ESHRAQH
Surveying Scientific Society

۲۸۱۶
۹۱/۴/۳

موسسه آموزش عالی اشراق

محقق ارجمند:

جناب آقای مهندس علیرضا صفدری نژاد

بدین وسیله از حضور ارزنده شما و ارائه مقاله تحت عنوان :

" حل مساله فروشنده دوره گردبا استفاده ازالگوریتم ژنتیک"

به صورت شفاهی در **دومین همایش ژئومتیک اشراق (EIT91)** تشکر و قدردانی می گردد.

از درگاه خداوند سبحان سلامتی ، سعادت و توفیق روز افزون برایتان آرزومندیم.

و من الله التوفیق
دکتر محسن شهرداری
معاون آموزشی و پژوهشی موسسه آموزش عالی اشراق-بجنورد

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
موسسه آموزش عالی
اشراق

حل مساله فروشنده دوره گرد[1] با استفاده از الگوریتم ژنتیک[2]

شهناز نخبه زعیم [1]، علیرضا صفدری نژاد [2] ، مریم اصلانی [3]،سید محمد ایازی[4]

۱-دانشجوی کارشناس ارشد مهندسی فتوگرامتری،گروه مهندسی نقشه برداری،پردیس دانشکده های فنی، دانشگاه تهران
shahnaz_zaeim@ut.ac.ir

۲-کارشناس ارشد مهندسی سنجش از دور، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
Safdari_nezhad@sina.kntu.ac.ir

۳-دانشجوی کارشناس ارشد مهندسی فتوگرامتری،گروه مهندسی نقشه برداری،پردیس دانشکده های فنی، دانشگاه تهران
maryam.aslani@ut.ac.ir

۴- رئیس واحد پژوهش اداره کل نقشه برداری شمال شرق
info@ayazi.ir

چکیده

امروزه با گسترش جوامع و نیاز روز افزون به توسعه و تسهیل حمل و نقل، ارتباطات، پروژه های عمرانی و مانند آن، استفاده از روش های بهینه سازی[3] بعلت توانایی در کاهش چشمگیر هزینه و زمان بیش از پیش مطرح می شود. از جمله مسائل بهینه سازی، می توان به مساله فروشنده دوره گرد اشاره نمود که برای حل آن از الگوریتم ژنتیک به دلیل سادگی و سرعت بالای محاسبات در یافتن راه حل بهینه استفاده می شود. مساله فروشنده دوره گرد بدلیل قرارگیری در گروه مسائل NP-Hardness ، با روش های گرادیان مبنا براحتی قابل حل نبوده و از این رو الگوریتم ژنتیک برای حل این مساله در این مقاله استفاده شده است.

نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر توانایی الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی زمانی و محاسباتی مساله فروشنده دوره گرد می باشد.

واژگان کلیدی : فروشنده دوره گرد ، الگوریتم ژنتیک ، بهینه سازی ، گرادیان مبنا

۱- مقدمه:

با گسترش روز افزون جوامع و رشد جمعیت ، نیاز به صرفه جویی و یافتن روش هایی برای به حداقل رساندن زمان و هزینه در انجام امور صنعتی ، عمرانی و غیره هر روز بیشتر ضرورت پیدا می کند. جهت نیل بدین مقصود ، روش های بهینه سازی مورد استفاده قرار می گیرند. منظور از روش های بهینه سازی ، روش هایی است که می توان توسط آن‌ها با حداقل زمان و هزینه به نتیجه مطلوب رسید. برای مثال در ساخت یک قطعه صنعتی که نیاز به ایجاد سوراخ هایی با مته بر روی قطعه ای فلزی دارد، ایجاد هر سوراخ نیاز به ارسال نیروی محرکه از طرف موتور و اعمال نیرو به مته دارد ، اگر بتوان روشی بهینه برای ایجاد این سوراخ ها بر روی قطعه فلزی ارائه نمود، می توان در هزینه تولید این قطعه صرفه جویی نمود. [۴]

مساله فروشنده دوره گرد یکی از مسائل مشهور بهینه سازی است که بر اساس آن یک فروشنده دوره گرد می خواهد به N شهر رفته و کالای خود را به فروش برساند ، به طوری که تمام شهر ها را رفته ، از هر شهرفقط یک بار عبور کرده و در نهایت کمترین مسیررا طی کرده باشد. برای حل اینگونه مسائل می توان از الگوریتم های هوشمند مانند الگوریتم ژنتیک استفاده نمود.

الگوریتم ژنتیک ، با الهام از مفاهیم علم زیست شناسی همچون وراثت ، جهش ، انتخاب طبیعی و ترکیب، بر مبنای جستجوی تصادفی ساختار یافته ، می باشد. استفاده از الگوریتم ژنتیک زمان رسیدن به یک جواب قابل قبول را نسبت به سایر روش ها تا حد قابل قبولی کاهش می دهد.

در این مقاله سعی در بهینه سازی مسیر فروشنده دوره گرد به کمک الگوریتم ژنتیک نموده ایم. البته باید توجه داشت که الگوریتم ژنتیک رسیدن به بهترین جواب را تضمین نمی کند، ولی با صرف زمانی محدود می توان به جوابی قابل قبول برای مسئله رسید که البته جواب حاصل ممکن است بهترین جواب باشد و یا نزدیک به آن باشد.

۲- مروری بر روش های بهینه سازی [۱] :

- ✓ بهینه سازی مبتنی بر گرادیان [۴]
- ✓ بهینه سازی هوشمند [۵]؛ که خود شامل:
  - الگوریتم ژنتیک
  - الگوریتم اجتماع ذرات [۶]
  - الگوریتم کلونی مورچه ها [۷]
  - الگوریتم کلونی زنبورها [۸]
  - تکاملی تفاضلی [۹]
  - الگوریتم رقابت استعماری [۱۰] و غیره می باشد.

در توضیحی کلی جهت استفاده از روش های بهینه سازی ، ذکر این نکته ضروری است که اگر تابع مورد نظر برای بهینه سازی ، دارای تعداد متغیر کمی باشد ، می توان از روش های مبتنی بر گرادیان استفاده نمود که زمان محاسبه کمی نیاز دارند. اما اگر تابع ، پیوسته و مشتق پذیر نبوده و قابل بیان به صورت صریح بر حسب متغیرها نباشد ، از روش های بهینه سازی هوشمند استفاده می‌شود. روش‌های بهینه سازی مبتنی بر گرادیان اغلب منجر به یک دستورالعمل خاص برای حل هر مسئله می‌شوند در حالیکه روش های هوشمند دستورالعمل‌هایی ارائه می دهند که می توانند در حل هر مسئله ای بکار گرفته شوند و پیچیدگی محاسباتی ندارند که از مزایای روش های بهینه سازی هوشمند به شمار می آیند .

۳- مروری بر الگوریتم ژنتیک:

الگوریتم ژنتیک تکنیکی است که از تکامل ژنتیکی و اصول انتخاب طبیعی داروین به عنوان الگوی حل مسئله استفاده می‌کند. قانون انتخاب طبیعی بیانگر این مسئله است که تنها گونه‌هایی از یک جمعیت می توانند نسل خود را ادامه بدهند که بهترین خصوصیات را داشته باشند و این خصوصیات برتر به نسل های بعد منتقل خواهد شد و گونه هایی که دارای این خصوصیات برتر نیستند ، به تدریج و در طی زمان از بین می‌روند. [۶]

مفاهیم اولیه الگوریتم ژنتیک اولین بار توسط (Holland, 1975) [۱] به صورت تئوری بیان شد. این الگوریتم از مکانیزم های طبیعی زاد و ولد، مانند تلفیق ژنی [۱۱]، جهش ژنی [۱۲]و قانون بقای اصلح استفاده میکند .

الگوریتم ژنتیک یک الگوریتم مبتنی بر هوش مصنوعی و یک روش جمعیت مبناست که در تکرارهای مختلف راه حل ها را بهبود داده و یک سیر تکاملی به راه حل ها می دهد و از مفاهیم اساسی زیر تشکیل شده است:

- کروموزوم [۱۳] : یک راه‌حل برای مسئله مورد نظر ، که با لیستی از پارامترها نشان داده می‌شود.
- ژن [۱۴] : به هر یک از درایه های کروموزوم ، ژن اطلاق می شود

در الگوریتم ژنتیک یک سری کروموزوم به عنوان جمعیت اولیه داریم ، کروموزومی که سلامت بیشتری دارد امکان ترکیب و بقایش بیشتر است که پس از محاسبه‌ی عملیات ترکیب و جهش روی کروموزوم ها، جمعیت جدید بوجود می آید. معمولا بهترین حالت برای میزان جمعیت اولیه و درصد ترکیب و جهش در هر دوره با آزمون و خطا بدست می آید. در الگوریتم ژنتیک ، هر مجموعه از کروموزوم به عنوان یک راه حل در نظر گرفته می شود که این راه حل ها طبق یک الگو کدگذاری[۱۵]می‌شوند . هر راه حل کاندید که بصورت تصادفی انتخاب می شود، ارزیابی شده و درنهایت بهترین کاندید که همان بهترین جواب است انتخاب خواهد شد. [۷]

۴- مراحل الگوریتم ژنتیک

۴-۱- کدگذاری

منظور از کدگذاری ، ارائه یک شبیه سازی و جایگذاری خوب [۱۶] برای کلیه جواب های ممکن است.

۴-۱-۱- انواع روش های کدگذاری

- کدگذاری باینری [۱۷]: عموماً راه‌حل‌ها به صورت ۲ تایی ۰ و ۱ نشان داده می‌شوند، به عبارتی مقدار ژن هر کروموزوم ۰ یا ۱ می شود.
- کدگذاری جایگشت [۱۸]: برای کد گذاری مسائلی مثل فروشنده‌ی دوره گرد که ترتیب رفتن به شهرها باید بهینه شود استفاده می شود.
- کدگذاری مقدار حقیقی[۱۹] : در هر ژن ، مقدار حقیقی قرار می گیرد.

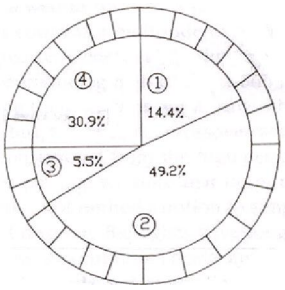
۴-۲- روش های انتخاب[۲۰]

روش‌های مختلفی برای الگوریتم‌های ژنتیک وجود دارند که می‌توان برای انتخاب کروموزوم ها از آن‌ها استفاده کرد.

۴-۲-۱. انتخاب چرخ گردان [۲۱]

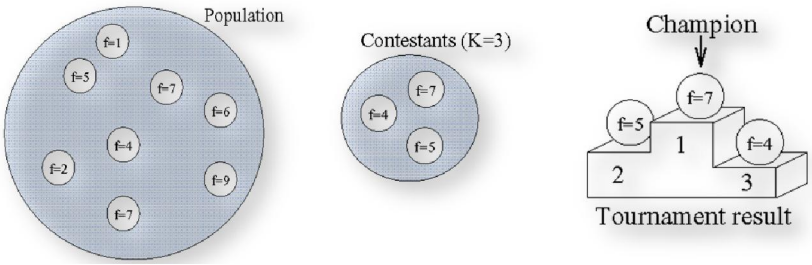
در این روش عدد برازش داده شده ملاک قرار گرفته و عددی که دارای بالاترین مقدار برازش باشد انتخاب می گردد. در واقع به این صورت عمل می شود که به هر عضو جامعه ، یک احتمال تجمعی نسبت داده و با این احتمال ، شانس انتخاب هر عضو تعیین می گردد.

No.	String	Fitness	Fitness	% of Total
1	1101	169	169	14.4
2	11000	576	576	49.2
3	1000	64	64	5.5
4	10011	361	361	30.9
Total		1170	1170	100



۴-۲-۲. انتخاب *Tournament*

یک پارامتر مثل K تعریف شده و سپس از میان تمام اعضا به صورت کاملاً تصادفی K عضو انتخاب می‌شود و از میان K عضو ، عضوی که شایستگی بیشتری دارد انتخاب می‌کنیم .



تصویر شماره ۱- مفهوم نحوه اتخاب روش ***Tournament***

۳-۴- انتخاب نخبه [۲۲]

در این روش مناسب‌ترین عضو جامعه انتخاب شده و مستقیماً به نسل بعد انتقال پیدا می کند که این مساله باعث حفظ همگرایی مساله می شود.

۴-۴- تولید مثل

با تلفیق دو کروموزوم ، یک عضو جدید ایجاد می شود . بعبارت دیگر از ترکیب اطلاعات دو عضو ، اطلاعات جدید ایجاد می شود . این دو کروموزوم در ژنتیک ، نقش والد[۲۳] و عضو جدید نقش فرزند[۲۴] را دارد .

۱-۴-۴- انواع روش های تولید مثل :

۱-۱-۴-۴- تک نقطه [۲۵]: یک نقطه تصادفی انتخاب می شود و در آن نقطه اطلاعات دو کروموزوم تعویض می شوند.

۲-۱-۴-۴- دو نقطه [۲۶] : با انتخاب دو نقطه به صورت کاملا تصادفی ، اطلاعات میانی دو نقطه از خود کروموزوم گرفته شده و اطلاعات مربوط به ابتدا و انتهای دو کروموزوم با هم تعویض می شوند.

۳-۱-۴-۴- یکنواخت [۲۷] : به صورت یکنواخت اطلاعات بین دو کروموزوم جابجا می شوند.

۵-۴- جهش

منظور از جهش ، تغییر تصادفی یک ژن است . [۲۶]

۵- مسئله فروشنده دوره گرد :

مساله فروشنده دوره گرد یکی از مسائل مشهور بهینه سازی است که بر اساس آن یک فروشنده دوره گرد می خواهد به N شهر رفته و کالای خود را به فروش برساند ، به طوری که تمام شهر ها را رفته ، از هر شهرفقط یک بار عبور کرده و در نهایت کمترین مسیررا طی کرده باشد . فضای حل مساله TSP با زیاد شدن تعداد شهرها به سرعت افزایش می یابد و دیگر با روش های خطی نمی توان جواب بهینه آن را به دست آورد. به همین دلیل است که این مساله جزو گروه مسائل NP-Hard قرار می گیرد. (مسائل NP-Hard مسائلی هستند که با روش های تحلیلی بسختی و با پیچیدگی حل می شوند .)

تعداد کل راه‌حل‌ها برابر است با $(n-1)!/2$ برای $n> 2$ که n تعداد شهرها است. در واقع این عدد برابر است با تعداد دورهای همیلتونی [۲۸] در یک گراف کامل با n رأس. [۳-۵]

۱-۵- حل مسئله فروشنده ی دوره گرد با استفاده از الگوریتم ژنتیک :

برای شبیه سازی این مساله ، یک شبکه فرضی بر روی شهر بجنورد با ۲۰ راس و ۱۹ یال در نظر گرفته شده است که تمام مسیر های بین رئوس بصورت خط مستقیم بوده و تمام نقاط دارای مختصات می باشند.

برای حل مساله فروشنده دوره گرد، الگوریتم ژنتیک مراحل زیر را طی می نماید:

۱- ۲۰ مرکز مهم در داخل شهر بجنورد در نظر گرفته شد .

۲- برای این ۲۰ مرکز یک ماتریس هزینه در نظر گرفته می شود .(منظور از هزینه فاصله بین مراکز است)

۳- فواصل بین مراکز محاسبه شده و چون هدف پیدا کردن حداقل فاصله طی شده بین تمام مراکز است ، یک تابع شایستگی [۲۹] برای هر راه حل کاندید محاسبه می شود . منظور از تابع شایستگی ، تابعی است که پاسخ بهینه را برای حل مساله مورد نظر محاسبه می کند . در مساله فروشنده دوره گرد ، تابع شایستگی ، مینیمم فاصله طی شده بین مراکز می باشد.

۴- برای تولید مثل نمی توان از روش های ذکر شده مانند Single-Point و Two-Point استفاده نمود زیرا مساله پاسخ درستی نمی دهد. در این مقاله از روش Edge-List استفاده شده است که این روش بطور خاص برای حل مساله فروشنده دوره گرد با استفاده از الگوریتم ژنتیک طراحی شده است . در این روش در مرحله اول دو والد در نظر گرفته می شود. در ستون اول این جدول شماره مراکز قرار می گیرد . در ستون های بعدی نحوه قرارگیری این مرکز بین سایر مراکز بررسی می شود. برای نمایش عملکرد این الگوریتم ، ۶ مرکز در نظر گرفته شده است.

والد اول					
4	1	3	2	5	6

والد دوم					
4	3	2	1	5	6

1	4	3	2	5
2	-3	5	1	
3	1	-2	4	
4	-6	1	3	
5	1	2	-6	
6	-5	-4		

حال یکی از مراکز بطور کاملا تصادفی انتخاب شده و روند انتخاب مطابق تصاویر زیر پیش می رود تا زمانیکه یک راه حل یافت شود.

مرحله اول

1	4	3	2	5
2	-3	5	1	
3	1	-2	4	
4	-6	1	3	
5	1	2	-6	
6	-5	-4		

4					

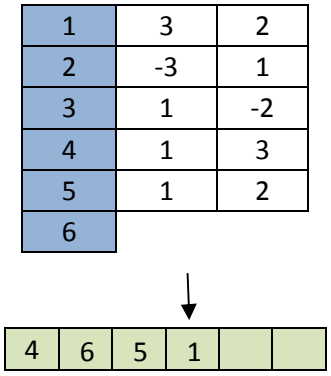
حذف مقدار انتخاب شده
از خانه های جدول

مرحله دوم

1	3	2	5
2	-3	5	1
3	1	-2	
4	-6	1	3
5	1	2	-6
6	-5		

4	6				

مرحله چهارم

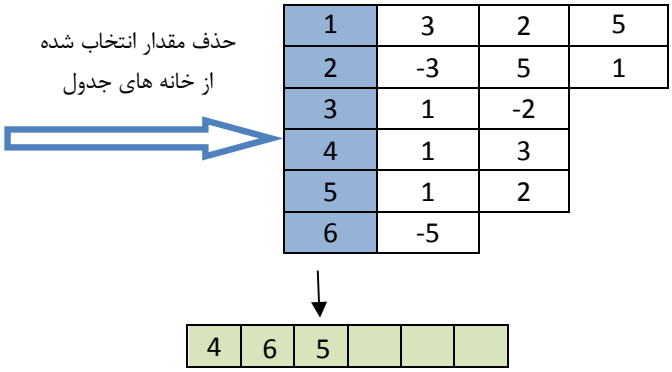


1	3	2	
2	-3	1	
3	1	-2	
4	1	3	
5	1	2	
6			

4	6	5	1		

حذف مقدار انتخاب شده
از خانه های جدول

مرحله سوم

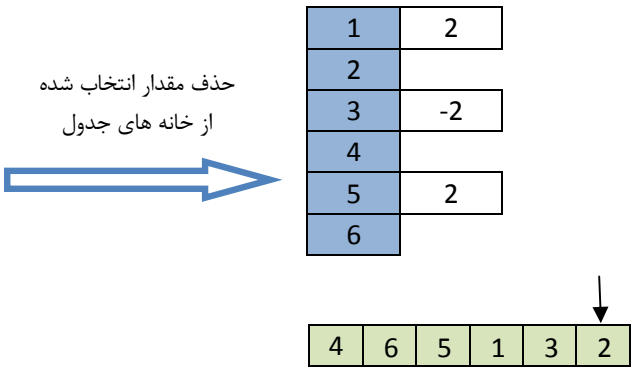


1	3	2	5
2	-3	5	1
3	1	-2	
4	1	3	
5	1	2	
6	-5		

4	6	5			

حذف مقدار انتخاب شده
از خانه های جدول

مرحله ششم

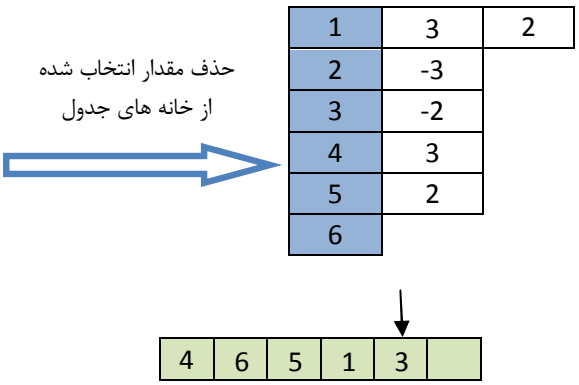


1	2
2	
3	-2
4	
5	2
6	

4	6	5	1	3	2

حذف مقدار انتخاب شده
از خانه های جدول

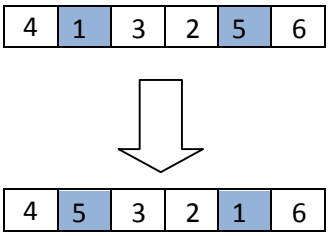
مرحله پنجم



1	3	2
2	-3	
3	-2	
4	3	
5	2	
6		

4	6	5	1	3	

۵- مرحله بعدی ، مرحله جهش است . در این مرحله ۲ مرکز بطور کاملا تصادفی انتخاب می شوند و مکان ها در جدول با هم عوض می شود . این عمل به این خاطر انجام می گیرد که ممکن است باعث بهبود شرایط شده و توابع را سریعتر همگرا نماید.[۲]



4	1	3	2	5	6

4	5	3	2	1	6

۶- طرز کار برنامه و الگوریتم نوشته شده

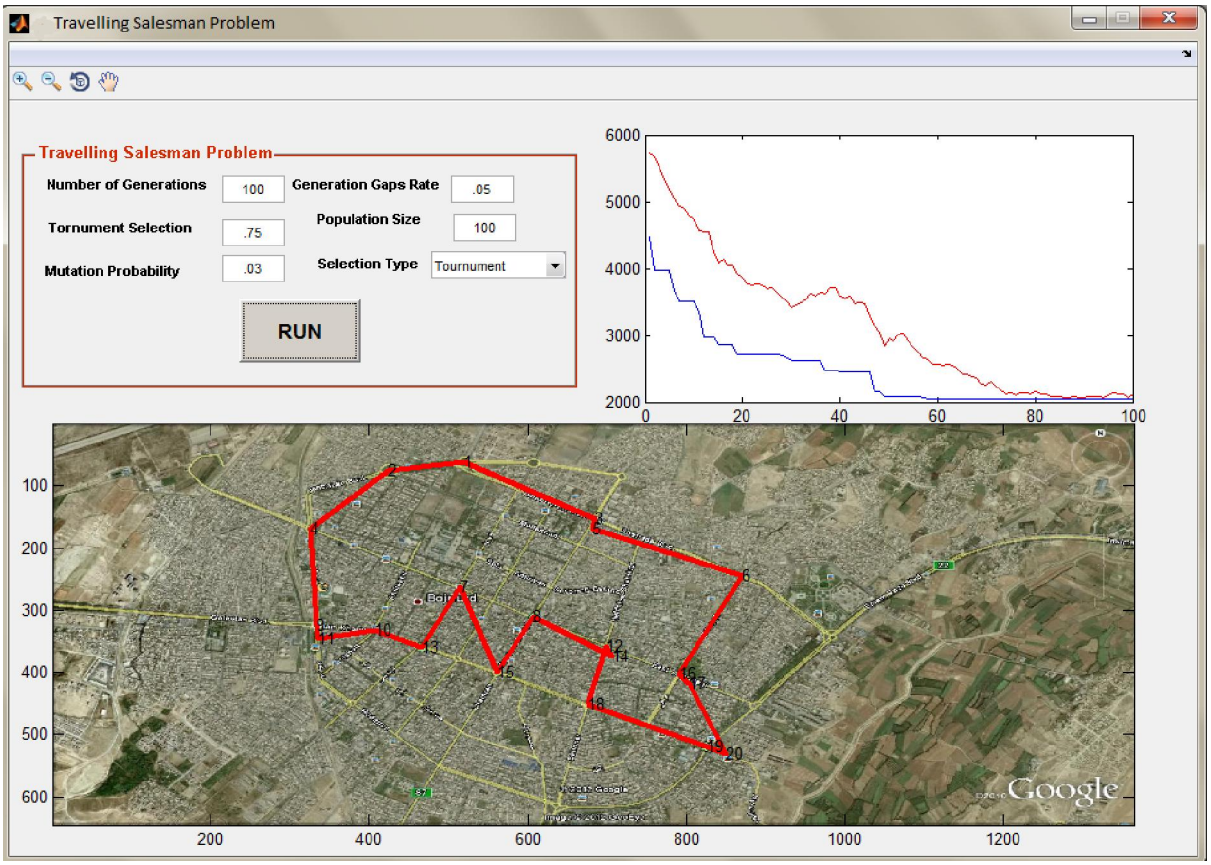
در این برنامه کاربر می تواند تعداد تکرار، احتمال انتخاب ، احتمال جهش ، احتمال انتخاب نخبه ، اندازه جمعیت اولیه و نوع انتخاب را مطابق حالت مورد نظر خویش وارد نماید . با فشردن دکمه RUN برنامه اجرا شده و مسیر بهینه بین مراکز علامتگذاری شده شهر بجنورد نمایش داده می شود.

نمودار همگرایی :

خط قرمز : میانگین راه حل در هر بار تکرار

خط آبی : بهترین راه حل در هر بار تکرار

که در نهایت ، انتظار داریم در پایان تکرار به همگرایی مورد نظر برسیم و بدین گونه نیز می باشد.



۷- نتیجه گیری

به نظر می رسد الگوریتم ژنتیک پاسخی مناسب برای مساله فروشنده دوره گرد پیدا می کند اما کارآیی این الگوریتم به میزان زیادی به نحوه کدگذاری ، تولید مثل و جهش بستگی دارد. سایر الگوریتم های ارائه شده غیر ژنتیکی که برای حل مساله فروشنده دوره گرد ارائه شده اند نیز در حالت های خاصی از الگوریتم های ژنتیک بهره می برند. می توان با ارائه مقادیر مناسب برای تولید مثل و جهش و همچنین نحوه مناسب کدگذاری ، امید به بهبود نتایج حاصل داشت.

۸- پانوشت ها

1. Travelling Salesman Problem (TSP)
2. Genetic Algorithm (GA)
3. Optimization
4. Gradient-Based
5. Intelligent Optimization
6. Particle Swarm Optimization Algorithm
7. Ant Colony Algorithm
8. Bee Colony Algorithm
9. Differential Evolution
10. Imperialist Competitive Algorithm
11. Cross over
12. Mutation
13. Chromosome
14. Gene
15. Encoding
16. Representation
17. Binary Encoding
18. Permutation Encoding
19. Real_ Value Encoding
20. Selection
21. Roulette Wheel
22. Elitism
23. Parent
24. Offspring
25. Single Point
26. Two Point
27. Uniform
28. Hamilton
29. Fitness Function

منابع و مراجع

[1] David Beasley, David R.Bull , Ralph R.Martin ,"An overview of Genetic Algorithms: Part 1, Fundamentals "

[2] Farhad Samadzadegan , 2011 , "Computentional Intelligence in Gomatics"

[3] Karla Hoffman, Manfred Padberg ," Traveling Salesman Problem ", George Mason University, New York University

[4] G Laporte , U Palekar , "Some applications of the clustered travellingsalesman problem", Journal of the Operational Research Society (2002) 53, 972–976

[5] Leonardo Zambito , "The Traveling Salesman Problem: A Comprehensive Survey ", Fall 2006

[6]. Kylie Bryant , Genetic Algorithm and the Traveling Salesman Problem , Hervey Mudd college , 2000

[7]. M. Tomassini. A survey of genetic algorithms. In D. Stauffer, editor, Annual Reviews of Computational Physics, volume III, pages 87-118. World Scientific, 1995. Also available as:

Technical Report 95/137, Department of Computer Science, Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne, Switzerland, July, 1995