

# به نام خدا

سینا کریمی

9931050

تمرین سوم

سوال 1

خاتمه با رسیدن به شرط خاص

در این روش، الگوریتم تا زمانی که به یک شرط خاص (مثلاً رسیدن به یک مقدار آستانه‌ای) برسد، ادامه می‌یابد.

مزایا

- دقت بالایی نتیجه می‌تواند به نتایج دقیقی منجر شود زیرا تا رسیدن به شرایط مطلوب ادامه می‌یابد.
- قابل تنظیم: شرط خاتمه می‌تواند به گونه‌ای تنظیم شود که با نیازهای خاص تطابق یابد.

معایب:

- ممکن است زمان زیادی ببرد: اگر شرط خاتمه سختگیرانه باشد، ممکن است زمان اجرای الگوریتم زیاد شود.
- احتمال گیر کردن در بهینه‌های محلی: ممکن است الگوریتم در یک بهینه محلی گیر کند و به بهینه کلی نرسد.

خاتمه پس از تعداد معینی از تکرارها

در این روش، الگوریتم بعد از انجام تعداد معینی از تکرارها خاتمه می‌یابد.

مزایا

- پیش‌بینی‌پذیری زمان اجرا: زمان اجرای الگوریتم قابل پیش‌بینی و کنترل است.
- سادگی پیاده‌سازی: این روش ساده و سراسر است.

معایب

- احتمال عدم دقت: ممکن است الگوریتم قبل از رسیدن به بهترین نتیجه خاتمه یابد.
- نیاز به تنظیم بهینه: تعداد تکرارها باید به دقت انتخاب شود تا به نتایج مطلوب برسد.

خاتمه بر اساس همگرایی

در این روش، الگوریتم زمانی خاتمه می‌یابد که تغییرات بین تکرارها به حداقل برسد.

مزایا:

- تضمین همگرایی: این روش معمولاً تضمین می‌کند که الگوریتم به یک جواب پایدار می‌رسد.
- تطبیق با مسائل واقعی: می‌تواند به طور موثری برای مسائل واقعی که نیاز به همگرایی دارند، استفاده شود.

معایب:

- زمان اجرا: ممکن است زمان زیادی برای رسیدن به همگرایی نیاز باشد.
- تنظیم حساس: پارامترهای مربوط به همگرایی باید به دقت تنظیم شوند.

خاتمه با وقفه زمانی

در این روش، الگوریتم پس از گذشت زمان مشخصی خاتمه می‌یابد.

مزایا:

- کنترل زمان: زمان اجرای الگوریتم به طور دقیق قابل کنترل است.
- سادگی پیاده‌سازی: این روش ساده و قابل فهم است.

معایب:

- احتمال عدم دقت: ممکن است الگوریتم قبل از رسیدن به جواب بهینه خاتمه یابد.
- وابستگی به سرعت پردازش: نتیجه ممکن است به سرعت پردازش بستگی داشته باشد و در سخت‌افزارهای مختلف متفاوت باشد.

سوال (2)

در ابتدای اجرای الگوریتم ژنتیک، استراتژی  $(\lambda, \mu)$  به دلیل افزایش تنوع ژنتیکی و کمک به کاوش فضای جستجو، مناسب‌تر است. استفاده از این استراتژی در انتهای اجرای الگوریتم ممکن است باعث از دست دادن تنوع ژنتیکی و گیر کردن در بهینه‌های محلی شود. بنابراین، این استراتژی به طور معمول در انتهای الگوریتم کمتر استفاده می‌شود.

در انتهای اجرای الگوریتم ژنتیک، استراتژی  $(\lambda + \mu)$  به دلیل حفظ بهترین جواب‌ها و جلوگیری از افتادن به بهینه‌های محلی، مناسب‌تر است چرا که این استراتژی ممکن است در ابتدا موجب افزایش تنوع ژنتیکی کمتری نسبت به استراتژی  $(\lambda, \mu)$  شود، زیرا والدین نیز به همراه فرزندان در نسل بعدی حضور دارند. بنابراین، در ابتدای الگوریتم، معمولاً ترجیح داده نمی‌شود.

سوال (3)

Wheel Roulette

در این روش، هر فرد (کروموزوم) به نسبت شایستگی اش (fitness) احتمال انتخاب دارد. می توان این روش را به چرخ رولت تشبیه کرد که هر بخش از چرخ به یک فرد اختصاص داده شده است و اندازه هر بخش نسبت به شایستگی آن فرد است. فرآیند انتخاب به این صورت است:

1. محاسبه احتمال انتخاب: احتمال انتخاب هر فرد برابر است با شایستگی آن فرد تقسیم بر مجموع شایستگی ها.

2. تولید عدد تصادفی: یک عدد تصادفی بین 0 و 1 تولید می شود.

3. انتخاب فرد: با توجه به عدد تصادفی، فردی که بخش او شامل این عدد است، انتخاب می شود.

این فرآیند تا زمانی که تعداد مورد نیاز افراد انتخاب شوند، تکرار می شود.  
روش (SUS)

روش SUS نیز مشابه روش Wheel Roulette است، اما به صورت همزمان و یکنواخت چند فرد را انتخاب می کند. فرآیند انتخاب به این صورت است:

1. محاسبه احتمال انتخاب: مشابه روش Wheel Roulette، احتمال انتخاب هر فرد برابر است با شایستگی آن فرد تقسیم بر مجموع شایستگی ها.

2. تعیین فاصله بین انتخاب ها: فاصله بین انتخاب ها برابر است با 1 بر تعداد افراد مورد نیاز.

3. تولید نقطه شروع تصادفی: یک عدد تصادفی بین 0 و فاصله بین انتخاب ها تولید می شود.

4. انتخاب افراد: با استفاده از نقاط انتخاب، افراد انتخاب می شوند. نقاط انتخاب به صورت فاصله های یکنواخت از نقطه شروع تصادفی تعیین می شوند.

مقایسه Wheel Roulette و SUS

- تنوع انتخاب: روش SUS به دلیل انتخاب یکنواخت و همزمان، تنوع بیشتری را تضمین می‌کند و احتمال انتخاب تصادفی کمتر است. روش Wheel Roulette ممکن است منجر به انتخاب‌های تصادفی بیشتری شود.

- ثبات نتایج: روش SUS نتایج ثابتی را تضمین می‌کند، زیرا نقاط انتخاب به صورت یکنواخت تعیین می‌شوند. روش Wheel Roulette ممکن است نتایج متغیری ارائه دهد.

- پیچیدگی محاسباتی: هر دو روش پیچیدگی محاسباتی مشابهی دارند، اما روش SUS ممکن است کمی پیچیده‌تر به نظر برسد.

اعمال روش‌ها بر داده‌های شایستگی

داده‌های شایستگی: 5، 1، 6، 8، 4، 4، 2، 2، 3، 5

محاسبات اولیه

مجموع شایستگی‌ها: 40

روش Wheel Roulette

1. محاسبه احتمال انتخاب هر فرد:

○ احتمال فرد 1:  $4/5$

○ احتمال فرد 2:  $1/40$

○ احتمال فرد 3:  $6/40$

○ احتمال فرد 4:  $8/40$

○ احتمال فرد 5:  $4/40$

○ احتمال فرد 6:  $4/40$

○ احتمال فرد 7:  $2/40$

○ احتمال فرد 8: 2/40

○ احتمال فرد 9: 3/40

○ احتمال فرد 10: 5/40

2. محاسبه مرزهای انتخاب:

○ فرد 1: 0.125

○ فرد 2: 0.15

○ فرد 3: 0.3

○ فرد 4: 0.5

○ فرد 5: 0.6

○ فرد 6: 0.7

○ فرد 7: 0.75

○ فرد 8: 0.8

○ فرد 9: 0.875

○ فرد 10: 1.0

3. تولید 5 عدد تصادفی:

○ 0.89, 0.45, 0.15, 0.68, 0.22

4. انتخاب افراد:

○ 0.22: فرد 3 ( $0.15 < 0.22 \leq 0.3$ )

○ 0.68: فرد 6 ( $0.6 < 0.68 \leq 0.7$ )

○ 0.15: فرد 3 ( $0.15 \leq 0.15$ )

○ 0.45: فرد 4 ( $0.3 < 0.45 \leq 0.5$ )

○ 0.89: فرد 9 ( $0.875 < 0.89 \leq 1.0$ )

روش SUS

1. فاصله بین انتخاب‌ها برابر است با 0.2

2. تولید نقطه شروع تصادفی: 0.05

3. نقاط انتخاب: 0.05, 0.25, 0.45, 0.65, 0.85

4. انتخاب افراد:

○ 0.05: فرد 1 ( $0 \leq 0.05 \leq 0.125$ )

○ 0.25: فرد 3 ( $0.15 < 0.25 \leq 0.3$ )

○ 0.45: فرد 4 ( $0.3 < 0.45 \leq 0.5$ )

○ 0.65: فرد 6 ( $0.6 < 0.65 \leq 0.7$ )

○ 0.85: فرد 9 ( $0.8 < 0.85 \leq 0.875$ )

روش SUS به دلیل تضمین تنوع بیشتر و انتخاب‌های یکنواخت‌تر، در این مثال بهتر عمل کرد. این روش می‌تواند از تمرکز بیش از حد روی افراد با شایستگی بالاتر جلوگیری کند و به حفظ تنوع ژنتیکی کمک کند.

سوال 4)

مزایای استفاده از روش بازنمایی جایگشتی عبارتند از:

- حل مسائل ترتیب دهی و مسیریابی: بازنمایی جایگشتی به طور طبیعی برای مسائل مرتب‌سازی و مسیریابی مانند مساله فروشنده دوره گرد مناسب است زیرا ترتیب عناصر مهم است.

- حفظ محدودیت ها: بازنمایی جایگشتی به حفظ محدودیت‌های مساله کمک می کند. به عنوان مثال هر عدد دقیقا یک بار در جایگشت ظاهر می شود. این ویژگی تضمین می کند که راه‌حل‌های تولید شده معتبر هستند.

- کاوش جستجوی کارآمد: عملگرهای خاصی مانند تقاطع ترتیب‌دهی شده و تقاطع چرخه ای برای بازنمایی جایگشتی طراحی شده‌اند که کاوش فضای جستجو را کارآمدتر می کنند.

معایب بازنمایی جایگشتی:

- پیچیدگی عملگرها: عملگرهای تکاملی مانند تقاطع و جهش برای بازنمایی جایگشتی پیچیده تر هستند و نیاز به پیاده سازی‌های خاص دارند تا اطمینان حاصل شود که جایگشت‌ها معتبر باقی میمانند.

- محدودیت در کاربرد: بازنمایی جایگشتی به‌طور کلی برای مسائل ترتیب دهی مناسب است و ممکن است برای مسائل دیگر مانند بهینه سازی توابع ریاضی یا مسائل دسته بندی مناسب نباشد.

استفاده از جهش bit-wise در بازنمایی جایگشتی مناسب نیست. جهش bit-wise به تغییر تصادفی هر بیت در یک کروموزوم اشاره دارد که در بازنمایی باینری بسیار موثر است اما در بازنمایی جایگشتی مناسب نیست. در بازنمایی جایگشتی تغییر تصادفی هر عنصر باید همچنان محدودیت های جایگشتی را حفظ کند.

سوال (5)



وجود جهش در الگوریتم‌های تکاملی برای حفظ تنوع ژنتیکی و جلوگیری از گیر کردن در بهینه‌های محلی ضروری است. وجود جهش می‌تواند باعث حفظ تنوع ژنتیکی و کاوش فضای جستجو و جلوگیری از گیر کردن در بهینه‌های محلی بشود و در عین حال باعث تغییرات نامطلوب بشود که کیفیت را کاهش می‌دهند. عدم وجود جهش می‌تواند باعث کاهش تنوع ژنتیکی و گیر کردن در بهینه‌های محلی و کاهش احتمال یافتن بهینه‌های کلی بشود

میزان جهش باید به دقت تنظیم شود تا تعادل بین تنوع ژنتیکی و کیفیت راه‌حل‌ها حفظ شود. جهش زیاد می‌تواند تنوع ژنتیکی را افزایش دهد اما ممکن است کیفیت راه‌حل‌ها را کاهش داده و فرآیند همگرایی را کند، کند. جهش کم می‌تواند به حفظ کیفیت راه‌حل‌ها کمک کند اما ممکن است منجر به کاهش تنوع ژنتیکی و کاوش محدود در فضای جستجو شود.

سوال 6)

(الف)

در این مسئله، کروموزوم‌ها به صورت  $w_1-w_2-w_3-w_4-w_5$  هستند که هر  $w_i$  ظرفیت بیمارستان  $i$  را نشان می‌دهد. هر کروموزوم شامل پنج مقدار مختلف از مجموعه  $\{20, 40, 60, 80, 100\}$  است. برای انجام بازترکیبی (Crossover) می‌توانیم از روش‌های مختلفی مانند تقاطع تک نقطه‌ای (Single-point Crossover) یا تقاطع دو نقطه‌ای (Two-point Crossover) استفاده کنیم.

روش تقاطع تک نقطه‌ای: در این روش، یک نقطه تقاطع تصادفی در کروموزوم‌ها انتخاب می‌شود و بخش‌های قبل و بعد از این نقطه بین دو والدین مبادله می‌شوند.

(ب)

دو کروموزوم زیر را در نظر بگیرید:

• کروموزوم 1: 20-60-40-80-100

• کروموزوم 2: 80-40-20-60-100

فرض کنید نقطه تقاطع تصادفی بین مکان دوم و سوم انتخاب شده است. فرآیند بازترکیبی به صورت زیر خواهد بود:

### 1. تقاطع تک نقطه‌ای در مکان سوم:

○ کروموزوم 1: 60-20 | 100-80-40

○ کروموزوم 2: 40-80 | 100-60-20

### 2. ایجاد فرزندان با مبادله بخش‌های بعد از نقطه تقاطع:

فرزند 1: 100-60-20-60-20

فرزند 2: 100-80-40-40-80

### اصلاح فرزندان برای حفظ یکتا بودن ظرفیت‌ها

در این مرحله، باید فرزندان را اصلاح کنیم تا ظرفیت‌ها یکتا باشند.

### اصلاح فرزند 1:

• 20-60-20-60-100

○ 20 تکراری است، یکی از آنها را با ظرفیت باقی‌مانده جایگزین میکنیم (یعنی 40)

○ 60 تکراری است، یکی از آنها را با ظرفیت باقی‌مانده جایگزین میکنیم (یعنی 80)

فرزند 1: 100-80-40-60-20

### اصلاح فرزند 2:

• 80-40-40-80-100

○ 40 تکراری است، یکی از آنها را با ظرفیت باقی‌مانده جایگزین میکنیم (یعنی 20)

○ 80 تکراری است، یکی از آنها را با ظرفیت باقی‌مانده جایگزین میکنیم (یعنی 60)

فرزند 2: 100-60-20-40-80

## نتیجه نهایی:

پس از اصلاح، فرزندان نهایی به صورت زیر خواهند بود:

• فرزند 1: 100-80-40-60-20

• فرزند 2: 100-60-20-40-80

## سوال (7)

مسئله: مسئله کوله‌پشتی یک مسئله بهینه‌سازی است که در آن باید تعدادی آیتم را انتخاب کنید تا در یک کوله‌پشتی با ظرفیت محدود قرار دهید. هر آیتم دارای یک وزن و یک ارزش است و هدف شما این است که ارزش کل آیتم‌های انتخاب‌شده را به حداکثر برسانید در حالی که وزن کل آنها از ظرفیت کوله‌پشتی بیشتر نشود.

کروموزوم طراحی شده: در این مسئله، هر کروموزوم یک بردار باینری است که طول آن برابر با تعداد آیتم‌ها است. هر ژن در این بردار نشان‌دهنده انتخاب (1) یا عدم انتخاب (0) یک آیتم است.

## مراحل:

تولید جمعیت اولیه: یک جمعیت اولیه از 10 کروموزوم به صورت تصادفی تولید می‌شود.

ارزیابی جمعیت: تابع هدف برای هر کروموزوم محاسبه می‌شود تا میزان ارزش کل آیتم‌های انتخاب‌شده و وزن کل آنها مشخص شود.

انتخاب: کروموزوم‌ها با استفاده از انتخاب تورنمنت برای تولید نسل بعدی انتخاب می‌شوند.

تقاطع: جفت‌های والدین انتخاب‌شده با استفاده از عملگر تقاطع تک نقطه‌ای تولید فرزندان را انجام می‌دهند.

جهش: فرزندان با نرخ جهش مشخص جهش پیدا می‌کنند تا تنوع ژنتیکی حفظ شود.

ایجاد نسل جدید: نسل جدیدی از کروموزوم‌ها ایجاد شده و فرآیند تکرار می‌شود تا نسل‌های بعدی تولید شوند.