ترجمه فا
TarjomeFa.Com

ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

مسائل طراحی و برنامه ریزی در سیستم های انعطاف پذیر تولید: بررسی انتقادی

این مقاله بازنگری، پژوهش مدرن مسائل مربوط به طراحی و برنامه ریزی سیستم های انعطاف پذیر تولید(FMS) را تشریح می کند. تاکید بر ارائه نتایج تحقیقات نوشته های کنونی FMS است که به مدیر FMS در راه اندازی بسیار کارآمد سیستم تولید کمک می کند. علاوه بر آن، سهم پژوهش های مربوطه پس از سال ۱۹۸۶ که بخشی از هر یک از مقالات بررسی قبلی در مدل تحقیق در عملیات برای FMSها نبوده اند، مورد بحث قرار می گیرد. همچنین، برنامه های کاربردی روش های بهینه سازی ترکیبی برای مسائل برنامه ریزی FMSبه اندازه کافی در این مقاله نمایان می شود.

واژه های کلیدی: تولید انعطاف پذیر، طراحی، برنامه ریزی، مدلسازی

۱. مقدمه و طبقه بندی مسئله

۱,۱ مقدمه

تولید انعطاف پذیر، جایگزین کارآمدی برای تولید دسته ای معمولی است. سطوح بالای کار در فرآیند (WIP) و استفاده کم از ماشین آلات همیشه نشان دهنده ناکارآمدی در تولید دسته ای بوده است. حتی در ایالات متحده، بزرگترین مرکز تولید انبوه در جهان، ۷۵ درصد از قطعات تولید شده توسط فرآوری فلزی در بسیاری از موارد کمتر از ۵۰ قطعه است (Merchant، ۱۹۸۳). نیاز یک جایگزین با بهره وری بالا برای تولید دسته ای همواره نیروی محرک اصلی در پشت توسعه سیستم انعطاف پذیر ساخت بوده (FMS) است. اتوماسیون سخت، که به طور موثر می توان هزاران و میلیون ها قطعه یکسان را دگرگون سازد، پاسخی به ساخت دسته ای موثر نبود. آنچه مورد نیاز بود اتوماسیون انعطاف پذیر بود که می توان عملیاتیست انواع بزرگ و دائما در حال تغییر اقلام تولید شده را هدایت نماید. پیشرفت تکنولوژیکی از دهه ۱۹۷۰ از جمله در دسترس بودن بر خط کامپیوتر و تکنیک های کنترل عددی اتوماسیون انعطاف پذیر را ممکن ساخت، و توسعه اولین FMSs ، صورت گرفت. FMSsبه طور گسترده ای در یک مجموعه متنوع از صنایع مورد استفاده قرار گرفتند. استفاده از FMSs را می توان عملیاتی در هوافضا، کشاورزی،

لوازم خانگی، خودرو، دفاع، الکترونیکی، ماشین ابزار، موتور و قطعات موتور، و سایر صنایع در سراسر ایالات متحده، ژاپن و اروپا یافت. شرح فنی از FMSs را در Dupont-Gatelmand (۱۹۸۲) و Hatvany (۱۹۸۳) در میان دیگران می توان عملیاتی یافت.

یک تعریف گسترده پذیرفته شده از FMS به شرح زیر است (Browne et aL, ۱۹۸۴):

"یک سیستم تولید انعطاف پذیر، یک مجموعه یکپارچه کنترل شده با کامپیوتر از دستگاه های خودکار هدایت مواد و ابزار و ماشین آلات کنترل شده عددی(NC) است که به طور همزمان می توان عملیاتیند حجم های متوسط مختلف از انواع قطعات را فراوری نمایند. این فن آوری تولید جدید برای رسیدن به بهره وری خطوط انتقال ماشین آلات با تعادل مناسب طراحی شده است که در حالی که از انعطاف پذیری استفاده می کند باید به طور همزمان انواع قطعات مختلف را ماشینکاری نماید.

تجزیه و تحلیل استفاده شده برای حمایت از فرایند طراحی FMS کلیدی برای دستیابی به یک طرح خوب و مقرون به صرفه است. به طور معمول، مدل های شبیه سازی برای تجزیه و تحلیل انجام شده در طرح .FMS استفاده می شوند. مدل سازی شبیه سازی، یک روش تجزیه و تحلیل، قدرتمند و انعطاف پذیر است اما در پرداختن به مسائل طراحی کافی نمی باشد. به علت اینکه توسعه مدل شبیه سازی، اشکال زدایی و تجزیه و تحلیل فرآیندهایی زمانبر و در نتیجه فعالیت هایی بسیار گران هستند، تنها تعداد محدودی از گزینه های دیگر برای طراحی بررسی شده اند. این نکته توسط Solberg (۱۹۷۷) تاکید شد:

"مدت ها قبل از اینکه سیاست های عملیاتی برای یک سیستم ساخت در نظر گرفته شوند، بسیاری از تصمیمات طراحی گرفته می شوند که بر توان عملیاتیایی نهایی مدیران تولید برای کنترل عملکرد سیستم تاثیر می گذارند. هر چند برخی از شرکت های پیشرفته تر روش های شبیه سازی را برای "تنظیم خوب" طراحی سیستم خود به کار می گیرند، تعداد کمی از آنها هرگز در مراحل اولیه از هیچ روش رسمی استفاده نمی کنند. مسائل مربوط به طراحی بنیادی، مانند بزرگی سیستم و یا انتخاب پردازش و تجهیزات حمل مواد، معمولا در انتخاب دلخواه و محاسبات

مطرح می شوند. این مسخره است که مهم ترین تصمیمات که دارای بزرگترین تاثیر دراز مدت در بهره وری سیستم هستند، در روش حداقل مراقبت هدایت شوند.

همانطور که انتظار می رود، در بسیاری از موارد، مدیران FMS با مسائل برنامه ریزی تحت محدودیت های ظرفیتی غیرواقعی نشای از طرح های ناکارآمد و برنامه های طولانی مدت مبارزه می کنند.

اولین ابزار مورد نیاز برای یک طراح FMS مدل عملکرد دقیق سیستم تولید است. اگر چه مدل های صف بندی شبکه ای در مقالات کلاسیک توسط جکسون (۱۹۵۷ و ۱۹۶۳) مدت ها قبل معرفی شده اند، استفاده گسترده آنها به عنوان مدل های عملکرد مناسب برای سیستم های تولید خودکار (به خصوص FMSs) خیلی بعد به نظر می رسد (Shanthikumar, ۱۹۸۰; Stecke and Solberg, ۱۹۸۵; Yao Solberg, ۱۹۷۷; Buzacott and and Buzacott, ۱۹۸۶ and ۱۹۸۷). بسیاری از مقالات نظر سنجی قبلی در مورد روش های تحقیق در عملیات برای FMSs (Buzacott and Yao, ۱۹۸۶; Kalkunte etal., ۱۹۸۶ and Kusiak, ۱۹۸۵ ۱۹۸۶ and) بر جنبه های مدلسازی عملیات FMS تأکید دارند. همچنین، آنها تلاش قابل توجهی را اشاره به طبقه بندی مسئله ها و چالش های جدید در برنامه ریزی تولید و کنترل FMS وقف نموده اند. این مقاله بررسی، تحقیق مدرن در مسائل طراحی و برنامه ریزی FMS را شرح می دهد اگرچه در بعضی از موارد وضوح نمایش نتایج پژوهش برای یادآوری مسائل مربوط به مدل سازی به خواننده لازم است، تاکید مقاله ما روی افشای روش های مهم و نتایج پژوهش نوشته های کنونی FMS است که به یک طراح و مدیر FMS در راه اندازی سیستم بسیار کارآمد ساخت کمک می کند. علاوه بر آن، این مقاله سهم پژوهش های مربوطه پس از سال ۱۹۸۶ که بخشی از هر یک از بررسی های قبلی نبوده است را مورد بحث قرار می دهد. دوره ۱۹۹۱-۱۹۸۶توسط پذیرش گسترده ای از مدل های شبکه صف بندی تقریبی به عنوان مدل های عملکرد مناسب برای سیستم های تولید اتوماتیک مشخص شده اند (کار تحقیقاتی توسط Whitt (۱۹۸۳a and b), Bitran and Tirupati (۱۹۸۸), Boxma et al. Whitt (۱۹۸۳a) که به دنبال and others (۱۹۹۱ and ۱۹۹۰)). آغاز شده است. همانطور که انتظار می رود، انگیزه، توسعه روش های جدید

برای طراحی و برنامه ریزی در ساخت است (Schweitzer and Seidmann, ۱۹۸۸a and b; Bitran and al., ۱۹۹۰ and ۱۹۹۱ Tirupati, ۱۹۸۹a; Dallery and Stecke, ۱۹۹۰ and Boxma et) که ارائه شده و به طور مناسب در زمینه FMS برای اولین بار، همراه با دیگر روش های بهینه سازی های اخیر در چارچوب های مدل سازی شبکه صف بندی تفسیر شده است (Shanthikumar and Yao, ۱۹۸۷ and ۱۹۸۸ and Kouvelis and Tirupati, ۱۹۹۱). همچنین استفاده از روش های ترکیبی (بیشتر نمودارهای نظری و برنامه ریزی عدد صحیح) برای مسائل برنامه ریزی FMS با جزئیات در نظرسنجی های گذشته سروکار ندارد (Kalkunte et al., ۱۹۸۶; Stecke, ۱۹۸۶ and Stecke and Suri, ۱۹۸۹), و به طور گسترده در این مقاله بررسی بحث شده است. بخش جداگانه ای از مقاله به بحث در مورد جهت پژوهش منافع بالقوه برای محققان FMS اختصاص داده شده است. با اینکه این مقاله مجموعه بزرگی از مقالات پژوهشی را مورد بحث قرار می دهد، برای بررسی جامع مقالات در این موضوع در نظر گرفته نشده است.

۱,۲ طبقه بندی مسائل

FMS یک سیستم در مقیاس بزرگ است و به عنوان مثال، نمی توان بدون ابداع مناسب خطاب به سلسله مراتب تصمیم گیری به تمامیت خود بپردازد. ساختارهای مختلف سلسله مراتبی ارائه شده در نوشته های FMS به طور خلاصه در زیر ارائه شده است. Suri and Whitney (۱۹۸۴) یک سلسله مراتب تصمیم گیری، متشکل از سه سطح تصمیم گیری را پیشنهاد نموده اند:

سطح تصمیم گیری اول: تصمیم گیری استراتژیک (به عنوان مثال انتخاب خانواده های قطعه، ظرفیت سیستم)؛

سطح دوم تصمیم: دسته بندی و تصمیمات تخصیص منابع ؛

سطح تصمیم گیری سوم: برنامه ریزی، اعزام، ابزار مدیریت، و سیستم های مانیتورینگ تصمیم گیری

(۱۹۸۴) Stecke مسائل را FMS به چهار رده طبقه بندی نموده است: (۱) طراحی؛ (۲) برنامه ریزی؛ (۳) برنامه زمانبندی و (۴) کنترل. در همین مقاله، اصطلاح مسئله تنظیم سیستم برای مجموعه ای از FMS مسائل برنامه ریزی کوتاه مدت معرفی شده که باید به طور همزمان به آن پرداخته شود. (انتخاب نوع قسمت ، دسته بندی، نسبت

تولید، تخصیص منابع، بارگذاری). یک سلسله مراتب تصمیم مشابه برای مورد پیشنهاد شده نیز توسط Kiran و Tansel (۱۹۸۵b). پیشنهاد شده است.

ساختار جالب برنامه ریزی تولید سلسله مراتبی برای FMSs از دیدگاه یک نظریه پرداز کنترل را می توان عملیاتی در Gershwin et al. (۱۹۸۴ and ۱۹۸۶) یافت. سلسله مراتب آنها مسئله تولید برنامه ریزی برای مسائل فرعی با مقیاس های زمانی متوالی کوتاهتر پارتیشن بندی می شوند، که محدودیت هایی روی مسائل فرعی سطح پایین تر تحمیل می کند. سلسله مراتب پیشنهادی آنها است:

بلند مدت: سرمایه گذاری و تصمیمات طراحی اولیه

در میان مدت: تصمیمات طراحی و برنامه ریزی؛

کوتاه مدت: کنترل زمانی واقعی

برای مقاصد استفاده نمایش نتایج، ما طرح طبقه بندی مسئله را اتخاذ می کنیم که دارای معیار طبقه بندی همانند معیار Gershwin et al. (۱۹۸۶) است (به عنوان مثال زمان مقیاس). ما با مسائل مربوط به طراحی اولیه به عنوان بخشی از دسته بندی کلی تر خود در مورد مسائل طراحی برخورد می کنیم. سطح بالاتر از سلسله مراتب مورد استفاده در این مقاله به مسائل طراحی می پردازد (تصمیم گیری های استراتژیک برای Suri و Whitney (۱۹۸۴)، سطح اول در سلسله مراتب Stecke ۱۹۸۴)، و سطح بعدی با مسائل برنامه ریزی سرو کار دارد (تصمیمات سطح دوم برای همه سلسله مراتب های قبلا مورد بحث قرار گرفته). ما در حال تعامل بیشتری با مسائل برنامه ریزی کوتاه مدت هستیم. سطح تصمیم گیری سوم برای بسیاری از سلسله مراتب ها با کنترل زمان واقعی و مسائل برنامه ریزی FMSs سر و کار دارد و ما در حال بررسی کار تحقیق و پژوهش برای سطح تصمیم گیری نیستیم. برای بررسی کنترل زمان واقعی و مسائل برنامه ریزی FMSs اشاره به Kalkunte و همکاران. (۱۹۸۶) و Rachamadugu و Stecke (۱۹۸۷) می کند.

طبقه بندی پیشنهادی مسئله ما به صورت زیر است:

مسائل طراحی FMS

مسائل FMS طراحی

(۱) پیکربندی بهینه سیستم (به عنوان مثال تعیین تعداد و نوع ماشین آلات، سطح WIP در سیستم)؛

(۲) مشخصات طرح FMS؛

(۳) انتخاب اندازه یک سیستم ذخیره سازی (از بافرهای محلی و / یا ذخیره سازی مرکزی)؛

(۴) مشخصات نوع و ظرفیت سیستم کنترل مواد (MHS)؛

(۵) تعیین دیگر منابع مهم سیستم (به عنوان مثال تعداد پالت ها، تعداد و انواع وسایل، تعداد و نوع ابزار).

مسائل FMS برنامه ریزی

(۱) مسئله انتخاب نوع قطعه؛

(۲) مسئله گروه بندی دستگاه.

(۳) مسئله بارگیری (یعنی تخصیص عملیات ها و ابزار برش مرتبط با انواع قطعه انتخاب شده در میان گروه دستگاه ها)؛

(۴) مسئله ترکیب مسیریابی (یعنی انتخاب مسیر برای هر نوع قطعه)؛

(۵) دیگر مسائل برنامه ریزی (تخصیص پالت / فیکسچر در میان انواع انتخاب شده قطعه، برنامه ریزی فرآیند، تخصیص ابزار یدکی، ذخیره ابزار، بهینه سازی نرخ فرآوری دستگاه.

۲. مسائل طراحیFMS

۲,۱. پیکربندی بهینه سیستم

یک مسئله که اغلب برای طراحی سیستم ساخت و ساز انعطاف پذیر با آن مواجه می شوند، تعیین پیکربندی سیستم به منظور به حداقل رساندن هزینه عملیات، محدودیت دستیابی به حداقل توان عملیاتی سیستم است. مسئله

پیکربندی سیستم بهینه معمولا به دو سوال می پردازد (۱) چگونه بسیاری از سرور های یکسان (ماشین آلات) در واقع در هر ایستگاه کاری نیاز می شوند؟ (۲) سطح کار در روند موجودی چه باید باشد؟

به عنوان اولین گام برای مقابله با این مسئله، یک شبکه صف بندی بسته شده سرور مرکزی معمولا به عنوان یک عملکرد مدل در FMS برای ارزیابی و پیش بینی رفتار تصادفی جریان کار در سیستم استفاده می شود. این مدل عملکرد به طور گسترده استفاده شده مدل CAN-Q توسعه یافته توسط Solberg (۱۹۷۷) است. مرحله دوم شامل توسعه روش بهینه سازی، یا شمارش ضمنی و یا طبیعت اکتشافی است که از برخی از خواص یکنواختی اندازه گیری های عملکرد شبکه صف بندی بسته شده (CQN)، برای پرداختن به مسائل فوق بهره گیری می نماید..

Solberg (۱۹۸۵ و Vinod) یک الگوریتم بهینه سازی را با استفاده از CAN-Q برای تعیین تنظیمات مطلوب سیستم توسعه داد. فرمول اساسی این مسئله به صورت زیر است

شرح زیر است

$$\min z = \sum_{i=1}^{M} k_i c_i + k_N N \qquad (1)$$

$$\text{s.t. } \mathrm{TH}_M \geq P_0$$

که در آن:

Z = کل هزینه سرمایه گذاری و سرمایه عامل FMS.

Ki = هزینه های عملیاتی و سرمایه گذاری بزرگ یک دستگاه در ایستگاه های کاری i در واحد زمان (I = ۱,....,M)؛

Ci = تعداد ماشین آلات (سرور) در ایستگاه کاری i (I = ۱,....,M)؛

KN = هزینه نگهداری موجودی هر شغل در سیستم؛

N = جمعیت شغلی در سیستم در هر واحد زمان؛

TMM = توان عملیاتی واقعی سیستم ، که به ci، (i = ۱,....,M) بستگی دارد

P۰ = توان عملیاتی مورد نظر سیستم ؛

M = تعداد کل ایستگاه های کاری.

حل برنامه عددی فوق صحیح بسیار دشوار است زیرا توان عملیاتی سیستم نمی توان به صراحت از نظر متغیرهای تصمیم N و ci، (i = ۱,....,M) ارائه شود. برای رفع کردن این مسئله، نویسندگان رویکردی را پیشنهاد کردند که از خصوصیات تابعی از تابع توان عملیاتی شبکه بسته استفاده می کند. این الگوریتم ضمنی پیشنهادی شمارش نیاز به یک راه حل شروع خوب به منظور موثر بودن دارد. بهره وری نیز با استفاده از مرزهای مناسب در توان عملیاتی سیستم بهبود می یابد که تعدادی ارزیابی های تابع توان عملیاتی را از طریق CAN-Q کاهش می دهد.

Dallery و ۱۹۸۶) Frein و ۱۹۸۸)، به همان مسئله بهینه سازی با یک تابع هدف کلی تر پرداخته اند. تنها شرط تابع هدف اینست که به طور یکنواخت در متغیرهای تصمیم در حال افزایش است. باز هم، FMS به عنوان CQN مدلسازی شده است. روش پیشنهادی راه حل از طریق سه مرحله زیر عمل می کند. اول، مرزهای روی توان عملیاتی سیستم به منظور تعیین تنظیمات اولیه خوب استفاده می شود. مرزهای بالا بر اساس تجزیه و تحلیل تقریبی محدود شده است (اشاره به Kleinrock ۱۹۷۵). دوم، طرح تخصیص حاشیه ای Fox (۱۹۶۶) به عنوان یک روش اکتشافی برای بهبود پیکربندی آغازین ارائه شده توسط مرحله اول مورد استفاده قرار می گیرد. سوم، یک الگوریتم شمارش ضمنی با راه حل آغازین با توجه به این طرح تخصیص حاشیه ای برای پیدا کردن راه حل مطلوب استفاده می شود. تفاوت اساسی بین این روش و روش Vinod و ۱۹۸۵) Solberg) راهی پیچیده تر برای تعیین راه حل های اولیه است که برای شروع الگوریتم شمارش ضمنی استفاده می شود. این روش بهره وری محاسباتی را نشان می دهد که نسبت به Vinod و Solberg بهتر است.

در Kouvelis و Lee (a۱۹۹۰)، یک الگوریتم محاسباتی بسیار کارآمد برای مسئله پیکربندی بهینه سیستم ارائه شده است. این الگوریتم خواص تقعر تابع توان عملیاتی و یکنواختی را با مشخص نمودن بردار بهینه سرور برای موارد خاص بردار هزینه مورد استفاده قرار می دهد.

Shanthikumar و Yao (۱۹۸۷) همان مسئله را در نظر گرفته که در آن کل جمعیت کار، که همچنین می توان به عنوان ظرفیت بافر کل سیستم در نظر گرفته شود، داده شده است. فرمولاسیون مسئله بهینه سازی آنها به شرح زیر است

$$\max \sum_{i=1}^{M} f_i(TH_i(c_i)) - g_i(c_i)$$

$$\text{s.t.} \sum_{i=1}^{M} c_i \leq C_{\max}$$

Ci = تعداد سرورها در ایستگاه i؛

THi(ci)= توان عملیاتی ایستگاه i، با توجه به اینکه سرورهای ci به آن اختصاص داده شده است؛

Fi(THi(ci)) = سود در ایستگاه i به عنوان تابعی از توان عملیاتی آن؛

Gi(ci) = هزینه در ایستگاه i به عنوان تعداد سرورهای تخصیص داده شده؛

Cmax = ماکزیمم تعداد کلی سرورهایی که باید اختصاص داده شود.

آنها مفروضات زیر را با توجه به توابع زیر ساختند: fi(THi) مقعر در حال افزایش در THi و gi(Cl) محدب در Cl است.

نتیجه عمده مقاله آنها اینست که THi(ci) به صورت تابع افزایشی مقعر در ci ثابت شده است. با استفاده از این نتیجه، مسئله بهینه سازی را می توان توسط روش تخصیص حاشیه ای Fox (۱۹۶۶) حل نمود. مشکل استفاده از فرمول های قبلی به تعریف معنی دار توابع سود و هزینه برای هر یک از ایستگاه های کاری منحصر به فرد در محیط ساخت پیچیده از قبیل FMS مربوط می شود.

در مقاله اخیر، DaUery و Stecke (۱۹۹۰) نسخه محدودتری از این مسئله پیکربندی بهینه را مورد بحث قرار دادند. آنها CQN را در نظر گرفتن که FMS، تقسیم شده بر یک مجموعه ای از شبکه های فرعی را مدلسازی می کند. به هر یک از شبکه های فرعی یک حجم کار خاص اختصاص داده می شود. این حجم کار ثابت و معین است.

مسئله ای که نویسندگان در نظر می گیرند، تعیین بهترین تنظیمات هر یک از شبکه های فرعی است که بالاترین توان عملیاتی را برای CQN اصلی در میان تمام آنها ارائه می دهد که در آن تعداد ایستگاه ها، تعداد سرویس دهنده ها، و حجم کار اختصاص داده شده به هر یک از ایستگاه ها، پیکربندی ممکن برای هر یک از شبکه های فرعی را تعریف می کند. برخی از خواص راه حل بهینه مسئله تنظیمات فوق برای CQNs تک سرور کلاس تک توسط Dallery و ۱۹۹۰) Stecke) مورد بحث قرار گرفته است. راه حل همزمان حداقل تنظیمات هزینه و تخصیص حجم کار در میان گروه های دستگاه های یک FMS نیز در Lee و همکاران (۱۹۸۹) در نظر گرفته شده است. برای موردی که FMS شامل ماشین آلات از نوع ماشین تک می شود، نویسندگان روش شمارش ضمنی را برای این مسئله ارائه داده اند.

برای FMSs، که می تواند به دقت به عنوان شبکه های صف بندی باز مدلسازی شود (Buzacott) (OQN و Shanthikumar ، ۱۹۸۰ و Buzacott و Yao، a۱۹۸۶)، مسئله پیکربندی بهینه نیز می توان در امتداد خطوط Bitran و ۱۹۸۹b) Tirupati) مد نظر قرار گیرد. نویسندگان شبکه باز صف های سرور تک را با کلاس های متعدد در نظر می گیرند، و شرح توزیعات کلی ورود و زمان خدمات را میسر می سازند. تنها محدودیت این است که زمان های ورود-داخلی در هر کلاس، و زمان های خدمات برای همه طبقات، دارای توزیعات مستقل و یکسان هستند. برای اندازه گیری عملکرد چنین سیستم هایی، یک رویکرد تجزیه (۱۹۸۳a) Whitt و b)) استفاده می شود، با یک اصلاح مناسب معرفی شده توسط Bitran و ۱۹۸۸) Tirupati)، که شامل خواص خاص سیستم های تولید خودکار می شود (به عنوان مثال ضریب مربع تنوع بین زمان های ورود و خدمات کمتر از یک، دخالت محصول در محیط های تولید چند محصولی). برای اهداف بهینه سازی، معادلات تقریبی تجزیه به اندازه کافی می تواند به دقت با یک سیستم معادلات $\phi(\lambda, \mu, \mathrm{ca}, \mathrm{cs}) = 0$، شرح داده شود که در آن:

$\lambda = (\lambda_i) =$ بردار نرخ ورودی $i = 1, \ldots, M;$

$\mu = (\mu_i)$ بردار نرخ خدمات $i = 1, \ldots, M;$

$\mathrm{ca} = (\mathrm{ca}_i)$ بردار ضرایب مربع شده تغییرات در زمان های ورود $i = 1, \ldots, M;$

$\mathbf{cs} = (\mathrm{cs}_i)$ بردار ضرایب مربع شده تغییرات در زمان های خدمات $i = 1, \ldots, M;$

اندازه گیری مهم عملکرد برای چنین سیستم هایی، تعداد میانگین مشاغل در هر ایستگاه است که می تواند به صورت زیر ارائه شود

$$N_i = \phi(\lambda_i, \mu_i, \mathrm{ca}_i, \mathrm{cs}_i), i = 1, \ldots, M$$

مطابق با اصل تجزیه. اگر vi مقدار میانگین WIP مرتبط با هر شغل در ایستگاه i باشد، آنگاه فرمول مسئله پیکربندی بهینه به صورت زیر است

$$\text{Min} \sum_{i=1}^{M} \mathrm{F}_i(\mu_i)$$

$$\text{s.t. } \phi(\lambda, \mu, \mathrm{ca}, \mathrm{cs}) = 0$$

$$N_i = \phi(\lambda_i, \mu_i, \mathrm{ca}_i, \mathrm{cs}_i), i = 1, \ldots, M$$

$$\sum_{i=1}^{M} v_i N_i \leq W_0$$

$$\mu_i \geq \mu_i^0, \quad i = 1, \ldots, M$$

که در آن W۰ مرز بالایی برای سرمایه گذاری WIP است. در تابع هدف فرمولاسیون، توابع هدف، Fi، نشاندهنده هزینه اضافه های ظرفیت برای دستیابی به مقدار WIP مطلوب W۰ است و به طور یکنواخت در نرخ خدمات ui در ایستگاه i در حال افزایش است. نرخ خدمات در هر ایستگاه در زیر وسط مقدار ui۰ محدود می شود. در فرمولاسیون بالا، متغیرهای تصمیم متغیرهای پیوسته uis است. برای شبکه های سرور تک ظرفیت، انتساب ظرفیت می تواند به آسانی به اختصاص نرخ خدمات ترجمه شود. ظرفیت پیش رو به عنوان یک متغیر پیوسته، مانع انواع خاصی از تغییرات ظرفیت است (یعنی اضافه نمودن ماشین آلات) و در نتیجه برای فاز طراحی اولیه سیستم تولید مناسب نیست ، اما می تواند برای موضوعات گسترش ظرفیت در دراز مدت برای یک موجود FMS مفید باشد (به عنوان مثال تخصیص مجدد کار، جمع آوری ابزار و یا تغییرات و ماشین آلات). در مقاله Bitran و ۱۹۸۹a) Tirupati) دو فرض ساده سازی زیر در نظر گرفته شده است: (۱) توابع Fi محدب، هستند و (۲) CA و CS مستقل از تغییرات

ظرفیت است. فرض دوم توسط مشاهدات در Bitran و ۱۹۸۹b) Tirupati) توجیه می شود. زمانی که تعداد محصولات روند انحراف درونی یک صف را افزایش می دهد، مستقل از صف و روند خدمات می شود و شبیه به فرایند ورود داخلی است (برای توجیه دقیق تر اشاره به ۱۹۸۷) Whitt)). به عنوان یک نتیجه از دو فرض ساده قبلی، فرمول قبلی، یک برنامه محدب است. Bitran و Tirupati (۱۹۸۸) یک رویکرد راه حل اکتشافی را برای مسئله، به جای استفاده از روش های برنامه نویسی محدب متداول ، به منظور تسهیل تجزیه و تحلیل پارامتریک مسئله پیشنهاد کردند. تجزیه و تحلیل پارامتریک منجر به منحنی های جالب تجارت بین ظرفیت می شود. WIP و زمانی تدارک ساخت. منحنی های به دست آمده برای تمام اهداف عملی، با توجه به عملکرد اکتشافی نزدیک به بهینه به اندازه کافی دقیق هستند. پیشنهادات برای استفاده مناسب از این منحنی ها برای تصمیم گیری های استراتژیک (به عنوان مثال انتخاب تکنولوژی، سرمایه گذاری، محصول MIX) در Bitran و همکاران گزارش شده است. (۱۹۸۷).

یک گسترش از فرمول (Bitran و ۱۹۸۸) Tirupati) در Boxma و همکاران. (۱۹۹۰). برای یک OQN چندسرور با با زمان فرآیندهای بین ورود و خدمات نمایی ارائه شده است. بر اساس همان مفروضات ساده (۱) و (۲)، نویسندگان ثابت می کنند که یک روش تخصیص حاشیه ای، که یک سرور را می افزاید (به عنوان مثال در گزینه های گسسته را نظر می گیرد) در ایستگاه های کاری که در آن بهره افزایش تابع هدف برای کاهش WIPis کوچکترین است، راه حل های غیرغالب را به این معنا تولید می کند که شما نمی توان هزینه های سرمایه گذاری را بدون افزایش WIP کاهش دهید. انحراف از بهینگی اکتشافی به صورت رضایت بخش گزارش شده است. Boxma و همکاران. (۱۹۹۱) فرمولاسیون خود و نتایج مربوط به OQNs کلی را با با گره های مدلسازی شده به صورت صف های GI / G / CI گسترش دادند. تقریب تجزیه برای ارزیابی عملکرد استفاده می شود OQN. Bitran و ۱۹۸۹a) Tirupati) به مسائل پیکربندی بهینه سیستم با گزینه های گسسته OQNs عمومی می پردازد. یک گزینه برای ایستگاه کاری (که به عنوان یک صف GI / G / CI مدلسازی شده است) شامل نوع دستگاه مورد استفاده قرار گرفته می شود، که بر نرخ خدمات دستگاه، همراه با تعداد از دستگاه های مانند آن تاثیر می گذارد. آنها

یک راه حل اکتشافی را مبتنی بر آرامش خطی فرمولاسیون برنامه ریزی عدد صحیح پیشنهادی برای این مسئله ارائه داده اند. این راه حل اکتشافی بنا به گزارش ها خوب عمل می کند.

۲,۲. مسئله طرح FMS

طراحی فیزیکی زمینه FMS دارای اهمیت فوق العاده ای برای بهره برداری موثر از سیستم است. Tompkins و سفید (۱۹۸۴) بر اهمیت تصمیم گیری زمینه ای برای هدایت موثر مواد تاکید نموده اند با اشاره به این مورد که ۲۰ تا ۵۰ درصد از مجموعه هزینه های عملیاتی در تولید به هزینه های مواد، حمل و نقل و هزینه های مربوط به طرح نسبت داده می شود. تصمیمات طرح با تنظیم ایستگاه های کاری (که معمولا به عنوان مسئله طرح ماشین در FMS، Heragu و ۱۹۸۸) Kusiak ارجاع می شود) و روشی که ایستگاه های کاری از طریق خطوط حمل و نقل سیستم کنترل مواد متصل می شوند (MHS) (معمولا به عنوان مسئله طرح MHS ، Kouvelis و لی (b۱۹۹۰)) خوانده می شود). تابع هدف معمولا در نظر گرفته در نوشته ها برای به حداقل رساندن هزینه حمل و نقل مواد است. به طور کلی مسئله طرح کارخانه، به صورت یک مسئله تخصیص درجه دوم (Francis and White, ۱۹۷۴). ۱۹۶۳) and Lawler (۱۹۶۳) Gilmore) روش های بهینه توسعه یافته برای به حداقل رساندن هزینه های مادی کل حمل و نقل فرموله می شود. این روش های بهینه برای مسائل کوچک کارآمد هستند، به دلیل پیچیدگی محاسباتی QAP. Sahni . و Gonzalez (۱۹۷۶) نشان دادند که NP QAP-کامل است. این کار منجر شد تا محققان روی توسعه الگوریتم های اکتشافی برای حل مسئله تمرکز کنند (;۱۹۶۳ ,Armour and Buffa ۱۹۸۴ ,Connors, ۱۹۶۶; Drezner, ۱۹۸۰ and Picone and Wilhelm HiUier, ۱۹۶۳; Hillier and). Heragu و ۱۹۸۸) Kusiak) سوالات را در مورد کاربرد فرمول QAP برای برخی از FMS های پیاده سازی شده جمع آوری نمودند. در FMSs، اندازه دستگاه ها به طور کلی یکسان نیست، و زمانی که فاصله بین دستگاه تمایل به ثابت بودن داشته باشد، فاصله بین نقاط به دنباله ای از ماشین آلات بستگی دارد ، که ناقض فرض فرمول QAP برای فاصله های محل نامزد مستقل بودن از توالی ماشین است. برای چنین مواردی، طراحی فرمولاسیون مناسب FMS

به عنوان مجموعه درجه دوم مسئله پوشش دهنده است (QSP). مسئله QSP در ۱۹۷۵) Bazaraa) مورد بحث قرار گرفته و روشی محدود برای حل آن ارائه شده است.

فرمولاسیون QSP و QAP از فعل و انفعالات بین تصمیم گیری های طرح و اقدامات عملکرد صف بندی FMS چشم پوشی نمودند. اهمیت چنین تعاملاتی در Solberg و ۱۹۸۰) Nof) نشان داده شده است، که در آن مدل CAN-Q برای کشف عوامل مهم مؤثر بر تصمیمات پیکربندی طرح استفاده می شود. چهار وضع مختلف تنظیمات در نظر گرفته می شود: طرح محصول ، خط سبد خرید، حلقه نوار نقاله و طرح فرایند. نتایج محاسباتی نشان داد که موضوعات جریان کنترل از جمله فعل و انفعال شرایط لازم برای پردازش، تعداد سفر، ترکیب قطعات و انتخاب فرایند می توانند شرایط و چگونگی عملکرد طرفدار هر یک از چهار فصل در نظر گرفته را نشان دهند.

Kouvelis و ۱۹۹۰) Kiran) یک مدل را ارائه نموده اند که که دارای جنبه های صف بندی های مربوط به تصمیمات طرح است. در یک FMS، قطعات بر روی بست های پالت برای هدایت و فراوری خودکار بارگذاری می شود و بین ایستگاه از طریق یک MHS خودکار حمل و نقل می شوند. FMSs معمولا برای جای دادن تعداد محدودی از فیکسچرهای پالت طراحی می شوند (یعنی جمعیت کار در سیستم). این مقدار محدود کار در فرایند (WIP) به طور محکم ایستگاه های کاری را جفت می کند؛ از این رو، زمان عملیاتی (یعنی زمان متوسط که قطعه در در سیستم صرف می کند) نسبت به تاخیر هدایت مواد و زمان های حمل و نقل حساس می شود. پس از اینکه جمعیت شغل ثابت می شود، میزان توان عملیاتی به طور مستقیم مربوط به زمان توان عملیاتی می شود. بنابراین، اثرات تصمیم گیری طرح در میزان توان عملیاتی (از طریق حمل و نقل زمان) باید در فرمولاسیون FMS برای مسئله طرح گرفته شود. با استفاده از یک مدل CQN برای اندازه گیری توان عملیاتی FMS با یک گره شبکه (اجازه دهید آنرا گره M بنامیم) به نمایندگی از MHS، این می توان توسط مشاهده اثرات تصمیم گیری طرح روی تابع توان عملیاتی CQN انجام شود. از تئوری شبکه صف بندی بسته شناخته شده که (به عنوان مثال Gross و Harris (۱۹۸۵)) که تابع توان عملیاتی برای چنین شبکه ای، یک تابع از نرخ خدمات در هر یک از ایستگاه ها است. تصمیم گیری های طرح توسط تعیین موقعیت نسبی ایستگاه های کاری زمان حمل و نقل بین آنها را تحت

تاثیر قرار می دهد و از این رو نرخ خدمات گره M که MHS را مدلسازی می کند، تعیین می نماید. از این رو، تابع توان عملیاتی، تابعی از تصمیم گیری طرح است. Kouvelis و ۱۹۹۰) Kiran) اصلاح فرمول QAP منظم را با اضافه کردن محدودیت پایینی الزام تولید، روشی برای گنجاندن اثرات توان عملیاتی تصمیم گیری های طرح در چارچوب بهینه سازی ، و توسط گنجاندن شرط اضافی در تابع هدف پیشنهاد نمودند، که نشان دهنده ملاحظات WIP است. این فرمولاسیون حاصل، که به عنوان MQAP ارجاع می شود، توسط تغییر مناسب روش Lawler-Gilmore حل می شود (Francis and White ، ۱۹۷۴)، و برای مسائل در اندازه FMS واقعی کارآمد است (ایستگاه های کاری ۵-۱۰).

۱۹۸۶) Rosenblatt) از رویکرد برنامه نویسی پویا برای پرداختن به جنبه های پویای مسئله طرح کارخانه، مشابه با رویکرد Sweeny و ۱۹۷۶) Tatham) برای پرداختن به ماهیت پویای مسئله محل انبار استفاده نمودند. این روش مسائل طرح کارخانه ساکن متعدد را حل میکند که اساسا مسائل تخصیص درجه دوم هستند. در این مقاله، گزارش شده است که Sweeny و Tatham بیان نموده اند که کاهش فضای پویای برنامه به طور کارآمدتری برای مسئله طرح پویا کار نمی کند. استفاده از روش اکتشافی برای کاهش فضای حالت در آن مقاله مطرح می شود و به نظر می رسد از لحاظ محاسباتی امیدوار کننده باشد.

طراح طرح FMS با وظیفه ای دشوار توسعه یک سیستم روبروست که در هدایت انواع مختلف محصولات با خواسته های متغیر، مسیریابی های جایگزین و احتمالی، در هزینه عملیاتی مناسب توانمند است. به طور خاص، در طول فاز مرحله طراحی، مخلوط محصول عملیاتی بسیار نامشخص است. معمولا در زمانی که تصمیم گیری های طرح صورت گیرد، برنامه ریزی های محصولات و فرایند به طور کامل مشخص نمی شود. علاوه بر این، مخلوط محصول (به عنوان میزان تولید بخش) تحت تغییرات ناشی از پیش بینی خطا و نوسانات تقاضا است. Kouvelis و ۱۹۹۱) Kiran) یک و چند مدل طرح دوره را توسعه دادند که صف بندی و جنبه های عدم قطعیت ترکیب محصول تصمیم گیری طرح FMS را ترکیب می کند. مدل های دوره تک برای پیاده سازی های FMS با هزینه های دگرگونی طرح بسیار بالا و زمان های تغییرات محلی غیر قابل کنترل قابل کاربرد هستند. ترکیب محصول در مرحله طراحی طرح نامشخص

است، اما زمانی که در طول عملیات سیستم متحقق شود انتظار می رود تا در طول افق برنامه ریزی پایدار باقی بماند. مدل های چنددوره ای برای اکثریت پیاده سازی های FMS قابل کاربرد هستند. دوره برنامه ریزی برای طراحی FMS به دوره های برنامه ریزی عملیاتی کوچکتر تقسیم می شود. ترکیب محصول برای هر یک از دوره های برنامه ریزی، هر چند نامشخص، در حین فاز طراحی در طول آن دوره پایدار باقی می ماند. بیشتر FMSs شامل سلول های دستگاه های مشابه از نظر جسمی می شوند که می توانند انواع عملیات را انجام دهند. در آغاز هر یک از دوره های برنامه ریزی، تصمیمات تخصیص عملیات دوره (هفته، ماه) گرفته می شود. این تصمیمات باعث تغییر قابل توجهی در ترکیب محصول عملیاتی سلول در هر دوره می شوند و در اکثر موارد مفهوم زیر بهینگی پیکربندی طرح استاتیک را را میرسانند. Kouvelis و ۱۹۹۱) Kiran) یک مدل پویا را توسعه می دهند که طراح برای مشخص نمودن طرح های مختلف ، یکی برای هر یک از دوره های برنامه ریزی بر اساس ویژگی های ترکیب محصول (و یا پیش بینی تقاضا) برای هر دوره میسر می سازد.

۱۹۸۶) Afentakis)، با استفاده از چارچوب مدل سازی توسعه یافته در Chatterjee و همکاران. (۱۹۸۴)، یک گراف فرمول بندی نظری را برای مسئله طرح FMS استاتیک توسعه دادند. دو فرضیه زیر صورت گرفت: (۱) MHS تک جهتی، که در آن دور زدن ماشین های خاص مجاز است. (۲) یک عملیات i را می توان تنها در یک ماشین خاص انجام داد. این نویسنده MHS را با استفاده از مفهوم L نمودار طرح L(T ،M) مدلسازی می کند، که در آن مجموعه ای از گره های M نشان دهنده مجموعه ای از ایستگاه های کاری، و مجموعه ای از کمان های T برای لینک های سیستم مدیریت لینک است. اگر ترکیب قطعه و مسئله مسیریابی حل شده باشد، و عملیات ها به ایستگاه های کاری واگذار شده باشد، بنابراین می توان برای تعریف گراف گذار بخش Gi(Mi,Ei) اقدام نمود که در آن: Ei مجموعه ای از کمان ها با Ei E (j,k) است اگر بخش i از ایستگاه کاری ت به ایستگاه کاری k عبور کند.

یک وزن در ارتباط با هر لینک Ei ε (j,k) وجود دارد، که نشان دهنده تعداد قطعات در حال حرکت در امتداد لینک (K ،J) است. G(M,E)را گراف به دست آمده توسط جمع آثار نمودارهای انتقال برای تمام بخش ها می نامیم، بین

بردن برای هر لینک با بیش از یک قوس اما نه یک قوس. سپس، فرمول بندی نظری گراف مسئله طرح FMS به صورت زیر است:

پیدا کردن نمودار طرح، L، با خصوصیات زیر:

(i) نمودار L دارای همان گره های G است؛

(ii) اگر εG(i,j)، آنگاه دقیقا یک مسیر از i به j در L وجود دارد.

(III) مجموع وزن ها همراه با لینک های (I، J) به حداقل برسد.

Afentakis (۱۹۸۶) این مسئله را به عنوان NP-کامل طبقه بندی نموده و الگوریتم های استدلالی را مبتنی بر تکنیک های سوئیچ و کنترل برای راه حل آن پیشنهاد می کند. Afentakis و همکاران. (۱۹۸۶) نتایج شبیه سازی در مورد ماهیت پویای مسئله طرح FMS گزارش نموده اند، و تاثیر تعداد پارامترهای سیستم، به خصوص ترکیب محصول، در چندین استراتژی تقویتی را بررسی نموده اند.

به تازگی، برخی از محققان FMS ، توجه خود را به تجزیه و تحلیل مفصل، انواع خاص طرح هایی معطوف نموده اند که در FMSs است. به گزارش Heragu و Kusiak (۱۹۸۸) و Afentakis (۱۹۸۹) این موارد وجود دارند (برای شرح مفصل به منابع اصلی مراجعه کنید):

(۱) شبکه های حلقه تک جهته؛

(۲) طرح دستگاه مدور؛

(۳) طرح دستگاه ردیف تک سطری؛

(۴) طرح دستگاه دو سطری؛

(۵) طرح دستگاه خوشه.

تجزیه و تحلیل FMSs موجود نشان می دهد که طرح دستگاه توسط نوع دستگاه کنترل مواد استفاده شده تعیین می شود. در FMSs، طرح های شبکه حلقه تک جهته به طور گسترده اجرا با توجه به استفاده گسترده از شبکه های کنترل مواد کارآمد تک چرخه ای استفاده می شود. چنین شبکه هایی تمام ایستگاه های کاری را توسط یک مسیر

عبور از هر ایستگاه های کاری دقیقا یک بار متصل می کنند. شبکه کنترل مواد تک چرخه ای ممکن است یک نوار نقاله حلقه ای، خط دو، سیستم مونوریل سربار یا مسیرهای سیمی وسیله نقلیه هدایت شده یک سویه خودکار AGV را ارائه دهد (Afentakis .((۱۹۸۹) اشاره می کند که چنین طرحی بر دیگر تنظیمات با توجه هزینه سرمایه اولیه نسبتا پایین ترجیح داده می شود، از آنجایی که آنها حاوی حداقل تعداد لینک های حمل و نقل مواد مورد نیاز برای اتصال به تمام ایستگاه های کاری، و انعطاف پذیری بالاتر برای هدایت به مواد هستند. بخشی از جنبه های انعطاف پذیری تنظیمات فوق، توان عملیاتی آن برای برآورده کردن الزامات هدایت مواد برای انواع بخش برنامه ریزی شده برای تولید در این سیستم، و به راحتی جای دادن هر معرفی آینده در انواع قطعات جدید یا تغییرات فرآیند است. دلیل آن این است که الزامات هدایت مواد برای هر نوع قطعه فراوری شده در ایستگاه کاری را می توان جایگزین نمود زمانی که حداقل یک مسیر اتصال برای هر جفت از ایستگاه های کاری وجود دارد. Afentakis (۱۹۸۹) فرمول های برنامه نویسی ریاضی را برای این مسئله طراحی برای چنین تنظیماتی تحت هدف به حداقل رساندن تعداد متوسط ماشین هایی که قطعات در واحد زمان از آنها عبور می کند، ارائه نموده اند که روشی غیر مستقیم برای کاهش احتقان در این سیستم با به حداقل رساندن تاخیر در کنترل مواد است. او یک بلوک اکتشافی تبادلی پچیده را برای راه حل خود ارائه نمود. Kouvelis و Kim (۱۹۹۱)، با استفاده از استدلال تبادل ایستگاه کاری مناسب، روابط غالب را برای شناسایی راحت راه حل های بهینه محلی برای مسئله طرح شبکه حلقه جهته شبکه ارائه نموده اند. ابتکارات ساده سازنده، یک شاخه مطلوب و روش محدود و مناسب و یک اصل تجزیه برای مسائل اندازه بزرگ نیز در این مقاله مورد بحث قرار می گیرد. Kiran و ۱۹۹۰) Karabati) تحت یک هدف متفاوت به مسئله مشابهی پرداخته اند که برای به حداقل رساندن هزینه کل کنترل مواد است. روش دقیق شمارش ضمنی، با افزایش برقراری رابطه غالب برای شناسایی راه حل های بهینه محلی، توسعه یافته است.

نوع دیگر طرحی که به صورت گسترده ای در محیط های خطی انعطاف پذیر ساخت اجرا می شود، طرح دستگاه خطی تک سطری است (LSRML). این دستگاه ها در امتداد یک مسیر مستقیم با یک دستگاه کنترل حرکت مواد از یک دستگاه به دیگری چیده می شوند. در چنین محیط هایی، مشاغل در یک انتها از مسیر وارد خط تولید می

شوند، که معمولا نزدیک به نقطه ذخیره سازی مواد اولیه است و از انتهای دیگر آن برای وارد شدن به یک WIP و منطقه ذخیره سازی کالای به پایان رسیده خارج می شود . Kouvelis و Chiang (۱۹۹۰) با داشتن طرح هدف به حداقل رساندن از فاصله ردیابی عقب کل دستگاه کنترل مواد، به مسئله LSRML پرداختند (یعنی حرکت در جهت معکوس حرکت جریان قطعه). آنها ثابت نمودند که این NP کامل است. موارد ویژه این مسئله اینست که مورد قابل حل چندجمله ای ارائه می شود. این نویسندگان از شرایط ساده بهینگی محلی برای توسعه ابتکارات موثر برای مسئله استفاده نموده اند. Kouvelis و Chiang (۱۹۹۱) در مورد استفاده از شبیه سازی (SA) اکتشافی برای مسئله LSRML بحث نموده اند. آزمایش محاسباتی گسترده آنها نشان می دهد که ابتکار SA، با پارامترهای کنترل خوب آن به بهترین سطح برای کاربردی خاص تنظیم می شود که در زمان محاسباتی منطقی ، راه حل های تقریبی بهینه را فراهم می کند. ابتکار Kouvelis و Chiang (۱۹۹۰) برای ورودی طرح اولیه به الگوریتم SA استفاده می شود. برای بحث مفصل تر در مورد رویکرد الگوریتمی برای مسائل طرح FMS ساختار یافته خاص، Kouvelis و Kiran (۱۹۸۹) را ببینید.

انواع طرح ها (۲) - (۵) معمولا با استفاده از روبات های جابجایی، AGVs ها و روبات های زیر بشکه ای به عنوان دستگاه های کنترل مواد پیاده سازی می شوند. Heragu و Kusiak (۱۹۸۸) دو روش اکتشافی را پیشنهاد نمودند که از ساختار خاص تصمیم گیری طرح برای انواع طرح های بالا بهره برداری می کند. مدل های برنامه ریزی ریاضی برای تجزیه و تحلیل و طراحی طرح های برای سیستم های روباتیک در Sarin و Wilhelm (۱۹۸۴) ارائه شده است. Kiran و Tansel (۱۹۸۸) محل ذخیره سازی را برای WIP در سلول های تولید انعطاف پذیر با هدایت انجام شده مواد توسط ربات در نظر گرفتند. بهره برداری از سلول ها به شرح زیر است: روبات یک قطعه را بر میدارد و بر روی دستگاه قرار می دهد. پس از اتمام عمل ممکن است قطعه برای عملیات بعدی به دستگاه دیگر حمل شود. اگر دستگاه در حال حاضر اشغال شده باشد، قطعه به محل ذخیره سازی WIP برده می شود، که در آن تا منتظر می ماند تا ایستگاه مورد نیاز در دسترس شود. Kiran و Tansel (a۱۹۸۸) این مسئله را تحت فرضیات فضایی گسسته و پیوسته بررسی نموده اند. در مورد گسسته، مسئله محل ذخیره سازی WIP برای هزینه حمل و نقل مواد برای به

حداقل رساندن به مسئله انتساب تعمیم یافته تبدیل می شود. طرح پیوسته تحت اقدامات از راه دور مختلف مورد بحث قرار می گیرد.

مسئله طرح MHS شامل مکان نقاط برداشتن و ایستگاه های تحویل، مشخصات طرح های مسیر و انتخاب جریان های یک سویه یا دو طرفه می شود (طراحی مسیر جریان). برای پیاده سازی FMS با AGVs به عنوان دستگاه های کنترل مواد بسیار مدنظر است. Gaskins و ۱۹۸۷) Tanchoco) یک فرمول برنامه ریزی عدد صحیح را برای تعیین مسیر جریان مطلوب ارائه نمودند که فاصله حرکت کل AGVs بارگذاری شده را به حداقل می رساند. فرض می شود که شبکه MHS معین است، و تنها تصمیم گیری، انتخاب جهت جریان در هر لینک کنترل مواد است، فرض کنید که جریان یک سویه ارجح است. این فرمولاسیون برای شبکه های MHS در اندازه بزرگ ناکارآمد می شود. Sharp و Liu (۱۹۸۷) یک روش تحلیلی برای پیکربندی شبکه مسیر ثابت، حلقه بسته MHS را پیشنهاد نموده اند. هدف از این مدل تصمیم گیری های اولیه خوب با توجه به میانبرها، ساخت و ساز خارج از خط خار و طول خار است. Kiran و ۱۹۸۸b) Tansel) موقعیت مطلوب نقطه برداشتن را بر روی یک شبکه حمل و نقل مواد در نظر می گیرند. نقطه برداشتن ممکن است شبکه حمل و نقل مواد را به هر یک از موارد زیر متصل کند: ایستگاه ماشینکاری، ایستگاه بارگذاری / خالی کردن بار، ذخیره سازی مرکزی یا محلی. این حتی می تواند به عنوان یک نقطه انتقال به / از یکی دیگر از شبکه های حمل و نقل مواد به کار گرفته شود. نویسندگان نتیجه Hakimi را برای بهینگی گره مکان متوسط شبکه های جهتدار گسترش داده اند.. بنابراین، نقطه برداشتن ، در صورت امکان، باید در یک گره شبکه حمل و نقل مواد واقع شده باشد (به عنوان مثال یک نقطه اتصال یا ایستگاه کاری). برای پیاده سازی FMS واقعی، مکان یابی نقطه برداشتن در گره های موجود ممکن است امکان پذیر نباشد. مواردی که در آن نقطه سوار کردن باید روی یک قوس MHN قرار داشته باشد، تجزیه و تحلیل می شوند، و نشان داده می شود که موقعیت مناسب را می توان در زمان چند جمله ای یافت. Kouvelis و لی (b۱۹۹۰) فرمول های مختلفی برای مسئله طرح MHS ارائه نموده اند. یک مسئله طرح شبکه مجزای جهتدار روی فرمولاسیون صفحه داده می شود، و استاندارد از نوشته های گراف نظری حاصل می شود زمانی که آنها برای پیاده سازی FMS مورد بحث قرار می گیرند.

۲,۳. ظرفیت ذخیره سازی مطلوب در FMS

همانطور که قبلا ذکر شد، مدل به طور گسترده استفاده شده برای ارزیابی عملکرد FMS مدل Solberg CAN-Q ۱۹۷۷)). این مدل باعث فرض بافر نامحدود می شود، یعنی هر یک از ایستگاه های کاری دارای ظرفیت کافی بافر برای جای دادن تمام قطعاتی است که برای فراوری صف بندی شده اند. با این حال، در بسیاری از پیاده سازی های FMS هر دستگاه دارای یک بافر بسیار کوچک است، که معمولا ۲ قسمت در ماشین است. با این حال، Suri (۱۹۸۳) نشان داد که این فرض برای ارزیابی عملکرد FMS نسبتاً بسیار قوی است. همچنین، Yao و Buzacott ۱۹۸۷)) نشان دادند که برای پیاده سازی FMS با MHSs متمرکز (یعنی نوار نقاله حلقه) و ایستگاه های کاری بافر صفر، راه حل فرم-محصول مدل CQN برای عملکرد FMS برای هر توزیع خدمات در ایستگاه های کاری معتبر باقی می ماند. این نتایج قوی دیدگاه های خود را عملکرد خوب به دست آمده هنگامی ارائه می دهند که CQNs Jackson برای FMSs با بافر های کوچک محلی اعمال می شود. نتایج شبیه سازی نشان دهنده نقطه فوق (CAN-Q برآورد شده توان عملیاتی برای سیستم تولید واقعی با خطای کمتر از ۱۰٪) در Haidar و همکاران (۱۹۸۶) گزارش شده است.

مدل سازی عملکرد FMSs با ظرفیت های محدود ذخیره سازی به طور گسترده توسط Buzacott مورد تحقیق قرار گرفته است. Shanthikumar و Yao. Buzacott و Shanthikumar (۱۹۸۰) تغییرات مدل شبکه صف بندی آزاد چندکلاسی را برای یک FMS با ذخیره سازی محلی، تنها با ذخیره سازی مرکزی ، و با ترکیبی از آن دو در نظر گرفته اند. آنان متذکر شدند که ذخیره سازی مشترک نسبت به ذخیره سازی محلی عالی است ، و این برای یک سیستم با M ایستگاه کاری (۲ <M)، حدس زده می شود که ظرفیت تولید برای جمعیت شغلی در حال افزایش است ، N، که در آن B + M> N> B + ۲، با B = ظرفیت ذخیره سازی مرکزی. در پیاده سازی فعلی FMS، ذخیره سازی مرکزی با ذخیره سازی محلی با یک یا دو قطعه در هر ایستگاه تقویت می شود. استدلال حمایتی از تجربه عملی این است که چنین طرحی زمان بیکار ماشین را را کاهش می دهد در حالی که استفاده بهینه از تجهیزات ذخیره سازی را حفظ می کند.

Yao و (۱۹۸۶) Buzacott یک FMS را به عنوان یک شبکه باز از صف های چندسروری با زمان محلی خدمات عمومی و ظرفیت ذخیره سازی محدود هم در سطح سیستم و هم به صورت محلی در هر ایستگاه کاری مدلسازی نمودند. یک دیدگاه نسبتا جالب در مورد MHS در این مقاله بیان شده زمانی که آنها به دو بخش تقسیم می شوند: (۱) یک بخش، به اصطلاح MHS (I) جریان ورودی به ایستگاه های کاری (۲) دیگر بخش به اصطلاح MHS (O)، جریان خروجی از ایستگاه های کاری را هدایت می کند.

دلیل ویژگی مدلسازی تلاش آنها برای توجیه این فرض است که ماشین ها هرگز از مشاغل به پایان رسیده مسدود نمی شوند، بنابراین مشاغل به کار گرفته شده توسط MHS (O) هدایت می شود که فرض بر این است که دارای ظرفیت برای ارائه چنین سطح از خدمات است زیرا اساسا نقاله اختصاصی برای کار به پایان رسیده است. چنین رویکرد مدل سازیی با پیاده سازی های فیزیکی FMS عمومی موافق نیست، بلکه محدود نیست، از سوی دیگر، می توان از MHS (O) چشم پوشی نمود و تنها این فرض ضمنی ماشین آلات بلوک نشده را از کارهای به پایان رسیده نگه داشت. در این مدل احتمال اینکه جریان ورودی به یک ایستگاه به علت ذخیره سازی محلی مسدود شود، به صراحت محاسبه می شود. مورد جریان فیدبک که در آن بخش جریان خروجی از ایستگاه های کاری به ذخیره سازی مرکزی دوباره تغذیه می شود، نیز نظر گرفته می شود. به منظور استخراج نتایج برای چنین مدل عمومی، روش تقریب مجدد مورد استفاده قرار گرفت.

Yao و ۱۹۸۶) Buzacott و ۱۹۸۷) به مدل سازی بافرهای محدود محلی در چارچوب CQN پرداخته اند. به منظور نگهداری محصول از راه حل برای چنین مدل شبکه اس، خواص قوی تر از شبکه ها Jackson مورد نیاز است. برگشت پذیری فرآیند طول صف بندی متوسط، (Kelly، ۱۹۷۹)، که معادل برگشت پذیری زنجیره مارکف برای مسیریابی کار است، مورد نیاز است. مسیریابی های که می تواند برگشت پذیری نشان داده شود و برای مدلسازی FMS مدنظر است، عبارتند از:

(۱) مسیریابی متقارن از یک ایستگاه به ایستگاه؛

(۲) مسیریابی کار در شبکه و سرور مرکزی (وضعیت-CAN)؛

(۳) کوتاه ترین مسیر یابی صف محتمل که توسط آن کارها با بالاترین احتمال به ایستگاهی مسیریابی می شوند که نسبتاً دارای کوتاه ترین صف است (فضاهای خالی بیشتر در آن بافر).

برای مواردی که محاسبه احتمالات حالت پایدار CQN نسبتا آسان است و می توان از راه حل فرم محصول Jackson CQN با یک تنظیم مناسب ثابت نرمالسازی به دست آورد، چ فضای حالت جدیدی از برش فضای حالت مدل Jackson CQN حاصل می شود. در این مقاله، نتایج برای CQN با سرور تک، زمان های محلی خدمات نمایی در ایستگاه های نرخ های پردازش وابسته به حالت، و تحت استراتژی های عملیاتی مختلف ارائه می شوند. توضیح نیاز برای تعیین یک استراتژی عملیاتی در مورد بافر محدود به شرح زیر است.

یکی از ویژگی های جذاب عمده مدل شبکه صف بندی بسته FMS مانند CAN-Q، که بافر محلی بی نهایت را فرض می کند، سهولت خصوصیات ورودی است. ورودی های پایه به مدل CAN-Q فراوانی های بازدید قطعات برای ایستگاه های کاری هستند (به عنوان مثال تعداد بازدید از قطعه برای ایستگاه های کاری در هر بازدید برای ایستگاه بارگذاری / خالی کردن) ei (i = ۱، ...، M). فراوانی های بازدید به راحتی می توانند پس از اینکه ترکیب محصول، طرح فراوری شده برای بخش های فرآیند و تصمیمات انتساب عملیات گرفته شد، تعیین شوند. در واقع، EI = THi / THM برای مدل CAN-Q که در آن THi توان عملیاتی = ایستگاه کاری i است. اما هنگامی که ما دارای یک مدل با بافرهای محدود هستیم، آنگاه EI ۴ Z THi / THM، از اینرو ممکن است که کارهای تلاش کننده برای ورود به ایستگاه های کاری مسدود شوند. در حال حاضر ei، می تواند به عنوان سهم متوسط عملیات در ذخیره سازی مرکزی که باید به ایستگاه i تحویل داده شود تفسیر شود. بنابراین برای یک چنین مدلی، یک روش برای مشخص کردن میزان ei از داده های ورودی در دسترس مورد نیاز است. این مورد توسط تعیین یک استراتژی عملیاتی به دست می آید. استراتژی های عملیاتی مورد بحث در این مقاله عبارتند از:

(۱) مدل مسیریابی ثابت: کارهای به سیستم با روشی واگذاری می شوند که ei مجموعه ای از مقادیر ثابت را دنبال می کند؛

(۲) مدل بارگذاری ثابت: مجموعه ای از مقادیر برای THi / THM داده می شود.

(۳) مدل مسیریابی پویا: مکانیزم کوتاهترین صف محتمل (PSQ) استفاده می شود.

Yao و ۱۹۸۶) Buzacott) نتایج برای طرح مسیریابی PSQ را برای چندکلاس، CQN چندسرور با نرخ های خدمات نمایی وابسته به نوع قطعه فراوری شده در یک ایستگاه کاری خاص تعمیم داده اند. اگر چه در تمام مدل های بالا، شرایط مسیریابی بسیار محدود هستند، هنوز انها برای FMS بسیار مناسب هستند. این مسئله با آنها، مشکل در تعیین یک استراتژی عملیاتی مناسب برای FMS است.

ایده مدل سازی مورد استفاده توسط Yao (۱۹۸۶) به منظور توسعه یک مدل ذخیره سازی بهینه مرکزی برای FMS، مدل صف ورود تک مرحله تحت کنترل است (CASQ). این مدل می تواند به راحتی با افزودن یکی دیگر از ایستگاه های به عنوان ایستگاه با نرخ خدمات ۰ به CQN، $\mu_0(n_0) = \lambda(N - n_0)$ تبدیل شود، که در آن

λ= نرخ ورود به سیستم

N۰ = تعداد مشاغل در سیستم

N = حد بالایی تعداد مشاغل در سیستم.

در تلاش برای اضافه کردن ویژگی های کنترل واقعی تر به آن، کارهای خارجی مسدود شده از دست نمی روند، اما در خارج از صف FMS در منطقه مرکزی ذخیره سازی مشترک صف بندی می شوند. توسط Shanthikumar و Sargent (۱۹۸۱) ثابت شده که کل تعداد مشاغل در یک شبکه محدود صف بندی باز (OQN) دارای توزیع تعادل یکسان با تعداد مشاغل در صف تولد و مرگ با نرخ تولد وابسته است

$$\lambda(n) = \lambda \qquad n \leq N$$
$$\lambda(n) = 0 \qquad n > N$$

و میزان مرگ و میر وابسته به حالت برابر توان عملیاتی CQN، TH(n) است. بر اساس این واقعیت، مدل CASQ توسط Shanthikumar (۱۹۷۹) توسعه یافت که در آن این سیستم به یک صف تک مرحله تبدیل می شود. Yao (۱۹۸۶) با استفاده CASQ، با FMS صف تک مرحله ای، مدل موجودی برای سیستم را توسعه داد. فرض می شود FMS با N پالت و منطقه ذخیره سازی رایج مرکزی مجهز می شود. قطعاتی که باید پردازش شود، در دسته های از

انبار مرکزی به ذخیره سازی تحویل داده می شوند و پس از آن داخل FMS می شوند هر زمان که پالت در دسترس باشد. چون میزان تولید FMS بستگی به تعداد گردش قطعات در آن دارد، هزینه های زیر باید در نظر گرفته شوند: سفارش ثابت (هدایت و حمل و نقل مواد)؛ هزینه نگهداری موجودی (در ارتباط با قسمت های در ذخیره سازی) و هزینه های مرتبط با از دست دادن تولید در صورتی که تعداد قطعات به زیر N افت کند. این مدل نقطه سفارش مطلوب و اندازه دسته بهینه را تحت ملاحظات فوق محاسبه می کند.

۲,۴. طراحی سیستم هدایت مواد

اگرچه هدایت مواد، یک فاکتور بسیار مهم در عملکردFMSs است، با عواقب شدید به دلیل ناکارآمدی طراحی آن (به عنوان مثال فعالیت های ذخیره سازی نامنظم، تلاش دستی بیش از حد، ماشین آلات بیکار، مواد انباشته شده کف، کنترل ضعیف موجودی، کمی از تحقیقات اولیه به مسائل مربوط به طراحی یکپارچه سیستم های کنترل مواد در زمینه FMS اختصاص داده شده است. در این بخش یک بررسی جامع از رویکردهای تحقیق در عملیات تحقیقات برای مسائل طراحی MHS ارائه نمی شود اما هدف ارائه بررسی مختصری از کار مهم در این حوزه است، با تاکید خاص بر طراحی قابل اجرای یکپارچه MHS در محیط FMS.

شرح مختصری از برخی از این تحقیقات در زمینه تحقیقات عمومی در عملیات که مربوط به کنترل مواد است، توسط ماکسول (۱۹۸۱) ارائه شده است. بررسی مفصل تر مسائل مسیریابی و زمان بندی خودرو مربوط به طراحی MHS، مقاله ای توسط ۱۹۸۵) Kusiak) است. بررسی روش های تحقیق عملیات به ده دسته مسائل کنترل مواد (روبوتیک به عنوان مثال، نظریه نوار نقاله، خطوط انتقال، FMS، انتخاب تجهیزات، جایگزین های ذخیره سازی، خودکار ذخیره و بازیابی (AS / RS)، انبار طرح، پالت سازی، چیدن نظم و تجمع) در MAtson و White (۱۹۸۲) ارائه شده است. بسیاری از تحقیقات در مورد ارتباط با مسائل طراحی MHSs روی سیستم های خاص متمرکز شده است با سیستم های نوار نقاله که توجه بیشتری را به خود معطوف کرده است (MUuth و White، ۱۹۷۹). به تازگی، محققان روی طراحی سیستم های خودروی خودکار هدایت شده متمرکز شدند (AGVS)، یک جایگزین کارآمد هدایت مواد برای پیاده سازی FMS. یک مدل جالب برای پرداختن به مسئله تعیین تعداد بهینه وسایل نقلیه

در AGVS توسط ماکسول و ۱۹۸۲) Muckstadt) توسعه داده شد فرمول مبتکرانه این مسئله به یک مسئله حمل و نقل، با هدف به حداقل رساندن تعداد سفرهای خالی بین ایستگاه های کاری با توجه به محدودیت جریان در هر ایستگاه، ارائه شده است.

برای مهندس طراحی MHS، در مدت فاز طراحی اولیه FMS، این مسئله با انتخاب از بسیاری از ترکیبات ممکن از عناصر استاندارد مواجه است که می تواند توابع مورد نیاز کنترل مواد را انجام دهد (به عنوان مثال روبات، خودرو هدایت شده خودکار ، نوار نقاله، خطوط انتقال، AS / RS) یک مجموعه که به طور موثر و مقرون به صرفه کار می کند. یک مدل سیستم برای پرداختن به طراحی یکپارچه MHS برای یک FMS توسط Kouvelis و Lee (b۱۹۹۰) توسعه داده شد. این یک مدل طراحی شبکه انتخاب گسسته برای یک FMS است که درون چارچوب جریان های شبکه چندکالایی، توسعه می یابد.

۲,۵. دیگر مسائل طراحی در FMS

دیگر منابع مهم FMS، پالت های (دستگاه نگهدارنده قطعات در طول حمل و نقل) و گیره (دستگاه های نگهدارنده در طی عملیات ماشینکاری آنها) هستند. تعیین تعداد پالت ها و گیره های در دسترس در سیستم برای عملکرد کارآمد FMS مهم است. به خوبی شناخته شده است که مدل سازی سیستم تولید به عنوان CQN، که نشان میدهد که تعدادی از شغل ها در سیستم ثابت است، با استفاده از تفسیر زیر در زمینه FMS توجیه می شود: تعداد مشتریان در گردش در شبکه در هر نقطه در زمان با تعداد کل گیره های موجود در سیستم یکسان است. در نتیجه، زمانی که جمعیت کل کار در مسئله پیکربندی سیستم تعیین می شود، تعداد کل گیره ها با پالت های مورد نظر به عنوان نوع خاصی از گیره ها نیز مشخص می شود. اما هنوز سوالات طراحی دیگر وجود دارد که باید در نظر گرفته شود، و به طور خاص، انتخاب بین گیره های هدف خاص (طراحی شده برای حمل زیر مجموعه ای خاص از قطعات در FMS) و همه منظوره (تقریبا تمام قطعات تولید شده در سیستم). تبادلات مرتبط برای چنین تصمیم گیری (برنامه ریزی آسان، تطبیق تغییرات ترکیب محصول، سرمایه گذاری لوازم نصب کردنی، سطح WIP) در Newman (۱۹۸۶) مورد بحث قرار گرفته است.

جای تعجب است که مسئله تعیین تعداد ابزارهای با انواع مختلف در یک FMS همواره نادیده گرفته شده است. در FMS با ماشین آلات همه کاره NC، هر عمل تولید می تواند توسط یک یا چند برش ابزار انجام شود و اغلب این ابزار می تواند در مجلات ابزار از انواع مختلف ماشین ها ذخیره شود. فرمولاسیون مدل بهینه سازی، که دارای ساختار محدودیت کلی مسئله بارگذاری است (نگاه کنید به بخش ۳,۳)، یک روش پیشنهاد شده برای این مسئله است. Kouvelis (۱۹۹۱) روش انتخاب ابزار بهینه ناشی از چنین فرمولی را ارائه داده است. بحث گسترده در مورد سوالات تحقیقاتی باز و مسائل مدیریت ابزار (از جمله مسائل طراحی و برنامه ریزی) برای FMSs را می توان در Grey و همکاران. (۱۹۸۸ و ۱۹۸۹) یافت.

۳. مسائل برنامه ریزی در FMS

۳,۱. مسئله انتخاب نوع قطعه

یکی از تصمیمات اساسی مدیر FMS باید تعیین مجموعه ای از انواع قطعاتی باشد که باید در طول افق برنامه ریزی کوتاه مدت تولید شود. هر چند ممکن است سفارشاتی برای مجموعه بزرگی از انواع قطعات در شروع افق برنامه ریزی وجود داشته باشد، مشخص نمودن یک زیرمجموعه عملی از آن قطعاتی که باید در افق برنامه ریزی تولید شود، مهم است (تخصیص ابزارها و عملیات ها ظرفیت مخزن ابزار و در دسترس بودن زمانی دستگاه ها را نقض نمی کند) که یک معیار مشخص عملکرد سیستم را بهینه سازی می کند (یعنی به دلیل تاریخ، استفاده از سیستم).

Whitney و Gaul (۱۹۸۵) یک روش تصمیم گیری متوالی را برای مسئله انتخاب نوع قطعه پیشنهاد داده اند، که انواع قطعه را به دسته های معین و جداگانه پارتیشن بندی می کند که باید در یک زمان ماشینکاری شود. روش پیشنهادی دارای ماهیت اکتشافی است و اقدامات مختلف عملکرد سیستم و محدودیت هایی از قبیل استفاده از دستگاه، به دلیل تاریخ، درجه به اشتراک گذاری ابزار و ظرفیت مخزن ابزار را در نظر می گیرد. Hwang (۱۹۸۶) یک فرمولاسیون برنامه ریزی عددی را برای مسئله انتخاب نوع قطعه، با هدف به حداقل رساندن تعداد تغییرات ابزار تحت محدودیت ظرفیت مخزن ابزار ارائه نموده است. فرمول بهینه سازی با هدف های مختلف، که برای به حداقل رساندن است، توسط Rajagopalan (۱۹۸۶) ارائه شده است. روش اکتشافی راه حل برای آن پیشنهاد شده است.

Afentakis و همکاران. (۱۹۸۹) یک فرمول جدید را برای مسئله انتخاب نوع قطعه برای FMS پیکربندی شده در طرح شبکه حلقه یک سویه و عملیاتی با استفاده از سیاست های برنامه ریزی چرخه ای ارائه نموده اند. ابتکارات برای راه حل مسئله پیشنهاد شده است.

ویژگی های روش انتخاب نوع قطعه فوق این است که انواع قطعات به دسته های مجزا تقسیم می شوند و هر دسته از انواع قسمت در یک زمان ماشینکاری می شوند. در یک دسته خاص، همه انواع قطعات تا زمانی تولید می شوند که تمام الزامات به پایان رسیده باشد. یک رویکرد متفاوت برای انتخاب نوع قطعه در یک سری از مقالات ارائه شده است (Stecke و Kim، ۱۹۸۶، ۱۹۸۸ و ۱۹۸۹ و Stecke، ۱۹۸۸b). پس از انتخاب مجموعه ای از انواع قطعات، روش پیشنهادی نویسندگان، نسبت ترکیب قطعه که باید بر اساس الزامات تولید تولید باشد، زمانی فرآوری و اهداف نظام عملیاتی را تعیین می کند (یعنی حفظ تعادل حجم کار، بهره برداری، تواریخ وظیفه). نسبت های ترکیب قطعه، تعداد نسبی قطعات از هر نوع است که در افق برنامه ریزی تولید می شود. تولید FMS آغاز می شود و همچنان با توجه به نسبت تعیین شده ترکیب قطعه ادامه می یابد تا زمانی که نیازهای تولید یک نوع قطعه تکمیل شود. سپس، مجموعه کاهش یافته از انواع قطعات با نیازهای تولید باقی مانده آنها در نسبت های ترکیب قطعه جدید که هدف عملیاتی خاص را برآورده می سازد، تولید می شوند یا انواع قطعات جدید برای تکمیل دیگران کامل می شوند. Stecke و Kim (۱۹۸۸b) با روش های انتخاب مختلف قطعه را مقایسه نموده اند. مطالعه آنها نشان می دهد که رویکرد آنها (به اصطلاح به عنوان رویکرد انعطاف پذیر) استفاده بهتر دستگاه را فراهم می کند. سودمندی استفاده از این روش انعطاف پذیر، که مبتنی بر تعیین نسبت ترکیب قطعه مناسب با حل فرمولاسیون برنامه ریزی صحیح با هدف عملیاتی مناسب است، نیز در مطالعات شبیه سازی گسترده در Schriber و ۱۹۸۸) Stecke) گزارش شده است.

یک مسئله برنامه ریزی طولانی مدت که مهندسین FMS با آن مواجه هستند، شناخت خانواده های از انواع قطعه است که می تواند توسط FMS تولید شود. این مسئله تا حد زیادی در نوشته های گروه تکنولوژی بررسی شده است. تکنولوژی گروهی (GT) به طور کلی یک فلسفه ساخت و یا مفهوم در نظر گرفته می شود که تشابه از قطعات

و مراحل بهره برداری در طراحی و ساخت را شناسایی و بهره برداری می کند. اصول GT، هر چند در اکثر سیستم های تولید به طور کلی قابل اجرا هستند، می توانند به عنوان یک وسیله ای برای یکپارچه کردن عناصر مختلف برای سیستم تولید یکپارچه کامپیوتری مانند FMS استفاده می شود. یکی از اهداف شناسایی خانواده قطعات اساساً سود بردن از اقتصادهای مقیاس است که حاصل از شباهت های فرآوری قطعه در طول چرخه ساخت است. این مورد در حجم متوسط وضعیت تولید دارای ارزش قابل توجهی است، همانطور که FMS با آن مواجه است، که در آن اقتصاد تولید انبوه وجود ندارد. نوشته های گروه فناوری (Kumar و همکاران، ۱۹۸۶؛ Vaneli و Kumar، ۱۹۸۶ و Wemmerl۶v و Hyer، ۱۹۸۶) اساسا به دسته بندی قطعات بر اساس شباهت فرآوری و / یا خصوصیات طراحی پرداخته اند. برنامه های خاص تکنیک های فناوری گروه برای انتخاب نوع قطعه FMS توسط ۱۹۸۴) Kusiak) مطرح شده است. برای شناسایی خانواده های قطعات، روش های خوشه بندی بر اساس استفاده از سیستم های برنامه نویسی مناسب برای توصیف خصوصیات قطعه مربوط به شکل هندسی ، نوع و ترتیب و توالی عملیات مورد نیاز آن پیشنهاد می شوند. الگوریتم های خوشه نیاز به اندازه گیری شباهت بین کدهای انواع قطعات دارد که در اکثر موارد، توسط نوع اندازه مسافت تعریف شده در طرح کدبندی نوع قطعه مورد بررسی قرار می گیرد (به عنوان مثال اختلاف متوسط بین مقادیر ویژگی برای دو کد نوع قطعه).

۳,۲ مسئله گروه بندی دستگاه

Stecke، با کار روی چارچوب مدل سازی CANQ، به برخی از مسائل مربوط به دو مسئله فرعی برنامه ریزی FMS، گروه بندی ماشین آلات و مسائل بارگذاری پرداخت (Stecke و Solberg، ۱۹۸۵ و Stecke و Morin، ۱۹۸۵). ایده ها و نتایج در پشت مسئله گروه بندی ماشین برای نظریه پردازان صف بندی یک مورد تعجب آور نیست. به خوبی شناخته شده است که تحت شرایط تصادفی، گروه مخلوط از سرورها، به طور کارآمدتری از همان تعداد از سرورها به صورت جداگانه کار می کنند. تفسیر زیر از مفهوم ادغام در زمینه FMS در فهم نتایجی که توسط Stecke و ۱۹۸۵) Solberg) به دست آمده، مفید است.

در بررسی شرح فیزیکی FMS، متوجه می شویم که ما می توانیم ماشین آلاتی را داشته باشیم که قادر به انجام دقیق عملیات مشابه هستند اما با انواع یکسان دستگاه. ماشین آلات دارای همان نوع ماشین هستند اگر آنها از نظر فیزیکی یکسان باشند، یعنی در صورتی که آنها دارای همان محورهای حرکت، ابعاد، اسب بخار و قابلیت ها باشند. در تئوری صف بدی، مفهوم ادغام سرورها برای ایستگاه خدمات ، به ویژه هنگامی که ما با شبکه های صف بندی تشکیل محصول سروکار داریم، نیاز به وجود سرویس دهنده های یکسان در ایستگاه خدمات مشابه وجود دارد. مفهوم سرور یکسان در یک زمینه FMS، یک دستگاه از همان نوع دستگاه و عینا ابزارکاری شده است. تمامی موارد بحث شده بالا برای نشان دادن ادغام جایگزین در FMS محدودیت های خاصی دارند. حتی اگر تمام دستگاهها از یک نوع دستگاه باشند، هنوز هم حداکثر تجمع همه آنها در یک گروه ماشین ممکن است عملی نباشد. از اینرو نیاز به بارگذاری مخزن ابزار هر ماشین با تمام ابزار مورد نیاز برای انجام تمام عملیات لازم برای تمام قطعات وجود دارد که باید توسط FMS پردازش شود. اگر ما بیش از یک نوع دستگاه داشته باشیم، آنگاه باید حداقل ایستگاه های کاری مختلف را به عنوان انواع ماشین داشته باشیم، از اینرو محدودیت های ظرفیت مخزن ابزار ممکن است ما را مجبور کند تا ایستگاه های کاری بیشتری داشته باشیم. طراح FMS پس از آن قادر به پیش بینی بسیاری از تعدادهای حداقل گروه های ماشین آلات مورد نیاز است.

Stecke و ۱۹۸۵) Solberg) یک بهینه سازی از میزان تولید مورد انتظار سیستم ساخت را به عنوان یک تابع از پیکربندی سیستم دنبال نمودند (گروه بندی ماشین آلات). نتایج آنها می تواند به شرح زیر خلاصه شود: (۱) گروه های کمتر، بهتر هستند یعنی ادغام یعنی به همان اندازه که ممکن است؛ (۲) اگر محدودیت های تکنولوژیکی g گروه از m ماشین را تعریف کنند، بنابراین پیکربندی نامتعادل تر، نرخ تولید مورد انتظار بزرگتر را فراهم می کند.

نتایج بالا برای مسائل کوچک ثابت شده است، زیرا انتظار می رود میزان تولید (توان عملیاتی شبکه های صف بندی بسته) به عنوان یک تابع از پیکربندی سیستم برای تعداد زیادی از قطعات در سیستم نمایش دهنده هر گونه خواص تقعر خوب نباشد؛ و به تبع آن این مسئله برای حل تحلیلی دست و پا گیر می شود. یک پیاده سازی کامپیوتری CAN-Q در Stecke و ۱۹۸۵) Solberg) برای ارزیابی میزان تولید مورد انتظار پیکربندی های مختلف سیستم

برای تعداد زیادی قطعات در سیستم و توجیه نتایج حدس زده شده بالا مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج مسئله گروه بندی ماشین ، هرچند دقیقاً ثابت نشده است، به طور گسترده ای به دلیل تفسیر بصری پذیرفته شده است.

اما گروه بندی ماشین حاصل از چنین بهینه سازی نامحدود به عنوان مورد اعمال شده بالا نمی تواند برای یک سیستم واقعی عملی باشد، زمانی که محدودیت های مهم مانند ظرفیت مخزن ابزار برای هر دستگاه نادیده گرفته شود. رویکردهای مختلف در فرمولاسیون چنین محدودیتی در نوشته های ظاهر شده اند. فرمولاسیون در Stecke ۱۹۸۶))، بیشترین توجه را به خود جلب کرده است و موردی است که آن را بعداً مورد بحث قرار می دهیم.

قبل از فرموله نمودن محدودیت ظرفیت مخزن ابزار ، واگذاری عملیات برای ماشین باید انجام شود. واگذاری عملیات به صورت زیر فرمولبندی می شود:

$$1 \leq \sum_{l=1}^{M} x_{il} \leq q_i, \qquad \begin{matrix} i = 1, \ldots, b \text{ operation index} \\ l = 1, \ldots, M \text{ workstation index} \end{matrix}$$

۱ اگر عملیات i به هر ماشین در گروه l منسوب شود.

Xil = ۰، در غیراینصورت

qi = ماکزیمم تعداد دفعاتی که عملیات i می توانند منسوب شود (شاخص انعطاف پذیری مسیریابی)

فرمول فوق این واقعیت ساده را بیان می کند که که هر عملیات باید حداقل به یک دستگاه از نوع دستگاه مورد نیاز توسط عملیات منسوب شود.. البته، xil باید اجباراً ۰ باشد، اگر نتوان عملیات را اتوسط نوع ماشین مربوط به ماشین گروه l انجام داد.

فرمول ساده محدودیت ظرفیت مخزن ابزار به شرح زیر است:

$$\sum_{i=1}^{b} d_i x_{il} \leq t_l, \quad l = 1, \ldots, M$$

که در آن:

di = تعداد شیارهای ابزار در مخزن ابزار توسط عملیات i

Tl = ظرفیت مخزن ابزار برای هر دستگاه در گروه l

Stecke برخی از ملاحظات دیگر را ذکر نموده است مانند: چند عملیات ممکن است نیاز به برخی از ابزارها داشته باشد و فضا در مخزن ابزار را می توان با حذف نمودن ابزار تکراری و در نظر گرفتن همپوشانی و حفظ تعادل وزن ذخیره نمود. اگر برای اولین بار ملاحظات فوق در فرمولاسیون گنجانده شود، محدودیت حاصل برابرست با:

$$\sum_{i=1}^{b} d_i x_{il} + \sum_{p=2}^{b} (-1)^{p+1} \sum_{\substack{\forall \bar{B}/\bar{B} \subseteq B_k \\ \exists |\bar{B}|=p}} w_{\bar{B}} \prod_{i_k \in \bar{B}} x_{i_k l} \leq t_l,$$

where: $l = 1, \ldots, M$

که در آن

BK = مجموعه شاخص دار از مجموعه عملیات ها

B’= زیر مجموعه شاخص BK، به طوری که $|\bar{B}| = p, p = 2, \ldots, b$

WBk - تعداد شیارهای ذخیره شده زمانی که عملیات ها در BK به همان دستگاه اختصاص داده شوند.

فرمول حاصل از محدودیت ظرفیت ابزار مخزن بسیار غیر خطی است. اما در ذات خود مسئله ای غیر خطی نمی باشد.این یک فرمول بندی خاص است. این می تواند به راحتی با انتخاب دو مجموعه از متغیرها اجتناب شود. یکی از آنها نشاندهنده انتساب عملیات ها برای ماشین آلات است و دیگر ابزار به ماشین ها اختصاص داده می شود. بنابراین محدودیت های دیگر هماهنگی بین ابزار و انتساب عملیات باید اضافه شود. برای کسب اطلاعات بیشتر در چنین فرمول اصلاح شده است، به Kouvelis و Lee (۱۹۹۱) مراجعه کنید. ۱۹۸۶) Stecke) مسئله دسته بندی ماشین را به دو مرحله تقسیم نموده است:

گام ۱: یافتن تعداد حداقل ماشین آلات مورد نیاز برای تولید مجموعه ای از انواع قطعات در نظر گرفته برای تولید.

این مورد با حل غیر خطی زیر مسئله برنامه ریزی عددی زیر انجام می شود:

$$\max \sum_{j=1}^{m} \gamma^j sl_j$$

$$sl_j = t_j - \left[\sum_{i=1}^{b} d_i x_{ij} + \sum_{p=2}^{b} (-1)^{p+1} \sum_{\substack{\forall \bar{B} \subseteq B_k \\ \ni |\bar{B}| = p}} w_{\bar{B}} \prod_{l_k \in \bar{B}} x_{ikj} \right]$$

$$\sum_{l=1}^{m} x_{il} = 1$$

که در آن m یک متغیر تصمیم گیری همراه با xil است و ۲ می تواند هر عدد بزرگتر از ۱ باشد (ترجیحا بزرگ). البته مسئله بالا به راحتی قابل حل نیست. همانطور که قبلاً ذکر شد، یک مهندس FMS می تواند با از استدلال ساده و موثر برای دریافت یک تخمین بسیار خوب از حداقل تعداد دستگاه های مورد نیاز استفاده نماید. فرمول فوق، هر چند پیچیده است، هنوز هم جنبه های بسیاری از مسئله واقعی را پوشش نمی دهد. به طور خاص، محدودیت های دسترسی زمانی دستگاه های مختلف در طول افق برنامه ریزی نادیده گرفته می شوند.

مرحله ۲: استفاده از نتایج ادغام بهینه برای حداقل تعداد ایستگاه های کاری (مشخص شده در مرحله ۱) همانطور که توسط Stecke و ۱۹۸۵) Solberg) ارائه شده است.

یک راه متفاوت برای نگاهی به مسئله گروه بندی به عنوان یک موضوع برنامه ریزی بلند مدت به شرح زیر است: فرض کنید که شما از یک فروشنده FMS (یا در حال حاضر در سیستم موجود است) یک تعداد معین نظر ماشین های فیزیکی یکسان سفارش دارید. مسئله گروه بندی، اختصاص این دستگاه به ایستگاه های کاری مختلف است که متعاقبا ابزار لود شده آنها را به منظور بهینه سازی اندازه گیری عملکرد سیستم تولید تعیین می کند. از آنجا که به دستگاه های اختصاص داده شده به ایستگاه های کاری مشابه در یک محیط FMS به طور یکسان ابزاربندی شوند، ما می توانیم آنها را به عنوان سرورهای یکسان در چارچوب مدلسازی شبکه صف بندی در نظر بگیریم. با استفاده از تفسیر مسئله گروه بندی فوق ، ما می توانیم نماییم مدل راه حل Shanthikumar و Yao (۱۹۸۸) را برای آن اعمال نماییم. برای مدل سازی، توان عملیاتی FMS CQN می تواند مورد استفاده قرار گیرد. در نظر بگیرید که TH(c) نشاندهنده توان عملیاتی FMS به عنوان تابعی از بردار سرور C = (CI) باشد (به عنوان مثال تنظیمات ایستگاه های کاری). بنابراین فرمول گروه بندی ماشین برابرست

$$\text{Max TH}(c)$$

$$\text{s.t.} \sum_{i=1}^{M} c_i = C_0$$

$$c_i \geq 1, \quad i = 1, \ldots, M$$

که در آن C_0 = تعداد مشخصی از ماشین آلات از نظر جسمی یکسان.

راه حل بهینه برای فرمول فوق توسط اموال یکنواختی بصری مشخص شده است که حدوداً می گوید که یک ایستگاه کاری با حجم کار بالاتر باید با توجه به سرور بیشتر ارائه شود. Shanthikumar و Yao (۱۹۸۸) ارائه دهنده یک الگوریتم کارآمد است که فرمولاسیون قبلی را به طور مناسب با استفاده از اموال مشخصه راه حل مطلوب برای از بین بردن تخصیص کمتر از حد مطلوب حل می کند. همچنین اشاره شد که روند تخصیص حاشیه ای راه حل بهینه ای را برای سیستم دو ایستگاه کاری تولید می کند. این نویسندگان بهینگی آن را برای حالت کلی حدس زده اند.

در چارچوب مدلسازی CQN، مسئله گروه بندی ماشین آلات در Bitran و ۱۹۸۹b) Tirupati) را مورد بحث قرار دادند.

از آنجا که نویسندگان ظرفیت را به عنوان یک متغیر پیوسته در نظر می گیرند، آنها به مسئله توزیع مجدد ظرفیت همگن (یعین ابزار) از جمله ایستگاه های کاری برای به حداقل رساندن WIP می پردازند. با استفاده از تقریب تجزیه برای مدلسازی عملکرد OQN عمومی تک سرور (اشاره به بخش ۲,۱)، فرمول این مسئله برابرست با

$$\text{Min} \sum_{i=1}^{M} \nu_i N_i$$

$$\text{s.t. } \phi(\lambda, \mu, \text{ca}, \text{cs}) = 0$$

$$N_i = \phi(\lambda_i, \mu_i, \text{ca}_i, \text{cs}_i), \quad i = 1, \ldots, M$$

$$\sum_{i=1}^{M} \mu_i = \mu_0$$

$$\mu_i \geq \lambda_i, \quad i = 1, \ldots, M$$

که در آن u_0 = ظرفیت کل در دسترس است.

بر اساس این فرض ساده که CA و CS با ظرفیت تغییر نمی کنند (مراجعه کنید به بخش ۲,۱)، سیستم معادلات $\phi(\lambda, \mu, \mathrm{ca}, \mathrm{cs}) = 0$ را می توان در ابتدا حل کرد (یعنی حدود و CS می تواند به عنوان پارامترهای شناخته شده در نظر گرفته شود و بنابراین $N_i = \phi(\mu_i),\ i = 1, \ldots, M.$. تحت شرایط فرض، Ni یک تابع محدب از ui است، یک فرمول کاهش یافته

$$\text{Min} \sum_{i=1}^{M} \nu_i \phi(\mu_i)$$

$$\text{s.t.} \sum_{i=1}^{M} \mu_i = \mu_0$$

$$\mu_i \geq \lambda_i, \quad i = 1, \ldots, M$$

و متناسب با چارچوب تخصیص نهایی Fox (۱۹۶۶) است. در نتیجه، یک ابتکار اکتشافی مطلوب ارائه دهنده راه حل بهینه است (به عنوان افزایش ظرفیت اختصاص داده شده در هر مرحله از الگوریتم به صفر).

گسترش فرمول Bitran و ۱۹۸۹b) Tirupati) در مقالات Boxma و همکارانش (۱۹۹۰ و ۱۹۹۱) ارائه شده است. آنها ظرفیت را به روشی گسسته در نظر می گیرند (به عنوان مثال تخصیصات دستگاه)، و از OQNs برای مدل سازی اهداف عملکرد استفاده می کنند. فرمول برنامه ریزی عددی حاصل در چارچوب تخصیص حاشیه Fox (۱۹۶۶) وجود دارد و می تواند به راحتی برای بهینگی ابتکار حل شود.

۳,۳. مسئله بارگذاری

نتایج ارائه شده توسط Stecke و ۱۹۸۵) Solberg) برای مسئله بارگذاری برای مهندسین صنایع شگفت انگیز بوده است. خطوط انتقال و مونتاژ سیستم های رایج مطالعه شده توسط مهندسین صنایع برای تولید انبوه هستند. برای سیستم ها، فلسفه موازنه حجم کار در میان ایستگاه های خدمات گسترده بود. استفاده از یک بهینه سازی بدون محدودیت نرخ توان عملیاتی CQN با توجه به حجم کار برداری، Stecke و ۱۹۸۵) Solberg) و Stecke و Moren (۱۹۸۵)، در مقالات مرتبط به دست آمده نتایج زیر را خلاصه نمودند

(۱) اگر تمام گروه های ماشین حاوی همان تعداد از ماشین آلات و سپس حجم کار متعادل در ماشین است مطلوب است.

(۲) برای یک سیستم نامساوی به اندازه گروه ماشین آلات (پیکربندی سیستم ترجیح داده شده)، عدم تعادل اختصاص داده حجم کار در دستگاه مطلوب است.

علاوه بر این، اگر عدم تعادل کامل (حجم کار مطلوب نظری به دست آمده در Stecke و ۱۹۸۵) Solberg)) امکان پذیر نباشد، بنابراین بارگذاری بیش از حد گروه بزرگتر بهتر است.

Stecke و ۱۹۸۵) Solberg) ابتدا دقت نتایج اعلام شده فوق را ثابت کردند. نتیجه ی دوم در نمونه های بسیاری عددی که در آنها از CAN-Q برای ارزیابی سرعت تولید مورد انتظار سیستم تولید استفاده می نمودند، توجیه شد. Stecke و Morin (۱۹۸۵) بیشتر مورد تنظیمات سیستم را با تعداد مساوی از ماشین آلات در هر گروه مورد بررسی قرار دادند. آنها تخصیص دقیق متعادل حجم کار را برای تنظیمات سیستم متعادل (تعداد یعنی برابر ماشین آلات در تمام ایستگاه های کاری) را به منظور افزایش میزان تولید مورد انتظار ایجاد نمودند و همچنین ویژگی های معین تابع نرخ تولید مورد انتظار (توان عملیاتی CQN) مورد بررسی قرار دادند.

یک خاصیت ریاضی ظریف نتایج مسئله بارگذاری، و همچنین بسیاری دیگر از خواص جالب توجه تابع توان عملیاتی CQN ارائه شده است (Yao، سال ۱۹۸۵ و Yao و Kim، ۱۹۸۷). نتیجه عمده ارائه شده این است که تابع توان عملیاتی یک شبکه صف بندی بسته یک یک تابع مقعر p Schur است، که در آن $\rho = (\rho_i)_{i=1}^m$ بردار بارگذاری است. این نتیجه برای ایستگاه های سرور تک ثابت شده (Yao، ۱۹۸۵) و برای ایستگاه های با تعداد مساوی از سرورها گسترش یافته است (Yao و Kim، ۱۹۸۷). بر اساس آن، و با استفاده از خاصیت بنیادی تقعر Schur،

$$\rho^1 \leq_m \rho^2 \Rightarrow \mathrm{TH}(\rho^1) \geq \mathrm{TH}(\rho^2)$$

(که در آن p۱ و p۲ دو بردار بارگذاری و نماد M-متر نشان دهنده سفارش اکثریت است) به راحتی می توان دید که تخصیص بهینه یک مقدار مشخص از حجم کار در میان ایستگاه های کاری مختلف - همیشه در مورد دو مورد خاص CQNs صحبت می شود، ایستگاه های تک سرور یا چند سروری با سرورهای برابر - توسط حجم کار متعادل

به دست می آید، از اینرو بردار بارگذاری متوازن در همه بردارهای بارگذاری متفرقه که دارای حجم کار کلی یکسان هستند، عمده است.

Stecke (۱۹۸۳) با پرداختن به مسئله بارگیری به عنوان مسئله بهینه سازی محدود ۶ کاندیدای اهداف بارگذاری را به شرح زیر مشخص نموده است:

(۱) تعادل دفعات اختصاص داده شده فراوری دستگاه؛

(۲) به حداقل رساندن تعداد حرکات از ماشینی به ماشین دیگر.

(۳) تعادل حجم کار در هر ماشین برای سیستم های فرعی گروه ماشین آلات ترکیبی با اندازه های مساوی؛

(۴) عدم تعادل حجم کار در هر ماشین برای سیستم گروه ماشین آلات ترکیبی با اندازه های نابرابر؛

(۵) پر کردن مخزن ابزار تا حد تراکم ممکن که ممکن است؛

(۶) حداکثر رساندن مجموع اولویت های عملیات.

Stecke (در ۱۹۸۳)، مسئله بارگذاری زیر به عنوان یک برنامه ریاضی با هدف یکی از محدودیت های از پیش اعلام شده برای ظرفیت مخزن ابزار فرموله شد. در صورتی که مسئله بارگذاری تحت هدف حجم کار متعادل حل شده است، Berrada و ۱۹۸۶) Stecke) یک شاخه و الگوریتم محدود را برای حل مسئله برنامه عددی غیر خطی ترکیبی حاصل، ارائه نمود (MIP).

Kusiak (۱۹۸۳) مسئله بارگذاری FMS را به عنوان یک برنامه خطی عددی فرموله نمودند که در آن تابع هدف، به حداقل رساندن هزینه های پردازش کل عملیات های مختلف. Kusiak با نادیده گرفتن این احتمال که چند عملیات ممکن است توسط همین ابزار انجام شود، قادر به جلوگیری از محدودیت ظرفیت مخزن ابزار غیر خطی بود.

Schtub (Chakravarty و ۱۹۸۴) به مسئله بارگذاری به عنوان برنامه عددی ۰-۱ خطی عددی مختلط با این فرض روی آوردند که تنها یک ابزار می تواند تمام عملیات ماشینکاری را در انواع خاصی از قطعات اداره کند. بهره وری ابزار به ماشینی بستگی دارد که این ابزار به خود اختصاص داده است، و هدف به حداقل رساندن زمان فرآوری کل است. Co (۱۹۸۴) یک فرمولاسیون برنامه ریزی خطی جایگزین ۰-۱ عددی را برای توابع هدف مختلف ارائه

نمود مانند به حداکثر رساندن انعطاف پذیری ماشین ، به حداقل رساندن تعداد عملیات متوالی در همان دستگاه، و غیره. با این حال، هیچ روش راه حلی ارائه شد. Ammons و همکاران. (۱۹۸۵) و Shanker و ۱۹۸۵) Tzen)، فرمولاسیونی را با اهداف دومعیاری ارائه دادند که هدف از آن ایجاد توازن میان حجم کار سنگین و به حداقل رساندن مشاهده ایستگاه کاری یا گذرگاه ها بود، در حالی که موارد دومی در حال ایجاد توازن میان وظایف سنگین در میان مراکز ماشینکاری و برآورده سازی تواریخ وظیفه شغل بودند. Greene و ۱۹۸۶) Sadowski) از چندین توابع هدف مانند به حداقل رساندن ، به حداقل رساندن متوسط زمان جریان، و به حداقل رساندن تاخیر در فرمولاسیون آنها برای مسائل بارگذاری و برنامه ریزی FMS استفاده نمودند. چون تعداد متغیرها و محدودیت ها بسیار بزرگ بودند، آزمایش های محاسباتی انجام نشد. در نهایت، Sarin و chen (۱۹۸۷) یک فرمول برنامه نویسی بسیار عمومی ۰-۱ عددی را برای این مسئله ارائه. حل این مسئله زمانی که تعداد متغیرهای عدد صحیح می تواند به راحتی حتی برای مسائل اندازه کوچک منفجر شود، دشوار است. یک شاخه کارآمدتر و الگوریتم محدود برای فرمول مشابه در مسئله بارگذاری در Kim و Yano (b۱۹۹۱) ارائه شده است. مسئله بارگذاری نیز به عنوان بخشی از یک برنامه ریاضی عمومی برای تنظیم مسئله FMS در Kiran و ۱۹۸۵a) Tansel) مدلسازی شده و توسط Kiran NP (۱۹۸۶)-کامل نشان داده شده است.

بدین ترتیب، می توان دید که مسائل از مسئله بارگذاری FMS، تحت فرمولاسیون های دیگر در نوشته ها، در محدودیت غیر خطی و عددی مسئله قرار می گیرد. Kouvelis و Lee (۱۹۹۱) یک فرمول مسئله بارگذاری FMS را ارائه نمودند که حل آن راحت تر است. با تعریف مناسب این عملیات ها و انواع ابزار سیستم، از غیر خطی بودن محدودیت ظرفیت مخزن ابزار می توان اجتناب شود. همچنین محدودیت های اضافی زمان در دسترس بودن دستگاه ها برای فرآوری قطعات گنجانده شده است. این گونه محدودیتها مهم هستند زیرا اکثر FMSs هنوز ضعیف، تحت مراقبت برنامه ریزی، و اختلالات دیگر هستند بنابراین ممکن است دسترس پذیری های زمانی محدود اما متفاوت برای دستگاه های مختلف در FMS وجود داشته باشد. علاوه بر این، این فرمول نمایشگر یک بلوک ساختار زاویه ای است که بهره برداری از آن منجر به الگوریتم راه حل شاخه ای بسیار کارآمد و محدود می شود.

الگوریتم های استدلالی یک جایگزین مناسب برای FMS در مسئله بارگذاری هستند. دلیل عمده این مطلب اینست که مسائل اندازه بزرگ برای پیچیدگی ترکیبی مسئله ممکن است از حل آن در مدت زمان معقول جلوگیری نماید. در بسیاری از موارد، مدیر تولید FMS از عملیات امکان پذیر است و راه حل تخصیص ابزار راضی است یک ورودی لازم برای سطح تصمیم گیری پایین تر، یعنی برنامه ریزی مسئله. نتایج حاصل از مسئله برنامه ریزی به طور مستقیم کیفیت مسئله برنامه ریزی تولید راه حل کوتاه مدت را تعریف می کند. به علت وابستگی متقابل بهینگی مسائل فرعی بارگذاری و برنامه ریزی، بهینگی مسئله فرعی بارگذاری اهمیت را از دست می دهد همانند بسیاری از موارد که ممکن است قادر به ارائه شرایط عملی برای برنامه ریزی مسائل نباشد (برای بحث و بررسی بیشتر هوانگ (۱۹۸۶) را ببینید). علاوه بر این، محیط تولید در FMSs واقعی دستخوش تغییرات مکرر است (تغییر مرتبه تولید ، خرابی های ماشین، و غیره) که باعث نیاز به راه حل های مکرر برای مسئله بارگذاری می شود. این مورد به نفع توسعه اکتشافی سریع است.

الگوریتم های استدلالی Stecke و Talbot (۱۹۸۵) برای FMS توسعه یافته است با فرض اینکه مسئله گروه بندی از قبل حل شده باشد. یک فرض که تحت آن این کار اکتشافی وجود دارد اینست که هر عملیات می تواند تنها توسط یک نوع دستگاه انجام شود. دو الگوریتم اول برای به حداقل رساندن حرکات در FMS طراحی می شوند، یک هدف است که به ویژه در یک سیستم دارای سفر نسبتا بالا و یا زمان های موقعیت یابی پالت مهم است. ابتکار سوم تلاشی برای برآورده سازی نسبت های تخصیص مطلوب است که تحت فرمولاسیون بهینه سازی بدون محدودیت مسئله فرعی بارگذاری در چارچوب مدل سازی CAN-Q نتیجه می یابد. دیگر روش اکتشافی ، مشاهده مسئله بارگذاری، نوع بسته بندی، در Ammons و همکاران مورد بحث قرار گرفته است. (۱۹۸۵)؛ Shanker و Tzen ۱۹۸۵)) و ۱۹۸۶) Rajagopalan). Kim و ۱۹۹۱a) Yano) مسئله بارگذاری را به عنوان مسئله بسته بندی دوبعدی می بیند. این دو بعد محدود، تعداد شیارهای ابزار و زمان های پردازش عملیات هستند. عرض یک سطل ظرفیت و ارتفاع مخزن ماشین ابزار است و زمان پردازش بر روی دستگاه در دسترس است. الگوریتم های استدلالی

توسعه یافته برای مسئله بسته بندی دو بعدی برای مسئله بارگذاری آزمایش می شود، و نتایج به دست آمده در Kim و Yano (۱۹۹۱a) گزارش شده است.

به نظر می رسد یک ارتباط قوی بین بارگیری و برنامه ریزی زمان واقعی قطعات در FMS وجود دارد. در Stecke و Solberg (۱۹۸۱)، یک بررسی تجربی استراتژی های عملیاتی برای یک FMS کنترل شده با کامپیوتر گزارش شده است. این سیستم تحت مطالعه یک مورد واقعی شامل نه ماشین ، یک ایستگاه بازرسی و یک ناحیه ذخیره سازی متمرکز، تحت کنترل کامپیوتر و MHS با ارتباط داخلی است. یک مطالعه شبیه سازی دقیق برای تست گزینه های مختلف استراتژی های عامل به کار گرفته شد، که اساسا با سیاست های بارگذاری و کنترل جریان زمان واقعی ارتباط داشت. نتایج به دست آمده تعجب آور است. به حداقل رساندن تعداد جنبش های قطعات می تواند خیلی بهتر از تلاش برای تعادل بین حجم کار باشد، از اینرو زمان سفر از دستگاهی به دستگاه دیگر می تواند به میزان قابل توجهی کاهش یابد. همچنین، ادغام ماشین آلات و تکرار تکالیف عملیات عملکرد سیستم را بهبود می بخشد.

تعامل مسئله بارگذاری و برنامه ریزی قطعات برای پیاده سازی های FMS خاص در مقالات Tang و Denardo (۱۹۸۸a) بررسی شده است برای برخی از FMSs، ماشین آلات NC استفاده شده به تنظیم خوب در طول تغییر ابزار نیاز دارند، با چنین عملیات های ریزتنظیم که زمان قابل توجهی را نسبت به به زمان کار پردازش صرف می کند. با فرض اینکه تخصیص عملیات برای ماشین آلات و مجموعه عملیات پردازش داده در سیستم برای روز بعدی معین می شوند، نویسندگان به مسئله پیدا کردن دنباله بهینه عملیات هایی پرداخته اند که باید در ماشینی خاص پردازش شود. محدودیت عمده پیش رو، ظرفیت محدود مخزن ابزار دستگاه است، یعنی برای هر دنباله شغلی، یک تعداد مورد نیاز سوئیچ های ابزار مورد نیاز است. در Thang و Denardo (۱۹۸۸a) جستجو برای دنباله بهینه با هدف به حداقل رساندن تعداد سوئیچ های ابزار هدایت می شود که در پیاده سازی FMS با زمان قابل توجه تعویض ابزار قابل کاربرد است. مشاهده اساسی در این مقاله برای یک دنباله شغل معین برای سیاست تجهیز ابزار بهینه برای ماشین است (که به عنوان سریع ترین ابزار نگه داشتن مورد نیاز است (KTNS)) دارای خصوصیات زیر است:

(۱) در هر لحظه، هیچ ابزاری درج نمی شود، مگر آن که توسط کار بعدی لازم شود؛

(۲) اگر یک ابزار باید درج شود، ابزارهایی که حذف می شوند نیاز به سریعترین موارد مورد نیاز دارند.

یک روش اکتشافی، بر اساس مشاهدات فوق، برای این مسئله داده شده است. در Tang و ۱۹۸۸b) Denardo) مسئله مشابه تحت یک هدف متفاوت، که ابزار نمونه سوئیچینگ را به حداقل می رساند، ارائه شده است. چنین هدفی برای مکانیزمهای در اختیار داشتن ماشین آلات و ابزار سوئیچینگ برای انجام چندین سوئیچ ابزار به طور همزمان، با زمان های تغییر تقریبا ثابت و مستقل از تعداد ابزار سوئیچ در هر سوییچ لحظه ای، قابل اجرا است. شاخه تخصصی بهینه و روشی محدود برای حل این مسئله پیشنهاد شده است.

۳,۴ مسئله ترکیب مسیریابی

مسئله مسیریابی ترکیبی FMS تعیین این مورد است که کدام یک از این راه های عملی برای هر بخش از طریق سیستم تولید باید انتخاب شود و همچنین تعداد از واحدهای یک محصول خاص که باید در طول مسیرهای انتخاب شده تولید شود، کدام است. اصطلاح مسیر بخشی از طریق سیستم تولید معمولا به معنای دنباله ای از ایستگاه های کاری است که قطعه باید در جهت تکمیل پردازش مورد نیاز آن بازدید نماید. مسئله تریکیب مسیریابی بسیار مهم است زیرا روی انعطاف پذیری مسیریابی FMS، با قابلیت فوق العاده اهمیت برای برنامه ریزی برای کارآمد زمان واقعی سیستم خودکار تاثیر می گذارد. قبل از رفتن به یک بحث عمیق تر در مورد این مسئله و مفاهیم مرتبط با آن، جنبه های مدل سازی یک FMS حمایتی در بحث ما ارائه شده است. Chatterjee و همکاران. (۱۹۸۴) یک مدل عمومی را برای پرداختن به سیستم های ساخت، در میان دیگران، مسئله ترکیب مسیریابی ، با استفاده از برنامه نویسی ریاضی به عنوان رویکرد راه حل اولیه توسعه داده اند. آنها از عملیات واحد به عنوان واحد اساسی تجزیه و تحلیل بخش های عملیاتی استفاده نمودند. Kiran و ۱۹۸۵a) Tansel) تعریف دقیقی را از یک واحد عملیات به صورت زیر ارائه داده اند:

تبدیل ابتدایی یک شی ورودی به یک شی خروجی اساسا بدون وقفه. وقوع عملیات واحد، نیاز به وجود یک شی ورودی، ابزار، ماشین و احتمالا یک گیره دارد. وقفه در پایان عملیات واحد به واسطه نیاز به تغییر در حداقل یکی از این چهار عنصر بوجود می آید.

بر اساس مفهوم فوق برای عملیات واحد، Chatterjee و همکاران (۱۹۸۴) عملیات های قطعات را به صورت یک گراف بدون دور Gi(Ni,Ai) برای قطعه i برای ضبط قوانین توالی عملیات بخش خاص توصیف نموده اند، که در آن Ni = مجموعه عملیات های قطعه I و Ai مجموعه کمان های دارای شکل (j,k) است که در آن j و k عملیات هایی هستند که متعلق به Ni است و عملیات j باشد قبل از عملیات k صورت گیرد. با استفاده از ارائه تعریف مسیریابی قطعه i داریم

یک مرتبه بندی برای گره ها از گراف عملیات قطعه Gi که شامل تمام گره ها می شود و محدودیت های اولویت را نقض نمی کند.

می تواند ارائه شود. یک الگوریتم عالی برای توسعه مجموعه تمام مسیریابی ها به نام Ri، در مقاله chatterjee و همکاران (۱۹۸۴) ارائه شده است. یک اقدام انعطاف پذیری مسیریابی مناسب نیز ارائه شده است: انعطاف پذیری مسیریابی خاص:

این نویسندگان تمایل دارند تا نکته مهم مرتبط با انعطاف پذیری مسیریابی را مشخص نمایند. اندازه گیری انعطاف پذیری فوق یک جنبه از موضوع انعطاف پذیری مسیریابی را در نظر می گیرد، موردی مرتبط با فناوری استفاده شده به منظور فرآوری قطعه. با استفاده از یک فناوری معین، چند دنباله از عملیات ها وجود دارد که می توانیم به منظور تکمیل فرآوری قطعه انجام دهیم. اما مهمترین حنبه انعطاف پذیری مسیریابی، موردی است که ما در FMS خود ایجاد نموده ایم، موردی مرتبط با تخصیص مناسب عملیات ها و ابزارا برای ایستگاه های کاری (مسئله بارگذاری ماشین). چند انتساب برای یک عملیات به ایستگاه های کاری مختلف و ابزاربندی مناسب ماشین ها، انعطاف پذیری مسیریابی سیستم را افزایش می دهد. دیگر جنبه های انعطاف پذیری مسیریابی مرتبط با طراحی MHS است (برای بررسی بیشتر ۱۹۸۹ , ۱۹۸۶ Afentakis را ببینید).

Chaterjee و همکاران (۱۹۸۴) مسئله ترکیب مسیریابی را به صورت برنامه عددی ترکیبی فرموله نموده اند. دو مجموعه از متغیرهای تصمیم استفاده می شوند که یکی دارای متغیرهای دودویی مرتبط با انتخاب مسیرهای هر قطعه از طریق سیستم و دیگری مجموعه متغیرهای عددی نشاندهنده تعداد واحدهای یک نوع قطعه تولید مطابق با یک مسیریابی معین است. تصمیمات بهینه مبتنی بر سبگ سنگین کردن بین هزینه های تنظیم و هزینه های تولید متغیر در ایستگاه کاری هستند که محدودیت های ظرفیت را در نظر می گیرند و باید تقاضا برای نوع قطعه خاصی را برآورده سازد. تابع هدف می تواند برای قابلیت کاربرد کلی آن مورد سوال قرار گیرد، زیار مفهوم هزینه تنظیم در بیشتر پیاده سازی های FMS با توانمندیهای سوییچینگ اتومات ابزار، می تواند به آسانی ابزار را در ثانیه تبادل نماید که در درجه دوم اهمیت قرار دارد. علاوه بر این، فرمول پیشنهادی ارتباط مهم بین مسئله ترکیب مسیریابی و مسئله بارگذاری سیستم، یک جنبه انعطاف پذیری مسیریابی مهم در یک FMS را در نظر نمی گیرد.

مسئله ترکیب مسیریابی نیز به پدیده ادغام در FMS مرتبط است، یک موضوع اهمیت مهم ناشی از اثر مستقیم روی عملکرد سیستم. پرداختن به چنین ملاحظاتی به طور مناسب، Kinemiaو Greshwin (۱۹۸۵) یک رویه بهینه سازی جریان کاری شبکه را برای ارائه مفصل مدل خود به صورت زیر پیشنهاد دادند. دستور معرفی شده توسط این دو نفر به صورت زیر است

M تعداد ایستگاه های کاری

N تعداد انواع مختلف قطعات

Ki تعداد عملیات ها برای تکمیل یک نوع قطعه خاص

زمان تا کامل شدن عملیات k در مورد یک نوع قطعه i در ایستگاه کاری j

نرخ جریان قطعات i برای ایستگاه j در عملیات k

Ui نسبت تولید قطعات نوع i

کسر تولید کلی که از نوع i است

استفاده از ایستگاه کاری j

Y بردار نرخ های جریان

F(y) اندازه گیری عملکرد که باید ماکزیمم شود

بنابراین مسئله بهینه سازی جریان کلی برای FMS به صورت زیر است:

$$\max \mathbf{f(y)}$$
$$\text{s.t.}$$

$$\sum_{j=1}^{M} \mathbf{y}_{ij}^{k} = u_i \qquad \begin{matrix} k = 1, 2, \ldots, k_i \\ i = 1, 2, \ldots, N \end{matrix}$$

$$\sum_{i=1}^{N} u_i = R$$

$$u_i = \alpha_i R$$

$$\rho_j(\mathbf{y}) = \sum_{i=1}^{N} \sum_{k=1}^{k_i} \mathbf{y}_{ij}^{k} \tau_{ij}^{k} \quad j = 1, \ldots, M$$

$$\rho_j(\mathbf{y}) \leq 1$$

$$\mathbf{y}_{ij}^{k} \geq 0$$

نویسندگان یک روش لاگرانژ را در ترکیب با تجزیه دازینگ. ولف برای حل این مسئله پیشنهاد نمودند. این راه حل برنامه های بهینه ای را برای مسیریابی قطعات برای ماکزیمم نمودن اندازه گیری مناسب عملکرد ارائه می دهد که بیشتر زمان، خروجی تولید است.

روش بهینه سازی جریان Kinemia و Gershwin (۱۹۸۵) تلاشی برای تضمین از طریق محدودیت های مسئله است که پدیده تراکم در ایستگاه های کاری اجتناب می شود. بنابراین، به عنوان یک نتیجه، اندازه گیری های عملکرد نتیجه شده از یک مدل صف بندی مناسب معتبر است و می تواند به طور مفید تحت رویه بهینه سازی قرار گیرد. این فرمول، تعامل مسائل فرعی بارگذاری و مسیریابی را در نظر می گیرد.

دیگر مقاله ای که به مسئله مسیریابی پرداخته است، مقاله ای توسط Cassandras (۱۹۸۴) است. او یک دیدگاه سطح بالا از سیستم ساخت را به عنوان شبکه ای از ایتسگاه پیشنهاد می دهد که در آن عملیات های مختلف روی منابع حمل شده از ایستگاه ها مطابق با الزامات خاص انجام می شوند. قطعات، ابزارها و پالت ها نمونه هایی از چنین منابعی هستند. ایده فرمول مسئله آنها نسبتاً ساده است. محدودیت های این سمئله مواردی کلاسیک است که در مسئله بهینه سازی جریان شبکه یافت می شود: حفظ جریان، تصور منبع و یک سینک و نقض ننمودن محدودیت

های ظرفیت. هدف او: مینیمم نمودن زمان جریان. این فرمول از الگوی مسئله بهینه سازی جریان شبکه پیروی می کند.

همانطور که مکررا ذکر نمودیم، یک تعامل قوی بین مسائل فرعی برنامه ریزی FMS مختلف وجود دارد. به طور مشخص، مسئله ترکیب مسیریابی FMS به ترکیب محصول و مسائل بارگذاری مرتبط می شود. تلاش برای یکپارچه سازی مسائل فرعی برنامه ریزی مختلف FMS در همان برنامه ریاضی گزارش شده است. Kiran و Tansel (۱۹۸۵b) پنج مسئله فرعی را در مسئله تنظیم سیستم نامبرده ادغام نمودند. مجموعه ای از محدودیت های گنجانده شده در فرمول آنها به مسئله انتساب عملیات های می پردازد. واحد بنیادی تحلیل، عملیات واحد است. هر عملیات واحد باید به ماشینی منسوب شود که دارای توانمندی انجام آن است. اگر یک عملیات واحد به ماشینی منسوب شود، آنگاه آن ابزار که این عملیات را انجام می دهد باید به همان ماشین منسوب شود. این ایده ساده توسط مجموعه ای دیگر از محدودیت ها بیان شده است. محدودیت ها برای نقض ننمودن ظرفیت مخزن ابزار، در شکل غیرخطی معرفی شده توسط Stecke (۱۹۸۳) نیز گنجانده می شود. تمام مجموعه محدودیت های بالا، مشابه با محدودیت های مسئله بارگذاری stecke هستند. علاوه براین، محدودیت برای نقض ننمودن دسترس پذیری زمانی در هر ماشین استفاده می شود.

Kiran و Tansel (۱۹۸۵a) اهمیت پدیده تراکم را در FMS دریافتند و برای معرفی محدودیت ها به منظور اجتناب از آنها تلاش نمودند. روش مدلسازی آنها غیرمستقیم است. در تلاش برای اجتناب از این پدیده، آنها تعداد تغییرات ماشین را به حد بالایی (پارامتر خارجی) و همچنین تعداد تغییرات گیره محدود نمودند. شوق پشت این مورد، اجتناب از تاخیرات و حفظ ترافیک بین ایستگاه های کاری در سطحی پایین است.

یکی از متغیرهای تصمیم گیری آنها، تعداد قطعاتی است که باید از هر نوع آن تولید شود، به بیانی دیگر، مسئله ترکیب محصول به طور همزمان با موارد دیگر حل می شود. یک محدودیت که تعداد قطعات را محدود می کند که برای تولید همزمان انتخاب می شود نیز معرفی شده است. فرمول محدودیت، ارتباطات مسائل فرعی مختلف را در بر می گیرد.

هدف پیشنهادی، ماکزیمم نمودن تعداد کلی قطعات تولید شده در دوره برنامه ریزی است. این مدل دارای ساختاری است که می تواند بهره برداری شود. برای یک نمونه مسئله با ۱۰۰ نوع ابزار، ۳۵۰ عملیات، ۱۰۰ نوع قطعه و پنج ماشین به طور تقریبی ۴۰۰۰ متغیر تصمیم گیری و ۶۰۰۰ محدودیت هستند. آرامش مبتنی بر تکنیک های تجزیه پیشنهاد می شود.

۳,۵ دیگر مسائل برنامه نویسی در محیط FMS

Mazzola و همکاران (۱۹۸۹) یک مدل سلسله مراتبی را پیشنهاد نموده اند که برنامه ریزی تولید FMS را در محیط برنامه ریزی الزامات حلقه بسته ماده (MRP) یکپارچه سازی می کند. چارچوب آنها شامل یک سلسله مراتب سه سطحی شامل برنامه ریزی ظرفیت برش دقیق FMS/MRP، گروه بندی و بارگذاری و مسائل زمانبندی مفصل می شود. این نویسندگان به طور مفصل، دو سطح اول سلسله مراتب را آزمایش نمودند. برای مسئله برنامه ریزی ظرفیت برش تقریبی، آنها یک فرمول مسئله انتساب کلی را ارائه نموده اند و یک رویه ابتکاری را برای راه حل خود پیشنهاد می کنند. برای گروه بندی و بارگذاری، یک ابتکار دو فازه ارائه شده است. (۱۹۸۹) Mazzola ابتکار تقسیم بندی دسته ای را برای مسئله برنامه ریزی ظرفیت برش تقریبی FMS ارائه نموده است.

یک مسئله برنامه ریزی جالب در محیط FMS تخصیص فیکسچر به انواع قطعات مختلف است. با توجه به ترکیب محصول و عملیات های واحد مورد نیاز توسط هر نوع قطعه، تصمیم پیش روی این مورد، تخصیص تعداد بست ها به قطعات به گونه ای است که تمام عملیات های مورد نیاز بتوانند انجام شوند و یک هدف عملیاتی (معمولاً توان عملیاتی) بهینه سازی شود. مسئله تخصیص بست به عنوان بخشی از مدل کلی تر در Kiran و (۱۹۸۵a) Tansel مد نظر قرار گرفت. ساختار این فرمول، تشابه مهمی را برای مسئله انتساب به همراه می آورد (به بخش ۳,۳ مراجعه کنید).

Kusiak و (۱۹۸۸) Finke به مسئله قابل کاربرد برنامه ریزی فرآیند برای پیاده سازی FMS پرداختند. انعطاف پذیری ماشین های و سیستم هدایت مواد برای هر قطعه فرصتی را برای ساخته شدن توسط انواع برنامه های فرآیند

میسر می سازد (یعنی ترتیب عملیات ها). هر یک از برنامه های این فرایند نیاز به انواع خاصی از ابزارها و ادوات لازم (یعنی بست ها، نگهدارنده ها و تغذیه کننده ها) در مدت فرآیند ساخت دارد. این نویسندگان مدلی را برای انتخاب مجموعه ای برنامه های فرایند برای هر نوع قطعه با مینیمم هزینه متناظر و تعداد مینیمم ابزارها و ادوات لازم مورد نیاز پیشنهاد نموده اند. فرمول برنامه مویسیس عددی و نظری گراف برای این مسئله پیشنهاد شده است. چون الگوریتم های بهینه سازی در پرداختن به پیچیدگی محاسبایت مسائل اندازه واقعی ناموفق بوده اند، دو رویه ابتکاری کارامد و سرع برای حل این مسئله ارائه شده است.

Kiran و (۱۹۸۸) Krason، Grey و همکاران (۱۹۸۹) مدیریت ابزار را به عنوان موضوعی حیاتی برای عملکرد FMS ارائه دادند. (۱۹۸۸a) Stecke مطالعه ای موردی را برای مسائل عملیاتی یک FMS گزارش نموده اند که در ۱۹۸۹ عملیاتی شد و به عنوان برنامه ریزی کلیدی برای مسائل مدیریت ابزار شناسایی می شود. طبقه بندی موضوعات مرتبط برای مدیریت ابزار در Gray و همکاران (۱۹۸۹) ارائه شده است. چنین موضوعاتی شامل مدیریت ابزار یدکی، خط مشی های ذخیره ابزار، بارگذاری ابزار برای ماشین ها و بهینه سازی نرخ تغذیه/برش می شود.

Vinod و Sabbagh (۱۹۸۹) عملکرد FMS را تحت محدودیت های دسترس پذیری ابزار تحلیل نمودند. جنبه های دسترس ناپذیری توسط نیاز به ابزار جایگزین در یک ایستگاه کاری به علت هر یک یا ترکیبی از دلایل تحریک شده است: شکست ابزار، فرسودگی ابزار و خوردگی و به طور کلی عملکرد ضعیف ابزار (یعین پرداخت با کیفیت ضعیف، فقدان دقت ابعادی). روش مدلسازی این مسئله ساده است. زمان پردازش واقعی کار (یعنی زمان خدمات در یک گره CQN برای اهداف مدلسازی عملکرد) برای در نظر گرفتن زمان گسترش یافته مورد نیاز برای پردازش کارها ناشی از توقفات ایجاد شده توسط وقوع خرابی های ابزار اصلاح می شود. به منظور حفظ راه حل شکل محصول برای نتایج به دست آمده توسط یک نوع CAN-Q مدل، زمان میانگین پردازش کاری برای گنجاندن آماده سازی ابزار و زمان برش فرض می شود و هر ماشین در یک ایستگاه کاری خاص تنها نیاز به ابزاری برای پردازش یک کار دارد. با استفاده از تصور اضافی زیر pi = توزیع حالت پایدار دسترس پذیری ابزار در ایستگاه کاری i و ui(n) = نرخ پردازش وابسته به بار در ایستگاه کاری i زمانی که n کار منتظر برای پردازش وجود دارد، نرخ پردازش اصلاح شده یک کار

در ایستگاه کاری i، با ci ماشین یکسان و نرخ پردازش برای هر ماشین زمانی که ابزاربندی شود، ui، به صورت زیر است

$$\mu_i(n) = \sum_{l=1}^{n-1} \pi_i(l)\, l\mu_i^0$$

$$+ \sum_{l=n}^{c_i} \pi_i(l)\, n\mu_i^0 \qquad n = 1, \ldots, c_i$$

$$\mu_i(n) = \mu_i(n-1) \qquad n = c_i + 1, \ldots, N,$$

که در آن N چرخه زنی جمعیت کار در این سیستم است. به منظور محاسبه زمان های پردازش وابسته به بار برای توزیع حالت پایدار πi باید نتیجه شود. Vinod و Sabbagh (۱۹۸۶) استفاده از مدل صف بندی $\mathbf{M/M}/c_i/c_i + y_i$ را پیشنهاد نموده اند (که در آن yi = یدک های دردسترس برای ابزار استفاده شده در ایستگاه i) برای محاسبه πi که در آن زمان میانگین بین ورودها در مدل به عنوان زمان میانگین برای وقوع خرابی ابزار تفسیر می شود. فرض می شود که نرخ ورود و نرخ خدمات (یعنی ui) متغیرهای تصادفی نمایی باشند. برای بهینه سازی سطوح یدکی دردسترس برای هر ابزار با شکل شمارش جزئی واژه نگارانه استفاده می شود. Kusiak (۱۹۸۶b) چهار سیاست ذخیره اصلی ابزار را توصیف نموده اند که به موجب آن ابزار یدکی در مخزن ابزار یا در یک ناحیه ذخیره ابزار از راه دور یا هر دو ذخیره می شوند. بهینه سازی نرخ تغذیه/سرعت برای ماشین های انعطاف پذیری توسط Schweitzer و Seidmann (۱۹۸۸a و b) مطالعه شده است. با در نظر گرفتن مدل عملکرد شبکه صف بندی یک FMS، مشخصات نرخ تغذیه/سرعت برش روی نرخ های پردازش ماشین های انعطاف پذیری در یک ایستگاه کاری تاثیر می گذارد. این نویسندگان چندین روش بهینه سازی شبکه صف بندی غیرخطی را پیشنهاد نموده اند که مینیمم نرخ های پردازش هزینه را با توجه به توان عملیاتی مطلوب، سطح WIP و توابع هزینه ابزار تعیین می کند. یک نتیجه عملی و مفید برای کار بالا اینست که سیاست نرخ بهینه پردازش از تسریع مختصر نرخ های پردازش در چند ماشین تنگنا استفاده می کند، در حالیکه کاهش چشمگیر هزینه ابزار را توسط کم نمودن سرعت ها در ماشین های غیرتنگنا میسر می سازد.

۴. جهت گیری های تحقیقاتی بیشتر

۴,۱ مسائل طراحی FMS

هرچند، تلاش های تحقیقاتی قابل توجهی در توسعه مدل های تحلیلی برای طراحی FMS صرف شده است، تعداد بسیار کمی از آنها واقعاً به عنوان ابزار حمایتی تصمیم گیری عمده در مدت فاز طراحی چنین سیستم ساخت پیچیده ای استفاده می شوند. فاصله خالی بین تئوری ریاضی طراحی و عمل طراحی اغلب ناشی از عوامل زیر است.

۴,۱,۱ عدم حضور داده های ورودی برای مدل ها

بیشتر مدل های طراحی فرض می کنند که اطلاعات در مورد چنین ایتم هایی به عنوان الگوی تقاضا برای محصولات مختلف، تخمین ها برای منابع سیستم (ماشین ها، ابزارها، پالت ها، بست ها و غیره) قابلیت اطمینان منابع سیستم مستعد در وقوع خرابی (ماشین ها، سیستم هدایت مواد) نرخ های پردازش ماشین های انعطاف پذیری (یعنی ماشین هایی که می توانند گستره ای وسیع از عملیات ها را پردازش کنند و نتیجتاً نرخ پردازش آنها وابسته به ترکیب عملیاتی محصول و مجموعه تخصیص داده شده عملیات ها و ابزارها به آنها است)، ترکیب محصول عملیاتی در افق برنامه ریزی (با فرض پایدار بودن) و حتی طول افق برنامه ریزی، در مدت فاز اولیه طراحی FMS دردسترس است. این مورد به عنوان یک شوک برای بیشتر محققان تولید می آید، به خصوص افرادی که دارای تماس نزدیک با محیط های ساخت واقعی نیستند تا دریابند که بیشتر طراحان ساخت دارای داده های بالا نیستند و در برخی موارد آنها حتی روش های دقیق کافی برای اندازه گیری چنین ورودی هایی را حتی برای FMS های موجود ندارد (Elmaghraby ۱۹۸۷). مهندس طرح با چالش طراحی سیستم واقعی توانمند در هدایت ورودی های تصادفی، ترکیبات تولید متغیر، تغییرات فناوری های پردازشی، نرخ های پردازش غیرتعیین کننده و مسیریابی های احتمالی برای گستره وسیعی از محصولات حرکت کننده از طریق سیستم روی زمان روبرو است.

۴,۱,۲ بی دقتی داده ها

حتی برای موارد اندک که در آن برخی از داده های بالا دردسترس است، این مورد بسیار بی دقت است. این مورد ممکن است به استفاده از روش مقایسه تاریخی منتج شود (یعنی داده ها از FMS مشابه موجود از قبل) که ممکن است برای FMS مفید نباشد تا به الزامات تولید بازارهای مختلف پاسخ دهد یا بی دقیت پیش بینی مورد انتظار ناشی از طول گسترده افق های برنامه ریزی استفاده شده برای مقاصد طراحی. برای بدتر شدن همه چیز، چرخه های کوتاه عمر محصول برای برخی مصحولات و ماهیت در حال تغییر مداوم فناوری های پردازش در FMS معین مرتبط با صنایع، قابلیت کاربرد تکنیک های پیش بینی دقیق را محدود می کند (سری های زمانی پیش بینی شده، مدل های اقتصادی و غیره). در بیشتر موارد، طراح FMS با گستره خاصی روبرو می شود که در آن پارامترهای ورودی ممکن است در آن قرار گیرند و در تعداد کمی از موارد، ممکن است طراح قادر به توصیف توزیعات احتمال برای مقادیر پارامتر ورودی روی چنین گستره ای باشد. اکثریت مدل های طراحی FMS توصیف شده قبلی، اغلب ناشی از ماهیت ترکیبی ذاتی مسائل مرتبط و استفاده از یک روش بهینه سازی، برای آسان نمودن تحلیل حساسیت جوابگو نیستند که در آن تغییرات همزمان برای چندین پارامتر ورودی نیاز می شود.

۴,۱,۳ ناتوانی الگوریتم های پیشنهادی برای پرداختن به مسائل اندازه واقعی

این مورد عمدتاً ناشی از ماهیت ترکیبی پیچیده ذاتی مسائل طراحی و توانمندی پردازش محدود فناوری رایانه ای دردسترس است. این مورد هیچ آسودگی را برای طراحی FMS که باید مطلع باشد که بیشتر مسائل طراحی FMS NP-کامل هستند، فراهم نمی سازد. آنچه طراحی FMS نیاز دارد، طرح های محکم است که عملکرد عملیاتی مناسب و دقیق را برای گستره ای وسیع از داده های ورودی فراهم می کند.

۴,۱,۴ فقدان یکپارچه سازی مسئله فرعی

در نوشته های FMS، طرح های مختلف مسائل فرعی به طور مستقل در نظر گرفته شده اند و تنها چند تلاش برای ارتباط برخی از آنها صورت گرفته است. اما طراحی این سیستم تولید یکپارچه است که مشکلی است که یک مهندس FMS با آن مواجه است، نیاز به ارتباط مشکلات فرعی مختلف دارد. روش های بهبود برای راه حل های مختلف طراحی مشکلات فرعی، زمانی که تعامل قابل توجه بین آنها وجود دارد، دلالت بر بهینگی طراحی FMS حاصل ندارد. به عنوان مثال، تعامل قابل توجهی بین انتخاب دستگاه و مشکل طرح وجود دارد.مجموعه ای یکسان از پیکربندی های متفاوت طرح منجر به توان های عملیاتی مختلف سیستم می شود (Solberg و Nof، ۱۹۸۰ و Kouvelis و Kiran، ۱۹۹۱)، و برای همان طرح تعیین تعداد دستگاه ها از انواع ماشین های مختلف (حتی اگر کل تعداد دستگاه های موجود در این سیستم پیش تعیین شده باشد) به طور قابل توجهی روی عملکرد عملیاتی FMS تاثیر می گذارد. Kouvelis)، ۱۹۸۸).

مدل FMS موجود یک گام با ارزش را برای اولین بار در شناسایی واضح و ساختاربندی مربوط به مشکلات طراحی FMS فراهم نمود. اما بیشتر تلاش های تحقیقاتی شدید در پرداختن به مسائلی که قبلا ذکر شد مورد نیاز است که قابلیت کاربرد برخی از مدل های موجود را محدود می کند. نیاز قابل توجهی به ترکیب جنبه های مشخصه پارامتر ورودی نادرست برای مشکل طراحی در مدل های مناسب، و بنابراین تلاش برای توسعه روش های راه حل وجود دارد که منجر به طرح های قوی در یک طیف گسترده ای از نمونه های ورودی می شود. در بسیاری از موارد که مکن است دلالت بر ترک روش های بهینه سازی سخت برای استفاده از ابتکار کارآمد داشته باشد (و به دقت محدود شده از لحاظ انحراف از بهینگی) که تولید نتایج حساسیت برای طیف گسترده ای از مقادیر ورودی را تسهیل می کند (برای نمونه ای از چنین رویکردی به Bitran و Tirupati (b۱۹۸۹) مراجعه کنید). علاوه بر تجزیه و تحلیل حساسیت و بهینگی سنتی، ممکن است استفاده از روش های غیر سنتی که برای توسعه الگوریتم های قادر به ساخت راه حل هایی تلاش می کنند که نزدیک به بهینگی برای همه و یا بسیاری از موارد مشکل است، لازم باشد، که در آن هر نمونه از مشکل توسط یک نمونه خاص از رشته ورودی تعریف می شود. نمونه ای از چنین رویکردی را هر چند برای کلاس های مختلف مسئله ارائه شده است، می توان در Tansel و ۱۹۸۸) Scheuenstuhl) یافت.

ادغام مسائل فرعی طراحی یک موضوع پژوهش چالش برانگیز است. با توجه به اندازه و پیچیدگی از طراحی منحصر به فرد مسائل فرعی، به نظر نمی رسد توسعه و راه حل مدل ترکیبی یکپارچه تک در اندازه بزرگ، پژوهش سودآوری باشد. نیاز برای توسعه یک سیستم در مقیاس بزرگ برای یک مدل FMS وجود دارد که شامل اجزای مختلف (مدل های فرعی) می شود. چنین مدلی باید قادر به توصیف FMS هر دو در یک سطح اطلاعات جمعی و مفصل باشد، اگر برای برآورده سازی نیازهای مرحله طراحی مورد استفاده قرار گیرد. البته، چنین مدل سیستم در مقیاس بزرگ دارای پیچیدگی های ریاضی مهمی است. موضوع پژوهش بسیار مهم، توسعه ساختار تصمیم گیری سلسله مراتبی مناسب است. چنین طرح تجزیه ای باید از یک طرف تعامل مشکل فرعی را تشخیص دهد در حالی که از سوی دیگر باید به مسائل فرعی را تولید کند که از لحاظ محاسباتی سر براه هستن. یک روش، پایه گذاری تجزیه در مورد مشکلات فرعی قبلاً ارائه شده است. جستجو برای یک هدف مناسب برای هر مسئله فرعی، موردی که با اهداف طراحی سیستم کل همه سازگار است، در موردی است که هدف فوری است. دنباله ای که در آن مسائل فرعی مختلف باشد به منظور به حداقل رساندن انحراف از راه حل مطلوب حل شوند، (و یا نزدیک به بهینگی) نیز باید مشخص باشند.

توسعه چارچوب مدل سازی عمومی برای FMS را می توان برای ارائه نتایج مهم دیگر مورد استفاده قرار داد. برای مثال، تلاش برای تعریف دقت برخی از مفاهیم مختلف انعطاف پذیری مرتبط با FMS (برای اشاره به مفهوم انعطاف پذیری را ببینید Mandelbaum (۱۹۷۸)، (۱۹۸۲) Buzacott، ۱۹۸۲) Zelenovic)، براون و همکاران (۱۹۸۴)، ۱۹۸۴) Jaikumar)، آدلر (۱۹۸۵)، ۱۹۸۵) Kusiak) Lasserre، و ۱۹۸۵) Roubellat)) می تواند بسیار مفید می باشد. بویژه بررسی روشی که تصمیم گیری های مختلف طرح (یا افزایش) جنبه های مختلف انعطاف پذیری FMS را محدود می کند، مورد نظر است. اولین گام در این راستا توسط ۱۹۸۶) Afentakis و ۱۹۸۹) ارائه شده است.

MHS خودکار از اجزای مهم در FMS است، زیرا ازدحام در MHS به طور قابل توجهی ظرفیت یک سیستم بسیار پیوسته از ایستگاه های کاری مانند FMS را محدود می کند. مدل MHS در نوشته های FMS با استفاده از مدل دانه ها انجام شده است (عمدتا CQNs). در نظر ما، مسائل طراحی MHS داراییک ارتباط قوی با مشکلات موجود

کوتاه مدت (عملیاتی) در کنترل مواد FMS است. در نتیجه، یک مدل تجمعی مانند یک CQN، در پرداختن به این مسائل مناسب نیست. متاسفانه، کار کمی در جهت توسعه مدل های دقیق برای طراحی MHS در FMS انجام شده است. بسیاری از دانش های موجود برای طراحی این سیستم از پژوهش های انجام شده گسترده تر هدایت مواد می آید که معمولا به مسائل مربوط MHS در زمینه های مختلف تولید FMS می پردازد. نیاز به توسعه مدل های جدید، روش ها و تکنیک هایی که روی الزامات منحصر به فرد کنترل FMS تمرکز می کنند عمدتا به دلیل انعطاف پذیری فوق العاده ای نیاز به چنین سیستمی، آشکار است.

۴,۲. مشکلات برنامه ریزی FMS

برخی از عواملی که قبلا به عنوان محدود کننده قابلیت کاربرد تئوری طراحی ریاضی برای تمرین واقعی مورد بحث قرار گرفته است، نیز در حال حاضر در مورد مشکلات برنامه ریزی FMS وجود دارند. افق زمان کوتاه تر و در دسترس بودن اطلاعات آنلاین، که به عنوان یک عارضه جانبی چالش برای مدیریت کارآمد اطلاعات را در محیط FMS را ایجاد می کند، اثرات در دسترس نبودن داده و عدم دقت در کاربرد مدل های توسعه یافته برای مسائل برنامه ریزی FMS را محدود می کند. اما پیچیدگی محاسباتی الگوریتم پیشنهادی، عدم محاسبات قوی و عدم برنامه ریزی یکپارچه سازی مسائل فرعی هنوز هم در حال حاضر وجود دارند، و وزن های سنگین تری را در محدود کردن موفقیت مدل های تحقیق در عملیات در پرداختن به عامل فوری محیط FMS حمل می کنند. ما می خواهم به تحقیق در عملیات مبتنی بر مدل های برنامه ریزی اشاره کنیم که طور گسترده ای در عمل نسبت به مدل های طراحی مربوطه برای مثال در برنامه های کاربردی اشاره شده Stecke (۱۹۸۸a) اجرا می شوند.

مدیر FMS نیاز به الگوریتم هایی دارد (و یا عامل سیاست) که در موقع خوبی، به مشکلات عملیاتی در تولید به شدت ناپایدار محیط پاسخ می دهند. در بسیاری از موارد حتی دانش در مورد پاسخ عملی برای یک مشکل عملیاتی برای اهداف عملی کافی است. چنین مثالی مشکل بارگذاری FMS است. پیدا کردن تخصیص عملی عملیات و ابزارها به ماشین ها تحت محدودیت های ظرفیت مخزن ابزار و / یا دردسترس بودن زمان دقیق ماشین در یک افق کوتاه

یک مشکل چالش برانگیز است و در اغلب موارد همه آن چیزی است که اپراتور FMS می خواهد (Stecke، ۱۹۸۸a). این واقعیت بر نیاز برای الگوریتم های استدلالی کارآمد برای مسائل برنامه ریزی تاکید می کند که از ساختار خاص طراحی شده بهره برداری می کنند. زمانی که افق برنامه ریزی کوتاهتر می شود، بهره وری محاسباتی و تولید راه حل عملی باید انحراف از بهینگی را به عنوان معیارهای هدایت کننده برای طراحی ابتکار وزندهی نماید.

تحقیقاتی که به مسائل فرعی برنامه ریزی مختلف FMS پرداخته اند، باید ادامه پیدا کنند، زیرا چنین تحقیقاتی بینش با ارزشی را در مورد تعدادی از مسائل کلیدی برنامه ریزی فراهم می کند. اگر چه برخی از مسائل فرعی برنامه ریزی FMS قبلا به مدلهای پژوهش عملیاتی فرموله شده و روش های راه حل پیشنهاد شده اند، آنها نمی توانند مسائل بسته را در نظر گیرند. تلاش برای سوال از اهداف آنها و حتی فرموله نمودن مشکل، زمانی که دلایل دقیق برای انجام این کار وجود داشته باشد، می تواند بسیار مفید می باشد برای درک این مشکلات پیچیده است. برای به عنوان مثال، برای مشکل بارگذاری FMS توابع مختلف هدف مناسب برای فرموله نمودن مسئله برنامه ریزی عددی مناسب پیشنهاد شده است. سوال جالب این تحقیق از شناسایی ویژگی های خاص پیاده سازی FMS که باعث می شود هدف عملیاتی آنها بر دیگران ترجیح داده شود، و حتی با وضوح بیشتری مواردی را ایجاد کند که برای تولید یک راه حل عملی در مقاصد عملی برای مسائل برنامه ریزی کوتاه مدت تولید FMS کافی است.

با اشاره و ساختاربندی مناسب برنامه ریزی جدید، مسائل خاص محیط FMS و یا در بعضی از موارد پیاده سازی خاص FMS یکی دیگر از جهت های تحقیقاتی معتبر است. در Buzacott و Yao (۱۹۸۶) نیاز به مدل سازی، طراحی و درک درستی از محدودیت های عملیاتی، که وجود مرکزی سیستم تحویل ابزار است، ممکن است برای برخی از پیاده سازی های FMS تحمیل شود. هنوز هیچ نتیجه معنی داری در این مشکل ظاهر نشده است. ما می خواهیم بیشتر به ماهیت مشکلات برنامه ریزی خاص اشاره کنیم، و ما به عنوان مثال مسئله بارگذاری را استفاده کنیم که برای پیاده سازی FMS با ابزار سیستم تحویل مرکزی متفاوت است. تنگی محدودیت ظرفیت مخزن ابزار آرام است، از اینرو این ابزار نباید روی دستگاه در کل زمان قرار گیرد. همه آنچه لازم اینست که ابزار لازم برای یک عملیات خاص قبل از اینکه عملیات دستگاه آغاز شود، تحویل داده شود. همانطور که می تواند به راحتی قابل فهم

باشد، پدیده تراکم سیستم تحویل ابزار دارای اهمیت حیاتی است. همچنین، موضوع تعیین ابزار که به طور مداوم بر روی دستگاه های مختلف قرار داده شده و مواردی که قرار است در فروشگاه ابزار مرکزی ذخیره شود نیاز به تحقیق دارد. سودمندی سیاست های به اشتراک گذاری ابزار برای چنین پیاده سازی FMS باید مد نظر قرار گیرد.

مدل هایی که به تعامل مسائل فرعی برنامه ریزی می پردازند، توسعه یافته اند (Kiran و Tansel، ۱۹۸۵a و Rajagopalan، ۱۹۸۶). فرمولاسیون برنامه نویسی ریاضی با پیچیدگی ترکیبی مواجه است. تست بهره وری طرح تجزیه سلسله مراتبی مختلف برای مشکل برنامه ریزی کوتاه مدت یکپارچه FMS (که معمولا به عنوان مسئله تنظیم FMS مورد اشاره قرار می گیرد) مورد نیاز است. توسعه روش های اکتشافی برای کل مشکل و یا برای هر مشکل فرعی فردی، نیز باید تلاش تحقیقات بیشتری را جذب خود کند. برای مورد دوم، طرح های تکرار شونده، که نتایج اکتشافی مشکلات فرعی را ترکیب می کنند و در جهت بهبود ارزش عملکرد راه حل برنامه ریزی تلاش می کنند باید توسعه یابند.

درک مشکلات برنامه ریزی کوتاه مدت FMS یک لینک بسیار مهم و اساسی در درک FMSs است. به منظور طراحی بهینه FMSs ما اول باید درک کنیم که چگونه ما به طور کارآمد منابع سیستم را در برنامه ریزی افق دید کوتاه مدت اختصاص دهیم، و به منظور عمل و کنترل FMS موثر ما نیاز به درک این مورد داریم که چه محدودیت های انعطاف پذیری هستند که تصمیمات برنامه ریزی کوتاه مدت در عملیات در زمان واقعی سیستم تحمیل می کنند. با امیدواری، فعالیت های تحقیقاتی در آینده بینش بیشتری را به این مسائل فراهم می کند.

ترجمه فا
TarjomeFa.Com

این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

✔ لیست مقالات ترجمه شده

✔ لیست مقالات ترجمه شده رایگان

✔ لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی