

資料

計算機センター無人化の試みと問題点*

伊澤 喜三男** 瀬川 滋***
佐々木 宮吉*** 藤井 博****

Abstract

In this paper we describe an attempt to make an unmanned computer center. That was applied to the computer center of Osaka University and the system which was implemented is now in operation. When an emergency arises in the computer system or in the environment surrounding it, that system would be able to react so that it automatically shuts off the power, rings an alarm, and records the situation. It is the same way as automatically cutting the power supplies when all the jobs are completed.

1. はじめに

大阪大学大型計算機センター（以下センターと略称する）では、年々急増する計算需要に対処して、これまで、度重なるシステム増強と日常的な時間外運転によって処理能力不足を補ってきた。ところが近年、専門技術者の時間外確保がいよいよ困難となり、人件費も高騰したので、人手に頼る方式の時間外運転をいつまでも続けることは難しい情勢になってきた。

そこで、センターでは日本電気(株)と共同して、計算機システムを無人運転すると共に、計算機システム内部および外部環境異常に即応して電源を自動切断し、警報を発生し状況を記録するシステムを開発し実用化したので、その詳細を述べ、関連する問題点にも触れる。

2. 開発の背景

センターは、国公私立大学等の学術研究機関に所属する研究者の利用に供すべく設立された7箇所ある全国共同利用組織の一つである。センターでは発足時より、NEAC 2200 シリーズの計算機を使用し、現在主システムとして3セットの大、中型計算機を擁して

一千余人からなる広範な利用者の需要に応じている。センターにおける利用量は年々増大の一途をたどり、数度にわたるシステム増強にもかかわらず、常時計算需要が処理能力を上回るといった状況である。しかし種々の背後事情もあってセンターの職員数の増加および予算額の大幅な増加をそうたやすく期待する訳にはいかない。そこでどうしても現有計算機でもって何らかの対応策を見出し、圧倒的の多量の需要に応えなければならない。

従来、程度の差はあっても同様の事情から各大型計算機センターはまず省力化対策に腐心してきた¹⁾。要するに、この努力は主としてジョブの受付と返却並びに入出力に関するものであった。しかし、それは需要が処理能力を絶対的に上回るという事態を緩和するものでは決してなく、かえって増々需要の増加を促す結果を生んだ。現状では、この需要と処理能力の不均衡問題に対処する唯一の現実策は計算機運転時間の延長である。実際これまでも毎年のピーク時には定時の2～3倍も計算機を運転してきたのである。しかしセンター職員の超過勤務は現実には困難であったので、これまで外部民間企業に依頼して専門操作員による夜間運転を確保してきた。しかし現在の社会情勢（費用、労働問題等）ではそれも追い追い難しくなっており、特に終夜運転の確保は著しく困難になろうとしている。そこで表題の示す如くセンターの（特に夜間の）無人化を考慮することは極めて自然であるといえるであろう。しかし、最初からの完全無人化は技術的にも

* An Attempt to Make a Computer Center Unmanned and Its Related Problems by Kimio IZAWA (Nagoya Institute of Technology), Shigeru SEGAWA, Eikichi SASAKI (Nippon Electric Co., Ltd.) and Hiroshi FUJII (Computer Center, OSAKA University)

** 名古屋工業大学情報工学科

*** 日本電気(株)情報処理大阪システム事業部システム部

**** 大阪大学大型計算機センター事務部

制度的にも問題があるので、夜間とりあえず、計算機についての専門知識を持たない宿直員が宿直室に残ることとして、この仮定の下で計算機の無人運転を実現するシステムを開発した。

以下、そのシステムについて述べる。

3. 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必要があり、そのために次のような計算機室の環境整備を行った。

3.1 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 m²)には消防法の規準(70 m²に1個)以上の10個が配され、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くと考えられるので、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し、煙感知器は煙の発生によってイオン電流が変化した時に作動するもので、いずれも火災の発生によって作動する。

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。

3.2 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い。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、建屋の損壊には至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ダクト部分2個所に温度感知器と湿度感知器を各々1つずつ設け、温・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。

3.3 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の必要なものの部屋、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感知できるようにした。

3.4 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が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。

4. 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。

4.1 従来の運用

センターにはバッチ処理、リモートバッチ処理用としてNEAC 2200モデル700(1M字)が2セットあり、他にTSS専用機がある。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

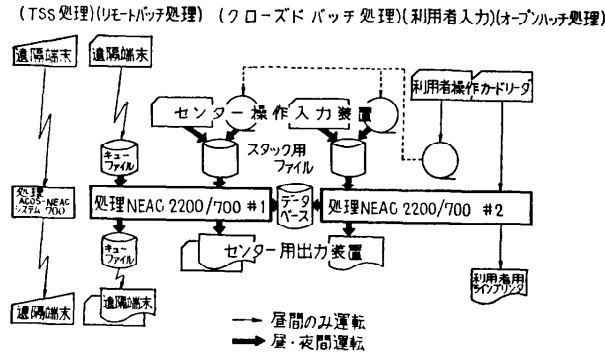


Fig. 1 The flow of the processes before reorganization

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).

4.2 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 に蓄積し、処理時には 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。ただしもともと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、操作員無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。

5. 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。

5.1 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。

5.2 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、事故の重要性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に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 1146 ページ参照)。これを可能にするために JSF を利用する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。

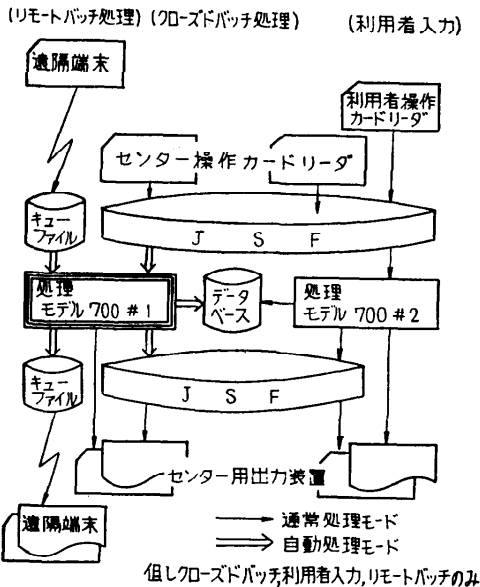


Fig. 2 The flow of the processes after reorganization

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こった場合、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ブル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局所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。

e. 再実行

ジョブ実行中に作業ファイルで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、別のエリア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

利用者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。しかし本システムでは操作卓は電源断の状態にするので、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。

5.3 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、資源不足になって実行不可能になったジョブなどを除い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。

5.4 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種類がある。前者は主に環境の異常で

- 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）。

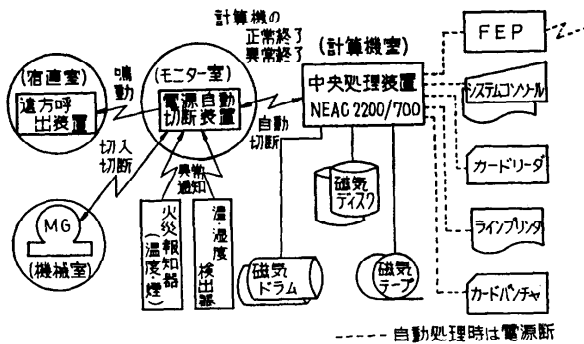


Fig. 3 The system configuration

6. 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他、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、ここでは電源切断装置、遠方呼出装置について概要を記す。

6.1 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。

- 自動電源切断条件検出機能： 処理の正常終了や処理の続行が不能なハードウェア、OS の異常発生を自動電源切断条件として検出する機能。
- 強制電源切断条件検出機能： 火災報知器の作動又は温・湿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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 順序電源投入機能： マニュアル指示により本装置に接続されている装置の電源を決められた順に投入する機能。
- 状態表示機能： 計算機システムの電源投入状況などの状態や MG の動作状況を表示する機能。
- 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。

- 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。

6.2 遠方呼出装置

宿直室に人が仮眠している場合、運転の終了や異常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。そのため、ブザーに連動する本装置が宿直室に置かれ、異常の発生を宿直員に知らせる。

7. 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。

7.1 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。

7.2 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ブラリに一括出力するプログラムの開発を行った。

7.3 自動処理モード運転のためのソフトウェア

先に示した自動処理モード運転に必要な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。

7.4 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、スケジューリング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。一般にスケジューリング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。

8. 結 び

本システムは昭和51年4月より運用に供しており、10月末までに夜間無人運転は136日間、通算447時間運転された。その間、強制電源切断は1度も行われず、ハードウェアの異常による自動電源切断が4回行われた以外は、全て正常に業務が終了し、運転終了処理が行われた。今後更に実績を積み重ねることによって評価を行っていききたい。

計算機システム運用の無人化の要請は日に日に高まっているのは事実である。これに対し、事務用及び技術計算用の計算機システムでは、いまだ入出力周辺の省力化²⁾あるいは障害対策をあまり考慮しないまま無人運転を試みている²⁾程度にとどまっている。本システムはさらに前進したとはいえ、今後改善の努力は続けなければならないと考えている。そこで現在考えられる問題と展望に触れる。

8.1 強制電源切断条件と切断の対象の再検討

強制電源切断の条件として本システムでは火災報知器の作動と温・湿度の設定範囲超過を用いているが、計算機システムを運転させてはならない環境の異常として他に有毒ガスの発生、地震、漏水、浸水などが考えられる。また強制電源切断、自動電源切断の対象として計算機システムのみを考えているが、この他に空調機、MG等が考えられる。電源自動切断装置には強制電源切断条件として2点、切断対象として2点の余裕が設けられており、今後の拡張に備えている。

8.2 システムの信頼性

システムの稼働性を高めるために種々の方策を構じているのは既に述べた通りであるが、それらはいくまでも異常感知系統および電源自動切断・警報系統が正常に動作するという前提で設計されている。これらの系統は主に電子回路によって構成されているので信頼性は高いが、もし障害を起こした場合、計算機システム等の異常に対しては電源の切断が行われずシステムの全壊が考えられる。それが特に問題になる場合には

系統の多重化をはかる必要がある。また磁気テープ装置で障害を起こしてシステムより切離す場合、電源は切断していないので、その装置で発生した障害が拡大したり他に波及していくこともある。もし障害検出時に即座に全システムの電源を切断していたらこのようなことはありえない。しかし後者をとると何かが起こればすぐシステムを止めねばならず本来の目的に反するので、我々は前者を採用している。

8.3 オンライン業務への適用の拡大

オンライン業務に対する24時間サービスの要請も高まっている。本システムをオンライン業務に対しても適用していきたい。その際、回線関係の障害処理等オンライン特有の問題の解決をはかる必要が起きよう。

8.4 センター完全自動化へ向って

本システムの発想を徹底すれば、センターの完全自動化の可能性を検討することも避けられない。そうすると、次の諸点が問題として浮び上ってくる。

- 火災等の被災に備えて、計算機システム保護のためのセンター建屋構造への配慮。
- 警備保証会社等防犯機関への依頼内容の拡大。
- 無人時のセンター管理責任体制の整備。
- 完全自動化に伴うサービス形態（利用形態）の変化に対する洞察。
- 完全自動化に伴うセンター職員の作業内容の変化（単純作業の減少）に対する考慮。

謝辞 御援助いただいた高木センター長、橋田業務係長、その他センター職員各位、および福本課長はじめ日本電気関係諸氏に深謝します。

参 考 文 献

- 1) 特集“コンピュータ運用——無人化へのアプローチ”ビジネスコミュニケーション, Vol. 13, No. 6, pp. 26~56 (1976)
- 2) コンピュータ“無人運転”の波紋広がる, 週刊ダイヤモンド, 2月8日(1975)
- 3) TOSBAC-5600 無人運転システム AJC 1, 情報処理学会第17回全国大会予稿集, pp. 87~88 (1976)

(昭和51年7月8日受付)

(昭和52年1月24日再受付)