

بهینه‌سازی مسئله زمانبندی سیستم کار کارگاهی انعطاف‌پذیر با استفاده از

الگوریتم PSO

محمد فلاح^۱، ابوذر صفدری^۲

^۱ دانشیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، ایران

^۲ دانشجوی دوره دکتری تخصصی مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، ایران

چکیده

این مقاله به زمانبندی سیستم کار کارگاهی انعطاف‌پذیر با در نظر گرفتن زمان‌های شروع و پایان یک کار توسط ماشین‌های موجود برای انجام وظایف در محیط و وجود وقفه‌هایی از نوع شکست تصادفی ماشین‌ها می‌پردازد. توابع هدف در نظر گرفته شده در این تحقیق معیار پایداری و حداقل زمان تکمیل برنامه می‌باشند. از آنجا که مسئله زمانبندی کار کارگاهی منعطف (FJSP) حتی در حالت کلاسیک خود در دسته مسائل NP-hard قرار می‌گیرد، برای حل این مسئله از یک الگوریتم PSO استفاده شده است. الگوریتم پیشنهادی شامل دو مرحله است. در مرحله اول، هدف حداقل‌سازی زمان تکمیل برنامه با فرض قطعی بودن تمام اطلاعات و بدون وجود وقفه است. مرحله دوم یک تابع هدف را بهینه می‌سازد، که شامل دو معیار حداقل‌سازی زمان تکمیل برنامه و پایداری است، و به بررسی زیر مسئله‌های تخصیص ماشین‌ها و توالی عملیات با در نظر گرفتن شکست تصادفی ماشین پرداخته و برای تولید شکست از شبیه‌ساز استفاده شده است.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات، زمان تکمیل برنامه، مسئله زمانبندی کار کارگاهی منعطف، پایداری.

۱- مقدمه

مسائل زمانبندی کار کارگاهی جزء پیچیده‌ترین مسائل ترکیبی هستند که در ادبیات به آن پرداخته شده است و تا این اواخر، با فرض از پیش معین بودن تمام پارامترهای مسئله مورد مطالعه قرار می‌گرفتند. اگرچه، چنین فرضی قادر به انعکاس رویدادهای پیش بینی نشده سیستم‌های تولید واقعی نیست. بنابراین، یک زمانبندی بهینه که بر اساس معیارهای قطعی تولید شده ممکن است عملکرد ضعیف‌تری در یک سیستم کارگاهی واقعی ارائه نماید (لئون و همکاران ۱۹۹۴). به همین دلیل تاکید بیشتری متوجه زمانبندی‌هایی شد که می‌توانند با عدم اطمینان ناشی از وقفه‌های تصادفی مقابله کنند. در حوزه زمانبندی در شرایط عدم قطعیت کارهای متعددی انجام شده که همگی به مطالعه مسائل تک ماشین تصادفی با زمان‌های پردازش کار نامعلوم پرداختند. لیا و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از الگوریتم تجزیه، مسئله زمانبندی تک ماشین با شکست تصادفی ماشین را مورد بررسی قرار دادند. لئون و همکاران (۱۹۹۴) یک معیار پایایی مبتنی بر زمان شناوری برای تحلیل اثر شکست ماشین ارائه نمودند. مهتا و یوزسوی (۱۹۹۸) یک الگوریتم مبتنی بر نمایش گراف انفصالی برای یکپارچه‌سازی شکست‌های تصادفی ماشین‌ها ارائه کردند. شافعی و بران (۲۰۰۰، ۱۹۹۹) از رویکرد زمان چرخشی به منظور دستیابی به پایایی زمانبندی کارگاه استفاده کردند. جنسن (۲۰۰۱، ۲۰۰۳) پایایی و انعطاف پذیری زمانبندی کار کارگاهی را بهبود بخشید و یک معیار سنجش پایایی بر اساس همسایگی معرفی نمود. پالیسلا و همکاران (۲۰۰۵، ۲۰۰۴) یک فرآیند دو مرحله ای برای ایجاد زمانبندی منعطف پایا با سفارش بخشی معرفی نمودند و سرانجام ال - هینای و المکوی (۲۰۱۱) از یک الگوریتم ژنتیک ترکیبی برای دستیابی به یک زمانبندی کار کارگاهی منعطف پایدار و پایا با شکست تصادفی ماشین‌ها استفاده کردند. آنها نشان دادند که معیار پایداری آنها (رابطه ۱) در مقایسه با سایر روشهای موجود در ادبیات، بهترین معیار پایداری بوده و همچنین پایایی را به میزان تنزل makespan زمانبندی پس از مواجهه با وقفه مربوط دانستند. در واقع هرچقدر این میزان کمتر باشد الگوریتم پایاتر است. در مقاله حاضر، معیارهای پایداری و پایایی بصورت مذکور مورد استفاده قرار گرفته است.

$$M_2 = \min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{q_i} |CO_{ijP} - CO_{ijR}| \quad (1)$$

که در آن CO_{ij} نشان دهنده زمان تکمیل عملیات j از کار i و P و R به ترتیب به معنی پیشگویانه (زمانبندی قبل از شکست) و واقعی (زمانبندی پس از شکست) می‌باشند.

الگوریتم PSO^1 یک الگوریتم نشات گرفته شده از طبیعت است که البته تفاوت‌های عمده‌ای با الگوریتم‌های موجود جمعیتی و بر پایه طبیعت مثل GA^2 یا BBO^3 دارد. به عنوان مثال، در این الگوریتم اعضای جمعیت اولیه از بین نمی‌روند بلکه تک به تک توسط مفهوم مهاجرت به روز می‌شوند. همچنین در این الگوریتم تابع برازندگی به طور مستقیم برای اصلاح جمعیت استفاده نمی‌شود، بلکه میزان برازندگی در محاسبه نرخ مهاجرت ورودی و خروجی که دو تا از اصلی‌ترین عملگرهای PSO هستند به کار می‌رود. در این الگوریتم، ایده مهاجرت گونه‌های زیستی که قسمتی از علم جغرافیای زیستی است برای حل مسائل بهینه‌سازی استفاده می‌شود. روش PSO یک روش سراسری کمینه‌سازی است که با استفاده از آن می‌توان با مسائلی که جواب آنها یک نقطه یا سطح در فضای n بعدی می‌باشد، برخورد نمود. در اینچنین فضایی، فرضیاتی مطرح می‌شود و یک سرعت ابتدایی به آنها اختصاص داده می‌شود، همچنین کانال‌های ارتباطی بین ذرات در نظر گرفته می‌شود. سپس این ذرات در فضای پاسخ حرکت می‌کنند، و نتایج حاصله بر مبنای یک «ملاک شایستگی» پس از هر بازه زمانی محاسبه می‌شود. با گذشت زمان، ذرات به سمت ذراتی که دارای ملاک شایستگی بالاتری هستند و در گروه ارتباطی یکسانی قرار دارند، شتاب می‌گیرند. علی‌رغم اینکه هر روش در محدوده‌ای از مسائل به خوبی کار می‌کند، این روش در حل مسائل بهینه‌سازی پیوسته موفقیت بسیاری از خود نشان داده است.

1 Particle Swarm Optimization

2 Genetic Algorithm

3 Biogeography-Based Optimization

نظر به آنچه بیان شد بر خلاف محیط‌های تک ماشین و کار کارگاهی کلاسیک، زمانبندی کار کارگاهی منعطف اتفاقی کمتر مورد توجه قرار گرفته و بر اساس بهترین اطلاعات در دسترس، به غیر از ال-هینای و المکوی (۲۰۱۱) مطالعه‌ای در این حوزه انجام نشده است. هدف این مقاله دستیابی به یک زمانبندی پیشگویانه می‌باشد که اثر شکست ماشین را روی عملکرد کل سیستم مانند حفظ زمان تکمیل برنامه و افزایش میزان پایداری زمانبندی حداقل نماید. رویکرد مورد استفاده در این مقاله ابتدا بوسیله ال-هینای و المکوی (۲۰۱۱) برای حل مسئله FJSP توسعه داده شده و برخلاف آنها که تمام شکست‌های ممکن را بصورت یکپارچه در نظر گرفته‌اند، در تحقیق حاضر از الگوریتم شبیه‌ساز به منظور تولید تصادفی شکست ماشین استفاده شده که به واقعیت نزدیک‌تر می‌باشد. به منظور حل مسئله مذکور از الگوریتم بهینه‌سازی جغرافیای زیستی دو مرحله‌ای استفاده شده است. مرحله اول که در آن تمام داده‌های مورد بررسی قطعی بوده و هیچ وقفه‌ای رخ نخواهد داد، تابع هدف اولیه که کمینه‌سازی زمان تکمیل برنامه است، را بهینه می‌نماید. مرحله دوم یک تابع دو هدفه را با تعیین توالی عملیات با شکست تصادفی ماشین‌ها در فضای رمزگشایی بهینه می‌سازد.

در ادامه در بخش ۲ فرضیات مسئله زمانبندی کار کارگاهی، تعاریف پایایی و پایداری، الگوریتم شبیه‌ساز شکست، توضیح مدل و الگوریتم PSO مورد استفاده در این تحقیق ارائه شده است. در بخش ۳ به بیان یافته‌های تحقیق پرداخته و سرانجام در بخش ۴ بطور خلاصه به نتیجه‌گیری تحقیق انجام شده می‌پردازیم.

جدول شماره ۱. تحقیقات پیشین

عنوان تحقیق	سال انتشار	نویسنده
Robustness measures and robust scheduling for job shops	1994	لئون و همکاران
Robust and stable scheduling of a single machine with random machine breakdowns	2007	لیا و همکاران
Predictable scheduling of a job shop subjected to breakdowns	1998	مهتا و یوزسوی
An investigation of the robustness of scheduling rules in a dynamic and stochastic environment	1999	شافعی و برون
Robust and flexible scheduling with evolutionary computation	2001	جنسن
Generating robust and flexible job shop schedules using genetic algorithms	2003	جنسن
Generating robust partial order schedules	2004	پالیسلا و همکاران
Schedule robustness through broader solve and robustify search for partial order schedules	2005	پالیسلا و همکاران
Robust and stable flexible job shop scheduling with random machine breakdowns using a hybrid genetic algorithm	2011	ال-هینای و المکوی

۲- داده‌ها و روش‌شناسی تحقیق

۲-۱- بیان مدل FJSP

مسئله زمانبندی کار کارگاهی منعطف مدل عمومی شده مسئله کلاسیک زمانبندی کار کارگاهی (JSP) است و زمانی شکل می‌گیرد که مسیرهای تولید جایگزین برای عملیات وجود داشته باشد. FJSP، بطور حتم جزء مسائل NP-hard می‌باشد زیرا علاوه بر زیر مسئله تعیین توالی عملیات، موظف به حل زیر مسئله تخصیص می‌باشد. همچنین افزودن عدم قطعیت مانند شکست تصادفی ماشین‌ها، این مسئله را پیچیده تر خواهد نمود. در یک مسئله FJSP قطعی، n کار مستقل وجود دارند که با اندیس i نمایش داده می‌شوند و تمامی کارها در زمان صفر آماده شروع هستند. هر کار i ، عملیات دارد که توالی عملیات آنها بصورت $O_i, \dots, O_{ij}, \dots, O_{ijz}, \dots, O_{ijz}$ نمایش داده می‌شود، M ماشین با اندیس k وجود دارد که همیشه بدون خرابی در دسترس هستند. برای هر عمل، یک مجموعه از ماشین‌ها با قابلیت انجام آن کار وجود دارد (ماشین‌های قابل) که با O_{ijz} نمایش داده می‌شود و زمان پردازش یک عمل روی ماشین k از پیش تعریف شده و با P_{ijk} نمایش داده می‌شود. زمان تنظیم هر عمل یک توالی مستقل است و در زمان پردازش آن گنجانده شده است. کار شروع شده قابل توقف نیست. هر ماشین در هر زمان حداکثر یک کار می‌تواند انجام دهد. اولویت محدودیت‌های عملیات در یک کار می‌تواند برای هر جفت از عملیات تعریف شود. هدف پیدا کردن یک زمانبندی با کمترین مقدار زمان تکمیل کار است. در محیط‌های تولیدی واقعی، وقفه‌ها و رویدادهای پیش بینی نشده رخ می‌دهد. بنابراین، یک زمانبندی ساخته شده بر پایه اطلاعات قطعی، غیرکاربردی بوده و ممکن است منجر به عملکرد ضعیف سیستم گردد. در این تحقیق، فرض شده که وقفه‌های تصادفی از نوع شکست ماشین با زمان رخداد و مدت تعمیر نامعین در سیستم وجود دارد و به این منظور از یک الگوریتم شبیه‌ساز شکست استفاده شده است.

۲-۲- پایداری و پایایی در مسائل زمانبندی

در ادبیات موضوع تعاریف مختلفی برای مفهوم پایداری و پایایی ارائه شده است؛ اما طبق تعریف جنسن (۲۰۰۳) که تمامی تعاریف را در بر می‌گیرد، زمانبندی پایا است که در هنگام مواجهه با وقفه‌ها و در زمان استفاده از استراتژی انتقال به راست به عنوان الگوریتم زمانبندی مجدد، هزینه کمی به سیستم تحمیل کند. همچنین تعاریف متفاوتی از مفهوم پایداری ارائه شده و در برخی از آنها انعطاف‌پذیری را در معنای مشابه پایداری کرده‌اند. کامل‌ترین تعریف موجود از زمانبندی پایدار ارائه شده توسط جنسن (۲۰۰۱) بیان می‌کند که زمانبندی پایدار است که در هنگام مواجهه با وقفه‌ها و در زمان استفاده از روش‌های زمانبندی مجدد (بجز انتقال به راست)، خوب عمل کند.

۲-۳- مدل پیشنهادی

الگوریتم مورد استفاده در این تحقیق شامل دو مرحله است. در مرحله اول الگوریتم PSO، تابع هدف حداقل‌سازی زمان تکمیل برنامه را با فرض قطعی بودن تمام پارامترهای مسئله بهینه می‌سازد و پس از رسیدن به تعداد معینی از نسلها به مرحله دوم خواهد رفت. این مرحله با گرفتن آخرین نسل مرحله اول به عنوان جمعیت اولیه آغاز و پس از اجرای الگوریتم شبیه‌ساز شکست روی آن به تعداد NB بار برای هر عضو از جمعیت، به تعداد معینی از نسل‌ها تابع هدف را که ترکیب وزنی کمینه‌سازی makespan و معیار پایداری γM می‌باشد بهینه می‌کند. پس از هر بار اعمال اپراتورهای BBO موجه بودن جواب بررسی می‌گردد. سپس، الگوریتم شبیه‌ساز شکست برای تمام اعضای هر نسل اجرا و بر اساس مقدار تابع برازش، جمعیت مرتب شده و بهترین فرد به عنوان جواب بهینه گزارش می‌گردد. مدل ریاضی تابع هدف به صورت زیر تعریف شده است، که هدف پیدا کردن یک زمانبندی با کمترین مقدار زمان تکمیل کار است و به تناسب آن بهینه کردن هزینه کار کارگاهی.

$$\max(\text{or tasks}) = \min(\text{runtime}) \quad (2)$$

$$Z = \max \left(\sum_{i=0}^n \text{starttime}_i + \sum_{k=0}^m \text{jobsoperator} \right) \quad (3)$$

۲-۳-۱- الگوریتم شبیه‌ساز شکست

از آنجا که شکست ماشین‌ها به شکل تصادفی رخ می‌دهند، نیاز به یک الگوریتم می‌باشد تا به ماشین‌ها اجازه توقف در عملیات دهند. $MTBF^4$ بیان کننده میانگین زمان‌های بین هر دو خرابی و $MTTR^5$ بیان کننده میانگین مدت زمان تعمیر می‌باشند که هر دو از توزیع نمایی پیروی می‌کنند. مقدار انتخابی برای $MTTR$ برابر است با $0.1 \times \bar{p}$ و $5 \times \bar{p}$ که در آن \bar{p} نشان‌دهنده میانگین کل زمان پردازش یک کار است. مقدار $MTBF$ بر اساس مقادیر مختلفی که معیار Ag در یک شکست در مسئله می‌گیرد تعیین می‌شود،

$$Ag = MTTR / (MTTR + MTBF) \quad (4)$$

که در واقع نشان دهنده سطح شکست کارگاه می‌باشد (زندیه و غلامی ۲۰۰۹). مدت زمان بین هر دو رخداد شکست به عنوان طول عمر ماشین در نظر گرفته شده و مدت زمان تعمیر هر ماشین به زمان تکمیل کار مربوطه افزوده خواهد شد.

۲-۳-۲- الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات

در الگوریتم PSO هر منطقه زیستی یک عضو به عنوان یک عضو منفرد شناخته می‌شود و دارای شاخص میزان مطلوبیت زندگی مخصوص به خود است. در این الگوریتم جواب با زمان میرایی کمتر نشان دهنده جواب خوب می‌باشد. همچنین، خواص از ذرات با ازدحام پایین، با گرفتن خواص از ذرات با ازدحام بالا، خود را شبیه آنها کرده و ارتقاء می‌دهند. در این الگوی مهاجرت دو نوع عملگر تکاملی وجود دارد. عملگرهای تکاملی چون تقاطع^۶ و جهش^۷. تقاطع خروجی برای جوابی مطرح می‌شود که تراکم بالایی دارد و خواص خود را به اشتراک می‌گذارد و به طور مشابه جهش ورودی برای جوابی مطرح می‌شود که تراکم پایینی دارد و خواص را می‌پذیرد. در حقیقت الگوریتم PSO به دنبال جواب‌هایی است که ازدحام ذرات را حداکثر نمایند.

قابل ذکر است که هر کدام از این دو نوع عملگر نرخ خاص خود را دارند که با نام‌های نرخ ورود و نرخ خروج شناخته می‌شوند. تابع هدفی که در اینجا ما قصد بهینه‌سازی آنرا داریم حداقل‌سازی هزینه‌های کار کارگاهی است که برای اینکار نیاز است ابتدا توالی کارها و اینکه هر کار به چه صورت انجام پذیر است را داشته باشیم. سپس با نوشتن یک حلقه‌ی for تابع هدف را تعریف می‌کنیم و به صورت یک تابع قرار می‌دهیم تا این تابع را به عنوان تابع هدف به الگوریتم PSO معرفی کنیم.

۳- روند شبیه‌سازی

برای شبیه‌سازی روند توالی و زمانبندی کار کارگاهی از نوشتن یک تابع در نرم افزار متلب استفاده می‌کنیم. با در نظر گرفتن $n=1000$, iteration بهینه‌سازی را تعریف می‌کنیم که در این دوره PSO تابع هدف را بهینه می‌کند. در الگوریتم پیاده‌سازی شده است. خروجی کد متلب پس از اجرا شدن نتایج خروجی الگوریتم را برای پایداری سیستم در حداقل‌سازی تابع هدف را نشان می‌دهد که مقایسه‌ی یک کار با ۱۷ وظیفه عملیاتی و یک کار با ۱۶ وظیفه عملیاتی را مد نظر قرار داده است (شکل ۱).

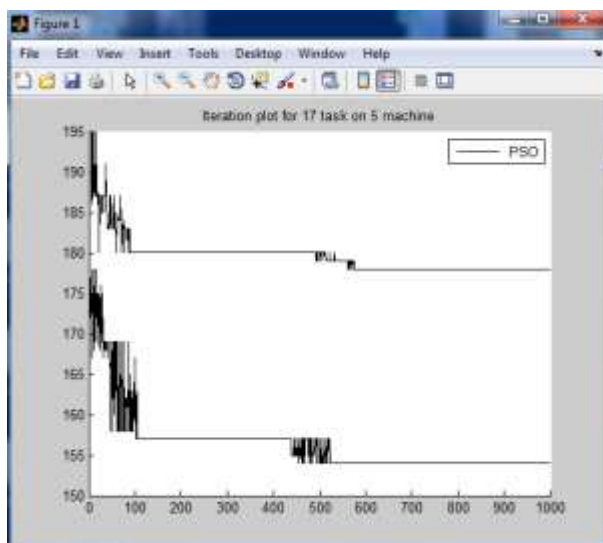
شکل ۲ توالی کارها بر روی سیستم در یک دوره زمانی با فرض در اختیار داشتن ۶ ماشین نشان می‌دهد. یکی از قیدهایی که در الگوریتم به عنوان شرط بیان شده است بدین صورت است که در توالی انجام وظایف زمان شروع هر عملیات باید با زمان پایان عملیات گذشته یکی باشد.

4 Mean time between failures

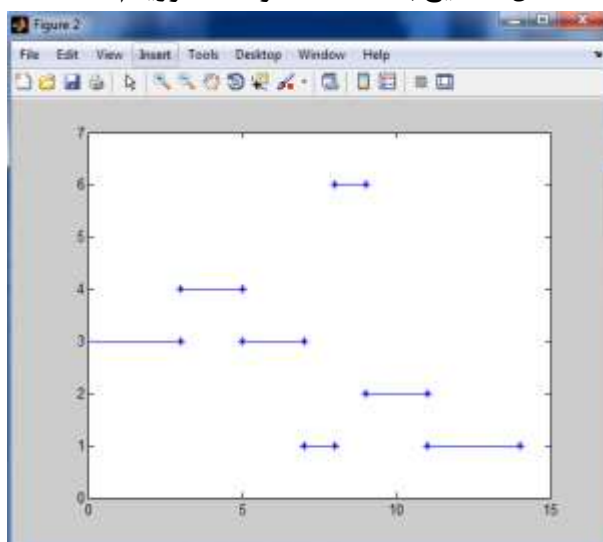
5 Mean time to repair

6 Crossover

7 Mutation



شکل ۱. نتایج بدست آمده توسط الگوریتم PSO



شکل ۲. توالی کارها

۶- بحث و نتیجه گیری

در این مقاله، مسئله زمانبندی سیستم کار کارگاهی منعطف با در نظر گرفتن معیارهای پایایی و پایداری به هنگام رخداد وقفه از نوع شکست تصادفی ماشین با هدف کمینه‌سازی زمان تکمیل برنامه و معیار پایداری مورد بررسی قرار گرفت. از آنجاکه مسئله FJSP جزء دسته مسائل NP-hard می‌باشد برای حل مسئله از الگوریتم دو مرحله‌ای بهینه‌سازی ازدحام ذرات استفاده شد. همچنین به دلیل ماهیت تصادفی شکست ماشین‌ها یک الگوریتم شبیه‌ساز برای تولید تصادفی شکست ماشین ارائه شد. مقدار پارامترهای مسئله از مقادیر موجود در ادبیات و در هر دو مرحله و برای هر دو الگوریتم یکسان در نظر گرفته شد.

نتایج حاصل حاکی از کارایی الگوریتم PSO در پایداری تابع هدف مورد مطالعه و ارایه یک نمودار زمانبندی است. بر اساس آنچه بیان شد، PSO یک الگوریتم قدرتمند در حل مسئله FJSP می‌باشد و به دلیل گستردگی این حوزه، توسعه مسئله با بهره‌گیری از این الگوریتم، بررسی سایر شرایط عدم قطعیت، توسعه الگوریتم و ترکیب آن با سایر الگوریتم‌ها می‌تواند بستر مناسبی برای تحقیقات آتی باشد.

منابع

1. Leon, V.J., Wu, S.D., Storer, R.H., (1994). Robustness measures and robust scheduling for job shops, *IIE Transactions* 26 (5), 32–43.
2. Liu, L., Gu, H. and Xi, Y. (2007b). Robust and stable scheduling of a single machine with random machine breakdowns, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 31, pp. 645-654.
3. Mehta, S.V. and Uzsoy, R.M. (1998). Predictable scheduling of a job shop subjected to breakdowns, *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, Vol. 14, No. 3, pp.365-378.
4. Shafaei, R. and Brunn, P. (1999). Workshop scheduling using practical (inaccurate) data Part 2: An investigation of the robustness of scheduling rules in a dynamic and stochastic environment, *International Journal of Production Research*, Vol. 37, No.18, pp. 4105 – 4117.
5. Jensen, M.T. (2001a). Robust and flexible scheduling with evolutionary computation, PhD Thesis, Dept. Comput. Sci., University of Aarhus, Aarhus, Denmark.
6. Jensen, M.T. (2003). Generating robust and flexible job shop schedules using genetic algorithms, *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, Vol. 7, No. 3, pp. 275-288.
7. Policella, N., Oddi, A., Smith, S.F. and Cesta, A. (2004). Generating robust partial order schedules, M. Wallace (Ed.): CP 2004, Lecture Notes in Computer Science, Vol.3258, pp. 496-511.
8. Policella, N., Cesta, A., Oddi, A. and Smith, S.F. (2005). Schedule robustness through broader solve and robustify search for partial order schedules, S. Bandini and S. Manzoni (Eds.): AI*IA 2005, Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 3673, pp.160-172.
9. Al-Hinai, N. And ElMekkawy, T.Y (2011b). Robust and stable flexible job shop scheduling with random machine breakdowns using a hybrid genetic algorithm, *International Journal of Production Economics*, Vol. 132, pp. 279-291.
10. Kacem, I., Hammadi, S. and Borne, P. (2002a). Approach by localization and multi objective evolutionary optimization for flexible job-shop scheduling problems, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, Vol. 32-1, pp. 1-13.
11. Mattfeld, DC. (1996). Evolutionary search and the job shop: investigations on genetic algorithms for production scheduling, Germany, Heidelberg: Physica-Verlag.
12. Rahmati, S.H.A., Zandieh, M., (2011). A new biogeography-based optimization (BBO) algorithm for the flexible job-shop scheduling problem, *International Journal of Advance Manufacturing Technology*, DOI 10.1007.s00170-011-3437-9.
13. Shafaei, R., Brunn, P., 2000. Workshop scheduling using practical (inaccurate) data Part 3: a framework to integrate job releasing, routing and scheduling functions to create a robust predictive schedule. *International Journal of Production Research* 38 (1), 85–99.
14. Simon, D. (2008). Biogeography-based optimization, *IEEE Trans Evol Comput* 12:702–713.
15. Simon, D. (2009). A probabilistic analysis of a simplified biogeography based optimization algorithm.

Optimizing the problem of flexible Job Shop scheduling using PSO

Mohammad Fallah¹, Abouzar Safdari²

¹*Department of Industrial Engineering, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran*

²*Department of Industrial Engineering, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran*

Abstract

The present paper addresses the problem of Flexible Job Shop scheduling (FJSP) considering the job start and ending times by the machines available for performing tasks and in the presence of interruption related to machines stochastic failure. The objective functions considered in this study are criteria of sustainability and minimum time to complete the plan. Since the problem of flexible job shop scheduling, even in classic mode, is placed in the category of NP-hard problems, a PSO algorithm is used to solve the problem. The proposed algorithm consists of two stages. The aim of the first stage is to minimize the time to complete the plan with the assumption of certainty of all information and in the absence of interruption. The second stage aimed to optimize an objective function which includes two criteria of minimization of plan completion time and sustainability and addresses determining the allocation of machines and sequence of operations considering the machine stochastic failure and the simulation method is used to generate the failure.

Keywords: Optimizing, flexible Job Shop scheduling, PSO
