

2022年度 独創的研究助成費 実績報告書

2023年 3月31日

報告者	学科名	情報システム工学科	職名	助教	氏名	筒井 優介
研究課題	人工物設計に於ける仮説の検証計画の策定支援に関する研究					
研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	筒井優介	情報工学部・助教	設計工学	研究代表者	
研究実績の概要	<p>新製品の設計においては、設計者は仮説を生成しながら設計を行う。一方で、生成した仮説に誤りが含まれる場合、後工程において設計変更が生じ、品質の低下や開発コストの肥大化、納期遅れ（QCDの悪化）をもたらす。そのため、製品のおよその形態が決定される設計の上流工程で設計変更を早期発見し、迅速に対応可能とする必要がある。</p> <p>設計変更に対応するための従来手法として、設計解を範囲解として求めることにより設計の手戻りを防止するセットベース設計手法や外乱などの不確実性に柔軟に対応可能なロバスト設計が知られているが、いずれも設計内容がある程度具体化された中～下流工程での運用にとどまり、上流工程での運用は難しい。また、設計を行った後に実機を試作し、設計対象の構成要素から全体へと順に検証を行うV字開発モデルでは、設計変更のためのタスクを段階的に処理可能であるが、実機の試作に膨大な時間とコストを要する上、致命的な設計変更が見つかった場合、QCDの悪化を避けられない。</p> <p>以上の課題に解決する一手段として、設計変更による手戻りリスクが高いボトルネックを設計の上流工程で推定し、当該箇所の検証を前倒しで行う検証計画を策定する方法が考えられる。本研究では、係る検証計画の策定を支援するべく、設計者が適用した仮説に起因する手戻りリスクの評価法を構築し、同リスクを可視化するツールの開発を行った。</p> <p>（1）設計に於ける仮説の記述法</p> <p>本研究では、設計仮説を「設計者が真であると仮定した命題」と定義した。一般に命題には、原子命題と複合命題があることから、設計仮説にも原子命題として記述されるものと、複合命題として記述されるものの2種を考えることができ、前者を設計原子仮説、後者を設計複合仮説と呼称した。</p> <p>本定義を踏まえ、設計仮説をグラフ構造で可視的に表現する方法を構築した。本研究では、設計原子仮説をノードに対応付ける。特に製品の使用目的を意味する設計原子仮説を黄色ノード、製品の挙動を意味する設計原子仮説を赤色ノードに対応付け、表現する。また、これらのノード間をAND/ORノードを経由して有向リンクで結合したグラフ構造により、設計複合仮説を表現する。さらに、設計仮説が含む実体概念を表すノード（青ノード）も併せて構造的に表現する。</p> <p>また、使用目的を意味する設計原子仮説には重要度、製品の挙動を意味する設計原子仮説には信憑性という特徴量を付与し、それぞれのノードの大きさで表現する。</p>					

※ 次ページに続く

(2) 仮説に係る手戻りリスクの評価法

さらに本研究では、(1)の記述法で記述されるグラフ構造の特徴量に基づき、設計原子仮説に係る手戻りの発生リスクを定量的に評価し、可視的に表現する方法を構築した。手戻りリスクは次式により評価される。

$$Risk = \frac{I_o + I_c}{2} \times P_{DC}$$

なお、本式における I_o 、 I_c はそれぞれ、当該仮説が誤っていた場合の使用目的への影響度、設計変更コストへの影響度を表し、 P_{DC} は設計原子仮説関する設計変更が生じる確率を表す。これらは(1)の記述法で表現されるグラフ構造の特徴量に基づき算出される。

以上の手法を工学系大学院の機械系研究室に所属する学生2名によるトイレ清掃ロボットの概念設計における発話に基づいて試験的に運用した。結果を下図に示す。なお、本研究では、2つの要素間の関係を有向グラフとして表現するソフトウェアであるCytoscapeを用いて計算機上に表現した。さらに、上式に基づき手戻りリスクを評価し、グラフ上に可視化した。本事例適用より、妥当な結果が得られることを確認した。

研究実績の概要

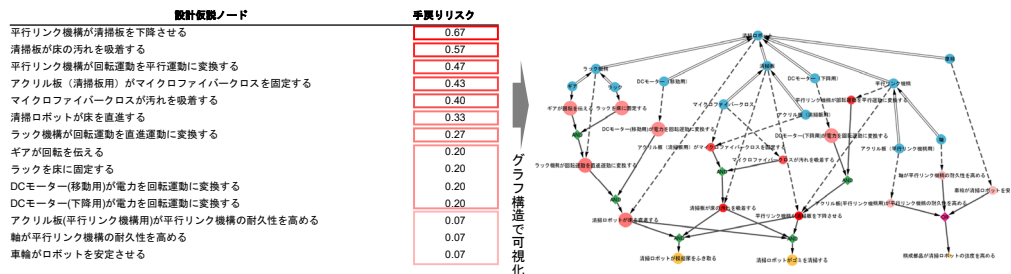


図 設計仮説に関する手戻りリスクの評価結果(左)および可視化結果(右)

成果資料目録

- 筒井優介, 設計における仮説の検証計画策定支援ツール, 岡山リサーチパーク研究・展示発表会, 2022.