۱۳۷۸ /۵/ ۸
مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
قسمت مکاتبات

دانشگاه تهران

موضوع :

ارائه یک روش ابتکاری (Heuristic) برای حل مسأله جانمایی ماشین‌آلات (MLP) و کاربرد آن در سیستم‌های تولید سلولی (CMS)

توسط :

محمدرضا نامجو

استاد راهنما :

دکتر کامران رضائی

پایان‌نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی صنایع

۱۲801 /۱

دانشکده فنی - گروه مهندسی صنایع

زمستان ۱۳۷۸

به‌نام خدا

چکیده

سلول های تولیدی و تکنولوژی گروهی گونه‌ای از سیستم های تولیدی هستند که با گروه بندی عملیات،ماشین آلات وقطعات مشخص می‌گردند.این سیستم ها بسیاری از نواقص وکاستیهای سیستم های تولید سنتی را نداشته ضمن این که دارای محاسن بسیاری می باشند.۳ مرحله عمده در طراحی وتوسعه سیستم های فوق عبارت است از طراحی گروههادر قالب سلولهای تولیدی ،جانمایی این سلولها(FL)و جانمایی ماشین آلات در داخل سلولها (ML) .ML تشابه زیادی با FP دارد لاکن به علت دارا بودن ویژگی های خاصی مانندبا قاعده و ثابت بودن شکل ماشین آلات ،اهمیت جهت در استقرار نهایی ،اهمیت نقاط بارگذاری و باراندازی ماشین آلات و... باعث شده است تا نتوان مسائل ML رابا الگوریتم‌های موجود که برای حل FL ایجاد شده است،به طور مؤثر حل نمود.در این راستا الگوریتم های مختلفی برای حل مسئله ML به وجود آمده است که به طور کلی به ۴ دسته الگوریتم های سازنده ،الگوریتم های بهبود دهنده ،الگوریتم های ریاضی و تئوری گراف تقسیم بندی می گردند.

الگوریتم های مبتنی بر شبکه های عصبی الگوریتم هائی ابتکاری (HEURISTIC) هستند که باالهام گرفتن از شبکه های عصبی طبیعی ایجادو توسعه یافته‌اند و در عرصه های مختلف علوم و فنون کاربردی وسیع دارند.یکی از حوزه هائی که از این الگوریتم ها در سالهای اخیر بسیار استفاده نموده است مسائل بهینه سازی می‌باشد.

در این تحقیق با استفاده از یکی از مدل های شبکه عصبی مصنوعی به نام شبکه های کوهنن (KOHONEN) الگوریتمی ابتکاری ارائه شده است تا مساله جانمائی ماشین آلات را با در نظرگرفتن مفروضاتی حل نماید وجایگاه آن را در طراحی سیستم های تولید سلولی مشخص نماید. مفروضات در نظرگرفته شده عبارتند از اینکه ماشین آلات شکل مربع مستطیل و تغییر ناپذیر داشته باشند،در جانمائی نهایی ماشین آلات همپوشانی نداشته باشند،حداکثروحداقل فاصله مجاز بین ماشین آلات در جانمائی نهائی رعایت شود،نواحی غیر مجاز و نواحی ثابت در ضمن جانمائی مد نظر قرارگیرند.در ضمن محدودیت جهت گیری ماشین آلات در طول فرایند و در جانمائی نهائی در نظرگرفته نشده است. همچنین نقاط بارگذاری و باراندازی ماشین‌الات در مدل منظور نشده است .

نتایج بدست آمده از روش پیشنهادی قابل قبول می باشد لاکن این جوابها بهبودی را نسبت به جوابهای سایر الگوریتم‌های حل ML نشان نمی دهد . به دلیل نقش کلیدی پارامترهای کنترلی درکیفیت جوابهای بدست آمده میتوان با بهبود آنها به نتایج بهتری دست یافت.

مقدمه

سیستم های تولید سلولی ودر بعد وسیعترتکنولوژی گروهی یکی از زمینه های تحقیقاتی روز در عرصه مهندسی و تولید می باشد.وضعیت موجودتولیدازنظرساختارتولید و گروه بندی هائی که‌ماشین آلات،قطعات‌وسایراجزاءتولید میگردد از بسیاری جهات مرهون تحقیقات وسیعی است که در حوزه جانمائی تجهیزات و ماشین آلات شده است . تولید سلولی را نمی توان تنها گروه بندی ماشین‌آلات وتجهیزات تولیدی دانست بلکه گروه بندی سایر عوامل تولید نظیر نیروی انسانی ،موادو عملیات تولیدی (Tasks)را میتوان مشمول این فلسفه تولیدی دانست .برنامه ریزی اجرای سیستم های تولید سلولی نیز با ترکیب پارامترهایی از تمام عوامل و بهینه سازی مدل مربوطه میسر خواهد شد که دارای پیچیدگیهای خاص خود نیز می باشد. سیستم های تولید سلولی نگاهی نو به سیستم های تولیدی است تا از بارکاستیهاونواقص سیستم های تولید قدیمی بکاهد. در این دیدگاه زیر سیستم های تولید عبارتند ازگروههایی که بر حسب یک شاخص خاص مانند تجهیزات و ماشین آلات ،فعالیتها و عملیات تولیدی ویاقطعات بوجود آمده ودر تعامل با یکدیگر دستاوردهائی مانند کاهش هزینه های مختلف (مانند هزینه های حمل ونقل زائد و...)،افزایش کنترل ،کاهش زمانهای راه‌اندازی ،کاهش موجودی در جریان ساخت و... را بهمراه دارند . پایه‌ریزی سیستم های تولید سلولی به سالهای دهه ۴۰ میلادی و به طور اخص به سال ۱۹۴۹ باز میگرددکه در آن سال آقای آرن کرلینگ با انتشار مقاله‌ای مفاهیم اولیه تولید سلولی را مطرح نمود.

طراحی و توسعه سیستم های تولید سلولی به طورکلی شامل ۳ مرحله می باشد

۱- گروه بندی قطعات و ماشین آلات در قالب سلولهای تولیدی

۲- جانمائی سلولهای تولیدی

۳- جانمائی تجهیزات در داخل سلول تولیدی

روش های متنوعی برای گروه بندی ماشین آلات وقطعات وجود دارند که به طور خلاصه در فصل ۵ پایان نامه بدانها اشاره شده است.جانمائی سلولهای تولیدی نیز یک مساله FLP میباشد که برای حل آن می توان از روشهای ریاضی و روش های زیر بهینه استفاده نمود.از آنجا که این مسائل جزء مسائل NP-compelet problem بوده و حل آنها از روشهای ریاضی وقت و زمان زیادی را می طلبد در سالهای اخیر توجه محققان به روشهای زیر بهینه suh optimal و روش های ابتکاری جلب شده است.این روشها عموما به ۴ دسته کلی تقسیم بندی میگردند

۱- روش های سازنده Construction Methods

۲- روش های بهبود دهنده Imptovement Methods

۳- روش های ترکیبی Hybrid Methods

۴- تئوری گراف

سومین فاز یعنی جانمائی تجهیزات در داخل سلول تولیدی از جنس FLP می‌باشد ولی MLP دارای محدودیتها و تغییراتی نسبت به FLP می باشد و همین محدودیت ها باعث شده است تا نتوان به طور مؤثر و گاهی اوقات به طورکلی از الگوریتم‌های حل FLP استفاده نمود . از طرف دیگر دراین زمینه

تحقیقات زیادی صورت نگرفته است ولی در سالهای‌اخیر به دلیل نیاز صنعت محققین توجه بیشتری به این بخش نموده‌اند و با فرض ثابت بودن ابعاد ماشین آلات که می توانند در نقاط یک صفحه مستقر شوند(فضای دو بعدی)مدل های مناسبی راارائه نموده‌اند. از این مدل ها می توان به موارد زیر اشاره نمود:

– در سال ۱۹۹۱ سه مدل برای جانمائی ماشین‌آلات‌به صورت تک سطری (Single row) و چند سطری (Multi row) توسط هرگان و کاسیاک (Hergan & Kusiak)[14] ارائه شده‌است .

– در همان سال تام و لی (Tam & Li)[15] روشی سلسله مراتبی برای حل FLP با در نظرگرفتن اندازهای متغییر تجهیزات و جهت هر کدام ارائه نمودند و نشان دادند که میتوان از آن برای حل MLP نیز استفاده نمود.

– در سال ۱۹۹۲ ون کامپ (Van Camp)[16] یک مدل ریاضی سه مرحله‌ای- غیرخطی رابا فرض اندازه های متغییر برای ماشین آلات ارائه نمود .

– در سال ۱۹۹۳ دو محقق به نام های ولگاما و گیبسون (Welgama & Gibson)[17] یک روش ساختاری را با در نظرگرفتن نقاط بارگذاری و باراندازی (pick up & drop off point) ارئه نمودند . در همین سال ایمام و میر (Imam & Mir)[18] روشی تحلیلی را برای حل MLP ارائه نمودند.

– در سال ۱۹۹۴ لاکسونن (lacskonen)[19] یک الگوریتم دو مرحله‌ای را برای حل MLP با در نظر گرفتن اندازه های مختلف ماشین آلات در پریودهای زمانی مختلف برای به کارگیری آنها ارائه نمود.

– در سال ۱۹۹۷ بازرگان لاری و کائبرنیک (Bazargan_lari & kaebernick)[6] یک روش ترکیبی (hybrid) را با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی و الگوریتم Simulated annealing طراحی نمودند.

– در سال ۱۹۹۸ توکلی مقدم (Tavakkoli_Moghaddam)[20] با استفاده از الگوریتم ژنتیک روشی را برای حل MLP ارائه نموده است.

همانطورکه مشاهده می‌شود روش‌های متفاوتی برای حل مسائل جانمائی ماشین آلات استفاده شده است ولی در این حوزه مدل های شبکه عصبی مصنوعی (ANN)کمتر مورد استفاده و توجه قرارگرفته است. در این مورد می توان به دو تحقیق که توسط جرهارد پاب (Gerhard poah)[21] در سال ۱۹۹۳ وکازاهیرو شوچیها و همکاران[22] در سال ۱۹۹۶ انجام شده است اشاره نمود.

با توجه به [redacted] شبکه های عصبی در بهینه سازی وکاربرد وسیع آنها برای حل مسائل در این شاخه از علم و فن ،دراین تحقیق کوشش شده است روشی برای حل MLP با فرض تفاوت در اندازه‌های ماشین آلات بدون درنظرگرفتن جهت آنها توسط مدلی بر اساس شبکه های عصبی مصنوعی وبه طور اخص شبکه های کوهنن (Kohonen networks) که از مدل های کارا در حل مسائل بهینه سازی می باشد،ارائه شود.

ساختار مطالب این تحقیق به صورت زیر تنظیم شده است :

– در فصل اول به منظور آشنائی با MLP ،این مدل در دو حالت کلی و پس از اعمال تغییرات(مدل مرجع درتحقیق)، به طور مشروح توضیح داده شده است.

-در فصل دوم روش های ابتکاری و زیربهین مطرح برای حل MLP به طورگذرا مورد بررسی قرارگرفته‌اند.

– در فصل سوم سیستم‌های تولید سلولی وجایگاه MLP در آنها به طور مختصر شرح داده شده است.

– در فصل چهارم شبکه های کوهنن به عنوان زیر مجموعه‌ای از شبکه های عصبی مصنوعی به طوراجمال‌و به منظور آشنایی خواننده با این مدلها بیان شده است.لازم به ذکراست که مندرجات این فصل به هیچ وجه نمی تواند بیان کننده حتی بخشی از مدلهای شبکه عصبی مصنوعی و مدل کوهنن

باشدو لازم است خواننده علاقه مند به مراجع معرفی شده مراجعه نماید.

- در فصل پنجم الگوریتم پیشنهادی برای حل MLP به طورکامل توضیح داده شده است .
- در فصل ششم محاسن و معایب الگوریتم پیشنهادی مورد بررسی قرارگرفته و پیشنهاداتی جهت تحقیقات آتی و بهبود آن ارائه شده است .

با سپاس فراوان از همه کسانی که به من دانش آموخته
و یا مرا در این امر یاری نموده اند .

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل ۱ ـ مدل استقرار ماشین‌آلات	۱
فصل ۲ ـ روش های مختلف حل مسئله جانمائی	۱۸
فصل ۳ ـ کاربرد الگوریتم پیشنهاد شده در سیستم های تولیدی سلولی	۳۵
فصل ۴ ـ نگاشت‌های خودسازمانده کوهنن	۴۶
فصل ۵ ـ الگوریتم پیشنهادی	۵۷
فصل ٦ ـ نتیجه گیری و پیشنهادات	۷۷
متن برنامه کامپیوتری	
مراجع	

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

۱-۱ مختصات و جهت هر بلوک ۲

۱-۲ تصاویر هر بلوک محوری x و y ۴

۱-۳ نزدیکترین فاصله بلوک‌های B_i و B_j ۶

۱-۴ نواحی غیرمجاز و پارامترهای آن ۸

۱-۵ a) شکل سلول تولیدی قبل از اضافه‌نمودن نواحی ثابت ۱۰

b) شکل سلول تولیدی بعد از اضافه‌نمودن نواحی ثابت ۱۰

۱-۶ فاصله ایده‌آل بین دو ماشین در حالت عادی ۱۳

۱-۷ فواصل بین بلوکها ۱۴

۲-۱ روال کلی الگوریتم ژنتیک ساده ۲۴

۲-۲ روال کلی الگوریتم آستانه‌های SA ۳۰

۲-۳ الگوریتم کاهش ۳۱

۲-۴ الگوریتم TABU Search ۳۴

۲-۴ بازه همسایگی در حالت یک بعدی ۵۰

۴-۳ برداشت ۲ بعدی از نگاشت کوهنن ۵۲

۴-۴ نمایش ۲ بعدی بروزکردن اوزان ۵۵

۵-۱ بیان‌برداری مختصات مرکز هر ماشین ۵۹

۵-۲ الف) همسایگی در نگاشت کوهنن ۶۰

ب) همسایگی در نگاشت مدل پیشنهادی ۶۰

۵-۳ مکانیزم جذب ۶۲

۵-۴ خاصیت‌های جذب و دفع بین ماشین‌آلات ۶۴

۵-۵ تسهیم‌برداری FY_{ij} و FX_{ij} ۶۷

عنوان **صفحه**

۶-۵ جانمائی حاصل از حل مسأله با الگوریتم پیشنهادی..... ۷۵

۶-۱ دو نمونه از بلوک‌ها با مرز خطی..... ۷۹

۶-۲ بلوک اصلی و اجزاء آن ۸۰

۶-۳ مکانیزم دوران ۸۱

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

۱-۲ جدول مزایا و معایب الگوریتم‌های کامپیوتری طرح استقرار ۲۲

۱-۵ جدول از - به مسأله نمونه ۷۳

۲-۵ جدول ابعاد ماشینهای مسأله ۷۴

فصل اول

مدل استقرار ماشین‌آلات (MLP)[1]

۱ـ مدل اصلی

در این مدل ماشین‌آلات به شکل مستطیل (مربع) به ابعاد (a و b) در نظر گرفته می‌شوند. هر ماشین[2] با دو پارامتر مشخص می‌گردد. این ۲ پارامتر عبارتند از :

۱ـ (x_i و y_i) : مختصات گوشه سمت چپ

۲ـ o_i : جهت بلوک

جهت بلوک به صورت زیر تعریف می‌گردد.

$$o_i = \frac{\text{ارتفاع بلوک } i}{\text{عرض بلوک } i}$$

در نتیجه جهت گیری هر بلوک با تابع زیر تعریف می‌شود :

بلوک : افقی است اگر $o_i < 1$

بلوک : عمودی‌است اگر $o_i > 1$

عرض و ارتفاع هر بلوک عبارت است از ابعاد کوچکترین مستطیل محیطی بر بلوک که اضلاع آن به موازات محورهای X و Y رسم شده‌اند. شکل (۱-۱) [6]این ابعاد را می‌توان به صورت زیر محاسبه

1- Machin layout problem.

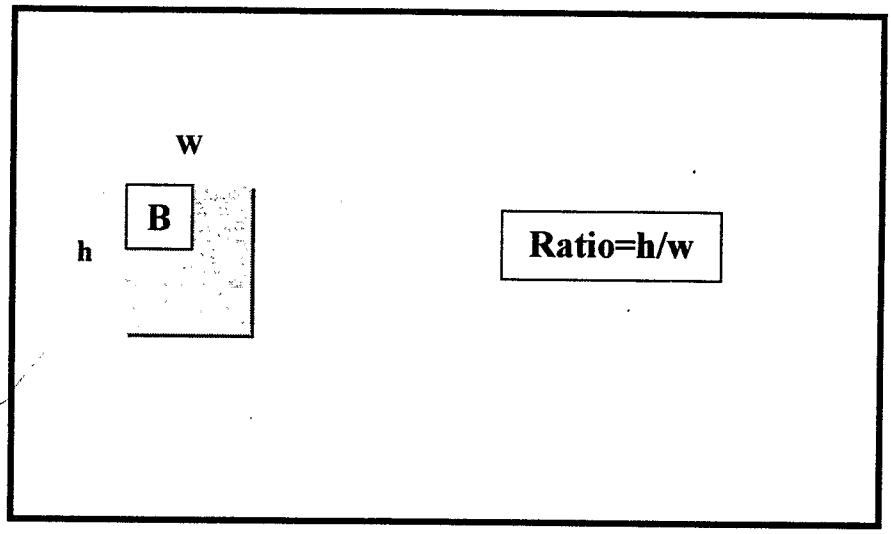
۲- بجای کلمه ماشین در سراسر متن از کلمه "بلوک" (Block) نیز استفاده می‌گردد.

نمود.

$$\text{عرض بلوک i} = \left(\frac{a_i b_i}{o_i}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{ارتفاع بلوک i} = \left(a_i b_i o_i\right)^{\frac{1}{2}}$$

a_i و b_i ابعاد مستطیل و o_i نسبت نما [1] مربوط به بلوک i می‌باشد. این مدل به منظور نمایش نتایج حاصل از حل MLP باتوجه به تابع هدف و محدودیت هایی که در دنباله بحث ارائه می‌گردد ، به کار می‌رود.



شکل ۱-۱ مختصات و جهت هر بلوک.

1- aspect ratio

۱-۱ محدودیت های مسأله

محدویت‌هایی مسأله به ۵ دسته کلی تقسیم بندی می‌گردد. که عبارتند از:

۱-۱-۱ : ابعاد سلول تولیدی [۱]

۱-۱-۲ : شرط عدم همپوشانی [۲]

۱-۱-۳ : فواصل بین بلوک ها[۳]

۱-۱-۴ : نواحی غیر مجاز[۴]

۱-۱-۵ : جهت ماشین‌ها[۵]

این محدویت ها تا حد زیادی شرایط مسائل واقعی را در نظر می‌گیرد.

۱-۱-۱ ابعاد سلول تولیدی

هر بلوک باید کاملاً در داخل سلول تولیدی قرار گیرد به عبارت بهتر نباید به ابعاد یک بلوک داده‌شده از ابعاد سلول تولیدی مورد نظر بزرگتر باشد به همین علت برای هر بلوک باید این محدویت قبل از حل مسأله کنترل شود.

اگر max-x و max-y را ماکزیمم عرض و ارتفاع سلول تولیدی در نظر بگیریم (شکل ۲-۱) [6] برای هر بلوک مانند بلوک i باید شرایط مذکور در صفحه بعد برقرار باشد :

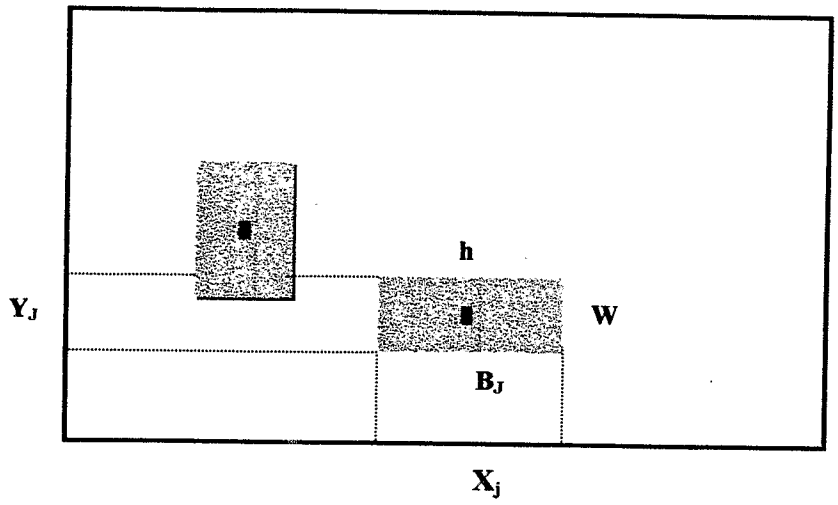
1- Cell boundorise

2- non_overlapping conditions

3- Closeness relation_ships

4- Location restrictions / preferencess

5- Orientation constraints



شکل ۲-۱ تصاویر هر بلوک محوری X و Y.

$$x_i + w_i \leq max_x - x_i \qquad \forall_i = ۱,۲,...,n$$

$$y_i + h_i \leq max_y - y_i \qquad \forall_i = ۱,۲,...,n$$

$$x_i + y_i \geq 0 \qquad \forall_i \; ۱,۲,...,n$$

(x_i+w_i) و (y_i+h_i) به ترتیب تصویر عرض و ارتفاع بلوک iام بر محورهای x و y می‌باشند و w_i و h_i عرض و ارتفاع بلوک i در نظرگرفته شده‌اند.

۱-۱۲ عدم همپوشانی

به منظور یافتن همپوشانی ۲ بلوک مفروض ابتدا عمل مقایسه همپوشانی تصاویر عرض و ارتفاع بر محورهای x و y انجام می‌گیرد. در صورتیکه تصویر ۲ بلوک بر محور xها همپوشانی (تداخل) داشتند، همپوشانی آنها از نوع همپوشانی بر محور xها[۱] و اگر بر محور yها همپوشانی (تداخل) داشتند، همپوشانی آنها از نوع همپوشانی بر محور yها[۲] نامیده می‌شوند. ۲ بلوک در صورتی همپوشانی واقعی دارند که هم پوشانی بر محور xها وهمپوشانی بر محور yها برای آنها بزرگتر از صفر باشد بیان ریاضی مسأله به صورت زیر می‌باشد.

1- X - axis projection overlapping.

2- Y - axis projection overlapping.