

要旨

本研究では、故障診断のための、機械システムの機能（入力信号に対してどのような信号を出力するのかという入出力関係）を、入出力信号・信号入出力ポート・機械システムの状態をNIAM MODELで表現したFUNCTIONAL MODEを用いて表現する方法を提示し、具体例としてこのFUNCTIONAL MODEを用いた換気扇モデルを構築する。

1.はじめに

ある機械システムを故障診断しようとするとき、まず対象とする機械システムをモデル化することが必要となる。

本研究では、機械システムを機能（入力信号に対してどのような信号を出力するのかという入出力関係）の観点からモデル化したものを本研究ではFUNCTIONAL MODELと名付ける。

本研究では、このFUNCTIONAL MODELを用いて機械システムの故障診断のためのモデルを構築する。

なお、本研究では、機械システムへ供給され、排出されるエネルギー・情報・物質を信号として扱う。

2.故障診断システム

2.1故障診断法

故障診断は、モデルで示されている入力・出力と、実際の入力・出力を比較し、故障かどうか判断する。モデルで示されている入力・出力と言うのは、設計の段階で示される入力・出力であり、実際の機械システムにおいてこの入出力関係が観測されたならば、この機械システムは正常、観測されないならば故障であると判断することが可能である。

2.2.故障診断システムの必要機能

(1) 機械システムの機能（入出力関係）

2.1で示した故障診断（モデルと実際の入出力の比較）を実行するに当たって、対象とする機械システムに対して入力と出力の関係を明記する必要がある。

(2) ポート

入力・出力の関係を示すに当たって、どこに入力されるのか（入力ポート）又は、どこから出力されるのか（出力ポート）を明記することで、故障箇所が判断しやすくなる。

(3) 階層構造

機械システムに階層構造を持たせることによって、階層ごとに故障診断を行い、故障箇所の判定が出来る。例えば、図1に示す様に、まず階層0において故障診断を行い、故障であれば階層1においてどの機械システムが故障なのか故障診断を行う。次に階層1で故障であると判断された機械システムを構成する機械システム（階層2）の故障診断を行い、故障している機械システムを見つける。これを繰り返し、行き着いたところが故障箇所であると診断する。

（斜線が引かれた円が故障している機械システムを指す。）

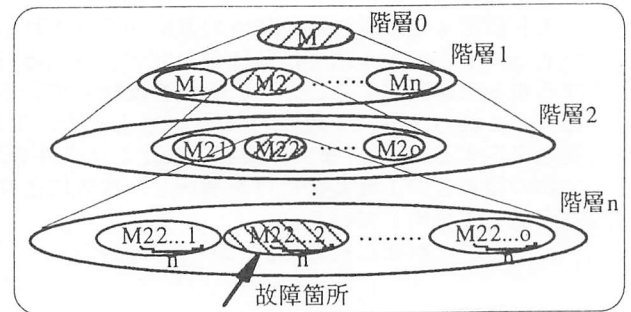


図1：故障箇所の探索

3.FUNCTIONAL MODELの故障診断システムへの適用

3.1FUNCTIONAL MODELの基本構造

FUNCTIONAL MODELは、機械システムの入出力関係を、機械システムの外側から見て表現したモデルである。

機械システムの外側から見る事が出来る要素としては、入力信号・入力信号の受け入れ口（入力ポート）・機械システムの状態集合・出力信号の取り出し口（出力ポート）・出力信号が考えられる（図2参照）。ただし、本研究における機械システムの状態は、全て正常状態とする。

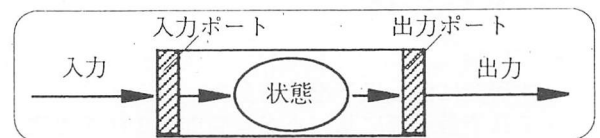


図2.FUNCTIONAL MODELに必要な要素

機械システムの入力信号集合・状態集合・出力信号集合の関係、並びに入力信号集合と入力ポート集合、出力信号集合と出力ポート集合の関係をNIAM MODELで表現したものの（図3参照）が、本研究のFUNCTIONAL MODELである。また、図3において集合間関係は四角の箱で示す。

3.2.FUNCTIONAL MODELの階層関係のための拡張

本研究では、FUNCTIONAL MODELを用いた階層構造を表現するため、機械システムの状態集合は、機械システムの構成要素の状態集合と構成要素の状態間の入出力信号集合によって構成されていると考える（図4参照）。構成要素の状態間の入出力信号集合とは、本研究では、構成要素には直列の構成順序があり、ある構成要素の構成順序が1つ前の構成要素の出力信号が、入力信号として入力されるものと見なす。更に、構成順序が1つ前の構成要素の出力信号と入力信号は全く同じ信号であるとして、これを入出力信号と名付ける。

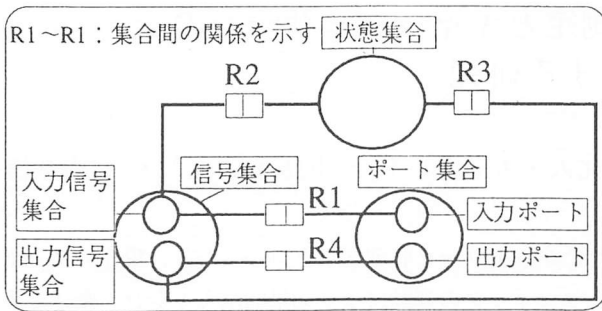


図3.FUNCTIONAL MODEL

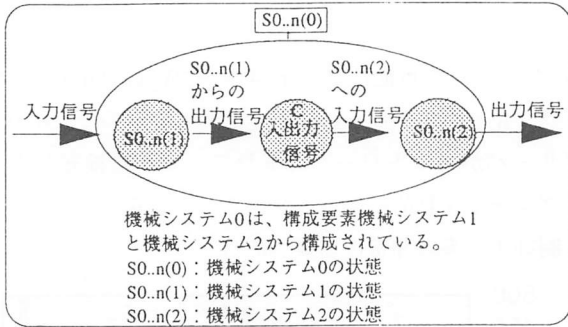


図4.階層化のための概念

4. EXAMPLE (換気扇モデル)

換気扇を例として挙げ、以上のFUNCTIONAL MODELを用いて、換気扇のモデルを構築する。

換気扇は、図5に示す様な送風システムとフィルタから構成され、構成順序は送風システム→フィルタである。また送風システムはモータと羽から構成され、構成順序はモータ→羽である。

図6に、図5で示した換気扇のFUNCTIONAL MODELを示した。

換気扇の状態 $S0..n(0)$ に対応する入力・出力信号集合は、 $A0 \cdot B0$ である。入力信号集合が、入力される場所(入力ポート)は、 $Pin(0)$ であり、出力信号集合が出力される場所(出力ポート)は $Pout(0)$ である。

換気扇を構成する機械システムである送風システムとフィルタの状態集合($S0..n(1)$ と $S0..n(2)$)に対応する入出力

信号集合は、それぞれ $(A0 \cdot C1)$ と $(C1 \cdot B0)$ である。送風システムの入力・出力信号集合 $(A0 \cdot C1)$ の入力ポートと出力ポートは、送風システムの入力ポート集合 $Pin(1)$ と送風システムの出力ポート集合 $Pout(1)$ である。また、フィルタの入力・出力信号集合 $(C1 \cdot B0)$ の入力ポートと出力ポートは、フィルタの入力ポート集合 $Pin(2)$ とフィルタの出力ポート集合 $Pout(2)$ である。

送風システムを構成するモータと羽の状態集合($S0..n(11)$ と $S0..n(12)$)に対応する入力・出力信号集合は、それぞれ $(A0 \cdot C2)$ と $(C2 \cdot C1)$ である。モータの入力・出力信号集合 $(A0 \cdot C2)$ の入力ポートと出力ポートは、モータの入力ポート集合 $Pin(11)$ とモータの出力ポート集合 $Pout(11)$ である。また、羽の入力・出力信号集合 $(C2 \cdot C1)$ の入力ポートと出力ポートは、羽の入力ポート集合 $Pin(12)$ と羽の出力ポート集合 $Pout(12)$ である。

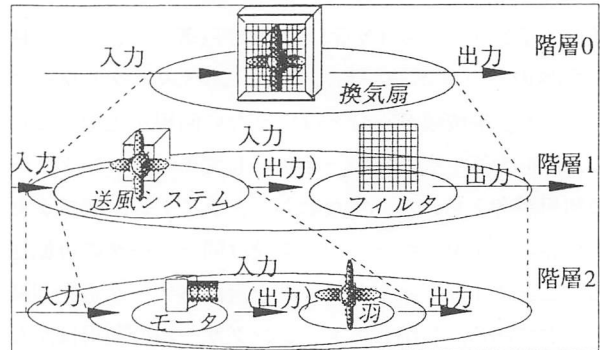


図5.換気扇

5. 結論

本研究で行ったことは以下の通りである。

- (1)故障診断のために、機械システムの機能の階層関係をFUNCTIONAL MODELで表現した。
- (2)具体的例題の換気扇に提案モデルを適用し、その機能の階層関係を表現出来ることを確認した。

参考文献

- [1]Gray F.Lake:ISO TC184/SC4/WG3N199T17(the behavior of ports as system interface)
- [2]岸浪 建史:NIAM MODEL GUIDE(1989)

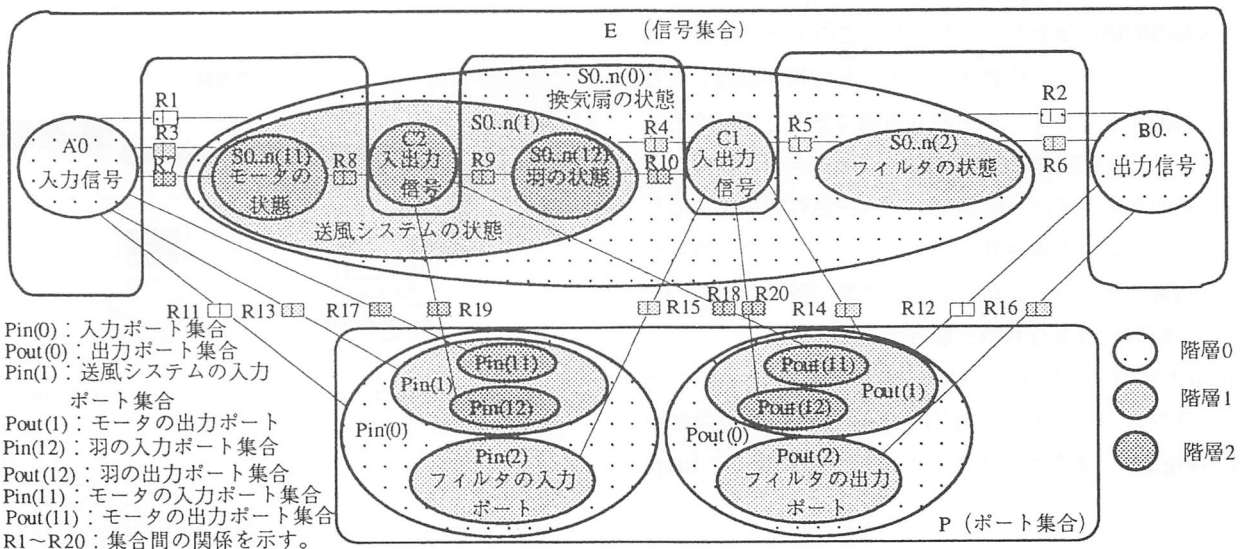


図6.換気扇のFUNCTIONAL MODEL