



به نام خدا

الگوریتم کرم شب تاب (Firefly Algorithm)

زهرا منصوری

زمستان 1402

کرم شب تاب :

کرم شب تاب بر خلاف نامش از خانواده حشرات و زیرمجموعه سوسک ها می باشد. کرم های شب تاب نور سرد تولید می کنند که فاقد طیف های فروسرخ و فرابنفش می باشد. این نور که طول موج آن از ۵۱۰ تا ۶۷۰ نانومتر متغیر است می تواند به رنگ های زرد، سبز یا قرمز کم رنگ شود. دانشمندان پیشتر بر این عقیده بودند که این حشرات با نور شفقی فسفری شان موجب جلب توجه جنس مخالف برای جفت گیری و یا صید برای شکار می شوند. اما تحقیقاتی که اخیرا توسط گروهی از محققین با سرپرستی دانشمند بلژیکی، رافائل دی کاک انجام شده است نشان می دهد که کرم های شب تاب از نوردهی به عنوان یک سیستم دفاعی برای مقابله با شکارچیان استفاده می کنند. حشرات دیگر با دیدن نور کرم شب تاب به آنها نزدیک نمیشوند و قورباغه نیز علاقه چندانی به شکار آن ندارد. تحقیقات نشان داده است که حتی اگر کرم شب تاب بر فراز آب پرواز کند، ماهیها و حتی کوسه از آن میترسند و فرار میکنند. نور چشمک زن از کرم های شب تاب در آسمان تابستان مناطق گرمسیری و متعدل دید شگفت انگیزی را ایجاد میکند. اغلب اوقات الگوری نورچشمک زن برای یک گونه خاص منحصر به فرد می باشد. نور چشمک زد توسط یک فرایند شب تابی یا بیولومینسنس ایجاد میشود. دو عمل اساسی ای که این نورهای چشمک زن انجام میدهند عبارتند از جذب شریک جنسی (ارتباط یا جفت گیری) و جذب طعمه می باشد. علاوه بر این، نور چشمک زن گاهی اوقات بعنوان یک مکانیسم هشدار دهنده برای حفاظت از شکارچیان کرم شب تاب عمل کند.

الگوریتم کرم شب تاب چیست ؟

الگوریتم کرم شب تاب یک الگوریتم بهینه‌ساز فراابتکاری است که از رفتار چشم‌کزن کرم‌های شب تاب الهام گرفته شده است. این الگوریتم یک الگوریتم فراابتکاری کارآمد است که از طبیعت الهام گرفته شده است و مبتنی بر جمعیت است و راه حل خود را بر اساس ویژگی‌های کرم شب تاب استخراج می‌کند. از این الگوریتم می‌توان برای حل مسائل بهینه‌سازی استفاده کرد.



تشریح الگوریتم کرم شب تاب:

ایده اصلی آن از ارتباط نوری میان کرم های شب تاب الهام گرفته شده است. این الگوریتم را می توان از مظاهر هوش ازدحامی دانست، که در آن از همکاری اعضای ساده و کم هوش، مرتبه بالاتری از هوشمندی ایجاد می شود که قطعا توسط هیچ یک از اجزا قابل حصول نیست. الگوریتم FA یک الگوریتم **فراکتشافی**، با الهام از رفتار های کرم شب تاب مصنوعی است. این الگوریتم با فرضیه زیر فرمول بندی شده است:

1. همه کرم شب تاب ها تمایل جنسی دارند، به طوری که یک کرم شب تاب به تمام کرم های شب تاب دیگر را جذب می کند
2. جذابیت متناسب است به روشنایی خود، و برای هر دو کرم شب تاب یکی کمتر روشن خواهد شد جذب (و در نتیجه به حرکت می افتد) یکی روشن تر، با این حال، روشنایی می تواند به عنوان فاصله آنها افزایش و یا کاهش یابد .
3. اگر کرم شب تابی روشن تر از کرم شب تاب داده شده وجود داشته باشد آن را به طور تصادفی حرکت خواهد داد.

الگوریتم FA با مدلسازی رفتار مجموعه ای از کرم های شب تاب و تخصیص مقداری مرتبط با برازندگی مکان هر کرم شب تاب به عنوان مدلی برای میزان رنگدانه های شب تاب و به روز کردن مکان کرم ها در تکرار های متوالی الگوریتم به جستجوی جواب بهینه مسئله می پردازد. در واقع دو مرحله اصلی الگوریتم در هر تکرار فاز به روز کردن **رنگدانه و فاز حرکت** هستند. کرم های شب تاب به سمت کرم های شب تاب دیگر با رنگدانه بیشتر که در همسایگی آنها باشند حرکت می کنند. به این ترتیب طی تکرار های متوالی مجموعه به سمت جواب بهتر متمایل می گردد.

ویژگی‌های الگوریتم کرم شب تاب :

1. کرم‌های شب تاب تک جنسیتی هستند به‌طوری‌که یک کرم شب تاب بدون توجه به جنسیت آنها جذب سایر کرم‌های شب تاب می‌شود.
2. جذابیت متناسب با روشنایی است و هر دوی اینها با افزایش فاصله کاهش می‌یابند.
3. برای هر دو کرم شب تاب چشم‌کزن، کرم شب تاب کم‌نورتر به سمت پرنورتر حرکت می‌کند.
4. در صورتی‌که روشن‌تر از یک کرم شب تاب خاص وجود نداشته باشد، به طور تصادفی حرکت می‌کند.
5. روشنایی یک کرم شب تاب توسط تابع هدف تعیین می‌شود.

تاریخچه کرم شب تاب :

الگوریتم کرم شب تاب یا Firefly Algorithm به اختصار (FA) در اواخر سال ۲۰۰۷ و توسط Xin-She Yang معرفی شده است.

ایده اصلی الگوریتم FA، از ارتباط نوری میان کرم های شب تاب الهام گرفته شده است. این الگوریتم را می توان از مظاهر هوش ازدحامی یا Swarm Intelligence دانست، که در آن از همکاری (و احتمالاً رقابت) اعضای ساده و کم هوش، مرتبه بالاتری از هوشمندی ایجاد می شود که قطعات توسط هیچ یک از اجزا قابل حصول نیست.

مراحل الگوریتم کرم شب تاب:

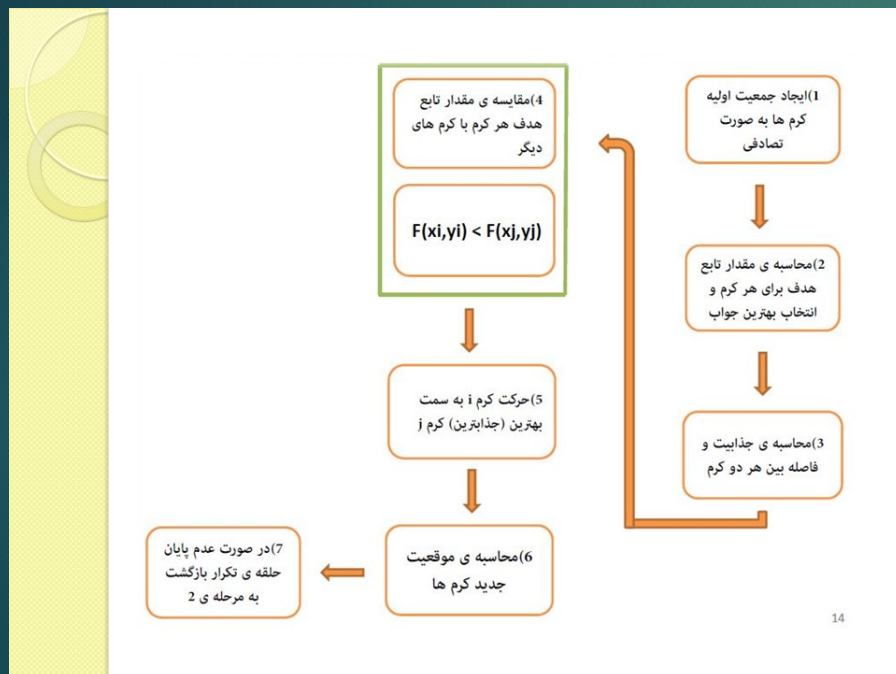
مقداردهی جمعیت: جمعیت با راه‌حل‌های تصادفی مقداردهی اولیه می‌شود.

ارزیابی شایستگی: میزان شایستگی هر راه‌حل ارزیابی می‌شود.

به‌روزرسانی شدت نور: شدت نور هر کرم شب تاب بر اساس ارزش تناسب آن به‌روز می‌شود.

حرکت کرم شب تاب: هر کرم شب تاب به سمت کرم شب تاب دیگری حرکت می‌کند که از خودش روشن‌تر است.

به‌روزرسانی موقعیت: موقعیت هر کرم شب تاب بر اساس شدت نور جدید آن به‌روز می‌شود.



کد الگوریتم بهینه سازی کرم شب تاب :

```
1: Define objective function  $f(x)$ ;  
2: Define operating parameters for FA;  
3: Generate initial population of fireflies;  
4: Calculate light intensity  $I_i$  at  $x_i$  by using  $f(x)$ ;  
5:  $t=0$ ;  
6: while ( $t < \text{Max iteration}$ )  
7:   for  $i=1:n$   
8:     for  $j=1:i$   
9:       if ( $I_i < I_j$ )  
10:        move firefly  $i$  towards firefly  $j$ ;  
11:      end if  
12:      update attractiveness;  
13:      evaluate new solutions and update intensity;  
14:    end for  $j$   
15:  end for  $i$   
16: rank the fireflies and find the current best one;  
17: end while  
18: return result;
```


کاربرد های کرم شب تاب:

از الگوریتم کرم شب تاب برای مسائل مختلف بهینه سازی مانند انتخاب ویژگی، ردازش تصویر و خوشه بندی استفاده شده است. در اینجا چند مورد استفاده از الگوریتم کرم شب تاب آورده شده است: انتخاب ویژگی: برای انتخاب ویژگی در یادگیری ماشین استفاده شده است.

ردازش تصویر: برای تقسیم بندی تصویر و تشخیص لبه استفاده شده است.

خوشه بندی: برای تعیین تعداد بهینه خوشه ها در داده کاوی استفاده شده است.

رباتیک: برای برنامه ریزی مسیر در رباتیک استفاده شده است.

زمان بندی: مسائل زمان بندی برای تعیین زمان بندی بهینه استفاده شده است.

زیست پزشکی و مراقبت های بهداشتی: در زمینه های مهم پزشکی مانند طبقه بندی سرطان سینه، تصاویر شبکه ای انسان، طبقه بندی تومور سینه، تشخیص تومور مغزی، نظارت بر سلامت و غیره استفاده شده است.

مزایا الگوریتم کرم شب تاب:



1. پیاده‌سازی آن آسان است و به پارامترهای کمی نیاز دارد.

2. در یافتن بهینه جهانی مؤثر است.

3. در برابر نویز مقاوم است و می‌تواند عملکردهای چندوجهی را انجام دهد.

4. از نظر محاسباتی کارآمد است.

معایب الگوریتم کرم شب تاب:



1. می‌تواند در بهینه محلی گیر کند.

2. می‌تواند به انتخاب پارامترها حساس باشد.

3. ممکن است در حل برخی از مسائل کند باشد.

الگوریتم کرم شب تاب تغییر یافته:

الگوریتم کرم شب تاب برای بهبود عملکرد آن با روش‌های مختلفی اصلاح شده است. در اینجا چند نمونه از الگوریتم‌های اصلاح شده کرم شب تاب آورده شده است:

NMSA_FFA: این الگوریتم شامل خود تطبیق دادن پارامترهای کنترل، یک مدل جمعیت، و یک روش جستجوی محلی است که تلاش می‌کند اکتشاف و بهره‌برداری را با جمعیت نخبه و پارامتر خود تطبیق آلفا متعادل کند.

MFA: الگوریتم کرم شب تاب اصلاح شده (**MFA**) یک الگوریتم بهینه‌سازی فراابتکاری الهام گرفته از طبیعت است که برای بهینه‌سازی طراحی سازه چندبعدی استفاده می‌شود.

الگوریتم کرم شب تاب در کجا استفاده می‌شود؟

روشنایی یا شدت نور یک کرم شب تاب با مقدار تابع هدف یک مسئله مشخص تعیین می‌شود. در حوزه‌های مختلفی این الگوریتم استفاده می‌شود از جمله: مسائل بهینه‌سازی، مسائل شبکه و مسائل پردازش تصویر.



آیا الگوریتم کرم شب تاب یک الگوریتم فراابتکاری مدرن است؟



بله، الگوریتم کرم شب تاب یک الگوریتم فراابتکاری قدرتمند و کارآمد است که عملکرد مؤثری را در حل مسائل بهینه‌سازی مهندسی نشان داده است. این الگوریتم رفتار چشمک‌زن کرم شب تاب را تقلید می‌کند و راه حل‌ها را به‌صورت تصادفی تولید می‌کند و آنها را به‌عنوان کرم شب تاب در نظر می‌گیرد.