

ქვანტური გამოთვლების მოდელის რეალიზების საკითხები ფუნქციონალური  
პროგრამირების საშუალებით

*არჩვამე ნათელა*

ელ-ფოსტა: [natela.archvadze@tsu.ge](mailto:natela.archvadze@tsu.ge)

კომპიუტერული მეცნიერებების დეპარტამენტი,  
ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების  
ფაკულტეტი, თბილისის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტი, თბილისი, უნივერსიტეტის ქ. 13

განვიხილავთ საკითხებს, რომელიც თანამედროვე საინფორმაციო-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების ერთ-ერთ ყველაზე პერსპექტიულ კვლევით მიმართულებას წარმოადგენს. ესაა კვანტური გამოთვლების მოდელები. როგორც ცნობილია, კვანტურ გამოთვლებში, ნაცვლად ცნება ბიტისა, რომელიც ალან ტიურინგისა და ჯონ ფონ ნეიმანის მიერ იყო შემოტანილი, შემოტანილია კუბიტის ანუ კვანტური ბიტის ცნება.

კვანტური ბიტი ესაა განსაზღვრული კვანტური სისტემა, რომელიც გაზომვამდე არის ორი ბაზისური კვანტური მდგომარეობის ნებისმიერ წრფივ სუპერპოზიციაში (ანუ, არსებითად, შეუძლია მიიღოს უსასრულოდ ბევრი შესაძლო მნიშვნელობა), ხოლო გაზომვის შედეგად, ამა თუ იმ ალბათობით იღებს ერთ-ერთ შესაძლო მნიშვნელობას ამ ორიდან.

უკანასკნელ პერიოდში კვანტური გამოთვლების მოდელი დიდ ყურადღებას იქცევს როგორც მეცნიერების, ასევე ინჟინრების მხრიდან, ვინაიდან ფართო შესაძლებლობებს იძლევა იმ ამოცანების ამოხსნისას, რომლებისთვისაც არ არსებობდა ამოხსნის ეფექტური ალგორითმები. მაგალითად, ასეთ ამოცანას მიეკუთვნება მოცემული რიცხვის ფაქტორიზაციის (მარტივი გამყოფების პოვნის) ამოცანა. სწორედ ჰიპოთეზაზე, რომ შეუძლებელია სწრაფად და ეფექტურად იყოს მოძებნილი რიცხვის დაშლა მარტივ მამრავლებად, არის დაფუძნებული კრიპტოგრაფიის თანამედროვე მეთოდები.

ფუნქციონალური პროგრამირება, როგორც პროგრამული უზრუნველყოფის პარადიგმა ძალზე ჰარმონიულად დაედო კვანტური გამოთვლების მოდელს, ვინაიდან ცნება „ფუნქცია“ თავის თავში შეიცავს „უნიტარული გარდაქმნის“ ცნებას, რომელიც გამოიყენება კვანტური გამოთვლების მოდელში. ასე, რომ კვანტური ალგორითმები ყველაზე ბუნებრივად წარმოიდგინება ფუნქციონალური პროგრამირების ჩარჩოებში. პროგრამირების მაღალი დონის ენა Quipper, რომელიც გამოიყენება კვანტური გამოთვლითი სქემების გამოსახატავად, ეყრდნობა ენა Haskell-ს, თუმცა ამ ენის კომპილერი არაა შექმნილი. ითვლება, რომ სწორედ ფუნქციონალური პროგრამირება ყველაზე ახლოსაა კვანტური გამოთვლების პარადიგმასთან.

მოცემულ მოხსენებაში აღვწერთ კვანტური გამოთვლების მოდელს, განვმარტავთ კუბიტის ცნებას, გავიგებთ როგორ შეიძლება კუბიტები დავუკავშიროთ ერთმანეთს მრავალკუბიტოვანი მდგომარეობის მისაღებად, რა არის კვანტური გამოთვლითი სქემა. ნაშრომის მეორე ნაწილში დავამუშავებთ ფრეიმვორკს, რომელიც შეასრულებს კვანტურ გამოთვლებს ენა Haskell-ზე. ეს ფრეიმვორკი იძლევა საშუალებას უფრო ღრმად ჩაწვდეთ კვანტური გამოთვლების მოდელს, შევქმნათ კვანტური გამოთვლითი მოდელის ახალი ობიექტები და ოპერაციები.

## ლიტერატურა

1. Душкин Р. В. Квантовые вычисления и функциональное программирование. — 2014.
2. Квантовые вычисления и язык Q# для начинающих.  
<https://habr.com/ru/company/microsoft/blog/351622/>