომვათა) m რიცხვისთვის დავაწესოთ გარკვეული ზედა ზღვარი m_0 . თუ ამ ზღვრის მიღწევასაშუაშევწყვეტთ გაზომვებს, მაშინ იგი გამოიწვევს წინასწარ მოცემულ $P(\alpha)$ და $P(\beta)$ ალბათობების გაზრდას. თუმცა თვით ვალდის გამოკვლევები გვიჩვენებს, რომ ეს ზრდა არ არის მხოლოდოვანი, ამიტომ მართებულია წინასწარ მოცემული $P(\alpha)$ და $P(\beta)$ ალბათობებისთვის ავიღოთ სასურველთან შედარებით შემცირებული მნიშვნელობები, რათა წაკვეთის შედეგად გაზრდილი მათი მნიშვნელობები არ აღმოჩნდეს სასურველ მნიშვნელობებზე მეტი. ამ გზით შესაძლებელია თავიდან ავიცილოთ ზემოაღნიშნული ნაკლი და შევინარჩუნოთ ვალდის პროცედურის ღირსებები.

პროდუქციის ხარისხის სტატისტიკური კონტროლისას შემოაქვთ ამ პროდუქციაში დეფექტური ნაკეთობების შემცველობის (წილის) ორი გარკვეული დონე: P_0 და P_1 , P_0 დონე შეესაბამება როგორც მიმწოდებლის (დამამზადებლის), ასევე დამკვეთის (მომხმარებლის) მოთხოვნილებებს და პასუხობს წარმოების ნორმალურ მსვლელობას, ხოლო P_0 - მაქსიმალურად დასაშვებ (ზღვრულ) დონეს. თუ წუნი ფაქტობრივი დონე $P > P_1$, მაშინ ასეთი პროდუქცია დაწუნებული უნდა იქნას, ე.ი. არ უნდა მოხდეს სავაჭრო ქსელში სარეალიზაციოდ. თუ აღმოჩნდება, რომ $P < P_0$, მაშინ პროდუქცია მიჩნეულ იქნება ვარგისად, ხოლო $P_0 < P < P_1$ უტოლობის შესრულებისას საბოლოო გადაწყვეტილება ან არის მიღებული (კონტროლი უნდა ჩატარდეს შეცვლილ პირობებში ხელმეორედ), ან პროდუქციას მიენიჭება დაბალი ხარისხი.

ამრიგად, ნებისმიერი სახის სტატისტიკური კონტროლი, მათ შორის ვალდის პროცედურაც, დაიყვანება მათემატიკურ სტატისტიკაში კარგად ცნობილ ამოცანაზე — ჰიპოთეზის გარჩევა—შემოწმებაზე: ჰიპოთეზას $P=P_0$ ამოწმებენ კონკურენტული ჰიპოთეზის $P=P_1$ საპირისპიროდ.

მოკლედ განვიხილოთ სტატისტიკური ჰიპოთეზის შემოწმების ვალდისეული კონტროლის პროცედურის თეორიული საფუძვლები. შემოგვაქვს Z_i სიდიდეები ($i=1,2,...,m$), რომლებიც კონტროლის პროცესის მიმდინარეობას ახასიათებენ ასე: $Z_i=0$, თუ ნაკეთობა i -ურ ცდაში მიჩნეული იქნა ვარგისად და $Z_i=1$, თუ ნაკეთობა დაიწუნეს. ამრიგად, კონტროლის მიმდევრობითი შესრულებული m ცდის შედეგად Z სიდიდეთა დანაკვირვებ ერობოლობას $(Z_1, Z_2, ..., Z_i, ..., Z_m)$. ნატურალური რიცხვი $h = \sum_{i=1}^m z_i$, ცხადია, გვიჩვენებს, რომ კონტროლის m ცდაში საკონტროლო ნაკეთობები h -ჯერ მიიჩნიეს წუნად, ე.ი

$(m-h)$ -ვარგისად. თუ წუნის წილია p მაშინ ზემოაღწერილი ხდომილობის ალბათობა იქნება:

$$P_M = p^h (1-p)^{m-h} \quad (1)$$

დასაჯერობის ფუნქცია იქნება:

$$L_M = \frac{P_{1M}}{P_{0M}} = \frac{P_1^h (1-p_1)^{m-h}}{p_0^h (1-p_0)^{m-h}} \quad (2)$$

სადაც P_{1m} და P_{0m} მიიღება (1) —დან მაშინ შესაბამისად $P=P_1$ და $P=P_0$ ჩასმებით. L_m სიდიდე უნდა შეედაროს ორ სასაზღვრო A და B რიცხვებს, რომლებისთვისაც ვალდის მიღებული აქვს ფორმულები:

$$A = \frac{1-P(\beta)}{P(\alpha)}; \quad B = \frac{P(\beta)}{1-P(\alpha)}; \quad (3)$$

ანალიზი მიმდინარეობს შემდეგნაირად: ყოველი m -ური ნაკეთობის შემდეგ აუცილებლად შესრულდება ქვემოჩამოთვლილი უტოლობებიდან ერთ-ერთი:

$$L_m \leq B; \quad L_m \geq A; \quad B < L_m < A; \quad (4)$$

თუ სამართლიანი აღმოჩნდება (4) უტოლობიდან პირველი, მაშინ ანალიზი შეწყდება და მიიღება საბოლოო დასკვნა "პროდუქცია ვარგისია"; თუ შესრულდება მეორე უტოლობა, ანალიზი მაშინაც შეწყდება—საბოლოო გადაწყვეტილება იქნება "პროდუქცია წუნია"; მესამე უტოლობის შესრულებისას კი ანალიზი გაგრძელდება—კონტროლზე შემოიტანენ შემთხვევითი წესით არჩეულ მორიგ $(m+1)$ -ე ნაკეთობას, ინგარიშებენ L_{m+1} ფუნქციას და მისთვის ატარებენ ზემოაღწერილ ოპერაციებს.

კონტროლის პროცედურის გამარტივების მიზნით (4) უტოლობებში გადადიან მათში მონაწილე სიდიდეების ლოგარითმებზე. ამ გზით სათანადო გამარტივებების შემდეგ მიიღება (4)-ის ეკვივალენტური უტოლობები:

$$h \leq b_m; \quad h \geq a_m; \quad b_m < h < a_m; \quad (5)$$

სადაც h კვლავინდებურად კონტროლის m ცდაში დაწუნებული ნაკეთობების რიცხვია, ხოლო b_m და a_m რიცხვებისთვის (3) –ის გათვალისწინებით გვაქვს :

$$b_m = \frac{e_n \frac{p(\beta)}{1-p(\alpha)}}{e_n \frac{p_1}{p_0} + e_n \frac{1-p_0}{1-p_1}} + m \frac{e_n \frac{1-p_0}{1-p_1}}{e_n \frac{p_1}{p_0} + e_n \frac{1-p_0}{1-p_1}} = z_0 + mV \quad (6) \text{ და } (7)$$

$$a_m = \frac{e_n \frac{1-p(\beta)}{p(\alpha)}}{e_n \frac{p_1}{p_0} + e_n \frac{1-p_0}{1-p_1}} + m \frac{e_n \frac{1-p_0}{1-p_1}}{e_n \frac{p_1}{p_0} + e_n \frac{1-p_0}{1-p_1}} = z_1 + mV$$

B_M და a_M რიცხვებს ხშირად შესაბამისად “მისაღებ” და “საწუნდებულ” რიცხვებს უწოდებენ. როგორც (6) და (7) ტოლობებიდან ჩანს, სიდიდეები Z_0 , Z_1 და V რიცხვები არიან დამოკიდებულნი m ცვლადზე და მათი გამოთვლა შესაძლებელია ჯერ კიდევ კონტროლის დაწყებამდე. მივანიჭებთ რა m ცვლადს რიგ-რიგობით ნატურალურ, ზრდად მნიშვნელობებს, წინასწარ შეიძლება გამოვთვალოთ (6) და (7) ტოლობების მიხედვით b_m და a_m სასაზღვრო რიცხვები. ხელთ გვექნება რა ეს სიდიდეები, კონტროლის პროცედურას ძალზე მარტივად ჩავატარებთ (5) უტოლობების საფუძველზე. კონტროლი გაგრძელდება მანამ, სანამ არ შესრულდება (5) ტოლობიდან პირველი ან მეორე. როგორც ვიცით, შესაძლებელია კონტროლის პროცედურა ისე გაგრძელდეს, რომ $m=m_0$ მნიშვნელობისთვისაც ძალაში დარჩეს (5) უტოლობებიდან მესამე, ე.ი დაკვირვებათა ზღვრული m_0 რიცხვისთვის არ იყოს გამოტანილი დასკვნა საკონტროლო პროდუქციის ვარგისობის შესახებ. მსგავს შემთხვევაში ვალდი გეთავაზობს ანალიზის წაკვეთას: შემოაქვს $D_0 = m_0 V$ რიცხვი, რომლისთვისაც როგორც ადვილად შეიძლება დავადგინოთ, სამართლიანი უტოლობა :

$$B_{m_0} < D_0 < a_{m_0} \quad (8)$$

ანუ ინტერვალი $(b_{m_0}; a_{m_0})$ იყოფა ორ ქვედიაპაზონად $[b_{m_0}; D_0]$ და $[D_{m_0}; a_{m_0}]$. ცხადია, h_{m_0} რიცხვი აუცილებლად მოხვდება ამ ქვედიაპაზონიდან ერთ-ერთში. თუ შესრულდება უტოლობა

$$b_{m_0} < h_{m_0} \leq D_{m_0} \quad (9)$$

მაშინ პროდუქცია უნდა ჩაითვალოს ვარგისად; თუ კი შესრულდა უტოლობა

$$D_{M0} < h_{m0} < a_{m0} \quad (10)$$

უნდა მიღებულ იქნას გადაწყვეტილება “პროდუქცია წუნია”. უკანასკნელ უტოლობებში h_{m0} კონტროლის m_0 ცდაში დაწუნებულ ნაკეთობათა რიცხვია.

ჩვენ აღნიშნული გვქონდა, რომ გაზომვის შეწყვეტას შედეგად მოსდევს კონტროლის დაწყებამდე წინასწარ შერჩეული $P(\alpha)$ და $P(\beta)$ ალბათობების ზრდა, რის შესაფასებლადაც ვაღდს გამოყენებული აქვს შესაბამისი მიახლოებითი ფორმულები.

3. დასკვნა

ჩვენს მიერ უკვე დამუშავებულია ფორმულები, რომელთა სიზუსტე ბევრად მეტია, ვიდრე ვაღდის ხსენებული მიახლოებითი ფორმულებისა და აგრეთვე განხილული ალგორითმის მარეალიზებული სქემა გაშლილ ლოგიკურ-ფუნქციონალურ სქემის დონეზე გვუშაობთ მიღებული შედეგების გაფორმებისთვის სტატიის სახით.

ლიტერატურა:

1. ზედგინიძე ი., ბალიაშვილი მ. ხარისხის მართვა. სტუ, თბ., 2008
2. Вальд А. Последовательный анализ. изд-о., физматгиз, М., 1996
3. Зедгинидзе И.Г., Жвания Р.М. Контроль качества продукции. ГТУ, Тб., 2005.

SYNTHESIS OF THE DEVELOPMENT SCHEME FOR IMPLEMENTATION OF THE ALGORITHM OF THE CONSECUTIVE STATISTIC CONTROL

Jvania Revaz, Maridashvili Nino, Ereishvili Nazibrola
Georgian Technique University

Summary

The article presents the critical analysis of the statistics methods of product quality control. The control method is as well selected based on the consecutive statistical analysis of the data. The method was selected due to the fact that the consecutive statistics control requires the selection capacity less by 40-60% than any other form of the statistics controls, being based on the permanent selection capacity. For the automated implementation of the consecutive control, the original tool is proposed to develop the algorithm for such control on the level of the converted logical functional scheme.

СИНТЕЗ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА, РЕАЛИЗУЮЩЕГО АЛГОРИТМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Жвания Р.М., Маридашвили Н. И., Еремеишвили Н.И.
Грузинский Технический Университет

Резюме

В данной статье рассмотрен критический анализ статистических методов контроля качества продукции и выбран метод контроля, основанный на последовательном статистическом анализе данных. Выбор обоснован тем, что последовательный статистический контроль требует на 40-60% меньшего объема выборки, чем другой любой вид статистического контроля, основанный на постоянном объеме выборки. Для автоматического проведения последовательного контроля предложено оригинальное устройство, реализующее алгоритм такого контроля на уровне развернутой логико-функциональной схемы.