ارائه یک روش ابتکاری برای جایگزینی فاصله ازدحام مطرح شده در الگوریتم ژنتیک مرتب سازی نامغلوب[۲] در مسائل بهینه سازی با تعداد اهداف زیاد[۳]

*خدیجه نبوره[۴]، دانشکده راه آهن، دانشگاه علم و صنعت ایران، kh.nabureh@gmail.com
حمیدرضا احدی[۵]، دانشکده راه آهن، دانشگاه علم و صنعت ایران، ahadi@iust.ac.ir

چکیده: بهینه سازی با اهداف زیاد اشاره به آن نوع مسائل بهینه یابی دارد که دارای تعداد اهداف زیادی (معمولا بیشتر از ۲ یا ۳) می باشند در چنین مسائلی، تعداد زیادی از جوابها نامغلوب هستند که سرعت همگرایی را در الگوریتم های تکاملی از جمله NSGA-IIرا کاهش می دهد، برای اینکه الگوریتم مرتب سازی نامغلوب در چنین شرایطی نیز نتایج قابل قبولی ارائه دهد چندین روش برای جایگزینی به جای فاصله ازدحام ارائه شده است. در این مطالعه ما روش جدیدی برای جایگزینی به جای فاصله ازدحام در مسئله NSGA_II ارائه داده ایم که برای کاربرد در مسائل با اهداف زیاد بسیار مناسب می باشد.

کلمات کلیدی:. فاصله ازدجام، مرتب سازی نامغلوب، مسائل با اهداف زیاد

۱. مقدمه

روشهای جایگزینی به جای فاصله ازدحام در الگوریتم NSGA-II شـــامل روش SV-DOM، eps-DOM، FPD و SOD-CNT [۱],[۲] می باشد که اخیرا یـک بهبـودی در روش eps-DOM ارائه شده است که تحـت عنـوان MOD-eps-DOM از آن یـاد می شود.[۳]

۲-روش ارائه شده ابتکاری

در روش تخصیص فاصله به روش SV-DOM مشکلی که وجود دارد این است که تنها اینکه جواب j در چند هدف بهتر از جواب i است معیار چندان مناسبی به نظر نمی رسد و میزان بهتر بودن نیز باید لحاظ گردد، برای رفع این مشکل روش جدیدی ارائه می دهیم.

با فرض اینکه i و j دو جواب متعلق به مجموعه I در بردارنده کل جوابهایی باشند که به دنبال تعیین میزان فاصله دومشان در مسئله NSGA_II باشند برای یافتن i_{dist} به روش زیر عمل می کینم.

ابتدا به ازای همه جوابهای موجود در مجموعه I مقدار اولیه i_{dist} را برابر صفر قرار می دهیم یعنی داریم

$$i_{dist} = 0 \qquad i = 1,2,\dots,|I|$$

سپس $M(i,j)$ را به صورت زیر تعریف می کنیم.

$$M(i,j) = \begin{cases} |(I(j).m - I((i).m)| & if\ I(j).m < I((i).m \\ o \quad \text{در غیر اینصورت} \end{cases}$$

$$m \in 1,\dots,m,\dots,M$$

طول بردار $M(i,j)$ برابر تعداد اهداف مسئله است و درایه های این بردار نشاندهنده میزان بهتر بودن جواب j نسبت به جواب i در هدف مذکور می باشد، البته چون بهتر بودن در توابع مینیمم سازی به معنای کمتر بودن است به همین دلیل ما قدرمطلق این مقدار را در نظر گرفتیم.

طبق آنچه که در sv-DOM تعریف شده بود (البته با کمی تغییر در نمایش، برای اینکه قابل کاربرد در این روش باشد) داریم:

مقدار اولیه $cnt(i,j)$ را برابر صفر قرار می دهیم

$$cnt(i,j) = o \qquad i,j\varepsilon\{1,2,\dots,I\}$$

$cnt(i,j)$ مشخص کننده تعداد اهدافی از j است که از هدف متناظر در i بهتر است. و به ازای هر هدفی در j که بهتر از هدف متناظر در i است یک واحد به $cnt(i,j)$ اضافه می کنیم یعنی داریم:

$$cnt(i,j) = cnt(i,j) + 1 \quad if\ I(j).m < I(i).m$$

$$m \in 1,\dots,m,\dots,M$$

یک بردار دوتایی $U(i,j)$ به صورت زیر تعریف می کنیم

---

[۲] - NSGA_II
[۳] - many objective
[۴] - دانشجوی کارشناسی ارشد حمل و نقل ریلی دانشگاه علم و صنعت ایران
[۵] - عضو هیئت علمی و مدیر گروه دانشکده راه آهن دانشگاه علم و صنعت ایران

$$U(i,j) = \left(cnt(i,j), M(i,j)\right) \qquad j \neq i, j = 1,2,\dots,I$$

برای یافتن فاصله دوم جواب i مقدار $U(i,j)$ را به ازای j های مختلف بدست می آوریم.

$$F(i,j) = max'\,(\,U(i,j) | j \neq i, j = 1,2,\dots,I)$$

max' دررابطه بالا به این معنی است که در اینجا بزرگتر بودن تعریفی کمی متفاوت با تعریف اصلی بزرگتر بودن دارد به عبارت دیگر داریم:

$$U(i,j) \succ U(i',j') \;\; if$$
$$(\,(cnt(i,j) \succ cnt(i',j') \;\; or$$
$$(cnt(i,j) = cnt(i',j') \;\; and \;\; (M(i,j) \succ M(i',j'))$$

منظور از $M(i,j) \succ M(i',j')$ غلبگی در توابع چند هدفه است یعنی هر کدام بر دیگری غلبگی داشته باشد آن بزرگتر است حال برای یافتن فاصله دوم هر جواب مانند i بدین شکل عمل می کنیم که یک مرتب سازی نزولی از $F(i,j)$ها انجام می دهیم که البته در اینجا نیز بزرگتر بودن دقیقا مشابه تعریف بزرگتر بودن بکار رفته در $U(i,j)$ است بعد از انجام مرتب سازی نزولی رتبه ای به هر یک از از $F(i,j)$ها می دهیم به این ترتیب که به بزرگترین $F(i,j)$ رتبه ای برابر یک و به $F(i,j)$ واقع در رتبه دوم مرتب سازی نزولی، رتبه ای برابر ۲و ... تخصیص می دهیم و به آخرین $F(i,j)$ رتبه ای برابر |I| تخصیص می دهیم. آنگاه تعریف می کنیم:

$$i_{dist} = rank_{F(i,j)}$$

منظور از $rank_{F(i,j)}$ رتبه اختصاص داده شده به $F(i,j)$ در آن مرتب سازی نزولی با تعریف ارائه شده در بالاست.

حال فاصله بدست آمده در اینجا می تواند جایگزین فاصله استفاده شده در NSGA-II معمولی شود تا NSGA-II در مسائل با تعداد اهداف زیاد نیز عملکرد خوبی داشته باشد و ضمنا اشکالات روش SV-DOM نیز مرتفع گردد.فقط باید این نکته را رعایت کرد که علامت $<$ موجود در فاصله ازدحام اکنون باید به $>$ تغییر یابد. پس بطور کلی با استفاده از این روش داریم:

Iجواب بهتری نسبت به j است اگر:

$(i_{rank} < j_{rank})$ or $((i_{rank} = j_{rank})$ and $(i_{dist} < j_{dist}))$

که در آن i_{rank} به معنی رتبه صف نامغلوبی است که جواب i متعلق به آن دسته است.

۳-نتایج

فاصله بدست آمده از روش SV-DOM که برای جایگزینی فاصله ازدحام مطرح شده است دارای این اشکال می باشد که با استفاده از این روش اکثرا تعداد زیادی از جوابها دارای فاصله دوم یکسانی هستند زیرا این روش تنها به تعداد اهدافی از جواب B که بهتر از جواب A است اهمیت می دهد و میزان بهتر بودن را در تصمیم گیریش دخالت نمی دهد و هنگام انتخاب از بین این جوابها که برای ورود به نسل بعدی، چون بین این جوابهای با فاصله بدست آمده یکسان، انتخاب به صورت تصادفی صورت می گیرد در صورت انتخاب جواب بدتر، سرعت همگرایی کاهش می یابد. برای رفع این مشکل استفاده از روش ارائه شده در این مقاله مفید و رضایت بخش است.

۴- مراجع

[۱] M. Koppen and K. Yoshida. Substitute distance assignments in NSGA-II forhandling many-objective optimization problems. In *Lecture notes in Computer Science ٤٤٠٣: Evolutionary Multi-Criterion Optimization*, ۲۰۰۷.

[۲] H. K. Singh, A. Isaacs, T. Ray, and W. Smith. A study on the performance of substitute distance based approaches for evolutionary many objective optimization. In *Lecture notes in Computer Science ٥٣٦١: Simulated Evolution and Learning*و۲۰۰۸

[۳] Hemant Kumar Singh, Amitay Isaacs, Tapabrata Ray and Warren Smith, "An Improved Secondary Ranking for Many Objective Optimization Problems",۲۰۰۹

[٤] Meghna Babbar, Ashvin Lakshmikantha, and David E. Goldberg. A ModifiedNSGA-II to Solve Noisy Multiobjective Problems. In James Foster, editor, ۲۰۰۳

[٥] I. Das. A preference ordering among various pareto optimal alternatives. Structural and Multidisciplinary Optimization, ۱۹۹۹.

[٦] Kalyanmoy Deb, Lothar Thiele, Marco Laumanns, and Eckart Zitzler. ScalableTest Problems for Evolutionary Multi-Objective Optimization. Technical Report۱۱۲, Computer Engineering and Networks Laboratory (TIK), Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zurich, Switzerland, ۲۰۰۱

[۷] K. Deb, A. Pratap, S. Agarwal, and T. Meyarivan. A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II. *Evolutionary Computation, IEEETransactions on*, ۲۰۰۲