



مدل بهینه سازی نوین برای آنالیز سبد خرید مشتری با
در نظر گرفتن تخصیص و حل مسئله با الگوریتم ژنتیک

ارائه درس بهینه سازی محدب

نام استاد: دکتر هادی امیری



نام دانشجو: مینو احمدی



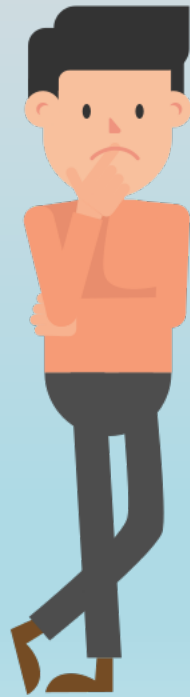
بهمن ماه ۱۴۰۰



مقدمه

در تحلیل سبد خرید مشتری
چه عوامل مهمی به جز
مجموعه اقلام انتخابی موثراند
؟

به نظر شما چطور باید سود
فروش محصولات را ماکسیموم
کنیم؟

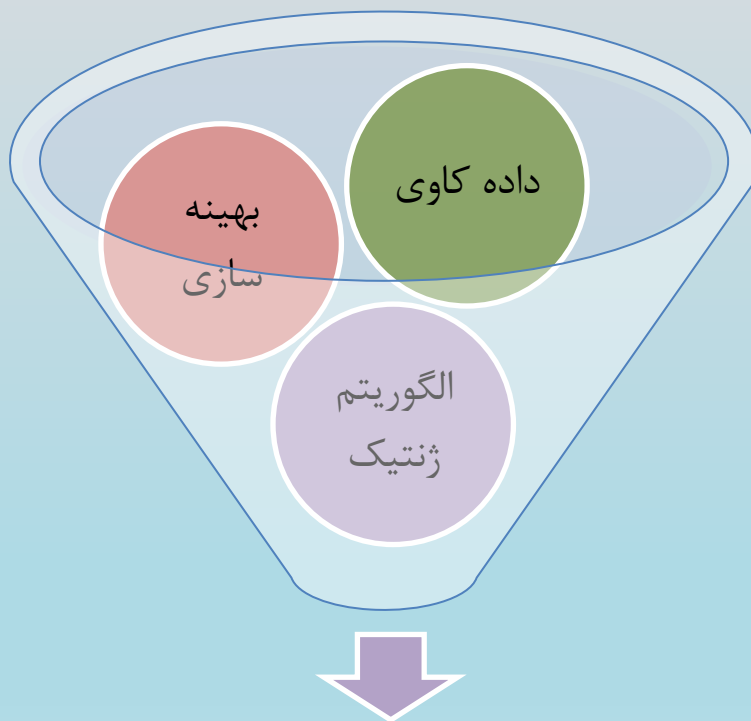


- ✓ امروزه تحلیل سبد بازار یکی از حوزه های تحقیقاتی مورد علاقه داده کاوی است که بیشتر مورد توجه محققان قرار گرفته است.
- ✓ اکثر تحقیقات مرتبط بر روی الگوریتم های سنتی و اکتشافی با عوامل محدود متمرکز شده اند که تنها عوامل تاثیرگذار در تحلیل بازار سبد نیستند.
- ✓ در این مقاله برای مدل سازی و تحلیل کارآمد داده های سبد بازار، مدل بهینه سازی با در نظر گرفتن پارامتر تخصیص به عنوان یکی از عوامل مهم و تاثیرگذار بر نرخ فروش پیشنهاد شده است.
- ✓ رویکرد الگوریتم ژنتیک برای حل مسئله برنامه ریزی باینری غیرخطی فرمول بندی شده و از یک مثال عددی برای نشان دادن مدل ارائه شده استفاده می شود.
- ✓ نتایج ارائه شده نشان می دهد که راه حل های به دست آمده واقعی تر و کاربردی تر به نظر می رسند.



معرفی

تعداد قابل توجهی از تحقیقات در مورد تکنیک‌های کاوی قواعد انجمنی و روش‌های بهینه‌سازی در یک تحقیق جداگانه وجود دارند، اما روش‌های بهینه‌سازی ریاضی در کنار داده کاوی و همچنین به‌کارگیری روش‌های فراابتکاری انجام نشده است. در این مقاله علاوه بر در نظر گرفتن قواعد هم انجمنی ترکیب محصولات سبد خرید ، جایگاه هر محصول در قفسه های مختلف نیز به عنوان عامل بسیار مهم در انتخاب محصول توسط مشتری نیز در نظر گرفته شده است. (مثلا کالا هایی که در قفسه های نزدیک به در ورودی و خروجی باشند با احتمال بیشتری در مقایسه با محصولات در جاهای دیگر ، فروش میروند. در این مقاله ما ان را ارائه می کنیم:



انچه در این مقاله برای انالیز سبد خرید مشتری استفاده شده



معرفی

تعریف یک مدل بهینه سازی غیر خطی صفر و یک با کمک تخصیص برای استخراج قوانین قرارگیری در قفسه ها

بله = ۱

خیر = ۰



ایا محصول ۱ ام در قفسه j ام قرار دارد ؟

ترتیب بخش ها و روند مقاله :

۱. شرح و بیان فرمول مسئله
۲. استفاده از الگوریتم ژنتیک برای حل مدل پیشنهادی
۳. بررسی یک مثال عددی برای روشن شدن مدل پیشنهادی
۴. نتیجه گیری



شرح و فرمول مسئله

تابع هدف

$$\sum_{i=1}^{m-1} \left[\sum_{l=i+1}^m \left[C_{il} + C_{li} \sum_{k=1}^P [b_i v_{ik} + b_l v_{lk} x_{ik} x_{lk}] \right] \right]$$

m: تعداد محصولات

p: تعداد قفسه ها

C_{il} : سطح اطمینان هر ترکیب (هم نشینی محصول i در لیستی که l نیز وجود دارد .

b_i : سود فروش از محصول i

v_{ik} : احتمال فروش محصول i زمانی که در قفسه k قرار گرفته است.

x_{ik} : محصول i که در قفسه K جا دارد.



محدودیت های مسئله

$$\sum_{i=1}^m x_{ik} \leq U_k \quad ; k = 1, 2, \dots, P$$

U_k : میزان گنجایش قفسه k ام
مجموع همه ی انواع محصولات قرار گرفته در قفسه k ام محدود است

$$x_{ik} x_{lk} (S_{il} - S_{min}) \geq 0 \quad ; \forall i, l \in \{1, 2, \dots, m\}$$

S_{il} : تعداد تکرار هر ترکیب (rule) در سبدهای خرید مشتریان
 S_{min} : مینیوم ساپورت که خودمان بسته به مسئله تعیین میکنیم
تعداد ساپورت هر rule نباید کمتر از مینیوم ساپورت تعیین شده باشد.

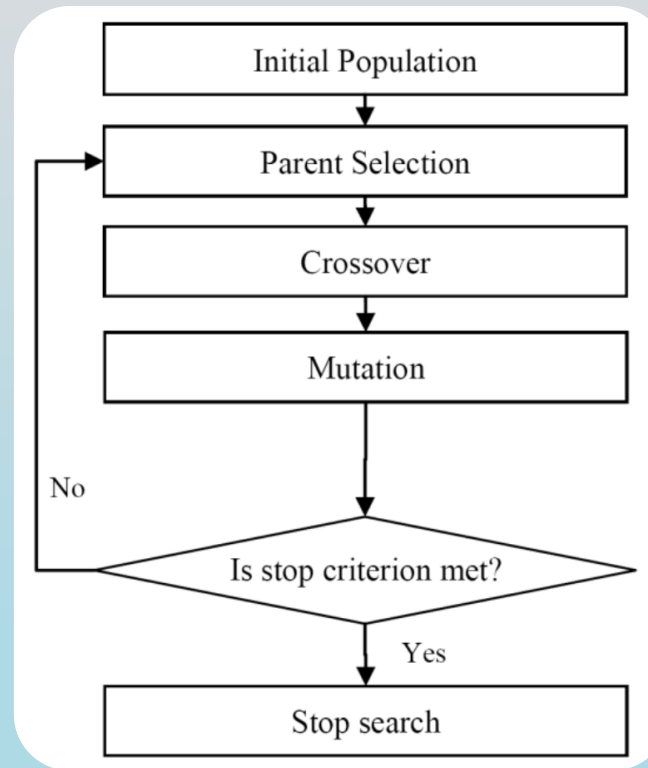
$$\sum_{k=1}^P x_{ik} = 1 \quad ; i = 1, 2, \dots, m$$

هر نوع محصول فقط میتواند در یک قفسه قرار گیرد.
محصول i ام نمیتواند هم در قفس j و هم در قفس $j+m$ باشد.



الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک به دسته‌ای از روش‌های فراابتکاری معروف به روش‌های جستجوی تصادفی تعلق دارد که از انتخاب تصادفی عملگرها در استراتژی جستجوی خود استفاده می‌کنند.



مکانیزم الگوریتم ژنتیک

نمایی از کروموزوم و تاثیر عملگر های موجود در GA

کروموزوم در نظر گرفته شده برای هر سلول نشان داده شده است که در آن مقدار هر ژن باینری است که وقتی محصول i به قفسه k تخصیص داده می شود ۱ می گیرد، در غیر این صورت ۰ می باشد.

x_{11}	x_{12}	...	x_{1P}	...	x_{m1}	x_{m2}	...	x_{mP}
----------	----------	-----	----------	-----	----------	----------	-----	----------

عملگرهای تقاطع و جهش برای کشف مناطق ناشناخته فضای امکان پذیر استفاده می شود. مجموعه ای از موقعیت ها از والد اول به طور تصادفی انتخاب می شود. این مقادیر در موقعیت های یکسان فرزندان کپی می شوند و مقادیر باقی مانده توسط همان ژن های والد دوم برآورده می شوند. فرزندان دیگری نیز به همین ترتیب تولید می شوند.

Parent1	1	1	0	0	1	0	0	1
	↓			↓				↓
Offspring 1	0	1	1	0	0	1	1	1
	↑		↑		↑	↑	↑	
Parent2	0	0	1	1	0	1	1	0

Parent	1	1	0	0	1	0	0	1
					↓			
Offspring	1	1	0	0	0	0	0	1

عملگر جهش طوری است که یک موقعیت تصادفی انتخاب شده و مقدار آن فلیپ می شود.



استراتژی های انتخاب و امکان سنجی

استراتژی های انتخاب :

چرخ رولت برای انتخاب والدین برای تولید فرزندان

نخبه گرایی برای انتخاب نسل بعدی از فرزندان و والدین به عنوان مکانیسم انتخاب بازمانده

بررسی امکان سنجی و ارزیابی تناسب در مسائل بهینه سازی با فضای امکان پذیر گسسته:

روش اول، جستجوی فضای جواب از طریق حل ریاضی که روشی زمان بر است .

روش دیگر استفاده از تابع پناستی است. تمام فرزندان تولید شده اعم از ان هایی که در فضای شدنی یا نشدنی هستند پذیرفته می شوند اما تابع پناستی باعث میشود که جواب هایی که به اندازه کافی خوب نیستند به نسل بعدی انتقال نیابند.



یک مثال عددی

در یک سوپرمارکت ده کالا در نظر گرفته شده است که باید در سه قفسه تخصیص داده شوند. بر اساس موقعیت قفسه ها، هر قفسه تأثیر متفاوتی بر امکان فروش کالاهای تخصیص یافته دارد. این احتمالات فروش می تواند توسط کارشناسان تعیین شود.

Table 1. The selling possibility of each goods ($v_{ik}; i = 1, \dots, 10, k = 1, 2, 3$)

Goods Shelves	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.8	0.6	0.1	0.9	0.1	0.1	0.5	0.1	0.2	0.1
2	0.5	0.2	0.5	0.4	0.5	0.3	0.5	0.1	0.3	0.8
3	0.9	0.5	0.4	0.1	0.9	0.7	0.5	0.7	0.8	0.1

ویژگی دیگری که در تخصیص محصولات تأثیر زیادی دارد، سود فروش است. بنابراین منطقی است که برای به حداکثر رساندن سود مورد انتظار از فروش، محصولات با مزایای بالاتر باید به قفسه هایی با امکان فروش بالاتر اختصاص داده شوند.

Table 2. The benefit of each product (\$/unit) ($b_i; i = 1, \dots, m$)

Goods	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Benefit	40	15	70	20	15	25	10	10	22	5

برای داده های شبیه سازی شده، مقادیر اطمینان و پشتیبانی به صورت جدول به ما داده شده است.

Table 3. The confidence values for simulated data (C_{ij})

Good s	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0.67	0.42	0.44	0.36	0.28	0.28	0.47	0.31	0.33
2	0.51	1	0.38	0.38	0.38	0.28	0.23	0.47	0.3	0.3
3	0.33	0.39	1	0.48	0.43	0.26	0.3	0.46	0.37	0.3
4	0.36	0.4	0.49	1	0.36	0.31	0.29	0.53	0.4	0.27
5	0.36	0.5	0.56	0.44	1	0.22	0.25	0.44	0.39	0.36
6	0.28	0.36	0.33	0.39	0.22	1	0.56	0.53	0.28	0.28
7	0.32	0.35	0.45	0.42	0.29	0.65	1	0.39	0.23	0.32
8	0.35	0.45	0.43	0.49	0.33	0.39	0.24	1	0.47	0.33
9	0.35	0.45	0.55	0.58	0.45	0.32	0.23	0.74	1	0.29
10	0.4	0.47	0.47	0.4	0.43	0.33	0.33	0.53	0.3	1



ادامه مثال عددی

برای داده های شبیه سازی شده، مقادیر پشتیبانی به صورت جدول به ما داده شده است.

Table 4. *The support values for simulated data (S_{il})*

Goods	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.36	0.24	0.15	0.16	0.13	0.1	0.1	0.17	0.11	0.12
2	0	0.47	0.18	0.18	0.18	0.13	0.11	0.22	0.14	0.14
3	0	0	0.46	0.22	0.2	0.12	0.14	0.21	0.17	0.14
4	0	0	0	0.45	0.16	0.14	0.13	0.24	0.18	0.12
5	0	0	0	0	0.36	0.08	0.09	0.16	0.14	0.13
6	0	0	0	0	0	0.36	0.2	0.19	0.1	0.1
7	0	0	0	0	0	0	0.31	0.12	0.07	0.1
8	0	0	0	0	0	0	0	0.49	0.23	0.16
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0.31	0.09
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3

گنجایش قفسه ها در جدول زیر آمده است.

Table 5. *The capacity of shelf k (U_k)*

Shelves	1	2	3
Capacity	2	4	4



جواب بهینه برای مثال عددی

- ✓ مدیر بازار تصمیم می گیرد تا تابع هدف خود را به حداکثر برساند.
- ✓ میزان جهش و عملگرهای تقاطع به ترتیب ۰.۶ و ۰.۴ است.
- ✓ حجم جمعیت ۵۰۰ نفر در نظر گرفته شده است و یک درصد از جمعیت شامل والدین و فرزندان به عنوان نخبگان برای انتقال مستقیم نسل بعدی انتخاب می شوند.
- ✓ GA با ۱۰۰۰ سیکل اجرا می شود و بهترین راه حل در جدول به عنوان تخصیص بهینه گزارش شده است.

Table 6. The optimum solution

Goods Shelves	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
3	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0

- ✓ برای راه حل فوق، مقدار هدف ۳۰۶.۹ است .
- ✓ به منظور شناسایی اینکه پاسخ ارائه شده توسط GA راه حل بهینه محلی یا جهانی است،
- ✓ در مرحله اول تجزیه و تحلیل حساسیت پارامترهای GA را انجام دادیم. برای انجام این کار، ما اندازه جمعیت بزرگتر را با مکانیسم‌های مختلف تولید جمعیت اولیه، متقاطع، جهش و استراتژی‌های انتخاب برای حل مثال عددی اعمال کردیم. نتایج نشان داد که استراتژی‌های متقاطع، جهش و انتخاب پیشنهادی GA را به خوبی تنظیم می‌کند که در آن فضای امکان‌پذیر را به درستی مورد بهره‌برداری و کاوش قرار می‌دهد.
- ✓ در مرحله دوم از آنجایی که مثال عددی مقیاس کوچکی داشت، مثال عددی را با استفاده از نرم افزار بهینه سازی GAMS حل کردیم. نتیجه GAMS نشان داد که راه حل بهینه بدست آمده توسط GA یک بهینه جهانی است.



جمع بندی

- ✓ در این مقاله با در نظر گرفتن اثرات قرار دادن کالا در قفسه ها، یک مدل ریاضی جدید توسعه داده شد.
- ✓ برای این منظور، با در نظر گرفتن ساپورت و سطح اطمینان به عنوان دو عامل مهم تحلیل سبد بازار، موقعیت محصولات به عنوان پارامتر دیگری در نظر گرفته شد که ممکن است بر نرخ فروش تأثیر بگذارد.
- ✓ این عوامل و اثرات آنها از نظر تابع هدف، به صورت یک مدل برنامه ریزی غیرخطی صفر و یک فرموله شده و با استفاده از GA حل شد.
- ✓ در اکثر تحقیقات گزارش شده، از الگوریتم های فراابتکاری مانند GA برای کشف قوانین ارتباط استفاده شده است، در حالی که در این مقاله، فرض بر این است که قوانین پشتیبانی و اطمینان مجموعه داده ها قبلاً وجود داشته است.
- ✓ بنابراین، به جای تمرکز بر روی بهینه سازی قوانین تداعی، در این مقاله از GA برای استخراج مکان بهینه کالاها در قفسه هایی استفاده شد که در آن تابع هدف تصمیم گیرنده حداکثر شده است.
- ✓ در حالی که در مقاله حاضر تأثیر مکان یابی کالا بر فروش گنجانده شده است و راه حل واقع بینانه تری ارائه شده است، اما اشکالاتی وجود دارد که باید در تحقیقات آتی مورد توجه قرار گیرد.



با تشکر از توجه شما 😊