Aufgabe Schichtplanung für 3 Bänder und 5 Arbeitstage

Sie sollen den Schichtplan für Ihre 3 Produktionslinien und 5 Tage (1 Schicht pro Tag) erstellen.
Gegeben sind n Aufträge i mit Dauer D_i und Fertigstellungstermin T_i.
Gesucht ist eine Verteilung dieser Aufträge auf die 3*5 = 15 Schichten, so dass

- möglichst alle Aufträge in der Arbeitswoche erledigt werden und die Gesamtsumme der Verspätungen gegenüber dem Fertigstellungstermin möglichst klein ist
- unter der Nebenbedingung, dass jeder Auftrag innerhalb einer Schicht ausgeführt werden muss und die Schichtlänge nicht 8 Stunden überschreitet

A) Modellieren Sie dieses Planungsproblem

(i) Genstring bzw. Repräsentation der Lösung und deren Dekodierung
(ii) Zielfunktion (Strafkosten für Verspätungen und für unerledigte Aufträge)
(iii) Zulässigkeit

B) Welche Mutationsoperatoren sind hier sinnvoll?

Lösung Binär

(i) Binärkodierung mit $x_{imt} = 1 \Leftrightarrow$ Auftrag i auf Maschine m an Arbeitstag t

(ii) Zielfunktion $f(x) = \lambda$*Verspätung (x) + $(1-\lambda)$* Unerledigt (x)
Verspätung (x) = $\Sigma_i \Sigma_m \Sigma_{t>Ti} \; x_{imt} * \max\{t - T_i, 0\}$
Unerledigt (x) = $\Sigma_i D_i * (1 - \Sigma_m \Sigma_t \; x_{imt})$

(iii) Zulässigkeit
Für jede Schicht t und Machine m: $\Sigma_i \; D_i * x_{imt} \leq 8$
Kein Auftrag mehrfach einplanen: $\Sigma_m \Sigma_t \; x_{imt} \leq 1$

Lösung Integer

(i) Zuordnung von Auftrag i auf Maschine m an Arbeitstag t:
$x = x_1 .. x_n \in(\{1,..,3\}x\{1,..,5\})^n$
mit $x_i = (m_i,t_i) \Leftrightarrow$ Auftrag i auf Maschine m_i an Arbeitstag t_i eingeplant
$x_i = (0,0) \Leftrightarrow$ Auftrag i wurde nicht eingeplant

(ii) Zielfunktion $f(x) = \lambda$*Verspätung (x) + $(1-\lambda)$* Unerledigt (x)
Verspätung (x) = $\Sigma_i \max\{ t_i - T_i, 0\}$
Unerledigt (x) = $\Sigma_i D_i *(t_i = 0)$

(iii) Zulässigkeit
Für jede Schicht t und Machine m: $\Sigma_i \; [D_i * (m_i = m \wedge t_i = t)] \leq 8$

Lösung Permutationskodierung

(i) Modellierung als Permutationskodierung mit s=3*5 + 1 = 16 Schichten:

$\pi_{11}\ \pi_{12}\ ..\ \pi_{1n_1}\ O\ \pi_{21}\ \pi_{22}\ ..\ \pi_{2n_2}\ O\ \dots\ O\ \pi_{s1}\ \pi_{s2}\ ..\ \pi_{s\,n_s}$

mit π_{ij} = Auftrag bearbeitet an j-ter Stelle in Schicht i

und n_i = Anzahl der eingeplanten Aufträge in Schicht i

Aufträge in zusätzlicher 16. Schicht gelten als nicht eingeplant!!

„0“ ist Trennzeichen für die Schichteinteilung in der Permutationskodierung

(ii) Zielfunktion $f(x) = \lambda$*Verspätung (x) + $(1-\lambda)$* Unerledigt (x)

Verspätung (x) = $\Sigma_i\ \Sigma_j \max\{ t_i - T_{\pi_{ij}}, 0\}$ mit t_i = Fertigstellungszeit von Schicht i

Unerledigt $(\pi) = \Sigma_j\ D_{\pi_{16\,j}}$

(iii) Zulässigkeit

Für jede Schicht i: $\Sigma_j\ D_{\pi_{ij}} \leq 8$

Reparatur für Zulässigkeit bei der Einplanung: Falls ein Hinzufügen eines Auftrages die 8 h Grenze übersteigt, wird dieser in der zusätzlichen „Überlaufschicht“ eingeplant.

B) siehe Implementierung Zeleny:
- insert (einen nicht eingeplanten Auftrag in eine Schicht einfügen)
- delete (einen eingeplanten Auftrag aus einer Schicht entfernen)
- swap (zwei Aufträge zwischen zwei Schichten vertauschen)

Überlegen Sie, wie diese Mutationsoperatoren jeweils auf den 3 Repräsentationen funktionieren!

Folgende Varianten lassen sich nicht auf dem Genotyp beschreiben, da die Kapazität im Phänotyp berücksichtigt wird (greedy-Verfahren zum Auffüllen entspricht decode beim Erzeugen des Phänotyps!!)

- bomb 1-3 (1-3 Schichten entleeren und mit einem greedy-Verfahren wieder auffüllen)
- delete (1 Auftrag aus einer Schicht entfernen und diese mit einem greedy-Verfahren wieder auffüllen)