

生産システムの故障原因推論のための 保全記録の記述方法とオントロジーの提案

生産システムの生産効率維持・向上のための改善活動では、故障原因の調査が重要であるが、これは知識や経験の無い非熟練者にとっては難しい作業である。そこで、熟練者によって過去に行われた故障分析を利用した様々な支援方法が検討されてきた。これまで、既存のFMEA(Failure Mode and Effect Analysis)を利用した故障原因推論が広く行われている。しかし、FMEAによる推論結果は、同一故障に対し熟練者が列挙した原因候補との一致度が低い結果となった。これは、保全の際に熟練者がFMEAよりも詳細な部分に着目するためであり、故障原因推論において、実際の保全活動の記録である保全記録の利用の必要性が示唆された[1]。保全記録は、FMEAよりも詳細な情報を含む一方で、記述の量や形式が統一されていないという特徴がある。また、FMEAは対象システムの構造を階層的に分析し作成されるため記述される故障の階層が明確である一方で、保全記録ではどの階層に着目して故障を記述するかが定まっておらず不揃いである。これらの理由から現状の保全記録は故障原因推論に必要な因果関係が抽出しにくく、再利用が難しい。

本研究では、保全記録を再利用性の高い形で記述するための記述方法と、記述された故障を整理するための熟練者の知識をもとにしたオントロジーを提案し、保全記録をFMEAと併用することによって生産システムの故障原因の推論精度を向上させる。

FMEAと併用するために、FMEAを拡張する形で保全記録の記述方法を提案する。故障間の因果関係、故障・機能間の関係を記述した上で、FMEAと保全記録の各記述を「FMEA+保全記録オントロジー」のインスタンスとして表現する。また、生産システム内の概念を表現するドメインオントロジー内に、特に故障に関する熟練者の知識を表現する「故障オントロジー」を構築する。達成すべき条件を表すConditionクラス、故障とそれが損なった条件を関係付けるfail_Condition、故障とその発生工程を関係付けるhappen_in_Actionによって故障を表現する。

提案手法の効果検証のために、提案手法を用いてFMEAと保全記録を利用した推論と、先行研究[1]と同様にFMEAのみによる推論を比較した。推論出力を、同一の故障に対し熟練者が列挙した故障原因候補を比較し、正解率と網羅率の2指標で評価した。結果として、提案手法を用いてFMEAに保全記録を加えた推論は正解率が0.79、網羅率が0.47となり、それぞれFMEAのみの推論の7.5倍、4.5倍であった。このことから、提案した保全記録の記述方法と故障オントロジーは故障原因推論の精度向上に有効であると考えられる。一方で、出力の中には「ストップ読取不能」のような生産システム上では有り得ない単語の組み合わせが複数存在した。これはドメインオントロジーの不十分が原因と考えられ、今後はさらなる充実が必要である。

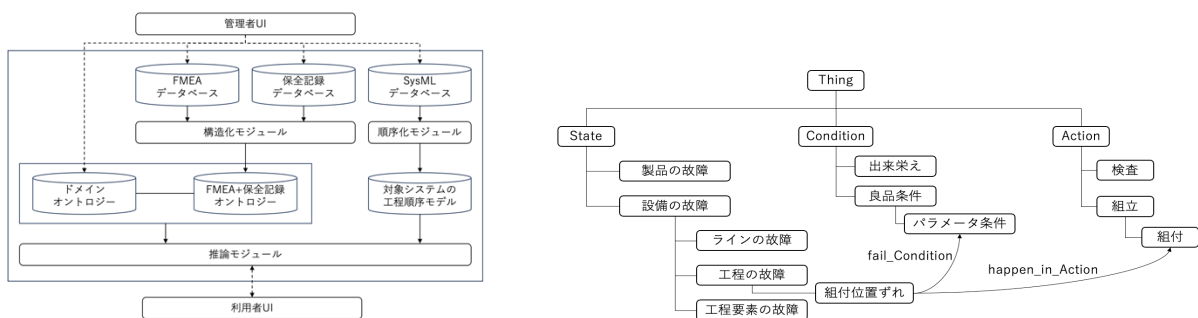


図1 左: 提案フレームワークの全体像, 右: 故障オントロジー

Keywords: 生産システム, 故障原因特定, FMEA, 保全記録, オントロジー

References

- [1] Sho Okazaki, Shouhei Shirafuji, Toshinori Yasui, and Jun Ota: "A Framework to Support Failure Cause Identification in Manufacturing Systems through Generalization of Past FMEAs," 2023 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM), pp.858-865, 2023