



Title	Mini-Computer System に於ける Remoto Terminal と Scheduling 処理の検討 : RI診断におけるコンピュータの利用 (No. 2)
Author(s)	春日, 敏夫; 坂本, 良雄; 中西, 文子 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1975, 35(12), p. 1107-1115
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20471
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Mini-Computer Systemに於ける Remote Terminal と Scheduling 処理の検討

— RI 診断におけるコンピュータの利用 (No. 2) —

信州大学医学部放射線医学教室

春 日 敏 夫 坂 本 良 雄
中 西 文 子 小 林 敏 雄

(昭和50年 2月10日受付)

(昭和50年 7月28日最終原稿受付)

Application of Computer for Radioisotope Imaging (No. 2)
Composition of Remote Terminal by a Mini-Computer and Application of
Scheduling Process

Toshio Kasuga, Yoshio Sakamoto, Fumiko Nakanishi and
Toshio Kobayashi

Department of Radiology, Faculty of Medicine, Shinshu University

Research No.: 206

Key Words: Mini-computer system, Remote terminal, Computer program,
Functional imaging

An inexpensive remote terminal, consisting of a teletypewriter and a TV monitor, was set up in the meeting room where the radioisotope image can be processed and the information therefrom can be used as a diagnostic tool.

For the use of mini-computer system in radioisotope laboratory, a large amount of time is required to collect the radioisotope image in a magnetic tape recorder. During preparation for next patient, the computer is at a standstill. While the data have been accumulated by a MIC (matrix input controller) from the scintillation camera in the core memory (64×64 matrix), the CPU (central processing unit) is at a standstill. A control program is required for effective operation of the mini-computer system in the meeting room. By the use of this program (a two job monitor), the remote terminal can process radioisotope data whenever the CPU is at a standstill.

Mini-Computerを中心とする R I 画像処理システムにおいては、データの収集を on line で行なうため、R I 検査業務の場所に設置されることが多く^{⑩⑪⑫}、また、その処理は、マンマシン系

の machine-assisted diagnosis を行なうことが多い^{⑬⑭⑮}ようと思われる。

X線写真などの診療情報が豊富な場所で、R I 診断の過程で実時間処理を行なうために、信大中

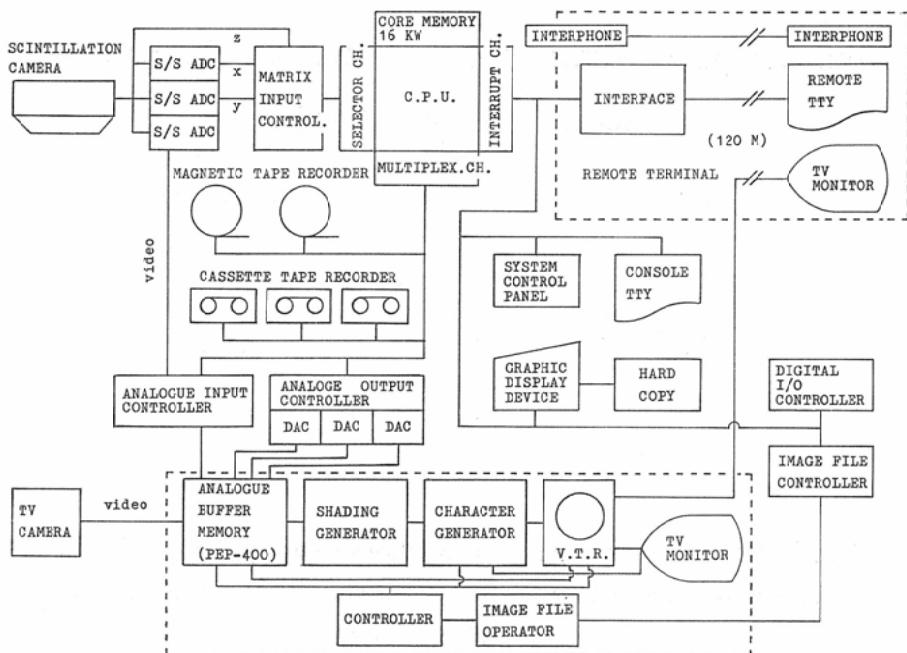


Fig. 1 Block diagram of the mini-computer system

央放射線部の mini-computer system¹²⁾¹³⁾に比較的安価な remote terminal を設置した。また、この R I 画像処理システムは、single job system として設計されたが、今回は remote terminal の利用効率を上げる目的で、2つの job を並行して実行する scheduling program を開発した。

システムの機能拡張と診断情報の病院内伝達⁹⁾に関してコスト・パフォーマンスに見合った一方法と考えられたので報告する。

I. システム構成

R I 画像処理を、R I 検査室のシステムから約 120m 離れた放射線科で実行するために、remote terminal を設置した(Fig. 1)。以下、既存システムとの機能的な関係について記す。

1. 信大 RI 画像処理システムの現状

シンチカメラ像 (R I 像と記す) を、1) MIC (matrix input controller) で A D 変換、addressing (histogram mode) し、2) mini-computer (cycle time: 0.66 μsec) の core memory に digital image (64×64 matrix) を一定の時間蓄積する (以下、

sampling と記す)。また、image は 3) MT に転送、filing される (以下、recording と記す)。4) image file 装置¹²⁾¹³⁾ (Fig. 1 の下部破線内) には、シンチカメラの analog image や I T V 映像、computer からの X Y Z 信号の analog buffer への書き込み機能、V T R のコマ撮りや各映像毎の addressing、random access 制御などの機能、及び、文字表示や computer による制御機能を有する。すなわち、analog image や処理結果の filing、TV display を行なう。システム全体の制御は 5) control panel、6) C-TTY (consol teletypewriter) によって行われる。また、7) CST-MT (cassette magnetic tape) から roll in された各種プログラムの実行は、8) GD (graphic display) によって制御される。すなわち、G D から実行に必要なデータ入力と処理結果の表示を行なつている。

2. 増設した remote terminal

Remote terminal は、R-TTY (remote teletypewriter) と R-TVM (remote TV monitor) とで構成した (Fig. 1 の上部破線内)。

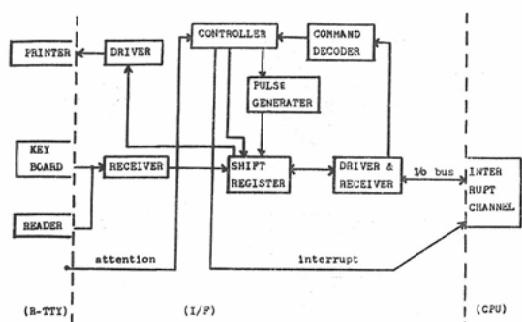


Fig. 2 Block diagram of the remote TTY interface

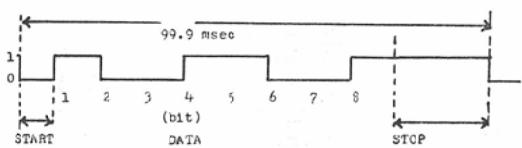


Fig. 3 Transfer of data (1 character : 11 bits)

割込み機能 (Fig. 2 の attention) を有する R-TTY の interface を作製し、約100msec/character でデータ転送を行なつた (Fig. 3). 異常ノイズの

防止にはフォトカプラー (オプシャルカプラー) を用いた。また、R-TVM への出力は image file 装置の TV 映像を分配した。

II. scheduling 处理

既存 mini-computer system の OS (operating system program) には time sharing などの複数 job を管理する system program は用意されていない。しかし、hard 的には、i/o の動作が channel 自体で管理を行なう機構を有し、入出力命令が computer の channel に伝達されれば、CPU (central processing unit) に無関係に動作が実施される。そこで、この CPU の “あき時間” を活用して、CPU 側の job (main-job) と remote terminal 側の job (sub-job) とを、同時に並行して実行し、且つ、システムの基本設計 (single job system) を変更しない方針で実施する方法として、2つの job の scheduling 管理を検討した。次に、この scheduling program の設計方針を列記する (Fig. 4)。

- 1) 従来の single job 機能を保つため、2 job

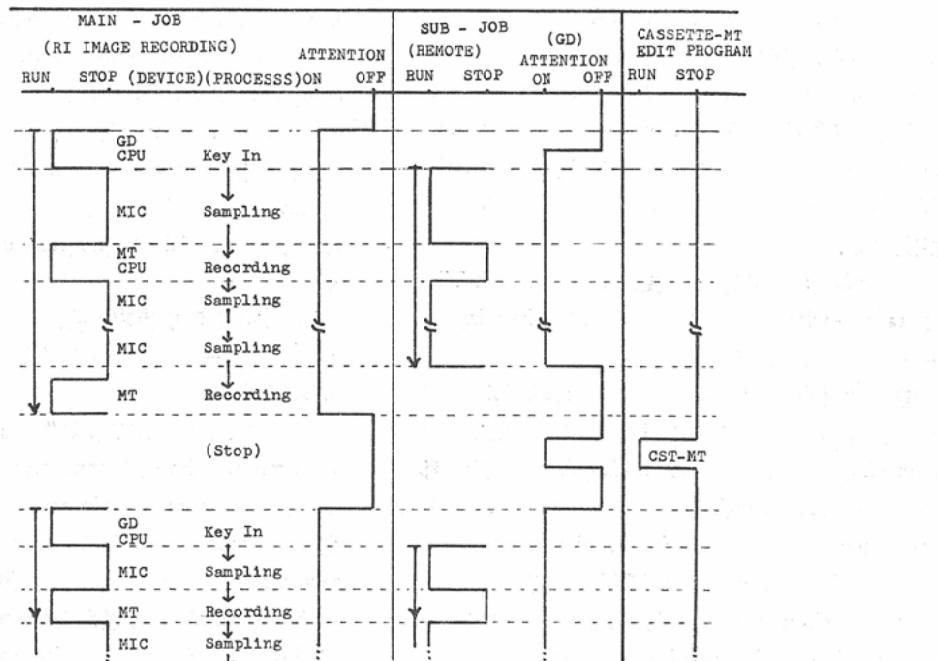


Fig. 4 Two job processing of the computer system

処理が必要なときに限り、用意されているOSに追加して scheduling program (以下 “2 job monitor” と記す) を roll in する。必要であれば、2 job 処理の途中でも直ちに、強制的にCPU側からの操作で、従来の single job system に戻れるようとする。連絡にはインターホンを用いる。

2) main-job は、 C P U の 占有時間が 比較的 少ない “ R I 像の MT 収録 ” に限定する。ここで R I 像の MT 収録とは、 1) G D からの 患者名などの filing index や 収録条件の key in, 2) M I C による R I 像の sampling, 3) MT への recording の 実行を指す。 実行中、 C P U の “ あき時間 ” は、 M I C による sampling 時に 生ずる

(Fig. 4). また、収録作業中、次の患者の準備など、システム全体が休止している時間も多い。

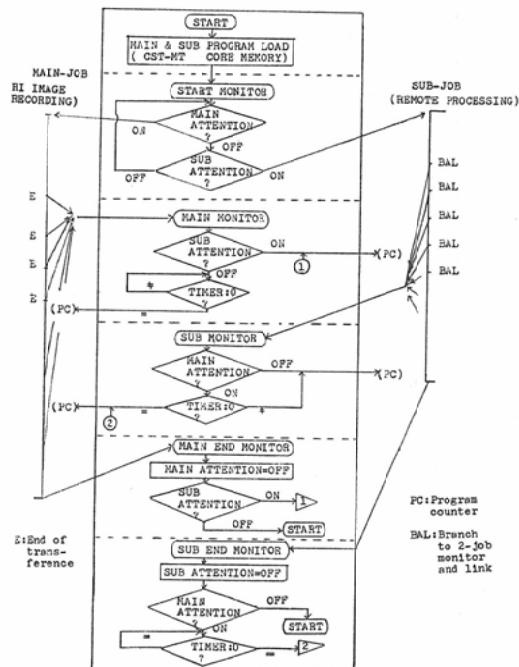
3) 常に main-job の実行を優先するように scheduling する。すなわち、sub-job の実行中でも main-job の割込みを許し、main-job の実行中における sub-job の起動要求 (Fig. 4 の attention) は、C P U の“あき時間”がくるまで保留する。

4) 2 job monitor には、CST-MT のプログラム群から、任意のプログラムを選択し roll in させるルーチン (cassette-MT edit program) を用意し、R-TTY からの Key 操作によつて sub-job の更新を行なう。尚、この実施時間は、main-job の終了時（多くは、次の患者の準備時間）に限定する。

5) sub-job の実行に必要なデータは、R-TTY の tape reader から入力し、手操作 (key in) が介入しないようにする。

6) sub-job の実行中は、常に main-job の進行過程を監視し、GD の key in 時、MTへの recording 時には、直ちに main-job に実行を移す。このため、sub-job のプログラム中には、約 100 msec の実行毎に 2 job monitor に“割込むルーチン”を挿入する。R-TTY の入出力においては、1 character の転送毎に自動的に“割込むルーチン”を 2 job monitor に用意する。

次に、作成した 2 job monitor の scheduling 制



御の“流れ”を記述する(Fig. 5).

- 1) main-job の “R I 像の MT 収録” プログラムと, sub-job の remote terminal 様式処理プログラムとを, cassette edit program を動作させて, computer に roll in する.
 - 2) core memory 上の program area, 使用する周辺装置の device number を, 2 job monitor に save し, 2 job による重複使用をチェックする. また, 各 job の program count も save する.
 - 3) job の起動要求を判定し, main-job にプライオリティーをつけて制御する (Fig. 5 の START MONITOR).
 - 4) “R I 像の MT 収録”においては, 1 画像の sampling time が computer の timer にセットされ, 10 msec 毎 (timer の cycle time) に減少し, timer が “0” に達したとき, MT への recording が行われる. 1 画像 (64×64 matrix の block data) の転送命令を multiplex channel (Fig. 1) に伝達後, 2 job monitor (Fig. 5 の MAIN MONITOR) に割込み (Fig. 5 の E),

main-job の program count の save, sub-job の起動要求の判定を行なう。このとき, sub-job の起動要求があれば 2 job monitor に save された sub-job の program count (Fig. 5 の P C) に実行を移す。また, sub-job の起動要求がなければ timer が “0” になるのを待つて, save された main-job の program count に実行を移す。

5) sub-job 実行中の 2 job monitor (Fig. 5, の SUB MONITOR) への割込み (Fig. 5 の B A L) では, sub-job の program count の save, main-job の起動要求の判定, timer が “0” か否かの判定を行なう。これによつて, main または sub-job の program count に実行を移す。

6) main または sub-job の終了時には, 2 job monitor (Fig. 5 の MAIN END MONITOR または SUB END MONITOR) に割込み, job の起動要求を解消する。ともに終了した場合は, C-TTY 及び R-TTY にメッセージを type out し, R-TTY から sub-job の更新を行えるようにした。

III. remote terminal 処理の実施と結果

Remote terminal で処理を行なう場合, 先ず, 従来の OS のみの管理下で single job を実施するか, または, 2 job monitor を追加して “RI 像の MT 収録” と並行した処理を実施するかを決定する。増設した remote terminal は機構的に問題なく, また, 実行時に image file 装置を off line で使用していない限り, 何ら single job の実施に不都合な点はなかつた。以下, 2 job monitor による並行処理で試行した処理を中心に記述する。

1) RI 像の MT 収録

著者らは, 通常 2 通りの MT 収録方法を症例に応じて選択している。すなわち, core memory 内に, matrix image を sampling する buffer area を 1 個所 (4 kw) もつか, 2 個所 (8 kw) とする。前者は, 静止画像や経時に比較的長いインターバルで収録する場合に用い, MT への recording (約 0.4sec/matrix image) 時には RI 像の sampling は行われていない。後者は, RI angiography のように短かいインターバルでの

dynamic image の収集に用い, 2 つの buffer で交互に, matrix image の sampling と MT への recording をくり返す。computer の core memory は 16kw であり remote terminal 側との並行処理には, 容量の制約から, 主に, 前者的方法で試みた。この場合, program area は約 0.15kw, data area は約 4.04kw であり, working area として約 4.2kw が必要であつた。

2) remote terminal 処理

paper tape data MT file: 患者名, 診断名, シンチグラム読図結果及び計測結果, 血液検査結果などを R-TTY で紙テープに穿孔し, 検査日単位で R-TTY から転送し, MT への filing 処理を試みた。今後の計量診断などへのアプローチを目的としたものである。working area としては約 0.5kw を要した。

MT file data の統計的な処理: 上記 MT file data の集計, 度数分布などの処理を試みた。各々の working area は約 1.5kw 以下であつた。

RI 像の再生: MT に収録された matrix image を smoothing, enhancement し, R-TVM に 11 level の gray scale で display した (Fig. 6)。working area は約 9.8kw (program area; 約 1.5kw, data area; 約 8.2kw) であつた。また, image file 装置に収録された analog image の再生も行なつたがこの場合の working area は約 0.2kw であつた。

画像間の subtraction: matrix image 間の subtraction (減算画像の max. count の element と同位置の被減算画像の count から, subtraction 条件を自動的に決定し, 減算画像を normalize する方法) を, R-TTY 制御により試みた。この場合, working area は約 9.9kw (program area; 約 1.6kw, data area; 約 8.2kw) であつた。

functional imaging: 今回の remote terminal には, 位置情報の入力機能はない。このため, RI 動態の解析を ROI 处理で行なうには不便である。そこで, RI 動態の特徴を示すと考えられるパラメータ (Fig. 7) を, 各 element について求め, その分布図 (functional image) の dis-

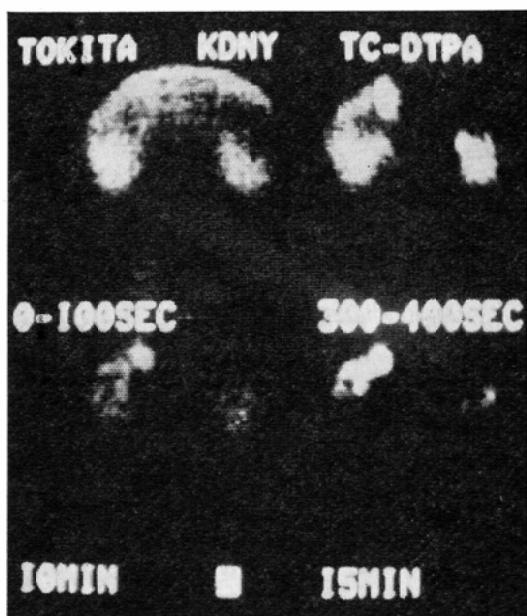


Fig. 6 Display of ^{99m}Tc -DTPA images on remote TV monitor. Serial matrix images(0-100sec, 300-400sec, 600-700sec, 900-1000sec) are displayed at the same time on a TV monitor. This patient had hydronephrosis.

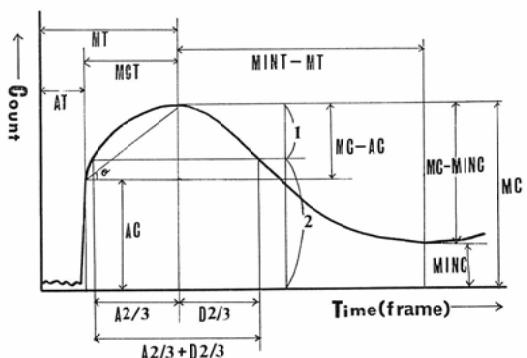


Fig. 7 Schematic illustration of ^{99m}Tc -DTPA dynamic curve in an element. Characteristic parameters of dynamic curves were computed for functional images.

play を試みた。結果の一部を記述する。

Fig. 8 に例示する functional imaging を実施した症例は、Fig. 6 と同一例で、両側腎の水腎症である。MTへの収録は、 ^{99m}Tc -DTPA 2 mCi 静注直後から、100秒間隔で15分間収録した。処理方法は 32×32 matrix に変換し、各 element 每の

特徴パラメータを求め、24 level の gray scale で R-TVM に display した。この際、memory の制約から必要と思われるパラメータをあらかじめ指定し、1回の処理では4個のパラメータに限定して実行した。functional image では、両側腎とともに、腎下部に較べて腎上部の集積及び排泄機能の低下が認められ、また、右腎に比較して左腎尿管への排泄遅延が観察される。

functional imaging 処理の program area は約 1.9kw, data area は約 8.1kw であり、working area は約 10kw となり、プログラム作成上、memory を有効に利用する工夫が必要であつた。

IV. 考 按

拡張したシステム、hard ware, soft ware の特長、短所について検討する。

1. hard ware の検討

1) teletypewriter のデータ転送は、電流の on, off 信号であり、interface の製作にあたつて、noise 除去、波形の歪みを考慮する必要がなく、また、転送時間の遅れも一定しているため、特別な院内データ伝送のための対策が必要でなかつた。すなわち、R-TTY の interface の製作は比較的容易であつた。

2) teletypewriter 自体、print, tape read, punch 機構を有する安価な入出力装置であり、2 job 処理では、手操作による時間的な誤差を避けるため、あらかじめ穿孔した紙テープによる制御情報などのデータ入力を実行した。しかし、予算が許せば、騒音、消耗、転送速度が遅い（約 100 msec/character）などの難点もあり、より適切な terminal が考えられる。

3) terminal への TV 伝送、display を試みたが、処理結果、特に画像情報の病院内伝達に適した方法であり、今後さらに analog buffer を活用した安価な display 装置が開発される余地があるようと思われる。

2. soft ware の検討

2 job monitor による scheduling 処理を試行し、実施時の制約について整理、検討する。

1) プログラム作成上の制約



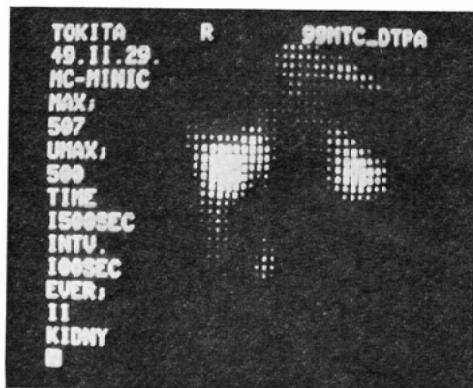
a) AC (arrival count) image



d) (MC-AC)/(MT-AT) image



b) MC (maximum count) image



e) MC-MINC image



c) MCT (maximum count-time) image



f) A2/3 image

Fig. 8 Functional images (characteristic parameters shown in Fig. 7) from the same patient as shown in Fig. 6. 32×32 element were normalized to match 24-level shades of gray scale.

sub-job 実行中, 1) 常に 100msec 以下の間隔で 2 job monitor に割込む, また, 2) MT, image file 装置などの channel に, 入出力命令, 制御命令を伝達毎に 2 job monitor に割込む, さらに, 3) R-TTY の 1 character の転送毎に 2 job monitor のサブルーチンに割込む. これらの“割込み”は sub-job のプログラムをコーティングする時点で, プログラム中に挿入する必要がある. しかし, この挿入はプログラムが機械語に 1 : 1 で対応した assembler を用いている限り, 困難な問題を伴なわなかつた.

2) sampling time の誤差

1) sub-job 実行時の 2 job monitor への割り込み間隔(約 100msec)と, 2) 2 job monitor が scheduling に要する時間($30\mu\text{sec} \sim 40\mu\text{sec}$), 3) timer の cycle time(10msec)との和, 約 0.11sec が 1 画像あたりの sampling time の最大誤差であつた.

3) core memory の制約

2 job 実行時の core memory map は, OS に 1 kw, 2 job monitor に約 0.8kw, また, “R I 像の MT 収録”に約 4.2kw を要した. すなわち, core memory 容量 16kw のうち, sub-job の working area としては約 10kw が許された.

4) sub-job 実行の時間的制約

2 job monitor への割り込み処理, timer 管理などの scheduling に要する時間は極めて短かく, “R I 像の MT 収録”との並行処理で, ほぼ実時間利用が可能であつた.

5) プログラム更新時の制約

試作した remote terminal 処理プログラムを, CST-MT から computer に roll in するに要した時間は, 約 10~30 秒間であり, 次の患者の準備時間内で充分実施できた.

以上, 2 job monitor による “R I 像の MT 収録”との並行処理は, 大容量高速補助メモリーを有するシステムの multi-task 処理に較べ制約が多い. 特に, core memory 容量の制約, sampling time の許容誤差については, 今後どのような R I 画像処理が必要かという問題の中で検討さ

れ, また, 2 job monitor の評価もなされるべきであろうと考える. すなわち, memory size が 64×64 matrix 以上必要か否か, R I 画像改良処理の進展, また, 特にアンガー型シンチカメラに於ては, 短時間の dynamic image による R I 動態の定量化処理の評価, など今後検討に待たなければならない問題が多いように思われる. また, これらの問題は original scintigram, 35mm シンチカメラ像, VTR での analog image などの観察との比較の上で評価されるべきであろうと考える.

3. システム拡張の検討

当病院の R I 画像処理システム稼動の現状は, R I 像の収集が全稼動時間の約 $1/2$ を占め, 処理が約 $1/4$, プログラム開発が約 $1/4$ の割合である. 今後とも R I 診断情報の増加が予測されるなかで効率的なシステムの利用方法が検討されなければならない時点にきており, また, R I 診断の過程で, 必要に応じた処理方法の選択, 処理条件や display 条件を変えた試行が必要な場合が多い. 特に要求されることは, カルテや X 線写真などの診断情報が豊富な場所での処理が必要とされることであろう.

予算が許せば, mini-computer system に於ては, R I 像の収集と処理のシステムが別々にあることが望ましい, また, より大きな computer system による remote terminal, multi-task 処理が望ましいと思われる. しかし, mini-computer system に於ても安価な hard ware の拡張, また, 高価な OS の改良などをせずに簡便な soft ware の拡張により, システムを効率的に利用する方向で検討する余地があるようと思われる.

蛇足ではあるが, functional imaging については, さらにパラメータの抽出方法¹³⁾⁴⁾⁶⁾¹⁰⁾¹¹⁾, 各臓器での臨床評価を検討し報告する予定である. 32×32 matrix での処理が core memory の節約にもなるので, あえて附記した.

V. 結論

現有の mini-computer system に安価な hard ware, soft ware の拡張を行ない, システムの利

用効率を高めることができた。

(御協力いただいた中央放射線部の滝沢、宮林、矢野技官、及び、日本システムテクノロジーKKの羽住、佐藤、ティックKの天野の諸氏に謝意を表したい。また、本研究は「昭和48、49年度の文部省科学研究費」の補助を受けたことを記して謝意を表する。尚、本研究の一部は、第33回日本医学放射線学会総会、第1回世界核医学会に於て報告した。)

文 献

- 1) 石井 靖, 伊藤春海, 向井孝夫, 鈴木輝康, 島塚莞爾: 肺シンチグラム(血流, 換気シンチグラム). 現代の診療, 16 (1974), 690—699.
- 2) 飯沼 武: ラジオアイソトープ画像処理の現状. テレビジョン, 28 (1974), 439—446.
- 3) 北畠 隆, 原 正雄, 柏森 亮, 檻尾英次: 小型電算機によるシンチグラムのオンラインデータ処理. 核医学, 8 (1971), 103—109.
- 4) Kaihara, S., Natarajan, T.K., Maynard, C.D. and Wagner, H.N.: Construction of a functional image from spatially localized rate constants obtained from serial camera and rectilinear scanner data. Radiology 93 (1969), 1345—1349.
- 5) 小林敏雄, 春日敏夫, 伊津野 格: 臨床検査のオートメ化—放射線医学関係一. 最新医学, 27 (1973), 557—566.
- 6) 春日敏夫, 坂本良雄, 中西文子, 押木貞雄: レノグラム演算回路の試作と検討. 臨放, 19 (1974), 565—570.
- 7) 春日敏夫, 中西文子, 坂本良雄, 伊津野 格, 藤井忠重: 悪性腫瘍診断への2核種 subtraction 処理—R I 診断におけるコンピュータの利用 (No. 1). 日本医学会誌, 34 (1974), 683—693.
- 8) 三枝健二, 寛 弘毅, 有水 昇: 小型電子計算機による on line 处理. 日本医学会誌, 32 (1972), 587—594.
- 9) Miller, E.R. and Mccury, E.M.: Immediate hospital-wide access to X-ray film images. Radiology 92 (1969), 225—230.
- 10) Moses, D.C., Natarajan, T.K., Prevost, T.J., Udvarhelyi, G.B. and Wagner, H.N.: Quantitative cerebral circulation studies with sodium pertechnetate. J. Nucl. Med. 14 (1973), 142—148.
- 11) Wiener, N.S., Borkat, F.R. and Floyd, R.M.: Functional imaging. A method of analysis and display using regional rate constants. J. Nucl. Med. 15 (1974), 65—68.
- 12) Takizawa, M., Kobayashi, T., Sakamoto, Y., Nakanishi, F. and Kasuga, T.: A new radioisotope image processor with an analog file section. Proceedings of the First World Congress of Nuclear Medicine (1974), 740—742.
- 13) 滝沢正臣, 丸山静雄, 竹村克人, 安藤 隆, 小林敏雄, 坂本良雄, 春日敏夫: R I イメージのファイルと表示に関する試み. 日本医学会誌, 第32回日本医学放射線学会学術講演会抄録集, (1973), 49.
- 14) 安河内 浩, 町田喜久雄, 菅原 正, 大島統男, 工村房二: 電算機のシンチグラムへの応用. 現代の診療, 16 (1974), 735—747.
- 15) 安河内 浩, 石川大二: ディジタルシンチグラム作成装置の試作. 日本医学会誌, 34 (1974), 220—228.