

醫用 映像處理

崔宗秀

(正會員)

中央大學校 工科學 電子工學科 副教授

I. 머리말

映像處理 혹은 解析은 첫째, 최종적으로 인간의 시각에 맡기는, 따라서 될 수 있는 한 인간이 보기 쉬운 영상으로 표시하는 것이 중요한, 즉 화질의 복원 및 개량을 목적으로 하는 경우가 있고, 둘째, 영상을 수치화하여 컴퓨터 등에 의해 자동적으로 해석을 수행하는 영상의 수치해석, 즉 정성적인 形狀識別이나 定量的인 測定을 하는 소위 패턴 認識이 그 목적인 경우가 있다.

医用映像處理에서는 上記의 일반론적인 두 경우가 다 쓰이고 있다. 그 對象 映像에는 핵의학에서의 신티그램(scintigram), 방사선의학에서의 X線像(렌트겐寫眞 및 CT像), 그 외에 顯微鏡寫眞, 超音波像 등이 있다. 이들 중의 CT기법에 의한 영상처리나 超音波映像處理는 이미 국내에서 해설된 바 있다.^{1,2} 따라서 본고에서는 현재 医用으로 쓰이고 있는 신티그램, 顯微鏡像 등에 관해 概說하기로 한다.

II. 신티그램

1. 處理對象, 必要性 및 目的

1951년 Cassen 등에 의해 신티카메라(scintillation camera)가 개발되어, ¹³¹I에 의한 甲状腺신티그램이 작성된 이래, 점차 臟器신티그래피가 이루어지게 되었으며, 최근에는 루틴檢査로서 널리 쓰이게 되었다.

臟器신티그래피의 목적은 放射性 同位元素(radioisotope: RI)를 靜注 혹은 經口投與하여, 신티스캐너 혹은 신티카메라를 사용하여 신티그램을 作成해서, 臟器의 모양, 크기, 위치 및 장기내의 RI分布狀態를 視覺적으로 診斷할 수 있게 하는 데 있다. 따라서 臟

器内の 미소한 RI分布를 상세히 추출시키기 위해서는 解像力의 향상이 필요하고, 그래서 종래의 애널로그적 처리에서 근래에는 신티카메라의 출력을 디지털량으로 수집하여 컴퓨터 신티그램을 작성하는 쪽으로 바뀌게 되었다.³⁻⁷ 또한 신티카메라의 출현으로 目的臟器内の RI計數分布의 經時的 變動을 처리하여 目的臟器 全域에 걸치는 局所機能을 1개의 映像으로 抽出시켜 臟器 機能圖化(functional imaging)^{11,12}가 이루어지게 되었다. 이 functional imaging은 종래의 X線寫眞像이 病變을 定性的으로 묘사시키는 데에 대해, 局所機能을 定量的으로 나타내어 주기 때문에 臨床적으로 큰 의미를 갖게 된 것이다.

또 RI를 사용한 心機能 檢査에 있어, 心臟의 收縮, 擴張과 心電圖로부터의 신호를 이용하여 수행하는 게이트법이 있다.⁹ 이외에, CT기법에 의한 RI-emission CT(RCT)^{8,10} 등도 있다.

2. RI 映像處理

1) 데이터 수집장치

그림 1에 신티카메라로부터의 데이터를 처리하는 하드웨어 구성을 보인다. 소프트웨어에는 데이터收集, 表示를 비롯한 프로그램, 그리고 데이터 file, 檢索 또는 解析用의 여러가지 프로그램이 있다. 또 心拍, 呼吸 등의 生理學的 信號의 入力裝置, 즉 gated synchronized 데이터收集도 할 수 있게 되어 있다. 데이터수집에는 일반적으로 매트릭스(히스토그램)모드 및 리스트모드가 있고, 最大 收集計數率은 약 200 kcps로, 位置信號도 最大 256×256 畫素로 AD 변환되고, 動態映像의 磁氣디스크에의 收集은 最大 80 frame/sec의 빠르기로 가능하다. 映像表示는 칼라/흑백의 CRT를 사용하는데, 디스크內的 經時的 映

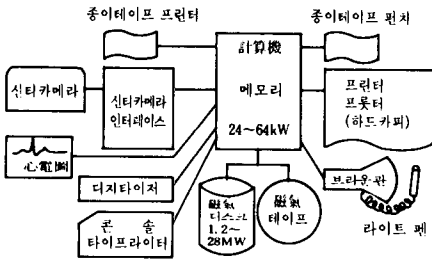


그림 1. 신티카메라-컴퓨터 시스템의 블록도

像을 계속해서 取出하여 dynamic movie mode로 표시하는 방법도 있고, 또 動態映像表示 時間은 약 16 frame/sec 까지 변화시킬 수가 있어서, 心循環, 心拍同期 心映像에 의한 心筋拍動 등의 관찰에 力을 발휘한다.

2) 디지털 映像處理

RI 映像의 잡음에는 計數値의 統計的 變動과 映像의 不明確함(blurring)이 있다. 전자는 측정기의 感도가 낮기 때문에, 후자는 측정기의 分解能이 낮기

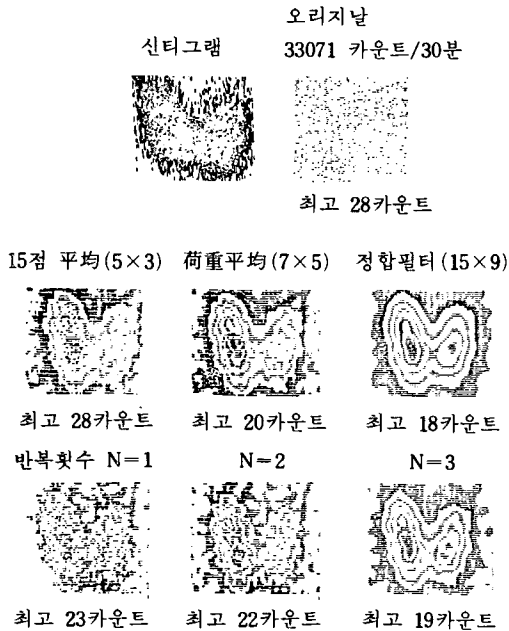


그림 2. ¹³¹I에 의한 甲狀腺 스캔像의 各種 스무딩법과 順次近似 (디컨벌루션)法

때문에 생기게 된다. 이를 위해, 統計的 變動으로 인한 雜音減小에는 스무딩(smoothing) 技法이 쓰이며, 映像의 不明確함 修正에는 신티카메라의 검출기(col-limeter) 특성(point spread function)을 고려하여 일종의 디컨벌루션(deconvolution) 技法이 쓰인다.

그림 2는 甲狀腺 ¹³¹I 섭취율이 58.2%, 따라서 甲狀腺内에는 24μCi의 ¹³¹I를 가지는 甲狀腺 機能 亢進 症例의 61孔型 콜리메터를 부착시키고 신티스캐너로써 얻은 도트프린트 출력 신티그램(맨위)과 3종류의 스무딩기법에 의한 출력像, 順次近似(디컨벌루션)법에 의한 不明確함 修正像을 보인 것이다.

그림 3은 正常人, 肝硬變症 및 轉移性 肝癌의 症例로 ¹⁹⁸Au 코로이드 靜注投與後의 肝臟部의 신티카메라에 의한 신티그램을 보인다. 이에는 9점 스무딩, 순차 근사법에 의한 不明確함 修正이 이루어진 것이다.

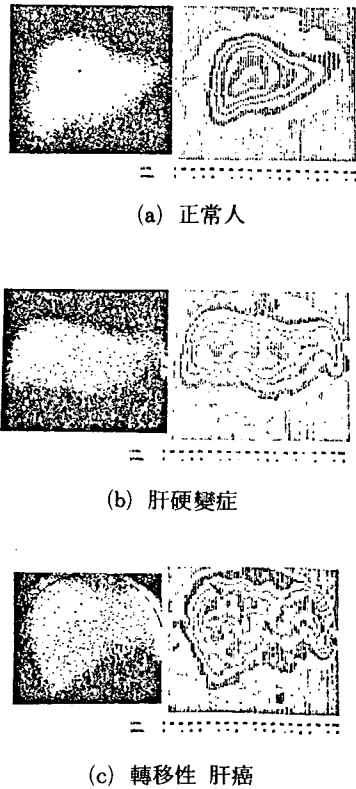


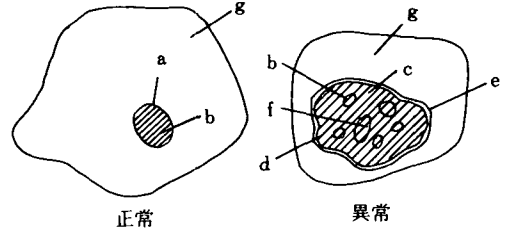
그림 3. 各種 肝疾患患者의 ¹⁹⁸Au 코로이드 投與後의 肝의 컴퓨터 신티그램

III. 顯微鏡像

1. 細胞診斷

細胞를 映像으로서 解析하여, 癌細胞를 검출하는 檢査法을 細胞診 (clinical cytology) 이라고 한다. 人體 各種의 臟器로부터 細胞를 채취하여, 그 속에 癌細胞의 존재유무를 判定하는 檢査인데, 子宮癌, 胃癌, 肺癌, 乳癌, 膀胱癌 등 거의 모든 암에 대한 早期發見을 위해 불가결한 수단으로서 중요시되고 있다.

이때 필요로 한 것이 細胞診의 自動化인데, 細胞診에서의 判定을 定量的으로 하기 위해 세포의 형태를 수치화하여 기계에 의해 객관적으로 세포의 良惡을 判別하거나 判定의 도움이 되는 데이터를 주고자 하여 만든 장치를 cyto-analyzer 라 하며, 檢査기사가 screening 하여 專門의가 최종판단을 내리는 과정에서 檢査기사에 의한 screening에 막대한 시간이 소비되므로 이 과정의 노력 절감용인 cyto-screener가 있다. 이것을 표 1에 보인다.



形態的 特徵	正常細胞	異常細胞	애매도
(a) Chromatine 構造	均 質	粗顆粒形	0.749
(b) 核의 染色性	中 染	濃 染	0.750
(c) 細胞質의 量	多	少	0.781
(d) 核모서리	正 常	肥 厚	0.802
(e) 核面積	小	大	0.829
(f) 核의 形狀	類似 圓形	不 整	0.907
(g) 核小體	無	有	-

표 1. 細胞診의 自動化 問題點

分 類	Cyto-analyzer	Cyto-screener
用 途	研究用, 診斷用	努力 絶減用
目 的	個個細胞의 良惡을 判定할 데이터를 추출한다.	의심스런 細胞를 가진 표본을 選別한다.
自動化의 레벨	半自動도 可	全自動
問 題 點	情報源=映像, 分解能, 色彩情報	速度, 位置決定, 焦點調節, 標本交換, 非細胞成分도 測定

그림 4. 正常細胞와 異常細胞⁽¹⁴⁾

細胞診은 前述한 바와 같이 세포를 관찰하여, 그 形態學的인 특징에 의해 진단을 하는 것이다. 그림 4에 세포의 개념도와 종래부터 알고 있는 正常細胞와 異常細胞의 形態的인 特徵을 보인다.

曖昧度는 어떤 세포의 특징치를 알았을 때, 그 세포가 正常인지 여부를 결정하는데 어느 정도의 애매모호성이 남아 있는지를 정보량적으로 나타내고 있는 것이다. 여기서 0에서 1까지의 값을 취하고, 작을수록 유효하다. 또 복수의 특징을 조합시킨 경우에 대해서도 계산되고 있다.

그림 4에서, 중요도로부터는 (a)의 染色質 (chromatin) 構造가 최상위에 있는데, 核속이 均質인지의 여부를 검출해야 하며 이것이 곤란하여 초기에는 중

요한 줄 알면서도 사용되지 않았다. 이 특징을 도입하면 識別率이 향상된다. (b)의 核의 染色性은 2值化處理에 의해, 核을 抽出하고, 核의 마스크를 만들어, 核속의 各 晝素의 平均濃度를 산출하여 구한다. (c)의 細胞質의 양은 背景, 細胞質, 核과 3值化할 문턱치를 잘 설정할 수 있다면, 細胞質을 抽出해서, 그 面積을 구하면 되는데, 세포질과 배경의 분리는 세포질과 배경의 밝기 차가 작기 때문에 매우 어렵다. 미분히스토그램법이 이 목적을 위해 쓰인다. (d)의 核모서리는 正常, 肥厚의 記述을 映像處理의 으로 수행해야 하는데, 현미경으로부터 영상을 입력시킬 때의 분해능은 물론, 매우 곤란한 것으로, 현재까지 특징으로서 쓰이지 못하고 있다. (e)의 核面積은 核을 2值化하여 核의 晝素數를 세면 되므로 비교적 간단하다. (f)의 核의 形狀은 원형에 가까운 가 혹은 정할 수 없는 형태인가를 기술해야 하는데, (둘레)²/(면적)과 같은 간단한 파라미터로는 충분치 못하고, 輪郭을 Fourier 係數로 記述하거나 윤곽선의 方向變化를 대국적으로 記述하는 방법 등이 제안되고 있다. (g)의 核小體의 有無는 현미경으로부터의 映像을 입력시킬 때의 分解能이 충분치 못한 까닭에 쓰이지 않고 있다.

細胞診의 自動化에서는 될 수 있는 한 多數의 細胞를 고속으로 처리하고자 하는 것이므로, 처리시간이 걸리지 않는 간단한 특징을 사용해 왔다. 즉, 核面積(NA), 核面積과 細胞質面積의 比(NC), 核의 平均濃度(NMD) 등이었다. 그러나 선형식별함수로 하여 정상세포를 이상세포로 판정하는 誤率이 50%가 되는 등 좋지 않았다. 이것은 그림 5에 보이듯, 細胞의 分化를 고려치 않고, 核面積과 核面積/細胞質面積을 사용하여 분류하면, 混存領域에서 오류를 일으키고 인식률이 올라가지 않기 때문이다. 이를 위해 前述의 (a)의 크로마틴 構造를 사용하는데, 이 구조의 무늬(texture)를 記述하는 것은 어려우므로, 核內的 패턴과 濃度히스토그램의 관계로 크로마틴구조의 相異를 나타낸다. 그림 6에서와 같이, 전체가 엷게(淡) 물든 淡染型, 잔 크로마틴 과립(顆粒: 둥글고 잔 알갱이의 총칭)을 가진 細顆粒型, 거친(粗) 크로마틴과립을 가진 粗顆粒型, 전체가 진하게(濃) 물든 濃染型으로 분류할 수 있다. 이들 중, 앞의 둘인 淡染型和 細顆粒型은 正常이고, 뒤의 粗顆粒型和 濃染型은 異常이다.

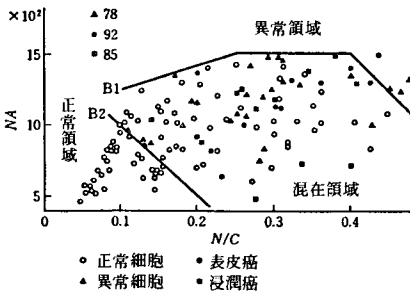


그림 5. 混存領域 주위에서의 細胞의 分布^[15]

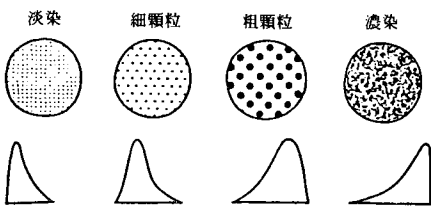
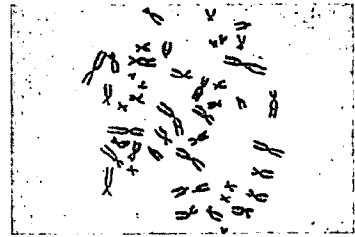


그림 6. 核內 패턴과 濃度 히스토그램의 關係

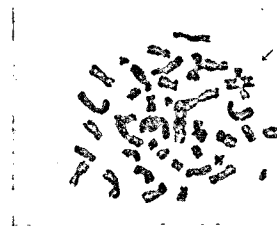
2. 染色體像

염색체는 數 미크론 程度의 크기로, 그 數, 形態上의 연구진보로 인해 임상적 응용이 되고 있다. 인간의 정상세포에서는 염색체수가 46개이나, 受精 後에서 갯수의 異常 및 形態의 異常이 遺傳子의 重複 欠除를 가지게 하며, 先天性的 여러가지 증후에 관련되어 있다.

최근과 같이 인체에 대한 有害物質의 범람 등, 公害, 환경문제가 중요시되고 있는데, 산업폐기물, 약물, 식품첨가물의 인체에 대한 유전적 영향을 조사할 경우, 염색체의 해석은 중요한 기법이다. 그림 7의 (a)는 사람의 염색체(正常)의 현미경 사진이며, (b)는 放射線 등에 의한 염색체의 異常을 보인 것이다.



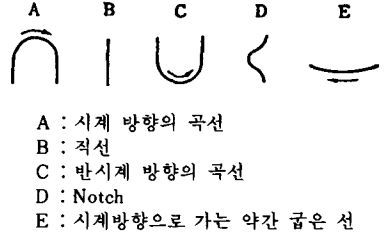
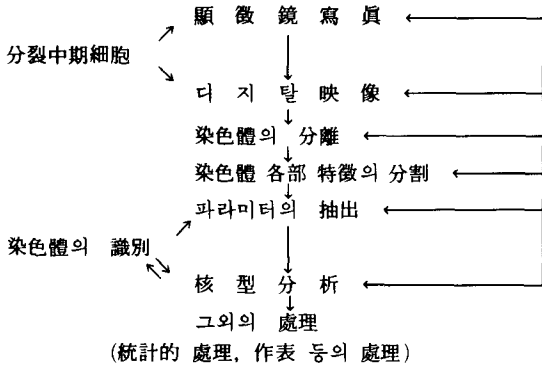
(a) 사람의 正常 染色體의 例



(b) 사람의 異常 染色體의 例(화살표시한 곳)

그림 7. 사람의 染色體像

그림 8은 컴퓨터로 해석하는 과정을 보인 것인데, 패턴認識의 요소가 강하며, 염색체像은 비교적 2值의 像에 가깝다. 선택된 염색체의 검증기준에는 크게, 경계선 길이와 면적과의 비 등이 있으나 그림 9에는 타원근사를 근거로 한 선정방법을 보였다. 선택기준에 맞지 않는 이미지는 2개 이상의 염색체가 접촉되어 있거나, 중첩되어 있는 것 등이다. 분리 곤란한 경우는 컴퓨터 그래픽디스플레이 장치의 라이



(a) 염색체 도형의 특징분할

그림 8. 컴퓨터에 의한 染色體의 自動解析의 過程

THE CENTRAL POINT	(10. 60, 13. 18)
THE ANGLE OF THE ROTATION	-34. 5
THE MAJOR AXIS	48. 96
THE MINOR AXIS	7. 17
THE FOCAL DISTANCE	48. 43

THE CANONICAL PATTERN
 $X \cdot X / (24. 48) \dots 2 + Y \cdot Y / (3. 58) \dots 2 = 1$
 샘플번호7 단일 염색체의 결정

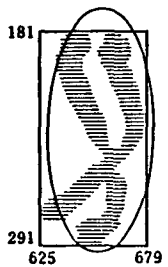
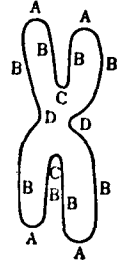


그림 9. 染色體의 形狀 抽出

트렌의 기능을 이용하여 사람이 분리시키는 경우도 있게 된다.

분리된 데이터에 대해, 다시 여러가지의 계측을 하여 염색체에 가까운 데이터를 同定 (identification) 하는 단계가 이루어진다. 기하학적 양에는 全面積, 둘레의 길이, 긴 팔과 작은 팔의 길이, 팔 길이의 비, 등이 있고, 광학적인 양에는 全光學濃度, 光學的 濃度分布, 光學的 波長마다의 吸收濃度 등이 있다. 또한, 그림10과 같이, 同定을 위해, 염색체의 構造表



(b) 염색체의 구조표현, ABCBABDBABCBABDB

그림10. 염색체의 構造表現

現을 하는 경우도 있다.

이와 같이 염색체 해석의 자동화는 1 샘플당 인간에 의하면 2시간 정도가 걸리는 것을 5~30분정도로 줄일 수 있게 한다.

IV. 맺 음 말

医用映像에는 여러가지 있을 수 있는데, 그들 중의 신티그램과 현미경像을 대상으로 概說하였다. 전자는 映像處理 및 復元에 관계하고 후자는 映像認識에 관계한다. 어느 것이나 현재 병원에서 쓰이고 있는 장치면서, 또 그 내용이 각기 책 한권으로도 안 될 만큼 많은 양인 까닭에, 도대체 어떤 것인가에 답할 정도라도 될 것인지 의문이다.

의용장치 중에 비교적 값비싼 쪽에 속하는 医用映像裝置의 國産化가 하루 속히 이루어질 것을 기대한다.

參 考 文 獻

[1] “의용생체공학 특집,” 대한전자공학회지, 제13권, 제 3호, 1986.
 [2] “医用生體工學 特輯,” 대한전기학회지, 제34권, 제 9호, 1985.

- [3] T. Iinuma, et al, "Digital data processing and display in radioisotope imaging," *Medical Radioisotope Scintigraphy I*, p. 715, IAEA, 1969.
- [4] T. Nagai, et al, "Computer-focusing for area scans," *J. Nucl. Med.*, '9, p.507, 1968.
- [5] W.J. Macintyre, et al, "Three-dimensional computer read-out of radioisotope scan data," *Radiology*, 90, p.22, 1968.
- [6] D.W. Brown, et al, "Computer processing of scans using Fourier and other transformation," *S.Nucl. Med.*, 12, p.287, 1971.
- [7] 何井孝夫, "シンチグラムの画像處理に関する研究," 日医放誌, 35, p. 868, 1975.
- [8] Z.H. Cho, et al, "A Comparative study of 3-D image reconstruction algorithm with reference to number of projections and noise filtering," *IEEE Trans. NS-22*, p.344, 1975.
- [9] M.V. Green, et al, "High temporal resolution ECG-gated cardiac studies," *J. Nucl. Med.*, 16, p.95, 1975.
- [10] D.E. Kuhl, et al, "The MARK IV system for radionuclide computed tomography of the brain," *Radiology*, 121, p.405, 1976.
- [11] J.A. Burdine, "Functional pulmonary imaging," *J. Nucl. Med.*, 13, p.933, 1972.
- [12] 何井孝夫, "シンチカメラによる functional imaging に関する研究," 日医放誌, 35, p. 883, 1975.
- [13] 岸土義彦, 橋本良夫, "画像解析と細胞診," 應用画像解析, p. 198, 1981.
- [14] 恒川尚, 渡辺貞一, "自動細胞診断装置," *Television 學會誌*, 35, p. 962, 1981.
- [15] R. Suzuki and S. Yamamoto, "Automatic classification of uterine cancer cells utilizing the concept of cellular differentiation," *Proc. of 4th international joint conf. on Pattern Recognition*, p.878, 1978. ☆

♣ 案 内 ♣

- 회원 자료 작성 협조 -

본 학회 사무국에서는 회원 여러분에게 학회지등 각종 발간물 발송에 관한 업무의 능률을 극대화하고, 회원 관리의 향상을 도모하고자 회원 여러분의 관련 자료들을 재정리하고 있습니다.

관련 자료들에 대한 내용은 본 회지에 첨부되어 있는 우편엽서를 이용·작성하시고 발송유효기간내에(가능한 바로 작성후 우송바람) 학회에 도착토록 협조를 바랍니다.

◎우편엽서 작성에 관한 문의사항은 학회 사무국(568-7800, 7489)으로 연락하여 주시기 바랍니다.