

深い知識に基づく知識コンパイラの推論法の改良

3H-2

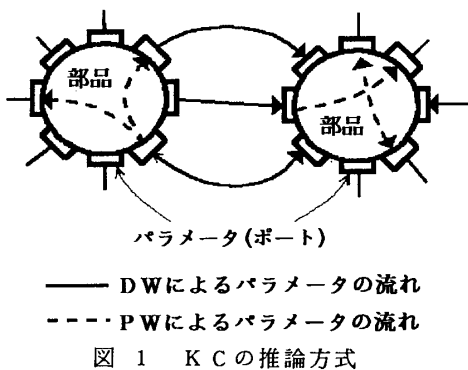
林 秀吉 山口 高平 溝口 理一郎 角所 収
大阪大学 産業科学研究所

1. はじめに

文献[1]では、故障モデルの抽象度、及びドメインモデルと故障モデルの知識の相互作用により、専門家の予測が及ばない(不測の)故障シーケンスを生成する可能性について論じた。本稿では、事前に意識されにくい物理パラメータの流れの処理と、不測の故障シーケンスの生成との関連について考察する。すなわち、複数の部品間の異種物理パラメータの流れ、および熱・光・電磁波など空間を通して値が伝播されるような物理パラメータの流れの処理について考察し、知識コンパイラ(KC)の推論方式を改良する。

2. KCの推論方式

本節では、KCにおける推論方式(物理パラメータ間の値の伝播法)について概説する。KCでは各パラメータは、装置が正常な振舞いをする時の値の範囲である基準値と比べて、+ (基準値以上), 0 (基準値), - (基準値以下) という3値をとる。KCの推論においてPWにより新しい推論ノードを生成する時には、各物理式の適用条件に記述されている全てのパラメータが、現在推論を行っている部品の持つ全パラメータに含まれるかどうかをチェックすることにより適切な物理式を選択し、値を伝播する。また、DWにより新しいノードを生成するときには、現在注目しているパラメータに接続されている他の部品があればその部品へ値を伝播する。従って、物理式は1つの部品が持つ異種物理パラメータ間の値の伝播に利用され、部品間の異種物理パラメータ間の値の伝播は不可能である。



3. KCの改良

前節で述べたように、PWの適用範囲は1つの部品内というローカルなものであり、またDWでは事前に

意識される明示的な物理パラメータしか記述されない。従って装置全体を考えた場合、DWとPWで処理されない以下のような物理パラメータの流れが存在する。

- (1) 複数の部品間の異種物理パラメータの流れ
- (2) 空間を伝わる物理パラメータの流れ

(1)と(2)は、従来のKCでは処理できなかった物理パラメータの流れであり、以下エアコンの故障診断を対象に具体的に考察する。

3.1 複数の部品間の異種物理パラメータの流れ

エアコンの故障診断において、「シャフトの摩擦係数が増加した」という状態から、「シャフトの回転数が減少する」という状態を推論する場合を考える。PWに摩擦係数に関する物理式としては、以下の式が存在する。

$$\text{摩擦係数} = \text{圧力} / (\text{動粘度} \times \text{回転数}) \quad (1)$$

(1)式をシャフトに適用しようとするれば、摩擦係数、圧力、動粘度、回転数の4つのパラメータがシャフトに記述されていなければならない。しかしながら動粘度は、シャフトと接する潤滑油の持つパラメータでありシャフトのもつパラメータではない。従って(1)式はシャフトに適用できない訳だが、現在のKCでは図2に示すように上記の式を適用したいために4つのパラメータをシャフトに強引に記述し推論を行っている。この場合、図3のように「シャフトの動粘度が基準値以下」という実際の現象にはないノードを生成する。これはPWの物理式の適用範囲を1つの部品内に限定したため起こる現象である。この場合、ユーザは物理式を考慮しながらDWを記述するため、DWの記述が不自然となる。そこで、図4のように、PWの物理式の適用範囲を隣接部品間に拡大して、その隣接部品間の異種物理パラメータの流れを処理対象にすればこの問題は解決される。

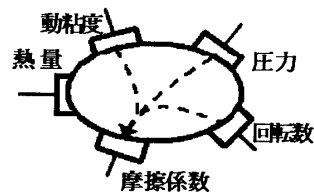
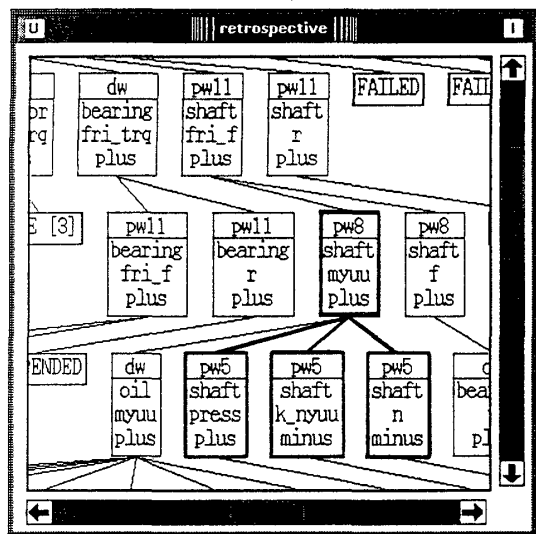


図2 シャフトの記述およびパラメータの流れ



fri_f : 摩擦力 press : 圧力
 myuu : 摩擦係数 k_nyuu : 動粘度
 n : 回転数

図 3 実行結果

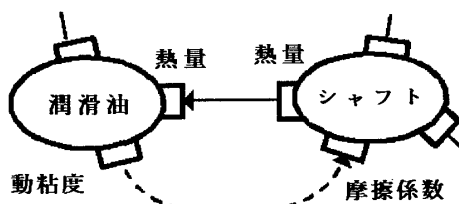


図 4 複数部品間の異種物理パラメータ間の流れ

3.2 空間を伝わる物理パラメータの流れ[2]

空間を通して値が伝播される熱や電磁波などの物理パラメータの流れを事前に記述することはかなり困難である。しかしながら、ある部品の熱の影響によって他の部品が故障にいたる例はよくある。例えば図5に示すようなエアコンの故障シーケンスが考えられる。「シャフトと軸受の間の摩擦力が増加し、圧縮機自体の温度が上昇した。この圧縮機の温度上昇によって、圧縮機の熱量が膨張弁の感温筒の温度を上げ、膨張弁は部屋の温度を下げる方向に作用し始めた。膨張弁は開かれ、多量の冷媒が蒸発機に送られ、部屋の温度が冷えすぎるといった結果になった。」

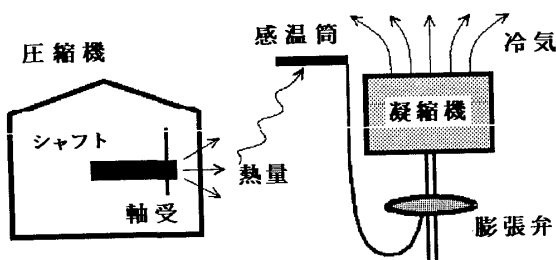


図 5 エアコンの故障シーケンス

この推論において圧縮機の熱量が膨張弁の感温筒に影響を及ぼしているが、これは空間を通して行われており、ユーザは通常設計時に意識しない。このプロセスを推論するには、図6のように、熱などの発生源が他の部品にどれだけ影響を及ぼすかを評価するための評価式をPWに加える必要がある。また、DWにおいて、部品間の距離・熱量・熱伝導係数などの情報を付加しなければならない。これらの情報を付加し、評価式によって空間を通して部品に熱などを与える原因となる部品を見つけることができる。すなわちこの例においては、膨張弁の感温筒に熱量を与える部品としては圧縮機や凝縮機などが考えられるが、凝縮機は断熱材などを通して他の部品との熱の出入りが悪くなっているため、図6の評価式により結局圧縮機が原因として取り上げられる。

$$f = \frac{T}{\sum I / h_i + \sum \delta_i / \lambda_i}$$

T : 高温部の温度 h_i : 熱伝達係数
 δ : 物質の厚さ λ_i : 熱伝導係数

図 6 熱の影響の評価式

4. おわりに

事前に意識されにくい物理パラメータの流れとして①複数の部品間の異種物理パラメータの流れ、②空間を伝わる物理パラメータの流れを考え、これらの物理パラメータをKCの推論対象とすることにより、専門家が予測しにくい故障シーケンスの生成可能性について検討した。本稿における推論の拡張は一言で言えば物理パラメータの流れをグローバルに捉えることである。しかしながら①の場合、適用してはいけない状況で適用される物理式も現れてくると考えられ、適用範囲の制御を考慮する必要がある。今後この点について実験を通して検討を進め、ドメインモデルの動的生成法を確立していくと共に、動的にドメインモデルを作りながら予測していく機構[3]およびパラメータの定性値を符号ではなく量のオーダの概念を取り入れて詳細化することにより[4]、診断能力を向上させることを検討していく予定である。

参考文献

[1] 小澤, 山口, 溝口, 角所: "深い知識に基づく知識コンパイラの評価" 情報処理学会第37回全国大会, (1988-9)
 [2] 田岡, 山口, 溝口, 角所: "深い知識に基づくドメイン特化型シェルの構築" 情報処理学会, 知識工学と人工知能研究会, 51-9, (1987-3)
 [3] B. J. Kuipers : "Qualitative Simulation", AI 29, 289-333, 1986
 [4] O. Raiman : "Troubleshooting: when modeling is trouble", Proc of AAAI-87, 600-605, 1987