

[09-A05]

## Development of a computer control system for the FEL at ISIR, Osaka Univ.

T. Igo, R. Kato, S. Kondō, T. Okita, T. Konishi and G. Isoyama

Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University  
8-1 Mihogaoka, Ibaraki, Osaka 567-0047, Japan

We have developed a computer control system for the FEL at ISIR, Osaka University. The hardware of the system is composed of some personal computers (PCs) connected with a local area network (LAN). Controlled devices in the FEL beam line are directly connected to I/O boards in extension slots of the PCs. The PCs function not only as user interface but also as device driver. Three hierarchy layers comprises the control software for user interface, database and device control. We adopted standard software for database and developing tools. All these made development of the control system easy and inexpensive. The new control system is successfully used for operation of the FEL.

### 阪大産研 FEL 用ビームラインの計算機制御システムの開発

#### 1. はじめに

我々は阪大産研のLバンドライナックを用いて、遠赤外自由電子レーザー(FEL)の研究開発を行っている<sup>1)</sup>。FELを発振させるためには光共振器の中心軸とビームの軌道が正確に重なっている必要がある。そのため、大変精密な操作を要求される。現在、Lバンドライナックの制御は手動で行われている。そこで昨年、操作性やビーム状態の再現性の向上、調整時間の短縮、及びデータの蓄積や活用などを目指し、計算機による制御システムの導入を検討した。

しかし、産研Lバンドライナックは共同利用装置であり、我々が自由に改造を行うことができない。またこの装置自体が20年前の建設で、計算機制御のインターフェイスを持っていない機器も多い。そこで第一段階として、FELビームラインを制御するためのパーソナルコンピュータ(PC)を用いた制御システムを開発した<sup>2)</sup>。

ここでは制御システムの概略と、FELの発振実験に使用して行ったテスト結果について述べる。

#### 2. ハードウェアの構成

図1はこのシステムのハードウェア構成図である。図のように、制御システムで使われる計算機には全てPCを用いている。これらのPCは互いにイーサネット(100Base-T)で接続されている。これらのPCのうちデバイスが接続されているPCは、PCIなどのPC自身が持つ拡張スロット上にアナログI/O、デジタルI/O、GP-IBなどのインターフェイスボードを搭載している。このようにPC上の拡張スロットに搭載するインターフェイ

スボードを利用することにより、VMEやCAMAC等を利用したものに比べて制御システムを安価に構築することが可能になる。

またこのシステムでは、デバイスの操作は全てのPCから同じように行うことができる。

制御対象となる機器には電磁石とステアリングコイルに電流を供給するための電源と、ステアリングコイルに流れる電流の方向を変えるためのリレーがある。電源には電磁石へ流している出力電流を監視するための1~10Vの電圧出力端子と、与える電圧値によって出力する電流値を制御する1~10Vの電圧入力端子を持っている。電源をこれらの端子からアナログ入力ボード、及びアナログ

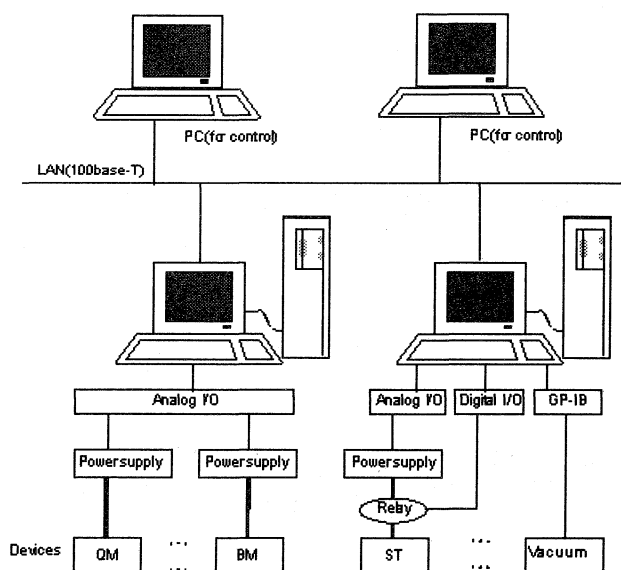


Fig. 1. Schematic drawing of hardware

出力ボードを介して PC に接続する。またリレーはデジタル I/O ボードを介して PC に接続され、制御される。

### 3. ソフトウェア

制御 PC のオペレーティングシステム(OS)には Microsoft Windows を採用した。これは Windows が PC における OS の事実上の標準となっていることや、ソフトウェアの開発ツールが充実していることなどが理由である。開発言語には Microsoft Visual Basic、データベースには Microsoft Access を利用した。これらの市販ソフトウェアの利用によりその部分のプログラミングを省いたり、使いやすい環境の下で効率的にソフトウェア開発を行ったりできる。

図 2 は制御システムのデータの流れを表している。制御ソフトウェアは 3 層の階層構造を持っている。制御されるデバイスのデータは中間のデータベース層を中心にやりとりされる。ここにあるデータベースは Microsoft Access を使用して構築されている。このデータベースは複数存在させる事が可能で、それぞれ制御対象となるデバイスが接続されている PC 上に置かれ、その PC に接続されているデバイスの情報を管理する。

このデータベースは、内部に 4 つのテーブル (表) を持っている。Config テーブルは各デバイスの設定を全て保存し、上下層のプログラムの起動時などに読み込まれる。History テーブルはデバイスの履歴情報を保存している。Set テーブルと Get テーブルは実際の制御時に用いるテーブルである。Set テーブルはコントロールパネルプログラムからデバイスコントロールプログラムへ、デバイスの設定値を渡すためのテーブルである。一方、Get

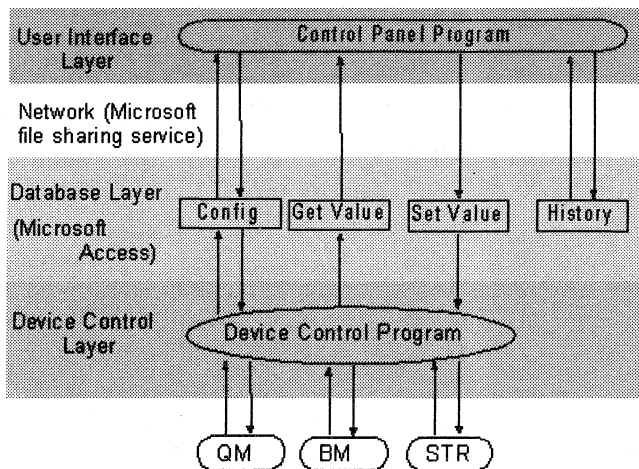


Figure 2. Schematic diagram of data flow. The database has four tables. These are used from the control panel and the device control program. All data of devices flows through these tables.

テーブルは、デバイスコントロールプログラムが取得したデバイスの現在値をコントロールパネルプログラムへと渡す。この 2 つのテーブルを分離することにより、プログラムからのテーブルへの書き込み時に生じる競合を回避している。

最上層のユーザーインターフェイス層には操作パネルプログラムが存在し、これは全ての PC 上に置かれる。このプログラムは Get テーブルに格納されている現在値の表示と、オペレーターが指定した設定値の Set テーブルへの書き込みを行っている。History テーブルへアクセスして、運転履歴の保存と読み出しを行うのもこのプログラムである。またこのプログラムが PC 間の通信を行っている。これはプログラム中で、Microsoft ファイル共有サービスによって共有されたデータベースファイルをワークグループにおける PC 名と共に指定することによって実現される。これにより、TCP/IP 等の通信に関するプログラムを行う必要がなくなった。

最下層のデバイスコントロール層では、デバイスコントロールプログラムによって、各インターフェイスボードの制御を行っている。このプログラムはデータベースと同様、デバイスが接続されている PC 上に置かれる。このプログラムは常にデバイスを監視し、状況をデータベースの Get テーブルへと書き込む。また Set テーブルの変更にあわせ、デバイスをコントロールする。

このような階層構造をとるメリットとして、各プログラムを独立に開発することが可能になるため汎用性を高めることができる。これにより、たとえばデバイス増設などに伴うプログラムの変更を最小限に押さえられる。

### 4. 動作テスト

この制御システムを実際の FEL 発振実験に使用し、動作確認を行った。実際の FEL ビームラインと制御システムの配置を示したものが、図 3 である。

まず偏向電磁石及び四極電磁石が制御されていることを確認した。方法は電磁石に流す電流値の変化させたときの、ビームプロファイルモニター上のビームスポットの位置を観測して行った。その結果、これらの制御が正常に行われていることがわかった。

その後 FEL 発振状態になるようにビーム軌道の調整を行い、実際に FEL が発振していることを確認した。これにより、この制御システムを用いて FEL 発振に必要な制御を行うことができることが

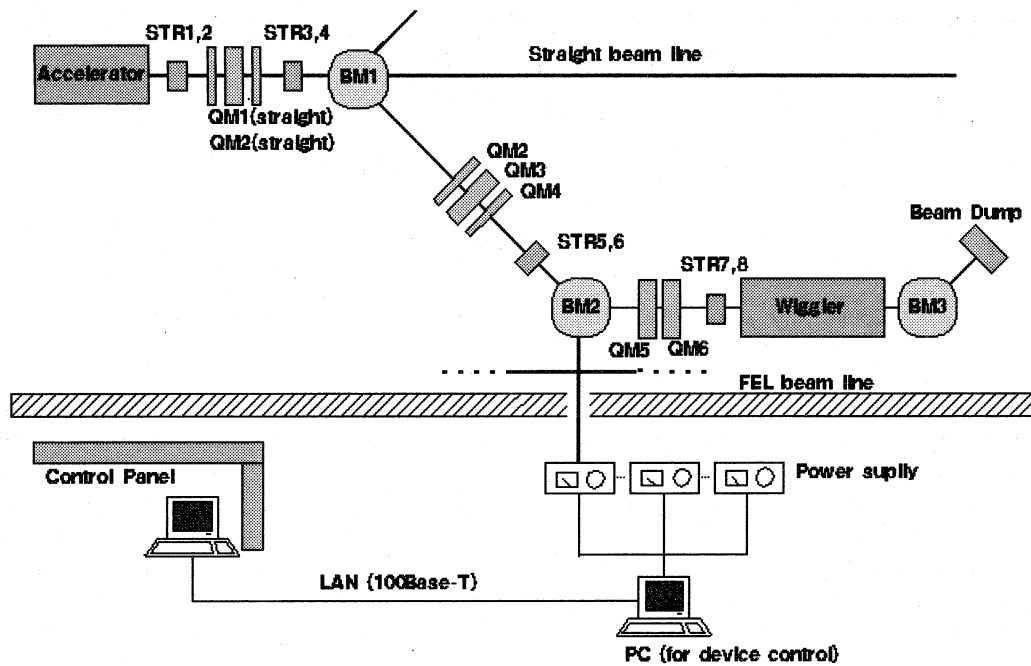


Figure 3. Layout of the FEL beam line and the control system. The devices controlled by this system is on FEL beam line; BM2, ~3, QM2~6 and STR1~8. Now we use two PCs for control. One is used for device driver, another is used for user interface.

確認できた。

また発振実験とは別に、ソフトウェアの動作速度の確認を行った。これはコントロールパネルプログラムに時間計測機能を付加したテストプログラムを用いて、データベースのアクセスにかかる時間を測定した。この結果、テストプログラムがデータベースに対して書き出しを行い、その値を再び読み込むまでおよそ0.1 secかかることがわかった。実際の制御プログラムでは、構造上この作業を2回行ってデバイスの情報を更新している。またデバイスを動作させる時間も必要であるため、実際には0.2~0.8 sec程度の更新時間がかかっているものと思われる。この結果は、ストレスを感じることなく操作を行える速度である。しかし、今後機器の増設などによって速度が低下する可能性も考えられるため、もう一段階の高速化が必要であると思われる。

## 5. まとめ

制御用計算機にパーソナルコンピューターを用い、デバイスとPCとを接続するインターフェイスボードにはPCI等のPC上の拡張スロットに搭載するものを用いた。この結果、シンプルかつ安価な制御システムを構築することができた。

Microsoft Access等の市販ソフトウェアを利用することで、プログラミングにかかる手間を減らすことができた。

通信にファイル共有を用いることで、通信に関するプログラミングを完全に省くことができた。

この制御システムを実際にFEL発振実験に使用し、FELビームラインの制御が可能であることを確認した。ただしプログラムの動作速度に関しては高速化を検討している。

今後の予定としては、ビームプロファイルモニターを制御システムに加えることなどを予定している。

## 参考文献

- 1) S. Kondo, et al, Proc. 23th Linear Accelerator Meeting in Japan, Tsukuba, 1998, p.87.
- 2) T. Igo, et al., Proc. 23th Linear Accelerator Meeting in Japan, Tsukuba, 1998, p.58.