

20-P16

Low Level Process with Object Oriented Modeling for SPring-8 LINAC

Hironao Sakaki, Hiroshi Yoshikawa, Yuichi Itoh, Atsushi Kuba, Kenji Tamezane,
Toshihiko Horii, Masahiko Kodera, Sinsuke Suzuki, Akihiko Mizuno,
Kenichi Yanagida and Hideaki Yokomizo
JAERI-RIKEN SPring-8 Project Team
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, 319-11

Abstract

The control system of SPring-8 LINAC is designed with Object Modeling Technique(OMT). It is useful for the system to be used Object Oriented Programming(OOP) which is a result of object modeling. Because it'll make most of programs resourceful. So, when we design the object oriented system, it have to be modeled carefully. In this paper, one of Object Model in our system and a it's prototype software are described.

SPring-8 線型加速器制御における、ローレベルプロセス オブジェクト指向モデリング

1 はじめに

現在の加速器は、施設の大型化、ビームへの仕様の高性能化等に対応するため、より高度な制御システムの構築が必要となる。このような状況の中、建設中の大型放射光施設(SPring-8)の線型加速器では、原研東海研究所内に設置された、電子入射加速部をテストベンチとし、計算機制御システムのR&Dが進められている。我々の制御システムでは、構成する機器等をオブジェクト化することで、加速器の性能向上要請等で継続的に起こり得る改良や様々な運転モードなどに柔軟に対応出来るように考える。大型加速器の制御における特殊性(多様性、移植性、柔軟性、規模等)は、OOPの適用にフィットするものであり、LBL^[1]等でも類似した試みがなされている。

本論文では、我々が行ったシステムのオブジェクトモデリングについて説明し、また、このモデルを使ったC言語によるプロトタイプソフトウェアによる試験結果を報告する。

2 制御システムのソフトウェア構成

まず、SPring-8 線型加速器の制御システム全体のオブジェクト構成を、図1に示す。図のそれぞれの四角は、名前に対応したオブジェクトである。WS(MMIF)サイドと、VME(マシン)サイドは、LANで結ばれている。そして、その間のメッセージは、

UDP/IPの上位プロトコルとして設計されたSPring-8 machine Control Datagram(SCD)及び、マシン制御のために共通化されたコマンド体系SPring-8 machine Control Command(SCC)によって、伝達される。Communication Process(通信プロセス)は、LAN経由でメッセージをハンドリングするオブジェクトで、送信先のControl Processの名前を入れるだけで(名前に対応するアドレスが未知の場合、このプロセスが調べてくれる)データを配送してくれるSuper POST OFFICEである。

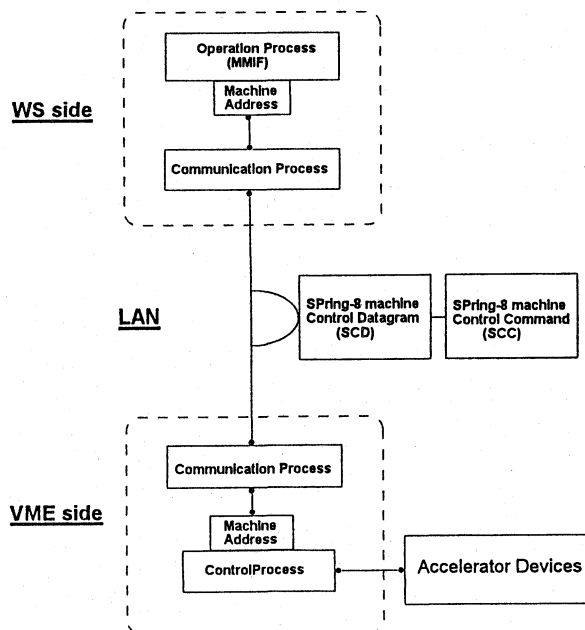


fig.1 Object model of SPring-8 LINAC

2.1 Super Class "MACHINE"

クラスの設計において我々は、線型加速器は値（パラメータ等）を入出力する単純な装置の集合体であると仮定、線型加速器の構成機器に共通な特性を抽象化し Super Class "MACHINE" を設計した。このクラスから派生して、電磁石、RF等の構成機器のサブクラスが生成される（図2）。

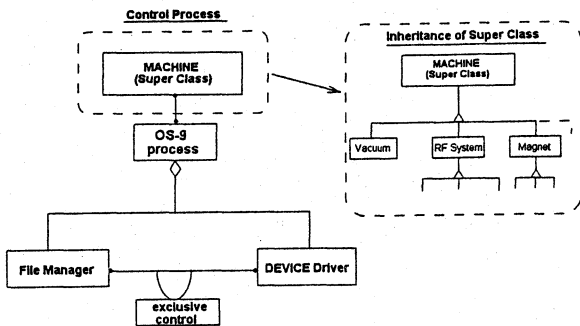


fig.2 Object Model of "MACHINE"

Super Class "MACHINE" が持つ属性は、主に「parameters & status」と、「behavior」である。「parameters & status」は、オブジェクトの動作パラメータなどを意味する。また、「behavior」とは、図3に示す様な抽象化された状態遷移等の振る舞いを意味する。

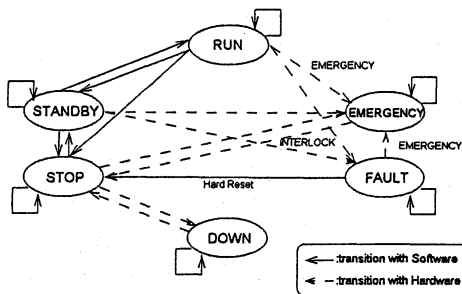


fig.3 'behavior' of "MACHINE"

変えることなく、構成変更前と同等の機能を持たせることが容易に出来る。図4は、状態遷移を複合オブジェクトに対応させて描かれたものである。図では状態が遷移する経路を、実線、点線で表示しているが、実線はソフトウェアによる遷移、点線はハードウェアによる遷移を意味する。DOWN は、電源未投入のため制御不能な状態を表す。STOP は、電源投入直後もしくは初期化直後であり、RUN は、機器が正常に動作している状態である。異常が発生した場合には、FAULT（動作上の失敗）か、EMERGENCY（運転に致命的な現象が起こった際の緊急停止）の状態に遷移する。複合オブジェクトの状態遷移に対応して内部の機器クラスも、同じ状態に遷移しなければならない。すなわち、この抽象状態にうまく当てはまるように物理的状态を定義することが各クラスの設計に求められる。

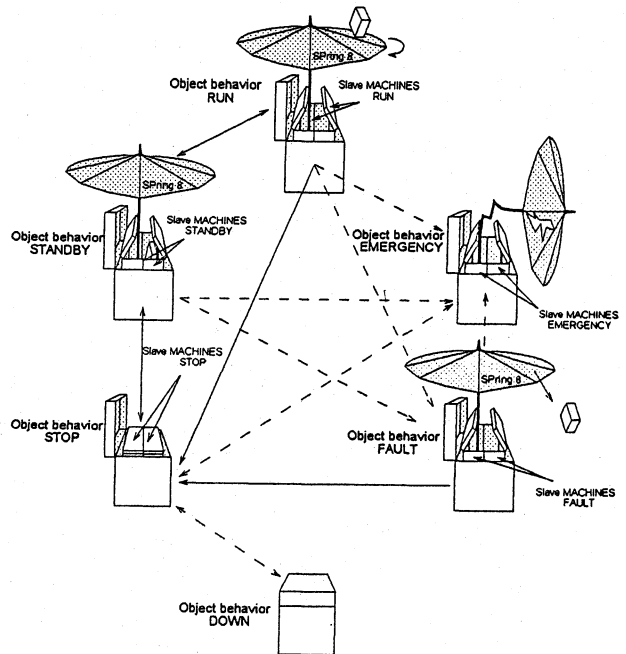


fig.4 Dynamic Model of Complex Object

2.2 複合オブジェクトの生成

構成機器をオブジェクト化することで、それぞれの組み合わせで新たな機能を持つ新しいオブジェクトを生成することが可能となる。例えば、加速器立ち上げ時必要な、ビームプロファイル測定、ビーム調整などの機能を持つオブジェクトを容易に構成できる。これらは、複数の機器クラスをシステムチックに組み合わせることで出来るオブジェクトであり、複合オブジェクトと呼ぶことにする。複合オブジェクトは、それを構成するオブジェクトを入れ替えるだけで、線形加速器のハード構成変更を追従することができ、それ自身を大きく

3 プロトタイプの試験

上述のモデルの検証を行うためにプロトタイプとして、「Energy Spectrum」と言うビームエネルギー測定複合オブジェクトを実際に試作し試験を行った。我々が採用している OS (OS-9) では、まだ C++ 等オブジェクト指向プログラミング言語が発表されていないために、C 言語を用いた。「Energy Spectrum」複合オブジェクトは、ファラデーカップ (FDC)、ベンディングマグネット (BM)、の組み合わせで出来ている。この複合オブジェクトの設計には、OMT^[2]に

よる次のモデルが使われた。

- システム内の相互作用を示す「動的モデル」(図5)
- システム内のデータの変換を示す「機能モデル」(図6)
- オブジェクトの関係を示す「オブジェクトモデル」(図7)

動的モデルは状態遷移図でもあり、複合オブジェクトに対応して構成オブジェクトの状態も STANDBY → RUN → STOP と遷移している。この中で、RUN 状態が行う動きは read、set、record の3動作であることがわかる。機能モデルでは、システムで使われるすべてのデータが挙げられ、それが楕円で表される変換処理内でどのように変換されていくのかが描かれる。例えば、図中の READ charge 変換処理は、現在の FDC の charge 量から、BM の current 量をセンシティブにスキャンさせるかどうか判断し、その判断値を Step count として、SET current 変換処理に渡している。オブジェクトモデルでは、オブジェクト間の関係のみならず、機能モデルで挙げられたデータから得られたオブジェクトの属性や、"MACHINE" から継承されるメンバ関数等が書かれる。図では、GO(SCCstat) と言う「behavior」を行う関数がすべてのオブジェクトに継承されており、例えば GO(STANDBY,etc) とすれば、各オブジェクトはその状態に遷移できる。但し、このモデルでは、あくまでプロトタイプの為に、実機で必要となる通信プロセス、オブジェクト間のメッセージ伝達等は省略した。また、プログラミングでは、C 言語を用いたために、オブジェクト指向言語使用時のように簡便化出来なかったが、アプリケーションを書く作業は、OOP のメリットを生かし効率よく行われた。そして、製作されたアプリケーションで自動的に Energy Spectrum を測定する事が出来た (図8)。

4 まとめ

我々は、線型加速器のプロトタイプオブジェクトモデルを試作し試験することによって、その有効性を確認した。今後は、今回得たモデリングの知見を生かし、線形加速器全体にモデリングを拡張しなければならない。また、同時にシステムの効率をふまえたモデルの実装を考えなければならない。

5 参考文献

[1] H.Nishimura, COMPUTERS IN PHISICS, VOL.6, NO.5, 1992, p456.
 [2] J. ランボー等, "オブジェクト指向方法論 OMT", 株式会社トッパン, 1993.

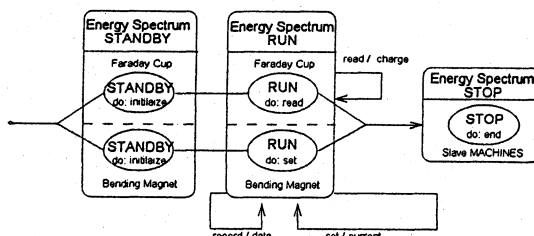


fig.5 Dynamic Model of "Energy Spectrum"

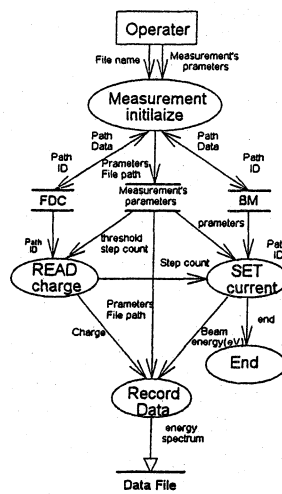


fig.6 Functional Model of "Energy Spectrum"

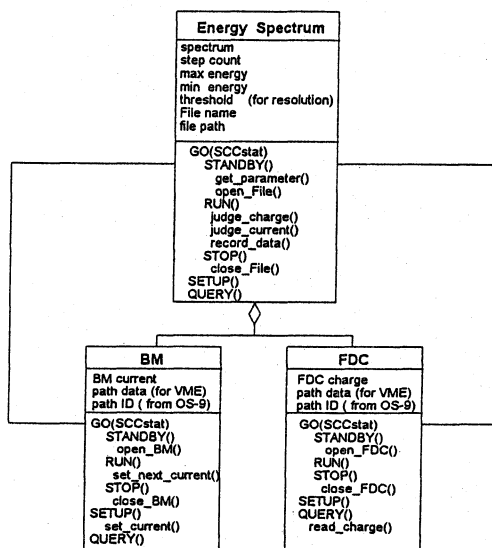


fig.7 Object Model of "Energy Spectrum"

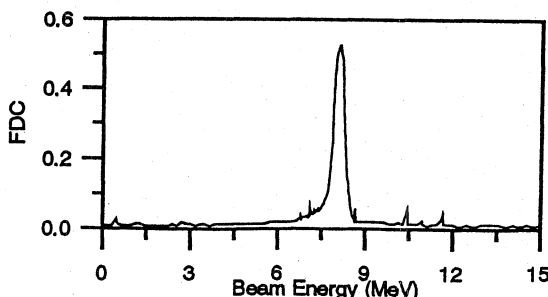


fig.8 Measured Spectrum