Archive of SID

2th International Conference on Industrial Management

19 & 20 April 2017

دومین کنفرانس بین المللی مدیریت صنعتی

(30 و 31 فروردین 1396)

طبقه بندی کاربرد الگوریتم های فراابتکاری مورچگان و ژنتیک در حل مسائل مدیریتی

محمد ولیپور خطیر[1] ، رضا مظفری[2]، عرفانه ولیپور پرکوهی[3]

[1] هیات علمی مدیریت صنعتی دانشگاه مازندران؛ m.khatir1461@gmail.com

[2] کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه مازندران؛ mozaffari.or@gmail.com

[3] کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی دانشگاه مازندران؛ valipour.parkouhi91@yahoo.com

چکیده

مسائل دنیای واقعی سخت، پیچیده و اکثرا زمان بر هستند. در تحقیقات و پژوهش ها، حل مسائل در زمان کم و رسیدن به جواب مناسب بسیار حائز اهمیت است. الگوریتم های فراابتکاری تا حدود زیادی توانستند مشکل زمان بر بودن حل مسائل سخت و پیچیده را برطرف نمایند. در دنیای امروز رسیدن به جواب بهینه و قطعی امری سخت، زمان بر و گاها غیر ممکن است؛ فراابتکاری ها در کمترین زمان جوابی نزدیک به جواب بهینه ارائه داده و از بین راه حل های مختلف مناسب ترین راه حل را انتخاب می کنند. مساله ای که برای اکثر پژوهشگران مطرح است، کاربرد این الگوریتم ها در حوزه ها و مسائل مختلف است. در این مقاله سعی بر ارائه یک دسته بندی از موارد استفاده شده از دو الگوریتم فراابتکاری ژنتیک و کلونی مورچگان شده است.با این دسته بندی پژوهشگران به راحتی از موارد استفاده این الگوریتم ها آگاه می شوند. دسته بندی حاضر از مطالعه تحقیق ها و پژوهش های گذشته که از این دو الگوریتم استفاده کرده اند به تحریر در امده است و کاربرد ها همراه با برخی مراجع آن در این دسته بندی آمده است.

واژگان کلیدی

الگوریتم‌های فراابتکاری، ژنتیک، مورچگان

Abstract

Real-world problems are hard complex and often time-consuming. In researches , solve issues in less time and get to the right answer is very important. Meta-heuristic algorithms in large extent could be solve time consuming difficult and and complicated problem. In today's world achieve optimal solution is definitely hard, time consuming and sometimes impossible; Meta-heuristic provide nearly optimum response in the shortest time and among the different solutions they select the most suitable solution. The problem is that for most researchers, the use of these algorithms in different areas and issues. In this article we offer a classification of the use of the genetic algorithm and ant colony . With these categories, researchers can easily become aware of the use of these algorithms. Categories present the research study and previous studies that have used these two algorithms written ,And applications along with some references that come in this category.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

محاسبه راه‌های بهینه برای اکثر مسائل بهینه سازی که در خیلی از زمینه های کاربردی و عملی مشاهده می گردند، کاری دشوار و سخت است. در عمل، معمولا به راه حل های مناسب که از الگوریتم های ابتکاری و فراابتکاری1 به دست می آید، اکتفا می‌گردد. الگوریتم های فراابتکاری مجموعه‌ای از تکنیک‌های بهینه سازی2 تقریبی را که عمدتا در طول دو دهه گذشته شهرت پیدا کرده اند، در بر میگیرند. الگوریتم‌های فراابتکاری راه‌حل‌های قابل قبول در زمان معقول را برای مسائل سخت و پیچیده ارائه می‌دهند. الگوریتم های فراابتکاری هرگز بهینه بودن جواب‌های بدست آمده را ضمانت نمی نمایند(فتاحی، 1393). این الگوریتم ها یک روش جستجوی موثر در فضاهای بسیار بزرگ و وسیع ایجاد می کنند که در نهایت منجر به جهت گیری به سمت یافتن جواب بهینه می گردد، در حقیقت مسیر حرکت به سمت جواب بهینه را توسط الگوریتم های فراابتکاری می توان یافت و در این مسیر جواب های مناسب و نه بهینه توسط این الگوریتم ها ارائه می‌شود (عالم تبریز و زندیه، 1392؛ لی و گیم، 2005). اهمیت الگوریتم های فراابتکاری هنگامی مورد توجه قرار گرفت که بدست آوردن جواب بهینه قطعی[3] در مسائل سخت و پیچیده دنیای واقعی، کاری بسیار دشوار و تقریبا غیر ممکن بود و ارائه الگوریتم های فراابتکاری، شیوه ای نوین در بدست آوردن جواب مناسب و قابل قبول است (لی و ژائو[4]، 2010؛ کاستیلو و همکاران[5]، 2016). الگوریتم ژنتیک[6] روش جستجوی کامپیوتری بر پایه الگوریتم های بهینه سازی و بر اساس ساختار ژن و کروموزوم[7] هاست؛ قدرت الگوریتم ژنتیک در بدست آوردن جوابی بسیار نزدیک به بهینه قابل توجه است. به همین دلیل به روشی رایج برای بهینه - سازی و مسائل دیگر تبدیل شده است. الگوریتم کلونی مورچگان[8] الهام گفته از زندگی مورچگان است؛ مورچه ها حشراتی اجتماعی هستند و رفتار آنها در جهت بقا زندگی مورچگان است و نه بقا فردی، تمامی رفتار مورچگان دارای هوشمندی توده ای است که از هر یک از رفتار آن ها الگوریتم هایی ارائه می شود که در حل مسائل پیچیده بسیار با اهمیت هستند (عالم تبریز و همکاران،1392؛ یقینی و اخوان کاظم زاده،1395؛ ماریناکیس و مارینا‌کی[9]، 2010). در مقاله حاضر به بررسی کاربرد دو الگوریتم فراابتکاری مورچگان و ژنتیک پرداخته شد. با توجه به گستردگی مسائل مدیریتی و کاربردهای زیاد این دو الگوریتم در حل آن ها به دسته بندی کاربردی الگوریتم های فراابتکاری در مسائل مدیریتی نیاز بود که در این مقاله سعی در ارائه این دسته بندی شده است.

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

الف) الگوریتم ژنتیک. نظریه تکامل چارلز داروین که در سال 1859 ارایه گردید، جایگته ویژه ای را در مسایل بهینه سازی به خود اختصاص داد. نقطه آغاز محاسبات تکاملی نظریه داروین بود و برای حل مسائل بهینه سازی

---

[1] Metaheuristic
[2] Optimization
[3] Deterministic
[4] Li & zhao
[5] Castillo et al
[6] Genetic algorithm
[7] Chromosome
[8] Ant colony algorithm
[9] Marinakis & Marinaki

www.SID.ir

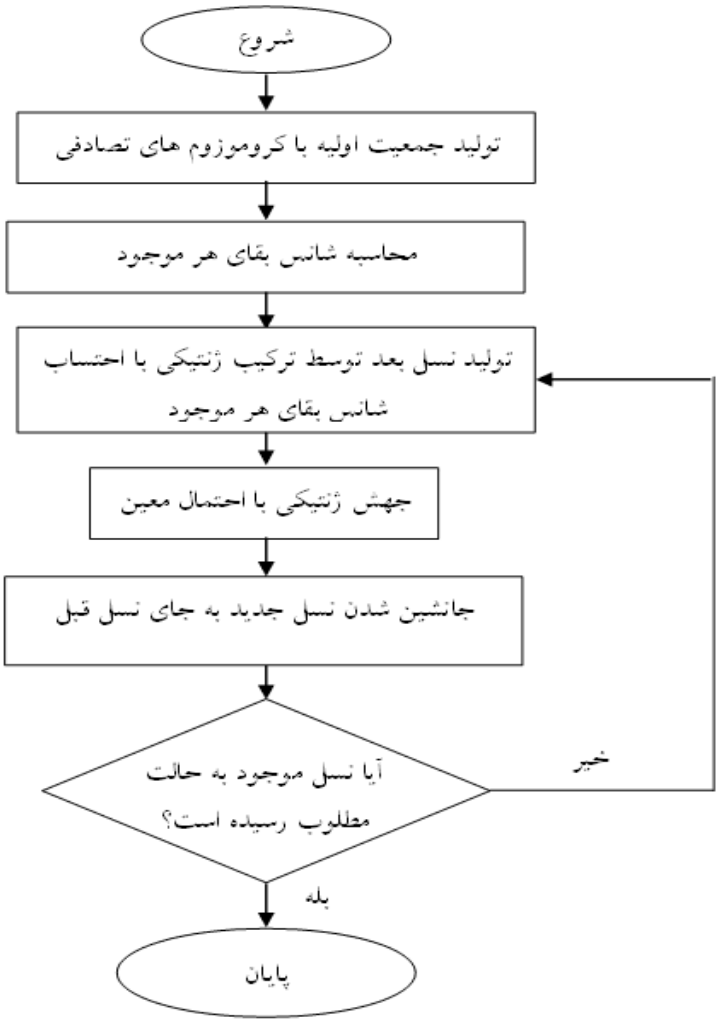
Archive of SID

نیز از نگرش های تکاملی نیز الگو گرفته شده است.تفاوت اصلی الگوریتم های تکاملی نسبت به دیگر الگوریتم ها این است که مبتنی بر جمعیت عمل می نمایند. در این الگوریتم ها معمولا یک جمعیت اولیه ایجاد و سپس تکامل داده می شود. الگوریتم ژنتیک یک نوع الگوریتم تکاملی می باشد (فتاحی،1393). با گسترش دنیای کامپیوتر و ارائه روش ها برای حل مسائل دنیای واقعی، هوش مصنوعی مطرح شد و به دنبال آن محاسبات تکاملی از جمله الگوریتم ژنتیک نیز ارائه شد (ملانی[1]، 1999). همانطور که در فوق بیان شد، الگوریتم ژنتیک در حقیقت روش جستجوی کامپیوتری بر پایه الگوریتم های بهینه سازی و بر اساس ساختار ژن و کروموزوم هاست که توسط پروفسور هالند در دانشگاه میشیگان معرفی شد و توسط جمعی از دانشجویانش توسعه یافت. از این جهت که الگوریتم ژنتیک با یکسری رشته های کد شده به جای متغیر ها کار می‌کند، با روش های دیگر بهینه سازی متفاوت است. از مهمترین کاربردهایی که الگوریتم ژنتیک در حل مسائل دارد، میتوان به زمان بندی و توالی عملیات، طراحی قابلیت اطمینان، زمانبندی و مسیریابی وسایل نقلیه[2]، تکنولوژی گروهی، مکان یابی و استقرار تجهیزات، طراحی و بهینه یابی در شبکه های عصبی، تخصیص منابع و ... اشاره کرد (عالم تبریز و همکاران،1392؛ سیوانندام و دیپا[3] 2008). الگوریتم ژنتیک دو ویژگی مهم را در بر دارد؛ اولین ویژگی رفتار تصادفی الگوریتم ژنتیک و دومین ویژگی این است که الگوریتم ژنتیک بصورت جمعیتی از راه حل ها عمل می نماید(فتاحی،1393). چنانچه می دانیم ، علم ژنتیک از جمله علومی است که درباره چگونگی به ارث رسیدن و انتقال صفت های مختلف موجودات زنده از نسلی به نسل دیگر صحبت می کند. عامل اصلی ویژگی ها و خصوصیت های موجودات زنده از نسلی به نسل دیگر ، کروموزوم ها وژن ها هستند و نحوه عملکرد آن ها به گونه ای است که در نهایت ژن ها و کروموزوم های قوی و برتر باقی مانده و ژن های ضعیف تر از بین می روند. همانطور که گفته شد اساس این الگوریتم بر اساس نظریه تکاملی داروین است که در آن ادعا ده موجودات ضعیف تر در طول زمان از بین می روند و موجودات قوی تر باقی می مانند. به عبارت دیگر ، آن دسته از صفات طبیعی که با قوانین طبیعی سازگاری بیشتری دارند شانس بقای بیشتری دارند . نظریه تکاملی داروین هیچ گونه اثبات تحلیلی و منطقی ندارد ولی در مسائل بهینه سازی مهندسی ، جواب های خوبی را بدست می دهد. قانون انتخاب طبیعی بدین صورت است که تنها گونه ای از یک جمعیت ادامه نسل می دهند که بهترین خصوصیات را داشته باشند و آن هایی که این خصوصیات را نداشته باشند به تدریج و در طی زمان از بین می روند. مثلا فرض کنید گونه خاصی از افراد، هوش بیشتری از بقیه افراد یک جامعه یا کلونی دارند. در شرایط کاملا طبیعی، این افراد پیشرفت بهتری خواهند کرد و رفاه نسبتا بالاتری خواهند داشت و این رفاه، خود باعث طول عمر بیشتر و باروری بهتر خواهد بود (توجه کنید این شرط ، طبیعی است ، نه در یک جامعه سطح بالا با ملاحضات امروزی ؛ یعنی طول عمر بیشتر در این جامعه نمونه با زاد و ولد بیشتر همراه است).

[1] Melanie
[2] Vehicle routing problem
[3] Sivanandam & Deepa

www.SID.ir

Archive of SID



شکل1- فلوچارت ساده الگوریتم ژنتیک

حال اگر این خصوصیت (هوش) ارثی باشد بالطبع در نسل بعدی همان جامعه تعداد افراد با هوش به دلیل زاد و ولد بیشتر این گونه افراد ، بیشتر خواهد بود.اگر همین روند را ادامه دهید خواهید دید که در طی نسل های متوالی دائما جامعه نمونه ما باهوش و باهوش تر می شود . بدین ترتیب یک مکانیزم ساده طبیعی توانسته است در طی چند نسل عملا افراد کم هوش را از جامعه حذف کند علاوه بر این که میزان هوش متوسط جامعه نیز دائما در حال افزایش است.بدین ترتیب می توان دید که طبیعت با بهره گیری از یک روش بسیار ساده (حذف تدریجی گونه های نا مناسب و در عین حال تکثیر بالاتر گونه های بهینه) ، توانسته است دائما هر نسل را از لحاظ خصوصیات مختلف ارتقا بخشد. در الگوریتم ژنتیک فرض شده مجموعه خصوصیات موجودات زنده توسط کروموزوم های آن ها به نسل بعدی منتقل می شوند. هر ژن در این کروموزوم ها نماینده یک خصوصیت است.به عنوان مثال در انسان ، ژن 1 می تواند طول قد باشد ، ژن 2 رنگ چشم ، ژن 3 رنگ پوست، ژن 4 رنگ مو و الی آخر. حال اگر این کروموزوم بدون تغییر به نسل بعدی انتقال پیدا کند ، تمامی خصوصیات نسل بعدی همانند خصوصیات نسل قبل خواهد بود.

www.SID.ir

Archive of SID

بدیهی است که در عمل چنین اتفاقی رخ نمی دهد. در واقع برای کروموزوم ها دو اتفاق رخ می دهد ، یا جهش[1] می کنند یا تقاطع[2].جهش یعنی به صورت کاملا تصادفی بعضی از ژن ها (که تعدادشان بسیار کم است) تغییر می کنند، مثلا ژن رنگ پوست می تواند به صورت تصادفی باعث شود که در نسل بعد یک نفر دارای پوست سیاه باشد در حالی که تمامی نسل قبل دارای پوست سفید بوده اند. به عنوان مثالی دیگر ، خانواده ای را درنظر بگیرید که فرزند دو قلو دارند ، در حالی که هیچ کدام از نسل های قبل از آن ها فرزند دو قلو نداشتند. عمل تقاطع یا ترکیب[3] (که به تعدادی بیشتری نسبت به جهش رخ می دهد) ، فرآیندی است که درآن کروموزوم های نسل قدیمی با هم ترکیب می شوند تا کروموزوم های نسل جدید بوجود بیاید. این همان چیزی است که در طبیعت باعث می شود که فرزند ، تعدادی از خصوصیات پدر و تعدادی از خصوصیات مادر را با هم به ارث ببرد و ز شبیه بودن کامل فرزند به تنها یکی از والدین جلوگیری می کند (رضائیان و همکاران، 1393؛ داب[4]، 1999).

برخی اصطلاحات در الگوریتم ژنتیک:

- ✓ تابع شایستگی[5]: همان تابع هدفی است که ما در مسائل دنیای واقعی به فکر ماکزیمم کردن آن می باشیم.
- ✓ کد کردن[6]: یکی از مراحل بسیار مهم در الگوریتم ژنتیک ، نحوه نمایش جواب های مسئله است.قبل از این که یک الگوریتم ژنتیک برای یک مساله اجرا شود ، یک روش برای کد کردن ژنوم ها به زبان کامپیوتر باید به کار رود.
- ✓ کروموزوم: در الگوریتم ژنتیک ، هر کروموزم نشان دهنده یک جواب تصادفی از مسئله است. هر کروموزوم متشکل از چندین ژن[7] است که با توجه به شرایط مسئله می تواند اعداد صفر و یک[8]، اعداد صحیح[9] و اعداد حقیقی[10] را بپذیرد. در حقیقت بیت های یک کروموزوم نقش ژن ها در طبیعت را ایفا می کنند.
- ✓ رمز گشایی[11]: عمل رمز گشایی ، عکس عمل کد کردن است. بدین صورت که بعد از نمایش یک راه حل توسط کروموزوم برای رایانه ، باید راه حل تولید شده را به زبان ریاضی برگردانیم .
- ✓ جمعیت: مجموعه ای از کروموزوم ها را یک جعیت می گویند. تعداد کروموزوم ها در جمعیت ، به صورت دلخواه و با روش های تنظیم پارامتر در ابتدای الگوریتم تعیین می شود.
- ✓ نسل: هر تکرار از الگوریتم را یک نسل می گویند. تعداد نسل، همانند مقدار جمعیت کروموزوم ها در ابتدای الگوریتم و روش های تنظیم پارامتر تعیین می شود.

برخی از مزایا و محدودیت های الگوریتم ژنتیک(رادولف، 1994؛ اسچمیت، 2001) :

---

[1]. Mutation
[2]. Crossover
[3].Recombination
[4] Dab
[5] Fitness Function
[6] Encoding
[7].Gene
[8].Binary
[9]. Integer
[10]. Real
[11] Decoding

www.SID.ir

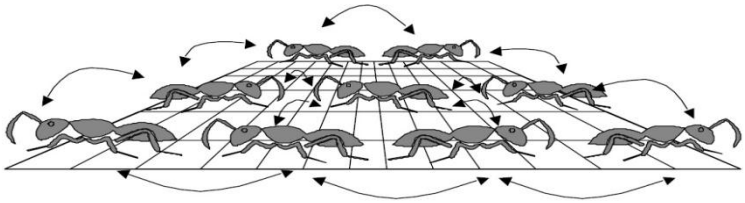
Archive of SID

مزایا: الف) نوعی جستجوی تصادفی هدفمند محسوب شده و از مسیرهای مختلف به جواب های متفاوتی خواهد رسید. علاوه بر آن، با هیچ محدودیتی در مسیر جستجوو انتخاب پاسخ های تصادفی روبرو نیست. ب) به دلیل وسعت و پراکندگی نقاطی که مورد جستجو قرار می گیرند، در مسائلی که فضای جستجوی بزرگی داشته باشند، نتیجه مطلوبی کسب می کند. ج) به دلیل رقابت پاسخ ها و انتخاب بهترین ها از میان جمعیت، با احتمال بالایی به نقطه بهینه سراسری دست پیدا خواهد کرد.

معایب: مهمترین مسئله پیش روی الگوریتم ژنتیک، بالا بودن هزینه اجرایی آن است. در صورتی که فضای جستجو به طور نسبی کوچک باشد، الگوریتم ژنتیک کند عمل می کند. مسئله دیگر چگونگی نوشتن تابع شایستگی است. اگر شیوه نوشتن تابع شایستگی صحیح نباشد، ممکن است راه حلی برای مسئله پیدا نکنیم یا مسئله ای دیگر را به اشتباه حل کنیم.

ب) الگوریتم کلونی مورچگان[1]. کلونی مورچگان و به طور کلی اجتماع حشرات، علی رغم سادگی هر یک از افراد آن ها، دارای ساختارهای اجتماعی سطح بالایی هستند.

شکل2- رفتار تجربی مورچگان



بر اساس این ساختار، کلونی مورچگان می تواند کارهای پیچیده ای را انجام دهد که بسیار گسترده تر از توانایی های یک مورچه، به تنهایی است.الگوریتمهای مبتنی بر رفتار مورچه ها، شامل مدلهایی می شوند که از رفتار مورچه های واقعی الهام گرفته شده است و از این مدلها برای طراحی الگوریتمهای نوین برای حل مسائل بهینه سازی استفاده می کنند. ایده اصلی این الگوریتم ها استفاده از اصول خودسازمان دهی شده، به منظور حل مسائل محاسباتی است. این اصول، در مورچه های واقعی رفتاری با سطح بالایی از هماهنگی را ایجاد می کند. الگوریتم مورچه ها، از این اصول برای هماهنگ کردن جمعیتی از عوامل مصنوعی استفاده می کند(پتروسکی و تیلارد، 2006). الگوریتم مورچگان توسط دوریگو در سال 1990 ارائه شد. الگوریتم مورچگان ارائه شده توسط زندگی مورچه ها، از بررسی فرومون تولیدی از مورچه ها اکثرا ارائه شده است و در نتیجه پیشنهاد راه حل برای یک مسئله از طریق تجربه جمعی بدست می آید. اولین مسئله که از طریق مورچگان حل شد، از طریق مسئله فروشنده دوره گرد است. (دوریگو، 1999). یکی از موفق ترین مثال ها از الگوریتم های کلونی مورچه ها، بهینه سازی کلونی مورچگان

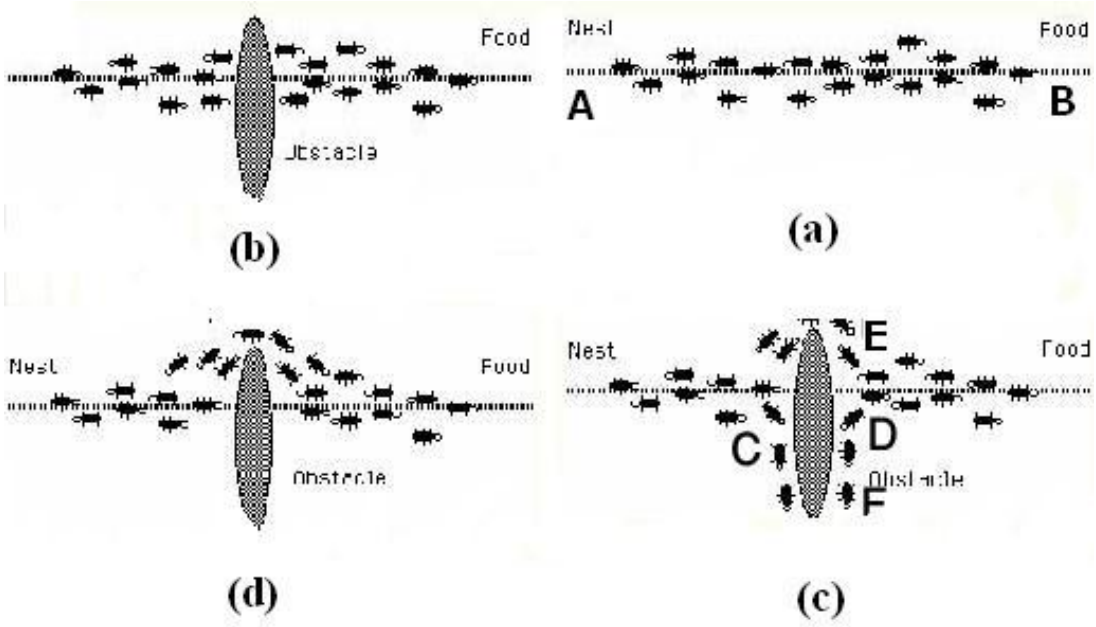
[1] Ant Colony Algorithm

www.SID.ir

Archive of SID

(ACO) است. الگوریتم بهینه سازی مورچگان، سعی دارد تا قابلیتهای جمعی که در کلونی مورچه ها وجود دارد را برای حل مسائل بهینه سازی، شبیه سازی کند. مورچه ها همواره مسیر یکسانی را طی میکنند و این مسیر کوتاه ترین مسیر ممکن است. این امر نتیجه یک ارتباط غیر مستقیم است که از طریق محیط صورت می گیرد. هر مورچه در طول مسیر خود، یک ماده شیمیایی به نام فرومون[1] ترشح می کند. تمامی اعضای کلونی، این ماده را حس می کنند و مسیر خود را به سمت مسیری جهت می دهند که دارای فرومون بیشتری است. اگر مسیری که مورچه ها به عنوان کوتاه ترین مسیر طی می کنند، به طور اتفاقی توسط یک مانع بسته شود، آنگاه فرایند فرومون ریزی در یک توانایی جمعی، منجر به کشف کوتاه ترین مسیر می شود(یقینی و اخوان کاظم زاده، 1395).

شکل3- یافتن کوتاه ترین مسیر با وجود مانع



الگوریتم های کلونی مورچگان دارای چندین ویژگی جذاب هستند؛ انعطاف پذیری[2]، قابلیت اعتماد[3](یک کلونی، می تواند حتی در صورت درست کار نکردن برخی از اعضایشریا، کار خود را انجام دهد.)،خودسازمان دهی[4] (یک کلونی به تنهایی جواب هایی را پیدا می کند که از قبل معلوم نبوده اند(دوریگو و همکاران[5]، 2006).
محدودیت های الگوریتم مورچگان(استاتزل[6]، 2009؛ یاسین[7]، 2008):

[1] Pheromone
[2] Flexibility
[3] Robustness
[4] Self Organization
[5] Dorigo et al
[6] Stutzle
[7] Yaseen

www.SID.ir

Archive of SID

مهمترین مسئله در الگوریتم مورچگان نرخ تبخیر فرومون می باشد که اگر به درستی انتخاب نشود ممکن است که الگوریتم در ارائه جواب نزدیکه به جواب بهینه دچار اشتباه شود. هزینه اجرایی بالای این الگوریتم همانند الگوریتم ژنتیک دلیل ابهام همیشگی آن در دنیای واقعی است. الگوریتم مورچگان و ژنتیک برای مسائل سخت بکار می روند و استفاده آن ها در مسائل نرم از نظر علمی دچار ابهام می‌شود.

روش شناسی تحقیق:

تحقیق حاضر مروری بر تحقیقات گذشته در استفاده از الگوریتم های فراابتکاری ژنتیک و مورچگان، با مطالعات کتابخانه ای به هدف ارائه یک دسته بندی برای استفاده پژوهشگران می باشد.

یافته ها:

پس از مطالعه پژوهش های حاضر در نمایه های علمی معتبر، در نهایت به یک دسته بندی کلی از حوزه های استفاده شده از الگوریتم ژنتیک و مورچگان رسیدیم که در جدول های زیر می توانید مشاهده کنید:

قبل از ارائه دسته بندی لازم است توضیحاتی در مورد برخی حوزه های درج شده نیز مطرح گردد:

- ✓ مسیریابی[1]: فرآیندی برای انتخاب بهترین مسیر و کوتاه ترین مسیر از میان مسیرهای مختلف به منظور طی مسافت، از مبدا به مقصد است. مسیریابی نه تنها از طریق تکنیک های فراابتکاری حل میشود؛ بلکه دیگر تکنیک های مورد استفاده برای مسیریابی: مدل های LP[2] ، برنامه ریزی پویا، برنامه ریزی غیرخطی، اقلیدسی، الگوریتم ابتکاری شاخه و برش و قیمت[3]، الگوریتم درج تصادفی[4]؛ تکنیک هایی هستند که در چند سال گذشته مورد استفاده پژوهشگران قرار گرفته اند.
- ✓ تخصیص: نوع خاصی از مسئله است که در آن تعدادی فعالیت به تعدادی اپراتور محول میشود، بطوری که به همه اپراتور ها فعالیتی محول شود. هزینه کل در مسئله تخصیص باید حداقل گردد. دیگر روش های حل مسائل تخصیص که توسط پژوهشگران استفاده شده است؛ تحلیل پوششی داده ها، بهینه سازی استوار، برنامه ریزی عدد صحیح، مدل های تحقیق در عملیات و تخصیص مازاد و .. می باشد.
- ✓ زمان بندی:دیگر تکنیک های مورد استفاده برای زمان بندی؛ فراابتکاری ها، در زمان بندی تولید روش جانسون و تعمیم قاعده جانسون ، برنامه ریزی عدد صحیح، پویایی سیستم، الگوسازی محدودیت ها، منطق فازی و تئوری امکان می باشد.
- ✓ داده کاوی: به مفهوم استخراج اطلاعات نهان و یا الگوها و روابط مشخص در حجم زیادی از داده ها در یک یا چند بانک اطلاعاتی بزرگ است. داده کاوی شامل مباحثی از قبیل از قبیل خوشه بندی، طبقه بندی ، رتبه بندی و ... از تکنیک ها مورد استفاده در این حوزه : فراابتکاری ها، تحلیل پوششی داده ها، پویایی

---

[1] Routing problem
[2] Linear programming
[3] Branch-and-cut-and-price algorithm
[4] Insertion algorithm

www.SID.ir

Archive of SID

سیستم ها، روش میانگین K^1 و میانگین C فازی و دیگر مدل های تحقیق در عملیات نرم (ویکور، تاپسیس، اهمیت-عملکرد و...) را می توان نام برد.

جدول 1- دسته بندی حوزه های استفاده شده از الگوریتم مورچگان

نوع مسأله	مراجع
مسیر یابی	Dorigo & Maniezzo (1996) Reimann et al (2002) Cheng & Mao (2007) Yu et al (2009) Ghafurian & Javadian (2011) Narasimha et al (2013) Schyns (2015) Kuo et al (2016) دیده ور و همکاران (1391)
تخصیص	Maniezzo et al (1994) Demirel & Toksari (2006) Yanxia et al (2008) Aciemo et al (2012) Xu & Nepal (2014) Poongothai & Rajeswari (2016) Kang et al (2016) رضوی و همکاران (1390)
زمان بندی	Colorni et al (1994) Rajendran & Ziegler (2004) Blum (2005) Liao & Juan (2007) Chang & chang (2009) Bemchi et al (2010) Huang et al (2013) M'Hallah & Alhajraf (2016) اسفندیاری و همکاران (1392)
یادگیری و داده کاوی	Parpinelli & Lopes (2002) Jiang et al (2005) Weng et al (2006) Hong et al (2008) Papazoglou et al (2009) Vieira et al (2010) Chen et al (2014) Kozak & Boryczka (2016) فرزاد (1391) محسنی و همکاران (1392)
سایر	

[1] K-Mean

www.SID.ir

Archive of SID

	Levine & Ducatelle (2004) Doerner et al (2006) Kong et al (2008) Pedemonte et al (2011) Kefayat et al (2015) Moradi & Rostami (2015) Gajjar et al (2016) Liang et al (2016) Sameen et al (2017) کاکویی و عمادی (1392)

و در ادامه دسته بندی مسائل استفاده شده از الگوریتم ژنتیک را می توانید مشاهده کنید:

جدول 2- دسته بندی حوزه های استفاده شده از الگوریتم ژنتیک

نوع مساله	مراجع
مسیریابی	Chatterjee et al (1996) Choi et al (2003) Alba & Dorronsoro (2008) Cheng et al (2009) Banos et al (2013) Sathy anaray anan & Joseph (2015) Wang et al (2016) مسلم آذر و همکاران (1392)
مکان یابی و تخصیص	Arostegui & Kadipasaoglu (2006) Derbel et al (2012) Wang et al (2011) Rahmani & Mirhassani (2014) Das & Mohan (2014) Qiu et al (2015) Chen et al (2016) Kim & Kim (2017) عزیزمحمدی و همکاران (1395)
ساخت و تولید	Onwubolu & Mutingi (2001) Wu et al (2007) Mahdavi et al (2009) Kesen et al (2010) Liu et al (2011) Lee et al (2016) شریفی و همکاران (1394)
زمان بندی	Van & Vanhouke (2010) Zhang et al (2011) Chen et al (2012) Tao et al (2014) Damm et al (2016) Roychowdhury et al (2017)

www.SID.ir

Archive of SID

	صفایی قادیکلایی و همکاران (1395)
طبقه بندی	Maulik & Bandyopadhyay (2003) Mansoori et al (2008) Aci et al (2010) Li et al (2011) Pan (2012) Wu et al (2016) ولیپور (1395)
پیش بینی	Yang & Li (2006) Zhang et al (2008) Gao et al (2009) Tehrani & khodayar (2011) Wei (2013) Sakhuja et al (2016) نظری و همکاران (1394)
خوشه بندی	Casillas et al (2003) Sheng et al (2005) Qing et al (2008) Azadeh et al (2011) Shi & Li (2013) Yang et al (2015) خان بابایی و همکاران (1391)

نتیجه گیری و پیشنهادات:

تحقیق حاضر با هدف دسته بندی موضوع هایی که مسائل آن ها با الگوریتم های مورچگان و ژنتیک حل می شوند تهیه شد. همانطور که در قسمت یافته ها قابل مشاهده است؛ حوزه های مورد استفاده این دو الگوریتم مشخص شده است. با توجه به پیچیدگی و زمان بر بودن مسائل دنیای واقعی، نیاز به روش هایی است که در زمان کمتر مسائل پیچیده و دشوار را بتوان با آن ها حل کرد. فراابتکاری ها در دنیای امروز اکثر مسائل پیچیده و سخت را در زمانی کوتاه به مناسب ترین جواب می رسانند. در این تحقیق با ارائه دو الگوریتم فراابتکاری مورچگان باب تحقیق و پژوهش و حل مسائل با تفکر فراابتکاری برای محقیق، ارائه شده است. در بسیاری از حوزه ها مسائل مهمی وجود دارد که می توان با الگوریتم های فراابتکاری مورچگان یا ژنتیک به حل آن ها پرداخت. دسته بندی بالا یک ساختار کلی را ارائه داده است تا پژوهشگران بتوانند با استفاده از این دسته بندی که کاربرد های الگوریتم های ژنتیک و مورچگان را بیان کرده است؛ مسائل سخت و پیچیده دنیای امروزی را در کمترین زمان به مناسب ترین راه حل برسانند. پژوهشگرانی که با مسائل سخت و پیچیده دنیای واقعی مواجه هستند می توانند از الگوریتم های فراابتکاری بهره مند شوند.

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع:

- فتاحی، پرویز (1393). الگوریتم های فراابتکاری. *تهران:دانشگاه بوعلی سینا.*
- عالم تبریز، اکبر؛ زندیه، مصطفی و محمدرحیمی، علیرضا (1392). الگوریتم های ترکیبی در بهینه سازی ترکیبی. *تهران: صفّار.*
- یقینی، مسعود و اخوان کاظم زاده، محمد رحیم (1395). الگوریتم های بهینه سازی فراابتکاری. *تهران:جهاد دانشگاهی.*
- رضائیان، جواد؛ شفیع پور عمرانی، مسعود و عبداله پور، سناء (1393). الگوریتم های فراابتکاری و کاربردهای آن (پیاده سازی گام به گام در متلب). *مازندران: جهاد دانشگاهی.*
- دیده ور، فرزاد؛ یوسفی خوشبخت، مجید؛ رحمتی، فرهاد و سعادتی اسکندری، زهرا (1391). یک روش جمعیت مورچگان ترکیبی برای مسئله مسیر یابی وسایل نقلیه با ناوگان ناهمگن ثابت. *پژوهشنامه حمل و نقل.* 9(31)، 207-191.
- رضوی، مریم؛ سوخکیان، محمدعلی و زیارتی، کروش (1390). ارائه الگوریتم فراابتکاری مبتنی بر سیستم کلونی مورچگان برای مسئله مکان یابی مسیریابی با چند انبار و فرض تخصیص چندین مسیر به هر وسیله نقلیه. *دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.* 3(6)، 38-17.
- اسفندیاری، سعید؛ مروتی شریف آبادی، علی؛ میرغفوری، سید حبیب اله و کدخدازاده، حمیدرضا (1392). مقایسه کارایی روش های << سیستم کلونی مورچگان >> و << برنامه ریزی خطی >> در مدل سازی مساله زمان بندی تولید جریانی. *مدیریت صنعتی.* 8(23)، 144-131.
- محسنی، نوید؛ مختارپور، مهدی؛ تیموری ارفعی، جلال و شیرگاهی، حسین (1392). کاربرد الگوریتم کلونی مورچه ها در الگوریتم های داده کاوی. همایش *ملی رویکردهای نوین در مهندسی کامپیوتر و بازیابی اطلاعات.* 1، 88-83.
- عمادی، علیرضا و کاکویی، ساحله (1392). کاربرد الگوریتم جامعه مورچگان در بهینه سازی توزیع آب (مطالعه موردی: کانال MC شبکه آبیاری البرز). *پژوهش های حفاظت آب و خاک (علوم کشاورزی و منابع طبیعی).* 20(2)، 193-179.
- مسلم آذر، آرش؛ سلیمانپور، مقصود و دنیوی، علی (1392). *مسیریابی وسایل نقلیه با در نظر گرفتن پنجره زمانی، انبار موقت و مرجوعی کالا.* پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه اومیه.
- عزیزمحمدی، روزبه؛ امیری، مقصود؛ توکلی مقدم، رضا و مشاط زادگان، حمیدرضا (1395). ارائه مدلی برای حل مسئله تخصیص افزونگی قابلیت اطمینان بوسیله یک الگوریتم رقابتی تلفیقی چند هدفه. *مطالعات مدیریت صنعتی.* 14(42)، 121-103.
- شریفی، محمد؛ خسروانی مقدم، عرفان؛ رفیعی، شاهین و حاتمی، پیام (1394). بهینه سازی هزینه، زمان کیفیت در فرایند تولید مرغ گوشتی با تلفیق الگوریتم ژنتیک (NRGA-II) و منطق فازی. *مهندسی بیوسیستم ایران.* 46(4)، 397-389.

www.SID.ir

Archive of SID

- ولیپور، عرفانه (1395). *تبیین وضعیت اعتباری متقاضیان تسهیلات بانک با رویکرد فرآیندکاری (مطالعه موردی: شعب بانک سامان در استان مازندران)*. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه مازندران.
- صفایی قادیکلایی، عبدالحمید؛ جعفرزاده افشاری، احمد و احمدی، مرضیه (1395). زمان بندی تولید کارگاهی منعطف با درنظر گرفتن زمان های حمل و نقل، ورود سفارش جدید و تغییر زمان عملیات. *نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید*. 22(2)، 260-248.
- خان بابایی، محمد؛ البرزی، محمود و محمدپور زرندی، محمدابراهیم (1391). بکارگیری تکنیک های خوشه بندی و الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی درختان تصمیم گیری برای اعتبار سنجی مشتریان بانک ها. *آینده پژوهی مدیریت*. 1(1)، 34-15.
- نظری، حسام؛ کاظمی، عالیه و سعد آبادی، علی اصغر (1394). کاربرد الگوریتم ژنتیک در انتخاب بهترین سناریو برای پیش بینی تقاضای انرژی مصرفی بخش خانگی-تجاری در ایران. *نشریه انرژی ایران*. 18(2)، 92-75.

- Lee, K. S., & Geem, Z. W. (2005). A new meta-heuristic algorithm for continuous engineering optimization: harmony search theory and practice. *Computer methods in applied mechanics and engineering*, *194*(36), 3902-3933.
- Olivas, F., Valdez, F., Castillo, O., Gonzalez, C. I., Martinez, G., & Melin, P. (2016). Ant colony optimization with dynamic parameter adaptation based on interval type-2 fuzzy logic systems. *Applied Soft Computing*.
- Li, J., & Zhao, J. (2010). Study on Workshop Delivery Route Optimization Based on Ant Colony Algorithm. In *ICLEM 2010: Logistics For Sustained Economic Development: Infrastructure, Information, Integration* (pp. 2688-2694).
- Marinakis, Y., & Marinaki, M. (2010). A hybrid genetic–Particle Swarm Optimization Algorithm for the vehicle routing problem. *Expert Systems with Applications*, *37*(2), 1446-1455.
- Sivanandam, S. N., & Deepa, S. N. (2007). *Introduction to genetic algorithms*. Springer Science & Business Media.
- Melanie, M. (1999). An introduction to genetic algorithms. *Cambridge, Massachusetts London, England, Fifth printing*, *3*, 62-75.
- Deb, K. (1999). An introduction to genetic algorithms. *Sadhana*, *24*(4-5), 293-315.
- Rudolph, G. (1994). Convergence analysis of canonical genetic algorithms. *IEEE transactions on neural networks*, *5*(1), 96-101.
- Schmitt, L. M. (2001). Theory of genetic algorithms. *Theoretical Computer Science*, *259*(1-2), 1-61.
- Petrowski, J. D. A., & Taillard, P. S. E. (2006). Metaheuristics for hard optimization. *Springer*.
- Dorigo, M., & Di Caro, G. (1999). Ant colony optimization: a new meta-heuristic. In *Evolutionary Computation, 1999. CEC 99. Proceedings of the 1999 Congress on* (Vol. 2, pp. 1470-1477). IEEE.
- Dorigo, M., Birattari, M., & Stutzle, T. (2006). Ant colony optimization. *IEEE computational intelligence magazine*, *1*(4), 28-39.
- Stützle, T. (2009, April). Ant colony optimization. In *International Conference on Evolutionary Multi-Criterion Optimization* (pp. 2-2). Springer Berlin Heidelberg.
- Yaseen, S. G., & Al-Slamy, N. M. (2008). Ant colony optimization. *IJCSNS*, *8*(6), 351.

www.SID.ir

Archive of SID

- Dorigo, M., Maniezzo, V., & Colorni, A. (1996). Ant system: optimization by a colony of cooperating agents. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, *26*(1), 29-41.
- Reimann, M., Stummer, M., & Doerner, K. (2002, July). A savings based ant system for the vehicle routing problem. In *Proceedings of the 4th Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation* (pp. 1317-1326). Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Cheng, C. B., & Mao, C. P. (2007). A modified ant colony system for solving the travelling salesman problem with time windows. *Mathematical and Computer Modelling*, *46*(9), 1225-1235.
- Yu, B., Yang, Z. Z., & Yao, B. (2009). An improved ant colony optimization for vehicle routing problem. *European journal of operational research*, *196*(1), 171-176.
- Narasimha, K. V., Kivelevitch, E., Sharma, B., & Kumar, M. (2013). An ant colony optimization technique for solving min–max multi-depot vehicle routing problem. *Swarm and Evolutionary Computation*, *13*, 63-73.
- Schyns, M. (2015). An ant colony system for responsive dynamic vehicle routing. *European Journal of Operational Research*, *245*(3), 704-718.
- Kuo, R. J., Wibowo, B. S., & Zulvia, F. E. (2016). Application of a fuzzy ant colony system to solve the dynamic vehicle routing problem with uncertain service time. *Applied Mathematical Modelling*, *40*(23), 9990-10001.
- Dorigo, M., Maniezzo, V., & Colorni, A. (1996). Ant system: optimization by a colony of cooperating agents. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, *26*(1), 29-41.
- Demirel, N. Ç., & Toksarı, M. D. (2006). Optimization of the quadratic assignment problem using an ant colony algorithm. *Applied Mathematics and Computation*, *183*(1), 427-435.
- Yanxia, W., Longjun, Q., Zhi, G., & Lifeng, M. (2008). Weapon target assignment problem satisfying expected damage probabilities based on ant colony algorithm. *Journal of Systems Engineering and Electronics*, *19*(5), 939-944.
- D'Acierno, L., Gallo, M., & Montella, B. (2012). An ant colony optimisation algorithm for solving the asymmetric traffic assignment problem. *European Journal of Operational Research*, *217*(2), 459-469.
- Xu, C., & Nepal, K. (2014, August). Ant-colony-optimization based heuristic searching algorithm for cell assignment in a hybrid cmos/nano circuits (cmol) array. In *Nanotechnology (IEEE-NANO), 2014 IEEE 14th International Conference on* (pp. 262-267). IEEE.
- Kang, Z., Ying, Y., & Weijie, W. (2016, May). A dynamic flight stringbased ant colony algorithm for fleet assignment. In *Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference, IEEE* (pp. 302-306). IEEE.
- Poongothai, M., & Rajeswari, A. (2016). A hybrid ant colony tabu search algorithm for solving task assignment problem in heterogeneous processors. In *Proceedings of the International Conference on Soft Computing Systems* (pp. 1-11). Springer India.
- Colorni, A., Dorigo, M., Maniezzo, V., & Trubian, M. (1994). Ant system for job-shop scheduling. *Belgian Journal of Operations Research, Statistics and Computer Science*, *34*(1), 39-53.
- Rajendran, C., & Ziegler, H. (2004). Ant-colony algorithms for permutation flowshop scheduling to minimize makespan/total flowtime of jobs. *European Journal of Operational Research*, *155*(2), 426-438.
- Blum, C. (2005). Beam-ACO—Hybridizing ant colony optimization with beam search: An application to open shop scheduling. *Computers & Operations Research*, *32*(6), 1565-1591.
- Liao, C. J., & Juan, H. C. (2007). An ant colony optimization for single-machine tardiness scheduling with sequence-dependent setups. *Computers & Operations Research*, *34*(7), 1899-1909.

www.SID.ir

Archive of SID

- Chang, R. S., Chang, J. S., & Lin, P. S. (2009). An ant algorithm for balanced job scheduling in grids. *Future Generation Computer Systems*, *25*(1), 20-27.
- Berrichi, A., Yalaoui, F., Amodeo, L., & Mezghiche, M. (2010). Bi-objective ant colony optimization approach to optimize production and maintenance scheduling. *Computers & Operations Research*, *37*(9), 1584-1596.
- Huang, R. H., Yang, C. L., & Cheng, W. C. (2013). Flexible job shop scheduling with due window—a two-pheromone ant colony approach. *International Journal of Production Economics*, *141*(2), 685-697.
- M'Hallah, R., & Alhajraf, A. (2016). Ant colony systems for the single-machine total weighted earliness tardiness scheduling problem. *Journal of Scheduling*, *19*(2), 191-205.
- Parpinelli, R. S., Lopes, H. S., & Freitas, A. A. (2002). Data mining with an ant colony optimization algorithm. *IEEE Transactions on evolutionary computation*, *6*(4), 321-332.
- Jiang, W. J., Xu, Y. H., & Xu, Y. S. (2005, August). A novel data mining algorithm based on ant colony system. In *Machine Learning and Cybernetics, 2005. Proceedings of 2005 International Conference on* (Vol. 3, pp. 1919-1923). IEEE.
- Weng, S. S., & Liu, Y. H. (2006). Mining time series data for segmentation by using Ant Colony Optimization. *European Journal of Operational Research*, *173*(3), 921-937.
- Hong, T. P., Tung, Y. F., Wang, S. L., Wu, M. T., & Wu, Y. L. (2008, July). Extracting membership functions in fuzzy data mining by ant colony systems. In *Machine Learning and Cybernetics, 2008 International Conference on* (Vol. 7, pp. 3979-3984). IEEE.
- Chen, Y., Wong, M. L., & Li, H. (2014). Applying Ant Colony Optimization to configuring stacking ensembles for data mining. *Expert Systems with Applications*, *41*(6), 2688-2702.
- Kozak, J., & Boryczka, U. (2016). Collective data mining in the ant colony decision tree approach. *Information Sciences*, *372*, 126-147.
- Vieira, S. M., Sousa, J. M., & Runkler, T. A. (2010). Two cooperative ant colonies for feature selection using fuzzy models. *Expert Systems with Applications*, *37*(4), 2714-2723.
- Doerner, K. F., Gutjahr, W. J., Hartl, R. F., Strauss, C., & Stummer, C. (2006). Pareto ant colony optimization with ILP preprocessing in multiobjective project portfolio selection. *European Journal of Operational Research*, *171*(3), 830-841.
- Kong, M., Tian, P., & Kao, Y. (2008). A new ant colony optimization algorithm for the multidimensional knapsack problem. *Computers & Operations Research*, *35*(8), 2672-2683.
- Pedemonte, M., Nesmachnow, S., & Cancela, H. (2011). A survey on parallel ant colony optimization. *Applied Soft Computing*, *11*(8), 5181-5197.
- Chatterjee, S., Carrera, C., & Lynch, L. A. (1996). Genetic algorithms and traveling salesman problems. *European journal of operational research*, *93*(3), 490-510.
- Choi, I. C., Kim, S. I., & Kim, H. S. (2003). A genetic algorithm with a mixed region search for the asymmetric traveling salesman problem. *Computers & Operations Research*, *30*(5), 773-786.
- Alba, E., & Dorronsoro, B. (2008). A hybrid cellular genetic algorithm for the capacitated vehicle routing problem. In *Engineering Evolutionary Intelligent Systems* (pp. 379-422). Springer Berlin Heidelberg.
- Cheng, C. B., & Wang, K. P. (2009). Solving a vehicle routing problem with time windows by a decomposition technique and a genetic algorithm. *Expert Systems with Applications*, *36*(4), 7758-7763.
- BañOs, R., Ortega, J., Gil, C., FernáNdez, A., & De Toro, F. (2013). A simulated annealing-based parallel multi-objective approach to vehicle routing problems with time windows. *Expert Systems with Applications*, *40*(5), 1696-1707.

www.SID.ir

Archive of SID

- Sathyanarayanan, S., Joseph, K. S., & Jayakumar, S. K. V. (2015, February). A hybrid population seeding technique based Genetic Algorithm for stochastic Multiple Depot Vehicle Routing Problem. In *Computing and Communications Technologies (ICCCT), 2015 International Conference on* (pp. 119-127). IEEE.
- Wang, S., Lu, Z., Wei, L., Ji, G., & Yang, J. (2016). Fitness-scaling adaptive genetic algorithm with local search for solving the Multiple Depot Vehicle Routing Problem. *Simulation*, *92*(7), 601-616.
- Arostegui, M. A., Kadipasaoglu, S. N., & Khumawala, B. M. (2006). An empirical comparison of tabu search, simulated annealing, and genetic algorithms for facilities location problems. *International Journal of Production Economics*, *103*(2), 742-754.
- Derbel, H., Jarboui, B., Hanafi, S., & Chabchoub, H. (2012). Genetic algorithm with iterated local search for solving a location-routing problem. *Expert Systems with Applications*, *39*(3), 2865-2871.
- Wang, K. J., Makond, B., & Liu, S. Y. (2011). Location and allocation decisions in a two-echelon supply chain with stochastic demand–A genetic-algorithm based solution. *Expert Systems with Applications*, *38*(5), 6125-6131.
- Rahmani, A., & MirHassani, S. A. (2014). A hybrid firefly-genetic algorithm for the capacitated facility location problem. *Information Sciences*, *283*, 70-78.
- Das, G. S., & Mohan, B. (2014). Optimal Allocation of FACTS Device with Multiple Objectives Using Genetic Algorithm. *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER) Vol*, *4*.
- Qiu, M., Chen, Z., Niu, J., Zong, Z., Quan, G., Qin, X., & Yang, L. T. (2015). Data allocation for hybrid memory with genetic algorithm. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, *3*(4), 544-555.
- Chen, J. C., Chen, Y. Y., & Liang, Y. (2016). Application of a genetic algorithm in solving the capacity allocation problem with machine dedication in the photolithography area. *Journal of Manufacturing Systems*, *41*, 165-177.
- Kim, H., & Kim, P. (2017). Reliability–redundancy allocation problem considering optimal redundancy strategy using parallel genetic algorithm. *Reliability Engineering & System Safety*, *159*, 153-160.
- Onwubolu, G. C., & Mutingi, M. (2001). A genetic algorithm approach to cellular manufacturing systems. *Computers & industrial engineering*, *39*(1), 125-144.
- Wu, X., Chu, C. H., Wang, Y., & Yan, W. (2007). A genetic algorithm for cellular manufacturing design and layout. *European journal of operational research*, *181*(1), 156-167.
- Mahdavi, I., Paydar, M. M., Solimanpur, M., & Heidarzade, A. (2009). Genetic algorithm approach for solving a cell formation problem in cellular manufacturing. *Expert Systems with Applications*, *36*(3), 6598-6604.
- Kesen, S. E., Das, S. K., & Güngör, Z. (2010). A genetic algorithm based heuristic for scheduling of virtual manufacturing cells (VMCs). *Computers & Operations Research*, *37*(6), 1148-1156.
- Liu, Z., San Wong, Y., & Lee, K. S. (2011). A manufacturing-oriented approach for multi-platforming product family design with modified genetic algorithm. *Journal of Intelligent Manufacturing*, *22*(6), 891-907.
- Lee, M. J., Case, K., & Marshall, R. (2016). Product lifecycle optimisation of car climate controls using analytical hierarchical process (Ahp) analysis and a multi-objective grouping genetic algorithm (mogga).
- Van Peteghem, V., & Vanhoucke, M. (2010). A genetic algorithm for the preemptive and non-preemptive multi-mode resource-constrained project scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, *201*(2), 409-418.

www.SID.ir

Archive of SID

- Zhang, G., Gao, L., & Shi, Y. (2011). An effective genetic algorithm for the flexible job-shop scheduling problem. *Expert Systems with Applications*, *38*(4), 3563-3573.
- Chen, J. C., Wu, C. C., Chen, C. W., & Chen, K. H. (2012). Flexible job shop scheduling with parallel machines using Genetic Algorithm and Grouping Genetic Algorithm. *Expert Systems with Applications*, *39*(11), 10016-10021.
- Tao, F., Feng, Y., Zhang, L., & Liao, T. W. (2014). CLPS-GA: A case library and Pareto solution-based hybrid genetic algorithm for energy-aware cloud service scheduling. *Applied Soft Computing*, *19*, 264-279.
- Damm, R. B., Resende, M. G., & Ronconi, D. P. (2016). A biased random key genetic algorithm for the field technician scheduling problem. *Computers & Operations Research*, *75*, 49-63.
- Roychowdhury, S., Allen, T. T., & Allen, N. B. (2017). A Genetic Algorithm with an Earliest Due Date Encoding for Scheduling Automotive Stamping Operations. *Computers & Industrial Engineering*.
- Maulik, U., & Bandyopadhyay, S. (2003). Fuzzy partitioning using a real-coded variable-length genetic algorithm for pixel classification. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, *41*(5), 1075-1081.
- Li, S., Wu, H., Wan, D., & Zhu, J. (2011). An effective feature selection method for hyperspectral image classification based on genetic algorithm and support vector machine. *Knowledge-Based Systems*, *24*(1), 40-48.
- Mansoori, E. G., Zolghadri, M. J., & Katebi, S. D. (2008). SGERD: A steady-state genetic algorithm for extracting fuzzy classification rules from data. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, *16*(4), 1061-1071.
- Aci, M., İnan, C., & Avci, M. (2010). A hybrid classification method of k nearest neighbor, Bayesian methods and genetic algorithm. *Expert Systems with Applications*, *37*(7), 5061-5067.
- Pan, W. T. (2012). A new fruit fly optimization algorithm: taking the financial distress model as an example. *Knowledge-Based Systems*, *26*, 69-74.
- Wu, G., Liu, Y., Wang, S., Huang, W., Liu, T., & Yin, Y. (2016, August). The classification prognosis models of hepatitis b virus reactivation based on Bayes and support vector machine after feature extraction of genetic algorithm. In *Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (ICNC-FSKD), 2016 12th International Conference on* (pp. 572-577). IEEE.
- Yang, S. X., & Li, N. (2006, August). Power demand forecast based on optimized neural networks by improved Genetic Algorithm. In *Machine Learning and Cybernetics, 2006 International Conference on* (pp. 2877-2881). IEEE.
- ZHANG, R., HONG, M., WANG, H. Z., LIU, K. F., & CHEN, Y. D. (2008). Retrieval Non-Linear Dynamic Forecast Model Of El Nino/La Nina Index Based on Genetic Algorithm Optimization. *Chinese Journal of Geophysics*, *51*(5), 958-966.
- Tehrani, R., & Khodayar, F. (2011). A hybrid optimized artificial intelligent model to forecast crude oil using genetic algorithm. *African Journal of Business Management*, *5*(34), 13130.
- Wei, L. Y. (2013). A hybrid model based on ANFIS and adaptive expectation genetic algorithm to forecast TAIEX. *Economic Modelling*, *33*, 893-899.
- Sakhuja, S., Jain, V., Kumar, S., Chandra, C., & Ghildayal, S. K. (2016). Genetic algorithm based fuzzy time series tourism demand forecast model. *Industrial Management & Data Systems*, *116*(3), 483-507.
- Casillas, A., De Lena, M. G., & Martínez, R. (2003, September). Document clustering into an unknown number of clusters using a genetic algorithm. In *International Conference on Text, Speech and Dialogue* (pp. 43-49). Springer Berlin Heidelberg.

www.SID.ir

Archive of SID

- Sheng, W., Swift, S., Zhang, L., & Liu, X. (2005). A weighted sum validity function for clustering with a hybrid niching genetic algorithm. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, *35*(6), 1156-1167.
- Qing, L., Gang, W., Zaiyue, Y., & Qiuping, W. (2008). Crowding clustering genetic algorithm for multimodal function optimization. *Applied Soft Computing*, *8*(1), 88-95.
- Azadeh, A., Saberi, M., Anvari, M., Azaron, A., & Mohammadi, M. (2011). An adaptive network based fuzzy inference system–genetic algorithm clustering ensemble algorithm for performance assessment and improvement of conventional power plants. *Expert Systems with Applications*, *38*(3), 2224-2234.
- Shi, K., & Li, L. (2013). High performance genetic algorithm based text clustering using parts of speech and outlier elimination. *Applied Intelligence*, *38*(4), 511-519.
- Yang, C. L., Kuo, R. J., Chien, C. H., & Quyen, N. T. P. (2015). Non-dominated sorting genetic algorithm using fuzzy membership chromosome for categorical data clustering. *Applied Soft Computing*, *30*, 113-122.
- Moradi, P., & Rostami, M. (2015). Integration of graph clustering with ant colony optimization for feature selection. *Knowledge-Based Systems*, *84*, 144-161.
- Gajjar, S., Sarkar, M., & Dasgupta, K. (2016). FAMACROW: Fuzzy and ant colony optimization based combined mac, routing, and unequal clustering cross-layer protocol for wireless sensor networks. *Applied Soft Computing*, *43*, 235-247.
- Liang, Z., Sun, J., Lin, Q., Du, Z., Chen, J., & Ming, Z. (2016). A novel multiple rule sets data classification algorithm based on ant colony algorithm. *Applied Soft Computing*, *38*, 1000-1011.
- Sameen, M. I., Pradhan, B., Shafri, H. Z., Mezaal, M. R., & bin Hamid, H. (2017). Integration of Ant Colony Optimization and Object-Based Analysis for LiDAR Data Classification. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*.

www.SID.ir