

# TCP/IP NETWORK IN THE CONTROL SYSTEM FOR KEK 2.5GeV LINAC I

Kazuro FURUKAWA, Norihiko KAMIKUBOTA, Kazuo NAKAHARA and Isamu ABE  
National Laboratory for High Energy Physics (KEK)

## ABSTRACT

A new network system was introduced to KEK 2.5GeV LINAC control system in order to meet the new requirements such as statistical processing, feedback and connections to the other accelerators. It comprises several computers and a gateway to the previous network system as well as links to the laboratory network and to a large computer. It operates successfully and gives bases for new functions in the control system.

## KEK 2.5GeV LINAC 制御の TCP/IP network 利用 I

### 1. はじめに

高エネルギー物理学研究所の2.5GeV電子/陽電子線形加速器(KEK・LINAC)の分散制御システムは1979年に設計され、加速器の運転に対して十分な機能を提供してきた。<sup>1)</sup> しかしまずま増大する制御に対する要求を処理するためにさまざまな面で制御システムの増強が必要になってきた。そこで拡張を容易にするために新しい計算機と共に標準的なネットワークを導入したのでこれについて報告する。

### 2. 概要

これまで制御システムは2台のメインコンソールステーション、7台のサブコントロールステーション、数百台のローカルデバイスコントローラ、それらの間の光ファイバネットワーク、及びコンソールサブシステム<sup>2)</sup>から構成されていた。これらのうちメインコンソールとサブコントロールのステーションは1つのマルチマイクロプロセッサシステムを除いて三菱のミニコンM70/30であり、Loop-1と呼ばれる三菱製トークンリングネットワークで相互接続されている。サブコントロールステーションとローカルデバイスコントローラはLoop-2またはLoop-3と呼ばれるホームメイドのネットワークで接続されている。

Loop-1ネットワークは制御システムのメインネットワークになっており、導入時には光ファイバネットワークとして数少ないものの一つであったが、現在では三菱の新しい計算機でも使用されずそのまま拡張することは難しいものになった。またその基本プロトコルも計算機対計算機の通信はできるが、プログラム対プログラムの通信はできないために、新しい制御メッセージを追加するためには通信を管理しているプログラムを作り直す必要がある。

システム的设计時には主にコンソールからのデバイスに対するパラメータの設定と読み出しが考慮されていたが、最近ではオペレータの仕事の軽減のために自動監視、履歴や統計な

どのプログラムに対する要求が増加してきている。さらに現在ビームを供給している放射光リングとトリスタンに対して細かな情報を提供したり、一部のコントロールを行なわせたりする必要も出てきている。また今後考えられる制御システムの更新も想定する必要もある。このためこれまでの制御システムにゲートウェイを設けて標準ネットワーク上にシステムを拡張し新しい要求に対応できるようにすることにした。

### 3. ゲートウェイ

まず1台の計算機をメインコンソールステーションに接続し3台目のメインコンソールステーションとして機能させ、さらにゲートウェイプログラムを作成してゲートウェイ計算機としても機能させ標準ネットワーク上にシステムを拡張することにした。

この計算機としては三菱製のMX3000IIを選び、16ビットパラレルリンクによって直接メインコンソールステーションのM70/30と接続した。MX3000IIはリアルタイムオペレーティングシステムの上にユーザインターフェースとしてUnixシステムVを持っており、現在記憶媒体としてディスク280MB、メモリ8MB、外部インターフェースとして非同期回線、BSC、イーサネット、GPIBを持っている。この3台目のメインコンソールステーションによって同時走行可能なプログラムの数、記憶容量などの旧メインコンソールステーションでの制限事項は解消された。

ゲートウェイの第一の仕事は制御用の128バイト固定長メッセージを転送することである。このメッセージ交換プロトコルはこれまでのネットワークなど制御システム全体で使用されているプロトコルで、これによって制御システム内の全てのパラメータの設定と読みだしが可能になる。

ゲートウェイプログラムはM70/30側とMX3000II側のプログラムから構成されている。M70/30側は既に完成し、これによってMX3000IIは3台目のメインコンソールステーションとして機能しており、アプリケーションプログラムも作られている。

MX3000II側は制御メッセージプロトコルの標準ネットワーク上でのアドレス付けが最終的に決定していないのでまだ制限があるが、基本的な部分は動作している。これと同時に標準ネットワーク上からは後の項で述べるプロトコルの開発も進めている。

ゲートウェイ計算機はこのほかに旧メインコンソールステーション上に保持されている制御系内の最新のパラメータ情報も転送されてきており、制御機器の状態を知るだけであればメッセージ交換はせずにその情報を見ればよい。またBSCプロトコルによって、放射光のエネルギーセンタの制御用計算機とも接続され、加速器内の冷却水や環境の情報を収集している。

ゲートウェイの整備に伴ってLoop-1, 2, 3の上の制御メッセージの信頼性を向上させるために特にエラー時の処理を中心に通信プログラムに改造が行なわれた。

### 4. ネットワーク

標準ネットワークには現在媒体としてイーサネット、基本プロトコルとしてTCP/IPを採用している。これは現在最も汎用性が高いと思われるネットワーク要素であり、他のネットワークとのゲートウェイやブリッジが手に入りやすいからである。また将来は大きなソフトウェアの変更なしで通信効率や信頼性の高い高速トークンリングネットワークや将来の標準になるであろうISO/OSIプロトコルに移行することもできる。

制御用の通信プロトコルにはTCP/IPのソケット通信を使用しており、ネットワークを意識せずにプログラム対プログラムの通信ができる。このほかにプログラム開発用に

はTelnet、Ftp、Rシリーズコマンド、NFSなどのプロトコルやDECNETプロトコルも使用している。

さらにこのネットワーク上の開発用計算機VAXStationを研究所内のネットワークにもゲートウェイとして接続し、居室からもこのゲートウェイを経由すればプログラム開発や加速器の状態の確認が行なえるようにしている。

## 5. 利用

このネットワークには既に数台の計算機やパーソナルコンピュータが接続され運転に利用されており、現在のところは主にメインコンソールステーションとそれ以外の計算機の間で通信が行なわれている。

その内で初めに接続されたものはビームモニタサブシステム<sup>3)</sup>の $\mu$ VAXで、専用のCAMACシリアルハイウェイを通してビームカレントモニタから収集した情報を較正などを行ない適当な形に変換してメインコンソールステーションに転送している。 $\mu$ VAXにはVMSオペレーティングシステムにWIN/TCPというソフトウェアを追加してネットワークに接続している。

上に述べてきた制御メッセージプロトコルは制御システムの中では最も基本的なもので長年にわたり使用されてきたが、そのためにいろいろなフォーマットのもの混在することになってしまった。またパラメータの較正やビットパターンの意味の解釈などはそれぞれのプログラムに任されており、必ずしもプログラマーにとっては使用しやすいものではなかった。もちろんこのプロトコルも今後とも使用するが、オペレータコンソールのために上位プロトコルを定め<sup>4)</sup>メインコンソールステーションにその上位プロトコルと制御メッセージの間の変換をさせることにした。現在コンソール関係のプログラムは主にこの上位プロトコルを新しいネットワークの上で使用している。

放射光実験施設の大型計算機FACOM-M780へも今年度中にゲートウェイを設けて通信を可能にし、特にリレーショナルデータベースの利用を行なうことになっている。

## 6. 考察

応答速度についてはこれまでのネットワーク側の応答速度が通常使用するソフトウェアを通して往復約300msであるのに対して、ゲートウェイでのオーバーヘッドが往復100ms以下、新しいネットワーク側でのオーバーヘッドが往復約30msで、現在のところは十分な値が出ていると思っている。ゲートウェイのオーバーヘッドはさらに軽減が可能で、改良を加えている。

イーサネットについては負荷が大きくなった場合の応答速度が問題にされるが、テストしたところによれば毎秒約100メッセージ程度までは特に応答速度に大きな変化はなく、Loop-1側を含めてメッセージ頻度が現在毎秒数メッセージであることを考えると、当分は問題なさそうに思われる。

このネットワークには既にコンソール用にテストをしているパーソナルコンピュータやローカルデバイスコントローラに利用が可能なVME(VXI)システムなども直接接続が可能なので、新しい装置を制御系に導入する際には容易になると思われる。

今後メッセージの量が増加した場合には、ルータやブリッジを用いてネットワークを切り分けたり、高速トークンリングネットワークをメインネットワークとして導入したりすることが考えられる。今後プログラム開発やオペレータコンソールの部分にはネットワーク

経由のウィンドウマネージャの導入も考えているので、制御用のネットワークとプログラム開発やコンソールのためのネットワークは分離したほうがよいかも知れない。このような変更はプロトコルとしてTCP/IPを使用しているかぎりにはソフトウェアに影響は与えないはずである。

## 7. まとめと今後

ネットワークの基本部分は出来上がっており全体の構成は図のようになっている。現在はソフトウェアの開発を進めている段階である。特に一般プログラム用のサブルーチンライブラリの整備が最も急がれる。完成した範囲でこのネットワークは上に述べたもののほかに情報表示や履歴蓄積などに既に利用されている。制御メッセージプロトコルが新しいネットワークに完全にのれば、全てのステーションやコントローラ間でネットワークの違いを意識せずに相互通信できるので、今後ローカルデバイスコントローラも機会があれば新しいものは新ネットワーク側でテストしてみたいと思っている。

さらにコンソール周りのプログラムの効率を上げるため先に述べたコンソール用の上位プロトコルの開発と共に、既に実績を上げているコンソール用パーソナルコンピュータ間のMS-Netとも接続する必要があると思う。また導入されているエキスパートシステムを接続することも考えられる。

上に述べてきたネットワークの拡張の方法は特に新しいものではなく、初期の分散システム的设计どおりにシステムを拡張したものではあるが、今後しばらくの間十分使用できさらに拡張可能なものであると思う。

### 参考文献

- 1) K.Nakahara et.al., Nucl. Instr. and Meth. 251 (1986) 327
- 2) I.Abe et. at., Proc. 6th Symp. Accelerator Science and Technology, 1987 Tokyo, 227
- 3) K.Furukawa et.al., to be presented at 14th Internatl.Conf. on High Energy Accelerators, Tsukuba
- 4) N.Kamikubota et.al., this meeting

図

