

平成 23 年 6 月 6 日現在

機関番号：82118
研究種目：基盤研究(C)
研究期間：2008～2010
課題番号：20540305
研究課題名(和文) データ収集ミドルウェアのための新しいソフトウェア開発手法の研究開発

研究課題名(英文) A study of new software development method for DAQ-Middleware

研究代表者

仲吉 一男 (NAKAYOSHI KAZUO)

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・技師

研究者番号：80391746

研究成果の概要(和文)：新しいソフトウェア開発手法である MDA (モデル駆動型アーキテクチャ) をデータ収集ミドルウェアのソフトウェア開発に適用した。MDA の開発プロセスによりプラットフォーム独立モデルを作成した。これを基に実装を行い目的とするソフトウェアのプロトタイプを作成しその有用性を確認した。

研究成果の概要(英文)：We applied a new software development method MDA (Model Driven Architecture) to software development of DAQ-Middleware. We created a platform independent model according to MDA. We developed a prototype using the model and confirmed the usefulness of MDA.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	400,000	120,000	520,000
2009 年度	100,000	30,000	130,000
2010 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,000,000	300,000	1,300,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：物理学・素粒子、原子核、宇宙線、宇宙物理

キーワード：粒子測定技術、データ収集システム

1. 研究開始当初の背景

加速器を用いる小中規模の素粒子・原子核実験や物性実験においては機動的にデータ収集システムを構築し、効率よくデータを取得することは国際競争や加速器運転コストの観点から重要である。我々は汎用なデータ収集ソフトウェアフレームワークであるデータ収集(DAQ)ミドルウェア[1,2,3]の開発を行っている。このフレームワークを用いることでより柔軟に効率良く DAQ システムの構築が可能となる。DAQ ミドルウェアの開発作業は限られたマンパワーで行っており、その開発作業は必ずしも効率的に行われている

わけではなかった。

そこで我々は新しいソフトウェア開発手法である「モデル駆動型アーキテクチャ(MDA)」に着目し、DAQ ミドルウェア関連のソフトウェア開発に適用することでより開発の効率化が図られるのではないかと考えた。

2. 研究の目的

- (1) 統一モデリング言語(UML)を用いた新しいソフトウェア開発手法である MDA の現状を調査し、その開発手法を理解する。
- (2) MDA を DAQ ミドルウェア関連のソフト

ウェア開発に適用する。

(3) UML および MDA による開発手法が関連分野のソフトウェア開発にとって有効か考察し明らかにする。

3. 研究の方法

(1) UML および MDA の調査

MDA は比較的新しい開発手法であるため十分な調査・検証が必要である。また開発手法のみならず実際に開発を行う際に使用する開発環境やツールの調査も重要である。素粒子・原子核実験分野において開発ツールは無償で自由に使用できることが望ましい。この観点からも調査を行う。

(2) MDA による設計

DAQ ミドルウェアで使用している DAQ オペレータのモデルを MDA の開発プロセスにしたがい作成する。DAQ オペレータは、DAQ コンポーネントと呼ばれるソフトウェアコンポーネントを制御するためのソフトウェアである。その機能等については後述する。

(3) 実装

作成したモデルから DAQ オペレータコンポーネントの実装を行う。今回は Python というスクリプト言語で実装を行う。

(4) 評価

下記の観点から MDA の評価を行う。

- MDA により当初想定していたソフトウェアを生成できたか
- MDA により開発効率は向上したか
- MDA は今後の我々の分野のソフトウェア開発手法の主流になりえるか

4. 研究成果

(1) UML, MDA を用いたソフトウェア開発の現状および開発ツールの調査

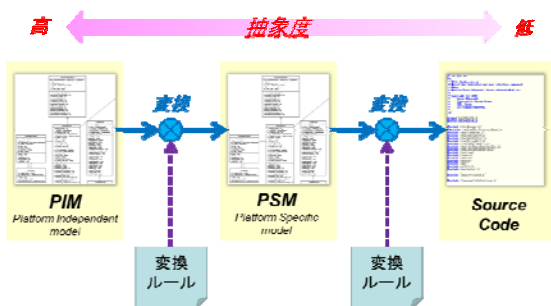


図1 MDAによるソフトウェア開発プロセス

UML はオブジェクト指向言語によるソフトウェア開発に用いられるモデル記述言語である。1997年オブジェクト指向技術標準化団体OMG (Object Management Group) の標準とし

て採択された。その特徴はモデルをダイアグラムで表現することである。MDAは2001年にOMGにより提案されたソフトウェア開発手法である。UMLを用いて図1のような開発プロセスによりプラットフォーム独立モデル(PIM)からプラットフォーム特化モデル(PSM)へ変換が行われ、最終的にはソースコードの自動生成を目指したものである。MDAによりソフトウェア開発の効率化、モデルの再利用性の向上が期待されている。

調査の結果、UMLは普及が進んでおり企業等では言うに及ばず素粒子・原子核実験分野でも使用されており[4]、モデリング言語のデファクトスタンダードという地位を確立している。MDAはそのコンセプトは浸透してきたものの、我々のようなビジネスソフトウェア業界外の人間が気軽に利用するまでには至っていない。更に実際の問題としてJava言語およびその関連する開発ツールは情報が比較的豊富であるが、我々の使用しているC++言語に関しては貧弱である。

下記のMDAによる開発が可能な代表的なツールを検証した。

- Rational Software Architect Standard Edition (IBM)
- Eclipse および EMF (Eclipse Modeling Framework), UML2

Eclipse と MDA 関連のプラグインは無償で自由に使用できる。Eclipse は基本的に Java およびその関連フレームワークをターゲットにしている。評価した時点では C++ 開発に関しては機能が貧弱で我々の希望に沿うものではなかった。Rational Software Architect は C++ 開発にも対応していたが、アカデミック価格は設定されているものの高価、高機能ですぐに使いこなすことは困難であった。また毎年ライセンス料を支払うことも大学等では困難であると考えられる。評価の時点で我々が満足できる開発ツールは見当たらなかった。今後の Eclipse の C++ 開発サポートの発展に期待したい。

(2) MDA による DAQ オペレータの開発

MDA による開発プロセスに則って DAQ オペレータというソフトウェアの開発を行った。

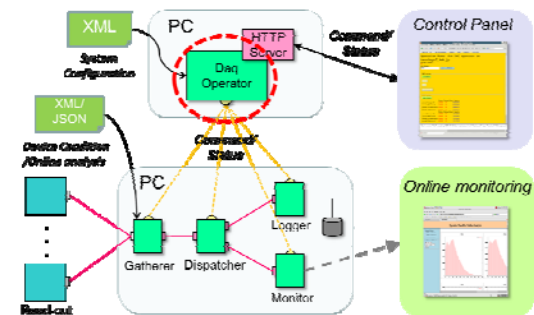


図2 DAQミドルウェアのアーキテクチャ

図2にDAQミドルウェアのアーキテクチャを示す。DAQミドルウェアはネットワーク分散型の実験データ収集システムが容易に開発できるソフトウェアフレームワークである。ソフトウェアコンポーネントを組み合わせることで柔軟にシステムを構築できることが特徴である。DAQオペレータ(図中赤丸)の持つ機能は(a)ソフトウェアコンポーネントとユーザとのインターフェイス機能、(b)XMLで書かれたシステムのコンフィグレーションをパースしてネットワーク上のコンポーネントを接続する機能等である。このようにDAQオペレータは多機能であるため開発を行うにはその機能の分析・設計を行うことは重要である。現在、C++により実装したDAQオペレータが存在する。これを基にMDAによる開発プロセスに則った作業で再設計を行い、その開発手法の検証を行った。

1. 機能要求分析：UMLのユースケース図を作成してDAQオペレータに要求される機能の確認を行った(図3)
2. PIM：UMLのオブジェクト図、クラス図を作成しDAQオペレータの構造分析およびモデリングを行った(図4)。シーケンス図による機能実現のための処理の分析およびモデリングを行った(図5)
3. PSM：PIMの結果を基にPythonにより実装を行った。これはツールによる実施は容易ではなかったため手動で行った。

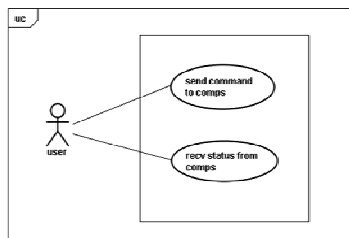


図3 作成したユースケース図の一部

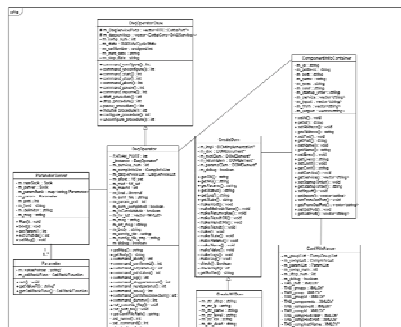


図4 作成したクラス図の一部

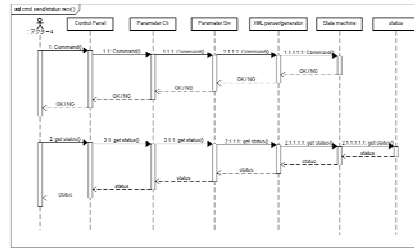


図5 作成したシーケンス図の一部

PIMのフェーズで作成したクラス図からPythonでクラスを実装しDAQオペレータのプロトタイプを開発した。このプロトタイプを用いてコンフィグレーションファイルのパース、ネットワーク上のソフトウェアコンポーネントの探索および接続、ランの制御が実行できることを確認した。

(3)素粒子・原子核実験分野におけるMDAによるソフトウェア開発の可能性

我々が当初期待していたのはMDAに則った開発を行えばモデルからソースコードの雛形を自動生成でき、開発の効率化になるのではないかとのことであった。しかし現時点ではそれは難しいことがわかった。その原因として次の項目が考えられる。

- (a) 我々の開発環境はC++であり、ビジネス分野で主流であるJava環境ではないためサポート機能および情報が少ない
- (b) 無償の開発統合環境eclipseで利用できるMDAによる開発が可能なプラグインが存在するが、JavaがメインターゲットでありC++開発のための機能が貧弱である
- (c) MDAによるコード生成には変換ルール等を規定する必要があるが、現時点では簡単に利用できない

結論として現時点のMDAによるソフトウェア開発はまだ発展途上であり、我々の環境で導入しても直ちに効率化を図れるものではないことがわかった。しかし、その開発プロセスすなわちUMLによるモデルの抽象度を高いものからより具体的なものへと設計していく手法は有用であり我々関連分野においてもソフトウェア開発の一つの指針となりうるものとする。またPIMにより作成したモデルは、今回のように再利用が可能であり複数のプラットフォームに適用が可能となる。

参考文献

[1] K. Nakayoshi, et al, *Nucl. Instr. and Meth.* A600 (2009) 173-175.
 [2] K. Nakayoshi, et al, *Nucl. Instr. and Meth.* A623(2010) 537-539.
 [3] Y. Yasu, et al, *Nucl. Sci., IEEE Trans. on,*

vol.57, no.2, pp.487-490, April 2010

[4] ATLAS High-Level Trigger Data Acquisition and Controls Technical Design Report, ISBN92-9083-205-3, 2003.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 2 件)

- ① 仲吉一男、安 芳次、千代浩司、「モデル駆動型アーキテクチャによるデータ収集ソフトウェア開発の研究」、日本物理学会第 65 回年次大会、2010 年 3 月 20 日、岡山大
- ② K. Nakayoshi, H. Sendai, Y. Yasu, E. Inoue, T. Uchida, M. Tanaka, T. Kotoku, N. Ando, Y. Nagasaka, S. Ajimura, M. Wada, DAQ-Middleware: Progress and Status, 18th Inter. Conf. on Computing in High Energy and Nuclear Physics (CHEP2010), 18 Oct. 2010, Taipei TAIWAN.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

仲吉 一男 (NAKAYOSHI KAZUO)
高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・技師
研究者番号：80391746

(2) 研究分担者

安 芳次 (YASU YOSHIJI)
高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・シニアフェロー
研究者番号：00391730

千代 浩司 (HIROSHI SENDAI)
高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・技師
研究者番号：10391799

(3) 連携研究者

()

研究者番号：