

設計と診断を融合したシェルの構成

— 診断ルールの生成 —

7K-3

小高 浩⁺ 山口 高平⁺ 溝口 理一郎⁺ 野村 康雄⁺ 豊田 順一⁺ 角所 収⁺

⁺ 関西大学 工学部 ⁺ 大阪大学 産業科学研究所

1. はじめに

設計と診断を融合したシェルの基本構想と深い知識の整理については [1] と [2] で既に述べた。本稿では本シェルにおいて、診断ルールをコンパイルする深い推論エンジン (Deep Inference Engine) を取り上げる。診断ルールを生成するための深い推論は、徴候から故障仮説を生成する深い前向き推論と故障仮説から徴候を生成する深い後向き推論から構成され、以下各推論法について車の冷却系の故障診断を例にとり詳述する。

2. 深い前向き推論

深い前向き推論では、まず与えられた徴候から計器のroleにより初期状態を生成する。例えば徴候が” TEMPメータが80℃以上” であるとき、Device World(DW)の” TEMPメータ” の role より” 冷却水温度が80℃以上” という初期状態を生成する。

次に状態遷移プロセスについて述べる。状態遷移プロセスは、DW と Physical World (PW) の知識の適用 (マッチングと物理式の定性的な解釈) の繰り返しである。DW と PW の適用優先順位は基本的には差はない (本シェルではDWが先に適用されている) が、DWは構造等の情報を利用して状態遷移が

可能になる場合に適用され、PWは物理原理を考えて状態遷移が可能になる場合に適用される。

以下、PWの適用法について述べる。マッチングは、深い前向き推論が結果から原因を探る過程であるので、状態が言及している部品の物理パラメータと物理式の左辺の結果を表す物理パラメータ (変数) とがマッチする物理式が選択されることによって成される。ただしコンフリクトが生じた場合は、その状態に関与する部品の持つ物理パラメータと適用条件の一致度が最も高い物理式が選択される。一方、物理式の定性的な解釈は、左辺の変数から右辺の変数に値が伝播することによって成される。値は、右辺の変数がn個あるとすれば、(n - 1) 個の変数は基準値 (即ち0) と仮定することにより残りの1つの変数の値を求め、次々と値を求める変数を変えることによって右辺の全ての変数に伝播する。この結果新しい状態が生成される。例えば、” 冷却水温度が80℃以上” という状態に対しては温度 (T) を左辺に持つ物理式 $T2 = Q/cf + T1$ が選択され値を伝播すると Q (+) , c (-) , f (-) , T1 (+) となり、” 冷却水の吸熱量が基準値以上”、” 冷却水の比熱が基準値以下”、” 冷却水の流量が基準値以下”、” 冷却水のYの温度が基準値以上” という新しい状態が生成される。

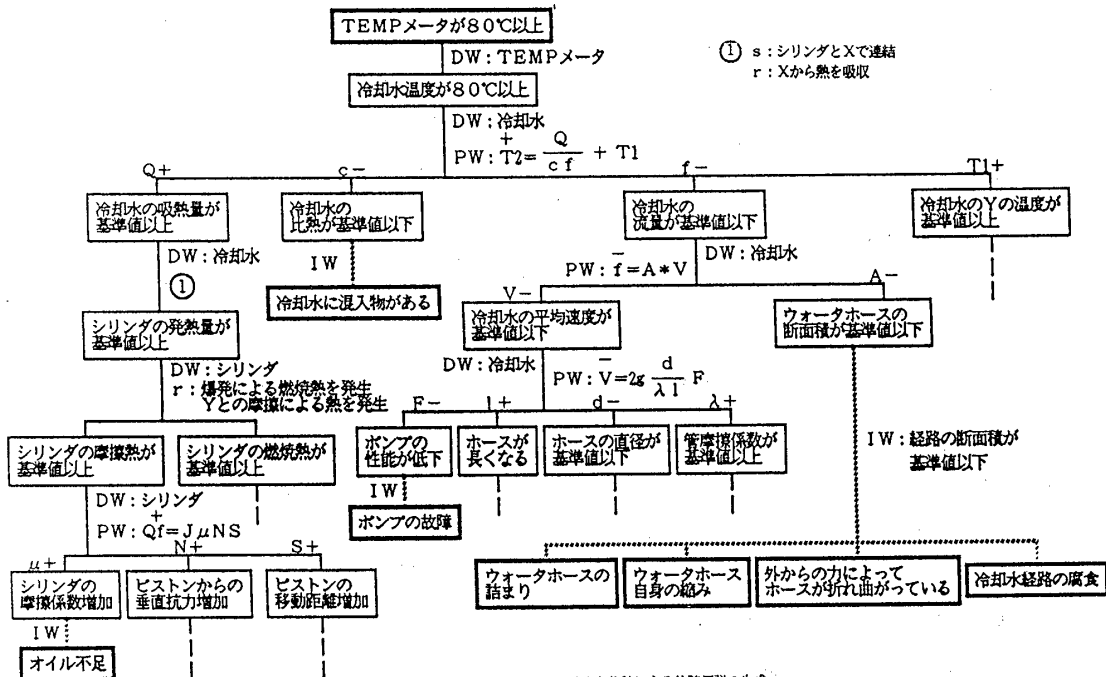


図1 深い前向き推論による故障仮説の生成

Expert System Shell for Designing and Troubleshooting of Machine -Rule Generation-

Hiroshi Kodaka¹, Takahira Yamaguchi², Riichiro Mizoguchi², Yasuo Nomura¹, Junichi Toyoda², Osamu Kakusho²

1. Kansai Univ. 2. ISIR Osaka Univ.

このようにして得られた状態は、故障仮説生成用の Interpretation Worldの知識[2]を適用することにより、適用可能ならばその状態に対して故障仮説を立て推論を停止し、適用不可能ならば上記の状態遷移プロセスによりさらに新しい状態を生成する。

以上のプロセスを繰り返すことにより、全ての故障仮説が立てられ、与えられた徴候に関連する全ての不完全なルール群が生成される。

図1に”TEMPメータが80℃以上”という徴候が与えられたときの深い前向き推論のプロセスを示し、図2にその結果生成された一つの不完全なルールを示す。

3. 深い後向き推論

深い後向き推論では、まず与えられた故障仮説が言及している部品の role および environmentの否定をとり初期状態とする。例えば、与えられた故障仮説が”オイル不足”である場合、オイルの role および environmentから、”シリンダ、ピストン間の摩擦係数が増加”および”オイルが圧送されない”という初期状態を生成する。

深い後向き推論の状態遷移プロセスは、深い前向き推論の場合と逆の過程となる。以下PWの適用法の差異について述べる。マッチングは、深い後向き推論が原因から結果を探る過程であるので、状態が言及している部品の物理パラメータと物理式の右辺の原因を表す変数がマッチする物理式が選択されることによって成される。コンフリクトの解消法は同様である。また物理式の定性的な解釈は、右辺の変数から左辺の変数に値が伝播されることによって成され、他の右辺の変数には値が伝播されない。例えば状態”オイルが圧送されない”にマッチする物理式は、 $F = \rho QV$ であるが、 $Q(-)$ から他の原因を表す変数 ρ と V へ値は伝播されず、結果を表す変数 F のみに伝播し F の値が $(-)$ に決まる。

このようにして得られた状態は、徴候生成用の Interpretation World の知識[2]を適用することにより適用可能ならばその状態を徴候とし、不可能ならば上記のプロセスによりさらに新しい状態を生成する。

以上のプロセスを繰り返すことにより、故障仮説に関連する全ての徴候を生成し、完全なルールとなる。図3に”オイル不足”という故障仮説から関連するすべての徴候を生成するプロセスを示し、図4に完成されたルールを示す。

4. ルール生成と適用順序

深い前向きおよび後向き推論を行った後、生成されたルール群の順序付けを行う。この順序付けには Control World (観測容易性: observability、耐久性: durability、重要性: importance) の知識が適用される。各ルールの条件部については故障仮説を同定するための徴候が書かれているので、各々の徴候に関する観測容易性から優先順位が付けられる。また結論部は故障仮説であるから、部品の耐久性と重要性によって優先順位が付けられ、これらの優先順位を統合することにより、ルールの適用順序が決定される。

5. おわりに

本稿では深い知識を利用して浅い知識を生成する Deep Inference Engineについて言及したが、PWの適用時において、マッチングに使用する情報の表現法が問題として残されている。今後、この問題点を克服してインプリメントを行う予定であり、他のドメインおよびタスクを通して本シェルの評価を行いたいと考えている。

参考文献

- [1] 山口、溝口、元田、豊田、角所 : ”設計と診断を融合したシェルの構成 —基本構想—” 情報処理学会第33回全国大会、7K-1 (1986-10)
- [2] 田岡、山口、溝口、豊田、角所 : ”設計と診断を融合したシェルの構成 —設計対象モデルの生成—” 情報処理学会第33回全国大会、7K-2 (1986-10)

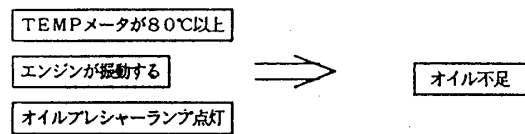


図4 深い後向き推論により生成された完全なルール

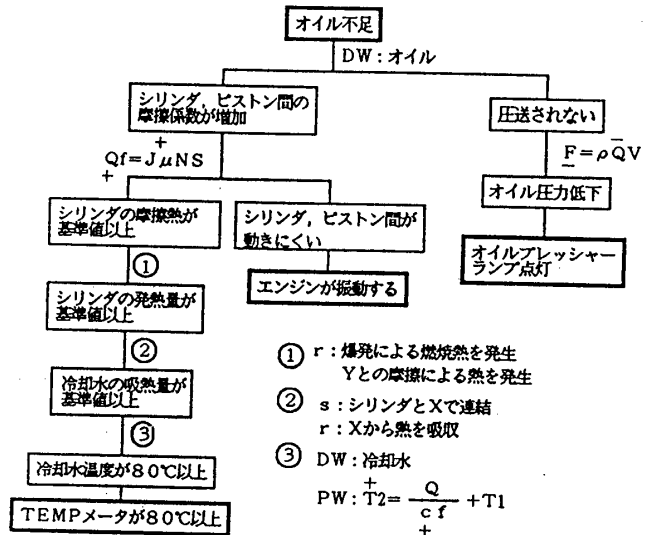


図3 深い後向き推論による徴候の生成

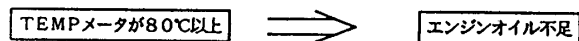


図2 深い前向き推論により生成された不完全なルール