

هدف پروژه دوم: الگوریتم ژنتیک

در این پروژه می‌خواهیم به کمک الگوریتم‌های ژنتیک، گیت‌های مورد نیاز برای تولید مدار مورد نظر به طوری که مطابق جدول درستی داده شده کار کند، بیابیم.

تعریف کروموزوم

کروموزوم یک توالی از گیت‌ها در نظر گرفته شده.

تولید جمعیت اولیه

تولید جمعیت اولیه با generate کردن کروموزوم‌های شبه رندوم انجام می‌شود. با این کار شاهد هیچ سوگیری خاصی در جمعیت اولیه نخواهیم بود.

1. دلیل انتخاب معیار تناسب خود را ذکر کنید.

معیار تناسب تعداد سطرهایی از جدول درستی داده شده است که کروموزوم که یک توالی از گیت‌هاست برآورده می‌کند. از این جهت که هرچه تطابق این توالی از گیت‌ها به توالی اصلی نزدیک تر باشد قاعدتا در ازای حالت‌های بیشتری از انواع ورودی‌های محتمل، خروجی پیش‌بینی شده را از مدارمان میگیریم.

2. روش انتخاب افراد منتخب برای تولید جمعیت بعدی و دلیل انتخاب روش به کار برده شده را شرح دهید.

دو روش Roulette Wheel Selection و Rank Selection پیاده‌سازی شده که به تفکیک به هر یک در ادامه پرداخته می‌شود. در Roulette Wheel Selection احتمال انتخاب مطلق است ولی از آن طرف در Rank Selection نسبی است. به این معنی که اهمیتی ندارد Fitt ترین کروموزوم 10 برابر از کروموزوم Fitt بعدی، Fitt تر باشد یا فقط $Fitt\ 0.001\%$ ؛ در هر دو حالت شانس انتخاب شدن برابری دارد. به همین جهت ترجیح به استفاده از Rank Selection می‌باشد.

3. تاثیر mutation و crossover و احتمال هر یک از آنها را ذکر کنید.

در پروسه crossover ما از والد‌های انتخاب شده به اصطلاح جفت گیری انجام می‌دهیم. با این کار درواقع نسل جدید را از والد‌هایی که Fitness بالاتر دارند generate می‌کنیم؛ که در این حالت به طور میانگین در هر نسل میانگین Fitness کروموزوم‌ها بیش از نسل‌های پیشین خود خواهد بود. اگر می‌گوییم احتمال crossover 78% در نظر گرفته شده به این معنی است که با احتمال 78% فرایند ترکیب در ازای یک جفت والد انجام می‌شود و در غیر این صورت با احتمال 22% والد‌ها عینا به نسل بعد منتقل می‌شوند.

منظور از احتمال mutation آن است که با چه احتمالی ژنوم هر کروموزوم Flip شود. با این کار سعی می‌شود diversity یا گوناگونی جمعیت حفظ شود.

4. با وجود استفاده از این روشها، باز هم ممکن است که کروموزومها پس از چند مرحله دیگر تغییر نکنند. دلیل این اتفاق و مشکلاتی که به وجود می‌آورد را شرح دهید. برای حل آن چه پیشنهادی می‌دهید؟

با وجود استفاده از هردوی روش‌های شرح داده شده در بالا باز هم ممکن است جمعیت در یک اکستریم محلی به دام بیفتد. یک راه فرار از این قضیه ترکیب الگوریتم Simulated Annealing و الگوریتم ژنتیک می‌باشد؛ با استفاده از یک الگوریتم هیبریدی با میسر شدن گوناگونی کافی در سطح جمعیت شانس به دام افتادن در اکستریم‌ها به حداقل می‌رسد. راه دیگر اضافه کردن تعدادی کروموزوم رندوم به استخر جفت‌گیری می‌باشد؛ مشابه قبل با این کار با سعی بر حفظ diversity جمعیت نسل‌ها از به دام افتاده شدن جلوگیری به عمل می‌آوریم.

تعیین hyper parameter ها در این مساله اهمیت زیادی دارند و همچنین باید به دلیل تعیین و تاثیرات آنها نیز توجه داشته باشید.

Hyper Parameter ها در این مسئله عبارت هستند از اندازه جمعیت، نرخ mutation، نرخ crossover، k در k-Point Crossover، درصدی که از هر جمعیت به عنوان والد انتخاب می‌شود.