



Title	計算機自動運転システム
Author(s)	
Citation	大阪大学大型計算機センターニュース. 1976, 22, p. 105-115
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/65320
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

計算機自動運転システム

1. はじめに

当センターでは、現在NEAC－シリーズ2200モデル700（1M字）2セットと同モデル500（0.5M字）1セットで計算処理に当たっているが、利用はセンターの増強などを上回る勢で急速に増加し、常にその時々システムの能力を量的にも質的にも超えている。しかし、この需要に応えられるシステム増強あるいはこれに伴う人員増等早急な予算増は期待できない。かといってセンターとしては現状のまゝ手をこまねいている訳にはいかない。そこでどうしても限られた処理能力の範囲内で何らかの対応策を見出し、圧倒的多量の需要に応えなければならない。このための処置として最も安易な方法である時間外のオペレーションを外注し、延長運転・徹夜運転で対処してきた。しかし、近年専門技術者の時間外確保がよい困難になり、人件費も年々高騰するといった社会情勢を考えるといつまでもこのような方式に頼っていくには困難な問題が多すぎる。

また、従来のような操作法ではルーチ的に処理できる業務も人手に頼ることになるので、高度の操作性を必要とする仕事や高度の頭脳を使う開発作業に人間を投入することに無理が生じ易い。

本システムは当センターのこのような現状を解決するためにシステムのメーカーである日本電気と共同で運転の省力化の究極の夢である無人化をめざしたもので、まず、専門の操作員が居なくても自動運転するシステムを開発したものである。

開発には当センターの3システムのうちモデル700・1号機のみを対象とした。

本システムは計算機をファイルのみで動作し、重要ファイルの二重化、障害ファイルの自動切離し、操作員指示情報の自動生成などによって、可能な限り継続的に自動運転され、業務が正常に終了した場合や、業務の継続が不可能なハードウェア等の障害や火災・空調機障害等が発生した場合、それを自動的に検出し、計算機を自動停止し、電源まで自動的に切断されるものである。各方面である程度実用化されているような、障害対策をあまり考慮しないままの、単に計算機システムを自動運転するという形態から一步前進したものであり、このために中央処理装置、各周辺装置に改造を加えるとともに、新たな機器として電源自動切断装置・遠方呼出装置などを開発導入し、本システムの核となっている。

以下本システムの詳細について、元センター研究開発部の伊澤喜三男助教授（現名古屋工

業大学教授)および日本電気株式会社情報処理大阪システム事業部システム部 瀬川 滋氏の両氏に順を追って解説していただくこととする。

2. 環境整備

通常の計算機システムでは専門の操作員が居るので、計算機室に何らかの異常事態が発生しても即座に適切な処置を取ることができる。これに対して本システムでは計算機についての専門知識を有しない宿直員が定期的に巡回する程度の運用を想定しているので、計算機室の異常に対してシステムが自動的に適切な処置を取ることとし、そのために次のような計算機室の環境整備を行った。

2.1 火災報知器

センターの建屋には従来より差動式スポット型温度感知器が設置されている。計算機室(512㎡)には消防法の基準(70㎡に1個)以上の10個が配されており、火災による温度上昇に備えているが、計算機室の火災では炎があがるよりも先にくすぶって煙が発生することの方が多いと考えられるので、新たにイオン化式煙感知器を設けた。温度感知器は室温が一定の温度上昇率以上になった時に作動するもので、その作動(不作動)条件は

- ・室温より30(15)℃高い風速85(60)cm/秒の気流に投入した時、30(60)秒以内で作動すること(しないこと)
- ・室温から15(3)℃/分の割合で直線的に上昇する気流を加えた時、4.5(15)分以内に作動すること(しないこと)

であり、煙感知器は煙によってイオン電流が変化した時に作動するもので、その作動(不作動)条件は

- ・濃度10(5)%の煙を含む空気に触れた時0.5(5)分以内に作動すること(しないこと)である。

この火災報知器による火災発生信号は本システムへの入力になるようにした。

2.2 温・湿度検出器

計算機システムが正常に動作するために許されている環境条件は火災報知器が作動する条件より厳しく、温度で20℃～26℃、湿度で40%～60%程度である。このため計算機運転中は空調機を働かせることによってこの条件を維持している。もし空調機が故障すると、建屋の損壊には到らないまでも計算機システムを構成する種々の素子に異常をきたし、ひいてはシステム全体に壊滅的損壊を与えてしまう。本システムではこれを防止するために空気の出ロダクト部分2個所に温度感知器と湿度感知器を各々1個ずつ設け、温度・湿度が設定範囲を超えると、空調機の異常として本システムの入力になるようにした。空調機の障害と計算機室の温・湿度、それと感知器の値の関係、およびそれらと計算機の障害との関係は、一朝一夕には求まらないので、今後本システムを運転していく中で評価できるであろうという考

えから、温・湿度検出器の作動条件は運転員が自由に設定できるようにした。

2.3 モニター室、宿直室の整備

センターでは従来から計算機室を、①中央処理装置、磁気ディスク装置等運転中は操作を必要としないものの部屋、②磁気テープ、カードリーダー等操作員の操作が必要なものの部屋③紙ばかりの出るラインプリンタの部屋、④システム操作卓のあるモニター室の4部屋に分けていた(別に利用者が直接カードリーダー、ラインプリンタより入出力する利用者入出力室がある)。モニター室には磁気テープ、ラインプリンタや利用者入出力室の状況を居ながらにして把握するためのITVやラインプリンタの用紙切れ等を監視する装置などが置かれていたが、ここを名実共にモニター室として本システムの状態表示盤や制御盤を配し、その他温・湿度設定盤を設置した。またシステムに異常等があった場合に鳴動する音響装置を宿直室に置き、宿直員が居れば仮眠中であっても異常等を報知できるようにした。

2.4 建屋の防犯

従来センターの建屋は業務終了後施錠され全く無人状態であったが、本システムの導入を機に夜間、休日は警備保証会社の巡回サービスに切り替えた。これによりセンターが無人状態の場合定期的に建屋の異常の有無をチェックされると同時に、もし火災等の発生や部外者の不法侵入があった場合それらを検出する装置からの信号が無線で警備保証会社へ送られ、即座に適切な処置が取られるようになっている。

3. 運用方式の整備

本システムの導入にあたってセンターの運用方式を次のように変えた。

3.1 従来の運用

センターには計算処理用としてNEAC 2200モデル700(1M字)が2セットと同モデル500(0.5M字)が1セットあり、前者でバッチ処理、リモートバッチ処理、後者でTSS処理を行っている。バッチ処理では利用者が直接カードを専用のカードリーダーより入力すると即座に処理結果が自動的に専用のラインプリンタに出力されるオープンバッチ方式や、システムへの入力のみを利用者が行って実行や結果の返却は操作員が行う利用者入力方式および、窓口で受け付けたカードデッキの処理を行う通常のクローズドバッチがある。利用者入力方式では磁気ディスク容量等の理由により入力されたジョブを一旦磁気テープに収め、実行時に操作員がこのテープから入力していた。夜間にはクローズドバッチ方式と利用者入力方式によるジョブを処理していたので、カードの入力、磁気テープの操作、ラインプリンタ用紙のセットなど操作員の介入が必要であった(Fig. 1参照)。

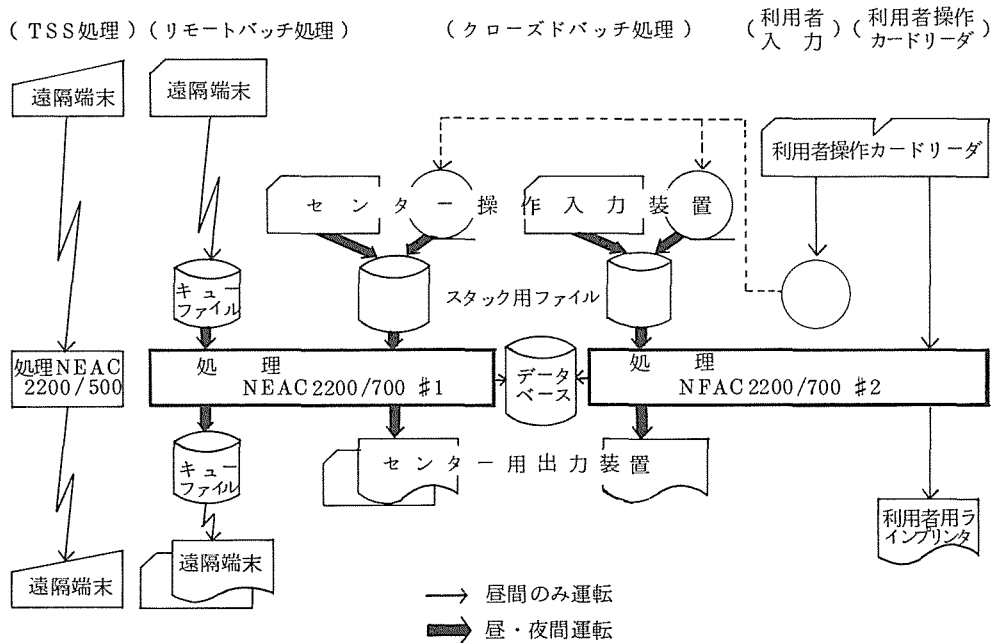


Fig. 1 The flow of the processes before reorganization

3.2 整備後の運用

本システムでは夜間は操作員を省ける処理のみに徹し、入出力等は昼間に行う必要がある。このため新たにジョブの入出力用スタックファイル（以下 JSF と略称する）を設け、入力ジョブは一旦 JSF より取り出して処理する。結果はやはり JSF に格納し、後刻出力時に出力するようにした。ただし元々操作員によっていないオープンバッチ方式、リモートバッチ方式、TSS 方式のジョブは JSF を用いないこととした。本システムでは入出力を主とする昼間の運用を通常処理モード、操作員なしで処理のみを行う運用を自動処理モードと呼ぶ。このようすを Fig. 2 に示す。

(クローズドバッチ処理) (利用者入力)

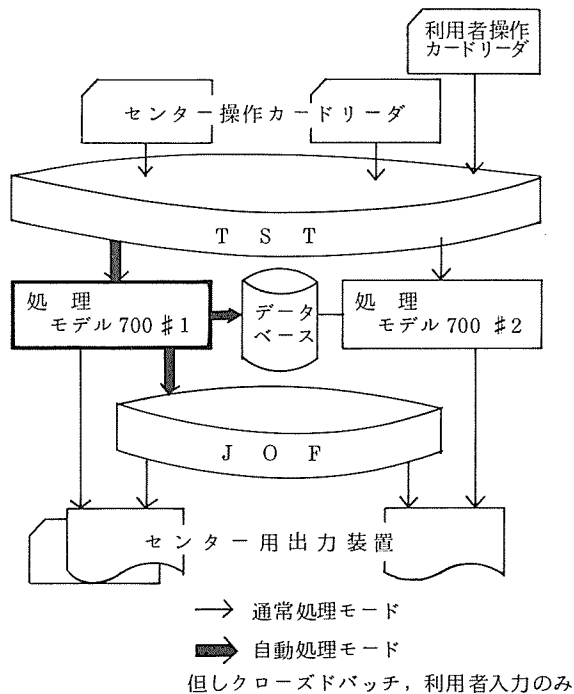


Fig. 2 The flow of the processes after reorganization

4. 自動処理モード運用

本システムは当初モデル700の内の1セットに対して適用されたが，その自動処理モード運用について概略を示す。

4.1 考え方の基本

既に述べたことと重複する部分もあるが，自動処理モードの設計にあたって次の点を考慮した。

- (1) 専門の操作員が不要である。
- (2) 可能な限りシステムを連続運転させる。
- (3) 予定業務終了後はシステムを自動停止する。
- (4) システムが異常状態になると自動停止する。
- (5) 計算機の異常でも直ちに自動停止する。
- (6) 自動停止によって装置，情報を破損しない。
- (7) システムへの人間の常時監視が不要である。
- (8) システムが一個所で集中的に把握できる。

4.2 システムの連続運転

自動処理モード運転時計算機システムに何らかの異常が発生した場合、事故の重要さを判断する機能が無ければ、仮に異常が軽微なものであっても即座に全システムの運転が停止してしまう。もしシステムがこのような設計されていたとしたら、自動処理モード運転で処理できるジョブの数が操作員による運転よりかなり減少してしまい、センターの本来の目的が達せられないことになる。本システムでは異常が発生したとしても、その異常が重要なものでなければ自動的にシステムで何らかの処置を講じて運転を継続し、可能な限り多くのジョブを処理させることをねらいとしている。このために以下のような設計が成されている。

a. 最小構成運転

計算機を構成する機器の中には電子回路のみで構成される装置から機械的要素の多い装置まで種々あり、信頼性は一般的に前者は高く後者は低い。システムをできるだけ連続運転するためには信頼性の低い装置は可能な限り利用しない運用を考え、それらの機器は電源断の状態にして動かすこととした（Fig. 3参照）。これを可能にするためにJSFを利用するためのシステムを開発すると同時に、コンソール出力をディスク上に記録する方式を開発した。

b. ファイルの二重化

OS で利用しているファイルの内、比較的多く用いるファイルで障害が発生すると、障害発生時に実行中であったジョブばかりでなく後続のジョブの実行も不可能となり、システムの連続運転ができなくなってしまう。本システムではこれを回避するためにカタログやライブラリ等の二重化を行い、システム運転中一方で障害が発生すると自動的に他方に切り替え

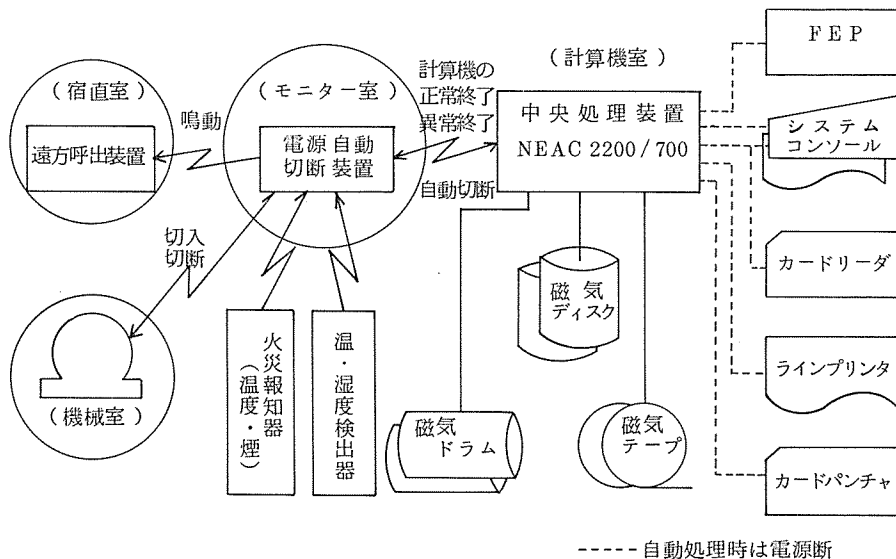


Fig. 3 The system configuration

て運転を継続するようにした。同様の二重化は全ファイルについて行うのが望ましいが、現システムではファイルを増設したとはいえ容量的に不可能であり、重要なものについて可能な限り行った。

c. 障害ファイルの切離し運転

システムでは磁気ディスクや磁気テープを種々の共用作業ファイルとして用いている。各種の作業ファイルは OS が用途別にそれぞれ複数個用意しており、必要な個数が各ジョブに割当てられ、使用終了すると返却される。しかしその内のどれかで障害が起った場合、それを使用中のジョブで異常になるのはともかく、後続のジョブがそれを再び使用すると同様に異常になるであろう。従ってシステムではこれを避けるために障害ファイルは直ちにシステムより切離す。この結果作業ファイルの個数が減少するのでスループットは低下するもののシステムは正常に運転を続行することができる。

d. ファイルの分散化

システムで用いている種々のディスクファイルの内、サイズの大きなものやある種のテープなどを二重化したり、重要なファイルを切離すのは不可能である。本システムではこのようなファイルに対して可能な限りエリアを局所（同一シリンダー、同一トラック等）に集中するのを避けて分散化をはかった。この結果たとえばプログラムファイル中のある場所で障害が発生したとしても、そこに格納されているプログラムを使用するジョブの実行は不可能であるが、その他のプログラムを用いているジョブは実行可能であるから運転が継続できる。なおファイルの異常は OS によって何回かの再試行の結果検出されるが、ファイルの切替え、切離しはこのような異常が何回か発生してはじめて行われる。

e. リラン処理

ジョブ実行中にファイルの障害が発生した場合、当該ジョブは異常終了してしまうが、作業ファイルの障害で異常終了したジョブはそのファイルとは別のファイルが割り当てられれば正常に終了することが考えられるので、本システムではこのようなジョブを再実行（リラン）させている。再実行により、そのジョブは障害を起こした作業ファイル（システムより切離されている）とは別のファイルが与えられ実行される。

f. オペレータアクションの自動入力

ユーザがジョブ制御言語をまちがえた場合とか、周辺装置に異常が検出されて OS より切離す場合には、通常操作員が操作卓より必要な指示を与える。これに対して本システムでは操作卓は電源断の状態なので、操作員の判断と指示を必要とする事態が発生した時は自動的に標準的な指示を生成している。これにより操作員の判断や操作が不要な運転を可能にした。

4.3 運転終了処理

予め計画していたジョブの実行が全て終了した場合や、システム運転中に装置障害を起こしたためシステムより切離された結果リソース不足になって実行不可能になったジョブなど

を別にして実行可能なジョブが全て終了した場合、システムは自動的にそれを検出して電源の切断を行う。電源の切断時には、①まず磁気テープの巻き戻しが自動的に行われ、巻き戻るのを待った後、②計算機システムで定められている順に各周辺装置の電源を切断していき③最後に中央処理装置の電源が切断される（②から③までの手順を順序切断という）。この結果磁気テープ、磁気ディスク、主メモリ等の情報の内容は保全される。また電源切断と同時に宿直室の音響装置が鳴動するので、宿直室に人が居れば業務の終了を知ることができる。

4.4 異常停止処理

処理を続行できないような異常を検出するとシステムは自動的に停止して電源を切断する。システムが検出する異常には計算機の運転を続行させてはならない異常と運転が不可能な異常の2種類ある。前者に主に環境の異常で

- ・火災報知器の作動（火災発生）

室温の急激な変化、煙の感知

- ・空調機の障害

温度、湿度の異常（設定範囲超過）

がある。この場合磁気テープの巻き戻しを行う時間的余裕は無いとして、異常検出と同時に電源の順序切断を行う（これを強制電源切断という）。後者は計算機システムの異常により処理の続行が不可能な場合で

- ・二重化してあるファイルの両方が異常
- ・OS実行に不可欠なファイルの異常
- ・中央処理装置や主メモリのOS格納部分の異常
- ・OSの異常

などが原因と考えられる。この場合は時間的余裕があるので、正常終了と同様磁気テープの巻き戻しの後順序切断を行う（これを自動電源切断という）。

5. ハードウェア

本システムを実現するため中央処理装置、各周辺装置に少々の改造が成されたが、システムはこれら計算機システムの外、種々の機器で成り立っている（Fig. 3参照）。システム構成機器の内、火災報知器、温・湿度検出器については既に述べたので、ここでは電源自動切断装置、遠方呼出装置について概要を記す。

5.1 電源自動切断装置

電源自動切断装置はモニター室に置かれ、システムの中核を成すもので、次の諸機能がある。

a. 自動電源切断条件検出機能

次の条件を自動電源切断条件として認識する。

- ・処理可能な業務が終了して中央処理装置がウェイト状態になった場合（正常終了）
- ・インタバルタイマ等が故障し、ユーザプログラムの実行の制限時間管理が不可能になった場合
- ・OSや中央処理装置等の異常により処理の続行が不可能になって緊急割込みが発生し、中央処理装置が停止した場合
- ・ユーザプログラムの正常終了を判断するための論理回路が故障した場合

b. 強制電源切断条件検出機能

火災報知器の作動又は湿・温度の設定範囲超過が発生した時、強制電源切断条件として検出する機能

c. 警報機能

自動電源切断、強制電源切断条件検出時に本装置のブザーが鳴動する機能

d. 順序電源切断機能

磁気テープの巻き戻し指令を出し、その完了を待った後、電源の順序切断の指令を出す機能。自動電源切断条件検出時には自動的に動作するし、マニュアル指示によっても動作する。

e. 強制電源切断機能

強制電源切断条件検出時に自動的に強制電源切断指令を出す機能。マニュアル指示によっても動作する。

f. 順序電源投入機能

本装置に接続されている装置の電源を投入するための指令を決められた順に従って出す機能。マニュアルの指示によって動作は開始する。

g. 状態表示機能

計算機システムの状態を表示する機能で、次の状態を表示する。

- ・本装置に接続されている各装置が本装置から電源投入、切断の制御することが可能かどうか
- ・これら各装置の電源投入、切断状況
- ・磁気テープ巻き戻し完了待状態
- ・MGの動作状況

h. 電源切断条件表示機能

自動的に電源の切断が行われた場合の自動電源切断条件、強制電源切断条件の内容を表示する機能。

i. MG投入・切断機能

マニュアル操作によるMGの投入・切断を可能にするための機能。

5.2 遠方呼出装置

宿直室に人が宿直（仮眠）しているような場合、運転の終了や異常事態の発生を知らせる

必要があるが、電源自動切断装置のブザーだけでは部屋が異なるので伝わらない。本装置は宿直室に置かれ、電源自動切断装置の警報機能と連動しており、宿直員に知らせることを可能にしている。

6. ソフトウェア

本システムを実現するため次のようなソフトウェアの開発を行った。

6.1 JSFシステム

運用方式をFig. 1より Fig. 2に改めたが、導入の経過よりモデル700の2セットが各々別のOSの下で動作しており、いわゆるマルチプロセッサ構成ではないので、両システムで共用するJSFを導入し、このための各種プログラムの開発を行った。

6.2 コンソール情報のディスク出力

主計算機のコンソールの出力装置には入出力タイプライタが用いられている。しかし自動処理時にはこの電源が断の状態なので、本来タイプライタに出力されるべき情報を磁気ディスクに出力する必要がある。このためのプログラムおよびその内容を後刻ラインプリンタに一括出力するプログラムの開発を行った。

6.3 自動処理モード運転のためのソフトウェア

自動処理モード運転のため、次の機能を実現するソフトウェアを作成し、OSの中に組み入れた。

- ・二重化ファイルの自動切替え
- ・障害ファイルの自動切離し
- ・オペレータアクションの自動生成
- ・運転終了の認識
- ・計算機システムの異常の認識

6.4 処理の効率化

OSでは各時点で同時に実行している複数個のプログラムの内、入出力の比率の高いものと演算の比率の高いものとを自動的に識別し、前者がより多くの実行の機会を得るような制御を行ってスループットの向上をはかっている。しかしこれはあくまでも実行に入ってからのもので、スケジュール時に前者と後者をうまく配合するわけではないので、もし後者ばかりがスケジュールされたとしたらせっかくのOSの機能は有効に生かない。一般的にスケジュール時にジョブがいずれに属するかを判定することは不可能であるが、センターで扱うジョブに記述されているジョブの区分は演算比率とある程度相関があるので、JSFよりジョブを取り出す時に上記の二種のジョブを自動的に適当に混合させるようにした。この混合の比率はパラメータとして随時入力できるようになっており、システムのスループット向上に寄与している。

7. お わ り に

本システムは今春以来本格的運用に入っているが、開発後日も浅いので、本年度は評価期間としてモデル700・2号機との併行運転を行ないながら自動運転を行っているが非常に安定しており、完全無人化への道を切り開いたものと考えている。

ちなみに9月末までの運転状況はセンターのサービス日数143日のうち、自動処理モードでの運転（時間外ばかり）は116日で、通算392時間行なわれた。

この間、異常終了処理が行なわれたのは4回で、残りはすべて正常終了であった。

このように現時点では十分当初の目的を満たしたものといえるが今後の評価によって、さらに改善の努力を続けたいと考えている。