

Title	定性推論を用いたビル空調システム故障診断に関する研究
Author(s)	湯本, 真樹
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3144023">https://doi.org/10.11501/3144023</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	湯本真樹
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第13909号
学位授与年月日	平成10年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科情報システム工学専攻
学位論文名	定性推論を用いたビル空調システム故障診断に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 薦田 憲久  (副査) 教授 白川 功    教授 藤岡 弘    教授 西尾章治郎 教授 鈴木 胖    教授 村上 孝三

#### 論文内容の要旨

本論文は、定性推論によるビル空調システム故障診断に関する研究成果をまとめたものであり、以下の7章から構成されている。

第1章の序論では、ビル空調システム故障診断での課題を述べた後、解決法である定性モデルに基づく定性推論技法において克服すべき問題点を示している。さらにビル空調システム故障診断および関連する定性推論技法について従来の研究を概観するとともに、本研究の目的と位置づけを明確にしている。

第2章では、まずビル空調システムを容易にモデル化するための確率付定性モデル表現を提案している。次に、しきい値を用いて可能性の低い状態を抑制することで状態の爆発的增加を防ぎつつ対象システムの動作を推定する確率的定性推論を提案している。またこの推論結果と実際の観測値データとの整合度を表す評価値を考案している。さらにこの評価値によって複数の推定故障原因が想定される場合に、故障の可能性に対して順位付けを行う手法を示している。

第3章では、現実的な規模のビル空調システムに対しても確率的定性推論が適用できるように、モンテカルロ法によってしきい値を推定し必要な状態のみを生成する手法、ならびに測定値の先読みにより起こり得ない状態を予め消去する手法によって短時間で挙動推定を可能にする確率的定性推論の効率化方式を提案している。

第4章では確率付定性モデルが持つ多数の確率パラメータを、その生成規則から少数の特徴パラメータで表現する方法を試みている。そして、その表現方法と従来の表現方法で作成したモデルとの表現能力の差を検証している。さらに特徴パラメータ表現が確率的定性推論に与える影響について評価している。

第5章では、特徴パラメータ表現を利用して確率付定性モデルを自動的に生成する方法を示している。これは対象システム計装図からの定性的な情報と観測値データとを用いて最急勾配法によりモデルを自動生成する方法であり、定性モデルを客観的に短時間で生成可能である。

第6章では、全体制御方式部屋空調設備、冷水蓄熱槽型熱源システム、可変風量型空調システムについて、実際の観測値データをもとに対象システムの計装図などから作成した定性モデルを用いて確率的定性推論による故障診断を試み、実際に発生した故障が検知可能なことを示している。

第7章では、本研究で得られた成果を要約した後、今後に残された課題について述べている。

## 論文審査の結果の要旨

ビル内の温度などを最適に保つために用いられるビル空調システムは信頼性・安全性の確保が重要であり、そのために故障診断が必要とされる。しかしながらビル空調システムは多種多様であり測定点も限られているので、多数の測定を必要としないシステムの簡単なモデル化方法とそれによる診断方法が求められている。

このような背景を踏まえ、本論文ではビル空調システムの挙動を表す確率付定性モデルをもとに、起こり得る可能性の高い挙動のみを推定し、その推論結果と観測値との比較によって故障箇所の推定を行う確率的定性推論による故障診断方式に関する研究成果をまとめたものである。その主要な研究成果を要約すると次の通りである。

- (1)ビル空調システムを定性的にモデル化する確率付定性モデル表現を示している。この表現方法では対象システムの曖昧な挙動を確率で表すので、空調システムを単純なモデルで表現できる。さらに故障に応じた箇所のみを修正する方法で故障モデルが作成できる。また多数の確率パラメータのため生成が困難な確率付定性モデルを特徴パラメータで表現する方法を示している。確率パラメータを設定する際に暗黙的に使用される生成規則を顕在化させることで定性モデルを少数のパラメータで表現可能となる。この方法によりモデルの表現能力を維持しつつパラメータ数を5%以下に抑制できる。
- (2)確率付定性モデルを用いて対象システムの挙動を推定する確率的定性推論を提案している。この推論では存在確率の導入により起こり得る可能性の高い挙動のみを推定でき、挙動が生起する割合としての評価値を測定値一致度として算出している。またこの測定値一致度を故障モデルごとに算出して比較する方法によって、故障箇所の検知ができる。
- (3)測定値の先読み、可能性の低い状態を生成しない方法によって状態生成を抑制する確率的定性推論の効率化方法を提案している。この方法によって短時間での確率的定性推論が可能になり、現実的な規模の空調システムに対する挙動推定とそれによる故障診断が実時間で行える。
- (4)特徴パラメータ表現を利用して確率付定性モデルを自動的に生成する方法を示している。これは対象システム計装図から得られる定性的な情報と実際の観測値から計算機支援によりモデルを自動的に生成する方法であり、定性モデルを客観的に短時間で生成できる。

以上のように、本論文はビル空調システム故障診断の特徴であるシステムの多様性ならびに測定点の不足に対応した定性推論による故障診断方法を確立したもので、情報システム工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。