

الگوریتم رقابت استعماری یکی از الگوریتم‌های بهینه‌سازی هوشمند است که در حوزه هوش محاسباتی معرفی شده است. جان مایه اصلی این الگوریتم، شبیه‌سازی فرآیند سیاسی استعمار است.

به همان صورت که الگوریتم ژنتیک تکامل زیستی را شبیه‌سازی می‌کند، در الگوریتم رقابت استعماری، از تکامل سیاسی استفاده شده است.

مقدمه

این الگوریتم در سال ۲۰۰۷ توسط اسماعیل آتش پز و مرحوم پرفسور کارو لوکس (استاد فقید دانشگاه تهران) معرفی شد. قدرت بالای این الگوریتم، به خصوص در برخورد با مسائل پیوسته، باعث شده است که الگوریتم رقابت استعماری به عنوان یکی از ابزارهای مهم در زمینه بهینه‌سازی به حساب آید.

مقدمه

این الگوریتم یک استراتژی جدید بهینه سازی بر مبنای تکامل اجتماعی و سیاسی انسان است. به طور دقیقتر منبع الهام این الگوریتم فرایند اجتماعی سیاسی پدیده استعمار است. از زمان معرفی، این الگوریتم در حل مسائل مهندسی بسیاری مورد استفاده قرار گرفته است که نتایج، حاکی از موفقیت این الگوریتم در حل مسائل مختلف است.

مروری تاریخی بر پدیده استعمار

امپریالیزم، در لغت به سیاست توسعه قدرت و نفوذ یک کشور در حوزه خارج از قلمرو شناخته شده برای آن، اطلاق می‌شود. یک کشور می‌تواند کشور دیگر را به طور قانونگذاری مستقیم و یا از طریق روش‌های غیر مستقیم، مثل کنترل کالاها و مواد خام، کنترل کند. مورد اخیر اغلب **استعمار نو** خوانده می‌شود.

استعمار یک پدیده ذاتی در تاریخ بوده است. استعمار در مراحل ابتدایی، به صورت نفوذ سیاسی-نظامی در کشورها و به صورت صرف استفاده از منابع زمینی، انسانی و سیاسی بوده است.

مروری تاریخی بر پدیده استعمار

بعضی مواقع نیز استعمار، به صرف جلوگیری از نفوذ کشور استعمارگر رقیب انجام می‌شد. به هر حال کشورهای استعمارگر رقابت شدیدی را برای به استعمار کشیدن مستعمرات همدیگر نشان می‌دادند.

این رقابت به نوبه خود باعث رشد و توسعه کشورهای استعمارگر از لحاظ سیاسی، نظامی و اقتصادی گردید. زیرا کشورها برای داشتن امکان رقابت، مجبور به توسعه بودند.

مروری تاریخی بر پدیده استعمار

در حالت‌های قدیمی‌تر، استعمارگران با بهره‌گیری از منابع زمینی، انسانی و غیره کشور مستعمره، فقط در صدد افزایش قدرت خود بودند و اینکه آیا مستعمرات پیشرفت می‌کنند یا نه مهم نبود. اما بعدها با افزایش ارتباط میان ملل و رشد انسانی، استعمارگران برای ادامه نفوذ خود، به نوعی از اقبال عمومی (حمایت مردمی) نیز احتیاج پیدا کردند.

مروری تاریخی بر پدیده استعمار

بدین ترتیب کشورهای استعمارگر شروع به ایجاد عمران و آبادی (هر چند ظاهری) در مستعمراتشان نمودند. بدین ترتیب، مستعمرات، شاهد پیشرفت در زمینه‌های اقتصادی، اجتماعی و انسانی شدند که عامل این پیشرفت به اجبار، کشور استعمارگر بود. دلیل نامگذاری این فرایند با نام "استعمار" که ریشه در کلمه عمران و آبادی دارد، نیز، همین مساله می‌باشد.

مروری تاریخی بر پدیده استعمار

البته دریافت اقبال عمومی تنها دلیل ایجاد عمران توسط استعمارگران در مستعمرات نبود. یک دلیل دیگر ایجاد سلطه فرهنگی بر مستعمرات در راستای اجرای سیاست همگون‌سازی بود. به عنوان مثال کشورهای نظیر فرانسه و انگلیس به ایجاد مدارس انگلیسی زبان و فرانسوی زبان در مستعمرات خود پرداختند. این اقدام به دلایل مختلفی صورت می‌گرفت که در راس این دلایل افزایش نفوذ فرهنگی در مستعمرات بوده است. نا گفته نماند که فرایند استعمار (حداقل بعد فرهنگی آن) با همه تبعات منفی آن در بعضی از کشورهای امپریالیست به چشم یک جهاد فکری برای نجات بشر نیز نگریسته می‌شد.

مروری تاریخی بر پدیده استعمار

امپریالیزم، نگرش عمومی نسبت به تمدن غرب را تغییر داد. داروینیست‌های اجتماعی، امپریالیزم را تفسیر کرده و این ایده که فرهنگ غرب، نسبت به فرهنگ شرق، برتر است؛ را تقویت کردند.

در آفریقا تنها آنهایی که بعضی از استانداردهای فرهنگی غرب را داشتند، دارای بخشی از حقوق اجتماعی خود بودند. پرتقالی‌ها این مردم را جذب شده و فرانسوی‌ها بطور توهین آمیزی آن‌ها را تکامل یافته می‌نامیدند.

مروری تاریخی بر پدیده استعمار

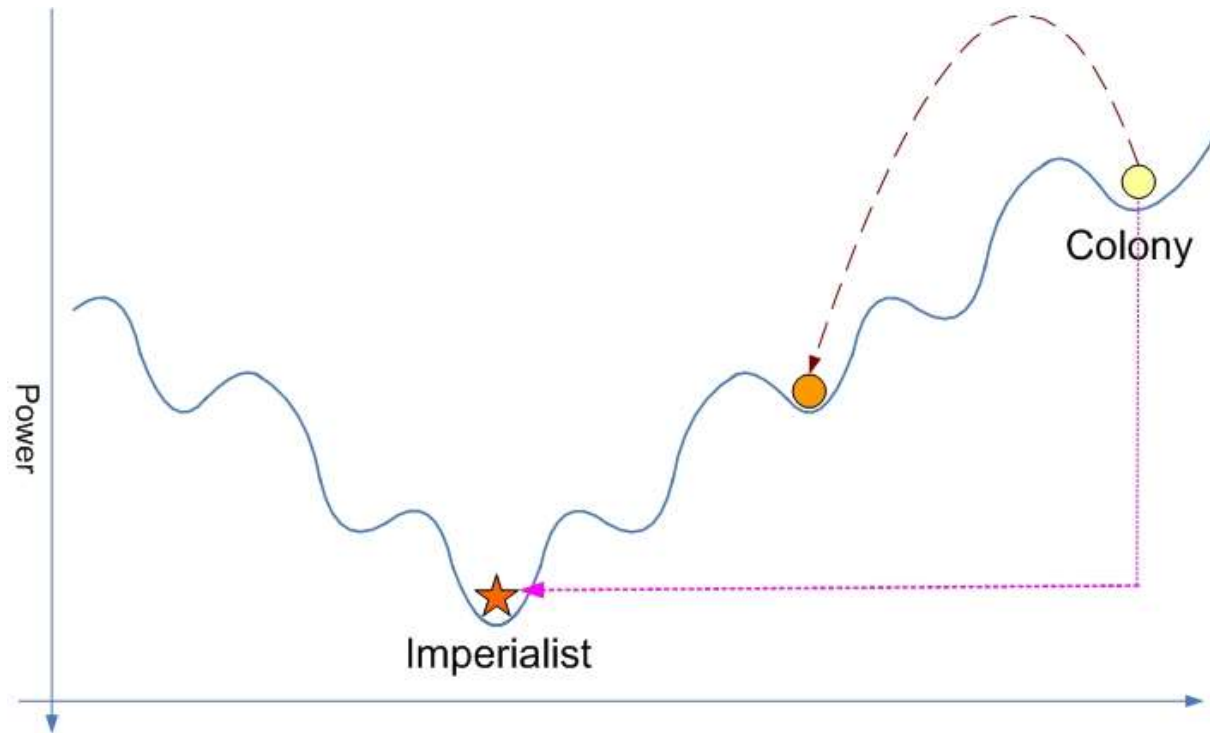
به هر حال مستقل از اثرات و تبعات مثبت و منفی آن، استعمار به عنوان یک فرایند ذاتی در تاریخ بشر ایجاد شد، و در عین وارد کردن خسارت‌های جبران ناپذیر به زیربناهای اساسی یک کشور (خصوصاً زیربناهای فرهنگی) در بعضی موارد اثرات مثبتی را نیز برای کشورها مستعمره داشت.

از دید بهینه‌سازی، استعمار بعضی از کشورها را که در یک دره معمولی تمدن قرار داشتند، خارج کرده و آنها را به یک حوزه دیگر برد که در بعضی موارد وضعیت این حوزه بهتر از موقعیت قبلی کشور مستعمره بود.

مروری تاریخی بر پدیده استعمار

اما به هر حال این حرکت مستلزم پیشروی مستعمره در راستای محورهای مختلف اقتصادی و فرهنگی به سمت یک امپریالیست قویتر بود، یعنی از میان رفتن بعضی از ساختارهای فرهنگی و اجتماعی.

مروری تاریخی بر پدیده استعمار



اعمال سیاست جذب از طرف استعمارگران بر مستعمرات

مروری تاریخی بر پدیده استعمار

در این شکل، مستعمره در نتیجه سیاست همگون‌سازی از یک ناحیه کمینه خارج شده و وارد یک ناحیه کمینه دیگر می‌شود که در آن وضعیت بهتری را دارا می‌باشد.

به هر حال هزینه‌ای که بابت این حرکت پرداخت شده است، نزدیکی به کشور استعمارگر در راستای محورهای مختلف اقتصادی، سیاسی و اجتماعی است. ادامه این حرکت می‌تواند به جذب کامل کشور مستعمره در کشور استعمارگر بیانجامد.

الگوریتم پیشنهادی

- الگوریتم رقابت استعماری، همانند سایر روش‌های بهینه سازی مبتنی بر جمعیت، با تعدادی جمعیت تصادفی اولیه شروع می‌شود که هر عنصر جمعیت، یک **کشور** نامیده می‌شود.
- تعدادی از بهترین عناصر جمعیت (معادل نخبه‌ها در الگوریتم ژنتیک) به عنوان **امپریالیست** انتخاب می‌شوند. باقیمانده جمعیت نیز به عنوان **مستعمره**، در نظر گرفته می‌شوند.
- هر استعمارگر (امپریالیست)، بسته به قدرت خود، تعدادی از کشورهای مستعمره را به سلطه خود درآورده و آن‌ها را کنترل می‌کند.

الگوریتم پیشنهادی

- استعمارگران بسته به قدرتشان، این مستعمرات را با یک روند خاص که در ادامه می‌آید؛ به سمت خود می‌کشند.
- قدرت کل یک امپراطوری به صورت مجموع قدرت کشور استعمارگر به اضافه درصدی از قدرت میانگین مستعمرات آن تعریف می‌شود. یعنی در طی رقابت استعماری، امپراطوری‌های ضعیف، به تدریج قدرت خود را از دست داده و با تضعیف شدن از بین می‌روند.

الگوریتم پیشنهادی

- با شکل‌گیری امپراطوری‌های اولیه، رقابت امپریالیستی میان آن‌ها شروع می‌شود. هر امپراطوری‌ای که نتواند در رقابت استعماری، موفق عمل کرده و بر قدرت خود بیفزاید (و یا حداقل از کاهش نفوذش جلوگیری کند)، از صحنه رقابت استعماری، حذف خواهد شد.
- بنابراین بقای یک امپراطوری، وابسته به قدرت آن در جذب مستعمرات امپراطوری‌های رقیب، و به سیطره در آوردن آنها خواهد بود.

الگوریتم پیشنهادی

- در نتیجه، در جریان رقابت‌های امپریالیستی، به تدریج بر قدرت امپراطوری‌های بزرگتر افزوده شده و امپراطوری‌های ضعیف‌تر، حذف خواهند شد. امپراطوری‌ها برای افزایش قدرت خود، مجبور خواهند شد تا مستعمرات خود را نیز پیشرفت دهند.
- با گذشت زمان، مستعمرات، از لحاظ قدرت به امپراطوری‌ها نزدیک‌تر خواهند شد و شاهد یک نوع همگرایی خواهیم بود. حد نهایی رقابت استعماری، زمانی است که یک امپراطوری واحد در دنیا داشته باشیم، با مستمراتی که از لحاظ موقعیت، به خود کشور امپریالیست، خیلی نزدیک هستند.

شکل دهی امپراطوری های اولیه

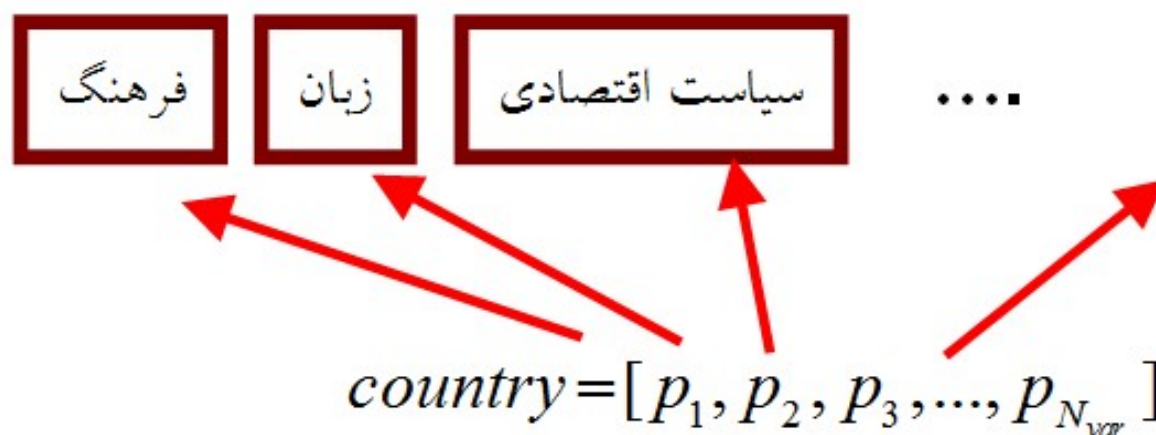
برای شروع الگوریتم، ابتدا آرایه ای از متغیرهای بهینه سازی تشکیل می شود. در الگوریتم ژنتیک، این آرایه کروموزوم نامیده می شود، اما در الگوریتم معرفی شده، این آرایه تحت عنوان **کشور** شناخته می شود.

در حل مسئله بهینه سازی، به دنبال یافتن بهترین کشور هستیم. (یعنی بهترین دسته پارامترهای موجود در مسئله)

$$Country = [P_1, P_2, \dots, P_{Nvar}]$$

شکل دهی امپراطوری های اولیه

مقادیر متغیره‌ها در یک کشور، به صورت اعداد اعشاری نمایش داده می‌شوند. از دیدگاه تاریخی-فرهنگی، اجزای تشکیل دهنده یک کشور را می‌توان ویژگی‌های اجتماعی-سیاسی آن کشور، همچون فرهنگ، زبان، ساختار اقتصادی و سایر ویژگی‌ها در نظر گرفت.



شکل دهی امپراطوری های اولیه

مطابق این شکل متغیرهای مجهول تابع هزینه که ما در طی فرایند بهینه سازی به دنبال آنها می گردیم، در نگاه اجتماعی-سیاسی ویژگی های تاریخی و فرهنگی ای هستند که یک کشور را به نقطه کمینه تابع هزینه رهنمون می سازند.

در حقیقت در حل یک مسئله بهینه سازی توسط الگوریتم معرفی شده، ما به دنبال بهترین کشور (کشوری با بهترین ویژگی های اجتماعی-سیاسی) هستیم.

شکل دهی امپراطوری های اولیه

یافتن این کشور در حقیقت معادل یافتن بهترین پارامترهای مسئله است که کمترین مقدار تابع هزینه را تولید می کنند.

برای شروع الگوریتم، تعداد N_{Country} کشور اولیه را ایجاد می کنیم. N_{imp} تا از بهترین اعضای این جمعیت (کشورهای دارای کمترین مقدار تابع هزینه) را به عنوان امپریالیست انتخاب می کنیم. باقیمانده N_{col} تا از کشورها، مستعمراتی را تشکیل می دهند که هر کدام به یک امپراطوری تعلق دارند.

شکل دهی امپراطوری‌های اولیه

برای تقسیم مستعمرات اولیه بین امپریالیست‌ها، به هر امپریالیست، تعدادی از مستعمرات را که این تعداد، متناسب با قدرت آن است، می‌دهیم. برای انجام این کار، با داشتن هزینه همه امپریالیست‌ها، هزینه نرمال شده آن‌ها را به صورت زیر در نظر می‌گیریم.

$$C_n = \max_i \{c_i\} - c_n$$

که در آن c_n ، هزینه امپریالیست n ام، $\max \{c_i\}$ بیشترین هزینه میان امپریالیست‌ها و C_n ، هزینه نرمالیزه شده این امپریالیست، می‌باشد.

شکل دهی امپراطوری های اولیه

هر امپریالیستی که دارای هزینه بیشتری باشد (امپریالیست ضعیفتری باشد)، دارای هزینه نرمالیزه کمتری خواهد بود. با داشتن هزینه نرمالیزه، قدرت نسبی نرمالیزه‌ی هر امپریالیست، به صورت زیر محاسبه شده و بر مبنای آن، کشورهای مستعمره، بین امپریالیست‌ها تقسیم می‌شوند.

$$p_n = \frac{C_n}{\sum_{i=1}^{N_{imp}} C_i}$$

شکل دهی امپراطوری های اولیه

از یک دید دیگر، قدرت نرمالیزه شده یک امپریالیست، نسبت مستعمراتی است که توسط آن امپریالیست اداره می شود. بنابراین تعداد اولیه مستعمرات یک امپریالیست برابر خواهد بود با:

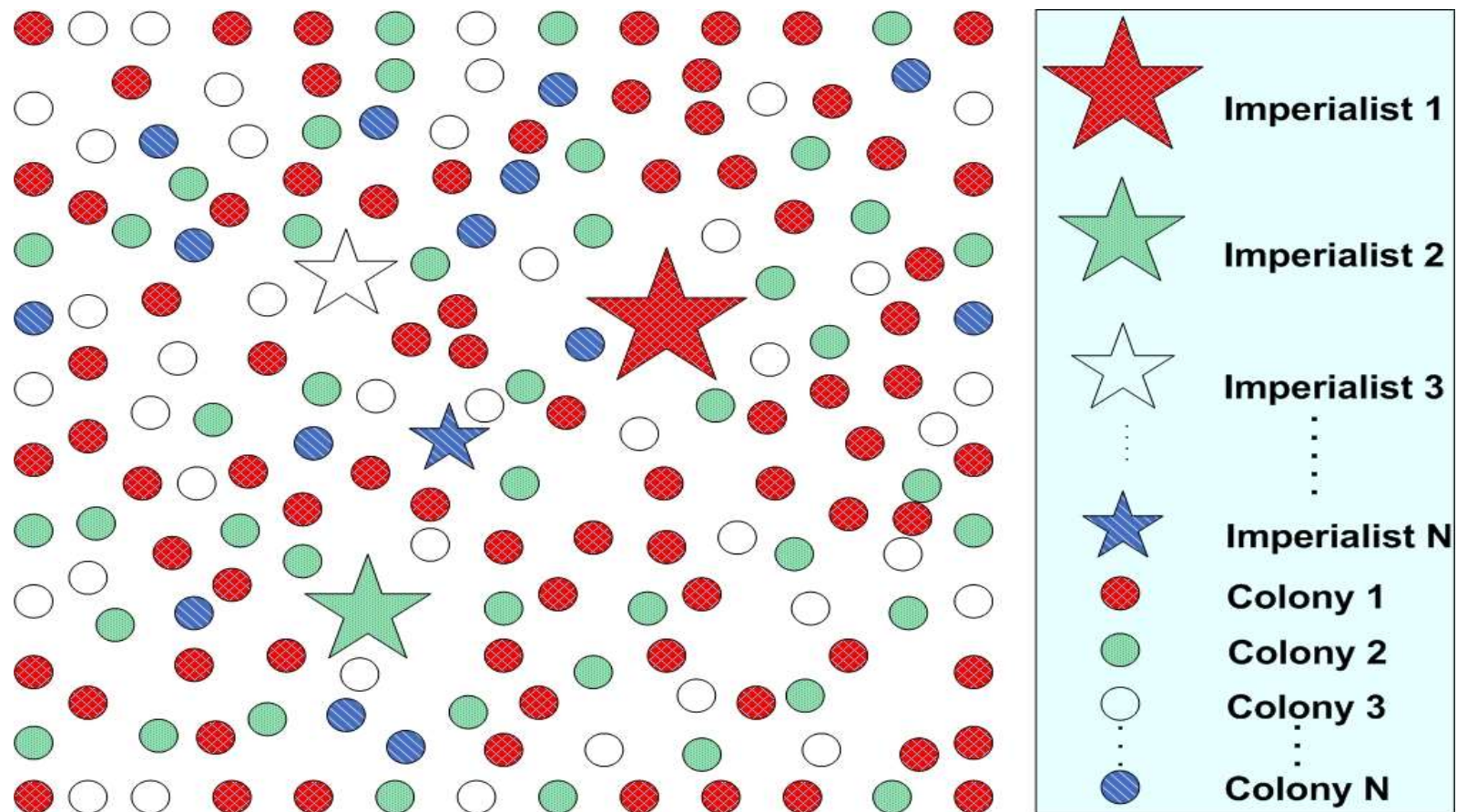
$$N.C._n = round\{p_n.(N_{col})\}$$

که در آن $N.C._n$ ، تعداد اولیه مستعمرات یک امپراطوری و N_{col} نیز تعداد کل کشورهای مستعمره موجود در جمعیت کشورهای اولیه است.

شکل دهی امپراطوری های اولیه

با در نظر گرفتن N.C. برای هر امپراطوری، به این تعداد از کشورهای مستعمره اولیه را به صورت تصادفی انتخاب کرده و به امپریالیست n ام می دهیم. با داشتن حالت اولیه تمام امپراطوری ها، الگوریتم رقابت استعماری شروع می شود. روند تکامل در یک حلقه قرار دارد که تا برآورده شدن یک شرط توقف، ادامه می یابد.

شکل دهی امپراطوری‌های اولیه



شکل دهی امپراطوری‌های اولیه

همانگونه که در این شکل نشان داده شده است. امپراطوری‌های بزرگتر، تعداد بیشتری مستعمره دارند. در این شکل، امپریالست شماره ۱ قوی‌ترین امپراطوری را ایجاد کرده است و بیش‌ترین تعداد مستعمرات را دارد.

مدل سازی سیاست جذب: حرکت مستعمره ها به سمت امپریالیست

سیاست همگون سازی (جذب) با هدف تحلیل فرهنگ و ساختار اجتماعی مستعمرات در فرهنگ حکومت مرکزی انجام می گرفت. همانگونه که قبلا نیز بیان شد، کشورهای استعمارگر، برای افزایش نفوذ خود، شروع به ایجاد عمران (ایجاد زیرساخت های حمل و نقل، تاسیس دانشگاه و ...) کردند.

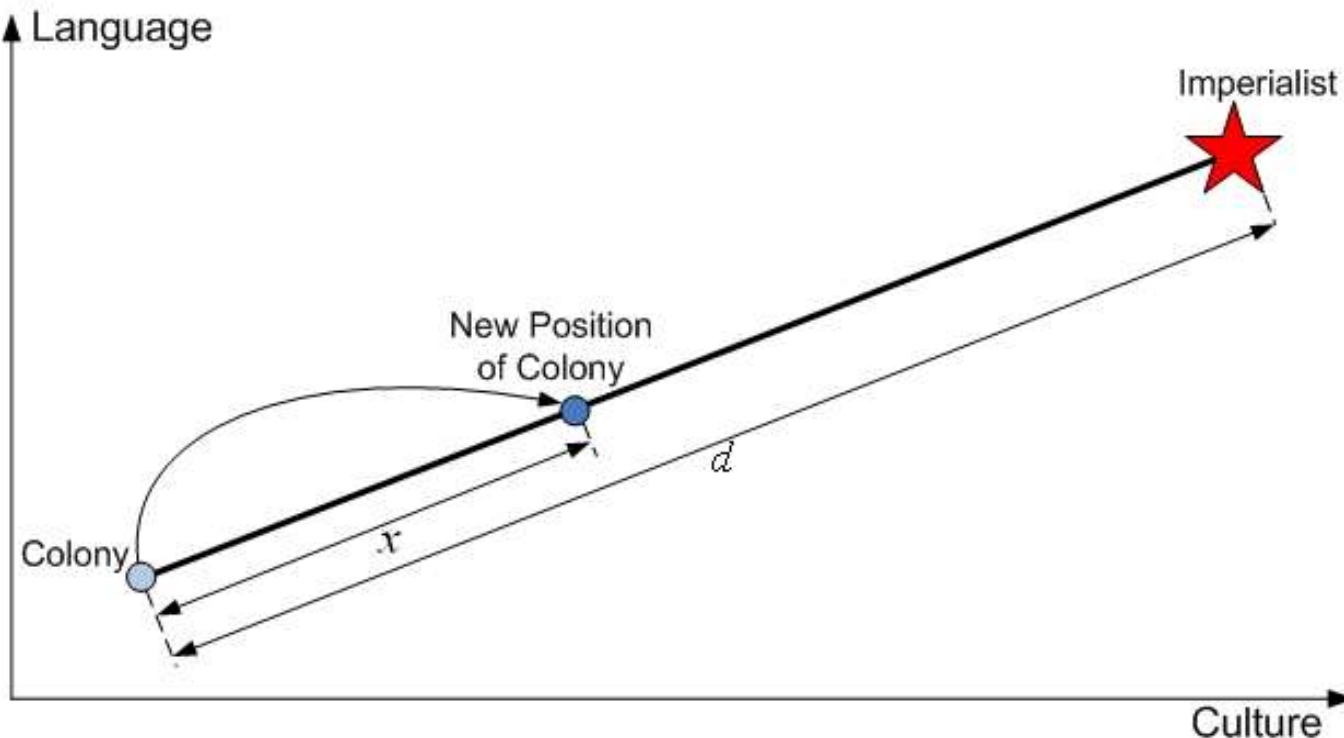
مدل سازی سیاست جذب: حرکت مستعمره ها به سمت امپریالیست

به عنوان مثال کشورهای نظیر انگلیس و فرانسه با تعقیب سیاست همگون سازی در مستعمرات خود در فکر ایجاد انگلیس نو و فرانسه نو در مستعمرات خویش بودند.

با در نظر گرفتن شیوه نمایش یک کشور در حل مسئله بهینه سازی، در حقیقت این حکومت مرکزی با اعمال سیاست جذب سعی داشت تا کشور مستعمره را در راستای ابعاد مختلف اجتماعی سیاسی به خود نزدیک کند.

مدل سازی سیاست جذب: حرکت مستعمره ها به سمت امپریالیست

این بخش از فرایند استعمار در الگوریتم بهینه سازی، به صورت حرکت مستعمرات به سمت کشور امپریالیست، مدل شده است. شکل زیر، شمای کلی این حرکت را نشان می دهد.



مدل سازی سیاست جذب: حرکت مستعمره ها به سمت امپریالیست

مطابق این شکل کشور امپریالیست کشور مستعمره را در راستای محورهای فرهنگ و زبان به سمت خود جذب می کند.

همانگونه که در این شکل نشان داده شده است، کشور مستعمره (Colony)، به اندازه واحد در جهت خط واصل مستعمره به استعمارگر (Imperialist)، حرکت کرده و به موقعیت جدید (New Position of Colony)، کشانده می شود.

مدل سازی سیاست جذب: حرکت مستعمره ها به سمت امپریالیست

در این شکل، فاصله میان استعمارگر و مستعمره با d نشان داده شده است. x نیز عددی تصادفی با توزیع یکنواخت (و یا هر توزیع مناسب دیگر) می باشد. یعنی برای x داریم:

$$x \in U(0, \beta \times d)$$

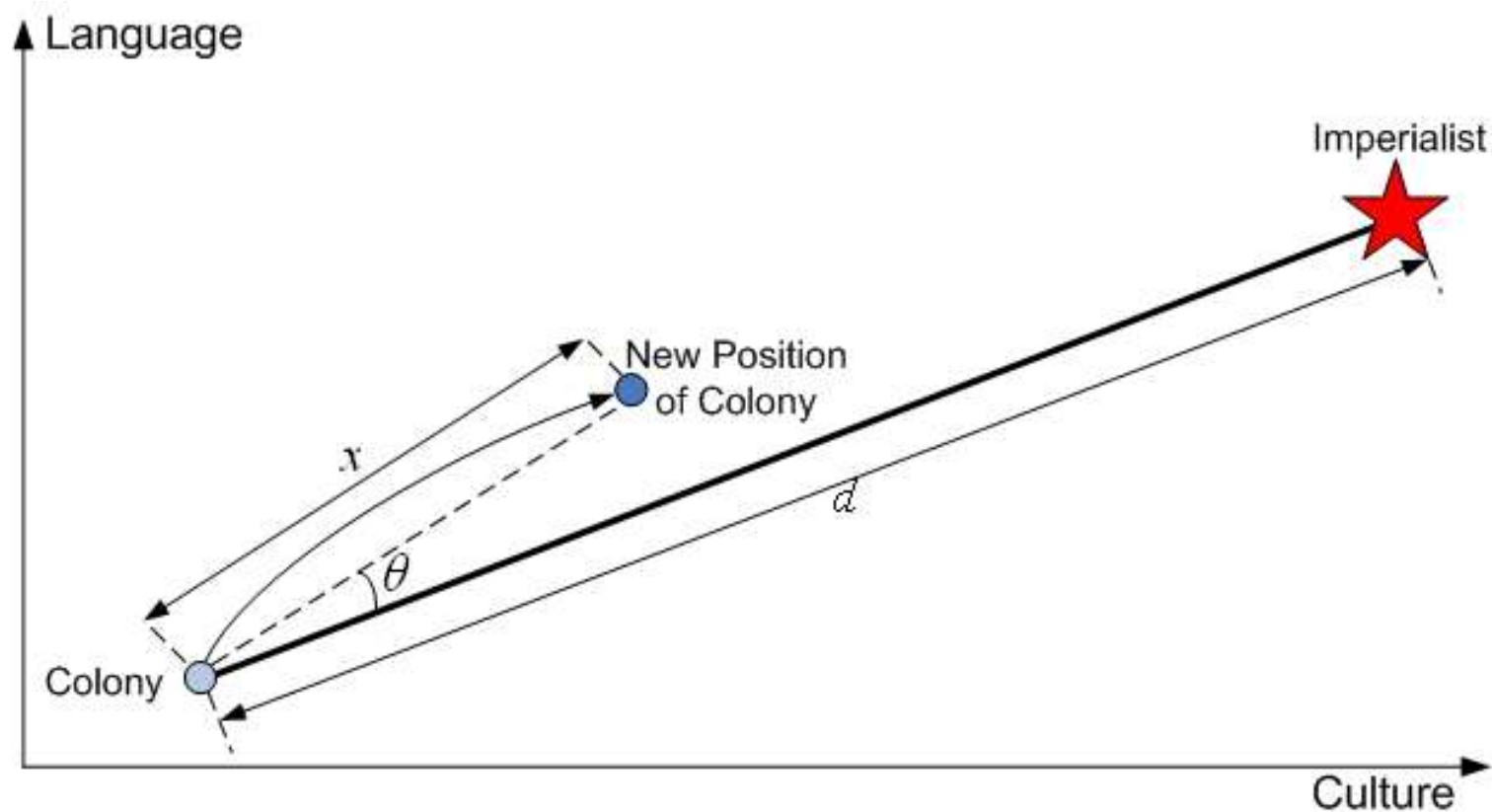
که در آن β عددی بزرگتر از یک و نزدیک به ۲ می باشد. یک انتخاب مناسب می تواند $\beta=2$ باشد. وجود ضریب $\beta>1$ باعث می شود تا کشور مستعمره در حین حرکت به سمت کشور استعمارگر، از جهتهای مختلف به آن نزدیک شود.

مدل سازی سیاست جذب: حرکت مستعمره ها به سمت امپریالیست

با بررسی تاریخی پدیده همگون سازی، یک حقیقت آشکار در این زمینه این است که علی رغم اینکه کشورهای استعمارگر بطور جدی پیگیر سیاست جذب بودند، اما وقایع بطور کامل مطابق سیاست اعمال شده آنها پیش نمی رفت و انحرافات در نتیجه کار وجود داشت.

در الگوریتم معرفی شده، این انحراف احتمالی با افزودن یک زاویه تصادفی به مسیر جذب مستعمرات، انجام می گیرد. بدین منظور، در حرکت مستعمرات به سمت استعمارگر، کمی زاویه تصادفی نیز به جهت حرکت مستعمره، اضافه می کنیم.

مدل سازی سیاست جذب: حرکت مستعمره ها به سمت امپریالیست



مدل سازی سیاست جذب: حرکت مستعمره ها به سمت امپریالیست

بدین منظور این بار به جای حرکت به اندازه x ، به سمت کشور استعمارگر و در جهت بردار واصل مستعمره به استعمارگر، به همان میزان، ولی با انحراف θ در مسیر، به حرکت خود ادامه می دهیم. θ را به صورت تصادفی و با توزیع یکنواخت در نظر می گیریم (اما هر توزیع دلخواه و مناسب دیگر نیز می تواند استفاده شود).

$$\theta \in U(-\gamma, \gamma)$$

مدل سازی سیاست جذب: حرکت مستعمره ها به سمت امپریالیست

در این رابطه، γ پارامتری دلخواه می باشد که افزایش آن باعث افزایش جستجوی اطراف امپریالیست شده و کاهش آن نیز باعث می شود تا مستعمرات تا حد ممکن، به بردار واصل مستعمره به استعمارگر، نزدیک حرکت کنند.

با در نظر گرفتن واحد رادیان برای θ ، عددی نزدیک به $\pi/4$ ، در اکثر پیاده سازی ها، انتخاب مناسبی بوده است.

جایابی موقعیت مستعمره و امپریالیست

سیاست جذب در عین نابودی ساختارهای اجتماعی سیاسی کشور مستعمره در بعضی موارد نتایج مثبتی را نیز برای آنها در پی داشت. بعضی از کشور در نتیجه اعمال این سیاست به نوعی از خودباوری عمومی دست یافتند و پس از مدتی همان تحصیلکرده‌گان (به عبارت دیگر جذب شدگان فرهنگ استعماری) بودند که به رهبری ملت خود برای رهایی از چنگال استعمار پرداختند.

جایابی موقعیت مستعمره و امپریالیست

نمونه های فراوانی از این موارد را می توان در مستعمرات انگلیس و فرانسه یافت. از سوی دیگر نگاهی به فراز و نشیب چرخش قدرت در کشورها به خوبی نشان می دهد که کشورهایی که زمانی در اوج قدرت سیاسی – نظامی بودند، پس از مدتی سقوط کردند و در مقابل کشورهایی سکان قدرت را در دست گرفتند که زمانی هیچ قدرتی در دست نداشتند.

جایابی موقعیت مستعمره و امپریالیست

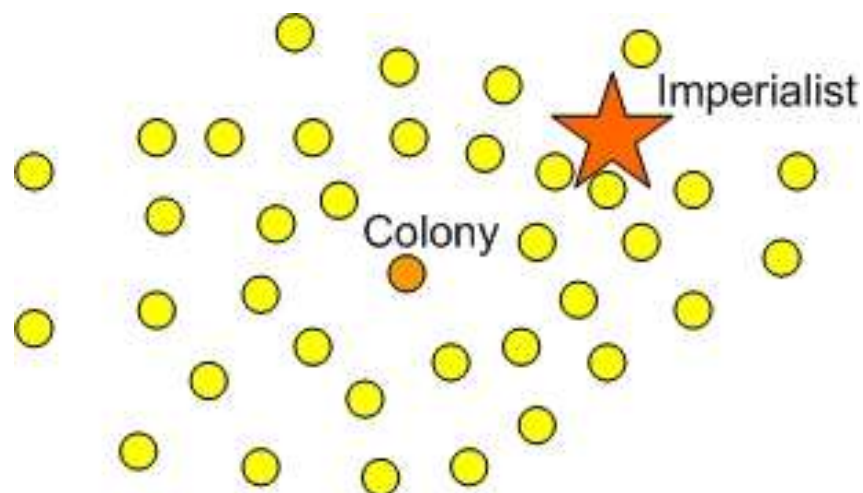
در مدل سازی این واقعه تاریخی در الگوریتم معرفی شده به این صورت عمل شده است که در حین حرکت مستعمرات به سمت کشور استعمارگر، ممکن است بعضی از این مستعمرات به موقعیتی بهتر از امپریالیست برسند (به نقاطی در تابع هزینه برسند که هزینه کمتری را نسبت به مقدار تابع هزینه در موقعیت امپریالیست، تولید می کنند).

در این حالت، کشور استعمارگر و کشور مستعمره، جای خود را با همدیگر عوض کرده و الگوریتم با کشور استعمارگر در موقعیت جدید ادامه یافته و این بار این کشور امپریالیست جدید است که شروع به اعمال سیاست همگون سازی بر مستعمرات خود می کند.

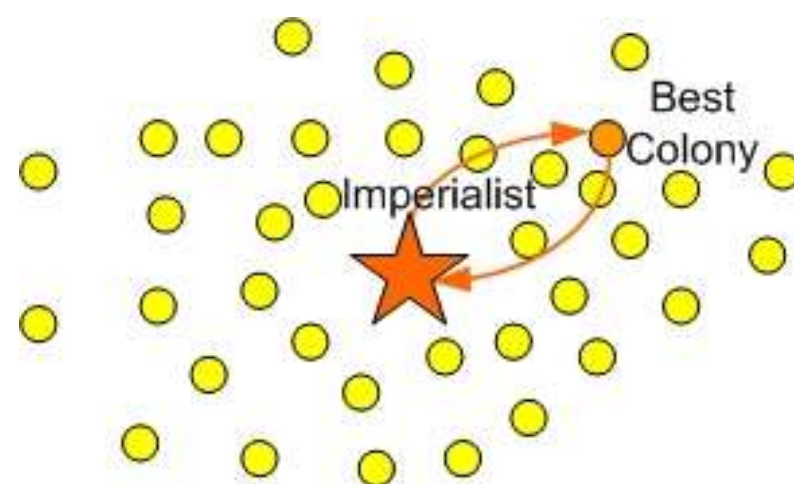
جابجایی موقعیت مستعمره و امپریالیست

تغییر جای استعمارگر و مستعمره، در شکل **الف** نشان داده شده است. در این شکل، بهترین مستعمره‌ی امپراطوری، که هزینه‌ای کمتر از خود امپریالیست دارد، به رنگ تیره‌تر، نشان داده شده است. شکل **ب**، کل امپراطوری را پس از تغییر موقعیت‌ها، نشان می‌دهد.

جابجایی موقعیت مستعمره و امپریالیست



ب: کل امپراطوری، پس از تغییر موقعیت‌ها



الف تغییر جای استعمارگر و مستعمره

قدرت کل یک امپراطوری

قدرت یک امپراطوری تاثیر اصلی را از قدرت حکومت مرکزی آن می‌پذیرد. مستعمرات نیز تاثیری هرچند اندک بر قدرت امپراطوری دارند. بنابراین، قدرت کل یک امپراطوری برابر قدرت حکومت مرکزی آن به علاوه درصد کوچکی از قدرت مستعمرات آن تعریف می‌شود.

$$T.C_n = \text{Cost imperialist} + \xi \text{ mean Cost colonies of empire}$$

قدرت کل یک امپراطوری

که در آن $T.C._n$ هزینه کل امپراطوری n ام و ζ عددی مثبت است که معمولاً بین صفر و یک و نزدیک به صفر در نظر گرفته می‌شود.

کوچک در نظر گرفتن ζ ، باعث می‌شود که هزینه کل یک امپراطوری، تقریباً برابر با هزینه حکومت مرکزی آن (کشور امپریالیست)، شود و افزایش ζ نیز باعث افزایش تاثیر میزان هزینه مستعمرات یک امپراطوری در تعیین هزینه کل آن می‌شود. در حالت نوعی $\zeta=0.05$ در اکثر پیاده‌سازی به پاسخ‌های مطلوبی منجر شده است.

تغییرات ناگهانی در موقعیت یک کشور را انقلاب می‌گویند، در واقع خود کشورها اراده می‌کنند یکسری تغییرات تصادفی در جاهایی اتفاق بیفتد یعنی تغییرات روی خاصیت‌های اصلی انجام شود و این تغییرات باعث شود موقعیت تفاوتی را تجربه کنند البته توصیف الگوریتمی این رویداد این است که در برنامه چیزی از دست داده نخواهد شد زیرا هدف ما حرکت به سمت استعمارگر یا امپراطور است.

انقلاب

در واقع شاید بتوان کارکرد عملگر انقلاب را مانند عملگر جهش در الگوریتم ژنتیک توصیف نمود. در واقع عملگر انقلاب باعث تغییر تصادفی روی پاسخ‌ها می‌شود که این کمک می‌کند پاسخ‌های متنوعی ایجاد شود تا به پاسخ بهتر برسیم و شانس رسیدن به بهینه سراسری را افزایش می‌دهد.

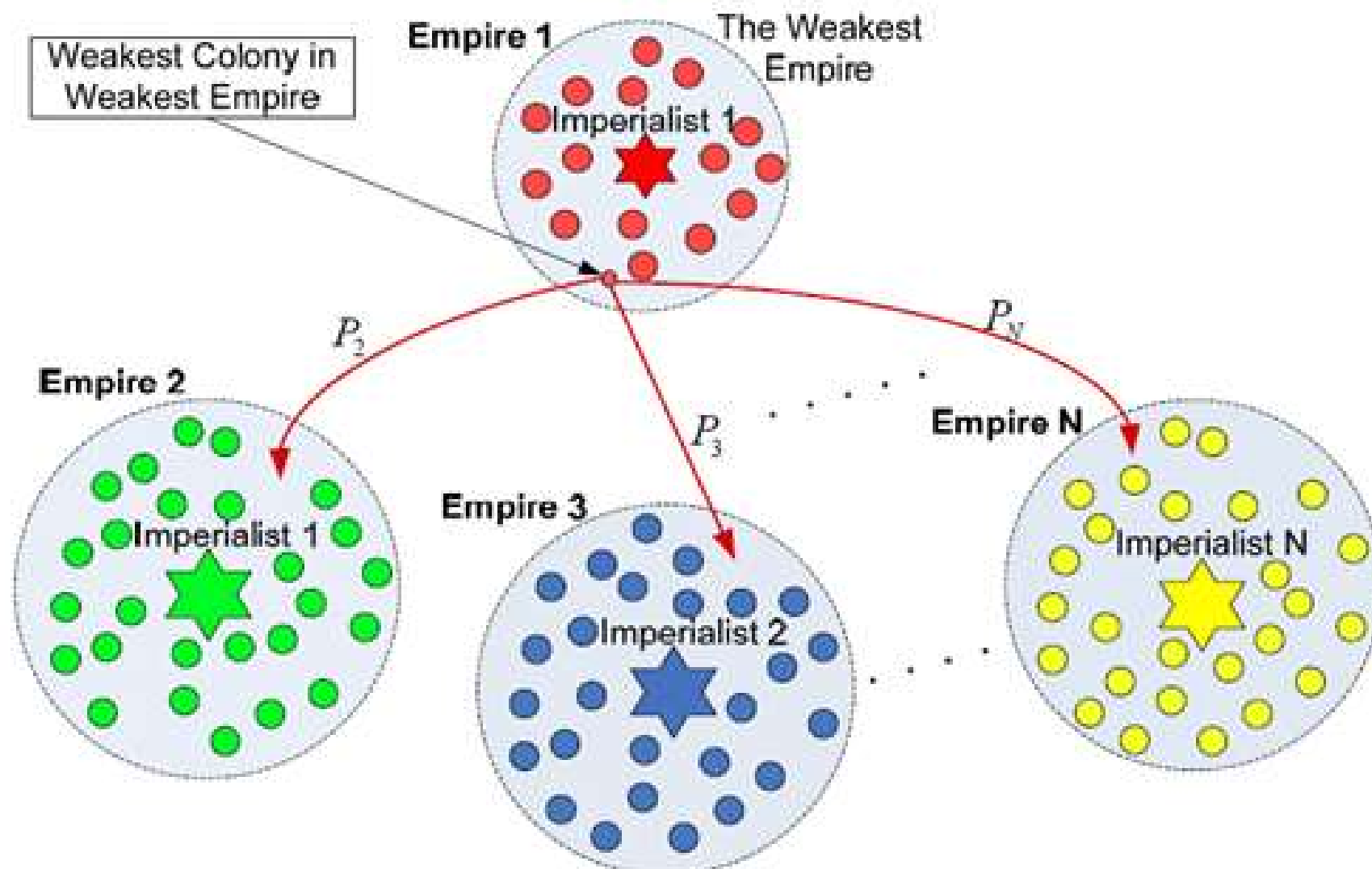
رقابت استعماری

همانگونه که قبلاً نیز بیان شد، هر امپراطوری‌ای که نتواند بر قدرت خود بیفزاید و قدرت رقابت خود را از دست بدهد، در جریان رقابت‌های امپریالیستی، حذف خواهد شد. این حذف شدن، به صورت تدریجی صورت می‌پذیرد. بدین معنی که به مرور زمان، امپراطوری‌های ضعیف، مستعمرات خود را از دست داده و امپراطوری‌های قویتر، این مستعمرات را تصاحب کرده و بر قدرت خویش می‌افزایند.

رقابت استعماری

برای مدل کردن این واقعیت، فرض می‌کنیم که امپراطوری در حال حذف، ضعیف‌ترین امپراطوری موجود است. بدین ترتیب، در تکرار الگوریتم، یکی یا چند تا از ضعیف‌ترین مستعمرات ضعیف‌ترین امپراطوری را برداشته و برای تصاحب این مستعمرات، رقابتی را میان کلیه امپراطوری‌ها ایجاد می‌کنیم. مستعمرات مذکور، لزوماً توسط قویترین امپراطوری، تصاحب نخواهند شد، بلکه امپراطوری‌های قویتر، احتمال تصاحب بیشتری دارند.

رقابت استعماری



رقابت استعماری

در این شکل امپراطوری شماره ۱ به عنوان ضعیف‌ترین امپراطوری در نظر گرفته شده و یکی از مستعمرات آن در معرض رقابت امپریالیستی قرار گرفته است و امپراطوری‌های ۲ تا N برای تصاحب آن با هم رقابت می‌کنند. برای مدل‌سازی رقابت میان امپراطوری‌ها برای تصاحب این مستعمرات، ابتدا احتمال تصاحب هر امپراطوری (که متناسب با قدرت آن امپراطوری می‌باشد)، را با در نظر گرفتن هزینه کل امپراطوری، به ترتیب زیر محاسبه می‌کنیم.

رقابت استعماری

ابتدا از روی هزینه کل امپراطوری، هزینه کل نرمالیزه شده آن را تعیین می کنیم:

$$N.T.C._n = \max_i \{T.C._i\} - T.C._n$$

در این رابطه $T.C._n$ ، هزینه کل امپراطوری n ام و $N.T.C._n$ نیز، هزینه کل نرمالیزه شده آن امپراطوری می باشد. هر امپراطوری که $T.C._n$ کمتری داشته باشد $N.T.C._n$ بیشتری خواهد داشت. در حقیقت $T.C._n$ معادل هزینه کل یک امپراطوری و $N.T.C._n$ معادل قدرت کل آن می باشد. امپراطوری با کمترین هزینه، دارای بیشترین قدرت است.

رقابت استعماری

با داشتن هزینه کل نرمالیزه شده، احتمال (قدرت) تصاحب مستعمره رقابت، توسط هر امپراطوری، به صورت زیر محاسبه می شود:

$$p_{p_n} = \frac{N.T.C._n}{\sum_{i=1}^{N_{imp}} N.T.C._i}$$

رقابت استعماری

با داشتن احتمال تصاحب هر امپراطوری، مکانیزمی همانند چرخه رولت در الگوریتم ژنتیک مورد نیاز است تا مستعمره مورد رقابت را با احتمال متناسب با قدرت امپراطوری‌ها در اختیار یکی از آنها قرار دهد. در کنار امکان استفاده از چرخ رولت موجود، در این نوشتار مکانیزم جدیدی برای پیاده‌سازی این فرایند معرفی شده است که نسبت به چرخه رولت دارای هزینه محاسباتی بسیار کمتری می‌باشد.

رقابت استعماری

زیرا عملیات نسبتاً زیاد مربوط به محاسبه تابع توزیع جمعی احتمال را که در چرخه رولت مورد نیاز است را حذف می‌کند و فقط به داشتن تابع چگالی احتمال نیاز دارد. در ادامه مکانیزم مطرح شده برای اختصاص متناسب با احتمال مستعمره مورد رقابت به امپراطوری‌های رقیب توضیح داده می‌شود.

رقابت استعماری

- با داشتن احتمال تصاحب هر امپراطوری، برای اینکه مستعمرات مذکور را به صورت تصادفی، ولی با احتمال وابسته به احتمال تصاحب هر امپراطوری، بین امپراطوری‌ها تقسیم کنیم؛ بردار P را از روی مقادیر احتمال فوق، به صورت زیر تشکیل می‌دهیم.

$$\mathbf{P} = \left[p_{p_1}, p_{p_2}, p_{p_3}, \dots, p_{p_{N_{imp}}} \right]$$

رقابت استعماری

بردار P دارای اندازه $1 * N_{imp}$ می باشد و از مقادیر احتمال تصاحب امپراطوری ها تشکیل شده است. سپس بردار تصادفی R ، هم اندازه با بردار P را تشکیل می دهیم. درایه های این بردار، اعدادی تصادفی با توزیع یکنواخت در بازه $[0,1]$ می باشند.

$$\mathbf{R} = [r_1, r_2, r_3, \dots, r_{N_{imp}}]$$

$$r_1, r_2, r_3, \dots, r_{N_{imp}} \in (0,1)$$

رقابت استعماری

سپس بردار D را به صورت زیر تشکیل می‌دهیم:

$$\begin{aligned} \mathbf{D} &= \mathbf{P} - \mathbf{R} = [D_1, D_2, D_3, \dots, D_{N_{imp}}] \\ &= [p_{p_1} - r_1, p_{p_2} - r_2, p_{p_3} - r_3, \dots, p_{p_{N_{imp}}} - r_{N_{imp}}] \end{aligned}$$

با داشتن بردار D ، مستعمرات مذکور را به امپراطوری‌ای می‌دهیم که اندیس مربوط به آن در بردار D بزرگتر از بقیه می‌باشد. امپراطوری‌ای که بیشترین احتمال تصاحب را داشته باشد، با احتمال بیشتری اندیس مربوط به آن در بردار D ، بیشترین مقدار را خواهد داشت.

رقابت استعماری

عدم نیاز به محاسبه CDF باعث می‌شود که این مکانیزم نسبت به چرخه رولت با سرعت به مراتب بیشتری عمل کند. مکانیزم جدید مطرح شده نه تنها می‌تواند در اختصاص مستعمره به امپراطوری بر حسب احتمال تصاحب آنها مفید باشد، بلکه به عنوان یک مکانیزم انتخاب بر حسب احتمال می‌تواند جایگزین چرخه رولت در الگوریتم ژنتیک برای انتخاب والدین شود و سرعت اجرای عملیات در آن را تا حد زیادی افزایش دهد.

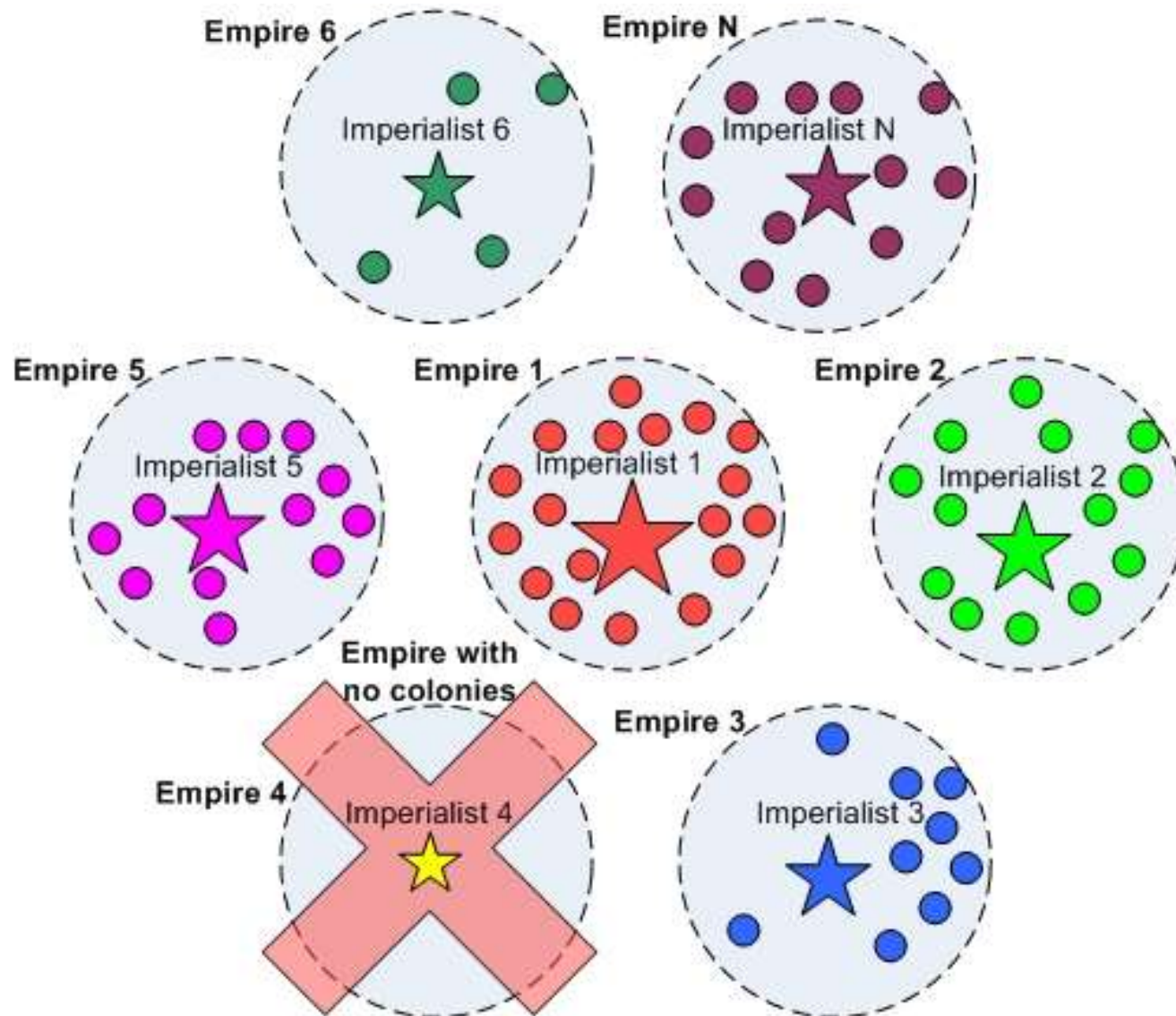
با تصاحب مستعمره توسط یکی از امپراطوری‌ها، عملیات این مرحله از الگوریتم نیز به پایان می‌رسد.

سقوط امپراطوری‌های ضعیف

همانگونه که بیان شد، در جریان رقابت‌های امپریالیستی، خواه ناخواه، امپراطوری‌های ضعیف به تدریج سقوط کرده و مستعمراتشان به دست امپراطوری‌های قوی‌تر می‌افتد. شروط متفاوتی را می‌توان برای سقوط یک امپراطوری در نظر گرفت.

در الگوریتم پیشنهاد شده، یک امپراطوری زمانی حذف شده تلقی می‌شود که مستعمرات خود را از دست داده باشد. همانطور که در شکل نشان داده شده است، امپراطوری شماره ۴ به علت از دست دادن کلیه مستعمراتش، دیگر قدرتی برای رقابت ندارد و باید از میان بقیه امپراطوری‌ها حذف شود.

سقوط امپراطوری های ضعیف



همگرایی

الگوریتم مورد نظر تا برآورده شدن یک شرط همگرایی، و یا اتمام تعداد کل تکرارها، ادامه می‌یابد. پس از مدتی، همه امپراطوری‌ها، سقوط کرده و تنها یک امپراطوری خواهیم داشت و بقیه کشورها تحت کنترل این امپراطوری واحد، قرار می‌گیرند.

در این دنیای ایده‌آل جدید، همه‌ی مستعمرات، توسط یک امپراطوری واحد اداره می‌شوند و موقعیت‌ها و هزینه‌های مستعمرات، برابر با موقعیت و هزینه کشور امپریالیست است.

همگرایی

در این دنیای جدید، تفاوتی، نه تنها، میان مستعمرات، بلکه میان مستعمرات و کشور امپریالیست، وجود ندارد. به عبارت دیگر، همه‌ی کشورها، در عین حال، هم مستعمره و هم استعمارگرند.

در چنین موقعیتی رقابت امپریالیستی به پایان رسیده و به عنوان یکی از شروط توقف الگوریتم متوقف می‌شود. شبه کد مربوط به الگوریتم پیشنهادی در ادامه نشان داده شده است.

روند الگوریتم رقابت استعماری

1. چند نقطه تصادفی روی تابع انتخاب کرده و امپراطوری‌های اولیه را تشکیل بدهد.
2. مستعمرات را به سمت کشور امپریالیست حرکت بدهد (سیاست همگون‌سازی).
3. اگر مستعمره‌ای در یک امپراطوری، وجود داشته باشد که هزینه‌ای کمتر از امپریالیست داشته باشد؛ جای مستعمره و امپریالیست را با هم عوض کند.
4. هزینه‌ی کل یک امپراطوری را با در نظر گرفتن هزینه‌ی امپریالیست و مستعمراتشان حساب کن.
5. یک یا چند مستعمره از ضعیف‌ترین امپراطوری انتخاب کرده و آن را به امپراطوری‌ای که بیشترین احتمال تصاحب را دارد، بدهد.
6. عملگر انقلاب را اعمال کند.
7. امپراطوری‌های ضعیف را حذف کند.
8. اگر تنها یک امپراطوری باقی مانده باشد، توقف کن و گرنه به گام ۲ برو.

ویژگی‌های الگوریتم رقابت استعماری

- سرعت مناسب یافتن جواب بهینه
- سادگی فرموله کردن مسائل و قابلیت درک فرایند
- امکان استفاده برای انواع مسائل بهینه‌سازی
- توانایی بهینه‌سازی هم تراز و حتی بالاتر در مقایسه با الگوریتم‌های مختلف بهینه‌سازی، در مواجهه با انواع مسائل بهینه‌سازی
- نو بودن ایده‌ی پایه‌ی الگوریتم: به عنوان اولین الگوریتم بهینه‌سازی مبتنی بر یک فرایند اجتماعی سیاسی

فلوچارت رقابت استعماری

