უაკ: 519.6

შეკვეთების შესრულების მიმდევრობის ოპტიმიზაციის ამოცანა რამდენიმე საწარმოო უბნის შემთხვევაში

ლომინაძე თამარი, ლომინაძე ნოდარი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქ. თბილისი, კოსტავას გამზ. №76

რეზიუმე:
წარმოდგენილ სტატიაში აღწერილია საწარმოო პროცესების ოპტიმიზაციის მოდელი, კერძოდ, მიღებული შეკვეთების შესრულების ოპტიმალური მიმდევრობის დადგენის ამოცანები რამდენიმე პარალელური სამუშაო უბნის შემთხვევაში.

საკვანძო სიტყვები: *შეკვეთების პორტფელი, საჯარიმო სანქცია, ეფექტურობის კრიტერიუმი, K-ოპტიმალური ამონახსნი*

პროდუქციის დამკვეთებთან ურთიერთობის პროცესში მეწარმეს პერიოდულად წარმოექმნება შეკვეთების რაციონალური მიმდევრობის დადგენის ამოცანა, რომელიც შეიძლება გადაწყდეს ოპტიმიზაციის მოდელების გამოყენებით. შეკვეთები შეიძლება შესრულდნენ მიმდევრობით ერთ სამუშაო უბანზე, ან პარალელურად, რამდენიმე სამუშაო უბანზე.

მოცემულ სტატიაში განხილულია მოდელები, რომლებიც საშუალებას იძლევიან ჩამოყალიბდეს და ამოიხსნას შეკეთების შესრულების ოპტიმიზაციის ამოცანები შემდეგი წანამძღვრების პირობებში [1]:

1. დროის t_0 მომენტში, როცა სჭიროა განისაზღვროს მიმდევრობა, მეწარმეს აქვს შეკვეთების პორტფელი, PO, რომელიც აერთიანებს შეკვეთებს ნომრებით $i = 1,2,...,n$;
2. შეკვეთები შეიძლება შესრულდეს ნებისმიერი თანმიმდევრობით. i-ური შეკვეთა მოითხოვს დროის T_i მონაკვეთს და დროის ნებისმიერ მომენტში შეიძლება სრულდებოდეს მხოლოდ ერთი შეკვეთა (შეკვეთების მიმდევრობით შესრულების შემთხვევაში);
3. i-ური შეკვეთა გაფორმებულია ხელშეკრულებით, რომელიც დადებულია დროის t_{i0} მომენტში და რომელშიც გათვალისწინებულია:
   - ხელშეკრულების ჯარიმის გარეშე შესრულების დროის ინტერვალი d_i (თავისუფალი დრო);
   - საჯარიმო სანქციები შეკვეთის შესრულების დაგვიანების შემთხვევაში, რომლიც გამოისახება დროითი არგუმენტის მქონე საჯარიმო ფუნქციით $P_i(t)$;
4. მეწარმის ამოცანაა მოახდინოს შეკვეთების მიმდევრობის ოპტიმიზაცია ეფექტურობის კრიტერიუმის ოპტიმიზაციის საფუძველზე;

ამოცანა შეიძლება ამოიხსნას როგორც ერთ სამუშაო ადგილზე პროდუქციის მიმდევრობითი წარმოებისათვის, ასევე, პროდუქციის პარალელურ რეჟიმში საწარმოებლად. ორივე შემთხვევაში საჭიროა ოპტიმიზაციის ამოცანის ჩამოყალიბება და ამოხსნა.

სტატიაში განხილულია ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნის ალგორითმები ორი სავადასხვა კრიტერიუმით. ესენია: მაქსიმალური ჯარიმის მინიმიზაციისა და ჯამური ჯარიმის მინიმიზაციის კრიტერიუმები [2].

მოტივს მაქსიმალური ჯარიმის მინიმიზაციის კრიტერიუმის გამოყენებისათვის იძლევა მეწარმის სწრაფვა, რაც შეიძლება თანაბრად მოემსახუროს შემკვეთებს, თავიდან აიცილოს ცალკეულ შემკვეთთან გართულებული ურთიერთობა და შეინარჩუნოს ისინი, როგორც მომავალი შემკვეთები საკუთარი მოკლევადიანი ინტერესების გარკვეული დათმობის ხარჯზე [2].

როდესაც შეკვეთები ერთ სამუშაო უბანზე მიმდევრობით სრულდებიან, მაშინ ამოცანა ჩამოყალიბდება შემდეგნაირად:

შესაძლო მიმდევრობებს შორის ვიპოვნოთ ისეთი მიმდევრობა $S=(i_1,i_2,...,i_n)$, რომლისთვისაც მაქსიმალური ჯარიმა მინიმალურ მნიშვნელობას აღწევს:

$$\min(\max((P_1(\bar{t}_1),P_2(\bar{t}_2),...,P_n(\bar{t}_n)))\;;$$

რამდენადაც, როგორც წესი, საჯარიმო ფუნქციები მონოტონურად არაკლებად ფუნქციებს წარმოადგენენ, ეს ამოცანა ეფექტურად შეიძლება ამოიხსნას n-ბიჯიანი პროცედურის გმაოყენებით.

ჯამური ჯარიმის მინიმიზაციის კრიტერიუმის არჩვის შემთხვევაში კი მეწარმე უპირატესობას აძლევს თავის მოკლევადიან ინტერესებს: იგი ცდილობს მოახდინოს მოცემული პროტფელით გათვალისწინებული შეკვეთების რაც შეიძლება ნაკლები ჯარიმით შესრულება, თუმცა ამან შეიძლება გამოიწვიოს რომელიმე შეკვეთის მნიშვნელოვნად დაგვიანება (ხელშეკრულებით გათვალისწინებული ჯარიმის სიმცირის გამო) და შემკვეთთან მომავალი ურთიერთობის გართულება [2].

ამგვარად, შეკვთების მიმდევრობის შესრულების შემთხვევაში, მეწარმის მიზანია იპოვნოს ისეთი მიმდევრობა $S=(i_1,i_2,...,i_n)$, რომლისთვისაც მიიღწევა

$$\min\left(\sum_{i=1}^{n}P_i(\bar{t}_i)\right);$$

ამ კომბინატორული ამოცანების როგორც მიახლოებითი, ისე ზუსტი ამონახსნის საპოვნელად მიზანშეწონილია გამოყენებულ იქნას განშტოებებისა და საზღვრების მეთოდი [4]. ამონახსნის თანდათანობითი კონსტრუირების მეთოდი დაფუძნებულია ნაწილობრივი ამონახსნის ცნებაზე. ჩვენს შემთხვევაში ნაწილობრივ ამონახსნს წარმოადგენს მიმდევრობა, რომლის პირველი რამდენიმე პოზიციისათვის უკვე განსაზღვრულია შეკვეთების ნომრები, ხოლო დანარჩენისათვის მიმდევრობა უნდა განისაზღვოს გამოთვლების პროცესში.

ამგვარად, თუ სრულ მიმდევრობას, S, წარმოვადგენთ როგორც ორი ქვემიმდევრობის S_1-სა და S_2-ის ერთობლიობას, მაშინ გვექნება $S=(S_1,S_2)$, სადაც S_1-ში შეკვეთების ნომრები უკვე განსაზღვრულია, ხოლო S_2-ში კი უნდა დადგინდეს. ამონახსნის გენერირება ხდება ხისებური სტრუქტურით, რომლის ძირი ნომრით 0, შეესაბამება ყველა შესაძლო მიმდევრობას. I იარუსი იქმნება მიმდევრობებისაგან, რომლებშიც ყველა შეკვეთა მოისინჯება პირველ ადგილზე (სულ n კვანძი). I იარუსის ნებისმიერ კვანძს აქვს $n-1$ შტო და შესაბამისი კვანძები, სადაც მეორე ადგილზე ყველა დარჩენილი შეკვეთა მოისინჯება და ა.შ. S_1 ქვემიმდევრობისათვის გამოითვლება ჯამური ჯარიმის ზუსტი მნიშვნელობა b_1, ხოლო S_2 ქვემიმდევრობისათვის გამოითვლება ჯარიმის პროგნოზირებული მნიშვნელობა b_2 (შეიძლება აღებულ იქნას $b_2=0$). ამგვარად, კვანძის შეფასებას წარმოადგენს b_1+b_2. თუ R არის უკვე მიღებულ

სრულ ამონახსნთაგან საუკეთესოს მნიშვნელობა, მაშინ კვანძი (ყველა თავისი განშტოებით) მოიკვეთება განხილვიდან, თუ ადგილი აქვს შემდეგ პირობას: $b_1 + b_2 \geq R$. ამასთან, მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული, რომ თუ ამოცანა დიდი ზომისაა, უპირატესობა უნდა მიენიჭოს განშტოებებისა და საზღვრების ალგორითმის ქანქარასებურ ვარიანტს ფრონტალურთან შედარებით, რადგან იგი სწრაფად იძლევა ერთ-ერთ დასაშვებ ვარიანტს.

ზემოთგანხილული ალგორითმის გამოყენებით შეკვეთების შესრულების დროში მოწესრიგების ამოცანები შეიძლება ამოიხსნას ერთი სამუშაო უბნისათვის და განისაზღვროს K-ოპტიმალურ ამონახსნთა სიმრავლე, რომლიც ოპტიმალურ და მასთან ახლ მყოფ (ოპტიმიზაციის კრიტერიუმის მიხედვით) ამონახსნებს შეიცავდა.

იმ შემთხვევისათვის, როცა შეკვეთების შესრულება ხდება პარალელურ, ფუნქციონალურად ერთგვაროვან სამუშაო ადგილებზე, დამუშავებულ იქნა ევრისტიკული ალგორითმი, რომლიც ზუსტად იძლევა ოპტიმალურთან მიახლოვებულ ამონახსნს, თუმცა კონკრეტულ შემთხვევაში ამონახსნი ოპტიმალურიც შეიძლება იყოს.

დავუშვათ, გვაქვს n შეკვეთების სიმრავლე, როცა i-ურ შეკვეთას შეესაბამება შესრულების დრო T_i და საჯარიმო ფუნქცია $P_i(t) = \alpha_i \max(0, t - d_i)$ (ან სხვა სახის საჯარიმო ფუნქცია), სადაც d_i არის შეკვეთის შესრულების მოთხოვნილი ვადა (დროის მომენტი), ხოლო α_i დაგვიანების შემთხვევაში დროის ერთეულში გადახდილი ჯარიმა. დავუშვათ, აგრეთვე, რომ გვაქვს m ურთიერთშენაცვლებადი სამუშაო ადგილი. ამ შემთხვევაში, შეკვეთების შესრულების დროში მოწესრიგების ალგორითმი მდგომარეობს შემდეგი ნაბიჯების განხორციელებაში:

1. დავალგოთ შეკვეთები მათი შესრულების მოთხოვნილი ვადების არაკლებადი მიმდევრობით.

   მივიღებთ შეკვეთების მიმდევრობას:

   $i_1, i_2, ..., i_n$,

   სადაც i_1 არის ყველაზე სასწრაფო შეკვეთა, i_2 არის რიგირთ მეორე სასწრაფო შეკვეთა და ა.შ;
2. დაგეგმვის პერიოდის საწყისი t_0 მომენტისათვის ვგულისხმობთ, რომ ყველა სამუშო უბანი თავისუფალია. ზოგად შემთხვევაში, თუ სამუშაო უბნებზე განაწილებულია შეკვეთები, j-ურ ადგილზე შეკვეთის დამთავრების დრო, ანუ სამუშაო ადგილზე ახალი სამუშაოს განაწილების შესაძლებლობის დროის მომენტი აღვნიშნოთ t_j-თი;
3. i_1 ნომერი შეკვეთის რომელიმე სამუშაო უბანზე განაწილების მიზნით ამოვარჩიოთ სამუშაო ადგილი ნომრით j^*, რომლიც ყველაზე ადრე თავისუფლდება, პირობიდან

   $$t_{j^*} = \min_{1 \leq j \leq m} d_j$$

   და j^*-ურ ადგილზე გავანაწილოთ შეკვეთა i_1. შედეგად მივიღებთ:

   $t_j := t_j (j \neq j^*)$;

   $t_{j^*} := t_{j^*} + T_{i_1}$
4. i_2 ნომერი შეკვეთის რომელიმე სამუშაო უბანზე განაწილების მიზნით ამოვარჩიოთ სამუშაო ადგილი ნომრით j^*, რომლიც ყველაზე ადრე თავისუფლდება, პირობიდან

$$t_{j^*} = \min_{1 \le j \le m} d_j$$

და j^*-ურ ადგილზე გავანაწილოთ შეკვეთა i_2. შედეგად მივიღებთ:

$$t_j := t_j (j \ne j^*)$$

$$t_{j^*} := t_{j^*} + T_{i_2}$$

ეს ნაბიჯი მეორდება n-ჯერ, ყველა შეკვეთისათვის $(i_1, i_2, ..., i_n)$ მიმდევრობით.

საბოლოოდ, შეკვეთები აღმოჩნდებიან განაწილებული სამუშაო უბნებზე.

შედეგად ვღებულობთ საწყისი ამოცანის m ამოცანად დეკომპოზიციას და თითოეული სამუშო ადგილისათვის ვაწარმოებთ სამუშაო ადგილებზე შეკვეთების შესრულების ამოცანების ამოხსნას ჯამური ჯარიმის ან მაქსიმალური ჯარიმის მინიმიზაციის ზემოთგანხილული ალგორითმების საფუძველზე.

გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხა:

1. ლომინაძე თ. გოგიჩაიშვილი გ. შეკვეთების შესრულების მიმდევრობის ოპტიმიზაციის ამოცანები // საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მართვის პრობლემების ინსტიტუტი (ქ. მოსკოვი), სამეცნიერო შრომები, 1996.
2. ლომინაძე თ. შეკვეთების პორტფელის შედგენისა და ოპტიმალურად შესრულების ამოცანები // პერიოდული სამეცნიერო ჟურნალი “ინტელექტი” N1, 2002.
3. Трояновский Математическое моделирование в менеджменте // изд. «РДЛ», Москва, 2003;

სტატია მიღებულია: 2009-07-13