

**მრავალფუნქციურობის პრინციპის გამოყენება  
ადამიანი-კომპიუტერის ინტერაქციაში**

თამარ ტალიკაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
**რეზიუმე**

მრავალფუნქციურობის პრინციპის გამოყენება მკვეთრად ამაღლებს ადამიანი-კომპიუტერის ინტერაქციის ეფექტურობას. სამუშაოში განხილულია სენსორული მონიტორი, როგორც მრავალფუნქციური მოწყობილობა, რომელშიც შეთავსებულია ინფორმაციის ასახვის, კლავიატურის და მაუსის ფუნქციები. ჩატარებულია მრავალფუნქციური მონიტორის ანალიზი და მოცემულია შეფასებები.

**საკვანძო სიტყვები:** სენსორული მონიტორი. მრავალფუნქციურობის პრინციპი.

**1. შესავალი**

მაღალი ტემპებით იზრდება კომპიუტერული ტექნიკის სწრაფქმედება, მეხსიერების მოცულობა, წარმადობა და ტექნიკური ეფექტურობის სხვა მაჩვენებლები. მომხმარებლისათვის კომპიუტერის ეს მაჩვენებლები ბევრს განსაზღვრავს, მაგრამ „მნიშვნელოვანია კომპიუტერის არა სწრაფქმედება თავისთავად, არამედ მომხმარებლის მიერ დასმულ ამოცანაზე პასუხის მიღების სისწრაფე“ [1]. ამდენად, აქტუალური ხდება ადამიანი-კომპიუტერის ინტერაქციის დროის შემცირება.

დასმული ამოცანის გადაწყვეტა მრავალი მეთოდით შეიძლება. მაგალითად, ინტერაქციათვის სპეციალური მანიპულატორების, სპეციალური ერგონომიული კლავიატურების და სხვათა გამოყენებით. ადამიანის კომპიუტერთან ინტერაქციათვის განსაკუთრებით ეფექტურია მრავალფუნქციური ტერმინალური მოწყობილობანი. უნდა აღინიშნოს, რომ მრავალფუნქციურობა მიეკუთვნება ტექნიკური ეფექტურობის მაჩვენებელს, რადგან ის გავლენას ახდენს სისტემის სხვა ტექნიკური ეფექტურობის მაჩვენებლებზე. მრავალფუნქციურობის ზრდა ხელს უწყობს სისტემის სირთულის შემცირებას, საიმედოობისა და ერგონომიულობის მაჩვენებლების ზრდას. მრავალფუნქციურობა ტექნიკური ეფექტურობის სხვა მაჩვენებლებიდან განკერძოებით არ განიხილება, ვინაიდან მათთან პირდაპირ კავშირშია. ტექნიკური ეფექტურობა გულისხმობს: წარმადობას, საიმედოობას, კონტროლუნარიანობას, სირთულეს (სიმარტივეს), ექსპლუატაციის მოხერხებულობას და ა.შ.

თუკი მრავალფუნქციურობას განვიხილავთ ტექნიკური ეფექტურობის სხვა მაჩვენებლებიდან დამოუკიდებლად, ასეთ შემთხვევაში მრავალფუნქციურობის ზრდას შეიძლება სწრაფქმედების ანდა წარმადობის გაუარესება მოყვეს. აქედან გამომდინარე მრავალფუნქციურობის მაჩვენებელი უნდა გაიზარდოს ისეთი სახით, რომ ტექნიკური ეფექტურობის სხვა მაჩვენებლები არ გამოვიდეს დასაშვები ზღვრებიდან. [2]-ში მრავალფუნქციურობა განსაზღვრულია შემდეგნაირად: ციფრული სისტემები ეფექტური და სიცოცხლისუნარიანია მაშინ, როცა მისი იერარქიის სხვადასხვა დონეზე

ელემენტების ფუნქციური შესაძლებლობების გაფართოებას წინ უსწრებს მათი სირთულის ზრდა ისე, რომ ყოველი ელემენტის ფუნქციის საჭიროების ხარისხი შენარჩუნებულია. აქვეა შემოტანილი მრავალფუნქციურობის პირობაც: იმისათვის, რომ ციფრული სისტემის ნებისმიერი იერარქიული ელემენტი განვიხილოთ, როგორც მრავალფუნქციური, აუცილებელი და საკმარისია, რომ მისთვის შესრულდეს უტოლობა:

$$\text{Card } F \geq 2;$$

$$L_{i_{\text{ფფ}}} < \sum_{i=1}^{\text{Card } F} L_{i_{\text{ფფ}}}, \quad E_{j_{\text{ფფ}}} \geq E_{i_{\text{ფფ}}}$$

სადაც  $F$ -მრავალფუნქციური მოწყობილობის ფუნქციათა სიმრავლეა,  $L_{i_{\text{ფფ}}}$ -მრავალფუნქციური ელემენტის სირთულე,  $L_{i_{\text{ფფ}}}$ - $i$ -ური ერთფუნქციური ელემენტის სირთულე, ხოლო  $E_{j_{\text{ფფ}}}$  და  $E_{i_{\text{ფფ}}}$  მრავალფუნქციური და ერთფუნქციური ელემენტის ტექნიკური ეფექტურობის  $j$ -რი მაჩვენებელია ( $i = \overline{1, k}$ ,  $\text{Card } F = k$ ,  $j = \overline{1, k}$ ).

მრავალფუნქციური ციფრული სისტემის კარგი მაგალითია სენსორული მონიტორი, რომელსაც ჩვენ ტერმინ „touch“-ით ვხვდებით პრაქტიკაში. მრავალფუნქციური სენსორული მონიტორების გამოყენების არეალი იმდენად დიდია, რომ ჩამონათვალი შეიძლება დაუსრულებელიც კი გვეჩვენოს. მაგალითისათვის შეიძლება მოვიყვანოთ სამრეწველო სისტემები, განათლების სფეროში გამოყენებული სასწავლო მოწყობილობანი, სამედიცინო კომპიუტერული სისტემები (სადაც დიაგნოსტიკურ მოწყობილობებთან მუშაობისას რეაქციის სიჩქარე და უშეცდომობა ხშირად სასიცოცხლო მნიშვნელობისაა), კლიენტთა მომსახურების ცენტრების ტერმინალები სავაჭრო სფეროში გამოყენებული ტექნიკური საშუალებანი და ა.შ.

ჩამოთვლილ სისტემებში და მოწყობილობებში პრაქტიკულად ყველგან გამოიყენება სენსორული მონიტორები, რაც ქმნის ადამიანის მუშაობისათვის საჭირო ბუნებრივ გარემოს, რაც, პირველ რიგში, დაკავშირებულია კლავიატურისა და მაუსის უქონლობასთან და მომხმარებელზე ორიენტირებული ინტერფეისის გამოყენებასთან. ამდენად, სენსორული მონიტორი ინფორმაციის ასახვის, კლავიატურისა და მაუსის ფუნქციების შეთავსების გამო შეიძლება განხილული იქნას, როგორც მრავალფუნქციური მოწყობილობა. კერძოდ, კლავიშებიანი კლავიატურის ჩანაცვლება ხდება სენსორული (ვირტუალური) კლავიატურით, ხოლო მაუსის ფუნქცია ჩანაცვლა სენსორულ მონიტორზე თითის შეხების პროცედურამ. სენსორულ მონიტორთან მომხმარებლის კავშირი მყარდება მანიპულატორების გარეშე. სენსორულ ეკრანზე შეხებით განხორციელებული ოპერაციები ექვივალენტურია მაუსით დაწკაპუნებისა.

მრავალფუნქციური მონიტორის გამოყენების პერსპექტიულობაზე მიუთითებს პლანშეტური კომპიუტერების რეალიზაციის ზრდის ტემპები. 1-ელ ნახაზზე მოცემულია პლანშეტურ პერსონალურ კომპიუტერებზე მოთხოვნილების ზრდის დიაგრამა [3].



წყარო: Gartner  
**ნახ.1. პლანშეტური კომპიუტერების რეალიზაციის პროგნოზი**

სენსორული მონიტორის უპირატესობა, უპირველეს ყოვლისა, გამოიხატება დამატებითი მოწყობილობების უქონლობაში. მისი მთავარი ღირსება კი არის უნარი ვირტუალური კლავიატურის ორგანიზებისა, რომელიც ფლობს რეალურად ფანტასტიკურ მოქნილობას და ინტერაქტიულობას. მას შეუძლია მარტივად მოახდინოს ოპტიმალური და მოსახერხებელი ინტერფეისით უზრუნველყოფის ორგანიზება. აუცილებელია აღვნიშნოთ, რომ იგივე დამატებითი მოწყობილობების არქონამ განაპირობა მისი

სარეალიზაციო ფასის სიმცირე, რადგან კლავიშებიანი კლავიატურა მოითხოვდა დროს, რომელიც იხარჯებოდა კლავიშების დამზადებასა და შემდგომ აწყობაზე. იგივე შეგვიძლია ვთქვათ მაუსზეც. სენსორული მონიტორი მუშაობს ისეთ მკაცრ პირობებში, სადაც არის მტვერი და სინესტე. სტანდარტული კლავიატურა ასეთ პირობებში არ არის გამძლე. აგრეთვე მასთან კავშირი შეიძლება განვახორციელოთ მინიმალური განათების პირობებში. იგი მოითხოვს საშუალო არეალის სიმცირეს და აქედან გამომდინარე მომხმარებელს არ უქმნის არანაირ დისკომფორტს.

სულ რამდენიმე წლის წინ სენსორული მონიტორები არ იყო ფართოდ გავრცელებული, ახლა კი შეიძლება ითქვას, რომ მათი ფართოდ გავრცელება ნებისმიერ სფეროში ხელს უწყობს ახალი შესაძლებლობების განხორციელებას, აჩქარებს მომსახურების პროცესებს, ამარტივებს ადამიანის კომპიუტერთან ურთიერთკავშირს.

ქვემოთ მოცემულია მრავალფუნქციური სენსორული მონიტორების უპირატესობების შეფასება გამოყენების სფეროების მიხედვით. ცხადია, მრავალფუნქციური სენსორული მონიტორების გამოყენების სფეროების ჩამონათვალი არასრულია:

**ვაჭრობის სფერო.** სავაჭრო სფეროში მრავალფუნქციური სენსორული მონიტორების გამოყენება საშუალებას გვაძლევს დავაჩქაროთ კლიენტების მომსახურების დრო, ამასთან ერთად შეცდომების რისკი შევამციროთ. სენსორულ ინტერფეისთან მუშაობა პრაქტიკულად არ საჭიროებს წინასწარ მომზადებას.

**სათამაშო ინდუსტრია.** მრავალფუნქციური სენსორული ინტერფეისები მეტად მოსახერხებელია სათამაშო მანქანებში. მომხმარებელი ბევრად უფრო იოლად კონტაქტობს ასეთი სახის მოწყობილობებთან.

**სამრეწველო სისტემები.** მრავალფუნქციური სენსორული ეკრანი მაქსიმალურად ამარტივებს ადამიანის კომპიუტერთან ურთიერთქმედებას. კლავიატურის და მაუსის უქონლობა ნიშნავს

ზედმეტი ყურადღების გასაფანტი ფაქტორების არქონას, რომელიც უკიდურესად მნიშვნელოვანია სამრეწველო საწარმოს სამუშაო პირობებისათვის.

**ფინანსური დაწესებულებები.** ფინანსურ დაწესებულებებში დიდი მოცულობის სხვადასხვა მონაცემებთან მუშაობისას ხშირად საჭირო ხდება მრავალმონიტორიანი სისტემის გამოყენება. ამ დროს მაუსითა და კლავიატურით სარგებლობა მნიშვნელოვნად ბორკავს ოპერატორის მოძრაობას და აძნელებს ინტერფეისთან მუშაობას. სენსორული ტექნოლოგიები გვაძლევს საშუალებას ბევრად უფრო ნაკლებ დროში შევასრულოთ იგივე სამუშაო.

**სამედიცინო სისტემები.** მედიცინაში, სადაც გამოიყენება უკიდურესად რთული მოწყობილობები, ძალიან მნიშვნელოვანია მაქსიმალურად გავამარტივოთ ტექნიკურად რთული სისტემების სამუშაო. დიაგნოსტიკურ მოწყობილობებთან მუშაობისას რეაქციის სიჩქარე და უშეცდომო მოქმედება ხშირად შეიძლება სასიცოცხლო მნიშვნელობისა ც კი იყოს.

**მომსახურების სფერო (სასტუმროები და რესტორნები).** ოპერატიულობა და უშეცდომო ქმედება ოპერატორისა მომსახურების სფეროში არის კომპანიის წარმატების ერთერთი საკვანძო წერტილი, რომელიც ამ სექტორში ფუნქციონირებს. სენსორულ მონიტორს და სპეციალურად მისთვის მომუშავე ინტერფეისს აქვს უნარი მნიშვნელოვნად აწიოს სიჩქარის დონე და მენეჯერის მუშაობის სიზუსტე. მომსახურების ხარისხი ამ შემთხვევაში იმატებს, შესაბამისად იმატებს სერვისით მიღებული კლიენტების კმაყოფილება.

**უსაფრთხოების სამსახურები.** უსაფრთხოების სისტემების ნებისმიერ სიგნალზე სწრაფი და მოხერხებული რეაგირება, კომპლექსის სხვადასხვა მოდულების ოპერატიული მართვა.

**სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურა.** აეროპორტებში და სადგურების დარბაზებში დიდი რაოდენობის ხალხში, სადაც ინფორმაციის მოპოვების მსურველი საკმაოდ ბევრია, მოხერხებული საშუალება მათი დაკმაყოფილებისა, ისე რომ არ დადგეს მსურველთა რიგები, არის სენსორული აპარატის დადგმა, რომელთანაც ურთიერთობა მარტივი და მოხერხებულია.

სენსორული მონიტორის, როგორც ინტერაქციის მოწყობილობის შეფასება, ხდება მისი სწრაფქმედებისა და ერგონომიულობის საფუძველზე. როდესაც ვსაუბრობთ სწრაფქმედებაზე, ჩვენი მოსაზრებების გამყარება უნდა მოხდეს რეალური ფაქტების ხარჯზე.

მაგალითისათვის ავიღოთ ჩვენთვის ყველასათვის კარგად ნაცნობი სწრაფი გადახდის კიოსკი. ამგვარ მოწყობილობებში სისტემასთან კავშირის საფუძველია სენსორულ მონიტორზე თითოთი შეხების პროცედურა, რომლის მიზანია საჭირო ინფორმაციის მოძიება და შემდგომ საჭირო საფეხურზე გადასვლა. მომხმარებლის ინტერაქტიული კავშირი სისტემასთან ხორციელდება შემდეგი სახით: მომხმარებელი ირჩევს საჭირო ფანჯარას და სენსორულ ეკრანს ეხება თითოთ. ეკრანზე გამოდის საჭირო ინფორმაცია და ასეთი სახით გადავიღვართ შემდეგ ეტაპზე, იქნება ეს გადასახადის გადახდა, თუ ანგარიშის შევსება.

მრავალფუნქციური სენსორული ეკრანის შეფასებას ვახდენთ ფიტსის კანონის გამოყენებით. როგორც ვიცით, ფიტსის კანონი ახდენს დროის შეფასებას, რომელიც საჭიროა ინტერფეისზე რომელიმე ელემენტის ამორჩევისა და დაწკაპუნებისათვის:

$$T_{ფიტსი} = a + b \cdot \log_2(D/S + 1), \text{ სადა } C$$

D მანძილია სასტარტო წერტილიდან მიზნობრივ წერტილამდე, S - სამიზნე ობიექტის ზომა).

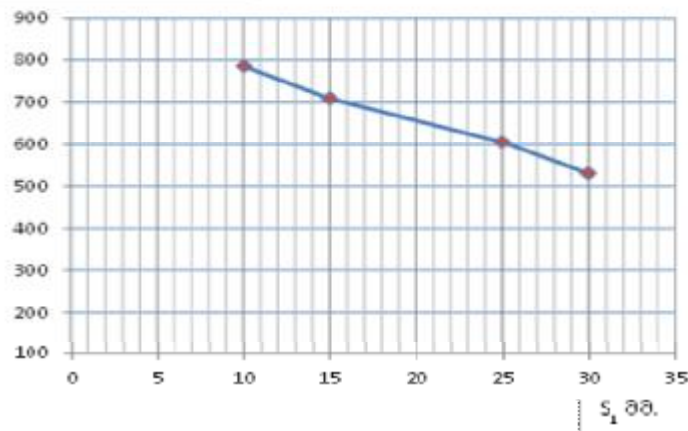
ზოგადად, a და b მაჩვენებლები რასკინის მიერ მიჩნეულია  $a=50$  და  $b=150$  მლწმ. მაგრამ უნდა აღვნიშნოთ, რომ ეს მაჩვენებლები გამოიყენება მაუსის შემთხვევაში. ელექტრონიკის წინსვლა და აღმავლობა გახდა საფუძველი იმისა, რომ მაუსის სწრაფქმედება და სენსორული მონიტორის ეკრანთან თითის შეხების აღქმის სიჩქარე გათანაბრდა და ამის საფუძველზე შეიძლება რასკინის მონაცემების გამოყენება სენსორული მონიტორის ინტერფეისისათვის [4].

ცნობილია, რომ რაც უფრო დიდი ზომისაა საძიებელი ობიექტი, მით ნაკლები დრო იხარჯება მის ასარჩევად და შესახებად. შეფასებისათვის აღებული გვაქვს სწრაფი გადახდის კიოსკის მონაცემები. ამ შემთხვევაში საძიებელი ობიექტები სიმაღლეში 2 სმ-ზე მეტია (გამომდინარე სენსორული ეკრანის დიაგონალური ზომებიდან), ეს კი ნიშნავს მომხმარებლისათვის შექმნილ კომფორტს, ანუ ზომიდან გამომდინარე უკვე არ აქვს მნიშვნელობა მომხმარებლის ასაკს, რადგან ის, მიუხედავად მხედველობის პრობლემისა, იოლად შეამჩნევს, აღიქვამს და უშეცდომოდ იმოქმედებს ეკრანთან ურთიერთობისას.

აუცილებელია აღვნიშნოთ, რომ მომხმარებელს უწევს სხვადასხვა ფანჯრების არჩევა, სასურველის პოვნის შემთხვევაში თითოთ ეხება არჩეულ ობიექტს და ასე გადადის მისთვის შესაბამის შემდეგ ეტაპზე. არის ეს შესატანი თანხის ოდენობა თუ შესაბამისი ქვითრის ნომერი. სწრაფი გადახდის კიოსკების ეკრანი 42 სმ დიაგონალისაა, ვინაიდან მომხმარებელი, როგორც წესი, ეკრანიდან დაშორებულია დაახლოებით 30 სმ-ით, ამიტომ  $D=30$  სმ, ხოლო  $S_1=2,5$  სმ.

მე-2 ნახაზზე ასახულია T ფიტსი დროის გათვლილი მნიშვნელობების დამოკიდებულება სამიზნე ობიექტის ზომაზე. ფაქტიურად სწრაფი გადახდის კიოსკის ეკრანზე სულ სამი ფანჯარაა, მათგან ორი ესაჭიროება რეალურად მხოლოდ იმ მომხმარებელს, რომელსაც პირველად უწევს სწრაფი გადახდის ობიექტთან ურთიერთობა, რათა გაეცნოს 1-მომხმარებლის წესებს; 2-ინფორმაციას გადახდის შესახებ. ამგვარად, მომხმარებელთა უმრავლესობას სჭირდება მხოლოდ ერთი ფანჯარა სათაურით: „მომსახურების გადახდა“ და ამ პროცედურას წამებში ახორციელებს.

T ფიტსი, მლწმ.



ერთი ფანჯარა სათაურით: „მომსახურების გადახდა“ და ამ პროცედურას წამებში ახორციელებს.

შემდგომ ეტაპზე კი სენსორულ მონიტორზე კიდევ უფრო დიდი მასშტაბის ფანჯრები გამოდის უფრო დაკონკრეტებული ინფორმაციით, რომელშიც გარკვევა პრობლემას არ წარმოადგენს. საფუძველი კი ამისა არის ზომები, ფერები და შრიფტი.

ნახ.2. დროითი დანახარჯების შეფასება სენსორული ეკრანისათვის

### 3. დასკვნა

ბოლოს უნდა აღვნიშნოთ, რომ ფიტსის კანონის მიხედვით, რაც უფრო შორსაა საძიებელი ობიექტი, მით მეტი დრო დაეხარჯება მოძიებებელს მისკენ თითის გადაადგილებაზე. ჩვენ შემთხვევაში ფანჯრების რაოდენობა მინიმუმამდეა დაყვანილი და, აქედან გამომდინარე, დროის ხარჯვა მინიმუმალურია. რაც უფრო დიდია სამიზნე ობიექტი, მით უფრო ნაკლები დროა საჭირო მის ამოსარჩევად. ამგვარად, სწრაფი გადხდის კოსკებზე მოთხოვნილების გაზრდის მთავარი მიზეზი არის ზემოთ ჩამოთვლილი ყველა მონაცემი.

### ლიტერატურა:

1. იმნაიშვილი ლ., ფრანგიშვილი ა. ციფრული სისტემების სინთეზი. იერარქიულობა და მრავალფუნქციურობა. სტუ. თბ., 2009
2. Балашов Е.П. Эволюционный синтез систем.- М.:Радио и связь, 1985
3. <http://expert.ru/expert/2011/46/tonkijpodhod/> რა დი ა/ 114733/ □
4. იმნაიშვილი ლ., ბედინეიშვილი მ., ტალიკაძე თ. პედაგოგთა რეგისტრაციის სისტემის სამომხმარებლო ინტერფეისის ინტერაქციის დროის შეფასება. სტუ.

### USING THE PRINCIPLE OF MULTI-FUNCTIONAL INTERACTIONS OF HUMAN-COMPUTER

Talikadze Tamar  
Georgian Technical University

#### Summary

Using the principle of multi-functionality dramatically increases the efficiency of a human-Computer interaction. In this work we consider the touch screen as a multifunctional device that combines the functions of recording information, a keyboard and mouse. A comparative analysis of multi-monitor, and give estimates.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ ИНТЕРАКЦИЙ ЧЕЛОВЕК-КОМПЮТЕР

Таликадзе Т.  
Грузинский Технический Университет

#### Резюме

Использование принципа многофункциональности резко увеличивает эффективность интеракции человек-компьютер. В работе сенсорный монитор рассмотрено, как многофункциональное устройство, в котором совмещены функции отражения информации, клавиатуры и мыши. Проведено сравнительный анализ многофункционального монитора и даны оценки.