

- نمایش

در این مسئله، ژن، یک آرایه از جنس برج‌ها و با سائز شهرها در نظر گرفته شده است. ایندکس هر خانه آرایه مشخص کننده شماره شهر و مقدار آن خانه مشخص کننده برجی است که به این شهر تخصیص داده شده است. هر برج نیز در درون خود پنهان باند و مکان مختص به خود دارد.

- انتخاب

برای اینکار از روش **Fitness Proportionate** استفاده شده است. بدین صورت برازندگی هر کروموزوم به برازندگی کل تقسیم شده و بر این اساس برای انتخاب شدن شانس بیشتر یا کمتری پیدا می‌کند.

این روش کروموزوم‌های با برازندگی زیاد را با احتمال بالایی حفظ می‌کند و در عین حال با دادن شانس انتخاب شدن به کروموزوم‌های با برازندگی کم، گوناگونی کروموزوم‌ها را نیز حفظ می‌کند.

- باز ترکیب

بدین منظور از روش تقطیع چند نقطه‌ای استفاده شده است. از آنجایی که اندازه دو آرایه یکسان و به اندازه تعداد شهرها می‌باشد، به راحتی با انتخاب چند نقطه از آرایه و ترکیب آن‌ها به صورت ضربدری، کروموزوم‌های جدید را ایجاد می‌شوند. بدین صورت، برج‌های اختصاص یافته به هر محله و تعداد برج‌هایی که در کل در تمام شهر داریم ممکن است دستخوش شود.

با این روش به دلیل داشتن تغییرات متنوع، تنوع کروموزوم‌ها بالا رفته و از همگرایی زودرس جلوگیری می‌شود.

در صورت استفاده از روش باز ترکیب تک یا دو نقطه‌ای مشکل کمبود تنوع کروموزوم‌ها رخ خواهد داد.

• جهش

برای این قسمت از روش گوسی برای تغییر مکان‌ها و پهنای باند برج‌ها و از روش جابه‌جایی برای تغییر برج اختصاص داده شده به یک شهر استفاده شده. در روش گوسی یک مقدار در بازه‌ی کنترل شده و رندوم به مقدار فعلی اضافه یا کم می‌شود. در روش جا به جایی مقدار یک خانه آرایه با خانه دیگر عوض می‌شود. روش گوسی با تغییرات کوچک و کنترل شده، مانع از برهم ریختن جواب‌های مناسب می‌شود. و روش جابه‌جایی به افزایش تنوع گونه‌ها کمک می‌کند.

• ارزیابی

الگوریتم تکاملی در ابتدا با شیب زیاد به سمت جواب بهینه همگرا شده و در نسل‌های بعدی، شیب همگرایی کاهش می‌یابد. با افزایش نرخ جهش و نرخ بازترکیب شاهد همگرایی زودرس هستیم. با نرخ حدود ۰.۰۱ برای جهش و بازترکیب در این مسئله، الگوریتم به برازندگی مناسبی می‌رسد. بنابراین با کاهش نرخ بازترکیب و جهش، لازم می‌شود تعداد تکرار نسل‌ها افزایش یابد.

• جایگزینی

این کار از طریق استراتژی انتخاب $\mu + \lambda$ انجام شده است. بدین صورت که ابتدا کروموزوم‌های قبلی و کروموزوم‌های حاصل شده از مراحل قبل با یکدیگر ترکیب می‌شوند و سپس بر اساس برازندگی مرتب شده و بهترین آن‌ها انتخاب خواهند شد.

انجام این کار باعث پیشروی به سوی جواب‌های بهینه و بهره‌برداری می‌شود و همچنین با برداشت کروموزوم هم از جمعیت قبلی و هم از جمعیت ایجاد شده، باعث افزایش گوناگونی می‌شود.

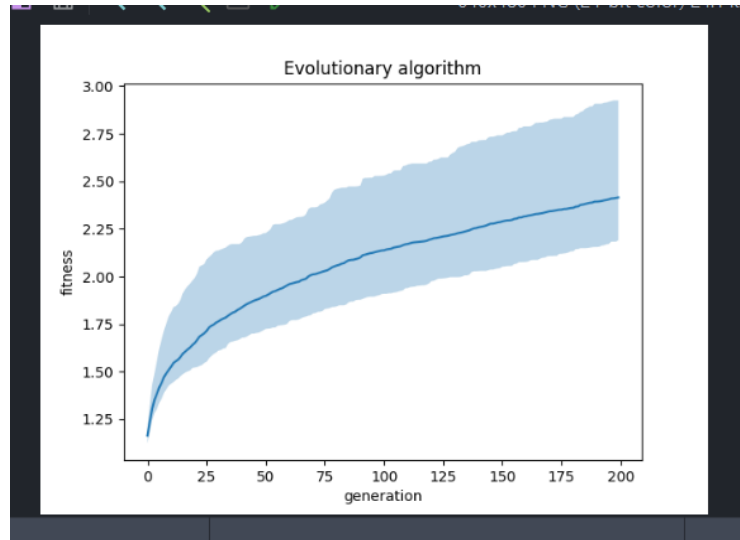
با جایگزینی تمام نسل جدید و عدم جایگزینی بهترین‌ها، مشکل پراکندگی زیاد در بین جواب‌ها رخ خواهد داد.

POPULATION_SIZE = 50

MAX_GENERATIONS = 200

CROSSOVER_RATE = 0.9

MUTATION_RATE = 0.1

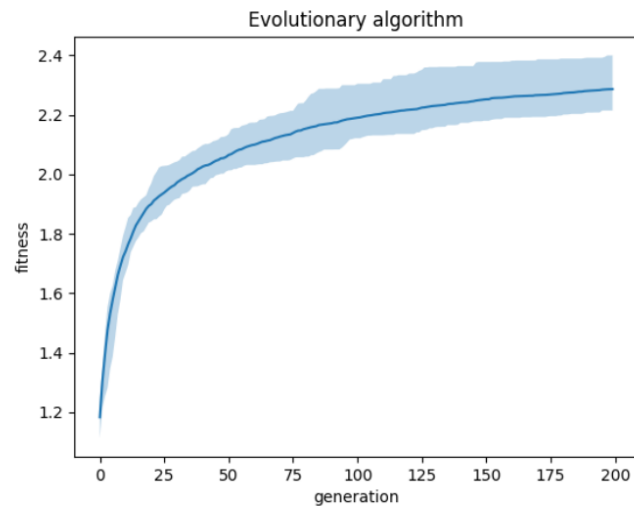


POPULATION_SIZE = 50

MAX_GENERATIONS = 200

CROSSOVER_RATE = 0.1

MUTATION_RATE = 0.9

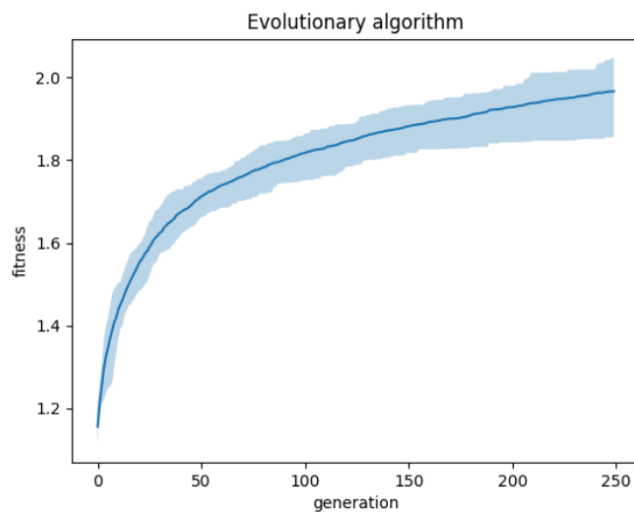


POPULATION_SIZE = 50

MAX_GENERATIONS = 250

CROSSOVER_RATE = 0.9

MUTATION_RATE = 0.9

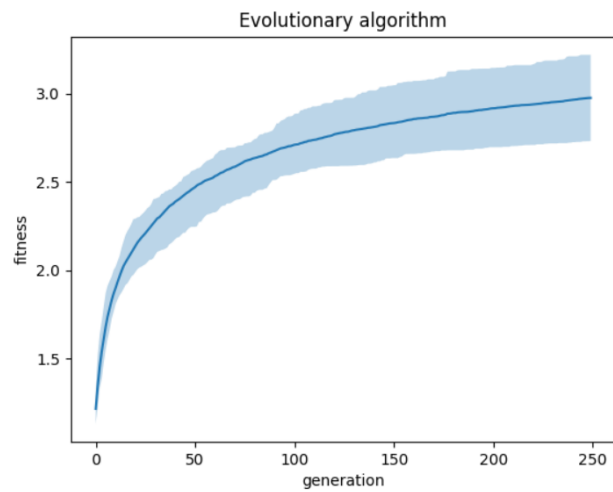


POPULATION_SIZE = 50

MAX_GENERATIONS = 250

CROSSOVER_RATE = 0.2

MUTATION_RATE = 0.2

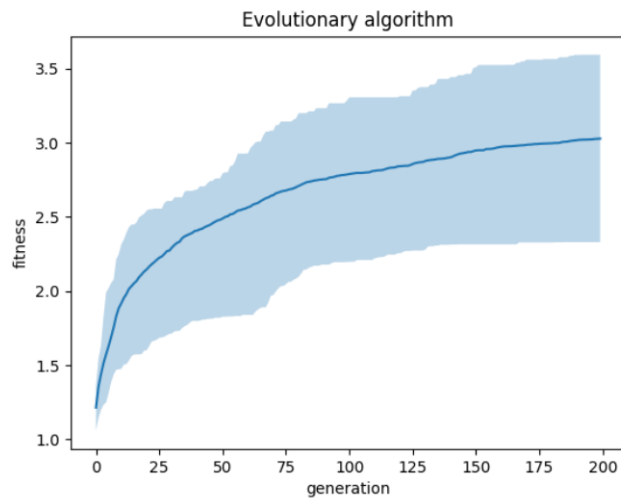


POPULATION_SIZE = 10

MAX_GENERATIONS = 200

CROSSOVER_RATE = 0.1

MUTATION_RATE = 0.1

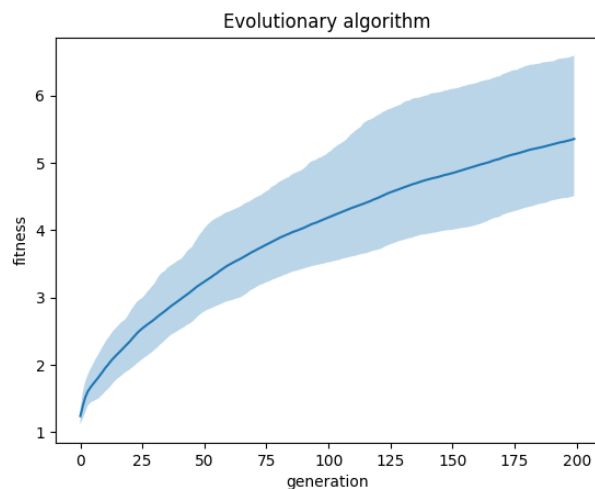


POPULATION_SIZE = 50

MAX_GENERATIONS = 200

CROSSOVER_RATE = 0.01

MUTATION_RATE = 0.01



POPULATION_SIZE = 50

MAX_GENERATIONS = 200

CROSSOVER_RATE = 0.01

MUTATION_RATE = 0.01

Runtime: 280.71361327171326
seconds

```
{
  "fitness": 4414.9224188366,
  "total_cost": 93347.28017907057,
  "total_satisfaction": 412121000.0,
  "num_of_towers": 33,
  "towers": [
    {"bw": 1...},
    {
      "loc": [...],
      "bw": 1558.801384666977,
      "cities": [
        {
          "1": {
            "location": [...],
            "population": 887,
            "bw": 1.8437706079844374e-07,
            "satisfaction": 0
          }
        },
        {...},
        {...},
        {...},
        {...},
        {...},
        {...},
        {...},
        {...}
      ]
    },
    {...},
    {"bw": 4179.9076428320805...},
    {"bw": 2469.407350916841...},
    {"bw": 3777.6877535203353...},
    {"bw": 2625.304183736529...},
    {"bw": 3597.825668806764...},
    {"bw": 2557.037759614036...},
    {"bw": 702.3162523521622...},
    {"bw": 2163.731540674623...},
    {"bw": 2191.725206693287...},
    {"bw": 4032.006655410886...}
  ]
}
```

