

UOT 004.451.44

OPTİMALLAŞDIRMA ÜÇÜN TƏKAMÜL ALQORİTMLƏRİ

Möhübbət Zaməddin oğlu Əhmədov

texnika üzrə fəlsəfə doktoru

Mingəçevir Dövlət Universiteti

mohubbat.ahmedov@mdu.edu.az

Xülasə: Məqalədə bioloji cəhətdən təbiətdən qaynaqlanan optimallaşdırma alqoritmlərinin icmalı təqdim olunur. Alqoritmlər metaevristikdir, təbiətdən ilham alır, çünki onlar optimallaşdırma məsələlərini həll etmək üçün təbiəti təqlid edirlər və beləliklə, hesablamalarda yeni era başlayır. Son onilliklərdə bu sahəyə çoxlu tədqiqatlar yönəldilib. Bu tip alqoritmlər hesablamalarda daha çox imkanlar verir.

Açar sözlər: təkamül alqoritmləri, hissəcik sürüsünün optimallaşdırılması alqoritm, sürü zəkası, qarışqa koloniyası alqoritm, feromon

Giriş

Real həyatda tez-tez müraciət olunan riyazi problemlərdən biri də ən yaxşı həllin tapılması, yəni optimallaşdırma məsələsidir. Müxtəlif məsələlərin həllində istifadə olunan optimallaşdırma alqoritmləri deterministik və stoxastik ola bilər. Optimallaşdırma məsələlərinin mövcud deterministik alqoritmlər əsasında həlli zamanı daha çox hesablama resursları tələb olunduğu üçün son zamanlar stoxastik optimallaşdırma alqoritmləri daha çox istifadə olunur. Bu zaman verilən optimallaşdırma məsələsini həll etmək üçün ya ardıcıl iterasiyalar, ya da həll populyasiyaları əsasında daha yaxşı nəticə əldə etməyə imkan verən meta evristika istifadə olunur. Mahiyyəti etibarlı ilə təbiətdən qaynaqlandığı üçün bu cür alqoritmlər təkamül alqoritmləri adlanır. Bu alqoritmlərin təbiətlə bağlı əsl gözəlliyi təbiətdən qaynaqlanaraq, texnologiyaya tətbiq yolunda istisnasız olaraq tapılması mümkün ola bilən ən yaxşı, optimal nəticələrin seçilməsi ilə izah olunur. Buna görə də onların vasitəsilə mürəkkəb məsələləri axtarış fəzasında kifayət qədər biliklərə malik olmadan çox sadə başlanğıc şərt və qaydalarla təsvir və həll etmək mümkündür [1, 4].

Təkamül alqoritmlərinin ən qabaqcıl sinfi genetik alqoritmlərdir. Təkamül alqoritm terminini işlək optimallaşdırma metodları toplusunu ifadə etmək üçün istifadə olunur. Təkamüllü hesablama süni intellektual sistemlərdə kollektiv davranış tərzini əhatə edən paradigmadır. Bu qabiliyyət təbiətdə müşahidə olunduğu kimi iterativ proseslərdən istifadə edərək, problemləri həll etməyə imkan verir. Bu cür iterativ prosesə aşağıdakılar daxildir: böyümə, inkişaf, çoxalma, seçim və sağ qalma [1, 2].

Genetik alqoritm (GA) təsadüfən seçilmiş bir sıra mümkün həlləri, seçmə, calama və mutasiya kimi operatorların istifadəsi əsasında yeni həllər yaratmaq yolu ilə verilən məsələlərin optimal həllini tapmağa, onların keyfiyyətinə görə seçilən yeni həllər toplusunu yaratmağa imkan verir. Alqoritm dayandırma meyarına çatana qədər mümkün həllərin yeni kolleksiyasını yaratmaq üçün bu iterativ prosesdən təkrar-təkrar istifadə edilir.

Hər bir alqoritm mümkün həllərin ilkin populyasiyasını yaratmaqla başlayır və iterativ olaraq (nəsildən-nəslə) əldə etdiyi ən yaxşı həll ilə başa çatır. Hər bir fərdə problemin həlli məlum olan məlumat strukturu şəklində təqdim olunur. Bir qrup fərd toplum şəklində populyasiyanı təşkil edir. GA təsadüfi təxminlər populyasiyası ilə işə salınır və aşağıdakı operatorları əhatə edir: seçmə, calama, mutasiya və inversiya. GA-ın əsas xüsusiyyəti odur ki, onlar “təbiət”inə görə lokal ekstremumları çox asanlıqla aşır. Bu xüsusiyyət tədqiqatçılara müəyyən bir istiqamətdə alternativ həllər tapmaq üçün ən geniş imkanlar təqdim edir.

Genetik alqoritmlərin üstünlükləri aşağıdakılardır:

1. Alqoritmlərin strukturunun çevikliyi;
2. Sistemi dinamik şəkildə konfigurasiya etmək və yenidən konfigurasiya etmək bacarığı;

3. Təsadüfi, hədəflənmiş və birləşdirilmiş strategiyaların istifadəsi;

Genetik alqoritmlərin çatışmazlıqlarına aşağıdakıları misal göstərmək olar:

1. Fitnes funksiyası düzgün müəyyən edilmədikdə, GA problemin qlobal ekstremum qiymətinə deyil, lokal ekstremum qiymətinə yaxınlaşmağa meylli ola bilər.

2. Dinamik məlumat konfigurasiyaları üzərində işləmək çətinidir.

3. Xüsusi optimallaşdırma problemləri üçün hesablama vaxtının miqdarını nəzərə alaraq, sadə optimallaşdırma alqoritmləri GA-dan daha yaxşı həllər tapa bilər.

Hissəcik sürüsü alqoritmi (*Particle Swarm Optimization, PSO*) optimallaşdırılan funksiyanın qradientinin dəqiq bilinməsinə tələb etməyən ədədi optimallaşdırma üsuludur. Bu üsul öz-özünə təşkil olunan sürülərin kollektiv davranışını təsvir edən sürü kəşfiyyatı alqoritmləri qrupuna aiddir [2, 3].

Sürü kəşfiyyat sistemləri bir-biri ilə və ətraf mühitlə lokal qarşılıqlı əlaqədə olan bir çox agentdən ibarətdir. Agentlər sadə olmaqla hamısı birlikdə yerli olaraq qarşılıqlı əlaqə quraraq sürü intellektini (*swarm intelligence*) yaradırlar. Bu metod ilk dəfə olaraq quş sürüsünün və balıq sürüsünün kollektiv davranışını simulyasiya etmək üçün yaradılmışdır. Sonradan metod inkişaf etdirilərək funksiyanın ekstremumunun tapılması məsələlərinə uğurla tətbiq olunmağa başladı.

Dekart koordinat sistemində alqoritmin iş prinsipi aşağıdakı kimi izah olunur. Hissəciklər təsadüfi olaraq icazə verilən sahədə yerləşdirilir, vektorlar və onların sürətləri təyin olunur. Alqoritmin hər iterasiyası zamanı bütün mümkün sahələrdə müvafiq olaraq ikiölçülü dekart koordinat müstəvisində hissəciyin X oxu və Y oxu boyunca istiqamət və sürəti hesablanır. Sonra hər bir hissəcik üçün aşağıdakı əməliyyatlar yerinə yetirilir:

1. Cari nöqtədə optimallaşdırılan funksiyanın yararlılıq qiyməti hesablanır. Əgər $f(x,y)$ funksiyasının qiyməti hissəciyin şəxsi ən yaxşı dəyərindən (ŞƏYD) böyükdürsə, onda onu $ŞƏYD=f(x,y)$ ilə əvəz edirik. Sonra isə $f(x,y)$ funksiyasının qiymətinin qlobal ən yaxşı dəyərdən (QƏYD) böyük olması yoxlanılır. Eyni zamanda QƏYD və hər bir hissəcik üçün ŞƏYD-nin koordinatları yadda saxlanılır.

2. Sonra hissəciklərin hərəkət sürəti və istiqamətləri dəyişdirilir. Nəzərə almaq lazımdır ki, baxılan halda, hər bir hissəcik iki nöqtəyə, ŞƏYD və QƏYD eyni zamanda meyl edir. Bu aşağıdakı düstur ilə ifadə olunur:

$$v_n^{i+1} = v_n^i + c_1 * R * (p_n - x_n) + c_2 * R * (g_n - x_n) \quad (1)$$

Burada v_n^{i+1} – $(i+1)$ -ci iterasiyada hissəciyin sürəti; v_n^i – i -ci addımda hissəciyin sürəti; c_1 və c_2 – ŞƏYD və QƏYD funksiyaya təsirini əks etdirən iki ədəd müsbət qiymətli sabitlərdir; R – $[0; 1]$ və $[-1; 1]$ -da təsadüfi ədəddir. Əgər qiymət 2-ci intervaldan götürülsə, bu halda hissəcik tamamilə xaosik yerdəyişmə qabiliyyətinə malik olur. Eyni zamanda ŞƏYD və QƏYD üçün ayrıca iki təsadüfi qiymətlər götürülür; p_n – ŞƏYD-in koordinatı; g_n – QƏYD-in koordinatı; x_n – hissəciyin cari koordinatıdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, hissəcik sahənin sərhəddinə çatanda vəziyyəti təyin etmək üçün müxtəlif üsullardan istifadə oluna bilər. Məsələn, hissəciyin sürətinin qorunması şərtilə mümkün həllər oblastına geri qayıtma və ya hissəcik sahənin sərhəddi ilə təmasda olan zaman onun sürətini azaldaraq hissəciyin sahəni tərk etməsinə mane olmaq olar. Bundan başqa mümkün həllər oblastını tərk etmiş hissəciklərə məhəl qoymayaraq onların verilən sahəyə qayıtmasını da gözləmək mümkündür.

Xüsusi halda müəyyən bir tapşırıqda hissəcik sürüsü metodunu dayandırmaq üçün konkret meyar seçə bilər. Məsələn, bir neçə təkrarlama zamanı QƏYD-də heç bir dəyişiklik olmadıqda, alqoritmin işi dayandırılır və QƏYD-in cari qiyməti bu problemin optimal həlli kimi qəbul edilə bilər [1, 2].

Hissəcik sürüsü metodu təkamül alqoritmləri ailəsində kifayət qədər gənc üsuldur. Operatorları müxtəlif üsullarla həyata keçirilə bilən genetik alqoritmlərlə müqayisədə hissəcik sürüsü metodu yalnız bir operatora - sürətin hesablanması operatoruna malikdir. Məhz bu, onu daha sürətli edir və hissəcik sürüsü metodunda qlobal minimum nöqtəsinin müəyyən edilməsini asanlaşır.

Qarışqa sürüsü alqoritmi (*ant-colonyalgorithm*) – sözün əsl mənasında ən qısa yolların tapılması probleminin həlli qarışqa sürüsünün kollektiv davranışının öyrənilməsindən başlamışdır. 1989-cu ildə Qoss və 1990-cı ildə Deneborg tərəfindən Argentinada qarışqa sürüsü üzərində aparılan müşahidə və təcrübələr sürü zəkasının (*swarm intelligence*) sonrakı tədqiqatlarının əsasını qoydu. İdeyanın müəllifi Belçikanın Brüssel universitetinin elmi işçisi Marko Doriqo idi. M. Doriqo qarışqaların davranışını tədqiq edərək ən qısa yolların tapılması problemini həll etmək üçün onların davranış strategiyasını tətbiq etmək fikrinə gəlir. Qarışqa sürüsü alqoritmi (*ant-colonyalgorithm*) ehtimalların əvvəlki hesablamalar nəticəsində alınan həllin keyfiyyəti haqqında əldə olunan məlumat əsasında təyin olunduğu ehtimala əsaslanan evristik alqoritmdir. Bu alqoritm həm statik, həm də dinamik kombinator optimallaşdırma məsələlərinin həlli üçün istifadə oluna bilər. Qarışqalar sosial böcəklər olub, çoxlu sayda fərddən ibarət sürülər əmələ gətirir. Yaranmış bu sürülər hər bir fərdin ayrı-ayrılıqda yerinə yetirə bilmədiyi ortaq iş sayəsində kəndən nəzarət və idarəetmə olmadan müxtəlif növ işləri yerinə yetirmək imkanına malikdir. Belə bir sağqalma və yaşama strategiyası təbiət tərəfindən min illik təkamül yolu ilə işlənib hazırlanmışdır və hazırda öz növünün ən mükəmməl quruluşuna malikdir. Bu alqoritm əsasında optimal marşrutun seçilməsi üçün (2) düsturundan istifadə olunur [2].

$$P_{ij} = 100 \cdot \frac{\eta_{ij}^{\beta} \cdot \tau_{ij}^{\alpha}}{\sum_{ik} \eta_{ik}^{\beta} \cdot \tau_{ik}^{\alpha}}, \quad (2)$$

burada α və β – idarəedici parametrlər, τ – feromonların sayı, η isə bir nöqtədən digər nöqtəyə keçid ehtimalıdır.

Qarışqa sürüsünün davranışının əsası aşağı səviyyəli qarşılıqlı əlaqə nəzərə alınmaqla sürünün ümumi məqsədlərinə çatmasını təmin etmək üçün özündə mürəkkəb davranışı ehtiva edən öz-özünə təşkil olunmadan ibarətdir. Qarışqalar yalnız birbaşa və dolaylı ünsiyyətdən deyil, həm də məlumat mübadiləsi üçün ətraf mühitin müəyyən bir sahəsini dəyişdirmək prinsipindən istifadə edir. Feromonlar anlayışı qarışqanın bu və ya digər yolu seçmək istəyini müəyyən edir. Yəni, bir yolu nə qədər çox qarışqa gedirsə, həmin yol daha çox cəlbedici olur. Burada feromonların buxarlanması mənfi rəy hesab olunur. Beləliklə, qarışqa alqoritmının ideyası qarışqa yuvasından qida mənbəyinə qədər ən qısa yolu tez tapmaq və dəyişən şərtlərə uyğunlaşaraq, ən qısa yolu tez tapmaq qabiliyyəti ilə əlaqəli olan qarışqaların davranışının simulyasiyasından ibarətdir. Qarışqa hərəkəti zamanı yolu feromonla qeyd edir və bu məlumatdan başqa qarışqalar yolu seçmək üçün istifadə edir. Bu elementar davranış qaydasıdır və köhnəsi əlçatmaz olarsa, qarışqaların yeni bir yol tapmaq qabiliyyətini müəyyənləşdirir.

Alqoritmın üstünlükləri aşağıdakılardır:

1. Optimallaşdırma problemləri və yerləşdirmə məsələləri üçün nisbətən effektivdir.
2. Az sayda elementlər olan halda problemi tam seçmə ilə həll etmək olar.
3. Çox saylı elementlər olan halda problemin həlli hesablama baxımından çətinidir.
4. Genetik alqoritmlərlə müqayisədə qarışqa alqoritmı yalnız əvvəlki nəslin yaddaşına deyil,

bütün sürünün yaddaşına güvənir və qeyri optimal ilkin qərarlara daha az həssasdır.

Alqoritmın çatışmazlıqlarına aşağıdakıları göstərmək olar:

1. Ehtimalların paylanması iterasiya ilə dəyişir.
2. Tədqiqat nöqtəyi-nəzərindən daha çox eksperimental xarakter daşıyır.
3. Problemin həllinə zəmanət verilir, lakin yaxınlaşma vaxtı müəyyən edilməmişdir.

Nəticə

Ç.Darvinin təkamül təliminə əsaslanan təkamül alqoritmləri müasir informasiya texnologiyaları, xüsusi halda süni intellektual sistemlər sahəsində inqilabi dəyişikliklərə səbəb olmuşdur. Müasir dövrdə bu alqoritmlərin tətbiqi süni intellektual sistemlər sahəsində hesablama, modelləşdirmə və layihələndirmə əməliyyatlarının aparılması ilə bağlı yeni bir yanaşmadır. Bu qrupa daxil olan alqoritmlərin əksəriyyəti təsadüfi dəyişikliklər və seçməyə əsaslanan axtarış prosedurları şəklində qurulmuşdur. Optimallaşdırma üçün təkamül alqoritmləri yeni bir tədqiqat

istişaməti kimi təzədir. Buna , gələcəkdə mürəkkəb optimallaşdırma məsələlərinin həllində güclü təkamül alqoritmlərinin tapılacağı güman edilir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Емельянов, В.В., Курейчик, В.В., Курейчик, В.М. Теория и практика эволюционного моделирования / В.В. Емельянов, В.М. Курейчик, В.В. Курейчик – М.: Книга по Требованию, 2013. – 430 с.
2. Гладков, Л.А., Курейчик, В.В., Курейчик, В.М. Генетические алгоритмы / Под ред. В.М.Курейчика, – 2-е изд., испр. доп. – М.; Физматлит, 2010. – 368 с.
3. Фленов, М.Е. Библия С# / М.Е.Фленов, - 4-е издание. - Спб.: BHV-Петербург, 2020. – 512 с.
4. Kazımov, T.H., Bayramova, T.A. Genetik alqoritmlər / T.H.Kazımov, T.A.Bayramova – Bakı: İnformasiya Texnologiyaları, 2015. 113 s.

EVOLUTIONARY ALGORITHMS FOR OPTIMIZATION

M.Ahmadov

Doctor of Philosophy in Technics
Mingachevir State University

Abstract: The paper presents overview of biologically inspired optimization algorithms. Algorithms are metaheuristic inspired by nature, because imitate nature, to solve optimization problems, there by opening a new era in computing. In recent decades, many research efforts have been focused in this specific area. Algorithms of this type are given more opportunities in the calculations.

Keywords: evolutionary algorithms, particle swarm optimization algorithm, swarm intelligence, ant algorithm, pheromone

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ АЛГОРИТМЫ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ

М.З.Ахмедов

доктор философии по технике
Мингячевирский государственный университет

Резюме: В статье представлен обзор биологически вдохновленных алгоритмов оптимизации. Алгоритмы метаэвристичны, вдохновлены природой, потому что имитируют природу, чтобы решать проблемы оптимизации, тем самым открывая новую эру в вычислениях. В последние десятилетия многие исследования были сосредоточены в этой конкретной области. Алгоритмы этого типа дают больше возможностей в расчетах.

Ключевые слова: эволюционные алгоритмы, алгоритм оптимизации роя частиц, групповой интеллект, муравьиный алгоритм, феромон

Elmi redaktor: tex.f.d., dos. E.İsrafilova

Çara təqdim edən redaktor: tex.f.d., dos. A.Əliyeva

Daxil olub: 23.01.2023

Çara qəbul edilib: 01.02.2023