

# MEDINFOにみる医療情報処理の動向

神沼二真 日立システム開発研究所

## 1. はじめに

ここで取り上げるのは、MEDINFOのセッション3.1, 生体信号解析, 3.2, 集中監視, 3.3, 放射線治療に提出された, 合計26編の論文である。なお予稿集には未収録の論文で, これらのセッションに提出されたものが, 3編あるが, 勿論, ここで取り上げられない。

26編の論文を, 機会均等に紹介するのは, 徒然かボケてしまうので, まず全体を概観し, 次に, とくに注目された論文から, 医学的, 情報処理的な目新らしさを述べ, 最後に甚だ手前勝手な私見をつけ加えて, 賢明な読者の御批判を受けたい。

なお, 上記のセッションと関係の深い他のセッションとしては, セッション2.5の計算機診断, 3.4の画像処理があり, それぞれ8編, 及び9編の論文が提出されている。

以下, 紹介する論文は, 例えば Talmon 653 (オランダ) として, MEDINFOの予稿集の中の頁数653の論文であり, 筆頭著者は Talmon, オランダからの寄稿である, という様に略して呼ぶことにする。

## 2. 論文の紹介

### 2.1 生体信号解析

セッション3.1, 生体信号解析には, 14編(他に, 未収録1編)の論文が提出され, 内訳は, 心電図及びバクトル心電図3, 心カテテル2, 心音図1, 筋電図1, 脳波5, その他2である。

まず心電図の自動解説では, Talmon 653 (オランダ) が, 心電図処理のソフトウェアをモジュール化, ドキュメント化して, 利用者である医師が, 計算機内で, どういう処理が行われているか適確に知ることを可能ならしめる試みを行った。Smets 659 (ベルギー) は, 心電図自動判読の力を握る, P-波の判定に, バクトル心電図の成分の外積を用いる方法を提出し, 希望的見通しが得られたという。Liedtke 663 (アメリカ) は3誘導のバクトル心電図に対し, 120項目の計測値による線形回帰式を用いた判別アルゴリズムを用い, 1361名の正常者, 485名の疾患患者のデータによる実験で, 正常で86%, 疾患例で76%の正診率を得ている。Weisz 671 (カナダ) は, 雑音を含む2相のバルス列の弁別にアナログ・プロセスサ, 相関器, 及びミニコンピュータよりなるハイブリッドシステムを作成した。

Meyer 677 (西ドイツ) は, 4つの圧曲線と, 心電図を同時に解析できる心カテテル・データ自動処理システムを開発した。このシステムは, 波形の解析と共に, 酸素飽和度等診断に必要な項目の計算を行い, グラフィック・ディスプレイに出力する。Ameling 681 (西ドイツ) は, 前者と同様な試みを, さらにカラーディスプレイに表示するシステムを発表した。カラー化による判読は後に示される。Willems 687 (ベルギー) は, ACG (Apex cardiogram) を用いる無侵襲的な心筋収縮率の計測法をコンピュータを用いて自動化することに成功

し、自動計測と人間のそれとがほぼ等しいと報告している。Litwin 693 (フランス) は心音図を区画分割し、各区画で最大の振幅を持つ波の、その振幅と同波数をパラメータとして、これを多次元ベクトルとみなして、主成分分析を行い自動認識する、心音図自動解析システムを開発した。Bergmans 705 (ベルギー) は、人間の筋電図における、単モーター単位ポテンシャルのパラメータ計測を自動的に行うコンピュータプログラムを開発中である。

脳波の自動解析では、Zetterberg 709 (スウェーデン) の時系列相関器を利用したスペクトラム分析、Dumermuth 713 (スイス) の周波数とスペクトラム分析、Chavance 723 (フランス) の時間; 及び周波数領域での小児の脳波分析、Hill 731 (イギリス) の2状態確率過程モデルによる、てんかん性棘波(スパイク)の検定が報告されている。いずれも、自分達のアルゴリズムの有効性を確かめたいとしている。Lozoya 735 (メキシコ) は睡眠状態(即ち、W, I, II, III, IV, REM)の同定に脳波の周波数帯域を用いる試みを行い、デルタ波の弁別性が最も高いことを見出した。

以上の試みは、一般に生体時系列解析問題として、N. Wiener 等を先駆者として、コンピュータの普及以前から行われていた古く新しい問題である。従って線形予測モデル、パターン認識、状態遷移モデル等、様々な手法がすでに応用されている。そして、或程度の成功を収めていても、決して、決定的な成功ではない。もともと統計を基礎とする手法を識別に應用することには、原理的な限界があるようである。これは計算機診断、さらに、パターン認識一般についても言える、宿命の壁である。

## 2.2 集中監視

次の、セクション3.2は、手術中の患者や、心筋梗塞発作後等の患者の連続監視へのコンピュータ利用に関する10編の論文が収められている。

Marchesi 739 (イタリア) は、コンピュータを含むCCDの臨床経験からの評価を行い、患者データの有効利用のためのアルゴリズムの充実、データ・ベース、実時間でコマンド・コントロールを行うための統計解析手法が必要であると、結論した。Crawford 747 (スコットランド) は胎児心電図連続監視装置と、子宮内圧計からのデータを実時間で収集し、データのリカクシオンを行って、解析する実験システムを開発した。引き続き、同システムで得られるデータの、臨時的な利用のための解析手法を考えている。Plaszczynski 755 (フランス) は、循環器系の連続監視のため、心電図、心音図、超音波エコー、レオカティオグラム(即ちインピーダンスフレキシモグラフィ)の同時計測を行う方法と、そのために必要な端子等を開発した。従来のECG一本機の連続監視に較べて、多項目同時測定方式は、より臨時的に有益な情報が得られ、とくに、心拍出機能の監視に有用である。上記の、すべての同時計測でなくても、心電図を含む、そのうちの2つでも、心電図だけよりは若干と軽くなるという。Wigertz 761 (スウェーデン) は波形; 例えばQRS, とその時間的隔をコンピュータで自動的に解析して、10種類の不整脈警報、及び期外収縮の弁別を行うシステムを作成し、後者の識別で92%の正確度を得た。Taylor 767 (イギリス) は心電図による脈拍と、カテーテルからの血圧の連続測定を術中患者について行い、これらの計測値を確率変数に変換して警報を発生させるアルゴリズムを作成した。但し、52名の患者データで試したところ、脈拍、血圧とも、過度に警報を発生し過ぎることがわかった。Rey 773 (ベルギー) は体表面と、静脈よ

り穿刺した心筋の単電極とより誘導した心電図を利用する, CCTにおける不整脈監視装置を開発した。各種不整脈の発見率は70~90%程度である。Kuzin 777(ソ連)は, 心電図のR-R間隔を確率過程とみなして, 胸痛手術前後の患者の心臓の状態推定を行う試みの有効性を確かめたという。しかし, 具体的な数字は挙げていない。Beaumont 781(スペイン)は, 先にサンフランシスコのホミフィッリ・メティカル・センターに設置され, 稼働中の, ICTシステムを, リモート化する試みを行った。そのため, サンフランシスコに2ヶ所, ニューヨークに1ヶ所, それぞれ2ベクトルからなる, リモートICTを置き, テータ通信回線を利用して, それらの情報処理をメティカル・センターで行わせる, システムを実験中であると報告している。そして, この様なモードでの心肺機能の監視は, 同一建物内での見ると, 本質的に違いがないとしている。Mikołajczyk 787(イギリス)は, 3年間に, 200にのぼる患者収容の経験から, CCTやICTの臨床的有用性を, 種々の立場から検討した。Swenne 795(オランダ)はCCTの心電図のQRS波の自動認識システムを報告している。QRS波はハードウェアで検知されるとともに, QRS波を10ターンの空間のベクトルとして, 識別論理を適用するソフトウェアの有効性を確かめた。

以上述べたように, 集中監視装置の問題は, それをメティカル・スタッフがかつかいかまのむかひにすること, 多項目の同時測定を行うこと, リモート化すること等, システム的な問題と, 患者の要変をすばやくメティカル・スタッフに知らせる警報を発生させるための, アルゴリズムに関する問題にわけることが出来る。後者の問題は不整脈を中心にいろいろ試みられているが, 余り, 詳しく警報を発生させようとする, 過敏なシステムとなり, ついには, メティカル・スタッフの不信を買ってしまうという困難さがあり, これは, 今回の報告でも解決されていないようである。

### 2.3 放射治療

かつて, 放射線医は, 身体外からの単純な照射によって治療を行っていたので, 照射量は皮膚への照射を見ながら制御したという。現在では, 身体深部への多方向からの複雑な照射が行われ, その制御も複雑な計算が必要とされるようになった。以上は, セツシヨン3.3, 放射線治療へのコンピュータのコメントである。このセツシヨンでは, 4編の論文が提出されているが, 予稿集には, 次の2編のみ収録されている。

Barber 801(イギリス)は, 英国における放射線治療への計算機利用の Kategorization, コンピュータを補助とする治療のコスト評価を報告している。この報告は, もともと, 1972年に医療社会保健省(DHSS)の発表した, 計算機のヘルス・サービスへの利用に関するレポートを受けて, 英国放射線研究所とDHSSとが放射線照射への計算機利用に関する評価を行ったレポートの一部である。放射線治療への計算機利用のカテゴリとしては, 1)照射量計算とそのチェック, 2)照射前の患者評価の決定, 3)照射総量, テータ・チェック等, 計39のアーティファクトに細目される。これらの治療行為は, 医師, 放射線技師等, 或はこれらの集団が行うものであり, マン・マシンとの対話機能がとくにシステムに要求される。コスト評価では, ナショナル・ヘルス・サービスに支えられるものと, それぞれの個別センターにおけるものと分けて論じられている。後者では, もし患者数が1年に50-100の治療計画が行われるならばバック処理

が、そして年間50-100名の治療患者があるなら、専用小型コンピュータの購入も、採算がとれるという。Neilsen 807(アメリカ)は、放射線治療の負の向上を目指して、超音波スキヤナー、カー・ビテオ・モニタ、座標情報入力のためのソニック・ポン・テーブルを組み合わせた、コンピュータを利用した治療システムを開発した。このシステムの特徴は、カー・ビテオ・モニタ上に表示される図形を介して、マン・マシン対話機能を高めたことである。即ちモニタには、超音波エコーによって採られた身体の断面情報と、人間がソニック・ポンによって描き出す図形とを重ね合わせられ、さらにコンピュータが計算した等照射量曲線群が同時に表示されるのである。医師は、このモニタを眺めながら、最適に近い治療を行うことができる。又モニタ上の図形は、赤外線写真にして、保存することも可能である。現在、本システムの費用効果分析が行われている。

### 3. 目新らしさ、本邦との比較

#### 3.1 研究分野

論文の提出数からみると、連続監視システムの実用性に関するものと、放射線治療計画に関するものが、我園よりセ・タ多いように思える。

勿論、我園においても、CCUやECUの普及は著るしく、そこにコンピュータが導入している例も多い。実際、大阪成人病センターのように、幾年にもわたる継続実績と、不整脈警報システムの開発を行った例もある。しかしながら、一般には、増え続ける連続監視記録の利用技術の遅れ、過敏な警報へのメデイカル・スタッフの不信、液体の摂取と排出の連続監視技術の困難、スタッフの教育、システムの経済性等、実用上の未解決課題は少なくない。欧米で連続監視システムが普及しているということは、医療費及び経費の面で、やはり我園より1歩先んじている結果とはいえないだろうか。

又、数こそ少ないが放射線の治療計画への計算機利用に関する発表も、我園より、その技術水準が高いことを示しているようである。技術の細かいことはともかく、複雑な計算等はコンピュータに任せ、それとの対話によって、医師は治療の負の向上と、自身の生産性の向上を計ることに利便を見出しているようである。ここに、欧米の医療システム化推進のひとつの思想的背景があるようである。

#### 3.2 医学的目新らしさ

2.1の生体信号解析の項でもふれたように、心電図、脳波等の自動解読の試みは、我園でも盛んであり、技術的にも遜色がないと思うので、改めて取り上げる必要はないであろう。Litwin 693の心音図自動認識手法は、セ・タ傑出である。我園でも、臨床医の経験的知識をコンピュータに入れようという試みはあり、集団検査用には或程度成功しているが、Litwin等は、全く機械的に心音図を区分分割して、多次元ベクトルとして扱い、識別論理を適用しているところに新しさがある。この場合、同一患者のデータでも計測時間が異なるものは、別のクラスに分類されるミスが生じるなど、まだ成功しているとは言えないが、アプローチとしては面白い。Meyer, Ameling等の心カテテルのデータ自動処理システムは、我園では、スタッフオート大存で開発されたものか、YHPから市販されているが、研究的報告は、筆者の知る限りなされていない。又、Williams等の、ACGを用いる無侵襲的な心筋収縮率の計測は、もし、その臨床的意義が確立されれば、患者に負担をかけずに心拍出機能を知ることの出来る手法は、有用であろう。

年中監視及び放射線治療でも、超音波スキャナーを従来の機器と組み合わせることによる有効性が報告されているのが注目される。いうまでもなく、超音波計測も無侵襲であり、診断にしろ、監視にしろ、治療にしろ、心電図のみを偏重するのでなく、心音図、超音波、パレチスモグラフィ等、他の無侵襲的計測を組み合わせ、互いの情報不足を補うおうという手法が、今後は、ますます普及しよう。

### 3. 3 情報処理的目新らしさ

医療における情報処理技術は、もとへ軍用技術であって、医療応用を目指して開発された理論なり、技術が、逆に情報処理理論・技術に影響を及ぼすということを経験することは無理であろう。この意味で Wiener の仕事は、あてに神話的存在となってしまう。今回の発表も例外でなく、残念ながら情報処理技術として、とくに目新らしいものは目当たらない。アルゴリズムについては、すでに、2. 1 の最後でふれたが、ハード・ウェア及びシステムとしても、多くは市販品の組み合わせで済まされている。

しいて考へるとすれば、ディスプレイ、とくにカラー・ディスプレイの積極的応用がある。放射線治療における Neilsen のカラー・ビデオ・モータ以外にも、心カテーテルの Ameling がカラーの長所として、計算機からのマッセーと、計算機へのマッセーの色分けが可能なること、エコー・マッセーの表示、とくにエコーの重要度を色分けできること、さらに、複数の曲線を表示したとき、白黒よりも見わけやすいこと等をあげている。

とにかく、金に糸目をつけなければ、どのような機器やシステムの導入も可能である。しかし、限られた医療費の有効利用とすれば、情報処理のコストと効果の分析がとくに厳しくなせねばならないのである。Beaumont は、リモートICUの費用として、典型的な2ベッド・サーカイスで5万ドルと報告している。その他、英国の放射線治療計画 Barber にもコストの分析がなされている。しかし、医療事情を要にする我々と、これらの数字が押し入らんでも無意味に近い試みになる。むしろ、現在において、どの程度のシステムで満足すべきか、我々の医療関係者の間でガイドラインを設定する必要があるのではないかと。

### 3. 4 結 び

結論として、MEDINFRO の以上のような論文を見る限り、計算機は単なる事務処理機器を脱して、連続監視や、放射線治療計画、データ処理に、なくてはならない医師、110メテカルスタッフの片腕的地位を占めつつあるように見える。一方、研究という立場からみると、その活動は停滞期に入っている印象を受ける。この壁を破るためには、医学と工学の間に、或程度の交流が可能とならねば、互いの領域の知識を持ちつつ、自分の域をもう一度見直さねばならないであろうか。

例えば生体現象の解析で言えば、伝統的計測法で記録した生体信号の情報処理に工夫をこらさず、多くの部分を、是もその信号の発生メカニズムや、その意義や、それをより直接的に計測する工夫にさくべき時が来ているのではないかと感じられる。