

მიკროპროცესორი ობიექტის მართვის სისტემაში

კონსტანტინე კამკაძიძე, თამარ გაბაშვილი, ნატალია გაბაშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
რეზიუმე

ნაჩვენებია მიკროპროცესორების გამოყენების საშუალებანი მართვის პროცესში, მათი შესაძლებლობანი მოქნილი ალგორითმების და პროგრამების რეალიზაციაში. მაგალითისათვის მოყვანილია ენერგოსისტემის სადისპეტჩერო პუნქტზე მიკროპროცესორების გამოყენების პერსპექტივა სიმძლავრეების ოპტიმალური განაწილების და მართვის ბრძანებების დოზირების ამოცანებისათვის. პროგრამული უზრუნველყოფის დამუშავებისათვის აღწერილია სპეციალური ხერხი, რომლის გამოყენების დროს ყოველ დაკვანტვის ბიჯზე მიმართავენ ერთიდაიგივე მესხიერების უჯრედებს. განმარტებულია, როგორც უკუკავშირის, ასევე მართვის სიგნალების კვანტირების საკითხები.

საკვანძო სიტყვები: დაკვანტვა. დოზირება. ოპტიმალური განაწილება. მიკროპროცესორი. ალგორითმი.

1. შესავალი

მიკროპროცესორი წარმოადგენს მართვის ამოცანების ამოსხნის უნივერსალურ საშუალებას, რომელიც ინვარიანტულია, როგორც ობიექტის ან მართვის პროცესის, ასევე მართვის ალგორითმის მიმართაც. მართვის ალგორითმის შესაცვლელად აუცილებელი და საკმარისია შევცვალოთ პროგრამა, რომლის დახმარებითაც მიკროპროცესორით რეალიზდება მართვის ალგორითმი. სხვა ობიექტის ან პროცესის მართვისათვის მიკროპროცესორის გამოყენებისას იცვლება მოწყობილობების ჯგუფი, რომელთა დახმარებითაც სრულდება ინფორმაციის შეტანა და გამოტანა. მიკროპროცესორი, მესხიერება, ციფროანალოგური და ანალოგციფრული მოწყობილობები დაკავშირებულია ერთმანეთთან საერთო მაგისტრალით, რომელიც წარმოადგენს სადენების ერთობლიობას, რომლებითაც ხდება მისამართების კოდების, მონაცემების და მართვის სიგნალების გადაცემა. ელექტრომიმყვანის მიკროპროცესორული მართვის ალგორითმი, წარმოადგენს მართვის პროცესის ამოცანების ამოსხნის ალგორითმს. პიდ (პროპორციონალურ-ინტეგრალურ-დიფერენციალური) რეგულატორის მართვის ალგორითმი მარტივად პროგრამირებადი. ის საშუალებას იძლევა საკმაოდ სწრაფად ჩატარდეს გამოთვლები და მიღებულ იქნას ოპტიმალურთან მიახლოებული გარდამავალი პროცესები.

2. ძირითადი ნაწილი

მიკროპროცესორულ მართვაში დიდი გამოყენება ჰპოვა პიდ რეგულატორმა, რადგან თვით მართვის პროცესშიც კი ამ ტიპის რეგულატორს შეუძლია პროგრამის დახმარებით მართვის მოდიფიცირება. ანალოგურ ფორმაში პიდ რეგულატორი აღიწერება შემდეგი გამოსახულებით.

$$u(t)k_p = x(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t x(\tau) d\tau + T_d \frac{dx(t)}{dt} \quad (1)$$

სადაც T_i - ინტეგრების დროა და T_d - დიფერენცირების დროა. დისკრეტულ ფორმაში წარმოდგენისას გამოიყოფა T_0 ტაქტური დრო, ხოლო u და x სიდიდეები განიხილება მხოლოდ kT_0 , $k=0, 1, 2, \dots$ დროის დისკრეტულ მომენტებში. შემოკლებისათვის წერენ $u_k = u(kT_0)$, $x_k = x(kT_0)$. აღნიშნულის თანახმად დისკრეტულ წარმოდგენაში ინტეგრაციისა და დიფერენციალების მნიშვნელობები მიახლოებითია. დისკრეტულ ჩანაწერში გამოსახულება (1) მიიღებს სახეს:

$$u_k = k_p \left[x_k + \frac{T_0}{T_i} \sum_{i=1}^k x_{i-1} + \frac{T_d}{T_0} (x_k - x_{k-1}) \right] \quad (2)$$

გამოსახულებაში მოცემული ჯამი გამოითვლება მთელი წინა დროის განმავლობაში თითოეულ ბიჯზე. თუ გამოსახულებას დავაპროგრამებთ, ისე როგორც ეს არის თითოეულ ბიჯზე, გამოთვლის დრო სწრაფად გაიზრდება და გახდება T_0 ქვანტოვანების დროზე მეტი. გარდა ამისა, გარკვეული დროის შემდეგ, ამ გამოსახულების გამოსათვლელად საკმარისი არ არის მთელი მიკროპროცესორული მენსიერება. (ყველა შუალედური მნიშვნელობის შენახვის გამო).

ამიტომ, თუ ყურადღებით დავაკვირდებით მითითებულ ჯამს, შევამჩნევთ, რომ თითოეული $(k-1)$ - დან k ტაქტზე გადასვლისას ემატება მხოლოდ ერთი წევრი. ეს ფაქტი შეიძლება გამოვიყენოთ შემდეგნაირად: თუ დავწერთ (2)-ეს ანალოგიურ გამოსახულებას u_{k-1} -სთვის ანუ წინა ტაქტისათვის და შემდეგ მე-(2) გამოსახულებას გამოვაკლებთ მას, მაშინ ჯამი “დაიშლება” და მივიღებთ

$$u_k - u_{k-1} = k_p \left[(x_k - x_{k-1}) + \frac{T_0}{T_c} x_{k-1} + \frac{T_0}{T_c} (x_k - 2x_{k-1} + x_{k-2}) \right],$$

საიდანაც

$$u_k = u_{k-1} + k_p \left[\left(1 + \frac{T_0}{T_c} \right) x_k + \left(-1 + \frac{T_0}{T_c} - 2 \frac{T_0}{T_c} \right) x_{k-1} + \frac{T_0}{T_c} x_{k-2} \right],$$

რომელიც უფრო შემოკლებულად ჩაიწერება შემდეგნაირად

$$u_k = u_{k-1} + Q_0 x_k + Q_1 x_{k-1} + Q_2 x_{k-2} \quad (3)$$

ეს გამოსახულება წარმოადგენს ალგორითმის საფუძველს.

kT_0 ქვანტოვანების მოცემულ ინტერვალზე მართვის სიგნალის დასათვლელად, საჭიროა ვიცოდეთ მართვის სიგნალის მნიშვნელობა $k-1$ ინტერვალზე, ასევე x -ის მნიშვნელობები ქვანტოვანების $k, k-1, k-2$ ინტერვალზე. Q_i კოეფიციენტები დამოკიდებულია ანალოგიური რეგულატორის პარამეტრებზე, მაგრამ თითოეული გარკვეული რეგულატორისათვის არის მუდმივი.

პროგრამა, რომელიც ახდენს (3) გამოსახულების რეალიზებას მიკროპროცესორული მოწყობილობისათვის, უნდა ითვალისწინებდეს შემდეგს:

კოეფიციენტი Q_1 შეიძლება იყოს უარყოფითი, იგი ჩვეულებრივ არ წარმოადგენს მთელრიცხვას სიმრავლეს. იმის მიხედვით თუ პარამეტრების რამდენად ზუსტი მნიშვნელობებია მოთხოვნილი, მათ შეუძლიათ ჰქონდეთ რამდენიმე ბაიტის მნიშვნელობა. u, x, Q_i -სთვის და შუალედური შედეგისათვის მიკროპროცესორული სისტემის მენსიერებაში უნდა იყოს გამოყოფილი ადგილები. u_k -ს გამოთვლამდე უნდა ვიცოდეთ u_{k-1} და x -ის მნიშვნელობები. ქვანტოვანების ყოველ ინტერვალზე x_{k-1} მნიშვნელობა იცვლება ახალი x_k -ით.

მართვის სიგნალის გამოთვლამდე აუცილებელია მონაცემები მოვათავსოთ შესაბამის ადგილებზე. ამ ადგილებს ენიჭება სახელები. თუ აღვნიშნავთ ამ სახელებს U, Q_i, X_i მაშინ (3)-ე გამოსახულება შეიძლება ჩაწერეთ შემდეგი სახით:

$$u_k = \langle U \rangle + \langle Q_0 \rangle \langle X_0 \rangle + \langle Q_1 \rangle \langle X_1 \rangle + \langle Q_2 \rangle \langle X_2 \rangle$$

სადაც $\langle \rangle$ კუთხოვანი ფრჩხილები აღნიშნავს მასში მოთავსებული ცვლადის შინაარსს (მნიშვნელობას).

თუ ჩაწერთ (3) -ეს ქვანტოვანების ორი ინტერვალისათვის, (ერთი-მეორის მომდევნო ინტერვალისათვის), მივიღებთ შემდეგს:

$$\begin{array}{l}
 u_k = u_{k-1} + Q_0 x_k + Q_1 x_{k-1} + Q_2 x_{k-2} \\
 u_{k+1} = u_k + Q_0 x_{k+1} + Q_1 x_k + Q_2 x_{k-1}
 \end{array}$$

გაზომილი მართვის ცდომილება

დავუშვათ, რომ უკვე გამოვთვალეთ u_k . სანამ u_{k+1} გამოვთვლიდეთ, მანამ მონაცემები გავანაწილოთ შემდეგი თანმიმდევრობით:

1. მართვის u_k სიგნალის გამოთვლილი მნიშვნელობა ჩაწეროთ მეხსიერებაში, რომლის სახელია U (მარცხენა ისარი).
2. x_1 უჯრის შიგთავსი იგზავნება x_2 -ის ადგილას, ე.ი. $x_1 \rightarrow x_2$ -ში. ამ დროს x_{k-2} -ი იცვლება x_{k-1} -ით. ხოლო x_{k-2} -ის ძველი მნიშვნელობა იკარგება (მარჯვენა ისარი).
3. x_0 უჯრის შიგთავსი ანუ მართვის ცლომილების მიმდინარე მნიშვნელობა იწერება მეხსიერების x_1 უჯრაში ანუ, $x_0 \rightarrow x_1$ (შუა ისარი).
4. მართვის გამოთვლილი ცლომილება შეიტანება მეხსიერებაში x_0 -ის სახელით (ქვედა ისარი).

მითითებული მიმდევრობა არის არსებითი, რადგან წინააღმდეგ შემთხვევაში დაიკარგება x_k ან x_{k-1} . გამრავლების მოქმედების შესასრულებლად საჭიროა მეხსიერების დამატებითი მიდამო, რომლის სიგრძე დამოკიდებულია დასამუშავებელი სიტყვების სიგრძეზე და გამოყენებულ პროცესორზე. აღნიშნული, ილუსტრირებულია შემდეგი მოქმედებების თანმიმდევრობით:

- მართვის ცლომილების გამოთვლა;
- თვითონ მართვის სიგნალის გამოთვლა ალგორითმის საშუალებით, მართვის სიგნალის ჩაწერა მეხსიერების შესაბამის მიდამოში;
- მართვის სიგნალის მნიშვნელობის გამოტანა რეგულატორიდან, მართვის ცლომილების დაბერა;
- ქვანტოვანების ინტერვალის დასრულება.

მაგალითად, ენერგოსისტემაში სიმძლავრის ოპტიმალური განაწილების გაანგარიშება, ქსელებში დანაკარგების და შეზღუდვების გათვალისწინებით, დაკავშირებულია დიდი რაოდენობის ცვლადიანი არაწრფივ განტოლებათა სისტემის ამოხსნაზე.

ასეთი სისტემის ამოხსნა შესაძლებელია მხოლოდ მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდით, რომელიც დაკავშირებულია დიდი რაოდენობის გამოთვლებთან. ხშირ შემთხვევაში ამ მეთოდის გამოყენება შეუძლებელია, რადგან მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდი ყოველთვის არ არის კრებადი ე.ი. მიახლოებითი მნიშვნელობა ვერ უახლოვდება ზუსტ ამონახსენს. ამიტომ ბოლო წლებში დაიწყო სხვადასხვა ავტომატური მოწყობილობების გამოყენება, რომლებიც ასრულებს სიმძლავრის ოპტიმალურ განაწილებას, ამ მოწყობილობებს აყენებენ ენერგოსისტემის სადისპეჩერო პუნქტებზე და ძირითადად იყენებენ დისპეჩერის ოპერატიული ინფორმაციისათვის. ცალკეულ შემთხვევაში ისინი გამოიყენება, როგორც მმართველი მანქანების ელემენტები.

ასეთი მოწყობილობები იძლევა დამოუკიდებლად და ოპერატიულად ენერგოსისტემებისათვის აქტიური სიმძლავრეების ოპტიმალური მნიშვნელობების შესახებ მითითებებს. ანალოგიური მოწყობილობები, ელექტროსადგურებში ცალკეულ აგრეგატებს შორის აქტიური სიმძლავრეების ოპტიმალურად გასანაწილებლად, გამოიყენება დისპეჩერების მიერ.

მსგავსი მოწყობილობები უმრავლეს შემთხვევაში იყენებს ანალოგურ ტექნიკას. ამ მოწყობილობებს მიეკუთვნება ამჟამავი, ფუნქციონალური გენერატორები, ინტეგრატორები და სხვა. ეს მოწყობილობები უწყვეტად ამუშავებენ დისპეჩერის ან სადგურიდან ტელეარხის მიერ შეტანილ ინფორმაციას სიმძლავრის ოპტიმალური განაწილებისათვის. ამასთან ერთად, ამჟამად შესაძლებელია მიკროპროცესორების გამოყენება ისეთი პროგრამებით, რომლებიც სიმძლავრეებს ანაწილებს ოპტიმალურად და სადისპეჩერო პუნქტებზე ასრულებს სისტემის მართვას.

მიკროპროცესორი ასრულებს ავტომატური მართვის დოზირების ზემოქმედების მოწყობილობის ფუნქციას. შემსრულებელი ორგანოები (შო), ავარიამდელი ინფორმაციის ტელეგადაცემის საშუალებები, ავარიისა და მართვის ბრძანებების ინფორმაცია, ახდენენ ამ ზემოქმედების რეალიზებას. კომპლექსის ცენტრალური ნაწილის შემადგენლობაში შეიძლება შედიოდეს ასევე მართვის ზემოქმედების დოზირების დამმასხოვრებელი მოწყობილობა.

3. დასკვნა

ჩამოყალიბებულია მიკროპროცესორული სისტემის მართვის ალგორითმის სტრუქტურა, რომელიც დაფუძნებულია პროპორციულ-ინტეგრალურ-დიფერენციალური რეგულატორის პრინციპზე. მოცემულია ალგორითმის დისკრეტული ფორმა. ნაჩვენებია პროგრამული უზრუნველყოფის პრინციპები ალგორითმის გამოთვლისათვის. მოყვანილია ენერგოსისტემის სადისპეჩერო პუნქტზე მიკროპროცესორული სისტემის გამოყენების მაგალითი დისპეჩერის ან ტელეარხის მიერ შეტანილი ინფორმაციის დროს.

ლიტერატურა:

1. Бочаров Ю.И., Бутырин Н.Г., Шарахин В.Н. Микропроцессорные системы управления электроприводами. Ленинград 1986
2. Дерюгин А.А. Потёмкин И.С. Основы микропроцессорной техники. М., 1986
3. Круг Е.К. Александриди Т.М. Дилигенский С.Н. Цифровые Регуляторы. М., 1966

MICROPROCESSOR IN OBJECT CONTROLLING SYSTEM

Kamkamidze Konstantin, Gabashvili Tamar,
Gabashvili Natali
Georgian Technical University

Summary

The utilization of microprocessors in controlling systems, their abilities to develop flexible algorithms and applications are presented. The utilization of the microprocessors in electric power control system to regulate output and order batching capacities is discussed as an example. In the case of software development particular methods declared, which in each step of quantization applies to the cells of memory. The feedback as well as the control quantization issues are defined.

МИКРОПРОЦЕССОР В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОМ

Камкамидзе К., Габашвили Т., Габашвили Н.
Грузинский Технический Университет

Резюме

Показаны возможности применения микропроцессоров в управляемых процессах, их возможности в реализации гибких алгоритмов и программ. В качестве примера описана перспектива применения микропроцессора на диспетчерском пункте энергосистемы для оптимального распределения нагрузки и управляющих сигналов дозировки. Для разработки программного обеспечения описан специальный метод, с помощью которого на каждом шаге квантования обращаются к одним и тем же ячейкам памяти. Разъяснены вопросы квантования как обратной связи, так и сигналов управления.