Transactions. Georgian Technical University. AUTOMATED CONTROL SYSTEMS - No 1, 2006

ა. ცინცაძე, თ. კაპანაძე, ო. გაბედავა

ალგორითმთა კოლექტივი – იტერაციული მოდელირების ახალი მიმართულება

რეზიუმე: შეთავაზებულია იტერაციულ ალგორითმთა სიმრავლის ერთიან კოლექტივად გაერთიანება და მოდელირების ამოცანის ამ ალგორითმთა კოლექტივის გამოყენებით გადაწყვეტა.

საკვანძო სიტყვები: ალგორითმი, იტერაციული ალგორითმი, ადაპტური ალგორითმი, ალგორითმთა კოლექტივი.

1. შესავალი

მათემატიკური მოდელირების იტერაციული ალგორითმების თეორიაში მრავალი, განსხვავებული ნიშან-თავისებურებების ალგორითმია ცნობილი. შედარებითი ანალიზის სფეროში კვლევებმა გვაჩვენეს, რომ მათი „კომპეტენტურობის" არეალი იცვლება ობიექტისა და ალგორითმის მახასიათებელთა გათვალისწინებით. ამდენად მათემატიკური მოდელირების თეორიის მკვლევართა წინაშე დადგა „საუკეთესო" ალგორითმის შერჩევის პრობლემა. სიტუაციას ართულებს ისიც, რომ ხშირად ობიექტი რამოდენიმეჯერ იცვლის ალგორითმის „კომპეტენტურობის" არეალს. თუ საწყის ეტაპზე ობიექტისათვის ერთი ალგორითმი იყო მიჩნეული „საუკეთესოდ" სხვა რეჟიმში გადართვის, სტრუქტურული ცვლილების ან ობიექტის განვითარებიდან გამომდინარე, შემდგომ ეტაპზე – სხვა ალგორითმს ეძლევა უპირატესობა და ა.შ. მაგრამ როგორ დაფიქსირდეს ალგორითმთა „კომპეტენტურობის" ცვლის მომენტი ან როგორ მოიძებნოს ალგორითმთა სიმრავლიდან ობიექტის კონკრეტული მდგომარეობისათვის „საუკეთესო", ამ საკითხის პირდაპირი თეორიული გადაწყვეტა არ ჩანს.

XX საუკუნის 80-იანი წლებიდან მართვის ავტომატიზებული სისტემების კათედრაზე მიმდინარეობდა სამუშაო, რომლის შედეგი – ალგორითმთა კოლექტივად გაერთიანების შესაძლებლობა ზემოთდასმული დილემის კვაზიოპტიმალურ გადაწყვეტად შეიძლება მივიჩნიოთ. იგი მათემატიკური მოდელირების ახალ სტრატეგიულ მიმართულებად უნდა ჩაითვალოს, რომლის შესაძლებლობებიცა და პერსპექტივებიც თეორიტიკოსთა შემდგომი კვლევის საგანია.

2. ძირითადი ნაწილი

ცნობილი ადაპტური ალგორითმების განსხვავებული, საუკეთესო თავისებურების ერთობლივი გამოყენების მიზნით შეთავაზებულია ამ ალგორითმთა სიმრავლის ერთიან კოლექტივად გაერთიანება და მოდელირების ამოცანის ცალკეულ ალგორითმთა შედეგების შეჯერებით გადაჭრა. შეიძლება ფიგურალურად ითქვას, რომ ყალიბდება ალგორითმთა კონსილიუმი, რომელიც მისი წევრების საუკეთესო ნიშან-თვისებების მატარებელია. ასეთი კონსილიუმის შექმნის საფუძველს ალგორითმთა იტერაციული ბუნება და „კომპეტენტურობის" – იზომორფულობის ხარისხის მაჩვენებლის, ცხადი სახით გამოთვლის შესაძლებლობა ქმნის [1, 2].

დავუშვათ, ობიექტი და მოდელი წრფივია (უნდა ვივარაუდოთ, რომ არაწრფივობის დროს ამოცანის მრავალექსტრემუმიანობის გამო ალგორითმთა კოლექტივის აგება შეუძლებელი იქნება):

$$Y_{N+1} = \sum_{j=1}^{n} h_j X_{j,N+1};$$

$$Y^{\ell}_{N+1} = \sum_{j=1}^{n} C^{\ell}_{j,N} X_{j,N+1}.(\ell = 1,2,...m)$$

აქ Y_{N+1} – ობიექტის გამოსავალი სიდიდეა $N+1$ ტაქტზე,

Y^{ℓ}_{N+1} – ℓ-ური რიგის მოდელის გამოსავალი სიდიდე $N+1$-ინტერაციულ ბიჯზე,

$X_{j,N+1}(j = 1,2,...n)$ – ობიექტისა და მოდელების შესავალი სიდიდეებია,

$h_j(j = 1,2,...n)$ – ობიექტის ჭეშმარიტი პარამეტრია,

$C^{\ell}_{j,N}(j = 1,2,...n)$ ℓ-იური მოდელის j-ური პარამეტრუ $N+1$ ინტერაციულ ბიჯზე.

თითოეული $\{K^{\ell}\}$ ალგორითმი $\vec{C}^{\ell}_{N}(N+0,1,2,...)$ ვექტორთა მიმდევრობით აფასებს $\vec{h}$ საძებნ ობიექტის ჭეშმარიტ პარამეტრთა ვექტორს. ფაქტიურად, $\{\vec{C}^{\ell}\}$ ინდივიდუალური გადაწყვეტილების

შესაბამისად $\ell = 1,2,...m$ კოლექტივის წევრთა რაოდენობის მოდელის აგება კოლექტიური გადაწყვეტა ინტერაციულ $\vec{C}^* N+1$ N + 1-ურ ბიჯზე შეიძლება განისაზღვროს, როგორც კოლექტივის წევრ ცალკეულ ალგორითმთა ინდივიდუალური გადაწყვეტების ფუნქცია:

$$\vec{C}^* N+1 = F\left(\vec{C}^1 N, \vec{C}^2 N, ...\vec{C}^m N,\right).$$

აქ $m-$ კოლექტივის წევრთა რაოდენობაა, ანუ კოლექტივის რიგია.

ფუნქციიდან ჩანს, რომ ალგორითმთა წონა დეტერმირებულია და არ იცვლება იტერაციის პროცესში. როგორც თანაბარი წონით, ისე რანჟირებული კოეფიციენტებით, ან „დიქტატორის" რეჟიმით „ხმის მიცემისას" დამაკმაყოფილებელ შედეგს არ უნდა ველოდოთ. პირველ შემთხვევაში კოლექტივის ერთი ჯგუფის არასაკმარისი სიზუსტე დასცემს გასაშუალოებულ შედეგს, დარჩენილ ორ შემთხვევაში კი ობიექტის რეჟიმების ცვლა უხეშ შეცდომებამდე მიიყვანს ერთიან გადაწყვეტილებას. აქედან გამომდინარე, ალგორითმთა (კოლექტივის წევრთა) წონები იტერაციის პროცესში უნდა იცვლებოდნენ და „ხმის მიცემის" ფუნქცია ასეთ სახეს მიიღებს:

$$\vec{C}^* N = F_N\left(C^1 N, C^2 N, ...C^m N,\right).$$

აქ თითოეული ალგორითმის წონა განსწავლის პროცესში მისი „კომპეტენტურობის" შესაბამისად იცვლება. ალგორითმის „კომპეტენტურობა" კი მიმდინარე განთანხმების აბსოლუტური სიდიდით, განსაზღვრულობის საზომით, კორელაციური ფარდობით ან იზომორფულობის სხვა კრიტერიუმით შეიძლება შეფასდეს. „კომპეტენტურობის" ასეთი მახასიათებელი შეიცვლება იტერაციის პროცესში, იმის მიხედვით, ალგორითმი „მოერგო" თუ არა ობიექტს. ალგორითმი, რომლის თავისებურებები „ვერ მოერგება" ობიექტს თანდათანობით კარგავს წონას და ავტომატურად ეთიშება კოლექტივს.

ამგვარად m – რანგის ალგორითმთა კოლექტივით, ამავე რაოდენობის სხვადასხვა მოდელის ნაცვლად ერთ, კოლექტიურ გადაწყვეტილების შესაბამის მოდელს მივიღებთ:

$$Y_N^* = \sum_{j=1}^{n} C_{j,N}^* X_{j,N+1}$$

მიზნის ფუნქციონალი ასეთ კოლექტივის გამოყენებისას ამგვარად ჩაიწერება:

$$I = \frac{1}{N}\sum_{\aleph=1}^{N} \Psi_{\aleph}(X, c^*, \delta, y, y).$$

როგორც უკვე ითქვა, ეს შემთხვევითი ფუნქციონალი მიზანშეწონილია ობიექტისა და მოდელის გამოსავალი სიდიდეთა განთანხმების კვადრატის სახით ავიღოთ:

$$\Psi_{\aleph} = (Y_{\aleph} - Y_{\aleph}^*)^2.$$

შევიტანოთ $Y_{\aleph}^*$ სიდიდის მნიშვნელობა, მივიღებთ:

$$\Psi_{\aleph} = \left(Y_{\aleph} - \sum_{j=1}^{n} C_{j,\aleph-1}^* X_{j,\aleph}\right)^2 = \left[Y_{\aleph} - \sum_{j=1}^{n} F_{j,\aleph-1}(C_{\aleph-1}^1, C_{\aleph-1}^2, ...C_{\aleph-1}^m) X_{j,\aleph}\right]^2.$$

თუ წინა იტერაციულ ბიჯზე „კომპეტენტურობის" მაჩვენებლის მიხედვით კოლექტიურ გადაწყვეტილებას ერთადერთი „საუკეთესო" წევრი მიიღებს, მაშინ ამგვარი კოლექტივი ე.წ. „ესტაფეტის" პრინციპით იმუშავებს:

$$\begin{cases} \alpha_{\ell,N} = 1; \\ \alpha_{\ell,N} = 0. \end{cases} \quad \text{თუ} \quad \beta_{\ell,N} \geq \beta_{j,N}, (j = 1,2,...m);$$

აქ $\beta_{j,N}$ – j-ური ალგორითმის „კომპეტენტურობის" მაჩვენებელია N– იტერაციულ ბიჯზე.

შესაბამისად $\alpha_{j,N}$ – j-ური ალგორითმის წონითი კოეფიციენტია კოლექტიურ გადაწყვეტილებაში.

„ესტაფეტის" პრინციპით მუშაობისას ალგორითმთა კოლექტივის მიზნის ფუნქციონალი ადაპტური იდენტიფიკაციის ალგორითმის მიზნის ფუნქციონალს დაემთხვევა. ალგორითმთა კოლექტივი კი თეორიაში კარგად ცნობილ ნაწილობითი წრფივი აპროქსიმაციის განხორციელება იქნება მის საუკეთესო ვარიანტში [77, 78].

ზოგადად ალგორითმთა კოლექტივის გადაწყვეტილება ცალკეული გადაწყვეტილებების „შერწყმის" ხარჯზე მიიღება, რომელთა წონით კოეფიციენტებს კოლექტიურ გადაწყვეტილებაში „კომპეტენტურპობის/მაჩვენებლის ფუნქციის სახე ექნებათ:

$$\alpha_{\ell,N} = f(\beta_{\ell,N}); \;\; \ell = (1,2,3,...m).$$

რაც შეეხება $\beta_{\ell,N}$-ს, იგი თითოეული ℓ-ალგორითმისთვის შეიძლება იყოს, როგორც ობიექტისა და მოდელის გამოსავალ სიდიდეთა შორის კორელაციური ფარდობა, ისე კორელაციის კოეფიციენტი, განთანხმება და ა.შ.

დავუშვათ, ალგორითმის „კომპეტენტურობის" მაჩვენებლად კორელაციური ფარდობაა შერჩეული:

$$\eta_{\ell,N} = \sqrt{1 - \frac{D_N\left[Y_N - Y_N^{\ell,}\right]}{D_{N[Y]}}}.$$

აქ $\eta_{\ell,N}$ არის ℓ-ური ალგორითმის შესაბამისი კორელაციური ფარდობა $N-$ იტერაციულ ბიჯზე.

$D_N\left[Y_N - Y_N^{\ell,}\right]$ – განთანხმების დისპერიის მნიშვნელობა $N-$ იტერაციულ ბიჯზე.

$D_{N[Y]}$ – ობიექტის გამოსავალი სიდიდის დისპერია N-ურ ბიჯზე.

მაშინ, ℓ-ური ალგორითმის წონითი კოეფიციენტი m-რანგის კოლექტივში გამოითვლება ასე:

$$\alpha_{l,N} = \frac{\eta_{\ell,N}}{\sum_{j=1}^{m}\eta_{j,N}},$$

თანაც $\sum_{j=1}^{m}\eta_{j,N} = 1$

რაც შეეხება ალგორითმ „ესტაფეტას", აქ ალგორითმი „კომპეტენტურად" ჩაითვლება, თუ $\eta_{\ell,N} \geq \eta_{j,N} \;\; (j = 1,2,...m),$ ამიტომ $\alpha_{j,N} = 1,$ ხოლო ყველა დანარჩენი $\alpha_{j,N} = 0.$ თუ კორელაციური ფარდობა ან კორელაციის კოეფიციენტი ობიექტისა და მოდელის გამოსავალ სიდიდეთა შორის კავშირს მთელ $N-$ სიგრძის ინტერვალზე აფასებს (და ამდენად, გარკვეული ინერციის მატარებელია), განთანხმების შემოღება „კომპეტენტურობის" საზომად მიმდინარე ინფორმაციაზე იქნება დამყარებული; ამდენად, ობიექტისა და მოდელის გამოსავალ სიდიდეთა დაშორებაზე სწრაფ რეაგირებას მოახდენს. ისეთი ობიექტის პირობებში, რომლის მახასიათებლები დროში მდორედ იცვლებიან, ასეთი „კომპეტენტურობის" საზომის გამოყენება მისაღებია, სწრაფად ცვლადი მახასიათებლების პირობებში კი მან დიდ მყისიერ ცდომილებამდე შეიძლება მიგვიყვანოს.

ზოგადად კოლექტივში ნებისმიერი იდენტიფიკაციის (პარამეტრიზაციის) იტერაციული ალგორითმი შეიძლება გაერთიანდეს. იქედან გამომდინარე, რომ ადაპტურ ალგორითმთა მახასიათებლები მთლიანად წონით კოეფიციენტზეა დამოკიდებული, შეიძლება დავუშვათ, რომ კოლექტივში განსხვავებული წონითი პარამეტრის მქონე ერთი და იგივე ალგორითმი მონაწილეობს. ამ დროს ალგორითმთა კოლექტივი დაემსგავსება ინფორმაციის მრავალჯერადი დამუშავების ალგორითმს [2].

3. დასკვნა

შეთავაზებულია მათემატიკურ მოდელირებაში ახალი მიმართულება – ალგორითმთა კოლექტივად გაერთიანება. პირველადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების ეფექტურობა შემდგომი კვლევების წინაპირობას ქმნის და მისი აუცილებლობის წინაშე გვაყენებს.

4. ლიტერატურა

1. G.G. Chogovadze, A. Tsintsadze. The usage of the collective of adaptive algorihms for identification. IFAC Workshop on Evaluation of Adaptive Control Strategies in Industrial Applications. Tbilisi, October, 1989.

2. A. Tsintsadze. Application of the adaptive alsorithms' corporate body for the problem of identification. IFAC Workshop on Evaluation of Adaptive Control Strategies in Industrial Applications. IFAC Workshop Serie, 1990.

А. Цинцадзе, Т. Капанадзе, О. Габедава

КОЛЛЕКТИВ АЛГОРИТМОВ – НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ИТЕРАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Резюме

В работе дало объедиление в едииный коллектив множества итерационных алгоритмов и решение задачи моделирования с использованием этого колектива алгоритмов.

A. Tsintsadze, T. Kapanadze, O. Gabedava

ALGORITHM GROUP-NEW FREND IN ITTERATION MODELLING

Resume

In this work is given itteration multitude in indivisible group and the determination of the problem by means of algorithm group.