

1. はじめに

飛騨天文台ドームレス太陽望遠鏡（以下、DSTと略称）の駆動制御用コンピュータ・システムは、新設以来、DEC社PDP-11/45システム（OSはRT-11）に拠っていたが、当初より問題となっていたCPUメモリの絶対的不足に加え、近年機能的拡充の必要性、マシン自体の老朽化等から装置の更新が要求されていた。この要求は昭和62年度に認められ、DEC社のスーパーミニコンVAX8250をホストとする新システムが導入され、OSもVMSに改められた。これに伴いDST制御ソフトも全面改訂され、性能の向上と多くの機能追加が実現された。また、新システムは、花山天文台のコンピュータ・システムとの互換性も高く、KIPS（花山画像処理システム）その他のデータ処理ソフトも移植され、DSTの駆動制御を本務とするかたわら一般の科学計算・データ処理システムとしても機能している。

2. ハードウェア構成

更新された新しいシステムのハードウェア構成の概要は、図1に示されている通りで、VAX8250をホストとし、ワークステーションVS2000、マイクロVAX2000、PC-9801等がイーサネットで結ばれLANを形成している。（図中*印の要素は、装置更新の初期仕様でなく後日追加された。）新システムのCPUメモリは16MBで、旧PDP11システム（64KB）で最弱点であったメモリの絶対的不足の問題は解消された。しかし新システムへの移行に当たり懸念された重要な問題点は2つあり、その第一は、従来のDMAインターフェイスDR11-Bが新システムではサポートされておらず、新しいDR11-Wに変わった点、また第2はOSの変更で、従来の実時間処理を単目的とするRT-11から、これに比し圧倒的に汎用性に富んだいわゆる”重い”VMSに変わった点で、実時刻に基づくリアルタイムクロック（RTC）に拠るDSTの駆動制御と、内部クロックによるコンピュータ自体の割り込み制御論理が厳しい許容時間内で共存妥協出来るかが焦点となった。実際、前者に関しては、インピーダンス不整合と論理タイミングの仕様変更点がBUSエラーやDMA転送デ

ータの欠落を惹起したが、最終的にはDR11-WとDSTインターフェイス基板との間に更にもう1枚のインターフェイス（図中のDR11-W/Bコンバータ）基板を追加挿入する事により問題は回避された。後者に関しては次節に述べる。

3. ソフトウェアの更新

3.1 制御ソフトの改訂

新システムの演算速度は、DST制御プログラムの幾つかのサブルーティンの単体計算で比較した結果、旧システムの約7倍早い事が事前調査で判明した。従って、もし上述のタイムクリティカルなRTC制御ルーティンがVMS制御の下で遺漏なく走るならば、DSTの20Hzルーティンにはもっと多くの機能が盛り込める事になるわけである。また、4Hzルーティンのアイドルタイム（ウェイトング・ループ）にも同様に時間的に制限の緩い機能を追加分担させる事が可能となる。図2は、以上の確認を得る為に、「ミニDST」（DSTバスを構築する12種の基板各1枚ずつからなるバステストモジュール）及びDST本体を新旧両システムからテストプログラムで走らせて得られたタイムチャートである。20Hzルーティンは、RTCをトリガーとして4Hzルーティンを即インタラプトしてスタートし、最初の仕事DMA-IN（DATI）を起動する。DATI完了後、その最新データに基づき計算・処理されて送りだすべき出力値が得られる。これをDMA-OUT（DATO）として送り出して20Hzルーティンは完了し制御は4Hzルーティンに戻る。ミニDSTのI/Oバスステーションは5、DST本体のそれは90であるが、テストプログラムでは処理ルーティンはバスチェック以外殆どアイドルでI/Oデータも殆どが0である。図2から新旧両OSの特質の相違は明瞭で、新システムではDIO要求が発行されてから実行に移される迄の時間、DIOの所要時間（DMR）共に旧システムに比し極めて長い。但し、DMA転送自体に要する正味時間（DIT/DOT）は十分短いので、これは”重い”VMSの内部的I/O処理手続きに要する時間が大部であると考えられる。実際、この”待ち時間”はI/O負荷の軽重に強く依存し、例えばDSTプログラムが走っている時に、不用意に他の”重い”プログラムを走らせて両者が競合した場合、”待ち時間”が大幅に伸びて、20Hzルーティンが50ミリ秒以内に完了しない事がある。所が一方、DSTバスでは、次のRTCが来た時点で旧データをクリアし、既にバッファに入っているはずの新しいデータを読み取ろうとするが、これが無いのでデータは

0 となってしまふ。即ち、RTCロスの発生である。RTCロスは勿論、DSTプログラム自身でも作り出し得る。DIO間の処理時間が長すぎる場合には、それ自体が20Hzルーティン、4Hzルーティンを圧迫しRTCロスに至る。また、そうで無くとも20HzルーティンとVMS自身とのインタラクションでも”待ち時間”は変動し(図3)、将来の不安要因の1つとなっている。

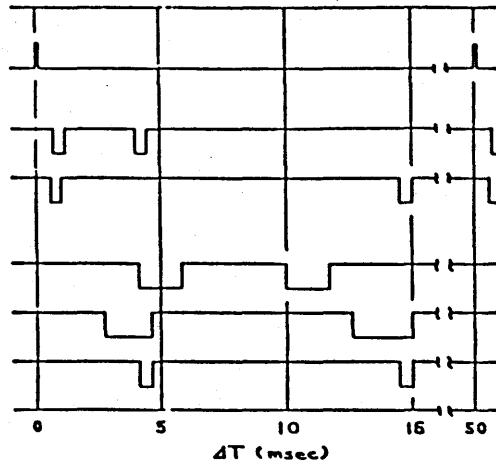


図2. 新旧システムのテストプログラムによるタイムチャート。1番上が50ミリ秒毎に発行されるRTC、次の4つがDIO実行期間(DMR)で、上からPDPでのミニDST、DST、VAXでのミニDST、DSTの順。最下段はVAX+DSTでの正味のDMA期間(DIT/DOT)。いずれも左の凹みがDMA-IN、右がDMA-OUT。

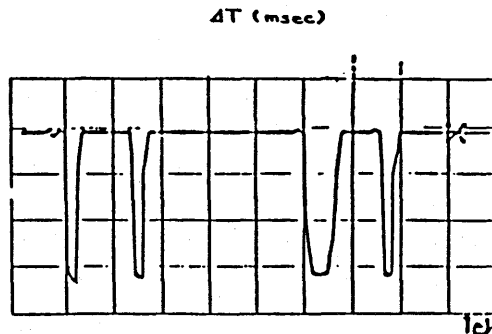


図3. DST稼動中のDMR記録例。メッシュ間隔は10ミリ秒。負荷の多寡、VMSの忙閑によりI/Oの間隔、所要時間共に一定しない。

上述の厳しい制約にも拘らず、新システムに於ける演算速度の向上は大きなメリットで、D I O時間の延長を（現行50ミリ秒のサイクルタイムでは）当面十分償う物である。この利得と内部・外部メモリの増加により、我々は従来のD S Tプログラムに多くの修正、改良、機能追加を織り込む事が出来た。例えば、4 H zルーティンの可成の部分と、従来時間的制約上、準20 H zで処理していた全ての部分を純20 H z部に組み込む事が出来た。また、旧システムでは許され無かった通信手法でメッセージの転送が可能となり、R T Cの意図的中断という不具合が解消された。これらは望遠鏡反応速度と追尾精度の向上に資する物である。更に、次節に述べる追加機能により実現された20 H zデータの蓄積と再現の可能性は、従来、具体的（数値的）データとして見る事が殆ど不可能で、アナログ的なデータをもとに、経験と勘に頼った解析に委ねていた部分のくわしい資料を「見える形」で提供する物で、これに基づいて各軸のプリセットロジックが改訂され、精度の向上と所要時間の短縮が可能となった。

3. 2 追加機能

まず、一般ユーザーの使用上の便を考慮して、各観測室に配置されたユーザー用端末装置からログインすることによりD S Tプログラムが起動され、メニュー形式で、観測モードの選定、望遠鏡の起動と格納、補助パラメータの設定・変更等が随意に行われる。

また、D S T制御プログラムが走っている間、望遠鏡各駆動軸の動きや軸出力、光電ガイダーの位置や明るさ等が、実時間でカラー表示端末（T e k t r o 4 1 1 1）上に刻々表示される。更に、異常な動きや可動端への接近が検知されると、事の軽重により、警告メッセージやベル音でユーザーの注意を喚起する。

また、ユーザー側からもイベントマーカーを随時に発行出来、事象時刻の記録やメモの挿入が出来る。以上は新システムの導入により可能となった新しい諸機能で、最も重要なロギング・プロセスは、先述の速度の向上による20 H zルーティン、4 H zルーティンの拡張の一部である。DMAで入出力される50ミリ秒毎の望遠鏡制御の基本諸量は、20 H zルーティン内で種々の監視警告機能やモニター回路へ供されると共に、4 H zルーティンのアイドルタイムを利用して、逐次外部大容量メモリ（R A 6 0）へ転送蓄積される。

この蓄積データは、勿論監視モニター上に再現可能であるのみならず、各種ユーティリティプログラムにより解析され、制御ロジックの最適化や、D S T各部の異常・故障の早期発見、吟味、原因追及に供されている。

もう1つのD S T用端末V S 2 0 0 0からは、通常のD S T操作

に加えて、種々のDST診断プログラムが起動出来、DSTの保守・管理・テスト用として運用されている。

4. おわりに

昭和62年度に更新された飛驒天文台DST駆動制御用コンピュータ・システムを、ハード・ソフト両面からごく大雑把に概観したが、ソフトの内容に立ち入った紹介は別の機会に譲りたい。また、データ処理システムとしてのアプリケーション等、DST駆動制御装置として以外の活用例に関しては別稿を参照されたい。

この更新作業にあたっては、DSTEミュレーション等にカールツァイス株式会社の、またコンピュータ・ソフトの移植・開発には日本DECの多大の御協力があったことを記して感謝の意を表明するものである。

[参考文献]

- 北井礼三郎 「花山・飛驒天文台データ解析システムについて」
（「データ解析・データベース 現状と展望」集録、
1989）
- 船越康宏 「DSTプログラム改訂作業の現状」
（「DSTによる観測研究会（第2回）」集録、
1987）