

Title	電算機による骨腫瘍X線像のパターン認識
Author(s)	松林, 隆
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1971, 31(6), p. 604-606
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20325
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

電算機による骨腫瘍 X 線像のパターン認識

北里大学医学部放射線科
松 林 隆

Computer-aided Pattern Recognition of Bone Tumor Roentgenograms

By

Takashi Matsubayashi, M.D.

Radiology, Kitasato University School of Medicine, Sagami-hara, Japan

Research Code No : 206

Key Words : Computer. Pattern recognition. Bone. Diagnosis

A trial of feature selection was made in the roentgenologic examination of four categories of primary malignant bone tumors, Ewing's sarcoma, fibrosarcoma, reticulum cell sarcoma and osteosarcoma, by analysing the coded information statistically. Based on the results of feature selection, linear discriminant analyses were tried in two different ways, parametric and nonparametric. Then diagnostic differentiation was made using the results of linear discriminant analyses in both the training group and the testing group of bone tumor cases.

放射線診断へのコンピューター利用に関する研究の究極の目的は、自動放射線診断を行なうことのできるパターン認識機械をつくることである。パターン認識としてのX線診断の過程は、入力パターンであるX線像からの特徴(所見)抽出と、それに基づき組分けと決定、即ち鑑別診断の2つの過程に分けて考えることができる。X線像からの特徴抽出に関しては、今のところ十分に訓練された人間が最もすぐれた機械であると言える。しかし、今日のごとく急速に増加しつつある医学情報の渦中にあつては、診断決定のためにどのような特徴を抽出したらよいかということが重要な問題となる。これが特徴選択と呼ばれる問題である。

著者は、ユーイング肉腫、線維肉腫、細網肉腫、骨肉腫の4種類の原発性骨腫瘍の鑑別X線診断を目的として、IBM 360コンピューターを使って特徴選択の1つの試みを行なつた。組織診

断の確定している骨腫瘍の単純X線像から放射線診断医によつて抽出された25項目についての所見を、ミズーリ大学方式でコード化し、IBMデータ・カードにパンチしたものを入力として使用した。所見のコード化について簡単に説明すると、まず骨腫瘍による骨破壊像は、“Geographic”、“Moth-eaten”、“Permeated”の3つを基本型として、これらの組合せに破壊像辺縁の性状をつけ加えることによつてコード化を行なつた。腫瘍基質石灰化の性状は、Flocculent, Solid, Clouds, Lumps, に分類してコード化し、腫瘍周辺の骨および骨膜の反応性変化としては、Sclerotic rim, Buttress, Expanded shell, Septa, Mottling, Laminated periostosis, Amorphous periostosis, Codmanの三角, Sunburst, Velvet, Hair-on-endのSpiculationなどの所見をコード化した。さらに年令、腫瘍の局在部位、大きさ、形、罹患骨の型、骨折、偏位、骨皮質の穿孔などをコード化した。

次に特徴選択の方法であるが、まず以上の項目から Yes-or-No 型の63の質問をつくり、骨腫瘍患者の IBMカードをコンピューターにかけて、各質問に対する答を各腫瘍について集計する。そして2つずつの骨腫瘍の組合せについて、各質問への答の頻度差をカイ自乗値であらわし、この値が大きいほどその質問事項が2つの腫瘍を分別する能力が大きいと仮定する。さらにカイ自乗値の閾値をいくつか任意にきめて、それより大きなカイ自乗値をもつ質問を骨腫瘍のそれぞれの組合せについて選択した。

次の段階では、選択された質問に対する各患者の答のパターンを判別することによって鑑別診断を行なうわけであるが、これをコンピューターにやらせるためには回答の数量化が必要である。そこで各質問を、それに対する答が Yes ならば 1, No ならば 0 とする確率変数であると考えると、X線像を読影して質問の答をきめることは計測と同じことである。今、ある患者について n 個の特徴が計測されたとすると、その患者は患者パターン空間と呼ばれる n 次元のユークリッド空間内の 1 点としてあらわすことができる。2 つの特徴を計測する場合の患者パターン空間は 2 次元空間、即ち平面であり、3 つの特徴の場合は 3 次元空間となる。ここで、鑑別診断の問題はこの空間をそれぞれの組織診断に相当する領域に分割することと同じであり、2 つだけの疾病を分割する場合には、この空間を 2 つの領域に分ける境界が 1 つあればよいわけである。

この境界は決定境界と呼ばれ、患者のパターンがどちらの領域に属するかで診断を決定することになる。この境界は数学的に色々な方程式で表わすことができるが、これが 1 次方程式となるとき、この判別分析は線型であるという。線型の決定境界は、空間が 2 次元ならば直線であり、3 次元ならば平面となるが、一般の多次元空間では超平面となる。決定境界、即ち判別方程式を決定する方法には色々あるが、線型判別分析は、統計学的にパラメーターを推測することによって判別方程式をきめる Parametric 方式と、試行錯誤のくりかえしによつて方程式をきめて行く Nonparametric 方式の 2 つに分けられる。著者は、前者に属する多変正規分布を仮定する方法と、後者に属する推定方程式を使う方法を使つて、それぞれの線型判別分析を 2 つずつの骨腫瘍の組合せについてコンピューターで試みた。その結果は、細網肉腫を含まない腫瘍同志の間ではほとんど同じであったが、正規分布を仮定する方法では、どうしてもその仮定に無理がある。

Table 1 は、推定方程式を使った線型判別分析を、ユーイング肉腫と線維肉腫について行なつた結果を、特徴選択の結果とともに示したものである。カイ自乗値の閾値を 40 としたとき、「患者は 40 才以上か否か」、「病巣中心は Epiphysis にあるか否か」、「骨破壊像は Permeated だけであるか否か」、「Mottling があるか否か」、「Laminated periostosis があるか否か」、の 5 つの質問に答を与えることで、平均 80% が正しく分別されて

Table 1 Linear discriminant analysis using estimating equations. Discriminations between Ewing's sarcoma and fibrosarcoma in the total group.

Critical χ^2 value (% level)	Number of selected questions and (items)	Rate of correct discriminations	
		Ewing's sarcoma	fibrosarcoma
40	5 (5)	160/176 (91%)	105/150 (70%)
30	10 (7)	152/176 (86%)	124/149 (83%)
20	25 (16)	153/176 (87%)	130/149 (87%)
10.83 (0.1% level)	31 (19)	157/176 (89%)	134/149 (90%)
6.63 (1% level)	34 (19)	159/176 (90%)	132/149 (89%)
3.84 (5% level)	43 (20)	(Discriminant coefficient not obtainable)	

Table 2 Differential diagnosis in the testing group, based on the results of linear discriminant analyses in the training group.

		Computer's Diagnoses					Sum
		Ewing's sarcoma	fibrosarcoma	reticulum cell sarc.	osteosarcoma	undetermined	
Pathological Diagnoses	Ewing's sarcoma	36 (61%)	7	3	10	3	59 (100%)
	fibrosarcoma	1	36 (72%)	2	7	4	50 (100%)
	reticulum cell sarc.	3	2	4 (31%)	2	2	13 (100%)
	osteosarcoma	3	5	1	56 (83%)	2	67 (100%)
Sum		43	50	10	75	11	189

いる。閾値を下げて質問の数を増して行くと、正しく分別される割合は少しよくなりはするが、閾値を 10.83 として質問数を 6 倍にしても、10%しか改善されず Plateau に達してしまうことがわかる。これは明らかに情報の冗長性を示すものであるが、逆に冗長性が高いことによつて、我々の診断決定の安全性が保たれているということにもなる。

ユーイング肉腫と細網肉腫の線型判別分析の結果をみると、一見して両者を明確に分けることは不可能であると思われるが、これは両腫瘍の病理組織学的判別に問題があることとよく符合している。

4 種類の骨腫瘍の 599 症例を 401 例の訓練用グループと 198 例のテスト用グループに分け、まず訓練用グループを使つてカイ自乗値の閾値を 6.63 として特徴選択を行ない、その結果を使つて線型判別方程式を決定し、4 種類の骨腫瘍につ

いてコンピューターによる鑑別診断のシステムをつくつた。このシステムをつくるために使つた訓練用グループそのもののコンピューター診断の結果は、組織診断との一致率が平均 78% であった。Table 2 は、テスト用グループのコンピューター診断の結果で、組織診断との一致率は平均 70% であり、訓練用グループの結果よりも 10% 悪くなつている。(テスト用グループ 198 例中 9 例 (4.5%) はコード化不十分のためテストは行なわず)。この両グループ間の差は当然予期されるものであり、訓練用グループが大きくなるに従つてこの差は小さくなり、一致率も改善されることが期待されるわけであるが、訓練用グループが大きくなると、特徴選択の結果も変つてくる可能性があり、また新しい特徴所見が追加されることもあるので、人間と同様にパターン認識機械も常に訓練をくりかえす必要があるわけである。