Osaka University Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | ライフサイクルCADの構築に向けた製品ライフサイクルのモデル化手法に関する研究 |
| Author(s) | 國井, 英輔 |
| Citation | 大阪大学, 2014, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://doi.org/10.18910/34453 |
| rights | |
| Note | |

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

様式3

# 論　文　内　容　の　要　旨

〔題　　名〕ライフサイクルCADの構築に向けた製品ライフサイクルのモデル化手法に関する研究

学位申請者　　國井　英輔

第1章では，本研究の背景について述べ，本研究の目的を明らかにした．製品の一生に渡る環境負荷や資源消費量の低減と付加価値の向上を両立させるためには，ライフサイクル設計が有効な手段である．ライフサイクル設計を支援する手法としては，ライフサイクル・プランニング手法や分解性設計手法など多くの手法が提案されている．しかしながら，ライフサイクル設計において重要な製品とライフサイクル・フローの一体的な設計を支援できていない．本研究では，ライフサイクル設計を支援する計算機環境をライフサイクルCAD（Life Cycle CAD: LC-CAD）と呼ぶ．このLC-CADを実現するためには，製品とライフサイクル・フローを対応付けることで製品ライフサイクルを表現する手法が必要不可欠である．そこで本研究では，LC-CADの実現に向けた第1段階として製品ライフサイクルをモデル化する手法を提案することを研究目的とした．

第2章では，ライフサイクル設計の支援に関連する研究を調査することで，ライフサイクル設計を支援するために必要な研究課題を明らかにした．また，ライフサイクル設計を支援する計算機環境としてLC-CADのコンセプトを提案した．

第3章では，LC-CADを実現するために重要な手法である製品ライフサイクルをモデル化する手法を提案した．具体的には，製品モデルとライフサイクル・フロー・モデルを対応付けることで製品ライフサイクルにおける様々な状態変化を表現する手法を提案した．また，製品モデルとライフサイクル・フロー・モデルの間のトポロジーレベルの整合性を管理する手法を提案した．

第4章では，第3章で提案した手法に基づいて，製品ライフサイクルをモデル化する計算機環境としてライフサイクル・モデリング・システムを開発した．

第5章では，第3章で提案した手法の利点や欠点を分析するために，第4章で開発したライフサイクル・モデリング・システムを用いて携帯電話と液晶テレビの設計改善を対象として例題検証を実施した．

第6章では，第5章の例題検証の結果に基づいて本研究で設定した目的が達成できているかを考察し，本研究の結論について述べた．本研究では，LC-CADの実現に向けて製品ライフサイクルをモデル化する手法を提案した．今後の課題としては，本研究で提案した製品ライフサイクルのモデル化手法を設計支援に発展させることが挙げられる．

様式 7

# 論文審査の結果の要旨及び担当者

| 氏　名　（ 國井　英輔 ） | | |
|---|---|---|
| 論文審査担当者 | （職） | 氏　名 |
| | 主 査　教 授 | 梅田　靖 |
| | 副 査　教 授 | 藤田　喜久雄 |
| | 副 査　教 授 | 荒井　栄司 |
| | 副 査　准教授 | 福重　真一 |

## 論文審査の結果の要旨

製品の一生にわたる付加価値の向上と、環境負荷・資源消費量の低減を両立するためには、製品ライフサイクル全体を考慮して製品を設計すること、すなわちライフサイクル設計が有効な手段である。ライフサイクル設計の支援に向けて、ライフサイクル戦略の策定する段階においては、社会や市場の現状や製品の特性などの様々な情報に基づいて製品の循環戦略を策定する様々な手法が提案されている。またライフサイクル戦略に基づいて製品およびそのライフサイクル・フローを設計する段階においては、製造性やメンテナンス性、リサイクル性の向上といった製品ライフサイクルの特定の側面に着目した様々な設計支援手法が研究されている。したがって、ライフサイクル設計の個々の段階を、様々な側面から支援する手法は成熟を見せつつあるが、これらをライフサイクル設計の一連の流れとして結びつけ、計算機によって支援するための方法論の開発は不十分な状況にある。

本研究は、ライフサイクル設計を支援する計算機環境を「ライフサイクル CAD (Computer Aided Design)システム」と呼び、これを実現するための第 1 段階として、製品のライフサイクル全体を製品とライフサイクル・フローを用いて表現可能なモデリング方法論を提案することを研究目的とし、以下の 2 つの手法を提案している。

(1)　製品とライフサイクル・フローをそれぞれ製品モデルおよびライフサイクル・フロー・モデルとしてモデル化し、両モデルを対応付けることで製品ライフサイクルを表現する手法

(2)　製品モデルとライフサイクル・フロー・モデルの間の整合性を管理する手法

前者については、階層的な部品接続グラフと幾何モデルと組み合わせることにより、製品モデルを構築する手法を提案している。また、製品ライフサイクルにおける流れをグラフ表現したライフサイクル・フロー・モデルと関係づけることにより、製品がライフサイクルの各段階でどのような状態を取るかを示すこと、すなわち、製品のライフサイクルにわたる状態変化を表現可能な手法を提案している。さらにここでは、ライフサイクル上のステークホルダーの違いにより、認識する製品の階層構造が異なることに注目し、製品構造における多重の階層構造を表現することを可能にしている。

後者の整合性管理に関しては、ライフサイクル・フロー上の各プロセスの入出力関係に注目して、入力と出力の間における実体のトポロジーの変換関係に注目して、物理的にあり得る変換パターンを抽出し、これに基づき製品モデルとライフサイクル・フロー・モデル間の整合・不整合性を判定する手法を提案している。

さらに、これらの手法に基づいて、製品ライフサイクルの表現と整合性の管理を行う計算機環境としてライフサイクル・モデリング・システムを開発している。このライフサイクル・モデリング・システムでは、製品モデルとライフサイクル・フロー・モデルを用いて製品ライフサイクルの経済性や環境性などの評価を可能とするために、ライフサイクル・シミュレータを統合している。

次に、本研究で提案した手法を用いることで製品ライフサイクルの様々な側面の表現や整合性の評価が可能であることを検

証するために、ライフサイクル・モデリング・システムを用いて携帯電話および液晶テレビを対象として例題検証を行っている。例題検証を通して、本研究で提案した方法論を用いることで、携帯電話や液晶テレビの製品ライフサイクルをトポロジーレベルにおいて不整合のないように表現することが可能であることを確認している。また、製品ライフサイクルにおける様々な視点から製品の階層構造を表現することで、製品の各構成要素とライフサイクル・プロセスの対応関係を明確にすることができることを確認している。

以上のように、本論文は今後展開されるであろう製品ライフサイクル設計支援システム構築のための基礎論として、ライフサイクル設計への適用を前提とした、製品ライフサイクルをモデル化のための方法論を示した。さらに、計算機上でライフサイクル・モデリング・システムを開発することにより、方法論の論理性、実現可能性を検証し、例題検証を実行することにより、その有効性を検証した。以上のように、今後の製品ライフサイクル設計支援分野の基礎的方法論として工学的に大きな意義を持ち、また、工業的にも将来的には大きな価値を持つと考えられる。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。