



Department of
Computer Engineering

پروژه الگوریتم ژنتیک

دکتر محمدمهدی عبادزاده

بهار ۱۴۰۳



+

نکاتی در مورد این پروژه که نیاز به توجه دارد:

۱- لطفاً از کپی کردن پروژه از دیگران و یا چت بات ها خودداری شود و برای تحویل پروژه آمادگی حداکثری داشته باشید.

۲- آخرین مهلت ارسال پروژه، ساعت ۲۳:۵۹ روز ۷ تیر ۱۴۰۳ می باشد. این زمان با توجه به زمانی که مبحث از طرف استاد به صورت کامل تدریس شود تمدید خواهد شد و از این بابت نگرانی نداشته باشید.

۳- دوستان فایل ارسالی خود را به صورت فشرده با فرمت zip و به صورت P3_stdNum.zip اپلود کنید. مثال: P3_40031000.zip

۴- بخش های امتیازی در متن با رنگ سبز مشخص شده اند.

۵- در صورت هرگونه سوال یا مشکل می توانید با تدریسار های پروژه در ارتباط باشید:

پویا محمدی

محمد خلیل پور

علی بازشوستری

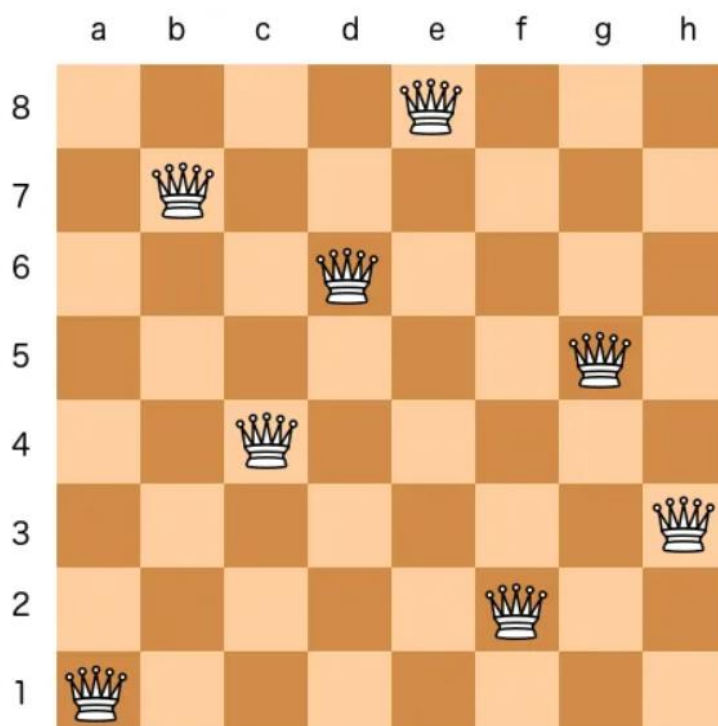
الگوریتم ژنتیک^۱

الگوریتم ژنتیک یک روش محاسباتی است که از مفاهیم و اصول موجود در فرایندهای تکاملی و انتخاب طبیعی الهام گرفته شده است. این الگوریتم بر اساس ایده‌های تکامل و انتخاب طبیعی، بهینه‌سازی و حل مسائل پیچیده را انجام می‌دهد. در الگوریتم ژنتیک، یک مجموعه از راه‌حل‌های پتانسیلی برای یک مسئله به صورت یک جمعیت از افراد (کروموزوم‌ها) نمایش داده می‌شود. سپس این کروموزوم‌ها با استفاده از عملیات ژنتیکی مانند انتخاب، بازترکیبی و جهش، تغییر می‌کنند تا به راه‌حل بهینه برای مسئله دست یابند. الگوریتم ژنتیک به دلیل قدرت بالای آن در بهینه‌سازی، حل مسائل پیچیده و قابلیت کاربرد در حوزه‌های مختلف، از جمله محبوب‌ترین الگوریتم‌های هوش مصنوعی و بهینه‌سازی محسوب می‌شود.

یک [لینک](#) خوب برای آشنایی با این الگوریتم.

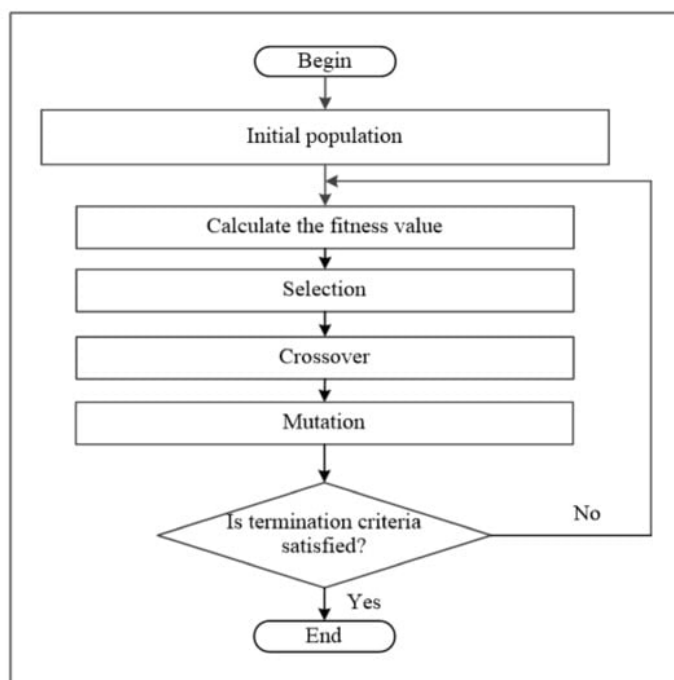
مسئله هشت وزیر

مسئله هشت وزیر یکی از مسائل معروف می‌باشد. هدف این مسئله این می‌باشد که در یک صفحه شطرنج که 8×8 می‌باشد، هشت وزیر را به گونه‌ای چید که هیچ یک از آنها دیگری را تهدید نکند. همانطور که احتمالاً می‌دانید وزیر به صورت افقی، عمودی و قطری حرکت می‌کند و می‌تواند دیگر مهره‌ها را در این جهت‌ها تهدید کند. در شکل زیر می‌توانید یک نمونه حل شده از این مسئله را مشاهده نمایید.



¹ Genetic Algorithm

اکنون در این پروژه قصد داریم تا این مسئله را به کمک الگوریتم ژنتیک حل نماییم. در شکل زیر شمایی کلی از الگوریتم ژنتیک و مراحل انجام کار را می‌توانید ملاحظه نمایید.



در ادامه توضیح مختصری در ارتباط با هر یک از مراحل الگوریتم داده می‌شود.

بازنمایی داده

بازنمایی در الگوریتم ژنتیک به نحوه‌ای اشاره دارد که ژنوم هر فرد یا مسئله‌ای که توسط الگوریتم ژنتیک حل می‌شود، به چه صورتی در الگوریتم نمایش داده می‌شود. در واقع، بازنمایی تعیین می‌کند که ژنوم هر فرد چگونه به صورت داده‌هایی مانند بیت‌ها، رشته‌ها، آرایه‌ها و غیره نمایش داده شود تا الگوریتم بتواند از آن برای تولید جمعیت و اعمال عملیات ژنتیک استفاده کند.

- در این مسئله شما هشت وزیر دارید و بایستی در یک صفحه شطرنجی 8×8 آنها را قرار دهید. با توجه به این توضیح یک بازنمایی مناسب برای جواب مسئله طراحی کنید.

ایجاد جمعیت اولیه

پس از مشخص نمودن نحوه بازنمایی داده‌ها، نوبت به اولین گام اجرای الگوریتم یعنی تولید جمعیت اولیه می‌رسد. شما در این گام می‌بایستی یک جمعیت اولیه‌ای را ایجاد کنید که سپس بر روی آنها تکامل را پیاده کنید. در مسئله هشت وزیر این جمعیت اولیه، حالاتی هستند که به عنوان چینش اولیه وزیرها در صفحه شطرنج در نظر گرفته می‌شوند. این جمعیت اولیه می‌تواند کاملاً به صورت تصادفی تولید شده باشد.

شما لازم است که یک تابع داشته باشید که با فراخوانی آن یک کروموزوم (چینشی از وزیرها یا به عبارتی دیگر یک individual) تولید کند و برگرداند. با فراخوانی این تابع به تعداد دفعات لازم می‌توانید یک جمعیت اولیه ایجاد

نمایید. بدین منظور شما می‌بایست توابع `create_individual` و `generate_population` در نوت بوک داده شده را تکمیل نمایید.

تابع شایستگی

برای ارزیابی آنکه یک چینش از وزیرها در صفحه شطرنج تا چه اندازه مطلوب هستند نیازمند یک تابع شایستگی هستید. این تابع شایستگی سبب می‌شود تا بتوانید میزان خوب و مطلوب بودن چینش‌های مختلف را بسنجید و آنها را با یکدیگر مقایسه نمایید.

در ادامه بر اساس ارزیابی انجام شده توسط تابع شایستگی، گام‌های بعدی الگوریتم نظیر انتخاب و یا حتی بررسی آنکه آیا به جواب درست و مطلوب (حالتی که هیچ دو وزیری یک دیگر را تهدید نکنند) رسیده‌ایم یا خیر.

شما باید با توجه به بازنمایی داده‌ها، یک تابع شایستگی مناسب به جهت ارزیابی هر چینش تعریف نمایید و پس از آن تابع `fitness_score` را تکمیل نمایید. هدف این تابع آن است که یک چینش از وزیرها را به عنوان ورودی دریافت نماید و با توجه به تابع شایستگی‌ای که شما برای آن تعریف نموده‌اید، میزان شایستگی آن را محاسبه نموده و به عنوان خروجی برگرداند.

انتخاب والدین

انتخاب یکی از عملیات مهم در الگوریتم ژنتیک است که در هر دوره از اجرای الگوریتم بر روی جمعیت ژنتیک صورت می‌گیرد.

- انتخاب مناسب و بهینه در الگوریتم ژنتیک موجب بهبود عملکرد و سرعت همگرایی الگوریتم می‌شود. شما باید برای این مسئله یک روش انتخاب مناسب پیاده سازی کنید.
- در این مرحله لازم است تا جفت کروموزوم‌هایی که قرار است باهم بازترکیبی انجام دهند را انتخاب کنید. این انتخاب میتواند بر اساس شایستگی باشد یا هر معیار دلخواه مناسبی.

بازترکیبی

بازترکیبی یکی از عملیات اصلی در الگوریتم ژنتیک است که در آن دو فرد از جمعیت انتخاب می‌شوند و یک عمل ترکیب (معمولاً معکوس، یا crossover) بر روی ژنوم آنها اعمال می‌شود. این عمل به منظور تولید فرزندان جدید با استفاده از اطلاعات ژنوم دو فرد و ترکیب آنها صورت می‌گیرد.

- در این مرحله باید برای والدین انتخاب شده در مرحله قبل بازترکیب انجام شود تا فرزندان هر جفت والد ایجاد شوند.

جهش

جهش در الگوریتم ژنتیک یکی از عملیات اصلی است که در آن یک تغییر تصادفی در ژنوم صورت می گیرد. این تغییر معمولاً به صورت تصادفی و با احتمال کم اتفاق می افتد و هدف آن افزایش تنوع جمعیت و جستجو در فضای جستجو است.

- در این مرحله باید بر روی فرزندان ایجاد شده با احتمال دلخواه جهشی اعمال کنیم.

ارزیابی

در این مرحله باید شایستگی جمعیت جدید را حساب کنیم تا در مرحله بعد بتوانیم بر اساس آن بازماندگان را انتخاب کنیم.

انتخاب باز ترکیبی

در این مرحله شما جمعیتی جدید از فرزندان دارید و بایستی از بین آنها جمعیتی را برای بازماندگان انتخاب کنید و به عنوان نسل بعد انتقال دهید. هدف از این عملیات، انتخاب افراد برتر و بهتر برای ادامه تکامل و تولید نسل بعدی است. انتخاب در الگوریتم ژنتیک معمولاً به روش های مختلفی دارد: رولت، رنک و

بررسی شرط خاتمه

الگوریتم زمانی متوقف می شود که بهترین کروموزوم در جمعیت به مقدار شایستگی مطلوب برسد، یعنی هیچ دو وزیری یکدیگر را تهدید نکنند.

شما بایستی بعد از پیدا شدن جواب نهایی آن را به روش مناسبی نمایش دهید. برای مثال می توانید کروموزم جواب را decode کرده و به صورت یک ماتریس 8×8 نمایش دهید که فقط مقدار خانه هایی که وزیران در آن می باشند یک است و مابقی صفر می باشد.

- این مرحله باید بررسی کنیم آیا به جواب یا معیار دلخواه رسیده ایم و در صورت رسیدن الگوریتم را تمام می کنیم.

نکات پیاده سازی:

- ۱- یک فایل ژوپیتر نوت بوک در اختیار شما قرار داده شده است که باید الگوریتم خود را در آن پیاده سازی کنید.
- ۲- جواب خود را برای مسئله به روش مناسبی چاپ کنید.
- ۳- نمودار شایستگی جمعیت در نسل های مختلف را در نوت بوک رسم کنید.
- ۴- در صورت نیاز به تغییر بیشتر در کد شما مجاز به انجام این کار می باشد ولی دقت کنید مراحل انجام الگوریتم در سل ها مشخص باشد و خروجی شما نیز در نمودار بایستی معلوم باشد.