چکیده

روش‌های بهینه‌سازی حل مسئله به در این تحقیق ما به بررسی یکی از از در واقع الهام گرفته شده SA .می‌پردازیم Simulated Annealingنام فرآیند ذوب و دوباره سرد کردن مواد و به همین دلیل به شبیه‌سازی حرارتی لزوماً بهترین جواب SA یافته است. در این تحقیق ادعا نشده است که شهرت یک جواب خوب که می‌تواند بهینه هم باشد به دنبال SA بلکه .می‌کند را ارائه Np-Complete در حل بسیاری از مسائل بخصوص مسائل SA .می‌گردد بطور SA در [1]در پایان روش حل مسئله‌ی فروشنده‌ی دوره گرد .کاربرد دارد .است آورده شده مختصر

فهرست مطالب

شماره صفحه عنوان

1- مقدمه

را [2]زیادی از مسائل دارای طبیعت ترکیباتی سیستم‌های پیچیده اجتماعی تعداد روی ما قرار می‌دهند. مسیر کامیون‌های حمل و نقل باید تعیین شود، پیش فروش محصولات باید جایابی شوند، شبکه‌های ارتباطی باید انبارها یا نقاط بارگیری شوند، رابط‌های رادیویی می‌بایست دارای طراحی شوند، کانتینرها باید چوب، فلز، شیشه و چرم باید به اندازه‌های فرکانس مناسب باشند، مواد اولیه بی‌شمارند. تئوری پیچیدگی به ما می‌گوید لازم بریده شوند؛ از این دست مسائل نیستند. این مسائل در اندازه‌های کاربردی [3]پلی‌نومیال که مسائل ترکیباتی اغلب نمی‌توان جواب بهینه آنها را در مدت و عملی خود به قدری بزرگ هستند که مسائل باید حل شوند و زمان قابل پذیرش به دست آورد. با این وجود، این نمود به گونه‌ای که بسنده [4]بنابراین چاره‌ای نیست که به جواب‌های زیر بهینه .آیند دارای کیفیت قابل پذیرش بوده و در مدت زمان قابل پذیرش به دست

کیفیت قابل پذیرش تحت چندین رویکرد برای طراحی جواب‌های با هستند که محدودیت زمانی قابل پذیرش پیشنهاد شده است. الگوریتم‌هایی می‌توانند یافتن جواب‌های خوب در فاصله مشخصی از جواب بهینه را تضمین که به آن‌ها الگوریتم‌های تقریبی می‌گویند. الگوریتم‌های دیگری نیز هستند کنند می‌دهند با احتمال بالا جواب نزدیک بهینه تولید کنند که به آن‌ها که تضمین احتمالی گفته می‌شود. جدای از این دو دسته، می‌توان الگوریتم‌های تضمینی در ارائه جواب ندارند اما براساس الگوریتم‌هایی را پذیرفت که هیچ بهترین تقابل کیفیت و زمان حل شواهد و سوابق نتایج آن‌ها، به طور متوسط الگوریتم‌ها، الگوریتم‌های برای مسئله مورد بررسی را به همراه داشته‌اند. به این .هیوریستیک گفته می‌شود

روش‌ها یا اصولی برای تصمیم‌گیری بین چند هیوریستیک‌ها عبارتند از معیارها، دستیابی به اهداف مورد نظر. گزینه خط‌مشی و انتخاب اثربخش‌ترین برای نیاز به ساخت :هیوریستیک‌ها نتیجه برقراری اعتدال بین دو نیاز هستند و معیارهای ساده و در همان زمان توانایی تمایز درست بین انتخاب‌های خوب بد. برای بهبود این الگوریتم‌ها از اواسط دهه هفتاد، موج تازه‌ای از رویکردها آغاز گردید. این رویکردها شامل الگوریتم‌هایی است که صریحاً یا به صورت بین ایجاد تنوع جستجو (وقتی علائمی وجود دارد که جستجو به ضمنی تقابل می‌رود) و تشدید جستجو (با این هدف که سمت مناطق بد فضای جستجو کند) را مدیریت می‌کنند. این بهترین جواب در منطقه مورد بررسی را پیدا الگوریتم‌ها می‌توان به الگوریتم‌ها متاهیوریستیک نامیده می‌شوند. از بین این موارد زیر اشاره کرد:

[5]بازپخت شبیه‌سازی شده

[6]**ممنوع جستجوی**

[7]الگوریتم‌های ژنتیک

[8]شبکه‌های عصبی مصنوعی

[9]الگوریتم‌های مورچه بهینه‌سازی مورچه‌ای یا

(شبیه‌سازی شده (شبیه‌سازی حرارتی در این تحقیق ما به بررسی بازپخت می‌پردازیم.

2. SA چیست؟

به معنای شبیه‌سازی گداخت یا Simulated Annealing مخفف SA برای آن از عبارات شبیه‌سازی بازپخت فلزات، شبیه‌سازی حرارتی می‌باشد که تبرید نیز استفاده شده است. برخی مسائل شبیه‌سازی آب دادن فولاد و الگوریتم پیچیده و بزرگ می‌باشند. بنابراین بهینه‌سازی صنعتی در ابعاد واقعی غالباً نداشته و عموماً مستلزم صرف روش‌های حل سنتی و استاندارد، کارایی لازم را فن‌آوری کامپیوتر و زمان‌های محاسباتی طولانی هستند. خوشبختانه، با پیشرفت و ارتقا قابلیت‌های محاسباتی، امروزه استفاده از روش‌های ابتکاری SA جستجوگرهای هوشمند کاملاً متداول گردیده است. یکی از این روش‌ها دادن جامدات. این ایده ابتدا توسط شخصی شباهت دارد با حرارت SA .است سال 1953 بیان در [10]متروپلیس که در صنعت نشر فعالیت داشت به نام وی تشبیه کرد کاغذ را به ماده‌ای که از سرد کردن مواد بعد از [10].شد آنها بدست می‌آید. اگر یک جامد را حرارت دهیم و دمای آن را به حرارت دادن سپس آن را سرد کنیم جزئیات ساختمانی آن به روش و نقطه ذوب برسانیم اگر آن جامد را به آرامی سرد کنیم .نحوه سرد کردن آن وابسته می‌شود طور که ما می‌خواهیم فرم کریستال‌های بزرگی خواهیم داشت که می‌توانند آن .نمی‌آید بگیرند ولی اگر سریع سرد کنیم آنچه که می‌خواهیم بدست

از فرآیند سرد شدن مواد به وسیله شبیه‌سازی شده بود الگوریتم متروپلیس حالت ثابت منجمد تبدیل کاهش آهسته دمای سیستم (ماده) تا زمانی که به یک گام به گام به شود. این روش با ایجاد و ارزیابی جواب‌های متوالی به صورت

سمت جواب بهینه حرکت می‌کند. برای حرکت، یک همسایگی جدید به تصادفی ایجاد و ارزیابی می‌شود. در این روش به بررسی نقاط نزدیک صورت فضای جستجو می‌پردازیم. در صورتی که نقطه جدید، نقطه نقطه داده شده در کاهش دهد) به عنوان نقطه جدید در فضای جستجو بهتری باشد (تابع هزینه را هزینه را افزایش دهد) براساس یک تابع انتخاب می‌شود و اگر بدتر باشد (تابع ساده‌تر، برای کمینه سازی تابع احتمالی باز هم انتخاب می‌شود. به عبارت هزینه صورت می‌گیرد، هزینه، جستجو همیشه در جهت کمتر شدن مقدار تابع باشد. اما این امکان وجود دارد که گاه حرکت در جهت افزایش تابع هزینه معمولاً برای پذیرفتن نقطه بعدی از معیاری به نام معیار متروپلیس استفاده می شود:

P: احتمال پذیرش نقطه بعدی

C: یک پارامتر کنترلی

تغییر هزینه

فولاد، همان نقش دما را در پدیده فیزیکی پارامتر کنترل در شبیه‌سازی آب دادن نقطه فعلی در فضای جستجو است) با ایفا می‌کند. ابتدا ذره (که نمایش دهنده است) C بالای پارامتر کنترلی مقدار انرژی بسیار زیادی (که نشان دهنده مقدار از یک کمینه محلی را نشان داده شده است. این انرژی زیاد به ذره اجازه فرار کم C) می‌دهد. همچنانکه جستجو ادامه می‌یابد، انرژی ذره کاهش می‌یابد و در نهایت جستجو به کمینه کلی میل خواهد نمود. البته باید توجه (می‌شود پایین امکان فرار الگوریتم از کمینه محلی کاهش می‌یابد، به داشت که در دمای

آغازین بالاتر، امکان رسیدن به کمینه کلی هم بیشتر همین دلیل هر چه انرژی است. [10]

شروع از یک جواب اولیه به این ترتیب است که با SA روش بهینه سازی قبلی با تصادفی برای متغیرهای تصمیم‌گیری، جواب جدید در مجاورت جواب استفاده از یک ساختار همسایگی مناسب به طور تصادفی تولید می‌شود. بنابراین روش تولبد همسایگی است. برای پیاده سازی SA یکی از مسائل مهم در سازی حرارتی به سه عامل اساسی به شرح زیر نیازمندیم الگوریتم شبیه :

1. نقطه شروع:

را از آنجا آغاز می‌کنیم. این نقطه نقطه‌ای در فضای جستجو است که جستجو . معمولاً به صورت تصادفی انتخاب می شود

2. مولد حرکت:

بعهده دارد و با توجه به محاسبه هزینه این مولد وظیفه تولید حالات بعدی را . الگوریتم را مشخص می‌کند نقطه فعلی و هزینه نقطه بعدی، وضعیت حرکت

3. برنامه سرد کردن[11]:

الگوریتم را مشخص می‌کنند. بدین ترتیب که پارامترهایی که نحوه سرد کردن کاهش یابد و دماهای شروع و پایان دما چند وقت به چند وقت و به چه میزان متروپلیس را برای حل مسائل ایده[12] چقدر باشند. در سال 1982 کرک پاتریک برای SA همکارانش از به کار برد. در سال 1983 کرک پاتریک و تعدادی از .استفاده کردند TSP حل مسئله فروشنده دوره‌گرد یا

یکی از مسائل پایه در روشهای بهینه‌سازی است و عبارت است از TSP یک فروشنده دوره‌گرد ، ضمن مسافرت به تعداد معینی کمینه‌سازی مسافتی که باید دقیقاً یک بار صورت پذیرد و او باید به شهر باید طی کند. دیدار از هر شهر نتایج شبیه سازی حاکی از موفقیت .شهری که مبداء حرکتش است باز گردد سازی بود. از آن پس، شبیه TSP روش ارائه شده توسط کرک پاتریک در حل حرارتی در مسائل بهینه‌سازی گوناگونی به کار رفت و نتایج بسیار موفقیت [8].کسب کرد آمیزی

تصادفی هوشمند است. یک روش عددی با ساختار SA روش بهینه‌سازی مانع SAالگوریتم قابلیت انعطاف در کوچک گرفتن طول گام‌های تصادفی در بر آن از بروز هرگونه ناپایداری و ناهمگرایی در ترکیب با مدل می‌شود. علاوه در خروج از بهینه‌های محلی و همگرایی به سوی بهینه‌ی سراسری SA توانایی و در کاربردهای عملی به اثبات رسیده است. به طور مثال از جنبه‌ی نظری آبیاری در کشاورزی از الگوریتم در بهینه‌سازی بهره‌برداری کانال‌های SA روش Non- غیرصریح و مسائل ژنتیک مدل بهینه‌تری را می‌دهد. بهینه‌سازی توابع با روش‌های کلاسیک بهینه‌سازی دشوار و گاهی غیرممکن است Complete بایستی از روش‌های عددی بهینه‌سازی استفاده کرد. برای حل مسئله به روش و صورت می‌گیرد ابتدا مدل‌سازی ریاضی SA.

در خیلی از کتاب‌ها (انگلیسی) شرح داده شده است. اگر شما می‌خواهید به SA (Dowsland, راحت‌ترین تعریف باشید، به شما توصیه می‌کنیم کتاب دنبال را شرح داده بلکه حاوی مراجع SA بسیار خوب این کتاب نه تنها (1995 [5].معتبر بسیاری برای علاقه‌مندان می‌باشد

3- مقایسه SA با تپه‌نوردی[13]:

MAX الگوریتم تپه‌نوردی برای حل مسائل مصنوعی خواندیم که در هوش در تپه‌نوردی محلی را بدست می‌آوریم. ما تلاش می‌کنیم در الگوریتم MIN یا همسایگی استفاده کنیم از نقاط شروع متفاوت و می‌توانیم با افزودن اندازه‌ی یا MAX فضای حرکت بیشتری برای جستجو داشته باشیم. در تپه‌نوردی اگر SA .بدست نیاوریم کلی را MIN یا MAX شاید محلی را بدست آوریم MIN ما به برخی حرکت‌های بد برای فرار از SA این مشکل را حل می‌کند. در بجای شروع (SA) این الگوریتم محلی اجازه می‌دهیم. در MIN یا MAX می‌توانیم محلی گیر افتاده‌ایم، Max دوباره بطور تصادفی زمانی که مثلاً در یک محلی فرار MAX اجازه دهیم که جستجو چند قدم به طرف پایین بردارد، تا از کند.

انتخاب حرکت به همسایگی را Random بصورت SA برخلاف تپه‌نوردی، می‌کند. (به یاد آورید که نپه‌نوردی بهترین حرکت را که در دسترس است، وقتی ، تپه SA در یک سراشیبی نزول یا صعود می‌کند، انتخاب می‌کند.) در واقع است. اگر بهترین حرکت را نسبت به موقعیت جاری انجام نوردی بهبود یافته اشتباه حرکت کنید (حرکت بد) همواره مورد قبول خواهد بود. اگر SA دهید، این مبحث بیشتر احتمالاً آن حرکت می‌تواند مورد قبول واقع شود. راجع به .توضیح خواهیم داد

4- معیار پذیرش[14] (یک حرکت)

جواب جدید تنها در صورت بهبود تابع در الگوریتم‌های بهینه‌سازی محلی، جوابی که باعث بهبود نه تنها SA هدف پذیرفته می‌شود. این در حالیست که در بطور احتمالی تابع هدف می‌شود پذیرفته می‌شود بلکه جواب‌های نامناسب نیز (t) پذیرفته می‌شوند. یک قانون ترمودینامیک، راجع به رابطه‌ی درجه حرارت می‌دهد و احتمال افزایش اندازه‌ی انرژی ()، این قانون بصورت زیر توضیح است:

(1)

می‌شود. با گفته [15]بولتزمان مقداری ثابت است که به آن ثابت K که در آن استفاده از این قانون ترمودینامیک، احتمال پذیرفته شدن حرکت بد توسط رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

(2)

که در اینجا:

تغییر در تابع ارزیابی :

درجه حرارت t:

یک عدد تصادفی بین صفر و یک r:

احتمال حرکت به جواب جدید p:

جدید از جواب فعلی بهتر باشد حرکت به جواب جدید در صورتی که جواب بزرگ‌تر (0,1] دامنه و یا مقدار تابع احتمال حرکت از یک عدد تصادفی از باشد انجام خواهد یافت. در غیر اینصورت جستجوگر جواب جدید دیگری را

ارزیابی خواهد نمود. این حرکت گام به گام تا رسیدن به شرط توقف تولید و بررسی SA می‌یابد. یک مسئله‌ی مهم در الگوریتم پیشنهادی الگوریتم ادامه پیشنهادی است شرط تعادل و شرط توقف الگوریتم.

شرط تعادل:

و یا تعداد کل جواب تولید ، تعداد جواب پذیرفته شدهSA بطور کلی در روش تعادل در آن درجه شده در هر درجه حرارت به عنوان مبنایی برای بررسی شرط بررسی حرارت منظور می‌شود. به تعداد تعویض‌ها در هر درجه حرارت جهت است SA شرط تعادل، "دوره" گفته می‌شود. این تعداد به عنوان پارامتر الگوی باید تعیین گردد که.

شرط توقف:

استفاده می‌شود جهت بررسی شرط توقف از دو معیار:

است. معیار دیگر بر مبنای نسبت یک معیار رسیدن به درجه حرارت نهایی فعلی به تفاوت میزان پراکندگی جواب‌های پذیرفته شده در درجه حرارت متوسط مقادیر تابع هدف جهت جواب‌های پذیرفته شده در درجه حرارت اولیه و درجه حرارت فعلی است. در صورتی که این نسبت کم باشد یعنی سیستم به رسیده و متوقف می‌شود در غیر اینصورت با کاهش درجه حالت انجماد پیدا می‌کند حرارت، الگوریتم پیشنهادی ادامه.

5- رابطه‌ی بین SA و حرارت فیزیکی

می‌دهد چگونه حرارت یک جدول ارائه شده که نشان (Dowsland) در
:را می‌آوریم کرد). که در اینجا آن (Map) ترسیم نمود SA فیزیکی را می‌توان با

ترمودینامیکی شبیه‌سازی	بهینه‌سازی ترکیبی
حالت سیستم	راه‌حل ممکن
انرژی	هزینه
تغییر حالت	راه‌حل همسایه‌ها
درجه حرارت	کنترل پارامترها
ثابت حالت انجماد یا	راه‌حل هیورستیک

بهینه‌ای استفاده می‌شود که می‌تواند به از این جدول برای هر مسئله‌ی ترکیب
بوسیله‌ی نمونه‌گیری از (Kirk Patrick-Cerny) یک الگوریتم شبیه‌سازی
معادله‌ی (2) پذیرفته همسایه‌ها بطور تصادفی و قبول راه‌حل‌های بدتر که در
[8][3][5].شده‌اند، تبدیل شود

6- اجرای SA:

شما می‌توانید در خیلی از .ارائه شده است (Russell) الگوریتم زیر توسط
[15]:است کتاب‌ها پیدا کنید که به عنوان بهترین الگوریتم معرفی شده

```
FUNCTION  SIMULATED_ ANNEALING (problem , schedule)
Return        a sloution stste
Input :
```

problem , a problem

1. Schedule, a mapping from time to temperature

Local variables :
Current , a node
Next , a node
T , a "temperature" controling the probability of down ward steps
Current = make_node (intial_state[problem])
For t = 1 to do
T = schedul [t]
If T = 0 then
Return current
Next = a randomly selected success of current
= VALUE [Next] – VALUE [current]
If > 0 then
Current = Next
Else
Current = Next only with probability exp

7- برنامه سرد کردن[16]:

برنامه سرد کردن عبارتند از قسمت های تشکیل دهنده:

1. درجه حرارت آغازی[17]
2. درجه حرارت پایانی[18]
3. کاهش درجه حرارت در هر مرحله[19]

4. تکرار در هر درجه حرارت

1-7. درجه حرارت آغازین:

کافی گرم باشد تا حرکت به حالت مجاور درجه حرارت آغازین باید به اندازه زیاد باشد جستجو می‌تواند را اجازه دهد. اگر درجه حرارت آغازین خیلی تا تصادفی تبدیل می‌شود **جستجوی** حرکت کند به هر همسایگی و جستجو به زمانی که درجه حرارت به اندازه کافی سرد شود. پیدا کردن درجه حرارت مشکل هست و روش مشخصی برای مسائل مختلف ندارد. اگر آغازین مناسب مختلف) را در میان یک همسایگی و سایر ماکزیمم فاصله (هزینه توابع برای محاسبه درجه حرارت همسایگی‌ها بدانیم می‌توانیم از این اطلاعات (کنیم آغازین استفاده کنیم. (یعنی می‌توانیم انرژی لازم را محاسبه با یک درجه حرارت زیاد و شروع کنیم (rayward_smith) پیشنهاد شده راه‌حل‌های بد پذیرفته شوند و گرم کنیم آن را به سرعت تا زمانی که 60٪ از آغازین واقعی بدست بعد خیلی آهسته سرد کنیم. در این روش درجه حرارت [13].می‌آید

هست به سرعت گرم کردن ،(Dowsland) یک ایده ی مشابه، پیشنهاد شده و بعد سرد سیستم تا زمانی که نسبت دقیقی از راه‌حل‌های بد پذیرفته شوند انجام این مشابه آنچه در حرارت فیزیکی [5].کردن آهسته می‌تواند شروع شود می‌شود است، یعنی مواد گرم می‌شوند تا زمانی که مایع (ذوب) شوند و بعد می‌شوند. باید توجه کرد زمانی که مواد مایع شدند گرما دادن بیشتر بیهوده سرد .است

2-7. درجه حرارت پایانی:

حرارت کاهش یابد تا زمانی که به صفر برسد. معمولاً اجازه داده می‌شود درجه حرارت پایین مناسب باشد همچنین معیار توقف می‌تواند یک درجه.

3-7. کاهش درجه حرارت در هر مرحله:

ساده (یک تناوب هندسی) کاهش دما را معمولاً می‌توان با یک رابطه خطی بدست آورد:

باشد تا بهترین نتیجه بدست آید و 0.99 تجربه نشان می دهد با ید بین 0.8 تا الگوریتم طولانی نشود.

4-7. تکرار در هر دما:

است از رابطه ای که استفاده می شود عبارت :

یک مقدار کوچک مناسب است.

بزرگ باشد و در دماهای بالا عدد تکرار در دماهای پایین، عدد تکرار باید می‌تواند کوچک باشد.

8- تابع هزینه[21]:

برای اندازه گیری کیفیت آن روش باشد. ره‌آورد حل یک مسئله باید روشهایی داده می‌شود تابع هزینه معمولاً پیچیده است و با نمایش:

مجاور ارزیابی تفاوت بین راه‌حل جاری و راه‌حل :

9- همسایگی[22]:

ابتدا به دنبال این هستید که چگونه از وقتی راجع به یک مسئله فکر می‌کنید ، از یک NODE حالت را یک یک حالت می‌توان به حالت دیگر رفت. اگر هر باید SA گراف فرض کنیم همسایگی‌های مشخصی خواهیم داشت. در انتخاب کرد که تا حد ممکن همگرایی مسئله برای همسایگی‌ها را طوری رسیدن به جواب حفظ شود.

همسایگی روش‌های جابجایی در:

1.جابجایی جهت‌دار(DIS):

فرض کنیم،اولین و آخرین خانه‌ی اگر همسایگی ها را به صورت یک آرایه میانی باشد با هر کدام از آرایه با مجاورش تعویض می‌شود و اگر از خانه های دو خانه ی مجاورش که مناسب‌تر است.

2.جابجایی تصادفی(RIS):

و باهم تعویض می‌شوند دو خانه از آرایه بطور تصادفی انتخاب.

3.جابجایی مجاور(AIS):

مجاور،به صورت تصادفی یکی است با این تفاوت که از دو خانه DIS مشابه انتخاب می‌شود.

10- روش حل TSP با SA:[19]

بررسی خواهیم کرد. را به عنوان نمونه TSPمسئله SAبرای آشنایی بیشتر با در تپه نوردی را به طور مختصر بررسی می‌کنیم و سپس TSP ابتدا روش حل

به طور خلاصه می‌بینیم. برای کسب اطلاعات بیشتر را SA حل با شیوه‌ی
کنید می‌توانید به مراجع معرفی شده رجوع.

Hill-climbing

Hill-climbing: Attempt to maximize Eval(X) by moving to
the highest configuration in our moveset. If they're all lower, we are stuck at a "local optimum."

1. Let X := initial config
2. Let E := Eval(X)
3. Let N = moveset_size(X)
4. For (i = 0 ; i<N ; i := i+1)
Let E*i* := Eval(move(X,i))
5. If all E*i*'s are ≤ E, terminate, return X
6. Else let i* = argmaxi E*i*
7. X := move(X,i*)
8. E := E*i**
9. Goto 3

Simulated Annealing

1. Let X := initial config
2. Let E := Eval(X)
3. Let i = random move from the moveset
4. Let E*i* := Eval(move(X,i))
5. If E < E*i* then
X := move(X,i)

E := E*i*
Else with some probability,
accept the move even thoughthings get worse:
X := move(X,i)
E := E*i*
6. Goto 3 unless bored.

Channel Routing: Cost Function

"Clearly, the objective function to be minimized is the channel width **w**.
However, **w** is too crude a measure of the quality of intermediate
solutions. Instead, … the following cost function is used:"

$$c = w^2 + \lambda_p \cdot p^2 + \lambda_u \cdot u$$

where
p is a lower bound on the size of the constraint graph after future
merge operations,
u measures the variance of how tightly the horizontal tracks are
packed,
and λ_p and λ_u are hand-tweaked constants.

11- نتیجه‌گیری:

دیگر حل بهینه‌ی آن‌ها شاید غیر ممکن به برخی مسائل پیچیده که با روش‌های ارائه نمی‌کند ولی لزوماً بهترین جواب را SA .قابل حل است SA نظر برسد با

صورتی که می‌تواند یک جواب خوب که بهینه هم باشد ارائه کند، البته در در حل بسیاری از SA پارامترهای مورد نیاز درست انتخاب شوند. به طور کلی مشکل موفق بوده و در برخی از آن‌ها جواب بهینه‌تری نسبت به سایر مسائل متاهیوریستسک ارائه نموده است. شایان ذکر است که این نوشته الگوریتم‌های Graham ، نوشته‌یSimulated Annealing ترجمه‌ای آزاد از مقاله نویسنده در تاریخ اکتبر 2007 میلادی است. در پایان منابع ذیل (که Kendall .می‌کنیم مورد استفاده قرار داده) را برای مطالعه بیشتر پیشنهاد

منابع

1. Aarts, E.H.L., Korst, J.H.M. 1989. Simulated Annealing and Boltzmann Machines. Wiley, Chichester.
2. E.K. Burke and G. Kendall, "*Evaluation of Two Dimensional Bin Packing Problem using the No Fit Polygon*", Proceedings of the 26th International Conference on Computers and Industrial

Engineering, Melbourne, Australia, 15-17 December 1999, pp 286-291

3. Cěrny, V. 1985. A Thermodynamical Approach to the Travelling Salesman Problem; An Efficient Simulation Algorithm. *J. of Optimization Theory and Applic.* 45, 41-55
4. Connolly, D.T. 1990. An Improved Annealing Scheme for the QAP. EJOR, 46, 93-100
5. Dowsland, K.A. 1995. Simulated Annealing. In Modern Heuristic Techniques for Combinatorial Problems (ed. Reeves, C.R.), McGraw-Hill, 1995
6. Hajek, B. 1988. *Cooling Schedules for Optimal Annealing*. Mathematics of Operations Research, vol 13, No. 2, pp311-329
7. Johnson, D.S., Aragon, C.R., McGeoch, L.A.M. and Schevon, C. 1991. Optimization by Simulated Annealing: An Experimental Evaluation; Part II, Graph Coloring and Number Partitioning. Operations Research, 39, 378-406
8. Kirkpatrick, S , Gelatt, C.D., Vecchi, M.P. 1983. *Optimization by Simulated Annealing*. Science, vol 220, No. 4598, pp671-680
9. Lundy, M., Mees, A. 1986. Convergence of an Annealing Algorithm. Math. Prog., 34, 111-124
10. Metropolis, N., Rosenbluth, A.W., Rosenbluth, M.N., Teller, A.H., Teller, E. 1953. Equation of State Calculation by Fast Computing Machines. *J. of Chem. Phys.*, 21, 1087-1091.

11. Mitra, D., Romeo, F., Sangiovanni-Vincentelli, A. 1986. *Convergence and Finite Time Behavior of Simulated Annealing*. Advances in Applied Probability, vol 18, pp 747-771
12. A. Rana, A.E. Howe, L.D. Whitley and K. Mathias. 1996. Comparing Heuristic, Evolutionary and Local Search Approaches to Scheduling. Third Artificial Intelligence Plannings Systems Conference (AIPS-96)
13. Rayward-Smith, V.J., Osman, I.H., Reeves, C.R., Smith, G.D. 1996. Modern Heuristic Search Methods. John Wiley & Sons.
14. P. Ross, D. Corne and F. Hsiao-Lan. 1994. Improving Evolutionary Timetabling with Delta Evaluation and Directed Mutation. In Y. Davidor, H-P Schwefel and R. Manner (eds) Parallel Problem Solving in Nature, Vol 3, Springer-Verlag, Berlin
15. Russell, S., Norvig, P. 1995. *Artificial Intelligence A Modern Approach*. Prentice-Hall
16. Rutenbar, R.A. 1989. *Simulated Annealing Algorithms : An Overview*. IEEE Circuits and Devices Magazine, Vol 5, No. 1, pp 19-26
17. Van Laarhoven, P.J.M, Aarts, E.H.L. 1987. *Simulated Annealing: Theory and Applications*. D. Reidel Publishing
18. White, S.R. 1984. *Concepts of Scale in Simulated Annealing*. Proceedings International Conference on Computers in Design, pp 646-665