

アスペクト指向言語を使用した設計制約確認方式に関する研究

寺島 真介 (410084)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2006年2月9日

キーワード: AspectC++, アスペクト指向, 組み込みシステム, 設計制約.

組み込みシステムが大規模, 複雑化する現在, その開発方法も大きく変化してきている. これまでの組み込みシステムは小規模なものが多く, 分析工程, 設計工程を重視しないプログラミング中心の開発方法が用いられてきた. しかし, 開発規模が大きくなるにしたがい, 分析・設計工程を重視しない開発方法による問題点が多く指摘されている. そこでこれらの問題に対し, 組み込みシステムにの開発にオブジェクト指向を導入した開発方法が有力視されている.

オブジェクト指向の開発方法は大きく3つの工程に分かれている. はじめに, システムの論理構造を把握して, 分析モデルを作成する分析工程がある. 次に, 分析工程によって作成した分析モデルを具体的に実現するための設計モデルを作成する設計工程がある. 最後に設計工程によって作成した設計モデルを元に実装を行う実装工程がある.

組み込みシステムでは, 他のシステムに比べ, この設計工程において考慮すべき制限事項が多く存在している. 具体的な制限事項としては, 並行処理や時間制御, 資源の取り扱いなどである. 分析工程では, 論理構造に注目するために並行処理などの実現方法や, それにまつわる様々な制約事項を考慮せずにモデル化を行う. しかし設計工程では, 分析工程によって作成したモデルを踏まえ, 制約事項を考慮しつつ, 具体的な実現方法を検討する必要がある. 実装工程では, こうした設計上の制約や判断を踏まえてなされるため, 制限事項が正しく反映されているかどうかを確認することが必要になる. したがって, 確認を行うための方法や, ツールが必要になるが, それら確認を容易に行う方法やツールは少ない.

一方でオブジェクト指向を開発方法に適用しても, 解決できない問題もある. これら問題に対してはアスペクト指向を用いる開発方法が多く提案されている. アスペクト指向とは, 複数のオブジェクトに存在する共通の機能を, 横断的な関心事として分離・独立させることで, 保守性, 再利用性を向上させる考え方である. アスペクト指向を開発方法に適用し, 設計制約を横断的な関心事とすることで, 設計制約を容易に確認することが出来るようになることが期待される. アスペクト指向を用いる利点としては, 設計制約を確認するための仕組みを, プログラム中に直接記述する必要がなくなること, またプログラム

中に直接記述しないために、アスペクトを外すことで、通常のシステムに戻すことができるなどが挙げられる。また、確認する設計制約ごとに、アスペクトで記述される設計制約を確認するための仕組みを切り替えることで、様々な設計制約を容易に確認することができる。

そこで本研究では、アスペクト指向を用いて、設計制約が実装に反映されていることを確認する仕組みを提案すること、またその仕組みを用いて確認するツールを作成することの2点を目的とする。

本論文では、まず、設計制約に関して整理し、設計制約とアスペクトの関係についてまとめた。整理の際に設計制約が決められる設計工程を、アーキテクチャ設計工程と詳細設計工程に分けて考えた。アーキテクチャ設計工程と詳細設計工程における特徴と、それぞれの設計工程における設計制約について整理をした。

整理した設計制約から、複数のオブジェクトと横断的な関係を持つ、メッセージフローやデータフローに着目することとした。メッセージフローやデータフローは、アスペクト指向で捉えることに適した性質であるため、本研究ではメッセージフローやデータフローに関する設計制約を確認対象とした。

次に、設計制約の表現方法を提案した。設計制約の表現にはシーケンス図と OCL を用いることとした。シーケンス図では UML2.0 より導入したフレームを用いてメッセージの送受信の相対的な関係を表現し、OCL ではシーケンス図では表現できない、シーケンス図における瞬間的な制約を表現することとした。

設計制約の表現方法から、設計制約の確認方法を提案した。シーケンス図で表現される設計制約の確認は、呼び出されるメッセージが持つ固有の ID を、呼び出される度に並べていき、確認のためにあらかじめ用意しておいた正規表現とマッチするかで行われる。OCL にて表現できる条件は、本研究では事前条件 (pre)、事後条件 (post)、不変条件 (inv) のみに絞り、それぞれをアスペクトの、事前条件は before 句、事後条件は after 句、不変条件は before 句と after 句の両者を用いることで確認を行う。

これらの確認する仕組みを持ったアスペクトを出力するツールを作成し、そのツールを用いて評価を行った。作成したツールは、シーケンス図と OCL により記述される設計制約を入力とし、上記方法にて確認を行う設計制約確認用アスペクトプログラムを出力するものである。出力される設計制約確認用アスペクトプログラムは、確認対象システムにウィーブされ、設計制約を確認するアスペクトが織り込まれたシステムを、実際に動作させながら確認を行うために用いられる。

評価には、企業により提供していただいたカーオーディオのシステムを用い、その評価の結果、様々な状況において容易に設計制約を確認することが出来た。

本研究における確認方法を適用することで、オブジェクト指向を用いて設計したモデルに組み込まれるメッセージフローや、データフローに関する設計制約を確認することが可能であることが確認できた。