2ND. INTERNATIONAL CONFERENCE ON
MANAGEMENT & INDUSTRIAL ENGINEERING
ISTANBUL - TURKEY 18 March 2016

دومین کنفرانس بین المللی
مدیریت و مهندسی صنایع
استانبول – ترکیه ۲۸ اسفند ماه ۱۳۹۴

استفاده از روش خوشه بندی K-mean برای بهبود هزینه های مسائل تکنولوژی گروهی و افزایش قابلیت اطمینان سیستم

BehzadKarimi, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran, Email: Behzadkarimi1989@gmail.com

Mahsa ghare hasanlu, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran, Email: mahsa.hasanlu@yahoo.com

Babak hasan gavyar, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran, Email: Babak.kaviany@gmail.com

Soheil moshtaghzadeh, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran, Email: Behzadkarimi1989@gmail.com

بهزاد کریمی[a]، مهسا قره حسنلو[b]، بابک حسن گاویار[b] ، سهیل مشتاق زاده[b]

[a] دانشجوی دکترای دانشگاه آزاد قزوین، قزوین

[b] دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد قزوین، قزوین

چکیده

مساله تکنولوژی گروهی یکی از مسائل کلیدی در برنامه ریزی تولید می باشد.هدف از تکنولوژی گروهی، دسته بندی قطعات از نظر شباهت های عملیاتی بر روی قطعات مد نظر و نحوه تخصیص آنها به ماشین آلات می باشد. فن آوری گروهی GT یک روش مفید و کارآمد برای افزایش بهره وری در سیستم های تولیدی است.یکی از مهمترین عوامل در بحث تکنولوژی گروهی نحوه دسته بندی قطعات می باشد.آنالیز خوشه بندی یکی از راهکارها برای بهبود در انتخاب این دسته بندی است.در این مقاله مدل ریاضی برای خوشه بندی،قابلیت اطمینان ماشین آلات و انتخاب دسته بندی قطعات معرفی می گردد. در ابتدای مدل، خوشه بندی قطعات شاخص هابراساس سیستم کد گذاری OPITZ تعیین شده است ودسته بندی قطعات صورت گرفته است. در مدل دوم از جواب بدست آمده از ابتدای مدل، برای تعیین ترکیب مناسب از قطعات برای تخصیص به ماشین ها وپایایی ماشین آلات در حد مطلوب استفاده می شود. در این مقاله ما نشان خواهیم داد که آنالیز خوشه بندی به عنوان یک راه‌کار موثر در انتخاب دسته بندی قطعات نسبت به زمانی که انتخاب این دسته ها فاقد اثر خوشه بندی می باشد برتری دارد. برای ارزیابی تاثیر آنالیز خوشه بندی بر روی دسته بندی قطعات یک مطالعه موردی اجرا می شود.

کلمات کلیدی: تکنولوژی گروهی، خوشه بندی، پایایی سیستم

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

در صنایع تولیدی، با توجه به کوتاهتر شدن چرخه عمر محصولات و افزایش تکنولوژی، نیازمند به سیستم های تولیدی برای تولید محصولات با کمترین هزینه تولید و بالاترین کیفیت است. در این زمینه سیستم های تولیدی نقش بسزایی را ایفا می کنند. در این حالت تولید سلول که کاربرد تکنولوژی گروهی می باشد، به عنوان یکی از سیستم های تولیدی مورد توجه قرار گرفته است. السلطان (Al-sultan,1989) یک روش طبقه بندی نسبتاً مشکل برای حل این مسأله ارائه داده است. در این در حالی است که ایکس یو و وانگ (Xu and wang, 1991) ابتدا FMC را برای تشکیا سلول به کار بردند. اریکان و گانگور (Gungor and Arikan, 2000) تصمیم گیری فازی را در مسئله تشکیل سلول به کار بردند. روش FCM وKNN فازی را به منظور تشکیل خانواده قطعه و ماشین ترکیب کردند. احماری(Al-ahmari, 2002)، یانگ و همکارانش (Yang et al, 2006) ، چن و همکارانش (Chen and Ye, 2006) نظریه خوشه بندی فازی را در مسئله تشکیل سلول به کار گرفته اند. لی و همکارانش (Li et al, 2007) الگوریتم خوشه بندی فازی را برای غلبه بر کاستی های FCM بهبود دادند. زمانی که مسئله بزرگ جهت بهینه شدن با مشکل مواجه هستند، روش های تقریبی و یا الگوریتم های فرا ابتکاری مورد نیاز می باشند. ایسلر (Islier, 2005) الگوریتم موچگان را برای اینگونه مسائل به کار برده است. ژاو و همکارانش (Zhao et al, 2007) هوش جمعی را بکار بردند و نهایتاً اندرست و لوزانو (Anders and Lozano, 2006)الگوریتم PSO را برای حل مسئله تشکیل سلول در بحث مربوط بهGT را ارائه دادند. توکلی مقدم و همکارانش (Tavakkoli-Moghaddam et al, 2008) یک مدل برنامه ریزی عدد صحیح مختلط خطی – فازی را برای مسئله تشکیل سلول با تقاضا های قطعه به صورت فازی و محصول قابل تغییر ترکیبی را در شرایط برنامه ریزی چند دوره ای را ارائه دادند. مزیت این مدل تعیین مقدار تولید برای هر قطعه و در نظر گرفتن جابجایی بین سلولی مواد با اندازه ثابت، طراحی فرایند جایگزین برای انواع قطعات، زنجیره عملیات، جابجایی ماشین آلات، کارایی ماشین آلات و انعطاف پذیری تعداد سلول ها بود. ناهاس و همکاران (Nahas et al, 2007) یک الگوریتم ترکیبی برای حل مسائل تخصیص افزونگی با امکان تخصیص اجزای غیر ارائه نمودند. الگوریتم آنها ترکیبی از الگوریتم های مورچگان و در یک ساختار همسان به هرزیر سیستم در حالت الگوریتم جستجوی محلی به نام سقف تنزل یافته است . آن ها به منظور استفاده از الگوریتم مورچگان درحل مسائل تخصیص افزونگی ابتدا این مسائل را به یک شبکه تبدیل کردند. توکلی مقدم و همکاران (Tavakkoli-Moghaddam et al, 2008) از الگوریتم ژنتیک برای حل این مسئله استفاده نمودند. شاخص حاصلی الگوریتم پیشنهادی آنها در طراحی کروموزوم و عملگر جهش مورد استفاده بود. دراین روش،کروموزوم بصورت ماتریسی ارائه شده و هر ستون مختص یک زیرسیستم است. سطرهای اول، دوم و سوم این ماتریس به ترتیب معرف نوع سیاست افزونگی ،نوع جزء انتخابی و تعداد اجزاء اختصاص داده شده به هر زیرسیستم بود. آنها در این الگوریتم از دو نوع عملگر جهش به نامهای عمومی و حداکثر– حداقل استفاده کردند. درعملگر جهش حداکثر–حداقل از بین کلیه زیر سیستم ها تنها زیرسیستم های با بالاترین وکمترین پایائی برای جهش انتخاب می‌شود. فلسفه طراحی این عملگر بر این مطلب بنیان نهاده شده، که پایائی سیستم سری– موازی از ضرب پایائی زیرسیستم ها حاصل می‌شود. بنابراین تاثیر زیرسیستم با پایائی پائین در کاهش پایائی کل سیستم بسیار است. درنتیجه با افزایش پایائی زیرسیستم با حداقل میزان پایائی میتوان باعث ارتقاء پایائی کل سیستم شد. اخیراً خلیلی دامغانی و امیری (Khalili-Damghani and amiri, 2012) ،

Archive of SID

www.SID.ir

یک مساله تخصیص افزونگی چند هدفه را با استفاده از روش محدودیت جزئی موثر مدلسازی و با استفاده از الگوریتم چند شروعی کران جزئی با تعیین شماره و تحلیل احاطه‌ای داده ها بهینه سازی کردند. چمبری وهمکارانش (Chambari et al, 2012) یک مدل دو هدفه را برای مساله تخصیص افزونگی درسیستم‌های سری- موازی را تحت مفروضاتی نظیر عدم تعمیر پذیری ، و با در نظر گرفتن دو استراتژی آماده به کارسرد و فعال برای اجزا و همچنین در نظر گرفتن تابع نرخ خرابی برای اجزا آماده به کارسرد در لحظه تغییر حالت به فعال، ارائه کردند و سپس مدل خود را با استفاده از الگوریتم های NSGAII و MOPSO حل کردند و جواب‌های این دو الگوریتم را با هم مقایسه کردند. چمبری و همکاران (Chambari et al, 2013) مسئله پیشنهادی توسط کویت را به وسیله الگوریتم SA حل کرده و نتایج به دست امده در مقاله خود را با جوابهای به دست امده در مقاله توکلی مقدم وهمکاران ۲۰۰۸ مقایسه کردند. ردی وهمکارانش (Reddy et al, 2012) یک روش جدید برای انتخاب مراکز اولیه (میانگین) درروشK-Means باکمک نمودار Voronoi ساخته شده از مجموعهای از نقاط داده ها پیشنهاد دادند. یاکپلوس و دوستانشان(Yiakopoulos et al, 2011) یک روش خوشه بندی K-Means برای تشخیص خودکار از یاطاقان های معیوب جزء در فرآیند نورد را ارائه نموده و به منظور غلبه بر حساسیت روشK-Means برای در انتخاب از مراکز خوشه های اولیه، مراکز اولیه را با استفاده از ویژگی های انتخاب شده از سیگنال های بهینه سازی شده، استفاده می شود انتخاب کردند. ربلومندرو و همکاران (Rebollo-Monedero et al, 2013)یک روش اصلاح شده-K Means برای شبه یادگیری بدون نظارت ارایه داد. برونسچور و گلینبه (Brunsch and Reglin, 2013)به تعمیم روش K-Means به نام روشK-Means++ پرداختند. گائو و هیچکک(Gaoa and hechkek, 2010) یک الگوریتم کلی برای بهبود دقت درآنالیزخوشه بندی با به کارگیری اثرانقباض James_Stein در روش خوشه بندیK-Means را توسعه دادند که در آن روش با استفاده ازتنظیم James_Stein مراکز خوشه ها نسبت به میانگین کلی همه داده ها منقبض می شود. سپس برآوردگر های انقباضی James_Stein را به عنوان مراکز جدید در تکرارهای بعدی تا همگرایی الگوریتم عمل می کند. یائو و همکارانش(Yaoa et al, 2013) یک روش تقسیم بندی تصاویر با استفاده از ترکیب الگوریتم های تقسیم بندی تصاویر K-Means و مورفولوژی ریاضی ارئه دادند. توسعه یک روش برای بالا بردن سرعت در الگوریتم K-Means با استفاده از واحدپردازش گرافیک در دسترس توسط لی و همکاران (Li et al, 2013) صورت گرفت. برای اینکار دو استراتژی مختلف برای داده هایی با ابعاد کم و زیاد در نظر گرفته شده است. چیتاوم و رتینیز (RadhaChitt and NarasimhaMurty, 2010) یک روش دو سطحی برای الگوریتم K-Means را که یک نقش عمده ای روش را ارائه کردند. اجرای روش خوشه بندی means K-harmonic برای مسائل طبقه بندی بخش– ماشین توسط یونلروز ولال (AlperUnle and ZulalGungor, 2009) صورت گرفت و برای ارزیابی روش پیشنهادی یک مجموعه داده از ادبیات به کار گرفته می شود [25] . پارک و جون (Sang Park and Hyuck Jun,2009) به ارایه یک روش جدید برای خوشه بندی K-medoids که مانند الگوریتمK-Means اجرا می شود را انجام دادند پرداختند. حاتملو (Hatamlou, 2013)یک الگوریتم خوشه بندی برای خوشه بندی داده ها با الهام گرفتن از پدیده سیاه چاله (BH) ارائه داد. این الگوریتم مانند الگوریتم های مبتنی بر جمعیت برای بهینه سازی تابع هدف با یک جمعیت اولیه جواب های کاندید شروع به کار می

Archive of SID

www.SID.ir

کند. وی همچنین یک الگوریتم جستجوی باینری برای جستجوی بهینه مراکز مجموعه داده ها پیشنهاد داد (Hatamlou, 2012).

۲- بیان مسئله

امروز حجم قابل توجهی از کار مدیران سرمایه گذاری همچنین به طور عموم برای سرمایه گذاری ، ایجاد یک سیستم کارآمدی از دارایی هاست که اهداف تقاضا را برآورده سازد. در سال های اخیر بسیاری از محققان به منظور حل و گسترش مدل های مربوط به برنامه ریزی تولید و خوشه بندی قطعات تلاش های بسیاری نموده اند و سعی بر آن نموده اند که مدلی کاربردی تر ارائه نمایند. مساله بهینه سازی برنامه تولید یکی از مسائل کلیدی در تولید محصولات می باشد. ما در این مقاله بنا داریم تا با ارائه یک مدل ریاضی، یک رویکرد اساسی برای بهینه سازی برنامه تولید با استفاده از خوشه بندی قطعات براساس بارکد را بررسی نماییم که خوشه بندی با توجه به شاخص های بارگذاری قطعات به روش OPITZ در مدل ارائه شده است.

۲-۱- فرضیات مدل

- نرخ خرابی ماشین آلات ثابت و دارای توزیع نمایی می باشد
- امکان جابجایی مواد از یک گروه به گروه دیگر برای انجام عملیات وجود دارد و دارای هزینه ای می باشد.
- ماشین آلات تعمیر پذیر نمی باشند و در صورت خرابی از سیستم خارج می شوند.
- سیاست انتخابی ماشین آلات از نوع آماده به کار سرد می باشد.

۲-۲- خوشه بندی

خوشه بندی یکی از شاخه های یادگیری بدون نظارت می باشد و فرآیند خودکاری است که در طی آن، اشیا به دسته هایی که اعضای آن از نظر شاخص های مورد نظر مشابه یکدیگر می باشند تقسیم می شوند. بنابراین برای سنجش شباهت بین اشیا داده، اندازه گیری فاصله استفاده می شود. روش های مختلفی برای اندازه گیری فاصله بین دو شی وجود دارد که فاصله اقلیدسی معروف ترین و پرکاربردترین گونه فاصله است که از فاصله مینکوفسکی مشتق شده است و به صورت زیر تعریف می شود

$$d(X,Y) = \left(\sum_{i=1}^{m} |x_i - y_i|^r\right)^{1/r} \Rightarrow d(X,Y) = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} (x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

Archive of SID

www.SID.ir

الگوریتم K-means کاربردی ترین روش خوشه بندی داده ها است. این روش در مسایل بزرگ بسیار کارا است. منظور از مسایل بزرگ مسایلی است که یا تعداد خوشه بزرگ است یا تعداد شاخص یا هردو. اگر یک مجموعه داده از n شی، بخواهد در K خوشه، خوشه بندی شود. بنابراین، فرمول ریاضی مسائل خوشه بندی می تواند به صورت زیر نشان داد.

$$\text{Min} \sum_{k=1}^{K}\sum_{i=1}^{n} W_{ik} D(x_i, z_k) \qquad (2)$$

$$\sum_{k=1}^{K} W_{ik} = 1, i = 1,2,\dots,n$$

$$\sum_{i=1}^{n} W_{ik} \geq 1, K = 1,2,\dots,K$$

۲-۳- شاخص های کاربردی

در این مقاله ما از ۵ شاخص کاربردی که نحوه کدینگ کردن قطعات به روش OPITZ است، در تجزیه تحلیل خوشه بندی استفاده می کنیم که در ادامه به بررسی مفصل آن ها می پردازیم:

U : مشخصات قطعه را بیان می کند (طول و قطر در صورت چرخشی و طول و پهنا در صورت چرخشی نبودن)

E : شکل اصلی خارجی و تا حدودی بستگی به رقم اول دارد

P : شکل داخلی قطعه

B : ماشین آلات مورد نیاز جهت سطوح مسطح و صاف

Q : سایر مشخصات اضافی

۲-۴- مدل ریاضی

در این قسمت دو مدل ریاضی برای خوشه بندی کردن و انتخاب دسته بندی قطعات ارائه می شود. درمدل ۱، با توجه به شاخص های ، تابع هدف مدل ۱ به شکل رابطه (3) فرموله می گردد:

$$Minimize\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\left[(U_i - O_{jU})^2 + (E_i - O_{jE})^2 + (P_i - O_{jP})^2 + (B_i - O_{jB})^2 + (Q_i - O_{jQ})^2\right] * b_{ij}\right)^{1/2} \qquad (3)$$

Archive of SID

www.SID.ir

$$O_{jU} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} b_{ij} * U_i}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} b_{ij}}$$

$$O_{jE} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} b_{ij} * E_i}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} b_{ij}}$$

$$O_{jP} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} b_{ij} * P_i}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} b_{ij}}$$

$$O_{jB} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} b_{ij} * B_i}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} b_{ij}}$$

$$O_{jQ} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} b_{ij} * Q_i}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} b_{ij}}$$

$$\sum_{j=1}^{m} b_{ij} = 1 \quad \forall_i$$

$$\sum_{i=1}^{n} b_{ij} \geq 1 \quad \forall_j$$

با توجه به این که شاخص های مورد نظر در مدل برای تصمیم گیرنده با توجه به محدودیت ماشین آلات دارای درجه اهمیت های متفاوتی می باشد بنابراین از یک میانگین وزنی برای انتخاب بهترین خوشه استفاده می گردد. باید توجه داشت ابتدا می بایست برای محاسبه رابطه (3) واحدهای شاخص را یکسان سازی نماییم که برای این کار داده های هر شاخص را نرمالایز می کنیم و این میانگین وزنی به صورت رابطه (4) نشان داده می شود.

$$f_j = w_1 * O_{jU} + w_2 * O_{jE} + w_3 * O_{jP} + w_4 * O_{jB} + w_5 * O_{jQ} \qquad (4)$$

$$\sum_{j=1}^{n} W_j = 1$$

$$j^* = \{j^* | f_j^* \geq f_j\} \forall_j$$

پیرو مدل ذکر شده و با توجه به میانگین های وزنی برای انتخاب بهترین خوشه، در مدل به دنبال کمینه کردن هزینه هایی شامل هزینه ماشین ها، هزینه حرکت مواد اولیه، هزینه های ثابت گروه ها و ابزار آلات و بیشینه کردن قابلیت اطمینان

Archive of SID
www.SID.ir

ماشین آلات می باشیم. نرخ خرابی ماشین آلات ثابت و دارای توزیع نمایی می باشند. زمانی که از یک نوع ماشین m که باید حداقل k جزء آن کار کند، چنانچه یک ماشین خراب شود، کار به سایر ماشین آلات محول شده و در نهایت نرخ خرابی سایر ماشین آلات افزیش می یابد که از طریق فرمول (5) بدست می آید.

$$\theta'_{mK_m} = \frac{K_m - \gamma(K_m - 1)\theta_{m1}}{K_m} \quad (5)$$

بر این اساس مدل زیر تعریف شده است.

$$Min\ cost = \left(\sum_{g=1}^{G}\sum_{m=1}^{m} C_m Y_{mg} + H\sum_{k=1}^{I} V_{kg}^{+} L_i + \sum_{g=1}^{G} C_g Z_g + \sum_{g=1}^{G}\sum_{f=1}^{F} q_f F_{fg}\right) \quad (6)$$

$$max\ R(t) = \prod_{m=1}^{m}\sum_{j_m=0}^{B_m - k_m} \frac{e^{-\theta_{mk_m} t(Q_m - k_m)} (\theta_{mk_m} t(Q_m - k_m))^{j_m}}{j_m!} \quad (7)$$

$$m_l \leq \sum_{m=1}^{m} Y_{mg} \leq m_u \quad \forall g \quad (8)$$

$$\sum_{k=1}^{I} D_k t_{km} x_{kg} \leq A_m Y_{mg} \quad \forall g, m \quad (8)$$

$$x_{kg} - x_{k+1,g} = v_{kg}^{+} - v_{kg}^{-} \quad \forall\ k \text{ هر عملیات غیر خروجی} \quad (9)$$

$$\sum_{g=1}^{G} x_{kg} = 1 \forall \mathrm{k} \sum_{k=1}^{I} x_{kg} \leq I Z_g \quad \forall g \quad (10)$$

$$\sum_{k \in s_f} x_{kg} \leq I F_{fg} \quad \forall f, g \quad (11)$$

Archive of SID

www.SID.ir

۳- روش حل پیشنهادی

از انجایی که بحث های مرتبط به قابلیت اطمینان سیستم به گفته چرن (Chern, 1992)و تکنولوژی گروهی مسائل از نوع NP-Hard می باشد و نمی توان از روش های دقیق برای حل این مسائل استفاده نمود از روش های فرا ابتکاری که جواب هایی نزدیک به جواب بهینه می دهد استفاده شده است.

۲-۱- الگوریتم حل

یکی از روش های فرا ابتکاری که برای چند هدفه در بیشتر مسائل پایایی استفاده شده است روش NSGA-II می باشد که ضعف های روش NSGA را پوشش داده است که پایه آن الگوریتم ژنتیک می باشد که اولین بار توسط هالند دب (Deb, 2002)ارائه شده است. این روش مجموعه نخبه که جواب های نامغلوب را در خود نگهداری می‌کند، کارایی و همگرایی الگوریتم را افزایش داده است؛ ضمناً عملگر مقایسه ازدحام بدون نیاز به تعیین علمگرها توسط کاربر، توزیع جواب ها را در طول جبهه پارتو حفظ می‌نماید (Jolai et al, 2013) از اینگونه روش ها می توان به الگوریتم NRGA اشاره نمود که

تفاوت این الگوریتم و NSGA تنها در Double Point Crossover است. در این مقاله خروجی های بدست آمده توسط این دو الگوریتم برای مدل پیشنهادی مورد مقایسه قرار گرفته است

۳-۱-۱- نمایش کروموزوم

جواب‌ها به صورت رشته‌ای به شکل کروموزوم می‌باشد که یکی از مهم‌ترین مراحل الگوریتم می‌باشد و کروموزوم به صورت دو قسمت نمایش داده می شود. بخش اول که به صورت رشته ای شامل n+m می باشد که n تعداد اول نشان دهنده تعداد کالا می باشد که دارای اعداد تصادفی صحیح در فاصله بین [1, N_cluster] می باشد که در آن N_cluster نشان دهنده تعداد خوشه ها می باشدو m تا دیگر آن شامل اعداد تصادفی در فاصله بین [0,1] می باشدکه حاصل ضرب این اعداد در M_i^{max} را به سمت بالا روند می کنیم که نشان دهنده تعدا اجزای سالم از ماشین نوع i ام می باشد (M_i^{max} حداکثر ماشین نوع iام در دسترس می باشد)

برای فهم بیشتر توضیحات ذکرشده به مثال زیر توجه فرمایید.

فرض کنید که سه ماشین که از هر نوع ماشین حداکثر۳ مورد در دسترس می باشد. در ابتدا ۸ نوع محصول که باید توسط این ماشین ها در ۴ خوشه تولید می شود

Archive of SID

www.SID.ir

۱	۲	٤	۲	۱	۳	٤	۱	۰,٦٥	۰,۹٥	۰,۱٥

شکل (1) نمایش کروموزوم

که مفهوم آن به‌صورت زیر می‌باشد

$$\lfloor 0.65\times 3\rfloor = 2 \quad \lfloor 0.95\times 3\rfloor = 3 \quad \lfloor 0.15\times 3\rfloor = 1$$

و خواهیم داشت

۱	۲	٤	۲	۱	۳	٤	۱	۲	۳	۱

شکل(2) قسمت اول کروموزوم

قسمت دوم کروموزوم که نشان دهنده تخصیص تعداد ماشین نوع i ام به مرکز کاری j ام می باشدکه بدین صورت یک ماتریس (m*N_cluster)که شامل اعداد تصادفی در فاصله بین [0,1] می باشدکه این اعدا به تنهایی دارای مفهومی نمی باشد بلکه

Archive of SID

www.SID.ir

این اعدا توسط فرمول زیر نرمالایز می شوند و سپس نرمالایز شده آنها در M_i^{max} را روند میکنیم که حاصل عددی صحیح می باشد

$$nx_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{j=1}^{N_cluster} x_{ij}} \qquad (12)$$

برای مثال ذکر شده بالا داریم

۰,۸٦۸۵	۰,۷۷۵۹	۰,۲۲۳٦	۰,۷۱٦۵
۰,۱۵٤٦	۰,۹۲۰٤	۰,٦۳۳۸	۰,۷٤۹۹
۰,۵۵۳۹	۰,۷۰۹۲	۰,۵۸۸۹	۰,۲٤٤۲

شکل (3) قمست دوم کروموزوم

که مفهوم آن طبق مراحل بالا به صورت زیر می باشد

۱	۱	۰	۱
۰	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۰

شکل (4) قمست دوم کروموزوم

۳-۱-۲- عملگر تقاطع

در این بخش در این کروموزوم برای اعداد صحیح و اعداد اعشاری به ترتیب از Double Point Crossover و uniform crossover به کار گرفته شده است. در Double Point Crossover ابتدا Parent1,2در, NSGA-II و NRGA به ترتیب توسط روش های Binary Tournament Selection و چرخ رولت انتخاب می شوند و والدین را از دو نقطه به صورت تصادفی برش می دهیم و سپس بخش اول وسوم والدین با یکدیگر تعویض می شود

Archive of SID

www.SID.ir

Parent1	١	٤	٣	١	٢	٤	٢	١
Parent1	4	4	2	١	3	1	2	4

Offspring1	4	٤	٣	١	٢	1	2	4
Offspring2	1	4	2	١	3	٤	٢	١

Double Point Crossover

شکل (5) نوع عملگر تقاطع

در Uniform Crossover فرزند ۱ از حاصل جمع والد ۱ را در α و والد ۲ رادر 1-α و برای فرزند دوم از حاصل والد ۱ را در (1-α)و والد ۲ رادر α بدست می آید.که در شکل (۶) مشاهده می کنید(لازم به ذکر است α یک عدد تصادفی [0,1] است که در شکل (۶) فرض می کنیم α =0.4 می باشد). برای قسمت دوم کروموزوم داریم:

Parent1	۰,۸۶۸۵	۰,۷۷۵۹	۰,۲۲۳۶	۰,۷۱۶۵
	۰,۱۵۴۶	۰,۹۲۰۴	۰,۶۳۳۸	۰,۷۴۹۹
	۰,۵۵۳۹	۰,۷۰۹۲	۰,۵۸۸۹	۰,۲۴۴۲

Parent2	0.5312	0.7549	0.5678	0.4082
	06734	0.7626	0.6170	0.7745
	0.3268	0.3841	0.7570	0.3820

Offspring1	0.6053	0.7097	0.6510	0.5923
	0.7040	0.7111	0.7384	0.7729
	0.3269	0.5698	0.5142	0.4176

Offspring2	0.6424	0.6871	0.6927	0.6844
	0.7193	0.6853	0.7990	0.7721
	0.293	0.4762	0.7592	0.4630

Archive of SID

www.SID.ir

شکل (۶) عملگر تقاطع قست دوم کروموزوم

و برای قسمت اول داریم:

Parent1	۰,۶۵	۰,۹۵	۰,۱۵
Parent۲	۰,۴۵	۰,۳۸	۰,۸۷

offspring1	۰,۵۳۰۰	۰,۶۰۸۰	۰,۵۸۲۰
offspring۲	۰,۵۷۰۰	۰,۷۷۲۰	۰,۴۳۸۰

شکل (۷) عملگر تقاطع قست اول کروموزوم

۳-۱-۳- عملگر جهش:

در این عملگر از جهش برای قسمت اول بخش عدد صحیح ، اعشاری و قسمت دوم کروموزوم استفاده می‌کنیم ابتدا دو ژن تصادفی بین ۱ و طول کروموزوم انتخاب می‌کنیم و سپس اعداد بین آن دو ژن را معکوس می کنیم به صورت زیر عمل می کنیم:

Before	1	4	3	1	2	4	2	1
After	1	4	2	1	3	4	2	1

شکل (8) نمایش نوع جهش

برای ارزیابی کیفیت و پراکندگی الگوریتم های فرا ابتکاری چند هدفه، شاخص های مقایسه متعدد و متنوعی وجود دارند .

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۱-۴- استراتژی انتخاب بقا

انتخاب شامل انتخاب تصادفی اعضای جمعیت برای ورود به یک استخر جفت گیری است. اپراتور به دقت برای حصول اطمینان از اینکه اعضای بهتر جمعیت «با تناسب بالاتر» احتمال بیشتری دارد برای جفت گیری انتخاب شوند، فرموله شده است و معیار انتخاب را با تعریف اپراتور مقایسه $(\geq_n)$برای دو جواب i و j استفاده کرده است به طوریکه:

$$i \geq_n j \quad \text{if } (Rank_i < Rank_j) \text{ or } \left((Rank_i = Rank_j) \text{ and } (Distance_i > Distance_j)\right) \qquad (13)$$

براساس عملگر مقایسه شلوغ، بین دو راه حل های i و j با رتبه های مختلف، راه حل با رتبه پایین تر ترجیح داده می شود .در غیر این صورت، اگر هر دو راه حل های i و j دارای رتبه یکسان باشند، راه حل واقع در یک منطقه با تعداد کمتری از راه حل ها، ترجیح داده می شود . شایان به ذکر است که از عملگر انتخاب باینری برای انتخاب اپراتور استفاده می شود است اما معیار انتخاب پایه در عملگر مقایسه $(\geq_n)$ می باشد، همانطور که در بالا شرح داده شده است.

۲-۲- معیارهای مقایسه الگوریتم ها

الگوریتم های چند هدفه براساس چندین معیار مختلف با یکدیگر مقایسه می شوند تا بتوان نحوه عملکرد آنها را با یکدیگر مورد سنجش قرار داد. برخی از این معیار ها به صورت زیر می باشد.

۳-۲-۱- معیار تعداد جواب‌های نا مغلوب

این شاخص نسبت جواب های پارتوی به دست آمده توسط هر الگوریتم نسبت به مرز بهینه مسئله را نشان می‌دهد. از آنجا که دستیابی به مرز بهینه نهایی مسئله،غیرعملی است،برای محاسبه این عامل کلیه جواب‌های غیرمغلوب به‌دست آمده توسط همه روش‌ها را در ماتریسی ذخیره می‌کنید .سپس از میان این جواب‌هاجواب‌های غیرمغلوب نهایی را استخراج می‌کنید. سپس محاسبه می‌کنیم که هر روشی چه درصدی از این جواب‌های غیرمغلوب نهایی را تولید کرده است.

۳-۲-۲- شاخص گسترش

Archive of SID
www.SID.ir

با به کارگیری این شاخص، گستردگی مجموعه جواب‌ها برای هر الگوریتم که براساس رابطه (۱۴) محاسبه می‌گردد را نشان می دهد. هرچه این شاخص بزرگتر باشد، الگوریتم اولویت بالاتری دارد (Jolai et al, 2013).

$$DM = \sqrt{\left(f_{1\,total}^{\max} - f_{1\,total}^{\min}\right)^2 + \left(f_{2\,total}^{\max} - f_{2\,total}^{\min}\right)^2} \qquad (14)$$

$f_{1\,total}^{\max}$ و $f_{1\,total}^{\min}$ به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار تابع هدف اول در میان کل جواب‌ها و $f_{2\,total}^{\max}$ و $f_{2\,total}^{\min}$ به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار تابع هدف دوم درمیان کل جواب‌ها است.

۳-۲-۳- شاخص متوسط فاصله از نقطه ایده‌آل

با استفاده از این شاخص، فاصله نزدیکی بین جواب‌های نامغلوب حاصله ونقطه ایده‌آل (۰و۰) حاصل می‌گردد. این شاخص از رابطه (۱۵) محاسبه می‌شود.

$$MID = \frac{\sum_{i=1}^{n} C_i}{n} \quad , \quad C_i = \sqrt{\left(f_{1i}\right)^2 + \left(f_{2i}\right)^2} \qquad (15)$$

که n تعداد جواب‌های نامغلوب حاصله بوده و f_{1i} و f_{2i}نیز به ترتیب مقدار تابع هدف اول و دوم به ازای جواب نامغلوبiمی‌باشند. هرچه شاخص MID کوچکتر باشد الگوریتم به دلیل تولید جواب‌هایی با متوسط فاصله کمتر از نقطه ایده‌آل، اولویت بالاتری دارد (Behnamian et al, 2009).

۳- مثال عددی

در این قسمت یک مثال عددی با داده های تصادفی برای مدل ارائه شده است. در این مثال ۱۰۰ قطعه با توجه به کد گذاری روی هر قطعه، به ۲ گروه برای انجام عملیات برروی قطعات تقسیم می شوند. انواع ماشین آلات برای انجام عملیات مربوط به قطعات ، به گروه ها تخصیص داده و حداقل تعداد ماشین آلات که باید در گروه ها کار بکند، تصادفی فرض شده است. پارامتر

Archive of SID

www.SID.ir

های تصادفی در جدول (۱) نشان داده شده است . نرخ خرابی تمامی ماشین آلات از نوع های مختلف برابر ۰,۲ می باشد. تعداد خوشه ها نیز طبق روش سیلوهت در جدول (۲) محاسبه شده که بهترین تعداد خوشه ۲ می باشد. تعداد نوع ماشین آلات برای انجام عملیات های مختلف را متفاوت و براین اساس ۱۲ مثال ایجاد شده را با دو الگوریتم , NSGA-II و NRGA حل شده که نتایج آن در جدول (۳) نشان داده شده است. به منظور بررسی عملکرد الگوریتم برای رسیدن به پارتو مطلوب، بهترین راه حل پارتو به دست آمده توسط NSGA-II با NRGA مقایسه شده است . الگوریتم NSGA-IIو NRGA در MATLAB R2010aکد گذاری شده است و در اینتل CoreTM2.66 گیگاهرتز کامپیوتر شخصی با 4 GB RAM اجرا می شود .با توجه به برخی از آزمایش های که با پارامترهای مختلف انجام شد.

پارامتر	تابع تصادفی
V_m	U [4, 7]
K_m	U [0, [۰,۴*n pop]]
C_m	U [100, 150]
C_g	U [5, 100]
A_m	U [100, 200]
q_f	U [1, 400]
t_{km}	U [1, 200]
t	100
n	100

جدول (۱) رنج پارامتر ها برای تست مسئله

Archive of SID

www.SID.ir

Clusters	2	3	4	5	6
silhouette plot	0.5655	0.4437	0.4880	0.4607	0.4860

جدول (۲) مقدار ارزش تعداد هر خوشه

NSGA-II			**NRGA**		**NSGA-II**			**NRGA**	
M	Cost	Reliability	Cost	Reliability	M	Cost	Reliability	Cost	**Reliability**
4	3238	0.8777	3257	0.8871	15	10091	0.4033	10133	**0.4433**
	3262	0.8871	3242	0.8777		10159	0.4257	10177	**0.4934**
						10174	0.4697	10176	**0.4879**
						10228	0.4721	10179	**0.5431**
						10232	0.4765	10192	**0.555**
						10178	0.4708	10210	**0.5925**
5	4191	0.814	4237	0.981		13158	0.3148	13103	**0.1946**
	4208	0.8607	4177	0.7378	18	13082	0.305	13105	**0.2019**
	4235	0.91	4195	0.8605		13179	0.3151	13123	**0.2591**
	4251	0.9505	4215	0.9198		13214	0.3295	13151	**0.3171**
	4275	0.9596	4219	0.9297		13188	0.3171	13139	**0.2666**
	4246	0.9493				13219	0.3405	13184	**0.3277**
	4278	0.9706							
	4299	0.981							

Archive of SID

www.SID.ir

6	5119	0.8153	5175	0.923	20	14580	0.2814	14583	**0.2947**
	5203	0.8241	۵۰۸۵	۰,۹۱۸		14614	0.3413	14658	**0.3602**
	5218	0.9132	5129	0.814		14616	0.392	14643	**0.35**
	5255	0.9133				14589	0.3127	14600	**0.2954**
	5293	0.9231				14640	0.4325	14688	**0.4624**
						14658	0.4371	14628	**0.4404**
8	5652	0.4783	5682	0.5189		15550	0.2418	15524	**0.1757**
	5654	0.5571	5711	0.7151	22	15662	0.3347	15492	**0.16053**
	5678	0.7829	5720	0.8362		15582	0.2579	15558	**0.2703**
	5700	0.8091	5735	0.8427		15695	0.3372	15545	**0.201**
						15614	0.2729	15577	**0.3267**
						15724	0.3398	15623	**0.3558**
						15764	0.3435	15579	**0.3438**
10	6962	0.6389	6954	0.5731		17094	0.16	17081	**0.1739**
	6914	0.4093	6991	0.7696	25	17267	0.2135	17222	**0.2795**
	6972	0.7274	7014	0.7756		17194	0.1766	17314	**0.3008**
	7003	0.7696	7116	0.8833		17179	0.1606	17328	**0.3075**
	7058	0.8415	7061	0.8415		17248	0.1776	17315	**0.301**
						17317	0.2175	17246	**0.2824**
12	8759	0.5194	8638	0.4058		23096	0.2093	22880	**0.1982**
	8785	0.5552	8685	0.5349	30	23134	0.2324	22959	**0.2461**
	8765	0.5321	8811	0.6299		23191	0.2406	22994	**0.2498**
	8785	0.565	8884	0.6342		23038	0.1644	22956	**0.2393**
	8819	0.5974				23218	0.2432	23184	**0.2521**
	8817	0.5711				23041	0.1687		

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۳) مقایسه الگوریتم های NSGA-II و NRGA

بر اساس شاخص های مقایسه ای در جدول (۴) ، روش NRGA نسبت به روش NSGA-II به جواب های مطلوبتری دست یافته است که نشان دهنده برتری این الگوریتم در حل این مدل بر NSGA-II می باشد

	NRGA			NSGA II		
Methods	*M*	DM	*MID*	*N*	DM	*MID*
	4	0.000134	0.708744	4	0.000167	0.70337
	5	0.061666	0.١٦4881	5	0.029644	0.16242
	6	0.016432	0.٢٤3392	6	0.014793	0.26683
	8	0.212922	0.٢٨5529	8	0.16723	0.29041
	10	0.287009	0.2٤5251	10	0.264226	0.25222
	12	0.130511	0.2٠6798	12	0.017094	0.22085
	15	0.064105	0.208026	15	0.023794	0.21835
	18	0.164983	0.193838	18	0.010979	0.22769
	20	0.15495	0.194818	20	0.126915	0.19821
	22	0.301244	0.159326	22	0.087847	0.17470
	25	0.121698	0.223358	25	0.070061	0.20690
	30	0.117799	0.328326	30	0.105044	0.33028

جدول (۴) معیار های مقایسه NSGA-II و NRGA

۵ – بحث و نتیجه گیری

Archive of SID
www.SID.ir

یکی از مهمترین مسائل در بحث تکنولوژی گروهی، نحوه انتخاب خانواده ها و تخصیص آنها به ماشین آلات می‌باشد. از این رو احتمال کارکرد ماشین آلات یکی از مهمترین عوامل تاثیر گذار بر روی برنامه ریزی تولید است.یکی از راهکار ها برای بهبود انتخاب خانواده‌ها استفاده از آنالیز خوشه بندی است. در خوشه بندی تلاش می شود تا مشاهدات واقع در هر خوشه بیشترین تشابه را از نظر متغیر های مورد نظر با هم داشته باشند و مشاهدات هر گروه از مشاهدات دیگرخوشه ها بیشترین فاصله را داشته باشند. یکی از روش های پرکاربرد در مباحث خوشه بندی الگوریتم K-means بوده که در مسائل تکنولوژی گروهی با استفاده از شاخص های مختلف این دسته بندی صورت می گیرد. در این مقاله رویکرد استفاده از خوشه بندی براساس شاخص هایی مورد بررسی قرار گرفته شده است. با توجه به مدل ارائه شده برای اینگونه مسائل ومقایسات انجام شده برای انتخاب خانواده‌ها در حالت های که تعداد ماشین آلات متفاوت ، نتایج بدست امدهأ از روش NRGA نسبت به NSGA برتری داشته است. همچنین اتنخاب قابلیت اطمینان ماشین آلات یکی از توابع هدف مهم در این مباحث است که مسئله مورد نظر را به دنیای واقعی نزدیکتر می کند. در اینده می‌توان با بهبود دادن قابلیت اطمینان ماشین آلات براساس مباحث موجود و تعمیر پذیر بودن ماشین الات، همچنین انتخاب معیار هایی دیگر برای نحوه دسته بندی به روش k-mean، این مقاله را گسترس داد.

Reference

k.s. Al-sultan,(1989),“A Hard clustering Approach to the part Family Formation problem”,Production planning &control,vol.27,27,pp.1637-1651-.

H.Xu and H.P. wang,“Part family formation for GT Applications Based on Fuzzy mathematics”,int.j.of Prod. Research, vol. 27, pp. 1475- 1487 .

z. Gungor and F. Arikan,(2000),“Applicationof Fuzzy Decision Making in Part – Machine Grouping”,int.J. of Prod economics, vol.63, pp. 181-193,

K. Josien and T.W. Liao,(2000),“integrated Use of Fuzzy C-Mean and Fuzzy KNN for GT part Family and Machine Cell Formation”,int.J. of Prod. Research, vol. 38, pp. 3513-3536,

A.M.A. Al-ahmari,(2002),“A Fuzzy Analysis Approach for Part-Machine Grouping in cellular Manufacturing System”,Integrated Manufacturing System,vol. 13,no. 7,pp.489-497,

M.S. Yang, W.L. Hung and F.C .Cheng,(2006),“Mixed-Variable Fuzzy Clustering Approach to Part Family and Machine Cell Formation for GT Applications”,Int. J. Prod. Economics, vol.103,pp. 185-198,.

C.Y. Chen and F. Ye,(2006),“Adaptive Hyper-Fuzzy Partition Particle Swarm Optimization Clustering Algorithm”,Cybernetics and System, vol. 37,pp. 463-479,

Archive of SID

www.SID.ir

J.Li, C.H Chu,Y. Wang and W. Yan,(2007),"An Improved Fuzzy Clustering method for Cellular Manufacturing ",Int.J.of Prod. Research, vol. 45,pp. 1049-1062,

A.A. Islier,(2005),"Group Technology by an Ant System Algorithm", Int. J. of Prod. Research, vol. 43,pp. 913-932,

G. Zhao, P. Jiang, M. Zhang, G. Zhou, and B.Chen,(2007),"using swarm Intelligence Algorithm to Solve a Part Clustering Model Based on Weighted Directed Graph", Int. J. of Prod. Res, DOI:10.1080/00207540600988063.

A. Anders and S. Lozano,(2006),"A Particle Swarm Optimization Algorithm for Part- machine Grouping ", Robotice and Computer- integrated Manufacturing, vol. 22, pp. 468-474,

Nahas, N., Nourelfath, M., and Ait-Kadi, D.,(2007), "Coupling Ant Colony and the Degraded Ceiling Algorithm for the Redundancy Allocation Problem of Series-Parallel Systems", Reliability Engineering and System Safety; Vol. 92, pp. 211-222.

Tavakkoli-Moghaddam, R., Safari, J. and Sassani, F.,(2008), "Reliability Optimization of Series-Parallel Systems with a Choice of Redundancy Strategies Using a Genetic Algorithm", Reliability Engineering and System Safety; Vol. 93, pp. 550–556.

Khalili-Damghani, Amiri M, (2012) "Solving binary-state multi-objective reliability redundancy allocation series-parallel problem using efficient epsilon-constraint, multi-start partial bound enumeration algorithm, and DEA", Reliability Engineering and System Safety 103 ,35–44.

Chambari A, Rahmati S.H.A , Najafi A.A , karimi A, (2012) "A bi-objective model to optimize reliability and cost of system with a choice of redundancy strategies", Computers & Industrial Engineering 63 ,109–119.

Chambari A, Rahmati S.H, karimi (2013),'A An efficient simulatedannealingalgorithmfortheredundancy allocation problemwithachoiceofredundancy strategies ', Reliability Engineering and System Safety 119 ,158–164

DamodarReddya and Prasanta K. Jana, (2012), Initialization for K-means clustering using Voronoi diagram, Procedia Technology 4 ,395 – 400.

C.T. Yiakopoulos , K.C. Gryllias, I.A, Antoniadis, (2011) ,Rolling element bearing fault detection in industrial environments based on a K-means clustering approach, Expert Systems with Applications 38 ,2888–2911

David Rebollo-Monedero , Marc Solé , Jordi Nin, JordiForné, (2013) , A modification of the k-means method for quasi-unsupervised learning, Knowledge-Based Systems 37,176–185.

Tobias Brunsch, Heiko Reglin, (2013). A bad instance for k-means++, Theoretical Computer Science

Archive of SID

www.SID.ir

Jinxin Gaoa, David B. Hitchcock, James_Stein,(2010) , shrinkage to improve k-means cluster analysis, Computational Statistics and Data Analysis 54 ,2113_2127.

Hong Yaoa, Qingling Duana, Daoliang Li, Jianping Wang, (2013). An improved K-means clustering algorithm for fish image segmentation, Mathematical and Computer Modelling

You Li, Kaiyong Zhao, Xiaowen Chu, Jiming Liu, (2013) , Speeding up k-Means algorithm by GPUs, Journal of Computer and System Sciences 79 ,216–229.

RadhaChitt, M.NarasimhaMurty, (2010) , Two-level k-means clusteringalgorithmfor k–t relationship establishment and linear-time classification, Pattern Recognition 43 ,796–804.

AlperUnler, ZulalGungor, (2009) , Applying K-harmonic means clustering to the part-machine classification problem, Expert Systems with Applications 36 ,1179–1194.

Hae-Sang Park, Chi-Hyuck Jun, (2009) , A simple and fast algorithm for K-medoids clustering, Expert Systems with Applications 36 ,3336–3341.

Hatamlou, A. (2013), Black hole: A new heuristic optimization approach for data clustering. Information Sciences, 222., 175–184.

Hatamlou, A. (2012)., In search of optimal centroids on data clustering using a binary search algorithm. Pattern Recognition Letters, 331756–1760.

Chern, M. S.,(1992), "On the Computational Complexity of Reliability Redundancy Allocation in a Series System", Operation Research Letters; Vol. 11, pp. 309-315.

Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S., Meyarivan, T.,(2002). A fast and elitist multi-objective genetic algorithm: NSGA-II. IEEE Transactions on Evolutionary Computation 6(2), 182–97.

Jolai, F., et al.,(2013), Bi-objective simulated annealing approaches for no-wait two-stage flexible flow shop scheduling problem. Scientia Iranica,.

Behnamian, J., S. Fatemi Ghomi, and M. Zandieh, (2009), A multi-phase covering Pareto-optimal front method to multi-objective scheduling in a realistic hybrid flowshop using a hybrid metaheuristic. Expert Systems with Applications,. 36(8): p. 11057-11069.

Archive of SID

www.SID.ir