

要旨

フレキシブル生産システムを達成するには、システムがシステム自身の状態を把握している必要がある。システム自身の状態を把握するためには、マシニングセンタの状態とセンサ等の入出力装置からの信号との関係をモデル化する必要があり、本研究では、そのモデルをFunctional Modelと呼ぶ。本報では、Functional Modelにおける状態の階層構造について解析し、表現する。

1.はじめに

現状の自動生産システムには、設備の更新やシステムの大規模化に伴い、設備故障やシステム異常に対しての故障診断やシステム運用モニタリング管理の適応性が低いという問題がある。これらは、システムがセンサ等の入出力装置からの信号を用いておらず、システム自身の状態を理解していないことが原因である。本研究ではシステムの信号と状態との関係をモデル化し、そのモデル化したものをFunctional Modelと呼ぶことにする。このFunctional Modelに関し、本報では以下のことを行う。

- (1)Functional Modelの概念の提示。
- (2)Functional Modelにおける階層構造の概念の提示。
- (3)Functional ModelのEXPRESS表現。
- (4)マシニングセンタ(M/C)のFunctional Modelの具体例を示した。

2.Functional Modelの概念

M/Cを以下のように考える。すなわち、M/Cは、加工機械が持つ有限個の状態からなる集合(状態集合)、加工機械への入出力信号の集合(信号集合)、M/Cの構成要素の集合(デバイス集合)により構成されると見なす。各デバイスからの信号を入力として現在のM/Cの状態の信号を出力することを可能とする為には、これら三者の関係をモデル化する必要があり、Functional Modelとはデバイス集合と信号集合との関係、デバイス集合と状態集合の関係を表したものと定義する。

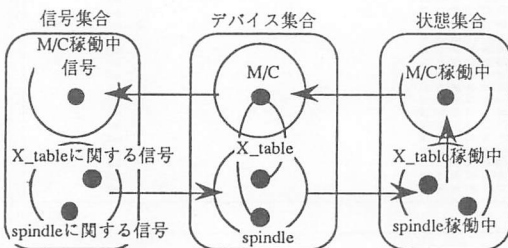


図1 Functional Modelの概念

Functional Modelの例を図1に示す。まず各種の信号(X\_tableに関する信号)が入力され、その信号から、その構成要素(X\_table)がどの状態(X\_table稼働中)かが決まる。次に構成要素の状態からM/Cの状態(M/C稼働中)が決まり、信号(M/C稼働中信号)を出力する。

3.Functional Modelの階層構造

デバイス集合は、図2に示すようにM/C集合[M/C1]、M/C集合を構成する要素集合[spindle, X\_table]、その要素集合の各要素(spindle, X\_table)を構成する要素集合[X\_Motor]あるいは[spindle\_Motor]と分けて考えることができる。また、各々のデバイス集合は状態集合[稼働中、休止中]を持つ。このように、Functional Modelは、階層構造で表現する必要がある。

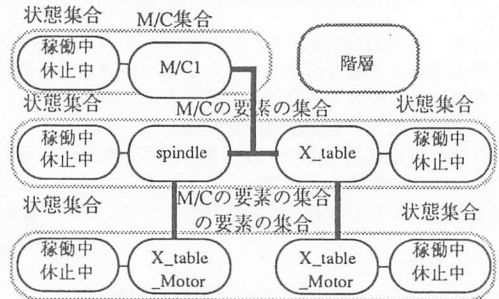


図2 デバイスの階層構造

Functional Modelの階層構造について図3に示す。最も抽象的な層(出力に関係)を階層0として、そこから順に階層1, 2, 3...と名前をつける。階層0において、デバイス集合D1、状態集合S1、出力信号集合Signalがあるものとする。階層1において、D1の要素であるD11, D12と各々の状態であるS11, S12が存在する。さらに階層2において、D11の要素であるD111, D112, D113と、D12の要素であるD121と、各々の状態であるS111, S112, S113, S121が存在する。上述のことを繰り返す事によって、入力信号集合Signalと関係する階層nまで構成される。以上の階層構造から、入力信号は各階層を経て出力信号を得ることが出来る。

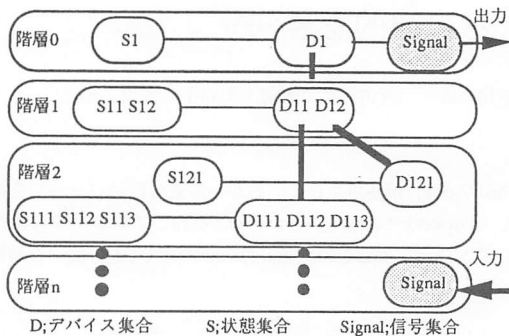


図3 Functional Modelの階層構造

#### 4. Functional Modelの階層構造の記述法

次に、ISO 10303で定義されている情報モデル化言語であるEXPRESSによるFunctional Modelの表現について述べる。

前述したモデルから、デバイス集合、状態集合、信号集合をEXPRESSのエンティティとし、各々の集合の名前は型にする。Functional ModelのEXPRESS-G表現を図4に示す。各階層は"deviceは、その状態であるstate\_of\_deviceを属性として持つ。"ということを破線枠内のエンティティで表現している。また入出力信号を表わすエンティティsignal\_of\_deviceに関する階層は、terminal\_deviceとして表現されている。そして、deviceの集合と要素との間の関係を示すエンティティconsist\_ofにより、あるdevice(belong属性によって示される)とそのelementであるdeviceとの関係を表示している。ruleは、あるdeviceがn個の要素deviceを持つ事、など階層関係における拘束条件を表現するものである。

#### 5. Functional ModelによるM/Cの状態表現

M/CのFunctional Modelをエンティティ(箱)とそれに対応したインスタンス(箱のスラッシュの下に表示)を用いて表現すると、図5のようになる。ここでは、M/C1は、その要素としてX\_table、spindleを持ち、X\_table、spindleのデバイスとしてX\_table\_Motor、spindle\_Motorを持つという3階層で表現されている。各階層では、デバイスとそれらが持つ状態から構成されている。これらは階層関係をconsist\_of1, consist\_of2, consist\_of3とrule1, rule2, rule3によって表現されている。

例えば、階層1と階層0の階層関係は、エンティティconsist\_ofのインスタンスconsist\_of1によって、階層1のエンティティdeviceのインスタンスであるX\_table, spindleが、階層0におけるインスタンスM/C1に属するものという事、またエンティティruleのインスタンス

rule1においてM/C1は2つの要素を持つことを表現する事、で表現されている。

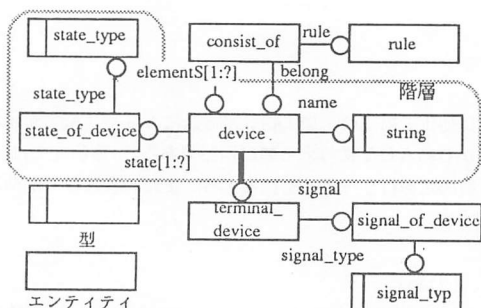


図4 Functional ModelのEXPRESS表現

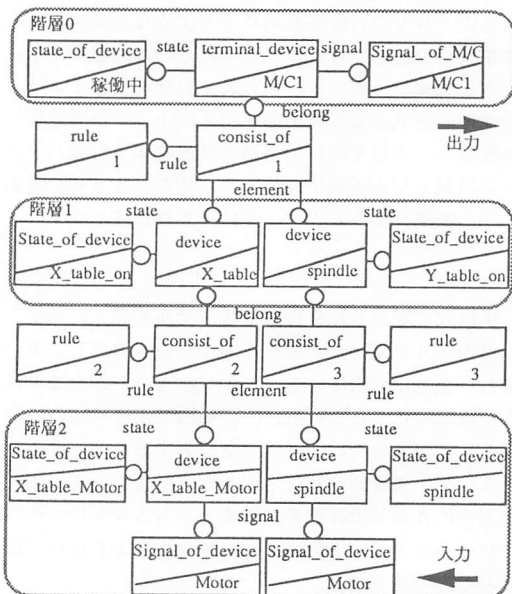


図5 M/CのFunctional Modelの具体例

#### 6. おわりに

本研究では以下のことを行った。

- (1) Functional Modelの概念の提示。
- (2) Functional Modelにおける階層構造の概念の提示。
- (3) Functional ModelのEXPRESS表現。
- (4) マシニングセンタのFunctional Modelの具体例を示した。

#### 参考文献

- [1] ISO TC184/SC4/WG3N199T17: PRODUCT REPRESENTATION AND EXCHANGE (1992)
- [2] 小林範彦他; "加工システムの機能モデルに関する研究"; 1994年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集