

要旨

近年、生産システムにおいて、作業の多くはコンピュータ処理へと移行しており、情報処理技法の重要性が増してきている。そこで、本研究では、工具の配送計画作成時における各々の事象間の時間関係モデリングの概念と、その数学的モデルや表現方法を提案し、配送計画の立案作業のコンピュータ支援システムのための時間情報モデルの表現について示す。

1.はじめに

近年、生産システムの高度な自動化が強く望まれている。その実現のために、現実世界と対応した広い範囲のコンピュータ内処理を可能とする統合的な生産システムのモデル化が必要となる。本研究では、工具配送計画立案作業のコンピュータ支援システムのための時間情報のモデル化を行う。すなわち、工具搬送などの事象と事象間関係の表現を示し、工具配送計画作成時の時間情報のモデル化について述べる。

2.時間情報のモデル化における基本的概念

工具の配送計画作成時の時間情報の表現を考える上で以下の用語を定義する。

事象：時間軸上で起こり得る個々の作業であり、時間の幅を持っている。例えば、工具搬送、加工など。

時間軸：時間を表現する座標軸であり、全体時間軸と局所時間軸がある。

全体時間軸：全ての事象に共通の時間軸。

局所時間軸：局所的な時間軸であり、その時間軸固有の原点及び座標値を持つ。

計画：全体時間軸上で表現された一連の事象。

単位計画：局所時間軸上で表現された一連の事象。

計画の作成：局所時間軸上における一連の事象を別に設定された制約条件を満たしながら全体座標系に写像することである。

3.事象の表現方法

時間軸上での事象のモデル化を行う上で、事象の表現方法に関する基本的な概念を導入する必要がある。事象のモデルは、事象のそのものの表現及び事象間の関係によって表される。

事象の表現：事象の開始点及び時間間隔で記述される。

事象間の関係：事象間の関係には表1に示すような13種類の関係が存在し、式を用いて形式的に表記できる。例えば、事象aに対して事象bの位置及び時間幅が等しい場合、式(1)と表せる。

$$a \text{ -- (=) -- } b \tag{1}$$

また、本報における全ての事象関係の表記には表1の

記号を使用する。

表1 事象間の二項関係

	二項関係	記号	事象 a	time axis
事象 b	equal	=		
	before	<		
	after	>		
	during	d		
	contains	di		
	meets	m		
	met-by	mi		
	overlaps	o		
overlapped-by	oi			
starts	s			
started-by	si			
finishes	f			
finished-by	fi			

4.関係ネットワーク

表1の表記法を用いて全ての事象関係を表記するとネットワーク形態をなす。そのネットワークを作ることにより、事象間の関係情報を維持することができる。事象間の関係ネットワークの構築過程は、二つの事象の二項関係から、その関係と遷移表を対応させることにより、新たな事象間の二項関係を推移されることとでなされる。例えば図1において、事象T1と事象T2の関係と事象T2と事象T3の関係が与えられることにより、新たな事象T1と事象T3の二項関係が推測される。

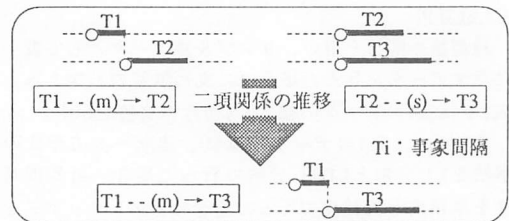


図1 事象間の関係推移過程例

5. 工具配送計画時の時間情報のモデル化

5.1 環境設定

工具配送計画作成時での関係ネットワークの適用を考える。工具配送の環境及び各事象の名称を図2のように決める。例えば、Tool CenterからMachine Tool (A)への工具の搬送事象を Tc_{Ai} とする。

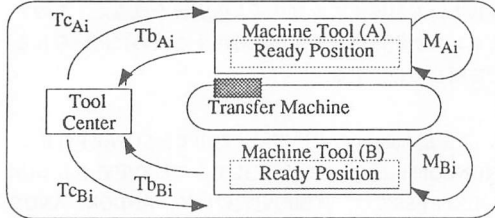


図2 工具配送系の環境

5.2 条件設定

事象関係の推測及びネットワークの構築を行う上での基本的な事象間の関係を以下のように設定する。

(1) 工具を搬送し加工を行い工具を返却。

$$Tc_{Ai} \text{--}(<m) \text{--} M_{Ai} \text{--}(<m) \text{--} Tb_{Ai}$$

(2) 次加工の終了前に現加工の工具返却を終了。

$$M_{Ai+1} \text{--}(>o \text{ m} \text{ s} \text{ i} \text{ d} \text{ i} \text{ f} \text{ i}) \text{--} Tb_{Ai}$$

(3) 現加工の終了前に次加工での使用工具の搬送。

$$M_{Ai} \text{--}(>o \text{ i} \text{ m} \text{ i} \text{ s} \text{ i} \text{ d} \text{ i} \text{ f} \text{ i}) \text{--} Tc_{Ai+1}$$

(4) 次加工の工具搬送直後に前加工での工具を返却。

$$Tc_{Ai+1} \text{--}(>m) \text{--} Tb_{Ai-1}$$

5.3 適用結果

上述の環境及び条件を適用することにより、事象関係間のネットワークは、図3のようになる。例えば、Tool CenterからMachine Toolへの工具搬送の順序は、図3より式(2)のようになることがわかる。

$$Tc_{A1} \rightarrow Tc_{A2} \rightarrow Tc_{B4} \rightarrow Tc_{A3} \rightarrow Tc_{B1} \quad (2)$$

他の事象関係も同様にネットワークより判断できる。

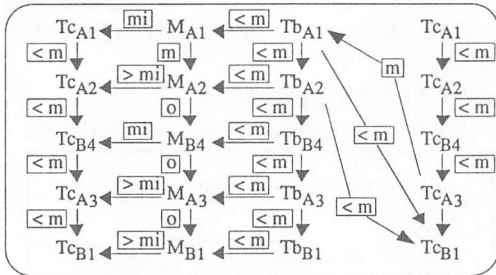


図3 関係ネットワーク

また、その関係ネットワークを時間軸上での表現に直すと図4のように表現することができる。図4では、TOOLごとに時間軸と平行な軸を取り全体時間軸上の

表現として表している。

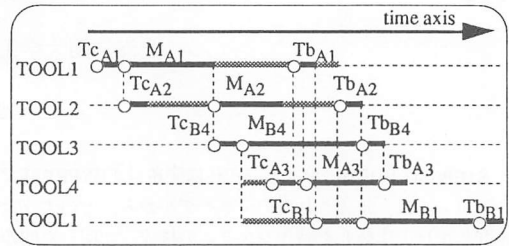


図4 関係ネットワークの時間軸上での表現

6. 時間関係モデル

工具配送計画の時間関係モデルをEXPRESS-G表記により図5に示す。関係ネットワークモデルは作業間隔の二項関係を属性に持つ。また、全体時間軸上の運用計画は、局所時間軸上の運用計画をマッピングすることにより作成される。また、全体時間軸及び局所時間軸上での運用計画は、関係ネットワークを属性として持つ。

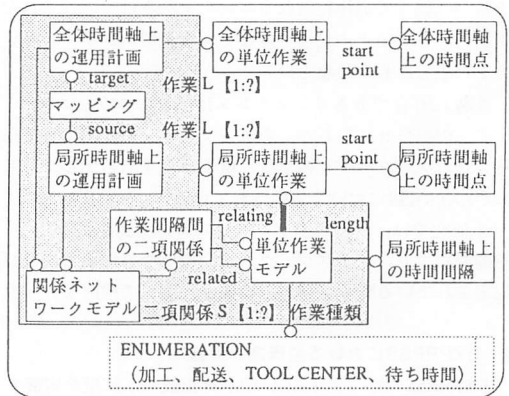


図5 時間関係モデル

7. おわりに

本研究では以下のことを行った。

- 時間情報における事象の表現方法を示した。
- 時間情報における事象間隔の二項関係による関係ネットワークの構築法を示した。
- 事象間隔の関係ネットワークの構築法を工具配送計画作成へ適用し、その適用例を示した。
- 時間関係モデルをEXPRESS-G表記により示した。

参考文献

- [1] M. Onosato, "Modeling Time Information in Manufacturing", JSME International Series III, Vol.35, No.2, 1992
- [2] J. Allen, "Maintaining Knowledge about Temporal Interval", Communications of the ACM, Vol.26, No.11, 1983