

به کار گیری الگوریتم ژنتیک در جهت جانمایی کارگاه‌های ساختمانی

مهدی نجاتی¹، پیام حسینی²، احمدرضا رافتی²

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مدیریت ساخت دانشگاه علوم تحقیقات

۲- دانشجوی مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شریف

p.hosseini@civil.sharif.edu

خلاصه

فعالیت‌های ساختمانی بزرگ سهم عمده‌ای از اقتصاد هر کشور را شامل می‌شوند. علیرغم این امر، عدم بهره‌گیری از دانش روز، عدم توجه به مدیریت ساخت صحیح و علمی و استفاده از روش‌های قدیمی و ناکارآمد، باعث شده است که نه تنها این صنعت سابقه بدی از نظر ایمنی و سلامت داشته باشد، بلکه در میان دیگر صنایع کمترین بازده اقتصادی را نیز دارا باشد. بهبود بهره دهی تولیدی همیشه دلخواه و ارزشمند است. در نتیجه ابداع روش‌های جدید و فرایندهای ساختمانی و مدیریتی خودکار، مورد توجه محققان امر مدیریت ساخت قرار گرفتند. در این تحقیق سعی شده است تا با استفاده از الگوریتم‌های ژنتیک و همچنین بهره‌گیری از سرعت کامپیوترها، شیوه‌ای برای بهینه‌یابی جانمایی وسایل موقتی در کارگاه‌های ساختمانی ارائه شود.

کلمات کلیدی: جانمایی، کارگاه ساختمانی، الگوریتم ژنتیک

مقدمه

جانمایی کارگاه ساختمانی، شامل تعیین وجود، نوع و قرارگیری وسایل و تجهیزات موقتی مورد استفاده در یک پروژه ساختمانی در طول اجرای پروژه است. در این تحقیق ابتدا یک تابع هزینه ناشی از جانمایی وسایل ارائه می‌شود. سپس با توجه به خصوصیات تابع ارائه شده، الگوریتم ژنتیک را به عنوان یک راه حل تکنیکی برای بهینه‌یابی معرفی کرده و سعی در حل مساله فرموله شده می‌کنیم [1]. هدف از این تحقیق بررسی کارایی الگوریتم ژنتیک جهت فرمول‌بندی و حل مساله جانمایی کارگاه‌های ساختمانی و ارائه یک روند خودکار در جانمایی بهینه هر کارگاه ساختمانی مورد نظر است.

تعریف جانمایی

مقصود از جانمایی کارگاه، شناسایی، گزینش و مشخص کردن وسایل موقتی لازم برای انجام عملیات مختلف ساختمانی، مشخص کردن اندازه، شکل و ابعاد آن‌ها و بالاخره قرار دادن آن‌ها در مکان بهینه در داخل یا اطراف کارگاه در زمان انجام پروژه می‌باشد.

تعریف وسایل موقتی

منظور از وسایل موقتی، کلیه ساختمان‌ها، تجهیزات، ماشین آلات و وسایل رفاهی لازمی است که در طول اجرای یک فعالیت ساختمانی یا عمرانی به کار گرفته می‌شوند و بعد از اتمام پروژه بر چیده می‌شوند.

اهمیت جانمایی در کارگاه‌های ساختمانی

یک جانمایی مناسب در موارد زیر تاثیر فراوان دارد:

- ۱- کاهش در هزینه پروژه ساختمانی
- ۲- افزایش کیفیت کار
- ۳- افزایش ایمنی کار
- ۴- بهبود تاثیرات زیست محیطی ناشی از کار
- ۵- ارتقای روحیه کارگران

واضح است که مواد فوق نزدیکی بسیار با هدف پروژه دارند. بنابراین می‌توان گفت جانمایی کارگاه از مهمترین مراحل انجام پروژه و تجهیز کارگاه می‌باشد. در ادامه به توضیح برخی مزایای جانمایی بهینه در یک پروژه می‌پردازیم.

کاهش در هزینه پروژه ساختمانی

یکی از اهداف سطح پایین در طرح جانمایی که به آسانی می‌توان آن را به صورت کمی اندازه‌گیری کرد، کاهش میزان فاصله، اعم از فاصله حمل مصالح یا فاصله جابجایی کارگران، کارمندان و یا ماشین آلات می‌باشد.

افزایش کیفیت کار

یک جانمایی مناسب تاثیر بسیار زیادی در کیفیت زیر مجموعه‌های یک پروژه عمرانی دارد. به طور مثال می‌توان گفت فاصله محل تولید بتن تا محل استفاده آن تاثیر بسزایی در افزایش مقاومت نهایی بتن دارد.

افزایش ایمنی کار

یکی از مهمترین معیارها در انتخاب یک جانمایی مناسب، در نظر گرفتن ایمنی طی روند پیشرفت قسمت‌های مختلف پروژه است. اهمیت ایمنی به قدری است که آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مختلفی برای انجام ایمن فعالیت‌های ساختمانی تدوین شده‌اند و در بسیاری از کشورها رعایت آن‌ها الزامی است.

بهبود تاثیرات زیست محیطی ناشی از کار

فعالیت‌های عمرانی از جمله منابع تولید آلودگی مخصوصاً آلودگی موضعی می‌باشند. در انجام فعالیت‌های عمرانی از ماشین آلات سنگین که سوخت زیادی مصرف می‌کنند استفاده می‌شود. کاهش در جابجایی این وسایل و همچنین کاهش فاصله بین مبدا و مقصد باعث کاهش مصرف سوخت و در نتیجه آلودگی کمتر می‌شود.

ارتقای روحیه کارگران

ارتقای روحیه کارگران یکی از اهداف سطح بالایی است که به صورت کمی قابل اندازه‌گیری نیست. با طرح جانمایی مناسب که در آن نیازهای کارگران و کارمندان در نظر گرفته شده باشد، می‌توان روحیه کارکنان را افزایش داد و باعث افزایش کارایی و بازده کار شد.

مراحل مختلف جانمایی کارگاه‌های ساختمانی

همانطور که در تعریف جانمایی ذکر شد، جانمایی شامل چهار مرحله عمده می‌باشد:

- ۱- شناسایی
- ۲- گزینش
- ۳- تعیین ابعاد و اندازه
- ۴- استقرار وسایل موقتی در کارگاه

شناسایی وسایل موقتی

خانم تاملین که یکی از متخصصان بنام در حل مسائل جانمایی کارگاه‌های ساختمانی است، وسایل موقتی را از لحاظ دوره بهره برداری به سه گروه طبقه‌بندی کرده است [2].

- الف- وسایل موقتی دراز مدت: که تقریباً در تمام مدت پروژه ساختمانی حضور دارند و به ندرت تغییر مکان می‌دهند، مانند دفاتر اداری.
- ب- وسایل موقتی میان مدت: که در مراحل عمده پروژه ساختمانی حضور دارند و به ندرت تغییر مکان می‌دهند، مانند انبارها.
- پ- وسایل موقتی کوتاه مدت: که در دوره‌های زمانی کوتاه مدت مورد استفاده قرار می‌گیرند و نسبتاً به سرعت جابجا می‌شوند، مانند انبارهای عملیاتی.

گزینش وسایل موقتی

بعد از شناسایی انواع وسایل، باید تصمیم بگیریم که چگونه و از کدام وسایل می‌توان برای پروژه ساختمانی مورد نظر بهره بگیریم. واقعیت این است که اتخاذ تصمیم در این مورد بسیار وابسته به تجربه است و معمولاً این کار به عهده افراد خبره که سابقه زیادی در مدیریت پروژه‌های ساختمانی دارند گذاشته می‌شود. در هر صورت در گزینش وسایل باید معیارها و مواردی که در زیر به آن‌ها اشاره می‌شود رعایت گردند:

- ۱- نوع اجرا
- ۲- بزرگی و ابعاد پروژه ساختمانی
- ۳- محل پروژه
- ۴- نوع طراحی
- ۵- نوع سازماندهی و برنامه‌ریزی ساخت
- ۶- نوع قرارداد

تعیین اندازه و شکل وسایل

پس از گزینش وسایل موقتی باید شکل و اندازه وسایل موقتی مشخص شوند. برای وسایل مختلف اندازه‌های متفاوتی در اکثر کارگاه‌ها بر اساس تجربه رعایت می‌شود.

استقرار یا چیدمان وسایل موقتی

این بخش مهم‌ترین و در واقع منظور اصلی از جانمایی وسایل در کارگاه و همچنین موضوع این مقاله می‌باشد و هدف آن پیدا کردن یک جانمایی ایده‌آل به گونه‌ای است که تابع هدف متناظر با آن بهینه شود. این تابع معمولاً یک تابع هزینه یا یک تابع سود همراه با محدودیت‌هایی جهت شبیه‌سازی موارد ایمنی و شرایط محیطی کارگاهی است.

بهینه‌یابی و الگوریتم ژنتیک

بهینه‌یابی ریاضی عنوانی است برای شاخه‌ای از علم محاسبات که به دنبال پاسخی برای این سوال که «بهترین چیست؟» در مسائلی که پاسخ آن‌ها به صورت کیفی می‌تواند به صورت یک مقدار عددی بیان شود، می‌گردد.

الگوریتم‌های ژنتیک، الگوریتم‌های جستجو هستند که بر اساس انتخاب طبیعی و فرایندهای ژنتیکی طبیعی بنا نهاده شده‌اند. در این الگوریتم‌ها با ترکیب اصل بقای برترها و یک دسته عملگرهای اتفاقی، روشی برای جستجوی پاسخ بهینه حاصل شده است. اگرچه الگوریتم ژنتیک در هر مرحله با استفاده از عملگرهای اتفاقی پیش می‌رود، اما بر خلاف روش جستجوی اتفاقی از اطلاعات بدست آمده در مراحل قبل برای رسیدن به جواب بهتر بهره می‌گیرد. عدم توقف در حداقل‌های موضعی و رسیدن به جواب بهینه مطلق و عدم نیاز به مشتق تابع و در نتیجه امکان بهینه‌یابی توابع غیر پیوسته دلایلی است که بکارگیری روزافزون این روش را موجب شده است. به علاوه در الگوریتم ژنتیک به جای محاسبه در یک نقطه از فضای طراحی، محاسبات بر روی مجموعه‌ای از نقاط انجام می‌شود و حرکت از یک نقطه از فضای طرح به نقطه دیگر به صورت اتفاقی انجام می‌پذیرد. لذا می‌توان برای افزایش سرعت محاسبات، از روش‌های تحلیل موازی استفاده نمود.

برای استفاده از الگوریتم ژنتیک برای تعیین نقاط بهینه، لازم است که ابتدا متغیرهای فضای طراحی در قالب جملاتی با طول و محدوده مشخص، مانند کروموزوم‌ها در علم ژنتیک، به کد شوند. برای این منظور روش‌های مختلفی بسته به نوع مساله مورد نظر وجود دارد.

هر کروموزوم از مجموعه ژن‌ها تشکیل یافته است. هر یک از این ژن‌ها بیانگر یک مقدار و یا یک حالت است. یک ژن در الگوریتم ژنتیک حاوی مقدار متغیر طراحی است. الگوریتم ژنتیک با انجام عملیات بر روی ژن‌ها در کروموزوم‌های مختلف به تدریج آن‌ها را اصلاح می‌کند و به جواب نزدیک می‌شود. این نحوه عملکرد بر خلاف روش‌های دیگر است که در آن‌ها خود متغیر، تغییر می‌یابد تا به جواب منتهی شود. پس از تشکیل کروموزوم‌ها، الگوریتم ژنتیک با استفاده از سه عملگر زیر به جستجوی پاسخ بهینه می‌پردازد:

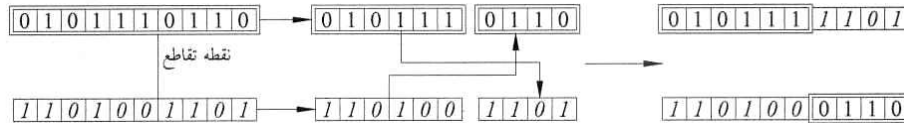
- ۱- تکثیر
- ۲- تولید مثل
- ۳- جهش

تکثیر

عملگری است که در آن هر کروموزوم بر حسب مقدار تابع هدف متناظر با آن برای ایجاد نسل بعدی تکثیر می‌یابد. به عبارت دیگر هر چه تابع هدف یک کروموزوم بزرگتر باشد، احتمال آن به عنوان مولد نسل بعد بیشتر می‌شود.

تولید مثل

پس از انتخاب کروموزوم‌ها بر اساس میزان تابع تطبیق متناظرشان، آن‌ها دوبرو با یکدیگر ترکیب شده و دو کروموزوم جدید تولید می‌گردد. این عمل توسط عملگر تولید مثل انجام می‌گیرد. این عملگر هر یک از جفت کروموزوم‌ها را به طور اتفاقی به اجزاء کوچکتر تفکیک می‌نماید و اجزاء آن‌ها را با یکدیگر جایجا می‌کند. شکل ۱ به صورت شماتیک عملکرد عملگر مذکور را نشان می‌دهد. به این ترتیب با ایجاد دو کروموزوم جدید، دو نقطه جدید در فضای طراحی حاصل می‌گردد.



شکل ۱- نحوه تولید مثل دو کروموزوم

جهش

پس از ایجاد دو کروموزوم جدید، مشابه آنچه در طبیعت اتفاق می‌افتد، به طور اتفاقی اما با احتمال بسیار کوچک بعضی از ژن‌های کروموزوم تغییر می‌یابند. به طور مصنوعی این عمل می‌تواند با تغییر یک یا چند بیت از کروموزوم، از صفر به یک یا بر عکس انجام می‌گیرد. این عملگر چون با احتمال بسیار کوچکی انجام می‌شود، از آن به عنوان عملگر ثانویه در الگوریتم ژنتیک یاد می‌شود. در صورتی که احتمال جهش زیاد انتخاب شود، سرعت همگرایی کاهش می‌یابد و در صورتی که احتمال کوچک انتخاب شود، ممکن است جواب بهینه عمومی حاصل نگردد. لذا انتخاب صحیح احتمال جهش در رسیدن به جواب می‌تواند بسیار مفید باشد.



شکل ۲- عمل جهش در یک کروموزوم

فاصله اقلیدسی

یکی از متداول‌ترین میزان‌های فاصله، فاصله اقلیدسی است. فرض کنید در صفحه مختصات قائم دو بردار (X, Y) را داشته باشیم و بخواهیم فاصله اقلیدسی $(d(X, Y))$ آن دو را محاسبه کنیم (۸).
فاصله اقلیدسی این دو بردار کوتاهترین فاصله بین آن‌ها است و با فرمول زیر بدست می‌آید:

$$d(X, Y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2} \quad (\text{رابطه ۱})$$

در حالی که n تعداد بعد بردار می‌باشد. لازم به ذکر است که برای تعیین فاصله اقلیدسی در واقع از قضیه معروف فیثاغورث برای محاسبه وتر مثلث استفاده می‌شود.

الگوریتم ژنتیک و جانمایی کارگاه‌های ساختمانی

در اینجا به معرفی و بررسی کارایی یک نمونه از الگوریتم‌های ارائه شده برای جانمایی کارگاه‌های ساختمانی می‌پردازیم:

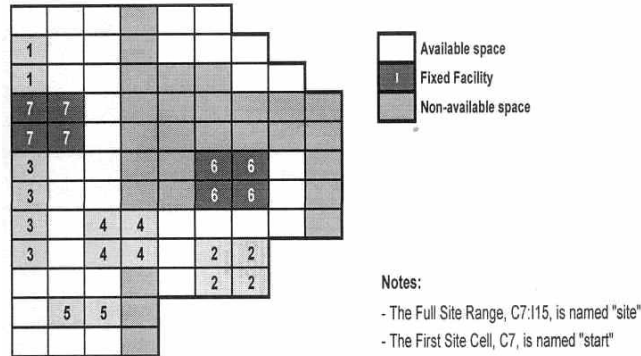
الگوریتم ابداعی "طارق حجازی" و "عماد البلتاجی" - برنامه (EvoSite)

بیان مساله

"طارق حجازی" و "عماد البلتاجی" در سال ۱۹۹۹ م. با استفاده از الگوریتم ژنتیک سعی در حل جانمایی استاتیکی کارگاه نمودند [9]. آن‌ها تلاش کردند تا در مدل خود شکل و مرزهای کارگاه ساختمانی و همچنین شکل و اندازه وسایل موقتی و ثابت را در نظر بگیرند. آن‌ها بدین منظور از نرم افزار "Excel" شرکت "Micro Soft" استفاده کردند. بدین منظور که نمایی از کارگاه فرضی را در یک صفحه "Excel" در نظر گرفتند. به طوری که هر خانه صفحه نمایانگر واحد مساحت و یا مقسوم علیه کلیه مساحت‌های وسایل کارگاه می‌باشد. برای هر وسیله یک مساحت و دو اندازه در جهات عمودی و افقی در نظر گرفته شد. همچنین برای جانمایی هر وسیله یک نقطه مرجع در گوشه سمت چپ بالایی وسیله معرفی می‌شود به طوری که مکان نقطه در صفحه از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\text{شماره ستون} + (\text{شماره ردیف} - 1) \times \text{تعداد ستون‌ها} = \text{مکان نقطه مرجع}$$

موانع و وسایل ثابت را نیز می‌توان به همین روش در صفحه مشخص کرد. شکل ۳ یک کارگاه نمونه در نظر گرفته شده در مدل آن‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۳- کارگاه نمونه مدل شده و وسایل ثابت و موقتی موجود در مدل

روابط نزدیکی نسبی بین وسایل

به طور کلی میزان دوری یا نزدیکی نسبی بین وسایل از همدیگر می‌تواند به دو صورت «کمی» و «کیفی» در نظر گرفته شود. در روش کمی، میزان دلخواه «دقیق» دو وسیله کنترل می‌شود. یعنی در تعیین میزان فاصله از اندازه‌های دقیق استفاده می‌شود. در این مدل از یک روش کیفی برای نمایش فاصله دلخواه وسایل استفاده شده است. برای این نمایش، مطلوبیت نزدیکی وسایل به همدیگر به شش رده تقسیم می‌شود. این شش درجه عبارتند از:

A: نزدیکی کاملاً لازم

E: نزدیکی بسیار مهم

I: نزدیکی مهم

O: نزدیکی معمولی

U: نزدیکی غیر مهم

X: نزدیکی نامطلوب

سپس برای هر رده یک وزن نسبی نمایی با پایه ۶ در نظر گرفته شد. مقادیر در نظر گرفته شده برای هر درجه نزدیکی در جدول ۱ قابل ملاحظه است.

وزن تقریبی	رده‌های نزدیکی نسبی	
$6^5=7776$	(A)	کاملاً لازم
$6^4=1296$	(E)	بسیار مهم
$6^3=216$	(I)	مهم
$6^2=36$	(O)	معمولی
$6^1=6$	(U)	غیر مهم
$6^0=1$	(X)	نامطلوب

جدول ۱- مقادیر نزدیکی نسبی برای رده‌های مختلف مطلوبیت

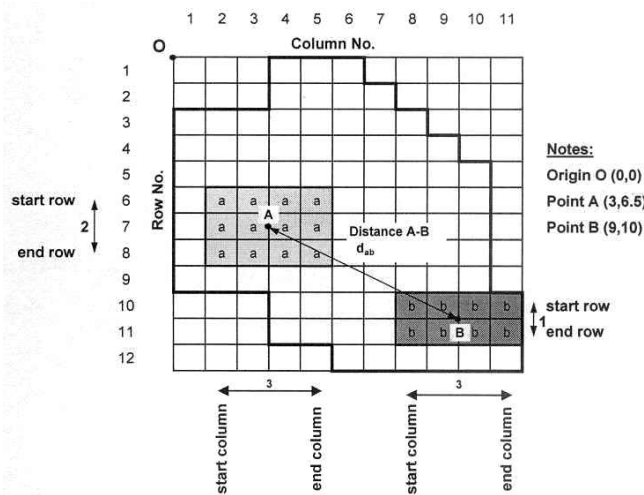
مدل سازی مساله با استفاده از الگوریتم ژنتیک

اجرای تکنیک الگوریتم ژنتیک در این مساله پنج مرحله را شامل می‌شود:

- ۱- مشخص کردن ساختار کروموزوم
- ۲- مشخص کردن تابع تطبیق جهت ارزیابی کروموزوم‌ها
- ۳- تولید جمعیت اولیه از کروموزوم‌ها
- ۴- انتخاب مکانیسم تکثیر و تولید نوزادان
- ۵- به کد کردن مساله به صورت یک برنامه کامپیوتری

مشخص کردن ساختار کروموزوم

ساختار کروموزوم به صورت رشته‌ای از المان‌ها تعیین شد. به طوری که هر المان همان نقطه مرجع هر وسیله است. همانطور که در شکل ۴ ملاحظه می‌شود، طول هر کروموزوم برابر تعداد وسایل است. هر کروموزوم نمایانگر یک پاسخ ممکن برای مساله است.



شکل ۴- فاصله بین وسایل

مشخص کردن تابع تطبیق جهت ارزیابی کروموزوم‌ها

جهت ارزیابی هر ژن یک تابع تطبیق معرفی می‌شود. مقدار تابع تطبیق برابر مجموع حاصلضرب وزن یا مقدار نزدیکی نسبی هر دو وسیله در فاصله اقلیدسی هر دو وسیله انتخاب می‌شود. با توجه به مطالب بیان شده در بخش ۴-۵، فاصله اقلیدسی هر وسیله در فضای دو بعدی از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$d_{ab} = \sqrt{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2} \quad (\text{رابطه ۲})$$

که در آن x_a و y_a مختصات مرکز هندسی وسیله a می‌باشند و در این مساله از روابط زیر بدست می‌آیند:

$$x_a = (a - \text{شماره ستون آغازین } a) / 2 + a \quad (\text{شماره ستون پایانی } a)$$

$$y_a = (a - \text{شماره ردیف آغازین } a) / 2 + a \quad (\text{شماره ردیف پایانی } a)$$

با بدست آوردن فاصله بین هر دو وسیله، مجموع فاصله رفت و آمد (تابع هدف) در یک جانمایی با n وسیله از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$\text{مجموع فاصله جابجایی (تابع هدف)} = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n d_{ij} \cdot R_{ij} \quad (\text{رابطه ۳})$$

که در آن R_{ij} وزن نسبی تقریبی دو وسیله i و j می‌باشد.

تولید جمعیت اولیه از کروموزوم‌ها

جمعیت اولیه می‌تواند به صورت کاملاً تصادفی تولید شود. بزرگی جمعیت (تعداد کروموزوم‌ها) عامل مهمی در بدست آوردن جواب بهینه است. یک جمعیت اولیه بزرگ (به اندازه چند صد کروموزوم) احتمال رسیدن به پاسخ بهینه مطلق را افزایش می‌دهد و از طرفی باعث افزایش زمان رسیدن به پاسخ بهینه می‌شود.

انتخاب مکانیسم تکثیر

بعد از اینکه جمعیت اولیه ایجاد شد، میزان تطبیق هر ژن (k) در این جمعیت m کروموزومی با استفاده از تابع تطبیق محاسبه می‌شود. سپس مطابق با آن ارزش نسبی هر کروموزوم از روابط زیر بدست می‌آید:

$$\text{مجموع تطبیق‌ها} = \sum_{k=1}^m fitness_k \quad (\text{رابطه ۴})$$

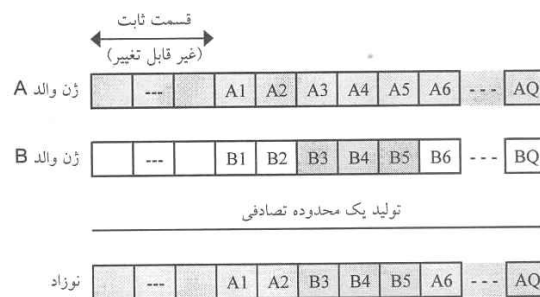
مجموع مقادیر تطبیق / مقدار تطبیق ژن k = ارزش نسبی کروموزوم k

بنابراین ارزش نسبی هر کروموزوم عددی مثبت و کوچکتر از یک است.

انتخاب هر ژن با توجه به ارزش نسبی آن می‌باشد. این روند باعث می‌شود که منطبق‌ترین کروموزوم‌ها جهت تولید مثل انتخاب شوند. بدون اینکه از انتخاب تصادفی صرفنظر شود.

تولید نوزادان - عملگر تولید مثل

تبادل اطلاعات بین دو والد از طریق یک روند تصادفی جهت تولید یک نوزاد مطابق شکل ۵ صورت می‌گیرد. همانطور که ملاحظه می‌شود از عملگر تولید مثل دو نقطه‌ای در برنامه استفاده شده است.



شکل ۵- عملگر تولید مثل برای تولید نوزادان

تولید نوزادان - عملگر جهش

عملگر جهش از طریق انتخاب تصادفی یک کروموزوم از بین جمعیت و سپس تبادل بعضی از اطلاعات آن کروموزوم با یکدیگر صورت می‌گیرد. نوزاد بوجود آمده از طریق جهش یا تولید مثل به وسیله تابع تطبیق ارزیابی می‌شود و در صورتی که عدد تطبیق آن بیشتر از بقیه در جمعیت باشد، باقی می‌ماند. معمولاً پروسه برای تعداد زیادی از نسل‌ها ادامه می‌یابد. در این برنامه به کاربر اجازه وارد کردن تعداد نسل‌ها داده شده است. در طی این پروسه جمعیت کل بهبود می‌یابد تا در نهایت پاسخ بهینه حاصل شود.

به کد کردن مساله به صورت یک برنامه کامپیوتری

مدل جانمایی ارائه شده و روندهای الگوریتم ژنتیک پیشنهادی در یک صفحه گسترده جهت ارائه بهتر پروسه و خودکار کردن طرح جانمایی ارائه شد. در تحقیق ارائه شده در نرم افزار «Excel» شرکت "Micro Soft" جهت نمایش مدل جانمایی کارگاه استفاده شده است. با استفاده از زبان ماکروی نرم افزار اشاره شده، پروسه به صورت بخشی از یک سیستم کامل طرح جانمایی کارگاه به کد شد. سیستم توسعه داده شده «سیستم طرح جانمایی کارگاه بر پایه تکامل» (EvoSite) نامیده شد. این سیستم شامل یک ماکرو برای به کد کردن الگوریتم ژنتیک، یک نمایه همساز با کاربر و اجزاء دیگر است. برنامه EvoSite به عنوان یک کتاب کار (Work Book) است که پنج صفحه گسترده زیر را شامل می‌شود:

۱- منوی اصلی شامل دکمه‌های جهت فعال سازی گزینه‌های مختلف برنامه

۲- یک صفحه شامل داده‌های مربوط به وسایل

۳- یک صفحه شامل یک ماتریس مربوط به روابط نزدیکی بین وسایل و وزن‌های تقریبی

۴- یک صفحه نقشه کارگاه برای ترسیم کارگاه مورد نظر و محدوده آن

۵- یک صفحه پاسخ جهت ذخیره سازی پاسخ‌های تولید شده و ممکن برای مساله

در این برنامه کاربر پس از وارد کردن اطلاعات مربوط به کارگاه و وسایل و روابط نزدیکی بین آن‌ها، با زدن دکمه شروع اقدام به اجرای الگوریتم ژنتیک نوشته شده جهت حل مساله می‌کند. در ابتدا برنامه تعداد کروموزوم‌های اولیه (بزرگی جمعیت) و تعداد نسل‌ها را از کاربر می‌خواهد. سپس روند تکامل با تولید جمعیت اولیه شروع می‌شود. در طول تولید هر کروموزوم ابتدا وسایل ثابت در مکان خود قرار داده می‌شوند. سپس وسایل موقتی با توجه به نقطه مرجع خود جایگذاری می‌شوند. برای جایگذاری هر وسیله برنامه کنترل می‌کند که نقطه مرجع وسیله در بیرون از کارگاه یا در خانه‌های اشغال شده توسط وسایل دیگر قرار نگیرد. این روند تا جایی که تمام وسایل در کارگاه جایگذاری شوند ادامه می‌یابد تا هر کروموزوم تولید شود. سپس مقدار تطبیق هر کروموزوم محاسبه می‌شود و این روند آنقدر ادامه می‌یابد تا جمعیت کامل شود. پس از ایجاد جمعیت، برنامه با استفاده از عملگرهای تولید مثل و جهش که در پیش ذکر شد، روند تکامل را ادامه می‌دهد تا به جانمایی بهینه دست یابد. هر زمان که نوزاد با استفاده از یکی از عملگرهای تولید مثل یا جهش تولید می‌شود، برنامه امکان جایگذاری آن وسیله در کارگاه مورد نظر را بررسی می‌کند. در صورتی که کروموزوم تولید شده یک پاسخ قابل قبول نباشد، برنامه آن را حذف می‌کند و دوباره اقدام به تولید کروموزوم نوزاد می‌نماید. هر نوزاد پاسخی است که میزان تطبیق آن برآورد می‌شود تا جایگزین بدترین ژن موجود در جمعیت شود.

نتیجه گیری

علیرغم آنکه جانمایی کارگاه‌های ساختمانی بخش مهمی از روند طرح تجهیز کارگاه می‌باشد و هزینه مربوط به آن درصد زیادی از هزینه پروژه را شامل می‌شود، تاکنون به دلایلی در پروژه‌های واقعی توجه کمی به آن شده است که این موضوع به علت خصوصیات و پیچیدگی‌های خاص مساله جانمایی است. تابع هزینه و یا تابع هدف در جانمایی یک تابع غیر خطی درجه دوم غیر قطعی کامل یا پیچیده است، لذا به سادگی توسط روش‌های ریاضی کلاسیک قابل حل نیست، بنابراین در حل آن باید از روش‌های ابتکاری مانند الگوریتم ژنتیک بهره گرفت.

فهرست منابع

- [1] Mawdesley, M. J. and Al-Jibouri, S. H. (2003) *Proposed Genetic Algorithms for Construction Site Layout*, Engineering Applications of Artificial Intelligence, 16, pp. 501-509.
- [2] Tommelein, I. D., Levitt, R. E., Hayes-Roth, B., and confrey, T. (1991) *Site Plan Experiments: Alternate Strategies for Site Layout Design*, Journal of Computing in Civil Engineering, ASCE, 5(1), 42-63.
- [3] Twort, A. C. and Rees, J. G. (1995) *Civil Engineering Supervision and Management*, 3rd Ed., Arnold, London.
- [4] Hamiani, A. (1989) *knowledge Representation for the Site Layout Problem*, Journal of Computing in Civil Engineering, ASCE, 16(5), 283-289.
- [5] Yeh, I. C. (1995) *Construction site layout using annealed neural network*, Journal of Computing in Civil Engineering, ASCE, 9(3), 201-208.
- [6] Zouein, P. P. and Tommelein, I. D. (1999) *Dynamic Layout Planning Using a Hybrid Incremental Solution Method*, Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 125(6), 400-408.
- [7] Silver, E. A. (2002) *An Overview of Heuristic Solution Methods*, Haskayne School of Business: University of Calgary, Oct. pp. 1-32.

(۸) بیل. راسل. جکسون. تام. (۱۳۸۰) *آشنایی با شبکه‌های عصبی*، ترجمه دکتر محمود البرزی، موسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف.

[9] Li, H. Love. and P. E, D. (2000) *Genetic Search for Solving Construction Site-Level Unequal-Area Facility Layout Problems*, *Automation in Construction*,**9**, pp. 217-226.