

بسم الله الرحمن الرحيم



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

تمرین سه درس هوش محاسباتی

دکتر عبادزاده

سید امیرمهدی میرشریفی

۹۸۳۱۱۰۵

۱) الف) ارتباط میان انتخاب طبیعی و تنوع در تکامل، و همچنین ارتباط این دو با جستجوی عمومی و جستجوی محلی را شرح دهید.

پاسخ: در تکامل انتخاب و تنوع تقریباً ضد هم هستند. به این معنی که اگر بر اساس شایستگی با هر پارامتر دیگری انتخاب صورت بگیرد در نسل های بعدی تنوع کمتری شاهد خواهیم بود که در واقع این کار مخالف این اصل است که تکامل وابستگی خوبی نسبت به تنوع دارد.

جست و جوی عمومی به این معنی است که در جست و جوی ژن های مناسب برای اضافه کردن به جمعیت اولیه باشیم و جست و جوی محلی به این معنی است که در میان ژن های انتخاب شده به دنبال نتیجه مد نظر از طریق روش های تکاملی باشیم. این دو ممکن است به صورت موازی اتفاق بیفتند که جهش کلید این امکان است.

ب) از مشکلات روش انتخاب بر حسب بهترین شایستگی، می توان به همگرایی زودرس و ساکن شدن الگوریتم اشاره کرد. هر کدام از این دو حالت را توضیح داده و بررسی کنید هر کدام تحت چه شرایطی اتفاق می افتند؟ جواب خود را با مثالی ساده نشان دهید.

پاسخ: هرگاه انتخاب بر اساس شایستگی صورت بگیرد و شایستگی یک ژن خیلی از شایستگی میانگین فاصله داشته باشد، نسل بعد بیشتر از همان ژن خواهد بود و بعد از مدتی کوتاهی به همگرایی خواهیم رسید که به آن همگرایی زودرس می گوییم. برای مثال اگر شایستگی یک ژن $9/10$ باشد و sp آن با فرض 10 انتخاب برابر است با 9 که یعنی از 10 فرزند نسل بعد 9 فرزند از یک ژن هستند.

اما زمانی که شایستگی ها تقریباً برابر باشند بنابراین نسل بعد نیز با توجه به انتخاب بر اساس شایستگی که شانس یکسانی دارند تقریباً شبیه نسل قبل میشود و تغییر خاصی ندارد که به آن ساکن شدن میگوییم. برای مثال زمانی که بین 10 ژن همگی $1/10$ شایستگی داشته باشند پس sp آنها برابر و نسل بعدی نیز همین خواهد بود.

۲) همانطور که می دانید دو اصل اساسی الگوریتم های تکاملی «انتخاب طبیعی» و «تنوع» است، و دو شیوهی $EA(\mu, \lambda)$ و $EA(\mu + \lambda)$ نیز برای انتخاب بازماندگان معرفی شده اند؛ که برحسب مقدار μ و λ حالات مختلفی برای الگوریتم داریم. در هر یک از حالات داده شده ی زیر، ابتدا با ذکر دلیل مشخص کنید

الگوریتم تکاملی محسوب می شود یا خیر، و شیوهی کار هر کدام را توضیح دهید:

پاسخ: در مدل (u, λ) یعنی از میان فرزندان به تعداد u انتخاب میکنیم. از این رو لامبدا باید حتماً از u بزرگتر باشد. در مدل $(u + \lambda)$ از بین فرزندان و والد ها به تعداد u تا انتخاب میکنیم، بنابراین:

الف) $EA(\mu, 1)$: نیست ، زیرا تعداد فرزندان 1 شده است ولی باید به تعداد u انتخاب شود که امکان ندارد

ب) $EA(1, 1)$: نیست ، زیرا این الگوریتم تصادفی است و فرزند مستقیم به نسل بعد میرود

ج) $EA(\mu, \mu)$: درست، تعداد والد و فرزندها مساوی است و به همان تعداد به مرحله بعد خواهند رفت

د) $EA(\mu + 1)$: درست ، از مجموع فرزند و والد u تا انتخاب میشود.

۳) فرض کنید برای داده‌های زیر که نشان‌دهنده‌ی شایستگی‌ها هستند، می‌خواهیم 5 مورد را در مرحله‌ی انتخاب بازماندگان انتخاب کنیم و به نسل بعدی ببریم. ابتدا روش‌های sus و $roulette\ wheel$ را با یکدیگر مقایسه کنید. به نظر شما برای این تعداد انتخاب، کدام روش بهتر عمل می‌کند؟ چرا؟ (اعداد تصادفی تولید کنید و الگوریتم را پیش ببرید)

7 1 2 2 1 6 1 8 3 4 5

پاسخ : در روش RW بر اساس شایستگی‌ها و احتمالات ، یک عدد تصادفی تولید میکنیم و در هر بازه‌ای که بود آن موجود انتخاب میشود. در روش Sus یک بازه $1/n$ را به تعداد انتخاب تقسیم میکنیم. سپس با استفاده از یک عدد تصادفی بین صفر تا $1/n$ شروع آن بازه را پیدا میکنیم که بر اساس آن انتخاب‌های ما نیز انتخاب میشوند. این دو الگوریتم بسیار شبیه هم هستند جز تعداد نقاط ثابت برای به دست آوردن انتخاب. با توجه به آن که شایستگی‌ها تقریباً نزدیک به یکدیگر هستند بهتر است از RW استفاده کنیم.

۴) فرض کنید الگوریتم ژنتیک را برای ایجاد یک رشته باینری به طول n استفاده کردیم که دارای خاصیت تقارن باشد. برای مثال رشته 110011 یک رشته متقارن و رشته 011011 نامتقارن است. جمعیت اولیه مجموعه‌ای از رشته‌های باینری با طول n بوده که در آن n عددی زوج است. الف) ابتدا یک تابع شایستگی مناسب برای این مساله معرفی کنید و دلیل انتخابتان را توضیح دهید.

پاسخ: میتوان بیت های $(1, n-2)$, $(0, n-1)$ را بایکدیگر $xnor$ کرد و مجموع این ها امتیاز شایستگی است. برای مثال اگر از $n/2$ جفت ما نصف آنها متقارن باشند امتیاز $n/4$ خواهد بود. شایستگی ما در اینجا بین صفر تا $n/2$ خواهد بود. با استفاده از این روش تعداد تقارن را میشود پیدا کرد.

ب) در صورتی که جمعیت اولیه سه رشته 011101 ، 011000 و 110001 باشد، مراحل اجرای یک فاز از الگوریتم ژنتیک را با توجه به شرایط زیر بر روی این جمعیت نشان دهید.

- از $EA(\mu, \mu)$ استفاده کنید و $\mu = 3$ در نظر بگیرید.
- انتخاب والدین را متناسب با شایستگی و به کمک roulette wheel انجام دهید.
- بازترکیبی را یک نقطه ای با $P_c = 0.8$ انجام دهید.
- جهش را با احتمال $P_M = 0.25$ انجام دهید.

پاسخ : در ابتدا شایستگی و احتمال ورودی ها را پیدا میکنیم :

$$1-F(011101)=0 \text{ xnor } 1 + 1 \text{ xnor } 0 + 1 \text{ xnor } 1 = 1 \rightarrow P(011101) = 1/4$$

$$2-F(011000)=0 \text{ xnor } 0 + 1 \text{ xnor } 0 + 1 \text{ xnor } 1 = 1 \rightarrow P(011000) = 1/4$$

$$3-F(110001)=1 \text{ xnor } 1 + 1 \text{ xnor } 0 + 0 \text{ xnor } 0 = 2 \rightarrow P(110001) = 2/4$$

حال در این مرحله با توجه به آنکه در نهایت ۳ فرزند میخواهیم و با توجه به آن که معمولا تعداد والد باید هفت برابر تعداد فرزند انتخابی باشد بنابراین ۲۱ والد باید از بین این جمعیت انتخاب کنیم که جفت جفت ، عملیات ترکیب انجام شود. برای مثال ما یک عدد تصادفی بین صفر تا یک (با توجه به روش RW) انتخاب میکنیم ، مثلا عدد ۰.۳۶ می آید بنابراین ۳ انتخاب میشود. در مرحله بعدی مثلا ۰.۹ می آید و مثلا ۲ انتخاب میشود. و ۱۹ بار دیگر .. الان جفت اول مشخص شده اند. حال یک عدد تصادفی تولید میکنیم اگر کمتر از ۰.۸ باشد یعنی بازترکیبی انجام خواهد شد والا انجام نمی شود . برای مثال عدد ۰.۵ می آید حال به روش کراس اور بازترکیبی ۳ و ۲ را انجام میدهیم و برای مثال اینجا حاصل برابر است با : 011001 برای جهش هم همین کار را انجام میدهیم و برای تمام جفت ها همین عملیات تا تمام فرزندان تولید شوند . حال از میان فرزندان میتوان از طریق الگوریتم تصادفی ۳ فرزند را استفاده و به نسل بعد فرستاد. همچنین میتوان از الگوریتمی متناسب با شایستگی نیز استفاده کرد.

۵) یک مسئله کاربردی از بحث الگوریتم های تکاملی مطرح کنید و آن را حل کنید.

پاسخ: برای مثال مسئله n وزیر است. برای کد کردن مسئله میتوان هر ردیف ژن را مساوی یک ردیف قرار گرفت که n بیت دارد که بیت هایی یک است که وزیر در آن وجود دارد. جمعیت اولیه برابر است با ترکیبی n تایی از این ژن ها . سپس تابع شایستگی برابر است با تعداد خطا . هرچه خطا کمتر مقدار مقدار تابع شایستگی کمتر است که برای درست کردن این مشکل میشود میشود زمان محاسبه احتمال همه را متمم کنیم. در ادامه کراس اور را انجام میدهیم و از فرزندان تولید شده انتخاب تصادفی انجام میدهیم و به همان تعداد نسل اول ، نسل بعدی را تشکیل میدهیم و مراحل مجدد به همین شیوه تکرار میشوند . زمانی که تابع شایستگی یکی از ورودی های ما صفر شد دیگر جریان متوقف میشود.

امتیازی:

۶) مسئله TSP را در نظر بگیرید:

یادگیری تور بهینه را با روش استراتژی تکامل یک بعلاوه لاند $ES(1 + \lambda)$ انجام دهید. هر کدام از موارد شیوه بازنمایی، جمعیت اولیه، بازترکیبی، جهش، انتخاب والدین، انتخاب بازماندگان، و شرط اتمام را ذکر کنید و در نهایت فلوچارت الگوریتم تکاملی را رسم کنید.

پاسخ:

در این مسئله هر ژن را مسیری در نظر میگیریم که به تعداد شهر ها بخش دارد. ترتیب این بخش ها همان مسیری است که می بایست به ترتیب طی شود. جمعیت اولیه برابر است با جایگشت این مسیر ها، تابع شایستگی در این مسئله بدین صورت است که از بخش اول شروع میشود و فاصله هایی که میبایست طی شود را بررسی میکنیم و در نهایت جمع این فاصله ها برابر است با خروجی تابع شایستگی. هرچه این خروجی کمتر باشد یعنی مسیر بهتر است. در این مرحله برای انتخاب والدین از الگوریتم متناسب با شایستگی و رتبه بندی استفاده میکنیم. اگر جهشی در این مسئله به وجود بیاید با توجه به این که جایگشت است و عدم تکرار مهم است از روش حلقه یا روش های دیگر استفاده خواهیم کرد. شرط اتمام همگرایی خواهد بود.