

Hinweise

Dokumentieren Sie Ihre Antworten und Ihren Code sowie ggf. die Konsolenausgabe (per Screenshot) in einem Word Dokument, aus dem Sie am Ende ein PDF-Dokument (AB17_Nachname.pdf) erzeugen, das Sie im IServ-Aufgabenmodul hochladen.

Situation

In der Produktionsdomäne gibt es zahlreiche Entscheidungsprobleme, diese finden sich z. B. auf Ebene der Produktionsplanung und -steuerung oder beim Lieferkettenmanagement.

Bei der Produktionsplanung und -steuerung betreffen die Entscheidungen bspw. kurz-, mittel- und langfristige Materialbedarfsplanung oder die Terminplanung für den Start der einzelnen Produktionsaufträge und ihrer zugehörigen Arbeitsgänge.

Im Lieferkettenmanagement geht es bspw. um Standortentscheidungen (→ Art, Kapazität und Ort der Standorte) und Bedarfsplanung (→ Standortübergreifendes Abstimmen von Einkauf, Produktion und Vertrieb).

Zur Lösung dieser Entscheidungsprobleme werden oftmals aufgrund der Komplexität bei realistischer Problemgröße keine exakten Verfahren, die die optimale Lösung finden, herangezogen. Stattdessen wird auf heuristische Verfahren, die schnell gute, wenn auch nicht optimale, Lösungen liefern. Zu den heuristischen Verfahren zählen Prioritätsregeln, lokale Suchverfahren, Relaxierungen von gemischt-ganzzahligen Optimierungstechniken, Dekompositionstechniken und Kombinationen aus mehreren dieser Verfahren.

Aufgabe 1 Prioritätsregelbasierte Maschinenbelegung

Prioritätsregeln bewerten jeden Job (Auftrag) unter Verwendung eines Prioritätsindizes. Der Job mit dem **höchsten Prioritätsindex** wird als nächster gewählt. Dieses Verfahren wird iterativ auf die Menge der noch nicht gewählten Jobs angewendet.

Tabelle 1 können die Daten für ein Maschinenbelegungsproblem entnommen werden. Es sind sechs Jobs gegeben, die jeweils eine unterschiedliche Bearbeitungszeit aufweisen. Zudem ist der Termin der gewünschten Fertigstellung für jeden Job (wir starten in $t = 0$ ZE) gegeben.

Tabelle 1: Maschinenbelegungsproblem

Jobnummer j	Bearbeitungszeit p_j	gewünschter Fertigstellungstermin d_j
1	4	11
2	3	9
3	2	7
4	3	20
5	5	10
6	6	5

Zur Bewertung eines Verfahrens werden sogenannte Leistungsmaße herangezogen. Ein bekanntes Maß ist die totale Verspätung (**Total Tardiness (TT)**), diese ist folgendermaßen definiert:

$$TT := \sum_{j=1}^n \max(c_j - d_j, 0)$$

Hierbei ist n die Anzahl der zu planenden Jobs und c_j der tatsächliche Fertigstellungstermin von Job j . Je kleiner die totale Verspätung ist, desto besser ist der Ablaufplan.

Wenden Sie untenstehende Prioritätsregeln zunächst von Hand an und berechnen Sie jeweils TT. Erläutern Sie, weshalb das Ergebnis nicht überraschend ist.

- a) **Shortest-Processing-Time-Regel (SPT-Regel):** „Wähle den Job, der die kürzeste Bearbeitungszeit hat.“
- b) **Earliest-Due-Date-Regel (EDD-Regel):** „Wähle den Job mit dem frühesten geplanten Fertigstellungstermin.“

Entwerfen Sie nun ein Programm, das beide Prioritätsregeln implementiert und TT berechnet.

Aufgabe 2

Lokale Sucherverfahren

Lokale Suchverfahren starten in vielen Fällen mit einer zulässigen Lösung und suchen in einer vorgegebenen „Nachbarschaft“ nach einer besseren Lösung. Eine Nachbarschaft zu einer Lösung definiert man über sogenannte Transformationsvorschriften (z. B. Vertauschen von zwei benachbarten Jobs, Verschieben von zwei benachbarten Jobs um eine Position, ...).

Für die Lösungen der Nachbarschaft wird der Zielfunktionswert ermittelt. Nun gibt es zwei Möglichkeiten:

- **First fit:** die erste Lösung der Nachbarschaft, die zu einem verbesserten Ergebnis führt, wird als neue Initiallösung genommen.
- **Best fit:** die gesamte Nachbarschaft wird durchsucht und die beste Lösung dieser Nachbarschaft wird als neue Initiallösung genommen.

Wird keine Lösung gefunden, die einen verbesserten Zielfunktionswert liefert, so ist die Suche beendet. Ansonsten wird die Nachbarschaft der neuen Initiallösung auf gleiche Weise durchsucht.

Implementieren Sie ein lokales Suchverfahren für das in Tabelle 1 definierte Maschinenbelegungsproblem.

Bei Unterforderung: Vergleichen Sie verschiedene Nachbarschaftsdefinitionen. Prüfen Sie, ob es von Nutzen ist, zur Generierung der Initiallösung eine Prioritätsregel zu verwenden.