

DATA LOGGING SYSTEM FOR LINAC OPERATION USING ORACLE DATABASE

R.Kato^{1,A)}, S.Kashiwagi^{A)}, T.Yamamoto^{A)}, S.Suemine^{A)}, G.Isoyama^{A)}

^{A)}Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University

8-1 Mihogaoka, Ibaraki, Osaka, 567-0047

Abstract

The computer control system, which was composed of Programmable Logic Controllers and Personal Computers, was introduced into the L-band linac at the Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University. Last year, the data logging system based on the Oracle was added to the control system, and is used for the watching of the extraordinary condition of the equipments and the automatic production of the operation daily report.

Oracleを用いた制御系データロギングシステム

1. はじめに

大阪大学産業科学研究所（以下、阪大産研）のLバンド電子ライナックは、1978年に運転を開始し、高強度の単バンチ電子ビームを加速できるライナックとして稼動してきた。Lバンドライナックのデータロギングシステム開発の試みとしては、1981年にMELCOM 70/40を中核とするリアルタイム・データロギング・システムが構築され、加速器の運転パラメータの抽出が行なわれた[1]。また最近では、一部のビーム輸送路にネットワーク接続されたPersonal Computer（以下PC）のみを用いた制御システムが開発され、FEL運転時の一部制御パラメータのデータベース化も行われた。しかしながら、ライナック本体の制御系は20年以上前に作られたシステムであり、計算機に対する制御インターフェースを持っていない機器も多く、本格的に運用できるようなデータベースシステムの開発は困難だった。

一昨年からLバンドライナックのクライストロン及びクライストロン用モジュレータ電源、サブハーモニクバンチャー用RF源、冷却水装置、電磁石電源など、加速器を安定化させるための機器更新が行なわれた[2][3]。これらの機器更新と合わせて、プログラマブル・ロジック・コントローラ(PLC)とパーソナル・コンピュータ(PC)を主体とした計算機制御システムが導入された[4]。この計算機制御システムでは、PC間のネットワークであるEthernetとPLC間のネットワークであるFL-netを結びつける1台のPCに全ての機器の制御情報が集約され、Ethernet側のPCに対して共有メモリの形で公開されている。加速器制御のユーザーインターフェースとなるPCでは、共有メモリ上のデータにアクセスすることで機器の制御を実現している。このPCのなかの1台にデータベースプログラムを導入することで、比較的容易にデータロギングシステムの構築が可能になる。今回、この手法を用いてデータロギン

グを行うシステムを導入したので、その概略について報告する。

2. データロギングシステムの構成

2.1 制御システム構成とDB-SVR

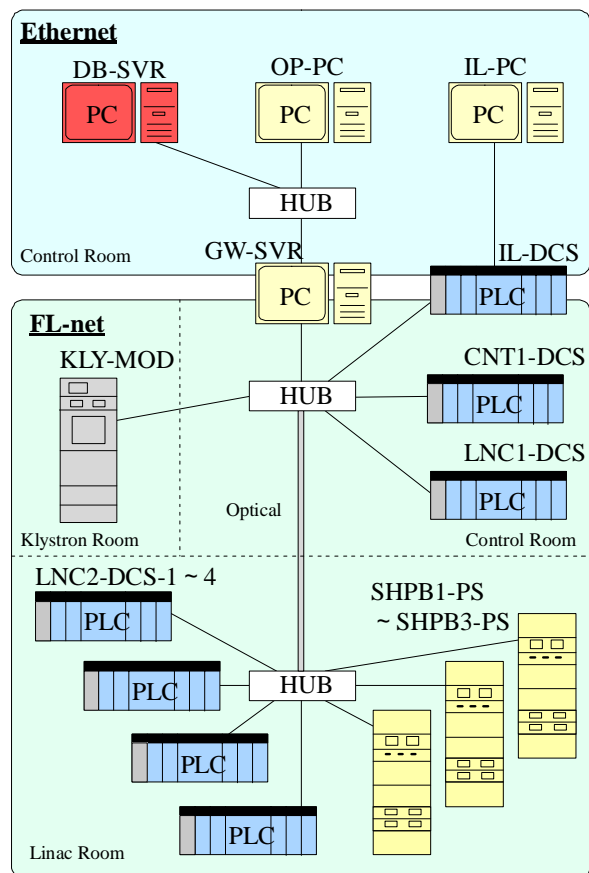


図1：制御系のシステム構成とDB-SVR

¹ E-mail: kato@sanken.osaka-u.ac.jp

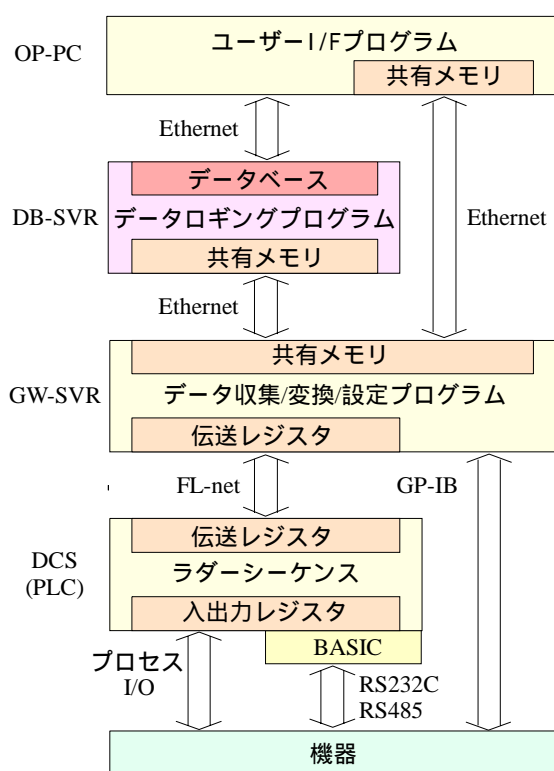


図2：データの流れ

今回導入したシステムでは1台のPC (DB-SVR)がデータロギングを専門に行うPCとなる。Lバンドライナックの制御系全体の構成を図1に示す。このシステムは、オペレータに対するユーザーインターフェースとなるOperator PC (OP-PC)と、FL-netとEthernetの間の仲介を行うGateway Server (GW-SVR)、制御対象機器を直接コントロールするDevice Control Station (DCS)により構成される。制御室、加速器本体室、クライストロン室に分散配置されたDCSは、FL-netにより相互接続され、このFL-net上の伝送レジスタ(コモンメモリ)を互いにコピーしあうことでデータの共有を実現している。DB-SVRはOP-PCと同様にGW-SVRの共有メモリにアクセスし、そのデータを取得する。OP-PCと異なるのは、そのデータを決められた周期でデータベースファイルに記録することと、データベース管理のためのプログラムを組み込まれていることである。このデータベース管理ソフトとしては、一般的に広く用いられていることと使いやすいツール類が揃っていることからOracleを選択した。

2.2 データの流れ

各機器からDB-SVRまでのデータの流れの概略を図2に示す。DCSはDI、ADC等のプロセスI/Oを通じて機器のデジタルデータ、アナログデータを入力レジスタに取り込む。一部のシリアル通信機器に関しては、BASICモジュール上のプログラムがそのシーケンスを行う。DCSのラダーシーケンスが入力レジ

スタの値をFL-netモジュールの伝送レジスタに反映させる。FL-netモジュール同士は与えられたノード番号にしたがってサイクリックに通信を行い、一定時間間隔で伝送レジスタ上のデータを更新する。GW-SVRは、FL-net通信により更新された伝送レジスタのデータとGP-IBから収集したデータをもとに制御システムの共有メモリデータを更新する。DB-SVRおよびOP-PC上では、UDP送受信プログラムにより共有メモリデータが更新される。DB-SVRではデータロギングプログラムが各データログに決められた収集周期で共有メモリ上のデータをデータベースファイルに記録している。オペレータはDB-SVRまたはOP-PC上から、このデータベースにアクセスすることで、機器の異常履歴の取得やライナックの運転日報の自動作成等を行うことができる。

3. データロギングの仕様

3.1 収集するログの種類

このデータベースシステムでは、Lバンドライナック制御システムと安全系インターロックシステムに取り込まれている信号を以下の5つのグループに分けて収集している。

- 1) 低速ログ
- 2) 高速ログ
- 3) 設定ログ
- 4) エラーログ
- 5) 日報ログ

1)に含まれるのは、FL-net経由で収集される各DCSに接続された機器のアナログデータ、デジタルデータである。それに含まれるのは電磁石電源のON/OFF状態やアラーム信号、電流のモニタ値、真空計の真空度や真空度異常の有無、ビームシャッターの開閉状態、RF伝送回路の位相器、可変減衰器の位置、電子銃の高圧モニタ値、安全系インターロックで取り込まれる各状態信号、冷却水装置のON/OFF状態とフロースイッチの状態などである。その収集周期は10秒であり、最大記録数は100万件である。2)は1)の収集周期が10秒と長いので、これよりも短い周期で起きる現象を記録するために設けられた。1)で取得されるデータの中からデジタルデータだけを選択することで、収集周期を1秒間隔に速めている。最大記録数は100万件である。3)はオペレータが制御機器に対して行った操作のログで、OP-PCからGW-SVRに送られる操作要求を記録する。データ収集は操作要求が発生したときに行われ、最大記録数は10万件である。4)は機器の異常状態を記録するためのログで、機器の異常状態が発生したとき(状態信号が正常から異常へと遷移したとき)、および異常状態から復旧したとき(異常から正常へと遷移したとき)に収集される。最大記録数は10万件である。5)は日報を作成するためのログであり、運転日報に記載されるLバンドライナックの運転時間や

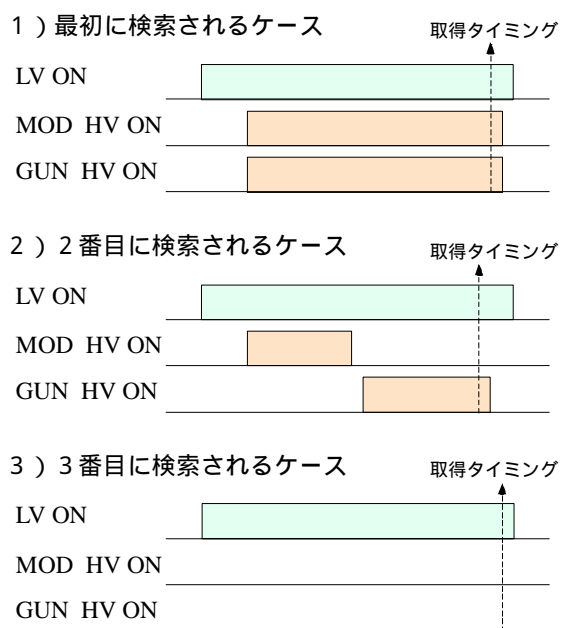


図3：日報ログの取得タイミング

運転モード、ビームポート、主要な機器状態データを記録している。収集タイミングは日報生成のリクエストを基準として、次節で述べるように過去にさかのぼってデータ検索を行う。最大レコード数は10万件である。以上のデータログはリングデータ形式を取っているため、最大レコード数を超えた場合は、古いデータから順に上書きされていく。

3.2 日報作成の自動処理化

日報プログラムはOP-PC上で動作し、日々のライナック運転の運転記録作成を自動化する。このプログラムはLバンドライナック制御プログラムからLV ONが実行されたときにSQLのINSERT INTOコマンドにより日報テーブルに日付と運転開始時間を登録する。また、LV OFFが実行されたときには、運転開始時間からLV OFFまでの時間内の主要機器のパラメータをデータベースから検索し、SQLのUPDATEコマンドにより残りの項目を日報テーブルに登録する。問題となるのは、試験運転の場合には電子銃の高圧とモジュールの高圧が別々にON状態になる可能性が考えられることで、このためいくつかの条件分岐が必要になる。図3に示されるのはその取得タイミングである。運転時間はLV ONの継続時間とし、一般的なライナックの利用運転では電

子銃（GUN）とモジュール（MOD）の高圧は同時にON/OFFされるので、最初に検索されるのは両者が同時にON状態になっている時のデータである。このデータが存在しない場合には、一方のみが高圧ONとなる試験運転等が考えられる。そこで2番目に、どちらか一方の高圧がONされる場合の最新のデータが検索される。最後に考えられるのはLV ONのみで高圧がONされなかった場合であるが、この時はLV ON中の最新データを検索する。ここでいう最新データとは、HV OFFまたはLV OFFが実行される1サイクル前のデータである。

4. まとめ

このデータロギングシステムは昨年12月に導入され、順調に稼働している。このシステムを用いることにより、それまで時々発生していたビーム停止の原因が、スイッチング電源のステータス読み出しの誤動作（1000回に平均2回の割合で発生する状態信号の誤動作）であることが判った。また、機器が故障したときの故障原因の推定、ライナックの稼働時間の積算等にも利用されている。

5. 謝辞

このデータロギングシステムの詳細設計とプログラム開発は、Lバンドライナックの制御系と同様、(株)東芝 電力・社会システム社が担当されました。開発に携わられた方々に、この場を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- [1] T. Hori, S. Takeda, K. Tsumori, T. Yamamoto and N. Kimura, "Real-Time Data Logging System for the Osaka University Single Bunch Electron Linear Accelerator", Proceedings of the 6th Meeting on Linear Accelerator in Japan, Sapporo, July 27-29, 1981, pp.162-166.
- [2] G. Isoyama, et al., "Remodelling of the L-band Linac at ISIR, Osaka University", Proceedings of the 27th Linear Accelerator Meeting in Japan, Kyoto, Aug. 7-9, 2002, pp.115-117.
- [3] 加藤龍好、et al., "阪大産研Lバンドライナックの改造と性能評価", Proceedings of the 28th Linear Accelerator Meeting in Japan, Tokai, Jul. 30 -Aug. 1, 2003, pp.51-53.
- [4] 加藤龍好、et al., "FL-net上に構築されたPLCベースの加速器制御システム", Proceedings of the 28th Linear Accelerator Meeting in Japan, Tokai, Jul. 30 -Aug. 1, 2003, pp.461-463.