



川合 慧  
放送大学

Satoru KAWAI [正会員] kawai@acm.org

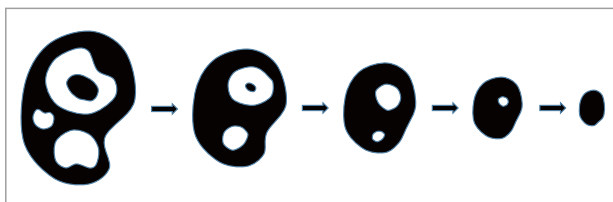
1967年東京大学理学部物理学科卒業。同大学院を経て1970年同学科助手。1977～78年英国ケンブリッジ大学客員研究員。1988年東京大学教養学部教授。2007年放送大学教授（2015年退職。以後客員教授）。

[No.86]



## トポロジアナライザーの夢

研究者生活を始めた40数年前に、ビットマップ型の画像の並列処理に関していくつかの仕事をした。その1つが、局所並列操作による領域縮小処理におけるトポロジ保存の条件を明らかにしたことであった。この処理では1点領域あるいは穴の消滅のみが許されるので、最後には全体が消える。局所的な並列操作を施す状況では、領域の合体や分裂を許さない、つまりトポロジを保存する条件は自明ではなく、数多くの場合分けの注意深い解析が必要である。結果として、 $2 \times 2$ のパターンから次の1点の値を決めるタイプの演算では、全16種のうち4種のみがトポロジを保存することを明らかにできた。同様の解析を $2 \times 3$ および3角格子パターンに対しても行った。この操作を連続して適用すると、最も内側の領域や穴から順に1点となって消滅してゆく。そこでこれらの消滅の情報を点に付加することによって、元々の白黒領域全体のトポロジが求められる。この研究は、当時取り組んでいたビットマップ型グラフィックスの理論から派生したものであった。



“Scanned-display computer graphics” (A. M. Noll, CACM, 1971) は、当時主流であったベクトル型とは別のグラフィックス方式の提案であった。そのころ全盛だったのはいわゆる線画のグラフィックスであり、さまざまな方式が開発され装置も作られた。しかしいかにせん画像の要素が線であり、表示する対象が複雑になってきたり「面を塗る」必要が生じ

てくると、出力装置としての限界があらわになってくる。やたらにちらちらする複雑な形状の部品の表示を覚えている方もいるであろう。この状況の打開を目論んだのが標記の論文であり、それまではディスプレイファイルという形で一体化して扱われていた図形の書き込みと表示の2つの機能を、画像メモリを媒介として分離する提案であった。今日的にはごく当たり前の考え方であるが、小容量のメモリがかなり高価であった当時においては革新的な提案であり、実際、論文で実現していたのは $240 \times 254$ 点の2値画像にすぎなかった。現在ふつうのグラフィックスが扱う精細度と色数は、これと比べると数千倍ぐらいの情報量になるが、情報機器のその後の発達はこの物量をものともしなかったわけである。きわめて複雑な処理であった陰線消去も、視点から遠いものから順に塗る、という単純作業に置き換えられたのである。

少し後知恵を考えてみよう。冒頭で述べた方法で対象画像のトポロジをリアルタイムで求めるシステムは十分実現可能であったはずである。単位となる演算は4入力の単純なものでありゲート2、3個しか必要としない。つまり $2,000 \times 2,000$ の画像であっても、10メガゲート程度の専用回路で十分であり、その処理も10～20ナノ秒程度の時間で済むはずである。この機能と性能を活かした専用デバイス『トポロジアナライザー』が実現されていたとしたらどのように応用され得たであろうか。想像して楽しむとともに、応用とは無関係に思える基礎項目への関心の重要性も強調しておきたい。

(2017年12月5日受付)