

## 光情報処理のためのビジョンシステム

浜松ホトニクス株式会社 中央研究所

原 勉

### Intelligent vision system for optical information processing

Tsutomu Hara

Central Research Laboratory, Hamamatsu Photonics K.K.

#### 1. まえがき

NEDO「三次元光デバイス高効率製造技術」プロジェクトでは、フェムト秒レーザーと、波面制御素子としてのホログラムによるガラス内部への多点同時加工を目指しており、可変型の三次元加工システムの実現にむけた研究を当社は担当している（研究テーマ「空間光変調器三次元加工システム技術」）。三次元多点同時加工の自由度を高める書き換え可能なホログラムとして LCOS-SLM (Liquid Crystal on Silicon Spatial light Modulator) がその光波形成形・光波面補償の機能から重要な役割を果たす。そのためフェムト秒レーザー光に対して耐光性を有する LCOS-SLM の開発、LCOS-SLM とフェムト秒レーザー加工システム本体との光学接続に適した光波面制御モジュールの開発、および加工の速度・精度・機能の向上を図る波面制御技術の開発を進めている。これらについては、すでに 2 回に亘って報告させていただいたので<sup>1,2)</sup>、今回は『番外編』として、ホログラム

等を利用した加工システムのレーザービームの波面を高速度で計測し、より精密な加工を可能とする計測システムの鍵となる並列処理光デバイスについて紹介したい。

加工システムにおける計測や、FA、ロボットなどの視覚システムにおいては、高速画像情報処理が重要な要素技術になってきた。しかし、現状の多くの画像処理システムは、画像の取得デバイスとして CCD カメラを用いているため、処理速度はビデオフレームレート (30 frame/s) の制限を受ける。一方、FA、ロボット等のアクチュエータの動作速度はミリ秒単位での制御が可能である。つまり、従来の CCD カメラと組み合わせた制御システムでは、アクチュエータの持つ能力を十分に活かす制御が実現できていないことになる。これらの課題を克服する手段として、センシング～画像処理～アクチュエータ制御までを 1 ミリ秒で実行可能な視覚システムであるインテリジェントビジョンシステムを開発した<sup>3-6)</sup>。

#### 2. インテリジェントビジョンシステムとは

図 1 に従来の画像処理システムと比較して、インテリジェントビジョンシステム概念を示す。従来のシステムは、毎秒 30 コマのフレー

〒434-8601 静岡県浜松市浜北区平口 5000  
TEL 053-586-7111 (代表)  
FAX 053-586-6180  
E-mail: hara@crl.hpk.co.jp

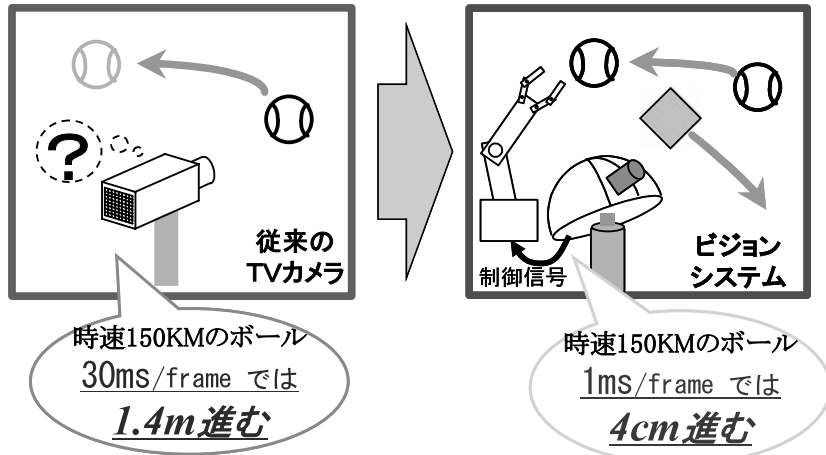


図1 従来の画像処理システムとの比較

ムレート为前提として考えられており、高速動作に処理が追いつかない。たとえば、投手の投げるボール（時速 150 Km）をロボットが打ち返すことを考える。従来システムでは1コマの間にボールは約 1.4 m も移動してしまい、応答することができない。これに対して、1秒間に 1000 コマの処理が可能なインテリジェント

ビジョンシステムでは、1コマの間に 4 cm しかボールが移動しないため、ロボットに適切なフィードバック制御を行うことによりボールを打ち返すことができる。

3. CPV システム

我々は、まず汎用演算機能を有する CPV

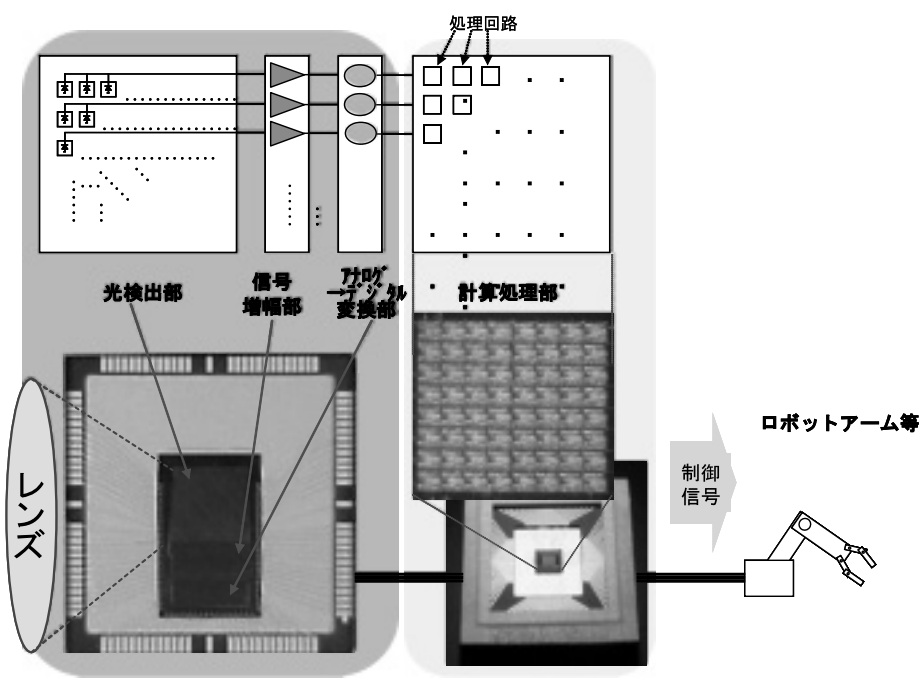


図2 インテリジェントビジョンシステムの構成

(Column Parallel Vision) システムを構築した。システムの構成を図2に示す。光検出部は受光素子 (Photodiode=PD) から成り、128 x 128 画素のアレイとなっている。また、計算処理部 (Processing Element=PE) も 128 x 128 画素にアレイ化し、各PDに1対1に対応することで、完全並列な演算を実現した。PDアレイからの128列並列の画像出力を画像転送用シフトレジスタで転送する。各PEは演算器、レジスタ、およびランダムアクセスメモリで構成され、外部から供給されるプログラムにより汎用的な演算が実現される。本システムは、1 KHz 高速画像処理の有効な応用分野に対するアルゴリズム研究を目的として利用されている。

#### 4. コンパクトカメラモジュール

製造プロセスへの導入などの産業応用を図るため、CPVシステムのように大規模並列演算部を用いることなく、カメラ側に各用途に特化した必要な画像処理機能のみを組み込んだカメラモジュールを開発し、小型化、低価格化を実現した。計算部はFPGAで構成され、1次元、2次元の重心演算、複数点の重心演算、3×3のフィルタリング演算などを実装可能である。図3のような小型カメラヘッド部の筐体 (44×38×45 mm) の中で、1 KHzでの画像取り込み・実時間画像処理を実現した。カメラモジュールで取得したデータは、汎用デジタルフレームグラバを介してパソコン (PC) に送られる。カメラ出力は、ライブ画像、演算処理画像、また演算結果のみ (例えば対象画像の重心位置) な



図3 コンパクトカメラモジュールの外観

ど、自由に設定できる。これらカメラの各種設定はすべてPCから行うことが可能である。

#### 5. 応用事例

ここでは、最近良く使われている、1次元・2次元重心演算による3次元形状計測について述べる。図4に示すように、スリット状の光ビームを計測対象物体に投影し、それを異なった角度から見ると反射光の形状は物体の断面形状となる。移動ステージ上の対象物体を移動するこ

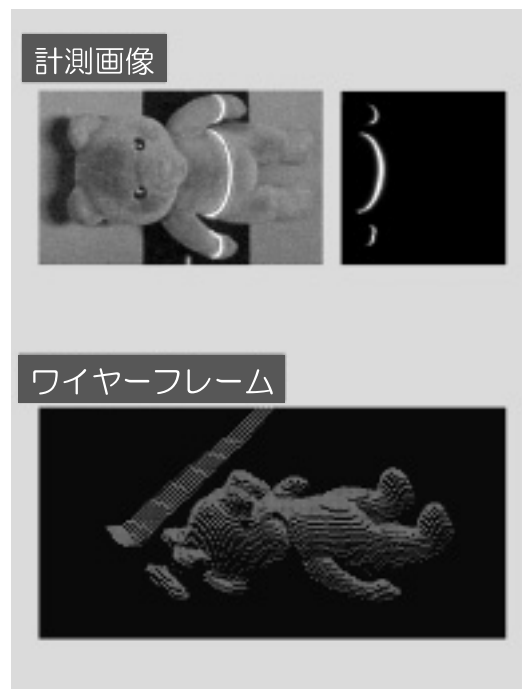
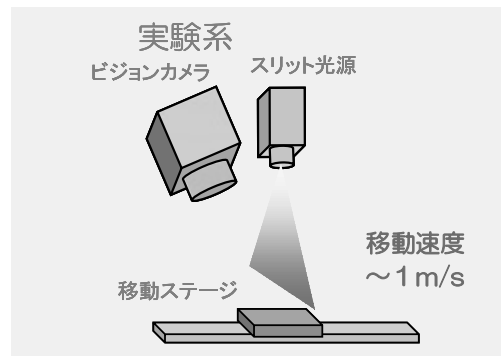


図4 光切断法による3次元形状計測

とで3次元形状を得ることができる。この手法は光切断法と呼ばれている。カメラヘッドに搭載した1次元重心演算機能によりスリット光位置の検出精度はサブピクセルオーダーとなり測定精度の向上が図れる。またラインごとのAGC機能によりさらなる精度向上が実証されている。

このほか、位置決め、ロボット制御、波面計測、ロックイン検出などへの応用展開が始まっている。

## 6. あとがき

“ミリ秒オーダーのフレームレートで画像の取得・処理・制御が可能なシステム”を目的に、光検出器と処理回路が融合された高速な視覚情報処理システムであるインテリジェントビジョンシステムを構築した。すでに、産業用ロボットの目、部品検査などに使用されている。

また、先述したように、波面センサとして、三次元光デバイス高効率製造技術プロジェクトで開発しているLCOS—SLMやガラスホログラムを用いた加工システムの高精度化も可能と考えている。

最後に、弊社の技術を紹介する機会を下さったニューガラスフォーラム様に心より感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 原, NEW GLASS, 23, No.1, 45-46 (2008).
- 2) 原, NEW GLASS, 23, No.3, 54-60 (2008).
- 3) 石川, 日本ロボット学会誌, 13, 306-310 (1995).
- 4) 豊田ほか, 第6回画像センシングシンポジウム予稿集, E-4, 213-216 (2000).
- 5) 向坂ほか, 第7回画像センシングシンポジウム予稿集, A-1, 1-4 (2001).
- 6) 向坂ほか, 第34回光波センシングシンポジウム講演論文集 (AP-043152), 49-52 (2004).