



Group Technology , Models & Algorithms



اثرات تکنولوژی گروهی

- کاهش Lead Time ۸۸٪ - ۲۰
- کاهش کار در جریان ۸۸٪ - تا
- کاهش نیروی انسانی ۲۵٪ - ۱۵
- کاهش ابزار ۳۰٪ - ۲۰
- کاهش ضایعات و دوباره کاری ۷۵٪ - ۱۵
- کاهش زمان تنظیم ۶۰٪ - ۲۰
- کاهش زمان تحویل ۱۳۰٪ - ۱۳
- بهبود روابط انسانی
- کاهش کارهای اداری و استفاده از کاغذ



الگوریتهای مسئله GT

Lecture 6

- طبقه بندی
 - روش مشاهده : قطعات به دلیل مشابهت و شکل گروه بندی میشوند
 - روش کدینگ : شکل ، پیچیدگی ، انبار ، نوع مواد ، شکل مواد اولیه ، دقت محصول نهایی
- تحلیل Cluster : گروه بندی براساس ویژگیهای اجزا (Object) است
 - استقرار فیزیکی ماشین آلات
 - استقرار منطقی ماشین آلات



فرموله کردن مسئله GT

Lecture 6

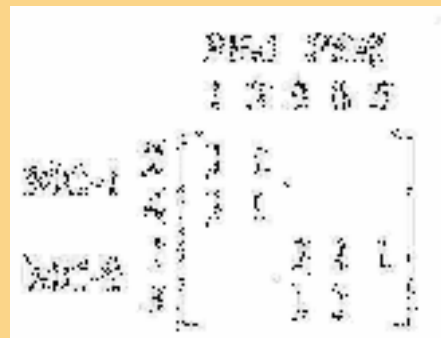
- Matrix Formulation
- Mathematical Programming Formulation
- Group Formulation

فرموله کردن ماتریسی - ۱

- a_{ij} : ماشین i مورد استفاده برای فرآیند قطعه j
- $a_{ij} = 0$: عدم استفاده ماشین i بر روی قطعه j
- $a_{ij} = 1$: استفاده ماشین i بر روی قطعه j

Part numbers

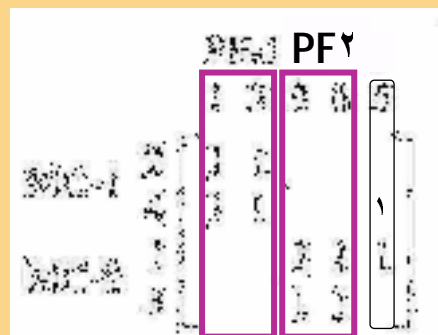
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------|---|---|---|---|---|
| Machine numbers | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | | | |
| 3 | | | 1 | 1 | |
| 4 | | | | | 1 |



مثال با تغییر فرآیند قطعه ۵

Part numbers

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------|---|---|---|---|---|
| Machine numbers | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | | | |
| 3 | | | 1 | 1 | |
| 4 | | | | | 1 |



فرموله کردن ماتریسی - ۲

- حل مسائل به روش ماتریسی به دو گروه جواب میرسد :
 - گروههای کاملاً جداپذیر
 - گروههای جداپذیر نسبی
- قطعه ۵ قابل جدا شدن به خانواده نیست
- راه حل‌های زیر پیشنهاد میگردد : (برای قطعه ۵)
 - در یک Cell کار شده و به Cell دیگر ارسال شود
 - در یک بخش وظیفه ای ماشینکاری شود
 - به پیمانکار فرعی ارجاع شود

الگوریتهای حل به روش فرموله کردن ماتریسی

- روش ضرایب مشابه

$$z_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n \delta_k(a_{ik}, a_{jk})}{\sum_{k=1}^n \delta_k(a_{ik}, a_{jk})}$$

$$\delta_k(a_{ik}, a_{jk}) = \begin{cases} 1 & \text{if } a_{ik} = a_{jk} = 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\delta_k(a_{ik}, a_{jk}) = \begin{cases} 0 & \text{if } a_{ik} = a_{jk} = 1 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

n = the number of parts.



الگوریتم Bond - Energy

Lecture 6

| Machine number | Part number | | | | Machine number | Part number | | | |
|----------------|-------------|---|---|---|----------------|-------------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | ME = 0 | | | | | ME = 4 | | | |



سایر الگوریتمها

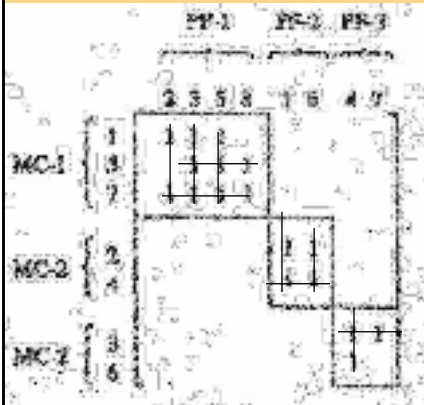
Lecture 6

- Cost Based Method
- Cluster Identification Algorithm
- الگوریتم در جهت ایجاد سلولهای کاملاً جداپذیر است
 - یک سطر انتخاب میشود
 - در کلیه سلولهای دارای عدد یک، یک ستون انتخاب میشود
 - برای کلیه مواردیکه خط از روی عدد یک رد شده است سطر انتخاب میشود
 - کلیه مواردیکه در سطر و ستون علامت خورده اند در یک گروه قرار میگیرند



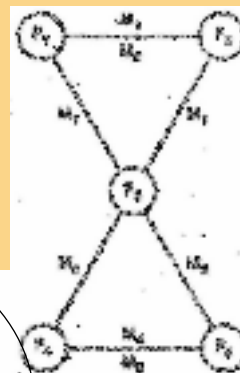
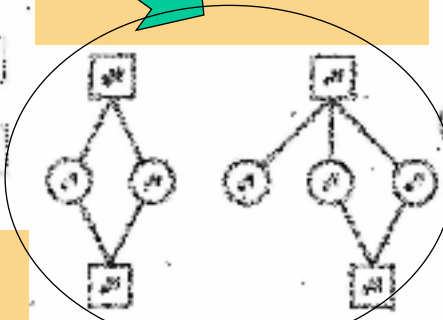
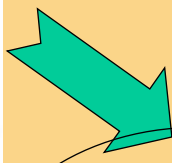
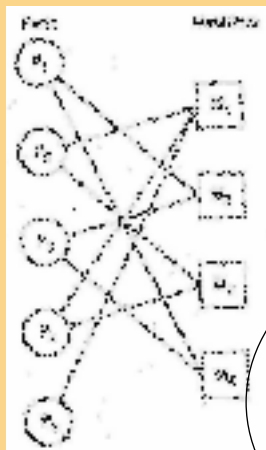
Cluster Identification الگوریتم

Lecture 6



Graph روش

Lecture 6





جدول مقایسه ای الگوریتمهای GT

| GT Problem Transformation | Constraints | | Cost Coordination | Specialty Grouping Algorithms |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------|--|
| | Limited Number of Part Families | Limited Number of Parts in the Family | | |
| Abel's | No | No | No | McConnell, Schwilke, and Wight (1962), Elgin, Chou, and Hoque (1973), Elat and Hoque (1976), King (1982), Chou and Mahor (1982), Sorial (1983) |
| | No | No | Yes | Arif and Subramanian (1997) |
| | No | Yes | Yes | Sorial and Chou (1983) |
| Mathematical programming | No | No | No | Karak (1985) |
| | Yes | Yes | No | Karak, Yoncali, and Koculu (1986) |
| Heuristic methods | No | No | Yes | Karak (1987) |
| | No | No | No | Lin, Vogt, and Wight (1962), Vercellii and Sorial (1986) |



Computer Aided Layout



طبقه بندی الگوریتمها

- الگوریتمهای استقرار براساس ورودی قابل طبقه بندی هستند
 - ورودیهای کیفی (نمودار ارتباطات)
 - ورودیهای کمی (ماتریس جریان)
- الگوریتمهای استقرار براساس هدف نیز قابل طبقه بندی هستند
 - حداقل کردن مجموع (جریان × فاصله) (براساس ماتریس جریان)
 - حداکثر کردن امتیاز همجواری (براساس نمودار ارتباطات)



Common Process Layout Design

A heuristic rule for minimizing the transportation costs can be assigning work centers with the greatest work flow first to locations that are closest to each other.

| From | To | LOCATION | | |
|------|----|----------|----|----|
| | | A | B | C |
| A | | - | 20 | 40 |
| B | | 20 | - | 30 |
| C | | 40 | 30 | - |

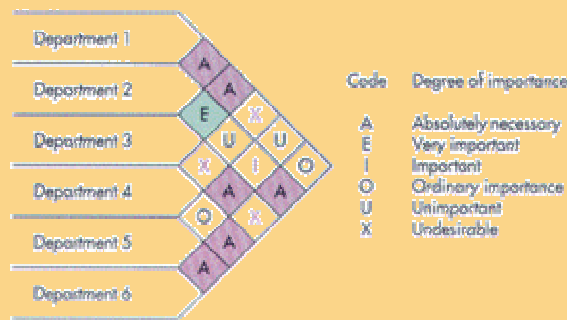
From-To Chart

| From | To | DEPARTMENT | | |
|------|----|------------|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | | - | 10 | 80 |
| 2 | | 20 | - | 30 |
| 3 | | 90 | 70 | - |

Work Center Workflow

Process Layout Design

Subjective input from analysis and managers to indicate the relative importance of each combination of work center pairs.
(Richard Muther and John Wheeler, 1962)



روشهاي استقرار كامپيو تری

- الگوریتهای کامپیوتری براساس نوع فرم خروجی
 - گسسته (ضرایبی از مربع کوچک)
 - پیوسته
- شکلهاي ارایه شونده توسط کامپیوتر از اهمیت برخوردار است و نکات زیر مهم هستند
 - دپارتمان یکپارچه یا خرد شده (Split)
 - طرحهای T، U، ...
- الگوریتهای کامپیوتری از نظر وظیفه اصلی نیز طبقه بندی میشوند:
 - الگوریتم بهبود دهنده
 - الگوریتم ایجاد کننده



CRAFT (computerized Relative Allocation of Facilities Technique)

Lecture 6

- براساس نمودار From - To و حداقل کردن هزینه جریان
- الگوریتم بهبود دهنده
- براساس مرکز ثقل هر دپارتمان عمل میکند
- هر ترکیب دو یا سه تایی را برای تغییر محاسبه میکند
- پایان الگوریتم OPT - 2 یا OPT - 3 نامیده میشود و براساس ترکیب دو یا سه تایی تعیین میگردد
- Split مجاز نیست لذا انتخاب براساس دپارتمان مجاور و یا هم اندازه امکانپذیر است
- فقط برای دپارتمانهای مستطیلی قابل استفاده است چون در U یا T مرکز خارج از دپارتمان است



CRAFT (computerized Relative Allocation of Facilities Technique)

Lecture 6

- استفاده از دپارتمان موهومی (Dummy) برای ایجاد اشکال مختلف امکانپذیر است
 - راهرو
 - پر کردن فضاهای خالی دپارتمانها
 - ایجاد فضاهای طرح و توسعه
- برخی از دپارتمانها را میتوان ثابت نگه داشت
- روش بهبود یافته MCRAFT محدودیت تغییر دپارتمانهای هم اندازه یا مجاور را ندارد
 - با هر تغییر سایر دپارتمانها را نیز تغییر میدهد
 - شکل ورودی در این حالت به صورت سطر و ستون داده میشود
 - عرض مبنا برای دپارتمانها بایستی تعیین گردد و هیچ دپارتمانی از یک عرض مبنا کمتر نبایستی باشد (Band)



Bloc Plan

Lecture 6

- این روش شبیه MCRAFT است با این تفاوت که از نمودار ارتباط استفاده میکند
- این الگوریتم هم سازنده و هم بهبود دهنده است
- هر دپارتمان به یک یا دو ردیف یا حداکثر سه ردیف (Band) تخصیص می یابد و اندازه طول دپارتمان تعیین میگردد
- این الگوریتم براساس نمودار From - To نیز کار میکند



MIP (Mixed Integer Programming)

Lecture 6

- الگوریتم سازنده است

$$\text{Minimize } z = \sum_i \sum_j f_{ij} c_{ij} (|\alpha_i - \alpha_j| + |\beta_i - \beta_j|) \quad (8.5)$$

$$\text{Subject to: } L_i^x \leq (x_i^* - x_i') \leq U_i^x \quad \text{for all } i \quad (8.6)$$

$$W_i^y \leq (y_i^* - y_i') \leq W_i^y \quad \text{for all } i \quad (8.7)$$

$$(x_i^* - x_i')(y_i^* - y_i') = A_i \quad \text{for all } i \quad (8.8)$$

$$0 \leq x_i^* \leq x_i' \leq B_x \quad \text{for all } i \quad (8.9)$$

$$0 \leq y_i^* \leq y_i' \leq B_y \quad \text{for all } i \quad (8.10)$$

$$\alpha_i = 0.5x_i^* + 0.5x_i' \quad \text{for all } i \quad (8.11)$$

$$\beta_i = 0.5y_i^* + 0.5y_i' \quad \text{for all } i \quad (8.12)$$

$$x_j^* \leq x_i^* + M(1 - z_{ij}^x) \quad \text{for all } i \text{ and } j, i \neq j \quad (8.13)$$

$$y_j^* \leq y_i^* + M(1 - z_{ij}^y) \quad \text{for all } i \text{ and } j, i \neq j \quad (8.14)$$

$$z_{ij}^x + z_{ji}^x + z_{ij}^y + z_{ji}^y \geq 1 \quad \text{for all } i \text{ and } j, i < j \quad (8.15)$$

$$\alpha_i, \beta_i \geq 0 \quad \text{for all } i \quad (8.16)$$

$$x_i^*, x_i', y_i^*, y_i' \geq 0 \quad \text{for all } i \quad (8.17)$$

$$z_{ij}^x, z_{ij}^y \in \{0, 1\} \text{ integer} \quad \text{for all } i \text{ and } j, i \neq j \quad (8.18)$$



LOGIC (Layout Optimization with Guillotine Induced Cuts) Lecture 6

- از نمودار From - To استفاده میشود
- دپارتمانها مربع مستطیل هستند
- تابع هدف، تابع هزینه جریان است
- در این روش از برش طولی و عرضی استفاده میشود
 - به ازای هر برش عرضی دپارتمانها در سمت راست یا چپ قرار میگیرند
 - به ازای هر برش طولی دپارتمانها در بالا یا پایین قرار میگیرند
- هر دپارتمان جدید بوجود آمده مجددا برش طولی یا عرضی میخورد



MULTIPLE (Multi-Floor Plant Layout Evaluation) Lecture 6

- مانند CRAFT از نمودار From - To استفاده میکند
- دپارتمانها محدود به مربع مستطیل نیستند
- الگوریتم بهبود دهنده است
- این الگوریتم بر مبنای روش یک ریاضیدان ایتالیایی با بکارگیری SFC (Space Filling Curves) است
- توالی یک طرح استقرار با ایجاد یک برداری برای نقاط گوشه ای طرح بدست می آید
- روشی مانند CRAFT است با این تفاوت که هر دو دپارتمان را میتواند جایگزین نماید
- جواب بهتر پیدا کردن برای Multiple نسبت به CRAFT پیش بینی نمیشود



مشکل دپارتمانها و راهروها

- معیارهایی برای کنترل شکل تعریف شده است :
- کوچکترین مستطیل که دپارتمان را پوشش دهد
(SER : Smallest - Enclosing - Rectangle)
- هر چه شکل غیرمنظم شود نسبت SER به مساحت دپارتمان بزرگتر است
- نسبت طول بزرگتر SER به سمت کوچکتر با غیرمنظم شدن افزایش می یابد
- نسبت محیط به مساحت با غیرمنظم شدن افزایش می یابد
- اعمال محدودیت در شکل به الگوریتمها از پیدا کردن جوابهای بهتر جلوگیری میکند
- ممکن است در CRAFT یا ... پس از یک مرحله، جواب بعدی شکل مناسب را نیز داشته باشد



Algorithms)

- این الگوریتمها سازنده و بهبود دهنده هستند
- الگوریتمهای SA بر روشهای بهبود جزئی برتری دارند چرا که گاهی راه حل‌های غیر بهبود دهنده را برای جلوگیری از رسیدن به جواب بهینه محلی قبول میکنند
- مفهوم آنیلنگ به این دلیل است که ابتدا به یک نقطه حرارت داده شده و سپس به آرامی سرد میشود پیدا کردن نقاط بهینه به این دلیل است که حول یک نقطه به آرامی ارزیابی نقاط بهینه محلی بعمل آید
- الگوریتمهای ژنتیک نیز کاربردهایی در یافتن جواب بهینه پیدا کرده اند



Flexible Machining & Assembly system