

[F18p16]

APPLICATION OF PERSONAL COMPUTER AND TOOL-SOFTWARE TO ACCELERATOR CONTROL

M. Mutoh, M. Nanao and I. Abe*

Laboratory of Nuclear Science, Tohoku University
1-2-1 Mikamine, Taihaku-ku, Sendai 982-0826, Japan
mutoh@lns.tohoku.ac.jp

*KEK, High Energy Accelerator Research Organization
1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki 305-0801, Japan

Abstract

An accelerator control system based on personal computers (PCs) and commercially available tool-software has been constructed so as to reduce the development and maintenance costs, to enhance the flexibility and extendibility, and to avoid becoming old-fashioned due to the fast innovation of computer technology. The PCs are used for a database server, operator's console, a beam monitor signal processor, a wave-form processor and so on. The PCs are running as a client/server system using Windows NT. The use of commercially available programs offers some benefits; for example, there are fewer program bugs than are found in laboratory-designed ones, comprehensive manuals, the expectation of upgrading to new versions in the future, and reduction of the development and maintenance loads. This control system has been installed in a stretcher-booster ring at Tohoku University.

パーソナルコンピュータとツールソフトウェアの加速器制御への応用

1. はじめに

加速器制御では制御コンピュータとしてワークステーション (UNIX) が、デバイスコントローラとして VME が広く使われてきた。しかし、最近のパーソナルコンピュータ (PC) の性能は飛躍的に向上し、多くの応用分野で PC への移行が広まり、ワークステーションの影が薄れてきている。特に PC の GUI (Graphical User Interface) 機能の向上、メモリ、ディスク容量の高密度化、オブジェクト指向に対応した言語・ツールによるソフトウェア開発環境の充実、信頼性の高いマルチタスク対応のオペレーティングシステム (OS) が現れたことなどにより、もはや加速器制御へ PC を利用することに何ら問題はない。また、加速器の建設・保守費用の減少化傾向の状況で、PC の低価格化は PC の応用を急速に拡大させると思われる。

今回、我々は 10 台の PC と LabVIEW、MS-Access、MS-Excel といった市販のツールソフトウェアを組み合わせ、加えて制御システムの機能を高め、柔軟性のあるシステムを確立するために、データベースを中枢に据えた加速器制御システム [1][2] を開発した。このシステムは東北大学核理研に建設されたストレッチャー・ブースタリング (STB) [3] で順調に稼動し、今後電子リニアックへの拡張も検討されている。

2. PC による制御システム

第 1 図に制御システムの構成を示す。システムは 10 台の PC で構成され、それらは専用の 100Base-TX/FX ネットワークで結ばれている。PC

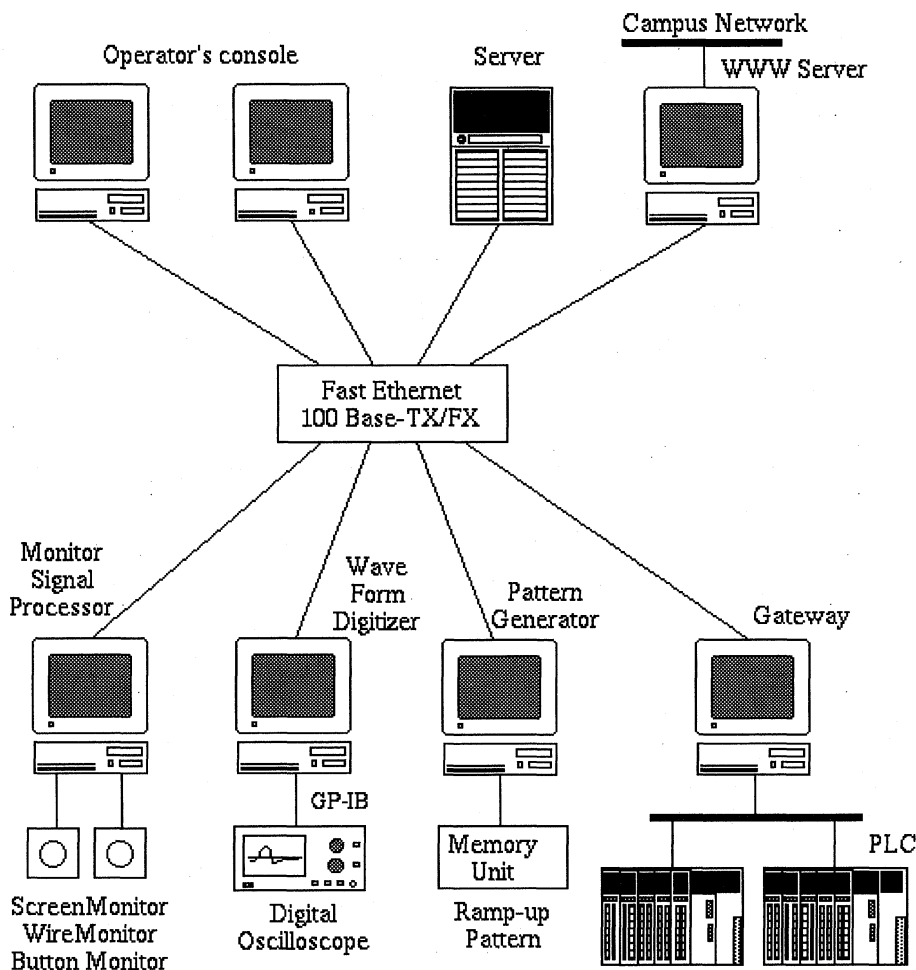
はそれぞれ一つの機能を担い、その役割は、

- ・データベースを搭載したデュアルプロセッサのサーバ・コンピュータ、
 - ・グラフィック機能を強化したオペレーション・コンソール、
 - ・電磁石電源、真空システム、RF システムを直接制御する PLC (Programmable Logical Controller) [4] とサーバ・コンピュータ間のコミュニケーションを処理するゲートウェイ、
 - ・ビーム・スクリーンの映像をデジタル化してコンソールに送ったり、ボタン型ビーム位置モニタの信号を処理する PC、
 - ・波形信号を現場のデジタル・オシロスコープでデジタル化し、その波形情報をコンソールへ転送する PC、
 - ・STB のブースタ・モード運転の際、磁場の振り上げを制御する PC、
 - ・インターネット上に加速器の運転情報をリアルタイムで提供する WWW サーバ、
- その他である。

PC の OS としてはマルチタスク機能を備え、サーバ・クライアント構成による分散処理が可能で、更にネットワークとの接続性が優れていることなどから、サーバ PC には Windows NT Server、クライアント PC には Windows NT Workstation を採用した。

3. ツールソフトウェアの利用

今回の制御システムでは、LabVIEW、Access、Excel といった市販のツールソフトウェアを使用した。市販のソフトウェアは完成度が高く、汎用性があるため多様な使い方に対応でき、少人数で短



第1図 PCによる制御システムの構成。

期間にシステムを開発する場合有効である。また、将来メーカからバージョンアップ・サービスによる機能の追加が受けられ、今後コンポーネントウェアなどの新しいソフトウェア技術の導入も容易になる。

LabVIEWにはメータ、ボタン、ランプ、スライドボリュームなどの優れたGUI機能があり、これらパーツを運転手順に従って体裁よく並べ、動作のブロックダイアグラムを作れば、プログラムを直接組むことなくコンソール画面が簡単に作成できる。コンソールとデータベース間のコミュニケーションには、通信速度を上げるためODBC (Open Database Connectivity) の代わりに、専用(自作)のDLL (Dynamic Link Library) を使っている。LabVIEWはコンソール以外に波形信号をデジタル化するPCでも使われている。加速器の運転では、パルス動作している機器の電圧・電流波形、ビーム波形など多くの波形情報が必要で、このシステムでは観測したい波形信号は、現場に置かれたデジタル・オシロスコープからGPIBでPCに取り込まれ、ネットワークを通じて制御室へ送られて、コンソール画面上に描かれたオシロスコープに波形が表示される。こうした

仕組みもオシロスコープのメーカから提供されているLabVIEW用のドライバ・ライブラリを使うと短時間で構成することができ、信号源から制御室まで多数の同軸ケーブルを敷設する必要がない。4チャンネルの波形は毎秒2回の割合で更新されている。

ExcelはSTBのブースタ・モード運転時に電磁石の振り上げ磁場パターンデータの入力に、Accessは運転パラメータをデータベースへの入力に使用されている。いずれもVB (Visual Basic) マクロコマンドとODBCといったツールに備えられている拡張機能の活用で、データベース・サーバとコミュニケーションが取られている。

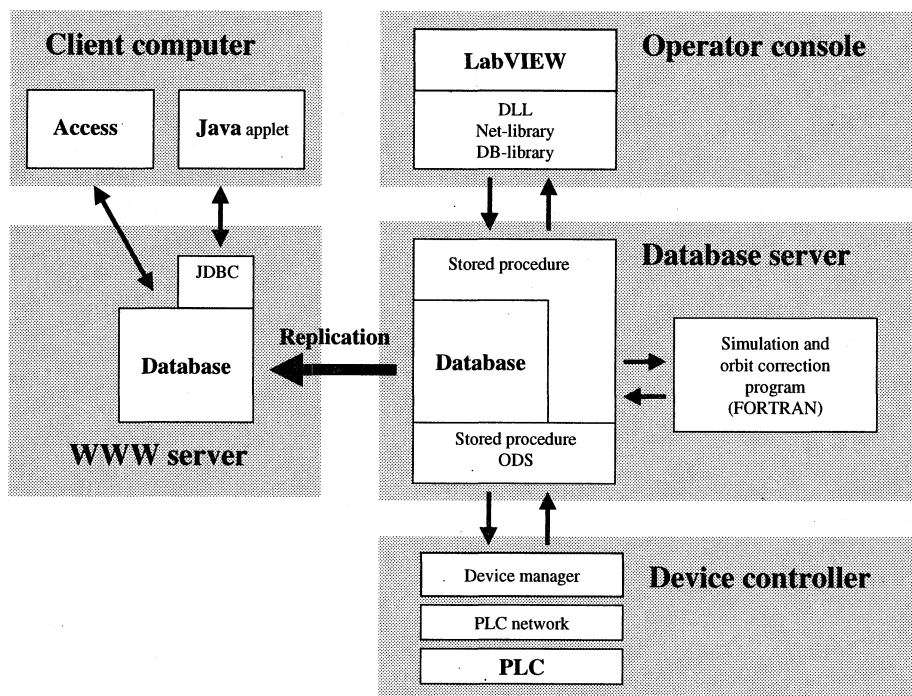
4. 制御データベース

加速器が大型になり運転が複雑化してくると、柔軟性に富んだ制御システムが求められ、データベースの役割が重要視されてきた。最近、加速器制御へのデータベースの利用は一般化してきたが、その多くは単なる運転記録の格納に使われ

ている場合が多く、制御の中核で積極的な役割を果たしている例はまだ少ない。我々は柔軟性や拡張性の高い制御システムを構築する上で、データベースは極めて重要であると考え、データベースを制御の中心に据えたソフトウェア体系 [5] を採用した。システムのソフトウェア構成を第2図に示す。システムは最上位のマン・マシンインターフェイス層と最下位のデバイスコントロール層、中間層としてデータベースを用いた制御層から成る三層構造で、すべてのクライアントPCは、データベースを仲介して、相互のコミュニケーションを取っている。

- データベースに求める要件としては、
- ・リアルタイム処理で使える高速性、
 - ・アプリケーション・プログラムとの接続が容易なこと、
 - ・機能の拡張が容易なこと、
 - ・サーバ・クライアント構成が実現できること、
 - ・OSとの親和性がよいこと
- などで、これらの要求に合致するものとして、MS-SQL Serverを採用した。

MS-SQL Serverはリレーショナル・データベースであるが、ここではデータベースが持っている



第2図 制御システムのソフトウェア構成。

機能のひとつであるストアードプロシージャを利用し、それにオブジェクト指向プログラミングのメソッドのような役割を与え、データのカプセル化を図った。オペレータ・コンソールやデバイスコントローラからデータベースへのアクセスは、全てこのストアードプロシージャを通じておこない、データへの直接アクセスを禁止している。このようにした理由は、誤ったデータへのアクセスで、制御システムに致命的なダメージを与えることを避けるためである。ストアードプロシージャだけで対応できない処理のために、処理プログラムをデータベースの中に組み込み、データベースの一部として動作させる ODS (Open Data Services) を利用し、データベースの機能を拡張・強化してシステムの柔軟性を一段と向上させた。アプリケーション・プログラムとストアードプロシージャ間のコミュニケーション形式 (プロトコル) を定型化し、プログラマが SQL (Structured Query Language) やデータベース構造を知らなくても、データベースとコミュニケーションが簡単にできるようにした。制御データベースはサーバ・コンピュータにインストールされている。

インターネットへ加速器の運転情報を提供 [6] している WWW サーバには、外部に提供する運転データを格納した専用のデータベースシステムがある。データベースを制御用と WWW 用に分けたのは、制御データベースをインターネット上の不正なアクセスから保護することと、制御サーバ・

コンピュータの負荷を減らすためである。データベースの持っているレプリケーション機能により、必要なデータは制御データベースから WWW データベースに自動的にコピーされる。今のところ STB 真空系の状態がインターネット上から Java アプレットを使ってモニタ [7] できるようになっている。

5. まとめ

PC 及び市販のソフトウェアを利用したことで、STB の制御システムは、少ない費用と小人数で建設することができた。大学のような多目的利用の加速器の場合、実験内容に応じて運転モード、ビームの特性が頻繁に変わることから、こうした点に迅速に対処できるシステムが求められる。制御の中核に採用したデータベ

ースにより、アプリケーション・プログラムの組み込みと、制御機器の構成の変更や制御手順の変更が容易になり、更に PC 間、プログラム間のコミュニケーションもスムーズになり、柔軟性、拡張性に富んだシステムを構築することができた。

参考文献

- [1] M. Mutoh et al., "A New Approach to Control System for Medium-Scale Accelerators", International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems, Chicago, USA 1995
- [2] M. Mutoh et al., "Status of The Control System for The STB at Tohoku University", The First Asian Particle Accelerator Conference, Tsukuba, Japan 1998
- [3] T. Tamae et al., "1.2GeV STRETCHER-BOOSTER RING PROJECT AT TOHOKU UNIVERSITY", The XVI RCNP OSAKA International Symposium on Multi-GeV High-Performance Accelerators and Related Technology, Osaka, Japan 1997
- [4] M. Nanao et al., "Development of PLC Driver for Accelerator Control", The 22nd Linear Accelerator Meeting in Japan, Sendai, Japan 1997
- [5] M. Mutoh et al., "Improvements in Database System for Accelerator Control", International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems, Beijing, China 1997
- [6] M. Mutoh et al., "Real-time Observation of the Accelerator Operation through the Internet", The 22nd Linear Accelerator Meeting in Japan, Sendai, Japan 1997
- [7] URL: <http://www.lns.tohoku.ac.jp/stb/disp2/display2.html>