

最新! J科学

Vol.36

光コンピューター

写真・文＝藤吉隆雄



光の波が自動的に計算する

コンピューターと聞くと、多くの読者はパソコンに代表されるデジタル計算機を思い浮かべるだろう。だが、右写真の光学装置もれっきとしたコンピューター。光の干渉性を利用して演算する「光コンピューター」なのだ。

光は波の性質を持つているため干渉という現象が起こる。例えば、シャボン玉が虹色に見えるのは、膜の外側と内側で別々に反射した光が干渉した結果だ。青の光が偶然に強めあえば青く見えるし、

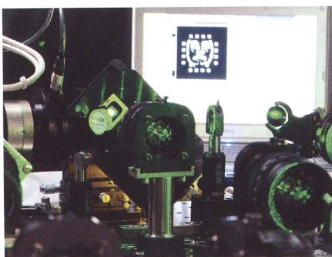
いが加算され、強調されて見えるのを利用した。

第二のシステム最適化は、顔画像からの特徴抽出フィルターを工夫することにした。眼鏡をかけた髪形を変えたりしても本人だと特定する必要があるので、単なる画像の重ね合わせではうまくいかないからだ。画像処理では特徴抽出に優れている「フーリエ変換」が多用される。これは光の明るさ（強度）の分布を粗密度 Δx （位相）と強さ（振幅）に変換するもので、通常はデジタル計算機で処理される。だが小館研究室では、デジタルフーリエ変換とレンズを通じた光学的フーリエ変換が同じ結果となることを利用して、巧妙な方法を編み出した。光学フィルターで位相情報の特定部分を抽出し、高い認識率を得ることに成功したのだ。

記録ディスク上での画像照合へ

ここまでの取り組みで、小館研究室の光コンピューターは劇的な高速化と大容

最新! J科学



奥のモニターに映るのが顔画像の特徴を抽出し照合した結果。フーリエ変換した画像を光演算した結果が逆フーリエ変換されて、ぼんやりと顔画像のように見えている。現在は緑色レーザー使用だが、違う色の光線を使えば同時に違う演算も可能だ

量を上げた。2005年には照合エラーも事実上ゼロになり、照合速度は毎秒1千コマに達した。

現在は第三の課題である光の速度に見合った高速化を、NEDO（新エネルギー産業技術総合開発機構）の支援を得て進めている。実はここまでの光コンピューターは光演算のスピードではなく、事前にデータベースに登録された画像を表示する液晶の応答速度にしばられていた。

そこで、小館研究室では直接ディスク

弱めあえば消えてしまう。

干渉は数学的にいうと足し算であり、複数の光線の加算結果が光の強さとして見えるもの。レーザー光線なら弱める引き算も自由にできるので、コンピューターとして自在に演算できるわけだ。

この光コンピューターを研究する日本女子大の小館香椎子教授は「世界中の研究者が光演算をあきらめつつあった1990年代序盤に研究を始めたんです」と述懐して笑う。民生用パソコンが普及する90年代以前のデジタル計算機は、計算速度が遅いうえ扱える情報量も少なかった。対して、光コンピューターはすべての演算が光の速度で行え、扱える情報量も膨大なため、圧倒的な高性能コンピューターが実現できると考えられたが、その後の半導体技術の進歩と低コスト化の急激な進行で、その有利さは失われたかに見えていたのだ。

だが、小館教授は当時の光コンピューターにあった課題のうち三つを解決すれば劇的に進歩すると思った。第一に大量の情報的高速処理する適用事例の明確化、第二にシステムの最適化、第三は光の速度に見合った高速化である。小館教授は解決できるとの確信を胸に、光コンピューターに傾倒していった。



研究者はこの人

（中列右から3人目）小館香椎子・日本女子大理学部数物科学科教授 1941年生まれ。同大家政学部家政理学科一部卒業後、東京大学助手を経て88年から現職。工学博士。2007年、科学技術政策研究所の「ナイスステップな研究者」に選ばれる。（中列右から2人目）渡邊恵理子・JSTさきがけ研究員、日本女子大理学部客員講師 1977年生まれ。同大大学院理学研究科博士課程後期修了。2006年から現職。博士（理学）。一緒に写るのは小館研究室のメンバー。

つを解決すれば劇的に進歩すると思った。第一に大量の情報的高速処理する適用事例の明確化、第二にシステムの最適化、第三は光の速度に見合った高速化である。小館教授は解決できるとの確信を胸に、光コンピューターに傾倒していった。

第一課題の適用事例としては、顔写真の照合を考えた。デジタル技術で二つの画像の違いを検出するには膨大な計算が必要だが、画像をレーザー光線として飛ばし、光学系を通して重ね合わせると違

上で光の干渉を起こし、表示せずに照合する技術を開発した。コンパクトディスクと同じ形状のディスクにホログラフィック材料を採用し、100GB以上（理論値）のデータを立体的に記録。データディスク上でレーザー光線を干渉させることで、照合済みのデータを直接読み出すことに成功したのだ。

現在、広く普及している記録媒体には記録する機能しかないが、このディスクは記録と情報処理システムを両方内蔵しているようなもので、照合速度はなんと現段階で秒速10万コマ以上に達している。今後、秒速100万コマを目指しているというから驚きの記録容量と処理速度である。そうならばさらに大容量となる動画の照合にも使えるようになる。実際に動画検索技術としても引き合いがあるという。

多くの研究者が時代遅れとしてやめてしまった研究テーマが、約20年後に驚きの成果に達した。忘れられていた光コンピューターの最新成果にはこれからも要注目である。