

ტექსტური კონტროლის ამოცანის ფორმალიზაციის შესახებ

ზურაბ ბოსიკაშვილი, დავით კაპანაძე, თალიკო ჟვანია
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

სტატიაში განიხილება ავტომატიზებული ტესტური კონტროლის ფორმალური მოდელების აგების საკითხები. დაისვა სხვადასხვა საგნობრივი სფეროსათვის მაკონტროლებელი ტესტების ავტომატიზებულად გენერირების ზოგადი ამოცანა, რაც საშუალებას იძლევა ერთიანი ფორმალიზმის საფუძველზე აიგოს ავტომატიზებული ტესტური კონტროლის სისტემები.

საკვანძო სიტყვები: ფორმალური მოდელისა და მისი რეალიზაციის ადეკვატურობის შემოწმება, ავტომატიზებული ტესტური კონტროლი, ცოდნის კონტროლის სისტემები.

1. შესავალი

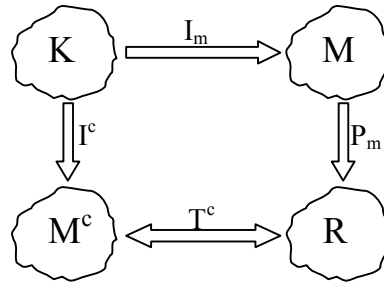
ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარების თანამედროვე დონე საშუალებას იძლევა უფრო გაფართოვდეს და გაღრმავდეს სხვადასხვა საგნობრივი სფეროს (ციფრული სქემების პროექტირება, სწავლების პროცესი და ა.შ.) ინფორმაციული მოდელების კვლევა, აგება და გამოყენება. მოდელების და მისი რეალიზაციის ადეკვატურობის კონტროლი ყოველთვის ითვლებოდა და დღესაც ითვლება აქტუალურ ამოცანად, რადგან მოდელის რეალიზაციის სისწორის (ადეკვატურობის) შემოწმება წარმოადგენს არაფორმალურ, რთულ, მრავალფაქტორულ ამოცანას. ადეკვატურობის დასადგენად უმეტესად გამოიყენება ტესტური კონტროლი. ასეთი ამოცანების სულ უფრო მზარდი განზომილების ფონზე, კონტროლის ეფექტურობის გაზრდისათვის აუცილებელი ხდება ტესტური კონტროლის პროცესის ავტომატიზება. აუცილებელია სხვადასხვა საგნობრივი სფეროსათვის აგებული ფორმალური მოდელებისა და მათი კონკრეტული რეალიზაციების ადეკვატურობის ავტომატიზებული ტესტური კონტროლის სისტემების აგების პრინციპების და ტესტური კონტროლის მეთოდების დამუშავება. ავტომატიზებული ტესტური კონტროლის ორგანიზებისათვის საჭიროა მაღალი სისრულის და ეფექტურობის ტესტების არსებობა. ასეთი მაღალი ხარისხის ტესტების გენერაციის ამოცანა საზოგადოდ კომბინატორულ ხასიათს ატარებს და საგნობრივი სფეროს მოდელების სირთულისა და დიდი განზომილებების გამო ექსპონენციალური სირთულით ხასიათდება, ანუ მოდელების განზომილების წრფივი ზრდა, შესაძლო ტესტური კომბინაციების რაოდენობის ექსპონენციალურ ზრდას იწვევს.

ცნობილია ტესტების ავტომატიზებული გენერაციის რამოდენიმე მეთოდი [1,2,3], რომლებიც დაფუძნებულია კომბინატორიკაში არსებულ ტესტირების თეორიაზე. გენერაციის ტრადიციული მეთოდები არ არის საკმარისი მაღალი სირთულისა და დიდი განზომილების მოდელებისათვის ტესტების ავტომატიზებული გენერაციის ამოცანების გადასაწყვეტად.

2. ტესტური კონტროლის პროცესის ფორმალური მოდელები

ტესტების ავტომატიზებული გენერაციის ეფექტური ევრისტიკული მეთოდების შესაქმნელად აუცილებელია საგნობრივი სფეროს შესახებ ცოდნის წარმოდგენა. ცოდნის წარმოდგენის მოდელები ისე უნდა აიგოს, რომ მათი გამოყენებით გაადვილდეს ტესტების ავტომატიზებული გენერირების კრიტერიუმებისა და შეფასების მეთოდების დამუშავება.

მოდელების და მათი რეალიზაციის ადეკვატურობის შემოწმებისათვის, საგნობრივი სფეროების მრავალფეროვანობიდან გამომდინარე საჭიროა ტესტური კონტროლის ჩატარების ზოგადი ფორმალიზმის შემუშავება. ნებისმიერ საგნობრივ სფეროსთვის სისტემის შექმნის იდეიდან კონკრეტული რეალიზაციის მიღებამდე შესასრულებელ მოქმედებათა ზოგადი სქემა შეიძლება ასე გამოისახოს



ნახ.1. სისტემების რეალიზაციის ზოგადი სქემა

სადაც K - სისტემის შესახებ ცოდნაა, რომლის მიხედვითაც ყალიბდება სისტემის ფუნქციონალური დანიშნულება. სისტემის მიერ შესასრულებელი მიზნობრივი ფუნქციონალობა შეიძლება აღვწეროთ F ასახვის ოპერატორით, მაშინ მიზნობრივი ფუნქციონალობა შეიძლება ასე ჩავწეროთ $Y=F_K(X)$, სადაც X - სისტემაზე შესაძლო ზემოქმედებების სიმრავლეა, Y - სისტემის რეაქციების სიმრავლე, ხოლო F_K - სისტემის შესახებ K ცოდნის მიხედვით განხორციელებული მიზნობრივი ასახვაა. K ცოდნის I ინტერპრეტაციის შედეგად შეიძლება მივიღოთ მოდელი $I_m(K) \rightarrow M$. ამ მოდელის მიხედვით P_m -ასახვის საშუალებით შეიძლება განვახორციელოთ R კონკრეტული რეალიზაცია $P_m(M) \rightarrow R$. სისტემის R რეალიზაციის შემადგენელი კომპონენტები, გაუმართაობის, მოდელის აგებისას დაშვებული შეცდომის ან სხვა რაიმე გაუთვალისწინებელი მიზეზის გამო, შეიძლება ასრულებდნენ არა მათთვის წინასწარ განსაზღვრულ ფუნქციას, არამედ რაიმე სხვა, წინასწარ არაპროგნოზირებად ფუნქციას, მაშინ თვით სისტემის დასახული ფუნქციონალობაც შეიძლება შეიცვალოს და განახორციელოს უკვე სხვა ფუნქციონალობა. ვინაიდან სისტემის შემადგენელი კომპონენტების ფუნქციონირების შეცვლის უმრავლეს შემთხვევაში მიზეზი შეიძლება არსებობდეს, ამიტომ მთლიანი სისტემის მიერ რეალიზებული მიზნობრივი ფუნქციონირებაც განსხვავებული შეიძლება იყოს, ანუ გვექონდეს სისტემის r_i რეალიზაციის მრავალი სხვადასხვა ვარიანტი $Y = F_{r_i}(X)$. ამ რეალიზაციებიდან ერთია ჭეშმარიტად მიზნობრივი ფუნქციონალობის შემსრულებელი რეალიზაცია, ხოლო დანარჩენი გაუმართავ ან შეცდომიან რეალიზაციებს წარმოადგენენ.

ბუნებრივად ისმება ამოცანა - გავაკონტროლოთ რომელი რეალიზაცია ახორციელებს სისტემის მიერ შესასრულებელი მიზნობრივი ფუნქციონალობის ადეკვატურ ფუნქციონალობას $F_K(X) \Leftrightarrow F_{r_i}(X)$ ან პირიქით, რომელიღაც კონკრეტული რეალიზაციის მიერ განხორციელებული ფუნქციონალობა ადეკვატურია თუ არა სისტემის მიერ შესასრულებელი მიზნობრივი ფუნქციონალობისა $F_{r_i}(X) \Leftrightarrow F_K(X)$. თუ არაა ადეკვატურობა დაცული, ამის შემდეგ შეიძლება დადგეს დიაგნოსტიკის ამოცანა უწყისიერობის წყაროს დადგენის მიზნით ან შეფასდეს, გარკვეული კრიტერიუმებით, არაადეკვატურობის დონე.

ამ ამოცანის გადასაწყვეტად საჭიროა I^c ინტერპრეტაციით აიგოს დასაპროექტებელი სისტემის ისეთი M^c მოდელი $I^c \rightarrow M^c$, რომელშიც შესაძლებელი იქნება გავითვალისწინოთ და ავსახოთ სისტემაში შესაძლო მტყუნებები ან შეცდომები. თუ M^c მოდელი ახორციელებს რაიმე i -ურ მტყუნებას, მისი შესაბამისი მოდელი ავლნიშნოთ M_i^c მოდელით. ასეთი მოდელი საშუალებას მოგვცემს მაღალი სისრულით განვახორციელოთ კონკრეტული რეალიზაციისა და დასაპროექტებელი სისტემის ადეკვატურობის კონტროლი.

კონტროლის ამოცანა გულისხმობს მოხდეს სისტემის კონკრეტული r_i რეალიზაციის შესასვლელზე T^c ზემოქმედებების მიწოდება, მივიღოთ სისტემის გამოსასვლელზე რეაქციები $F_{r_i}(T^c)$, ეს რეაქციები შევადაროთ M^c მოდელის შესასვლელზე მიწოდებულ T^c ზემოქმედებებზე მიღებულ რეაქციებს $F_{M^c}(T^c)$.

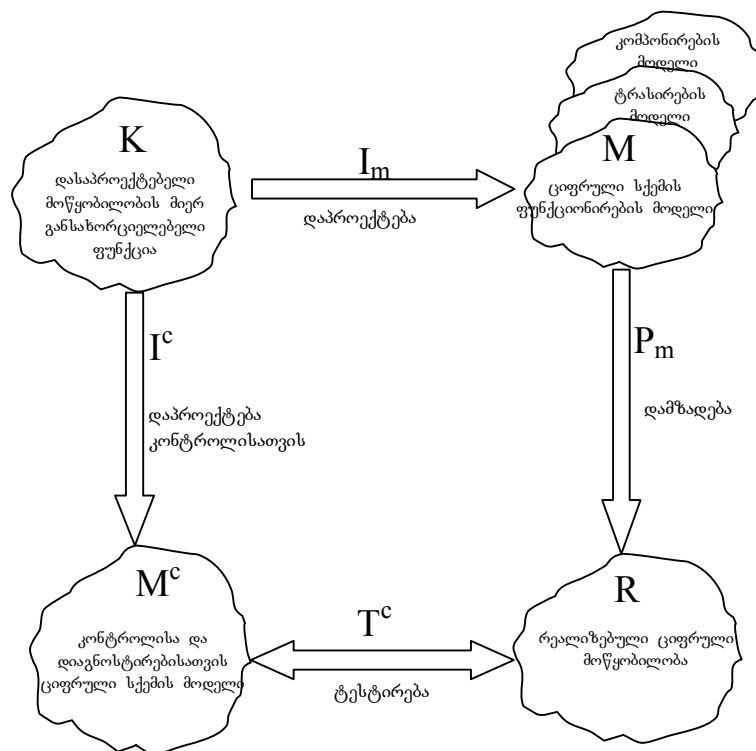
სხვადასხვა საგნობრივ სფეროში ტესტური კონტროლის სისტემები მსგავსებია, ამასთან მსგავსი ნიშნები კიდევ უფრო იზრდება კომპიუტერული ავტომატიზებული კონტროლის სისტემების გამოყენებით. განსხვავება სხვადასხვა სფეროში გამოყენებულ სისტემებს შორის პირველ რიგში, ეს არის განსხვავებული კვლევის ობიექტები და კონტროლის სისტემებში

გამოყენებული განსხვავებული ტერმინოლოგია, მაგრამ მოდელები და შეფასების კრიტერიუმები ერთ ფორმალიზმში ჯდება.

განვიხილოთ ზემოთ ჩამოყალიბებული ზოგადი სქემისა და დასმული ამოცანების ინტერპრეტაციები ორ განსხვავებულ საგნობრივ სფეროში: ციფრული სქემების დაპროექტებაში და რაიმე დისციპლინის ან საგნის სწავლების პროცესში.

ციფრული სქემების დაპროექტებისას K წარმოადგენს ცოდნას იმ ფუნქციის შესახებ, რაც უნდა განახორციელოს დასაპროექტებელმა ციფრულმა მოწყობილობამ. ამ ცოდნის მიხედვით, როგორც წესი, აიგება ტექნიკური დავალება, სადაც მეტი სიცხადითა და კონკრეტულობით ჩამოყალიბდება დასაპროექტებელი მოწყობილობის მიერ შესასრულებელი ფუნქციები და მოთხოვნები. ამ ფუნქციებისა და მოთხოვნების I ინტერპრეტაციით აიგება დასაპროექტებელი მოწყობილობის M მოდელები და სხვადასხვა კუთხით შედგება პროექტები, მაგალითად ციფრული მოწყობილობის ლოგიკური, ტოპოლოგიური, ტრასირების, განლაგების და სხვა სქემები. მიღებული პროექტების P_m ასახვით მიიღება R კონკრეტული რეალიზება ანუ კონკრეტული მოწყობილობა.

პროექტირების პროცესში დაშვებული შეცდომების ან მოწყობილობაში რომელიმე ელემენტის ან ელემენტების მტყუნების გამო მოწყობილობამ შეიძლება შეასრულოს არა სასურველი მიზნობრივი ფუნქცია, არამედ რაიმე სხვა ფუნქცია. ვინაიდან შესაძლო შეცდომების და მტყუნებების რაოდენობა დიდია, ამიტომ შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ ვდებულობთ მოწყობილობის მრავალ სხვადასხვა რეალიზაციას. კონტროლის ამოცანის მიზანია დადგინდეს მოწყობილობა მოცემულ მომენტში ასრულებს სასურველ მიზნობრივ ფუნქციას, თუ რაიმე სხვა ფუნქციას.



ნახ.2. ციფრული მოწყობილობის რეალიზაციის ზოგადი სქემა

ცნობილია ციფრული მოწყობილობების ფუნქციონირების მოდელირების სხვადასხვა მეთოდები [2,4], მაგრამ თუ ეს მოდელები კონტროლის ან დიაგნოსტიკის პროცესშია გამოსაყენებელი, მაშინ მათ სხვა მოთხოვნები წაეყენება. ამიტომ უნდა შეგვეძლოს ისეთი M^c მოდელის აგება, რომელშიც შესაძლებელი იქნება ყველა შესაძლო მტყუნებებისა და შეცდომების მოდელირება. კონტროლისა და დიაგნოსტიკის ამოცანების გადაწყვეტის ეფექტურობის გაზრდის მიზნით, როგორც წესი M და M^c მოდელები განსხვავებულია. ციფრული მოწყობილობების დაპროექტებისა და კონტროლისათვის საჭირო მოქმედებათა ზოგადი სქემა ამ საგნობრივი სფეროს ტერმინებში ასახულია ნახ. 2.-ზე.

რაიმე საგნის ან დისციპლინის სწავლების პროცესში K – ესაა შესასწავლი საგნის შესახებ ზოგადი ცოდნა, რომელზე დაყრდნობითაც პედაგოგი I ინტერპრეტაციით ჩამოაყალიბებს საწავლო კურსს. კურსის ჩამოყალიბებისას გაითვალისწინება შესასწავლი საგნის მოცულობა და სიღრმე, სწავლებისათვის საჭირო საათების რაოდენობა, განისაზღვრება კურსის სტრუქტურა და შემცველობა ანუ კონტენტი.

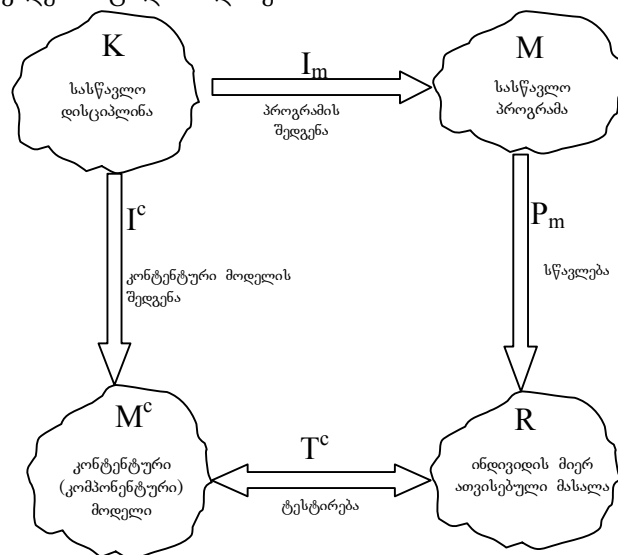
უნდა აღინიშნოს, რომ ეს პროცესი პრაქტიკულად გამოუკვლეველი და რთულად ფორმალიზებადი პროცესია და განისაზღვრება ამ სფეროში პედაგოგის ან ექსპერტის პროფესიონალიზმისა და გამოცდილების დონით. სასწავლო კურსის ფორმალიზება დაკავშირებულია ზოგადად ცოდნის წარმოდგენის ფორმალიზებასთან, რაც დღეისათვის სრულყოფილად გადაწყვეტილი არ არის [5].

ფაქტიურად პედაგოგი სასწავლო საგნის სფეროდან ირჩევს (აგებს) სასწავლო კურსს ანუ თავისი ინტერპრეტაციით აგებს M მოდელს. კურსი შეიძლება წარმოდგენილი იყოს წიგნის, კონსპექტის, მულტიმედიური ან სწავლების სხვა რაიმე საშუალებით. ჩამოყალიბებული კურსის მიხედვით ხდება ინდივიდების (მოსწავლე, სტუდენტი, კვალიფიკაციის ასამაღლებელი პირი და სხვა) P_m სწავლება, რომლებსაც ჩამოყალიბდებათ R ცოდნა.

სწავლების პროცესის ეფექტური წარმართვა დიდად განსაზღვრავს ინდივიდის მიერ ათვისებული მასალის ხარისხს, მაგრამ ეს საკითხები გადის ჩვენი კვლევის სფეროს საზღვრებიდან. სწავლების შედეგად თვითოეული პიროვნება ინდივიდუალურად ითვისებს კურსში ჩამოყალიბებულ მასალას, ამიტომ მათი ცოდნის დონე ინდივიდუალური და განსხვავებულია.

იმისათვის, რომ შემოწმდეს თვითოეული ინდივიდის მიერ ათვისებული მასალის ხარისხი ანუ ათვისებული ცოდნის დონე, საჭიროა ყველა ინდივიდის ერთიანი კრიტერიუმებით შეფასება ანუ კონტროლი. ამ მიზნით აწარმოებენ ინდივიდების გამოცდას, სერთიფიცირებას, გამოკითხვას ან კონტროლის სხვა ფორმას. საკონტროლო კითხვების შერჩევა ისევე რთული და არაფორმალური ზეგადი პროცესია, როგორც სასწავლო პროგრამის შედგენა. ამიტომ კონტროლის პროცესის განსაზოციელებლად შეიძლება დაგვჭირდეს მასალის სხვა M_c მოდელი, რომელიც გაადვილებს საკონტროლო კითხვების ჩამოყალიბების პროცესს.

მიღებული კითხვების საფუძველზე შესაძლებელია შევადგინოთ და რაიმე სისტემური ხასიათი მივცეთ კითხვების გარკვეულ სიმრავლეს ანუ ტესტებს. ტესტების დანიშნულებაა რანჟირება გაუკეთოს ინდივიდების ცოდნის დონეს.



ნახ.3. სასწავლო კურსის ათვისების ზოგადი სქემა

რაიმე დისციპლინის სწავლების და კონტროლის პროცესისათვის საჭირო მოქმედებათა ზოგადი სქემა ამ საგნობრივი სფეროს ტერმინებში გამოსახულია მე-3 ნახაზე.

ამრიგად, რომელიმე საგნობრივი სფეროს ობიექტისათვის მაკონტროლებელი ტესტების სინთეზის ამოცანა შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი ფორმალური მოდელის სახით

$$T_M = \langle S, S_0, F, G \rangle,$$

სადაც S ობიექტის მდგომარეობათა სივრცეა, $S = X \times U \times Y$, ამ გამოსახულებაში X შესავალი ზემოქმედების სიმრავლეა, U ობიექტის შიდა მდგომარეობების ამსახველი სიმრავლე, Y ობიექტის რეაქციების ამსახველი სიმრავლე. S_0 ობიექტის მდგომარეობათა სივრცის საწყისი მდგომარეობაა. F წარმოადგენს ოპერატორების სიმრავლეს, რომელიც ობიექტის მდგომარეობათა სივრცის ცვლილებებს ასახავს $F : X \times U \times Y \rightarrow U \times Y$, ანუ F არის მოდელირების ოპერატორი. G მიზნობრივი მდგომარეობების სიმრავლეა და იგი შეიძლება წარმოვადგინოთ ასე $G = \{s \mid B(s), s \in S\}$, სადაც B პრედიკატია, რომელიც აიგება ტესტების არჩევის კრიტერიუმების მიხედვით.

3. დასკვნა

დამუშავდა სხვადასხვა საგნობრივ სფეროში ტესტური კონტროლის ჩატარების პროცესის ზოგადი მოდელი, რაც საშუალებას მოგვცემს შევიმუშაოთ ტესტების ავტომატიზებული გენერაციის ეფექტური ევრისტიკული მეთოდები.

4. ლიტერატურა

1. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. т.2, Получисленные алгоритмы. –М. Мир, 1977;
2. Пархоменко П.П., Согомонян Е.С. Основы технической диагностики. –М.: Энергия, 1981;
3. A. Hartman. Software and Hardware Testing Using Combinatorial Covering Suites. Haifa Workshop on Interdisciplinary Applications and Graph Theory, Combinatorics and Algorithms, June 2002;
4. Тоценко В.Г. Алгоритмы технического диагностирования дискретных устройств. –М.: Радио и связь, 1985;
5. Аванесов В.С. Научные основы тестового контроля знаний. М.: Исследовательский центр, 1994;

ABOUT FORMALIZATION OF THE PROBLEM OF THE TEST CONTROL

Bosikashvili Zurab, Kapanadze David, Zhvania Taliko
Georgian Technikal University

Summary

The article describes the issues of the creation of the formal automatic test control models. The task set concerns the automatic generation of the control tests for various subject areas, allowing the creation of the single formalization-based automatic test control systems.

О ФОРМАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧИ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Босикашвили З.В., Капанадзе Д.Ш., Жвания Т.Г.
Грузинский Технический Университет

Резюме

Рассматриваются вопросы построения формальных моделей автоматизированного тестового контроля. Была поставлена общая задача автоматизированного генерирования контролирующих тестов для различных предметных областей, которая дает возможность разработать систем автоматизированного тестового контроля на основании единого формализма.