RELIABLE CONTROLS WITH DISKLESS VME COMPUTERS AT KEK LINAC

T. Obata*, K. Furukawa and N. Kamikubota
High Energy Accelerator Research Organization (KEK)
Oho 1 – 1, Tsukuba, Ibaraki, 305-0801, Japan

Abstract

In the control system at the KEK electron/positron linac, many VME computers are employed to implement sub-systems for beam instrumentation and other general controls. These systems are utilized regularly from many operational programs to support the stable linac operation. In order to realize the robust and reliable operation of VME computers, a distributed and redundant management environment was developed and used since the beginning of the KEKB commissioning.

KEK-Linac における VME 計算機のシステム管理

1. はじめに

現在、高エネルギー加速器研究機構では KEKB 計画が進行中である。KEK-Linac では、この KEKB リングをはじめ、PF-Ring, PF-AR の 3 つの施設に対してビームを供給している。特に KEKB リングでは、ルミノシティーの蓄積が課題となっており、それに伴い加速器の運転時間が増大してきている。従って各加速器と共に信頼性の高い制御系の運用が非常に重要になっている [1]。

この制御系では、ビームモニターと一般制御のために合計 27 台の VME 計算機を使用しており、加速器を安定に運転する上で、この VME 計算機は必要不可欠な存在となっている。VME 計算機上で動作するサブシステムは常時制御系を通して様々な運転用ソフトウェアから利用され加速器の安定な運転に寄与している [2]。

しかし、それら個々のシステム管理には多大な時間と労力を要する。そこで KEK-Linac では、この VME 計算機システムをディスクレス化する等、幾つかの手段を用いて、この VME 計算機のメンテナンスの簡便化とシステムの安定性の向上をはかり、加速器の安定した運転を支えている。本報告ではこの中の VME 計算機のシステム管理について述べる。

2. 制御システムの概要

KEK-Linac の制御系システムは複数台の Unix 計算機 (Tru64unix) を中心に、複数のデータキャッシュサーバー (PC-linux)、オペレータ用の数十台の端末 (X-terminal, Windows NT, Mac-OS, MS-DOS)、現場機器制御用の PLC、RF モニター系の VXI 計算機等で構成され、また、制御系システムのデバイス側のインターフェースとして、各副制御室とクライストロンギャラリーに合計 27 台の VME 計算機 (Force CPU40/CPU60) が使われている (図 1) [3]。

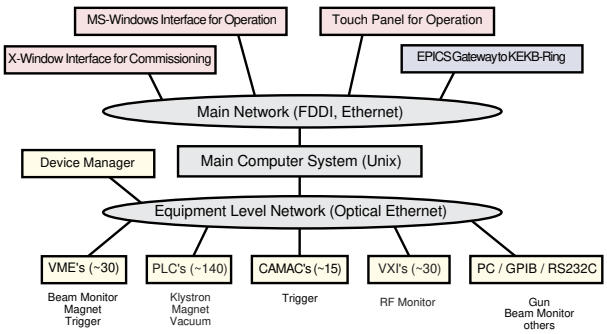

図 1: 制御システムの構成

これらの VME 計算機はリアルタイムオペレーティングシステム OS9 を使用しており、主にビームモニター系や、トリガー系制御、一部電磁石電源の制御、信号切り替え器の制御に使われている。そして、VME 計算機を含む全ての計算機は TCP/IP ネットワークで互いに接続されている。

3. VME 計算機システムの管理

3.1. 旧来の VME システム

VME 計算機は各々固定ディスクを内蔵し、OS や運転に必要なプログラム、一時的なデータファイル等を各々の固定ディスク内で管理していた。固定ディスクの平均寿命を約 5 年と考えると、年平均 3 台程度、ロットによってはそれ以上の確率でディスクトラブルが発生する可能性があると言える。そのためディスクのバックアップは必要不可欠であるが、現在の加速器運転状態ではメンテナンスに充分な時間を取る事が難しく、更に、ディスクトラブル時の修復作業による加

* obata@mail-linac.kek.jp

速器運転への影響も大きいことが予想された。

そのため KEKB 計画に当たって、制御系の信頼性の向上を目指し、機械的なトラブルの起こりうる機器 (フロッピーディスク・固定ディスク等) はクライストロンギャラリーのような現場側では使用しないという方針を取ることにした。

3.2. 現在のシステム

現在のシステムでは VME 計算機を全てディスクレス化し、ネットワーク上から bootp 及び tftp プロトコルによってシステムの起動が行われるよう変更を行い運転の安定化を図る事にした。

bootp, tftp サーバーは加速器運転用の Unix 計算機が担当し、同時に VME 計算機にダウンロードする bootfile の管理、NFS ディスクの管理等も同 Unix 計算機で一括して行っている。

3.3. **Boot ROM** 改良

ネットワークから bootp, tftp にて VME 計算機を起動するには インターニクス社製の Boot ROM が使われている。KEK-Linac で使用している bootfile は、OS カーネルとドライバ類を merge したもので、ファイルサイズは約 850kB とかなり大きなファイルとなる。しかし、当初の ROM software は 小規模なシステムに向けて作成されたものであり、このように大きなファイルをノイズ源の多いクライストロンギャラリーのような場所で転送すると、転送中にエラーが起こって停止してしまうことがあった。

そのため Boot ROM の改良・試験を行い、boot 途中での転送の再試行などに対処し、システムが安定して起動するよう対策した。

3.4. **bootp** サーバープログラム

bootp サーバープログラムは当初フリーウェアを使用していたが、現在、bootp と共に dhcp プロトコルも扱うことができる Join 社製の joind を使用している[1]。joind は設定ファイルの編集・管理に専用のソフトウェアが付属しているため (xjoin)、設定の変更・編集・管理等が容易に出来るようになっている。

joind への移行直後、bootfile の名前の拡張子の扱いに問題があったがディレクトリ構造を変更し、加速器運転に影響を及ぼす事のないように対策を施している。この問題については joind のバージョン更新時に自由度が増すよう改善されることを期待している。

3.5. **NFS Disk and OS Maintenance**

[1]joind はサーバーのオペレーティングシステム (Tru64unix) に付属している。

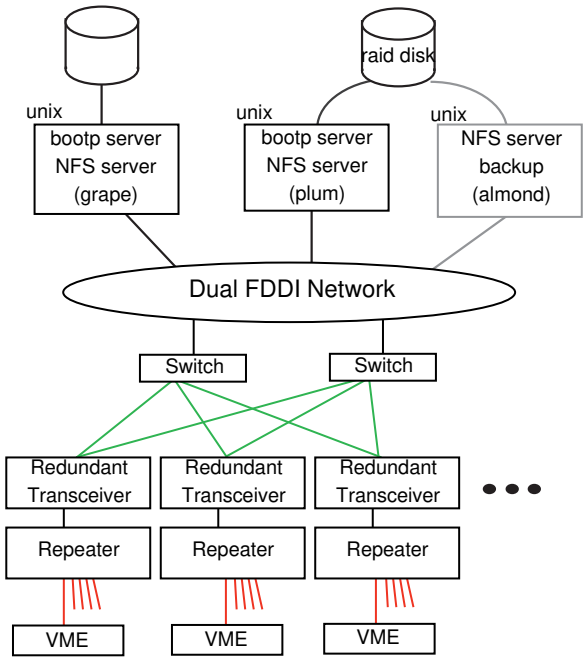

図 2: VME 計算機の冗長構成の支援環境

ディスク装置は各々の固定ディスク装置を撤去したため、NFS ディスクをマウントするようにした。各計算機で、共通に使用できる領域 (/dd 等) は共通のディレクトリを使用するようにし (ただし、CPU40 と CPU60 では OS のバージョン等が違うため、独立である)、それ以外の各計算機の固有のファイルを置くディレクトリと分割している。

そのため、各計算機の共通の設定については、計算機毎に設定を行うのではなく、一度に全体の設定を変更することが可能であり、また個々の計算機にそれぞれ固有の設定をすることも可能となっている。

また、OS の設定等の変更や、ネットワーク関連のデータベース更新も、従来であれば各 VME 計算機で設定の変更作業を個別に行っていたものが、unix の NFS ディスク上で一括して変更・修正等できるようになったため、簡単なスクリプトを作成し、一括で全ての計算機の設定が変更できるよう改善し、メンテナンス性を向上させた。

3.6. **bootp** とディスクの 2 重化

Unix サーバーのトラブル、またはメンテナンス等の際にも VME 計算機が正常に運用できるよう、Unix サーバーは 2 台あり、それぞれが独立に運用可能なシステムとなっている (図 2)。各サーバーは自分のローカルディスク上にそれぞれの VME 計算機の bootfile を持っている。

bootfile が VME 計算機で実行されると、ダウンロー

ド元のサーバーのディスクをマウントするような設定を記述している。このため、一方の Unix サーバーが完全に停止している際にももう片方のサーバーさえ無事であれば、VME 計算機は問題なく起動できる。

通常時は 2 台のサーバーのうち bootp の要求に先に応答したサーバーが使用されるため、27 台の VME 計算機の間で適当に負荷分散が行われる。

それぞれの Unix サーバー上にある VME 計算機用のディスク領域は、VME が起動の際にどのサーバーから立ち上がったか、どのディスクがマウントされたかと、その後の作業内容 (ファイルやデータの編集) により、各サーバー間でデータの食い違いが起こり得る。そのため Unix サーバー側で毎日ソフトウェアによるミラーリングを行い、データの食い違いを防いでいる。それらの Unix サーバー上のファイルは設定データベースなどについては毎日、その他のファイルについては週 1 回、自動的にテープロボットにバックアップを取っている。[2]

3.7. ネットワークの 2 重化

Unix サーバー側のネットワークは FDDI で接続されている。FDDI は規格上 2 重化されているため、ネットワークの信頼性が高い。また、そこから現場の VME 計算機までの接続も全てスター型の冗長接続を行った (図 2)。このためネットワークトラブルによって加速器の運転に影響を及ぼす可能性は低くなっている。

3.8. シリアルライン・ハードウェアリセットライン

各副制御室と、一部クライストロンギャラリーに設置された VME 計算機はシリアルラインで計算機室に接続されている。また、副制御室の VME のみではあるが、ハードウェアリセット用のラインも計算機室まで引かれている。これらのラインを使って、各 VME 計算機がシリアルラインに出力するシステム情報をリモートで監視したり、計算機室から副制御室の VME 計算機を強制リセットしたりすることが可能である。現在これらが活躍する事は少ないが、ドライバ等のプログラム開発の際には非常に役に立った。

4. 現在のシステムの考察

4.1. ネットワークの切断

現在のシステムはネットワーク接続が切れると VME 計算機自体が立ち上がらなくなる。その点については特に対策を行っていない。しかし、もしネットワーク接続が切れた場合、そもそも加速器の運転自体が不可能となるため、VME 計算機が立ち上がることが出来なくとも特に問題にはならないと思われる。

[2] Networker というソフトウェアを使用している

4.2. ディスク速度の問題

速度的にはローカルな固定ディスクの方が NFS ディスクより若干早いと思われる。しかし、VME 計算機は起動の際に必要なファイルをほとんどメモリ上にロードしてしまうため、その後の運転上はディスクアクセスがほとんどなく、立ち上がり速度を除けば特に問題にならないものと思われる。

5. まとめ

上記のような改善を進め、KEK-Linac の VME 計算機システムは安定に動作している。今後更なる改良・改善を進め、加速器の安定な運転に貢献していきたい。

参考文献

[1] K. Furukawa *et al.*, "Improvement of the KEK Linac Control System towards KEKB", Proc. of 21st Linear Accelerator Meeting in Japan, Tokyo, 1996, p210.

[2] K. Furukawa *et al.*, "Beam Switching and Beam Feedback Systems at the KEKB Injector", these proceedings.

[3] K. Furukawa *et al.*, "Accelerator Controls in KEKB Linac Commissioning", Proc. of ICALEPCS99, Trieste, Italy, 1999, p.98.