

پیدا کردن مجموعه جواب های برتر برای مسئله چند هدفه طراحی مخزن

مجید نصیری منجیلی

دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

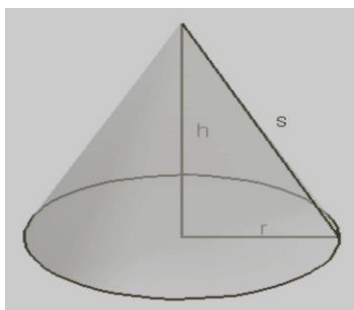
majid.nasiri@srttu.edu

مقدمه:

الگوریتم های ژنتیک با توجه به الگوهای جستجوی هوشمندی که دارند، قادرند فضای مسئله را بطور بهینه جستجو و جواب های متفاوتی بیابند. مسائل چند هدفه مسائلی هستند که، در آنها اهدافی وجود دارند که در تضاد با یکدیگرند، به این معنی که تغییر به پارامتر ورودی منجر به افزایش شایستگی دسته ای از اهداف و از طرفی منجر به کاهش شایستگی دسته ای دیگر از اهداف می شود.

موضوع:

در این تکلیف هدف پیدا کردن اندازه ارتفاع (h) و شعاع (r) سطح مقطع مخزنی است که می خواهیم گنجایش آن را بیشینه و مساحت سطح مقطع آن کمینه باشد، بطوری که مساحت قائده مخزن کمتر از ۴ متر مربع شود و همچنین ارتفاع مخزن نبایستی از ۴ متر بیشتر شود (شکل ۱).



تصویر ۱: مخزن

جواب این گونه مسائل مجموعه ای است^۱ از نقاطی در فضای هدف^۲، که دیگر نقاط بر آنها برتری^۳ ندارند. در فضای هدف می گوئیم پاسخ A بر پاسخ B برتری دارد اگر در هیچ یک از ابعاد فضای هدف مقدار شایستگی کمتری نداشته باشد و حداقل در یک ویژگی شایستگی بیشتری داشته باشد.

^۱ Pareto-set

^۲ Objective space

^۳ dominate

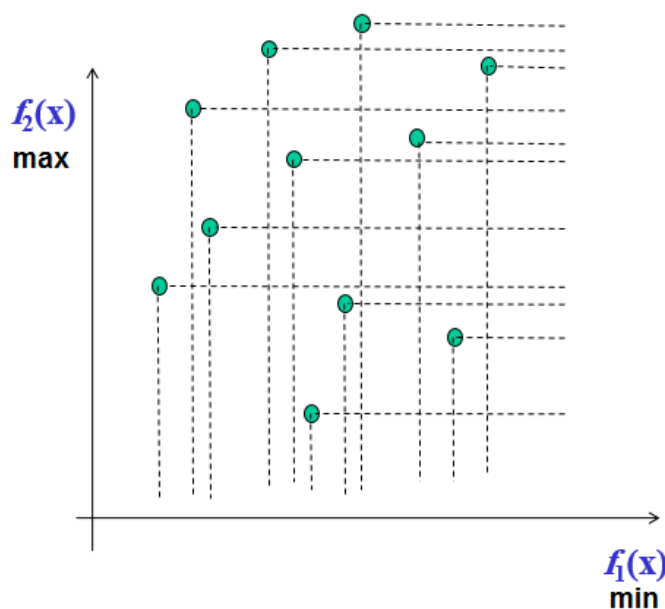
نحوه پیاده سازی:

مسئله داری دو فضای تصمیم^۴ و هدف^۵ است. ابعاد فضای تصمیم مقادیر ژنهای الگوریتم ژنتیک می باشند (تصویر ۲) یعنی شعاع قائده مخزن و ارتفاع مخزن. همچنین ابعاد فضای هدف مقادیر توابع هدف می باشند، یعنی مساحت مخزن و حجم مخزن.

ارتفاع مخزن	شعاع قائده مخزن
-------------	-----------------

تصویر ۲: ساختار کروموزم

از آنجایی که می خواهیم مساحت مخزن (بعد اول فضای هدف) را کمینه و حجم مخزن (بعد دوم فضای هدف) را بیشینه کنیم. همانطور که در تصویر ۳ نشان داده شده است، پس در فضای هدف به دنبال مجموعه جواب هایی هستیم که در صفحه مختصات در قسمت بالا و سمت چپ باشند.



تصویر ۳: مجموعه نقاط در فضای هدف

برای پیدا کردن مجموعه جواب های برتر این مسئله از الگوریتم ژنتیک با روش های مختلف انتخاب والدین و انتخاب بازماندگان که فهرست آنها در جداول ۱ و ۲ آمده است، استفاده شده است. و همچنین جدول مشخصات کلی الگوریتم ژنتیک بکار برده شده در جدول ۳ آورده شده است. در این پیاده سازی مقادیر کروموزوم ها با توجه به اینکه در فضای هدف توسط چند کروموزوم دیگر مقلوب می شوند امتیازدهی شده اند. این مقادیر امتیاز، بین یک و تعداد کروموزوم ها می باشد، بطوری که مقدار یک یعنی فقط توسط خود مقلوب می شود! و مقدار برابر تعداد کل کروموزوم ها (تعداد جمعیت) یعنی توسط تمامی کروموزوم های جمعیت مقلوب می شود. با توجه به اینکه امتیاز

^۴ Decision space

^۵ Objective space

کم برای کروموزم‌ها به معنی شایسته‌تر بودن آن است، پس برای محاسبه شایستگی از معکوس امتیاز هر کروموزوم استفاده شده است.

نوع انتخاب والدین	روش تخصیص احتمال به هر والد	روش انتخاب والد
('FPS', 'roulette_wheel')	Fitness-Proportionate Selection	roulette wheel
('FPS', 'SUS')	Fitness-Proportionate Selection	stochastic universal sampling
('linear_ranking', 'roulette_wheel')	Linear Ranking	roulette wheel
('linear_ranking', 'SUS')	Linear Ranking	stochastic universal sampling
('exponential_ranking', 'roulette_wheel')	Exponential Ranking	roulette wheel
('exponential_ranking', 'SUS')	Exponential Ranking	stochastic universal sampling
('best_n_of_k', 2, 5)	تورنومنت، انتخاب ۲ والد از ۵ والد انتخاب شده بطور تصادفی	
('best_n_of_k', 1, 5)	تورنومنت، انتخاب ۲ والد از ۵ والد انتخاب شده بطور تصادفی	

جدول ۱: لیست انواع روش های انتخاب والد

نوع انتخاب بازماندگان	روش انتخاب	پارامترهای روش
('GENITOR', 0.5)	GENITOR	۵۰٪ از بدترین های نسل قبل با فرزندان جایگزین می شود.
('round_robin', None)	round_robin	
('mu_plus_lambda', 1.4)	$(\mu + \lambda)$	۱۴۰٪ درصد جمعیت اولیه فرزند تولید شده با جمعیت والدین ترکیب شده
('mu_lambda', 1.4)	(μ, λ)	۱۴۰٪ درصد جمعیت اولیه فرزند تولید شده

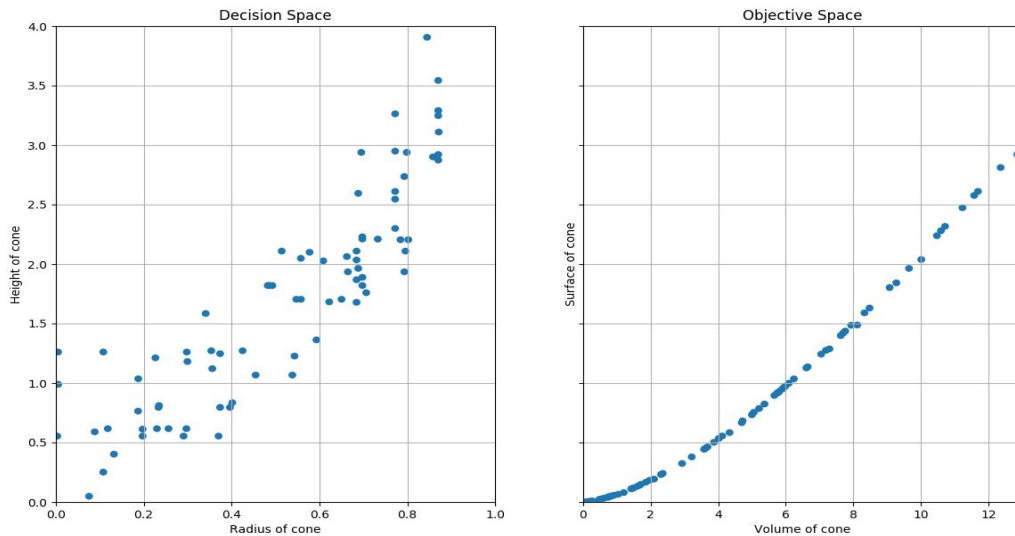
جدول ۲: لیست انواع روش های انتخاب بازماندگان

Representation	Float
Recombination	Single crossover
Recombination Probability	90%
Mutation	uniform
Mutation Probability	90%
Parent Selection	('FPS', 'roulette_wheel')
Survivor Selection	$(\mu + \lambda)$
Population Size	80
Number of Offspring	50%
Initialization	Random
Termination Condition	After 5 generation

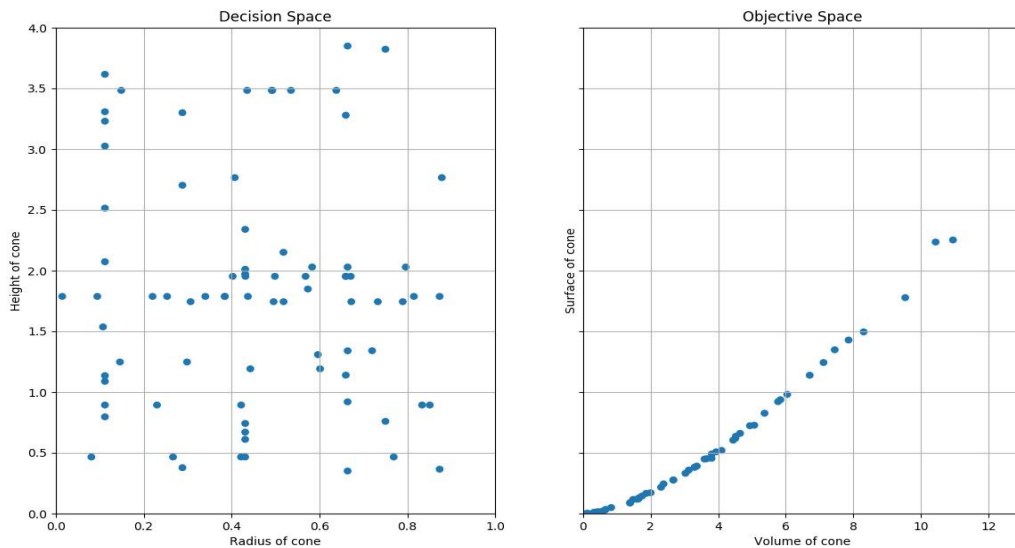
جدول ۳: مشخصات الگوریتم ژنتیک پایه

نتایج تست ها و نتیجه گیری:

در تصویر ۴ مقادیر جمعیت نسل آخر که مغلوب دیگر اعضای جمعیت نشده‌اند در فضای تصمیم و هدف بعد از ۵ نسل برای الگوریتم ژنتیک با مشخصات جدول ۱ با انتخاب والدین FPS+roulette_wheel و همچنین انتخاب بازماندگان $\mu + \lambda$ آورده شده است و همچنین تصویر ۵ همین تست را با انتخاب والدین linear_ranking و همچنین انتخاب بازماندگان generational آورده است.

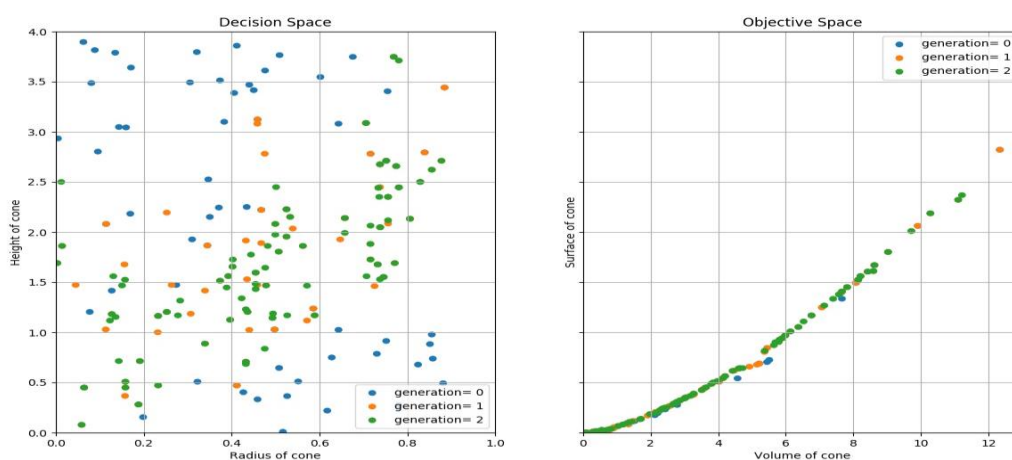


تصویر ۴: فضای تصمیم و هدف در نسل پنجم برای نمونه هایی که مغلوب دیگر اعضای جمعیت نشده اند. انتخاب والدین FPS+roulette_wheel و همچنین انتخاب بازماندگان $\mu + \lambda$

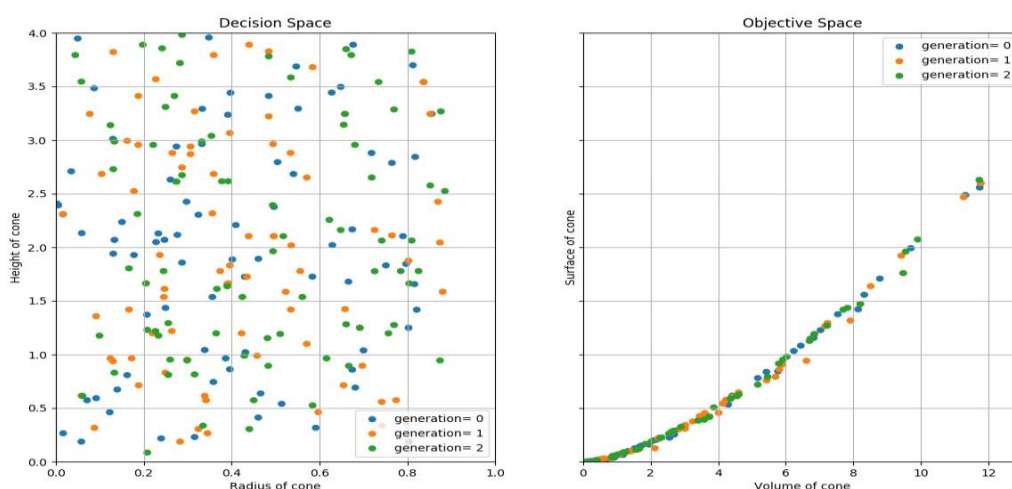


تصویر ۵: فضای تصمیم و هدف در نسل پنجم برای نمونه هایی که مغلوب دیگر اعضای جمعیت نشده اند. انتخاب والدین linear_ranking و همچنین انتخاب بازماندگان generational

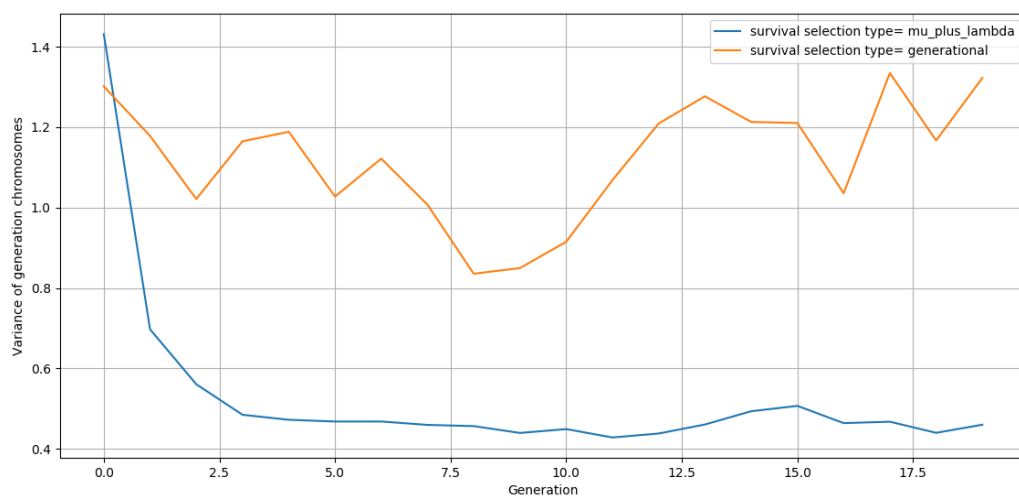
از دیگر تست هایی که انجام شده است مقایسه بین الگوریتم ژنتیک A با مشخصات جدول ۱ با انتخاب والدین FPS+roulette_wheel و همچنین انتخاب بازماندگان $\mu + \lambda$ و الگوریتم ژنتیک B با انتخاب والدین FPS+roulette_wheel و انتخاب بازماندگان generational می باشد. در این تست که تا ۳ نسل پیش رفته است بازی هر سه نسل مقادیر کروموزوم هایی که توسط دیگر کروموزوم های موجود در همان نسل مغلوب نشده اند را در فضای تصمیم و هدف ترسیم شده است (تصاویر ۶ و ۷). دیده می شود در الگوریتم A با پیشرفت نسل ها مقادیر کروموزوم ها بهتر انتخاب شده بگونه ایی که از ناحیه خاصی در فضای تصمیم انتخاب می شوند که مقادیر متناظر آنها در فضای هدف جزء مجموعه برتر می باشند. بطور دقیقتر واریانس مقادیر کروموزوم های نسل های مختلف در الگوریتم A و B در تصویر ۸ آورده شده است و نشان می دهد که برای الگوریتم A با پیشرفت نسل ها واریانس جمعیت کمتر شده و از تنوع جمعیت کاسته می شود ولی در مورد الگوریتم B با پیشرفت نسل ها واریانس جمعیت تغییری نکرده و از تنوع جمعیت کاسته نمی شود.



تصویر ۶: تنوع جمعیت برای الگوریتم A



تصویر ۷: تنوع جمعیت برای الگوریتم B



تصویر ۸: واریانش جمعیت در الگوریتم A و B برای نسل های مختلف