بهینه سازی مسائل بروش کلونی مورچه(ACO) :

همانطور که می دانیم مسئله یافتن کوتاهترین مسیر، یک مسئله بهینه سازیست که گاه حل آن بسیار دشوار است و گاه نیز بسیار زمانبر. بعنوان مثال مسئله فروشنده دوره گرد(TSP). در این مسئله فروشنده دوره گرد باید از یک شهر شروع کرده، به شهرهای دیگر برود و سپس به شهر مبدا بازگردد بطوریکه از هر شهر فقط یکبار عبور کند و کوتاهترین مسیر را نیز طی کرده باشد. اگر تعداد این شهرها n باشد در حالت کلی این مسئله از مرتبه !(n-1) است که برای فقط 21 شهر زمان واقعا زیادی می برد:

$20! = 2/433*10^{18}*10ms = 2/433*10^{16}\ S = 1/7*10^{13}$ روز

با انجام یک الگوریتم برنامه سازی پویا برای این مسئله ، زمان از مرتبه نمایی بدست می آید که آن هم مناسب نیست. البته الگوریتم های دیگری نیز ارائه شده ولی هیچ کدام کارایی مناسبی ندارند. ACO الگوریتم کامل و مناسبی برای حل مسئله TSP است.

مورچه ها چگونه می توانند کوتاهترین مسیر را پیدا کنند؟

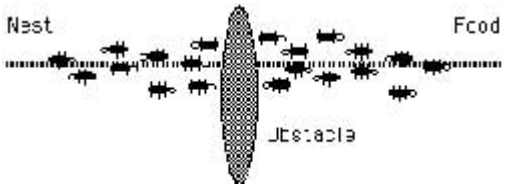
مورچه ها هنگام راه رفتن از خود ردی از ماده شیمیایی فرومون(Pheromone) بجای می گذارند البته این ماده بزودی تبخیر می شد ولی در کوتاه مدت بعنوان رد مورچه بر سطح زمین باقی می ماند. یک رفتار پایه ای ساده در مورچه های وجود دارد :

آنها هنگام انتخاب بین دو مسیر بصورت احتمالاتی(Statistical) مسیری را انتخاب می کنند که فرومون بیشتری داشته باشد یا بعبارت دیگر مورچه های بیشتری قبلا از آن عبور کرده باشند. حال دقت کنید که همین یک تمهید ساده چگونه منجر به پیدا کردن کوتاهترین مسیر خواهد شد :

همانطور که در شکل 1-1 می بینیم مورچه های روی مسیر AB در حرکت اند (در دو جهت مخالف) اگر در مسیر مورچه ها مانعی قرار دیهم(شکل 2-1) مورچه ها دو راه برای انتخاب کردن دارند. اولین مورچه از A می آید و به C می رسد، در مسیر هیچ فرومونی نمی بیند بنابر این برای مسیر چپ و راست احتمال یکسان می دهد و بطور تصادفی و احتمالاتی مسیر CED را انتخاب می کند. اولین مورچه ای که مورچه اول را دنبال می کند زودتر از مورچه اولی که از مسیر CFD رفته به مقصد می رسد. مورچه ها در حال برگشت و به مرور زمان یک اثر بیشتر فرومون را روی CED حس می کنند و آنرا بطور احتمالی و تصادفی (نه حتما و قطعا) انتخاب می کنند. در نهایت مسیر CED بعنوان مسیر کوتاهتر برگزیده می شود. در حقیقت چون طول مسیر CED کوتاهتر است زمان رفت و برگشت از آن هم کمتر می شود و در نتیجه مورچه های بیشتری نسبت به مسیر دیگر آنرا طی خواهند کرد چون فرومون بیشتری در آن وجود دارد.

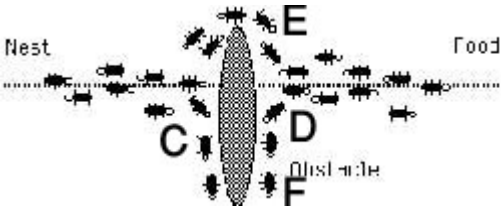
نکه بسیار با اهمیت این است که هر چند احتمال انتخاب مسیر پر فرومون ت توسط مورچه ها بیشتر است ولی این کماکان احتمال است و قطعیت نیست. یعنی اگر مسیر CED پرفرومون تر از CFD باشد به هیچ عنوان نمی شود نتیجه گرفت که همه مورچه ها از مسیر CED عبور خواهند کرد بلکه تنها می توان گفت که مثلا 90٪ مورچه ها از مسیر کوتاهتر عبور خواهند کرد. اگر فرض کنیم که بجای این احتمال قطعیت وجود می داشت، یعنی هر مورچه فقط و فقط مسیر پرفرومون تر را انتخاب میکرد آنگاه اساسا این روش ممکن نبود به جواب برسد. اگر تصادفا اولین مورچه مسیرCFD(مسیر دورتر) را انتخاب می کرد و ردی از فرومون بر جای می گذاشت آنگاه همه مورچه ها بدنبال او حرکت می کردند و هیچ وقت کوتاهترین مسیر یافته نمی شد. بنابراین تصادف و احتمال نقش عمده ای در ACO بر عهده دارند.

نکته دیگر مسئله تبخیر شدن فرومون بر جای گذاشته شده است. برفرض اگر مانع در مسیر AB برداشته شود و فرومون تبخیر نشود مورچه ها همان مسیر قبلی را طی خواهند کرد. ولی در حقیقت این طور نیست. تبخیر شدن فرومون و احتمال به مورچه ها امکان پیدا کردن مسیر کوتاهتر جدید را می دهند.

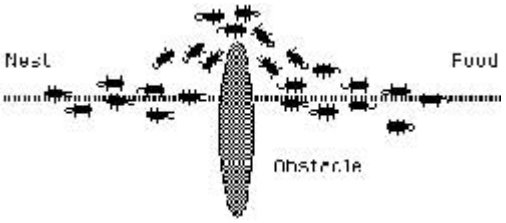


1-2

1-1



1-3



1-4

مزیتهای ACO:

همانطور که گفته شد «تبخیر شدن فرومون» و «احتمال-تصادف» به مورچه ها امکان پیدا کردن کوتاهترین مسیر را می دهند. این دو ویژگی باعث ایجاد انعطاف در حل هرگونه مسئله بهینه سازی می شوند. مثلا در گراف شهرهای مسئله فروشنده دوره گرد، اگر یکی از یالها (یا گره ها) حذف شود الگوریتم این توانایی را دارد تا به سرعت مسیر بهینه را با توجه به شرایط جدید پیدا کند. به این ترتیب که اگر یال (یا گره ای) حذف شود دیگر لازم نیست که الگوریتم از ابتدا مسئله را حل کند بلکه از جایی که مسئله حل شده تا محل حذف یال (یا

گره) هنوز بهترین مسیر را داریم، از این به بعد مورچه ها می توانند پس از مدت کوتاهی مسیر بهینه(کوتاهترین) را بیابند.

کاربردهای ACO :

از کاربردهای ACO می توان به بهینه کردن هر مسئله ای که نیاز به یافتن کوتاهترین مسیر دارد ، اشاره نمود :

1. ***مسیر یابی داخل شهری و بین شهری***
2. مسیر یابی بین پست های شبکه های توزیع برق ولتاژ بالا
3. مسیر یابی شبکه های کامپیوتری

مسیر یابی شبکه های کامپیوتری با استفاده از ACO :

در ابتدا مقدمه ای از نحوه مسیر یابی در شبکه های کامپیوتری را توضیح خواهیم داد :

اطلاعات بر روی شبکه بصورت بسته های اطلاعاتی کوچکی (Packet) منتقل می شوند. هر یک از این بسته ها بر روی شبکه در طی مسیر از مبدا تا مقصد باید از گره های زیادی که مسیریاب (Router) نام دارند عبور می کنند. در داخل هر مسیریاب جدولی قرار دارد تا بهترین و کوتاهترین مسیر بعدی تا مقصد از طریق آن مشخص می شود، بنابر این بسته های اطلاعاتی حین گذر از مسیریاب ها با توجه به محتویات این جداول عبور داده می شوند.

روشی بنام ACR : Ant Colony Routering پیشنهاد شده که بر اساس ایده کلونی مورچه به بهینه سازی جداول می پردازید و در واقع به هر مسیری با توجه به بهینگی آن امتیاز می دهد. استفاده از ACR به این منظور دارای برتری نسبت به سایر روش هاست که با طبیعت دینامیک شبکه سازگاری دارد، زیرا به عنوان مثال ممکن است مسیری پر ترافیک شود یا حتی مسیر یابی (Router)

از کار افتاده باشد و بدلیل انعطاف پذیری که ACO در برابر این تغییرات دارد همواره بهترین راه حل بعدی را در دسترس قرار می دهد.