

بررسی عملکرد الگوریتم های ابتکاری در حل مسائل چیدمان مارکر

مطهره کارگر بیده، پدram پیوندی*
دانشکده نساجی، دانشگاه یزد

چکیده

مسائل چیدمان مارکر، مسائل بهینه سازی هستند که به پیدا کردن یک آرایش خوب از چیدمان قطعات متعدد الگو بر روی مارکر مربوط می شوند. هدف رایج این فرایند به حداکثر رساندن بهره برداری و به حداقل رساندن دورریز پارچه و همچنین کاهش زمان محاسبات می باشد. از الگوریتم های ابتکاری جاگذاری، جهت تبدیل دنباله ای از قطعات به مارکر استفاده می گردد. در این مقاله از پنج نوع الگوریتم ابتکاری جاگذاری، جهت تبدیل یک مجموعه الگو و یک مجموعه قطعه مستطیل شکل به مارکر استفاده می شود و در نهایت عملکرد الگوریتم ها از جهات مختلف با هم مقایسه می گردند. نتایج نشان داده است که الگوریتم BJJL و BJJL-LT در مقایسه با چهار الگوریتم دیگر، عملکرد بهتری در چیدمان مجموعه الگوهای منظم و نامنظم دارند.

واژه های کلیدی: چیدمان مارکر- الگوریتم های ابتکاری جاگذاری- بهینه سازی چیدمان.

مقدمه

مسائل چیدمان شامل پیدا کردن یک آرایش خوب از چیدمان قطعات کوچکتر در داخل قطعات بزرگتر می باشد که این نوع مسائل در گروه های مختلفی دسته بندی می شوند. مسئله چیدمانی که معمولاً صنعت نساجی با آن درگیر است، چیدمان دو بعدی نواری قطعات نامنظم است، که این نوع مسئله شامل جاگذاری مجموعه ای محدود از قطعات الگو بر روی مارکر که عرض ثابت و طول قابل تغییر دارد می باشد، به گونه ای که طول مارکر حداقل شود. میزان مصرف مواد اولیه در صنایع نساجی با تولید انبوه، بسیار بالا است بنابراین بهبود های کوچک در مارکر می تواند باعث صرفه جویی های زیادی در میزان مصرف مواد اولیه و همچنین کاهش قابل توجهی در هزینه های تولید گردد. الگوریتم های جاگذاری، تکنیک های ابتکاری ای هستند که از آنها در تولید خود کار مارکر استفاده می شود.

اسلیتورز (Sleator) [۱] در سال ۱۹۸۰ اولین الگوریتم ابتکاریم جاگذاری را معرفی کرد و آن را الگوریتم اسلیتورز (Sleator's algorithm) نامید. کافمن و همکارانش (Cofman) [۲] نیز در همان سال الگوریتم ابتکاری دیگری به نام الگوریتم تقسیم مناسب (Split-fit (SF) algorithm) را طراحی و معرفی کردند. باکر و همکارانش (Baker) [۳] در سال ۱۹۸۰ دسته الگوریتم های جا گذاری پایین چپ ((Bottom-up left-justified (BL) را معرفی کردند. الگوریتم های دسته BL با روش های متفاوت تمام قطعات را در پائین ترین و چپ ترین موقعیت از شیء جاگذاری می کنند. باکر و همکارانش [۴] همچنین در سال ۱۹۸۱ الگوریتم ابتکاری جاگذاری دیگری به نام الگوریتم بالا پائین (Up-Down (UD) algorithm) را برای حل مسائل چیدمان دو بعدی نواری معرفی کردند. گولان (Golan) [۵] در سال ۱۹۸۱ دو الگوریتم ابتکاری جاگذاری به نام های الگوریتم تقسیم (Split (SP) algorithm) و

الگوریتم ترکیبی ((Mixed algorithm (M algorithm)، معرفی کرد. دو سال بعد از معرفی الگوریتم BL توسط باکر و همکارانش، چازل (Chazelle) [۶] در سال ۱۹۸۳ با اعمال تغییراتی در الگوریتم BL، موفق به بهبود عملکرد الگوریتم شد. الگوریتم جدید چازل، در سال ۲۰۰۰ توسط هوپر، الگوریتم پر کننده پائین چپ (Bottom-left fill algorithm) نامیده شد. ده سال بعد از معرفی الگوریتم چازل، مک لوید (MacLeod) و همکارانش [۷] در سال ۱۹۹۳، الگوریتم جدیدی را که برای حل مسائل چیدمان با برش گیوتینی مناسب بود، معرفی کردند. الگوریتم طراحی شده توسط مک لوید و همکارانش، الگوریتم برش گیوتینی (Guillotine cutting stock (GCS) algorithm) نام گرفت. جیکوب (Jakobs) در سال ۱۹۹۶ [۸] الگوریتم ابتکاری جاگذاری جدیدی از دسته الگوریتم های BL معرفی کرد و آن را الگوریتم BL نامید. در سال ۱۹۹۹ لنو و تنگ (Liu and Teng) [۹] تغییراتی در نحوه اجرای الگوریتم BL جیکوب ایجاد کردند و الگوریتم جدید را BLLT نامیدند. باکر و همکارانش [۱۰] در سال ۲۰۰۴، الگوریتم ابتکاری جاگذاری جدید دیگری به نام الگوریتم بهترین تناسب (Best-fit (BF) algorithm) را برای چیدمان هایی که در آنها قطعات اجازه چرخش دارند، معرفی کردند.

ما در این مقاله سه الگوریتم جدید BJJL، BJJL-LT و BJJL، که بر اساس الگوریتم ابتکاری جاگذاری استاندارد BL طراحی شده اند را معرفی کرده و عملکرد آنها را با یکدیگر و با الگوریتم های BL و BLLT مقایسه کرده.

شرح مسئله

مارکر: مارکر کاغذی با عرض ثابت و طولی نامحدود است که به عنوان راهنمای برش استفاده می شود.

الگوریتم های ابتکاری جاگذاری قطعات الگو را با روش های خاص بر روی مارکر قرار می دهد. الگوریتم های جاگذاری ای مفید تر هستند که، مارکر هایی با بازدهی بیشتر در زمان کمتر تولید کنند. در صورتی که عرض مارکر را با (W)، طول مارکر را با (L) و مجموع مساحت الگوها را با (P) نمایش دهیم، بازدهی مارکر (F) مطابق رابطه (۱) محاسبه می شود:

$$F = [P / (L \times W)] \times 100 \quad (1)$$

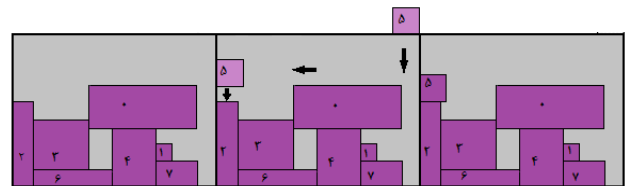
روند کار

الگوریتم های ابتکاری

در این مقاله عملکرد پنج الگوریتم ابتکاری جاگذاری که شامل دو الگوریتم جاگذاری شناخته شده BL و BLLT و سه الگوریتم جاگذاری جدید BJJL، BJJL و BJJL-LT می باشد، از نظر بازدهی و زمان اجرا مقایسه می شوند. در ذیل الگوریتم های ابتکاری جاگذاری BL، به صورت خلاصه توضیح داده شده است.

الگوریتم BL

الگوریتم ابتکاری BL در سال ۱۹۹۶ توسط جیکوب [۸]، طراحی و مورد استفاده قرار گرفت. در این روش حرکت هر قطعه از گوشه سمت راست بالای شیء شروع می شود. قطعه در ابتدا تا جایی که امکان دارد به سمت پایین می آید و سپس تا جایی که امکان دارد به سمت چپ منتقل می شود. این حرکت های عمودی و افقی تا زمانی که قطعه در یک موقعیت پایدار ثابت شود، تکرار می شوند. شکل (۱) چیدمان دنباله ای از مستطیل ها با جایگشت (۲، ۴، ۷، ۳، ۱، ۵)، توسط الگوریتم جاگذاری BL را نشان می دهد.



شکل ۱- جاگذاری دنباله ای از مستطیل ها با جایگشت (۲، ۴، ۷، ۳، ۱، ۵)، توسط الگوریتم جاگذاری BL.

داده های مورد استفاده:

در این مقاله جهت مقایسه عملکرد الگوریتم ها، از دو مجموعه الگوهای منظم و نامنظم استفاده شده است. جهت بررسی و مقایسه عملکرد الگوریتم های ابتکاری جاگذاری، هر پنج الگوریتم برای چیدمان هر دو مجموعه از قطعات الگو استفاده شدند. الگوریتم های ابتکاری جاگذاری ۱۰۰۰ دفعه با کامپیوتری با CPU corei5 و رم ۴ گیگ اجرا شد. سپس میانگین زمان اجرا، میانگین راندمان مارکر، انحراف معیار و بهترین پاسخ هر پنج الگوریتم، در چیدمان مجموعه قطعات منظم و نامنظم محاسبه شد. نتایج اجرای الگوریتم های ابتکاری جاگذاری در چیدمان مجموعه قطعات نامنظم، در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱- خلاصه نتایج اجرای الگوریتم های ابتکاری جاگذاری در چیدمان مجموعه قطعات نامنظم.

الگوریتم ابتکاری جاگذاری	چیدمان مجموعه قطعات نامنظم		
	میانگین زمان اجرا	میانگین راندمان مارکر	بهترین راندمان مارکر
الگوریتم BL	۰/۰۱۸	۴۸/۷۲	۶۱/۸۷
الگوریتم BLLT	۰/۰۷۷	۵۰/۷۷	۶۴/۷۶
الگوریتم BLJ	۰/۹۱۹	۵۵/۰۸	۶۶/۰۶
الگوریتم BJLJ	۰/۱۰۱	۲۸/۵۷	۶۷/۲۳
الگوریتم BJLJ-L	۰/۱۵۶	۵۸/۷۶	۶۷/۹۳

نتیجه گیری

بهینه سازی مارکر در صنعت پوشاک اهمیت زیادی دارد، هر اندازه طول مارکر کوتاه تر و نیز میزان فضای خالی بین الگوها کمتر باشد، مارکر بهینه تر و در نتیجه بازدهی تولید بالاتر می رود. ما در این مقاله هر پنج الگوریتم را برای چیدمان هر دو مجموعه از قطعات الگو استفاده کردیم. نتایج نشان داده است که الگوریتم BJLJ و BJLJ-LT در مقایسه با چهار الگوریتم دیگر، عملکرد بهتری در چیدمان مجموعه الگوهای منظم و نامنظم دارند.

مراجع

1. Sleator DDKDB, A 2.5 times optimal algorithm for packing in two dimensions, Information Processing Letters, 10(1), pp. 37-40, (1980).
2. Coffman EG, Garey MR, Johnson DS & Tarjan RE, Performance bounds for level-oriented two dimensional packing algorithms, SIAM Journal on Computing, 9(4), pp. 808-826, (1980).
3. Baker BS, Coffman EG & Rivest RL, Orthogonal packings in two dimensions, SIAM Journal on Computing, 9(4), pp. 846-855, (1980).
4. Baker BS, Brown DJ & Katseff HP, A 5/4 algorithm for two-dimensional packing, Journal of Algorithms, 2(4), pp. 348-368, (1980).
5. Golan I, Performance bounds for orthogonal oriented two-dimensional packing algorithms, SIAM Journal on Computing, 10(3), pp. 571-582, (1981).
6. Chazelle B, The bottom-left bin packing heuristic: An efficient implementation, IEEE Transactions on Computers, 32(8), pp. 697-707, (1983).
7. Jakobs s., "on genetic algorithms for the packing of polygons", eur. J. Oper. Res. 88(1): 165-181, (1996).
8. MacLeod B, Moll R, Girkar M & Hanifi N, An algorithm for the 2D guillotine cutting stock problem, European Journal of Operational Research, 68(3), pp. 400-412, (1993).
9. Hopper E, Two-dimensional packing utilising evolutionary algorithms and other meta-heuristic methods, PhD Dissertation, University of Wales, Cardiff, (2000).
10. Burke EK, Kendall G & Whitwell G, A new placement heuristic for the orthogonal stock-cutting problem, Operations Research, 52(4), pp. 655-671, (2004).