

JAL T O Sにおける性能測定の実際

山口 春

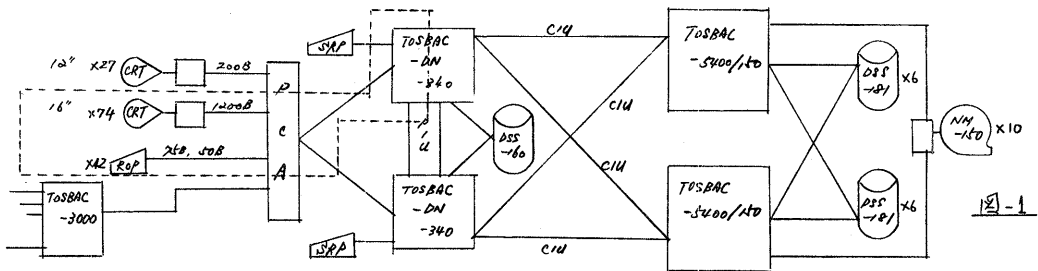
東京芝浦電気株式会社 電子計算機事業部

1 JAL T O Sの概要

(1) JAL T O Sとは

JAL T O SはJAL CARGO T E R M I N A L O P E R A T I N G S Y S T E Mを意味し、新東京国際空港における日本航空の国際航空貨物運送業務を荷役処理及その為の情報処理の両面から機械化したシステムである。本レポートの対象は、この内の情報処理システムである。

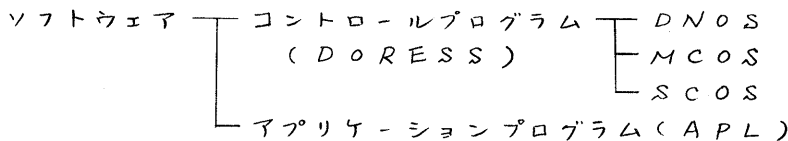
(2) 情報処理システムの使用機器構成概要



- T O S B A C - D N - 3 4 0 (以下DN-340とする)はDUAL構成(マスタ/スレーブ)で通信回線制御とTOSBAC-5400で実行するアプリケーションプログラム(以下APLとする)の為の端末からのデータ及端末へのデータのバッファリングを行う。
- T O S B A C - 5 4 0 0 / 1 5 0 (以下T-5400とする)はDUPLEX構成で片側はオンライン用(マスタコンピュータ),片側はスタンバイ(スレーブコンピュータ)でマスタの異常時にスイッチオーバーする。マスタはDN-340内に保持している端末からのデータを受け、APLに与え、APLの処理結果をDN-340をとうりて送り出す。

(3) ソフトウェアの構成と機能概要

ソフトウェアの構成は次の通りである。



- D N O S は D N - 3 4 0 の コントロールプログラムであり主たる機能は次の通りである。
 - a DUAL運転の為の2台のDN-340の同期と異常時のマスタ、スレーブ自動変換
 - b 回線/端末の制御
 - c T-5400に対するヘルスチェックとT-5400のマスタ、スレーブ自動変換の起動。
 - d 端末からのインプットトランザクション(以下I N X A C Tとする)

のバッファリングとQ管理

- e T-5400に対するAPLの起動要求とXACT送信, T-5400からの端末へのレスポンスのバッファリング。
- f TOSBAC-3000に対するXACT送信, TOSBAC-3000から端末へのレスポンスのバッファリング。
- o MCOSはT-5400の為のオンラインサービス用コントロールプログラムであり, 主たる機能は次の通りである。
 - a DNOSとのヘルスチェック受信/自覚障害の検知。
 - b DNOSからのAPL起動要求に対する起動チェックと起動&DNOSからのトランザクション受信。
 - c オンラインAPLの多重処理。
 - d 周辺装置の制御。
 - e APLの処理結果(端末へのレスポンス)のDNOSへの送信とQ管理。
 - f リカバリー機能の為のデータ(ジャーナル, チェックポイント等)の記録。
- o SCOSはスタンバイのT-5400の為のコントロールプログラムであり, 主たる機能は次の通りである。
 - a DNOSとのヘルスチェック受信
 - b DNOSからT-5400のマスター, スレーブ変換指示に対してダウンリカバリシステムの起動とマスター, スレーブ変換の実行。
 - c バックAPLの多重処理。
 - d 周辺機器の制御。
- o APLはJAL-TOSにおける業務処理用アプリケーションプログラムで, MCOSのもとでオンラインXACTを処理するもの, 約120本, SCOS下でバック処理を行うもの, 約50本から成り立っている。

(4) XACT処理の概要

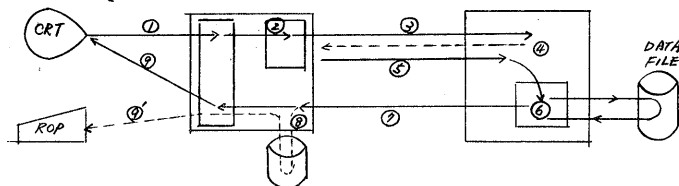


図-2

- ① CRT端末から送られるXACTはDNOSによってラインバッファ(以下, L/Bとする)に受信される。
- ② XACTはL/BからFIFOでMCOSへの送信用TBLに登録される(空があれば)。
- ③ DNOSは送信用TBLからMCOSに対しXACT処理に必要なAPLの起動を指示する。
- ④ MCOSはDNOSからのAPL起動要求に対し, そのAPLが使用するディスクファイルの状態(他のAPLでアップデート中か?), メモリの状態等を探り, 起動可能なかを判断し可否をDNOSに回答する。
- ⑤ MCOSより起動可の回答があった時, DNOSはそのAPLで処理すべきXACTを送信する。

⑥ M C O S は X A C T を受信し、これを処理する A P L に与え、A P L を起動する。

⑦ A P L は受信 X A C T を処理しレスポンスを作り出し、M C O S をどうして D N O S に送り出す。D N O S は L / B に空があれば、M C O S からのレスポンスを受信する。

⑧ M C O S からのレスポンスの内、宛先が R O P のものは、D N O S により一度ディスクに收容される。

⑨ ⑩ D N O S は L / B に有る C R T 宛レスポンスを C R T 端末に送り出す。R O P 宛レスポンスは R O P の速度に合わせてディスクから読み出し、L / B を経由して R O P に送り出される。

以上の手順で X A C T が処理されるが、ひとつの C R T 端末に着目してみれば、い N X A C T に対するレスポンスを受信する迄は同一 C R T 端末からの次のい N X A C T は受け付けられない。(一問一答)

2 J A L T O S におけるレスポンスタイム測定の手緯

C R T 端末を使用してオンラインシステムにより業務を行うユーザからみた時、レスポンスタイムは一種のアイドルタイムであり、これが少ないほど、業務処理能力が向上するのは当然である。その為ユーザからみてシステム能力を評価する尺度として、レスポンスタイムを定む事はきつめて自然である。又レスポンスタイムはい N X A C T のミックス、発生間隔、機器性能、コントロールプログラムの構造、A P L の構造等の総合の結果として決定されるので、システムの総合的に評価の尺度としても適当である。以上により本システムではレスポンスタイムを性能評価の尺度として採用した。ここで、レスポンスタイムとは C R T 端末の送信キーを押した時から、レスポンスの第一行目が当該 C R T 画面に表示される迄の経過時間である。

次にレスポンスタイム測定の手緯をその実施した手順に説明する。

(1) マンパワーによるレスポンスタイム測定

ピーク時を構成する X A C T の種類と各々の件数を求め、これから X A C T 種類ごとにピーク時の 10 分間での発生件数を求める。この件数分の X A C T を作成し、それが実際時に発生する端末にアサインする。(ピーク時の同時稼働台数約 50 台) これをオペレータによって 10 分間でインプットさせる。これを繰返し、それぞれ 10 分間のレスポンスタイムの平均値を求めた。(個々のレスポンスタイムの計時にはストップウォッチを使用する) 10 分間という短時間に限定したのは、専門オペレータでない為長時間のインプットでは誤インプット件数が大になる事が予想された為である。実際には、10 分間でも予定件数 500 件に対し、10% ~ 20% に当る誤インプットがあり、計画した X A C T 件数 / ミックスでのレスポンスタイムが得られなかった。

(2) M U L S i M によるレスポンスタイムの測定

マンパワーによるレスポンスタイム測定での欠点(誤インプットが出る為、計画した X A C T 数 / ミックスでのレスポンスタイムが得られない。

X A C T の発生分布を自由に変化させられない。etc) をおぎなう為には、D N - 3 4 0 (D N O S) を利用して次の様なインプットシミュレータを作成した。図 - 4

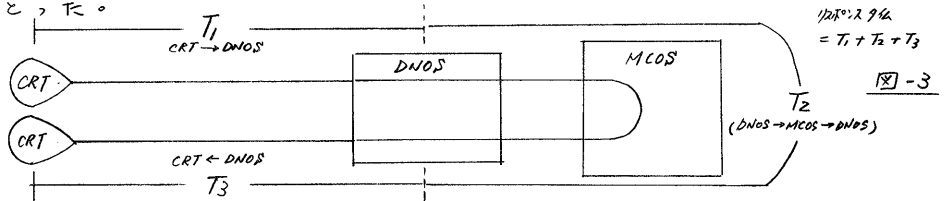
DN-340に接続したディスク上に擬似CRT端末(インプット)を作り、ここに発生時刻を与えたXACTを格納しておく。(XACTはT-5400のユーティリティで作成する)DNOSに変更を加え、回線からの受信動作にかえて時間計測により発生時刻に達したXACTをディスクから読み出し、L/Bに格納する。以降MCOSとの通信は正規のDNOS機能により実行し、MCOSからのレスポンスを受信した後、回線への送出手続きにかえて、L/Bより受信用MTに書込む。以上の動作の過程で時間を計測し、受信データと共にXACTごとにMTに書込む。この変更DNOSをMULSとM(MULTI-THREAD SIMULATOR)と称する。MULSとMの採用により次の利点がある。

- ① 誤インプットは発生しない為、計画どりのXACTをインプット出来る
 - ② DNOSの発生分布を任意に変化させる。
 - ③ 計時はMULSとM内で行う為、計時の為のマンパワーは不要となる。
- 但しCRT端末、CRTコントローラ、回線部分のシミュレートが不完全であるという欠点を有している。

もちろん、DNOSを無視すれば技術的には可能であるが、完全なシミュレートを行うとDNOSそのものを大巾に変更する事となり、DORISSの性能測定としての目的をいつ脱してしまう。その為レスポンスタイム中で占める、この部分での所要時間について、MULSとMの計測結果に対し補正を加える必要が有る。しかし補正值は平均値としてしか求められないので全XACTの平均レスポンスタイムを求める上では問題ないが、個々のトランザクションのレスポンスタイムを取扱う場合問題となる。

(3) GPSSとMULSとMによるレスポンスタイム測定

MULSとMによるレスポンスタイム測定での欠点をおぎなう為、次の様な手法をとった。



CRT ↔ DNOS (L/B) の部分 (レスポンスタイムを構成する T_1, T_3) の動作をGPSSを使用して記述し、DNOS ↔ MCOS ↔ DNOS (レスポンスタイムを構成する T_2) の部分はMULSとMで計測したこの部分に関する所要時間を使用してGPSSモデル内にデレイとしてもちこむ事とした。XACTはMULSとMで個々に測定した受信完了時刻をCRTからの送信時刻としてモデル内で発生させる。この様にして発生したXACTの動きをGPSSでシミュレートしCRTでのレスポンス受信時刻を得る事により、XACT個々にレスポンスタイムを計測する事が可能となる。

この方法では次の問題がある。

- ① XACTの発生時刻(CRTからの)としてMULSとMで個々のXACTについて計時したXACT受信開始時刻を使用している。
- ② その為このモデルでの実行結果求められる受信開始時刻とMULSとMで計時した受信開始時刻は当然異なる。

③ 個々のXACTのT₂はそのXACTの受信開始時刻が異なれば、DOR E S Sの構造から考えがたり相異があらわれるはずである。そこでGPS Sによるシミュレーションの結果得られた個々のXACTの受信完了時刻を使ってMUL S i MでのRUNを行い、個々のXACTについてDN O S → M C O S → DN O Sの所要時間を求め(T₂とする)T₂と比較してみた。XACTの発生密度が高い場合はT₂とT₂には大きな相異が生ずる事が予想されるがこの検査に使用した発生分布型ではほとんど差が生じなかった。

(4) T O S B A C - 4 0 端末シミュレータによるリスボンスタイム測定

以上の三つの方法での欠点をおおむね為、T O S B A C - 4 0 C (ミニコン)を使用してCRT端末とDN O S間のハードウェアの動作(CRT端末及CRTコントローラの動作)及CRTオペレータのシミュレータを作成した。このシミュレータとDN - 3 4 0の間は実際のCRTコントローラと同じノ200BXノ2回線が接続し回線こほにシミュレータと実際のCRTコントローラとの切替が可能となっている。

CRT端末からインプットするXACTはその発生時刻と共にT-5400からオフラインでMTKによって渡され、このMTKからT O S B A C - 4 0 に接続されているディスク装置(擬似インプット端末)に格納される。(MTKからディスクへの格納はオンライン動作と並行して実行される)シミュレータは時刻を計時し、XACTの発生指定時刻と比較しつづらこれを送り出す。この時CRT端末及CRTコントローラのハードウェアの動作及これらハードウェアとDN O Sとのインターフェースをシミュレートしている。

リスボンスはDN O Sからシミュレータに送られ、受信されたディスク装置(擬似アウトプット端末)に格納される。(ディスクに格納された受信データはオンライン動作と並行してMTにはきびされる)

各XACTに対し送信要求時刻、送信開始時刻、送信終了時刻、を記録し、リスボンに対しては受信開始時刻を記録して(受信開始時刻-送信要求時刻=リスボンスタイム)となり、リスボンスタイムを求める事が出来る。

3 J A L T O S におけるリスボンスタイム測定手法の概要

(1) M U L S i M の概要

① M U L S i M の目的

本シミュレータはD O R E S Sを構成するソフトウェアの内、特にM C O S および、M C O S 下で動作するA P L の機能および効率等のテストの手段として開発したものである。M U L S i M でシミュレートする範囲は図-1の点線でかこんだ部分である。

② 機器構成

上記の目的を果すためM U L S i M で使用する機器構成は次の通りである

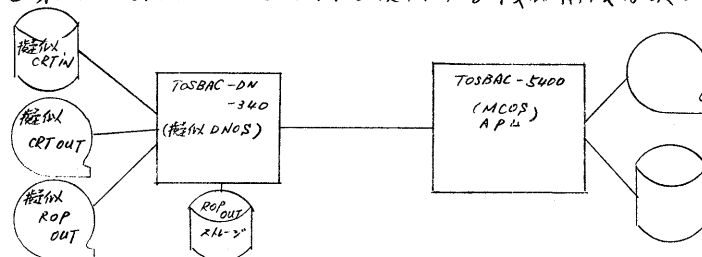


図-4

③ 機能

MULSIMによって次のふたつの機能をテストする事が出来る。

- A 機能テスト ① MCOSのテスト。② APLのテスト。③ 本シミュレータに内包される擬似DNOSによって行う、DNOSのコントロール方式のテスト。
- B 性能テスト ④ MCOSとAPLによるランガクシヨン処理速度の測定。⑤ DNOSのバッファ負荷テスト。
- ④ MULSIMラン時のXACTの処理形態

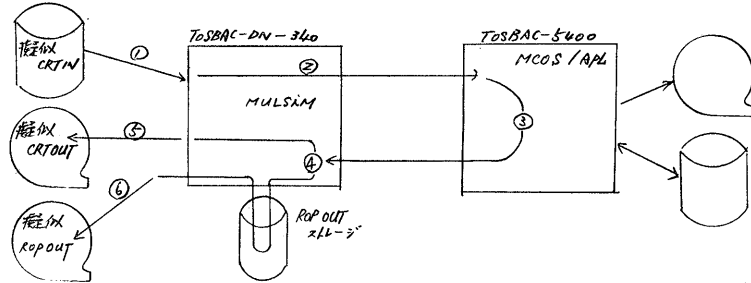


図-5

- ① 各XACTに与えられている発生時刻にもとずき、ディスク(擬似CRTIN)よりXACTを読み出し、CRT端末から受信したごとくバッファにセットする。(③項Bの④)
- ② DNOSのCUIモジュールを使用してMCOSへランガクシヨンを送信し送信時刻を記録する。(③項Aの①④、Bの④)
- ③ MCOS及APLでXACTを処理しその結果をDN-340へ送信する(③項Aの①④)
- ④ DN-340はCUIモジュールによりMCOSからXACTを受信しバッファにセットし受信時刻を記録する(③項Aの④ Bの④④)
- ⑤ 受信したXACTがCRT端末宛のとき、そのXACTをMTに書込む。(③項Bの④)
- ⑥ 受信したXACTがROP端末宛のとき、そのXACTをストレージディスクへ書込んだ後、ROPの稼働状況をシミュレートしながらバッファに読み出しMT(擬似ROP)へ書込む。(③項Aの④ Bの④)

⑤ MULSIMの処理ステップ

- ⑤-1 インプットランガクシヨンとファイル作成
ユーザより与えられる任意のINXACTデータカードの情報をもちきINXACTデータテープとINXACTサマリーテープおよびXACTを処理する為のファイルデータを作成する。
- ⑤-2 インプットランガクシヨンデータディスク作成
INXACTサマリーテープをもとにしてINXACTデータテープからINXACTデータディスク(擬似CRTIN)を作成する。
- ⑤-3 MULSIMのラン
④に示した処理手順によりINXACTデータディスク(擬似CRTIN)からXACTを送り出し処理する。
- ⑤-4 後処理

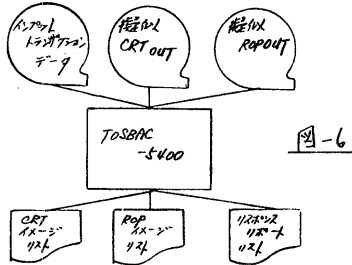


図-6

IN XACTデータとCRT端末宛アウトプットデータ(擬似CRT OUT)をもとにイン/アウトXACTを対応させCRTイメージリストとレスポンスレポートリスト及ROP端末宛アウトプットデータ(擬似ROP OUT)からROPイメージリストを作成する。

(2) G P S S モデルの概要

① シミュレーションモデルの構成

(i) 目的

MULSIMでは測定できない回線の所要時間、回線の応答で経過するDN-340の系内時間をメッセージ(既出のIN XACTと同意である。)ごとに求める事。その為MULSIMの更測値がそのまま利用出来る様にする。

(ii) 前提

- a このモデルはTOSBAC-5600GPSSVで記述する。
- b 原則として、通常の意味でのシミュレーションは行わない。すなわち、統計的推論をもとに1次確率過程を構築するのではなく、決定論的モデルをつくりだす。
- c シミュレーションの単位時間は100μsとする。
- d シミュレーション時間はたかだか10分間とする。

(iii) モデルの構成要素

A 動的な要素

a メッセージ

- (1) CRT端末から発生するもの
 - データメッセージ(インプットXACT)
 - 応答メッセージ(ACK, NACK)
 - フレームメッセージ
- (2) ROPへの送信メッセージ(アウトプットXACT)

b 制御用トランザクション

- (1) DNOSのスキヤニングアルゴリズムを表わすトランザクション、フレームメッセージの送受信および端末用バッファからの文字の送り出し。

B 静的な要素

a 回線、コントローラ

コントローラは常に生きており(送信可能であり)、競合して利用されるものでないので、リソースとしては表現しなかった。回線もコントローラに完全に制御され、競合しないのでリソースとしては表現しなかった。

b CRT, ROP端末, ROP用回線

これらも同上の理由でリソースとして表現しなかった。

c ラインバッファ(DNOS内)

主記憶装置内のバッファは単位領域で区切った(2単位なら容量の

の) ストレージとみなした。

d DN-340のCPU

DNOSのスキューニングアルゴリズムに従ってサービスする施設
だけがリリースとみなされなかった。

② サービス施設

(i) ROPおよび回線

回線およびROPはメッセージを受取るだけのサービス施設であり、回線の速度に合わせて文字が送り出されている限り、待ちが発生しない施設とみなした。

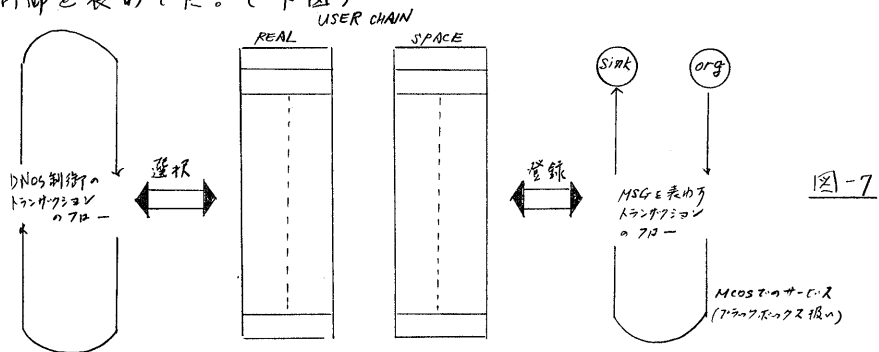
(ii) CRT端末および回線

(iii) DN-340の主記憶装置

DN-340の主記憶装置はDNOS常駐部、TASK領域、L/B領域に分割されている。前二領域は固定されており、リソースとはみなさない。リソースとなるのはL/B領域だけである。この領域は90字づつの単位領域に細分割されており、リスト構造で管理される。

(iv) DN-340CPU(DNOS)

原則としてDNOSが特定の機能を果たすための所要時間は無視した(たとえばL/Bの生成、消去など)。ただしDNOSでのリアルタイム、スペアタイムのスキューニングに伴う時間遅れは考慮に入れた。その為DNOSというサービス施設があるものとして、トランザクションの動きを制御したが、DNOSを静的なサービス施設として表現するには無理があるので、トランザクション(GPSS)の動きでDNOSの制御を表わした。(下図)



(v) ROPバッファ用ディスク

McosからのROP送信メッセージは一時ディスクにスタックされてから読み取られ、L/B領域を占有してから回線に送り出されるものと表現した。ディスクはリソースとして扱わず、無限能力のフラックボックスとして扱い、経過時間(読み書きの)だけを与えた。

(vi) Mcos

Mcosはサービス施設として陽に表わさず、MULLSイムの実行で測定された滞留時間だけが経過するブラックボックスとして表現した。この滞留時間は表としてシミュレーションモデルに組込んでおき、メッセージが発生するごとに表引きして個々のメッセージに与える様にした。

(3) T O S B A C - 4 0 端末シミュレータ概要

① 本シミュレータの目的

本シミュレータは $\dot{I} S \dot{I} S$ ($\dot{I} N P U T \dot{S} \dot{I} M U L A T \dot{I} O N \dot{S} Y S T E M$) と称し、D O R E S S の性能評価および検査の一手段として開発されたものである。一般にオンラインシステムを開発する過程に人手により多数の端末から多種のデータを異なる分布で発生させ、システムの機能検査、性能測定等を行う事には限界がある。この為ハードウェアを制いた、端末および端末オペレータのシミュレータが考えられるわけである。

D O R E S S ではミニコン T O S B A C - 4 0 C を使用し、 $\dot{I} S \dot{I} S$ により端末、端末コントローラおよび端末オペレータをシミュレートする事となる。

② 機能

$\dot{I} S \dot{I} S$ の機能は以下の通りである。

- A D O R E S S の負荷テスト(データの発生分布を制御する事により D O R E S S に対する負荷テストを行う)
- B D O R E S S のセーラン(複数本の MT 交換により長時間の連続稼働を行う)
- C リスポンスタイムの測定(下記の計時を各データごとにを行う。)
 - (i) 入力データの送信要求時刻(端末の送信キーを押した時刻)
 - (ii) 入力データの送信開始時刻(C R T コントローラより回線に S T X キャラクタを送信した時刻に相当する)
 - (iii) 入力データの送信終了時刻(C R T コントローラより回線に S T X キャラクタを送信した時刻に相当する)
 - (iv) 出力データの受信開始時刻(C R T コントローラが D O R E S S より S T X キャラクタを受信した時刻に相当する)

③ 機器構成および処理概要

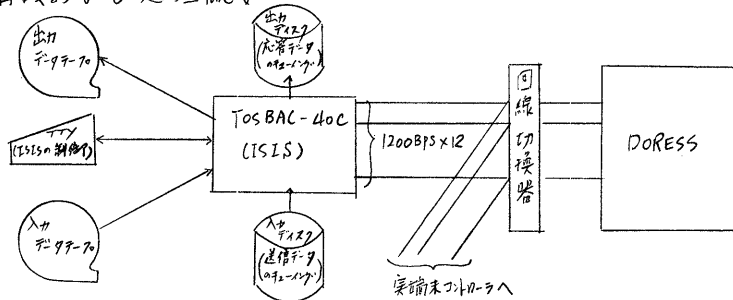


図-8

$\dot{I} S \dot{I} S$ は 16 インチ C R T ディスプレイ装置(含端末オペレータ)をシミュレートしたもので、ハードウェアとして T O S B A C - 4 0 C を用い、ディスプレイ装置、2 台分(コントローラ部、2 台、端末部、2 台)を制御し、1200 B P S 半二重調歩同期方式により回線切替器を介して D O R E S S と接続する。

以下に $\dot{I} S \dot{I} S$ の処理概要を述べる。

- A 入力データテープ C R T 画面上に構成されるデータの群)上のデータは入力ディスクに端末ごとに発生時刻順に格納される。
- B 各データの発生時刻に達すると入力ディスクよりデータが読出され、

- いSいSのラインバッファにセットされる。
- c データの送信準備が出来るとDORÉSSに対して送信要求が行われる。(この時②項cの(i)の記録が行われる)
 - d データを回線に送信する(この時②項cの(ii)(iii)の記録が行われる)
 - e DORÉSSより応答データをラインバッファに受信する。(この時②項cの(iv)の記録が行われる)受信終了後本カデイスクに格納される。
 - f 本カデイスクに格納されたデータは本カデータテープにシリアルに書込まれる。

④ シミュレーション処理ステップ

④-1 入カデータとファイル作成

前もって準備されたデータカード(いN×ACT生成, ファイルデータ生成カードより構成)からT-5400により入カデータテープといS-いS実行時の対象ファイルデータテープが作成される。

④-2 入カデータの格納と送信処理

入カデータテープはE0Fで区別されたデータ群が複数個入り成り, 各群は端末番号順に配列されている。入カデイスクはA, Bエリアより構成され, 最初のデータ群はAエリアに, 次のデータ群はBエリアに格納する。格納データはまずAエリアからDORÉSSに送信され次にBエリアから送信される。Bエリアより送信中に空となったAエリアに次のデータ群が格納され連続的に送信動作が行われる。

④-3 リスpons受信と本カデータの処理

本カデイスクはエリアの区別なく全エリアに応答データの格納に使用する。DORÉSSへのデータ送信順に本カデイスク上に応答データエリアが確保され応答データを受信終了するとそのエリアに本カデータが格納される。

格納された応答データはシリアルに取出され本カデータテープに書込まれる。

④-4 データの検証, 解析処理

入カデータテープと本カデータテープよりリフボンスタイム, データの発生分布等の統計資料の作成を行う。

