

MEDINFO'77 報告記

診断理論に関するセッション

稲田 敏

(大阪大学医学部第一内科)

1. はじめに

1959年に Ledley と Lusted がブール代数と Bayes の定理を用いて、コンピュータによる疾病診断を提唱して以来、診断・治療を含めた医学における意思決定の問題は、医療情報処理において、常に重要な位置を占めてきた。この間、コンピュータ技術の進歩と相俟った多変量解析法をはじめとする種々の手法の発展により、各種疾患の診断・治療などにコンピュータ処理が試みられ、それなりの成果があげられた。しかし、その臨床応用という面になると、ごく一部を除いて日常の診療に用いるにはかなりの距離があり、そのため、一時、この分野における研究に伸び悩みの時期が訪れた。それにもかかわらず、わが国における日本ME学会計量診断治療研究会における活動のように、各国で地道な努力が続けられ、実地応用に対してよりやく曙光が見え始めるようになった。

IFIP の TC-4 におけるこの分野の研究は、ストックホルムで開催された MEDINFO'74 に引き続き、1976年5月にフランスの Dijon においてワーキング・カンファレンスが持たれるなど、この国際会議の歴史がきわめて新しいにもかかわらず、精力的な活動が行なわれている。今回の MEDINFO'77 でも、後述するよう診断理論に重点を置いて、多数の論文が発表され、各国において本分野に対し相当な力が注がれていることを印象付けた。

MEDINFO'77 における診断・治療に関するセッションは、“医学における意思決定過程についての理論 (Theory of Medical Decision-Making Processes)” と “コンピュータによる診断の実地応用 (Computer-Aided Medical Practice Oriented Towards Diagnosis)” の二つである (このほかに “コンピュータによる予後、治療ならびにフォローアップに対する実地応用 (Computer-Aided Medical Practice Oriented Toward Prognosis, Therapy and Follow-up)” というセッションがあったが、内容的には意思決定に関するものばかりと見られなかった)。前者では診断に用いる理論を中心に15の演題が、後者では臨床応用という立場から5題の論文がとりあげられた。前回の MEDINFO'74 でのこの分野のセッション “コンピュータによる診断の理論と応用 (Computer-aided Diagnosis, Theory and Practice)” において、理論と応用を含め8題しか発表されなかったのと比べると、演題数の大増を見ている。

本稿では、この二つのうち、医学における意思決定過程についての理論というセッションに関し、その概要ならびに興味ある一、二の論文の要点について述べることにした。

2. セッションの概要

本セッションは前述のように、コンピュータによる診断・治療に用いられる理論を主体とするもので、発表された論文は表1に示すごとくである。このほかに read by title として、7題の論文が提出された。座長の一人である F. Gremy (フランス) は、多数の応募論文の中からこれらのもを選択した理由として、Dijon のワーキング・カンファレンスにおいて十分取扱われなかった技術・手法に重点を置き、Dijon での話題を補足する形でセッションをまとめたこと述べている。その

しかし、Grenyらは、診断の手法として、は、きりと定式化された方法によるアプローチ、人工知能 (artificial intelligence, A.I.) によるものと分けられるが、前者の代表である9変量解析法については、Lignonで十分な討議が行われたので、今回はそれ以外の理論を中心に扱っている。このため表1に示すように、9変量解析法であっても従来あまり用いられることのなかった2次判別関数、あるいはFuzzy集合などをを用いた演題が報告され、とくに、A.I.の考え方に基づく研究が発表されるようになったのは注目される。

A.I.について、J. McCarthyは「問題解決のための知能機構の研究である」と言っているが、具体的な研究対象としては、ロボット、パターン認識、言語理解システムなど、きわめて広範囲にわたっている。医学とくに診断におけるA.I.の導入は、スタンフォード大学で開発された抗生物質投与に関するコンサルティング・システムに代表されるように、もっぱら、診断や予後および治療の論理と関連づけながら疾病の要素について記述した知識ベース・システムという形で行なわれている。このように考えれば、まだ導入されはじめたばかりであるので、十分な評価が下されるまでには至っていないが、Grenyも述べているごとく、今後本分野に対する広範囲の応用が期待されるものである。

④. Fuzzy集合と人工知能に関する論文例

本セッションで報告された論文は表1に示す通りであるが、これらのすべてについて説明することはとてもできないので、以下では、Fuzzy集合および人工知能の診断への導入に関する二つの論文について、その要点を記す。

④.1 Fuzzy集合の概念と診断への導入

コンピュータ診断において、ルール代数や積分法はきわめてポピュラーな手法であるが、その特色は、診断の対象である患者の示す種々の臨床データについて、疾患を特徴づける徴候や症状があるかどうか、すなわち、それらの徴候や症状についてyesかnoかという2値的の判断に基づく決定論的立場から診断の鑑別が行われる。しかし、本質的に人間の思考は2値的というよりもむしろ連続的な要素が強いといわれており、医師による現実の診断においては、yesかnoかははっきり割切れる場合はとく99%は多く、99%の「あいまいさ」が残るのが常である。そこでこのように人間の情報処理機構における「あいまい (Fuzzy) 性」を重視して、それを数学的に処理するためにL.A. Zadehにより提唱されたFuzzy集合の概念の応用が最近試みられるようになってきた。MEDINFO'77では、このFuzzy集合の診断に対する応用に関して、2題の論文が発表されたが、そのうち、ベルギーのPh. Smetz (ブラッセル自由大学) による「Fuzzy診断についてのベイズ確率 (Bayesian Probability of Fuzzy Diagnosis)」について簡単に記す。

この論文は診断におけるFuzzy集合理論とベイズ確率の応用について論じたものである。

まず症状や疾患についての幾つかのFuzzy集合を考へる。つぎに、 k 個の要素 m_i からなるベクトル M をFuzzy集合 A_i ($i=1, 2, \dots, k$) に属する患者の測度と看するとき、診断は、患者の示す部分的な情報 $X=x$ を考慮しながら M の値を予測するという問題になる。それぞれの i について、未知の測度 m_i が n_i に等しいか小さいという確率分布 $P(m_i \leq n_i | X=x)$ を設定することにより、すべての m_i に対する結合分布が求められ、その結果、ベイズの定理の応用によって、条件付き密度関数が計算される。この密度関数の値は、ベクトル M の最も起りやすい値が何であるかを示すものである。さらに、すべての m_i が n_i にあり、すべて

ての n が H にないよう信頼区間 H を求め、 m が $H=0$ にある確率を計算する。

Smets らは、このような考え方を心筋梗塞や狭心症のような冠動脈疾患の診断に適用したところ、きわめて抵抗が少なく医師に受け入れられたと述べている。

④・2 A. I. の考え方に基づくもの

A. I. (人工知能) によるアプローチの例として、R. J. Mathew (ニュージャージー州立ネブラスカ大学) による医学コンサルティング・システムにおける知識取得のための多量レベル表示 (A Multileveled Presentation for Knowledge Acquisition in Medical Consultation Systems) について、簡単に紹介しよう。

これは、専門家の知識をコンピュータにより自動的に得る知識修得システムを作成するのに必要で疾病の経過およびそれに関する解剖学や生理学的知見を、コンピュータで多量レベル表示することにより記述しようとするものである。とくに、これまでに開発されているシステムと異なり、疾病の過程の記述のみならず、その過程の基礎となる構成要素についても記述しようとするのが新しい点である。

この概念の応用として、眼科学に関するもの、とくに緑内障を対象に小規模のモデルを作成している。具体的には、知識をコンピュータ表示する際に図1に示すように、structural layer, process layer, judgmental layer という三つの知識層を考える。

structural layer は最も基本的なもので、ここには解剖学およびそれに関する知識が蓄えられる。眼科学の場合では、眼についての正常な解剖についての詳細な記述が納められ、この情報は時間がたっても不変である。またここには、これに関連する局所解剖学や形態学についての記述も含まれている。

第2層である process layer には、身体のある部分において起る経過の記述が含まれている。この記述は、structural layer の element について生じる機能障害についての可能な原因を記すことまで及び、これが診断につながるものになる。たとえば緑内障の場合、“後毛様体動脈の血流減少が視神経における血流減少の原因になる。” というような記述である。

第3層の judgmental layer は判断を示す知識に関係するもので、structural layer や process layer と異なり、その機能や利用法によってさらに細かく分類される。具体的には、疾病や予後、治療などの診断についての分類学的な記述である。

これら三つのレベルの知識層の構成には、これまでに幾つかの方法が用いられているが、本研究では、frame あるいは template というデータ構造に基づき、解剖学および機能障害に関する二つの概念的な entity の立体的表示を試みている。frame はさらに詳細な記述がなされている幾つかの compartment から成っている。judgmental layer においては、疾病とそれらの間の分類学的関係についての production rule あるいは frame が定義されている。ある疾患と症状についての知見は、このレベルにおいて直接、疾病について特徴を記したもののや、間接的に process level において記された機能障害の機序の記述から得られる。

本研究では、さらに、各々の関係を意味論的に示す relational attachment という

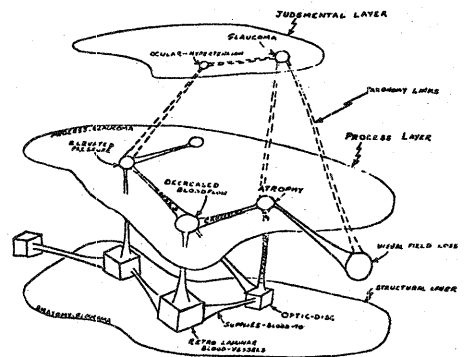


Fig. 1. Multileveled representation for glaucoma.

考えをとり入れ、知識ベースの拡大をけかりうとしている。

本研究による方法は、現在、コンサルティング・システムとしての使用を通じ、専門家の知識を構成していく点について、その知力が試されている。

4. おまじ

今回発表された論文は、いふれも従来のあり試みられたことのない理論・手法に関するものだけに興味を持たれたが、その反面、実用という面からその意義を論じる段階までに至っていないことは否めない。

したがって、今後これらの方法が、医学における各種の意思決定に1日も早く利用されるようになるまで、研究が進展することが強く望まれる。

表 1. 発表論文の一覧表.

番号	演題名	著者名および所属	内容
1	Theory of Medical Decision Process - Introductory Remarks	F. Gremy (INSERM, フランス) ほか	症長の review paper で、コンピュータによる意思決定に用いられる理論の変遷について要旨よくまとめている。
2	The Effect of Non-Normality on the Quadratic Discriminant Function	P. A. Lachenbruch (アバタ大学, アメリカ) ほか	実分散行列が同じでない場合に用いられる二次判別関数の有用性について、とくに正規分布でないものについて検討したものである。
3	Multiple Correspondence Analysis as an Aid to Medical Data Processing	J. P. Nakache (INSERM, フランス) ほか	Correspondence Analysis という手法の開発と、人の意思を事前検査者のデータに対する応用が述べられている。
4	Self-Structuring Physiopathological Model	S. Thiry (ファカルティ大学, ベルギー)	病理学的観察に基づいて、内分泌に関する病態を推定する論理式によるモデルの作成を試みたものである。
5	Medical Diagnostic System with Human-like Reasoning Capability	R. E. Moon (トロント大学, カナダ)	急性腎不全の鑑別診断のためのシステムとして、ベイズ確率と Fuzzy 集合理論の応用を試みている。
6	Bayesian Probability of Fuzzy Diagnosis	Ph. Smetz (ブレン自由大学, ベルギー) ほか	診断におけるベイズ確率と Fuzzy 集合理論の応用について論じたものである (参考文献の26)。
7	The Concept of Utility in Medical Decision Aid: Example of an Application	B. Asselain (INSERM, フランス) ほか	脳神経疾患の診断について、決定理論における效用という立場から分析し、追加検査の診断における役割について検討している。
8	Efficient Medical Diagnosis: A Model with Two Simulation	R. S. Woodward (西オタワ大学, カナダ)	決定理論に基づく診断的観点から診断の有用性を検討したもので、例として骨中の痛と排尿障害にんかの診断シミュレーションを試みている。
9	The Choice of a Strategy for Selection of Complementary Investigation: A Study by Stimulation	A. Alperovitch (INSERM, フランス) ほか	追加検査の決定について二つの戦略を提案し、コスト関数によるコストの評価から、この二つの方を比較したものである。
10	Consideration of Higher Order Interactions in Diagnostic Models	H. J. Trampisch (ザルツ大学, オーストリア)	症状のより定性的データについて、三つの診断モデルを導入し、シミュレーションによって、種々のパラメータに対するこれらのモデルの誤差率についての推定を行なった。
11	A Data Base for Analysis of the Process of Clinical Problem-Solving	G. R. Norman (マサチューセッツ大学, カマブリッジ)	一般医、内科医、医学生における臨床問題解決の過程についての研究のためのデータベースについて論じたものである。
12	Rule Based Medical Decision Making: MYCIN	B. G. Buchanan (スタンフォード大学, アメリカ) ほか	コンピュータによる医学における意思決定の新しいアプローチとして、肺炎球菌判断の例についての個々の推論の規則が、感染症に対する抗生剤治療法のコンパイルシステムである MYCIN に関連付けて述べられている。
13	A Multileveled Presentation for Knowledge Acquisition in Medical Consultation Systems	R. J. Mathew (シカゴ大学, アメリカ) ほか	専門家の知識をコンピュータに自動的に獲得し、構成する多階層診断システムを作成する尺、疾病の経過とそれに関する解剖学、生理学的知識をコンピュータを用いて階層レベル表示に引き延ばすこととする (参考文献の27)。
14	The Inquiry Theory: An Information Processing Approach to Clinical Problem Solving	J. F. Vinsonhaler (ミネソタ大学, アメリカ)	医学における診断的問題解決に対し、コンピュータによる実行と訓練のための選択的理論の開発と実証について、著者らのこれまでの研究を要約したものである。
15	Psychological Analysis of Physician Expertise: Implications for Design of Decision Support Systems	D. B. Swanson (ミネソタ大学, アメリカ)	診断における専門家の考え方の詳細な理解、疾病を推論する基本原理と診断の階層表示、診断に要求される情報処理を行うためのより効果的な機能を各レベルについて記述したものである。