

## 産業用ビジョンシステム"RIVER-VISION"の適用事例

榎本 雅幸 金丸 孝夫

概要：

形状認識手法 V-Fit を搭載し、コストパフォーマンスに優れた画像処理装置リバービジョン K-HIPE-R シリーズの新ラインアップを開発した。本稿では、装置の構成と機能の特徴を解説し、ロボット用視覚センサとしてのシステム例およびロボット分野以外への適用例を紹介する

## Application examples of industrial vision system "RIVER-VISION"

Masayuki Enomoto Takao Kanamaru

Abstract：

We have developed "River Vision K-HIPE-R series", highly reliable and cost effective image processing systems with an advanced shape recognition method, "V-Fit". This paper describes the features of the systems, and also presents examples of applications for robotic and non-robotic visual sensor systems.



図1 リバービジョン K-HIPE-R-PC  
Fig.1 RIVER-VISION K-HIPE-R-PC

### 1 まえがき

画像処理システムは、高性能化・低価格化が急速に進み、当社においても、これまで主体のFA分野から航空機、車両、プラント等、様々な分野へ適用拡大されている。

当社製ビジョンシステムは、商品名"リバービジョン"として1987年からK-HIPE-R (Kawasaki High-speed Image Processing Equipment for Robot) <sup>1)</sup> シリーズを販売しており、現在までに数百セットのシステムを納入している。このたび開発した新ラインアップでは、K-HIPE-R- (ロボットコントローラ内蔵型ボードタ

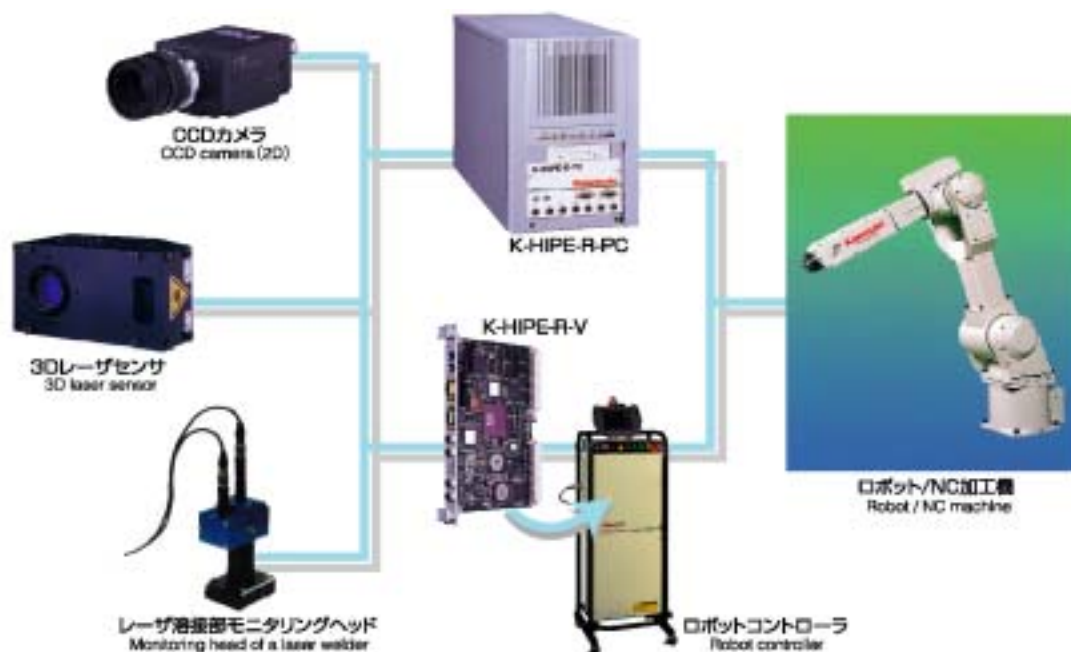


図 2 システム構成例

Fig.2 Example of system configuration

イブ)に K-HIPE-R-PC( PC ベースタイプ, 図 1) を加え、両者に新開発した当社独自の形状認識手法 V-Fit(Vector-Fitting method)を搭載した。また、従来型に比べ大幅に小型・軽量化した新型 3D レーザセンサを開発し、これを接続可能とした。K-HIPE-R-PC においては PC アーキテクチャのハードウェアを採用し、最新の MPU 能力と Windows 環境の GUI(グラフィックユーザインタフェース)を活用できる。また、アプリケーション開発効率を大幅に向上できる画像処理用プログラミング言語 KVL (Kawasaki Vision Language) <sup>2)</sup> を搭載した。

本稿では、装置の仕様、機能の特徴を述べ、その具体例としてビジョンシステムを核にした適用事例を紹介する。

## 2 システムの概要

### (1) システム構成

図 2 にシステムの構成例を示す。

ボードタイプ K-HIPE-R- はロボットコントローラに内蔵可能であり、低価格で省スペースなビジョンシステムを提供する。別置きタイプ K-HIPE-R-PC は、高速 MPU を搭載した高機能タイプで、Windows の GUI、ファイルシステム、ネ

表 1 リバービジョン仕様

Table 1 Specification of system

項目	ボードタイプ	別置きタイプ
型式	K-HIPE-R-	K-HIPE-R-PC
処理画像	濃淡・2 値・カラー	
分解能	512 × 484	640 × 480
階調数	256 (カラーの場合 RGB 各色 256)	
カメラ台数	4 台 (最大 16 台 <sup>1)</sup> )	7 台
プログラム言語	AS <sup>2)</sup>	KVL
外部入出力	SIO	SIO、イーサネット

1 カメラ切替器使用時

2 KHI ロボットプログラミング言語

ットワーク等の機能を活用できる。ロボットコントローラ等とは SIO 又はイーサネットで接続する。

いずれのタイプにおいても、CCD カメラ、3D レーザセンサ、レーザモニタリングヘッド等の多様なセンサヘッドを組み合わせて接続することが可能である。

## (2) リバービジョンシステム仕様

表 1 にリバービジョンシステムの仕様を示す。

## 3 リバービジョンの特徴

### (1) 高度認識手法 V-Fit

従来のビジョンシステムでは、濃淡画像を白(1)と黒(0)に 2 値画像化してから処理する手法が主流であったが、対象物と背景のコントラストが低い場合に 2 値化しきい値の設定ができないこと、対象物同士が接触している場合、2 値画像からではこれを分離することが難しいといった問題があった。その後、探索したいパターンの濃淡画像そのものを登録し、画像中から相関処理によって探索する「濃淡相関マッチング手法」が広く利用されるようになったが、探索したいパターンに姿勢変化がある場合には、パターンを少しずつ回転させながら探索を繰り返す必要があるなど、多大な計算量を必要とするため、限られた用途にしか適用できなかった。

今回、K-HIPE-R シリーズに搭載した当



図 3 V-Fit 検出結果  
Fig.3 An example of V-Fit

社独自の認識手法 V-Fit は、対象物の濃淡エッジの位置と姿勢(濃度勾配方向)情報を利用して探索する方法であり、2 値化処理、濃淡相関マッチングによる認識手法に比べ、外乱に頑健で精度の高い認識が可能になった。以下にその特徴を示す。

#### 外乱に強い安定した認識

対象物の回転だけでなく、サイズ変化に対応し、対象物が部分的に重なったり、形状に一部欠落があっても認識可能である。また、対象物の汚れ、照明の変動・むらの影響を受けにくい。

図 3 には V-Fit による認識例を示す。左上が教示パターンである。中央の画面内において認識されたパターンが矩形で表示されており、背景の変化、対象物同士の接触や部分的な隠蔽にも関わらず認識できていることがわかる。

#### 高い位置・姿勢計測精度

対象物のエッジを画素サイズよりも細かく位置決めするサブピクセル処理により、位置は 1/20 画素、回転角は 0.1°、サイズは 0.1% (寸法比) の精度 (いずれも繰り返し精度) で認識可能である。

#### 簡単な教示作業

教示作業は、認識したい対象物を矩形/楕円のエリアで囲み、ボタンを押すだけの簡単な操作のみである。初めてのユーザにも扱いやすく、現場での教示作業を容易にした。

### (2) 各種センサヘッドに対応

K-HIPE-R には、通常の CCD カメラに加え、シャッタカメラ、3D レーザセンサ(図 4)を接続できる。シャッタカメラの場合、シャッタタイミング、露光時間をコ



図 4 3D レーザセンサ  
Fig.4 3D laser sensor

マンド制御可能である。3D レーザセンサはスリット状の光を投光する半導体レーザ投光器と CCD カメラを組み合わせたセンサヘッドである。対象物にレーザを投光し、3角測量の原理により、その反射画像から対象の3次元情報を取得することができる。3D レーザセンサは、大幅な小型・軽量化(従来型比寸法 40%、重量 50%)とコストダウンを実現した。

### (3) 画像処理言語 KVL を搭載 (PC タイプ)

K-HIPE-R-PC には当社が独自に開発した画像処理言語 KVL を搭載している。

KVL はコンパイラが不要なインタプリタ言語であり、逐次コマンドを入力しながら処理方法の検討が可能のため、初心者にも扱いやすい。また、画像処理コマンドに加え、条件分岐やループ制御コマンドを組み合わせてサブルーチン化し、構造的な記述が可能である。さらに KVL 専用のエディタ、オンラインヘルプを充実させることにより、開発効率の向上を図っている。

K-HIPE-R- は、ロボットコントローラ内蔵時にロボット言語 AS からビジョン機能を操作できるため、ロボット動作プログラムとの綿密な連携が可能である。

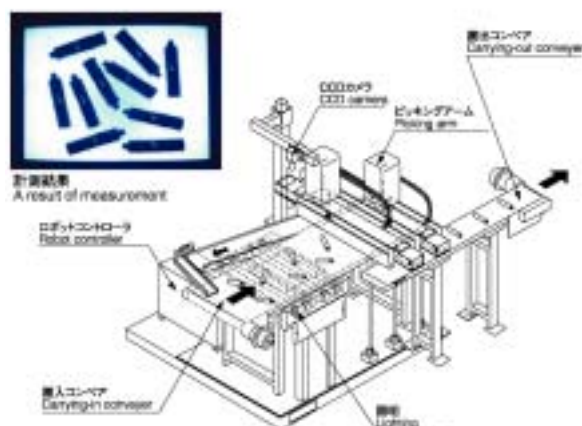


図 5 ランダムピッキングシステム (eyeLiner)  
Fig.5 Random picking system (eyeLiner)

## 4 適用例

リバービジョンのこれまでの適用対象は、ロボット、航空機、車両、船舶、プラント等と多岐に渡っており、その用途も位置決め、傷検査、仕分、監視と様々である。本章ではリバービジョンの適用事例をいくつか示す。

### (1) ランダムピッキングシステム (eyeLiner)(図 5)

本件はリバービジョンとピッキングアームを組み合わせた位置決め用ビジョンとしての代表的な例である。コンベア上をランダムに流れる多数のワークの位置・姿勢を検出し、複数のアームがワークを高速にハンドリングして整列する。ワークの色の濃淡に関わらず、また透明に近いワークでも高精度に認識可能である。

### (2) 自動車ボディの建付けシステム(図 6)

3D レーザセンサの代表的な適用例である。自動車のアセンブリラインにおいてドア、ラゲージ等の蓋物の建付け作業時に、蓋物とボディの隙間・段差を 3D レーザセンサにより計測し、これが所定の値になるようにロボットの位置補正を行う。この適用例では 4 個の 3D レーザセンサを用いることにより、ラゲージの 3 次元的な位置・姿勢を計測し、ロボット動作を補正している。

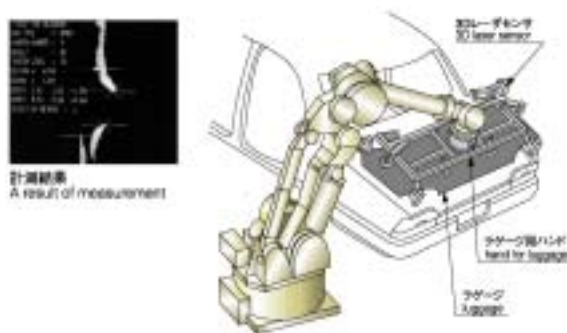


図 6 自動車ボディの建付けシステム  
Fig.6 Automobile body fitting system

(3) 多種形状ワークの認識・整列システム (図 7)

種々の形状のワークの位置・姿勢を認識し、ロボットで高速ピッキングを行い、パレットへの整列作業を行うシステムである。

図中の例では単一のワークを認識しているが、混在している多種ワークの仕分け作業を行うことも可能である。

(4) ビンピッキングシステム (図 8)

ワーク供給を自動化するシステムである。3次元的にランダムに積まれたワークの位置・姿勢を認識し、ロボットによりピッキングして次工程に供給する。対象とするワークによりレーザ光をスキャンし距離画像を取得する方式 (図中の例) と、複数

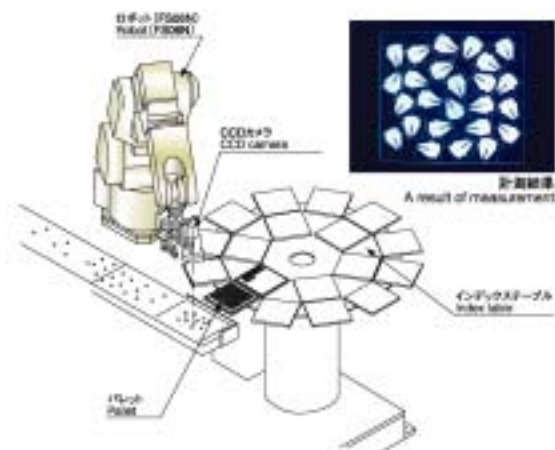


図 7 多種形状ワークの認識・整列システム  
Fig.7 Recognition and sorting system for variously shaped works

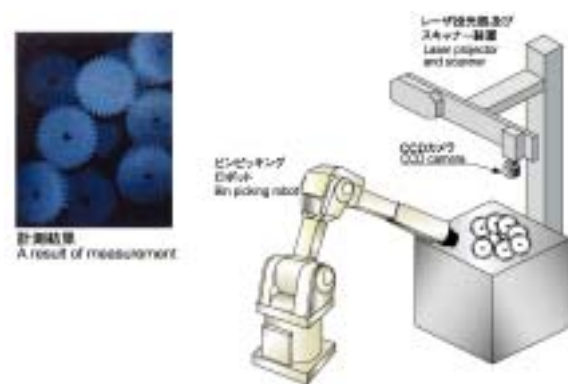


図 8 ビンピッキングシステム  
Fig.8 Bin picking system

台の CCD カメラによるステレオ立体視により対象の 3次元位置を取得する方式がある。

(5) レーザ溶接部モニタリング装置 (図 9)

専用設計のレーザ溶接部モニタリングヘッドを加工用レーザと同軸に取り付け、加工状況を遠隔監視するシステムである。レーザの照射位置や面積、キーホールの貫通状況、開先位置 (専用照明装置を使用) のデータトレンドをフレームレート (30 フレーム / 秒) で自動検出し、リアルタイム表示することが可能である。今後は、微いセンサや異常検知センサとしての現場適用拡大を図っていく。

(6) 船舶航行監視システム (図 10)

監視カメラからの映像を動画像処理することにより、港湾から入出港する移動船舶のみを自動検知し、追尾するシステムである。図 11 に計測画面を示す。海面の反射光や波の影響を受けにくく、天候変化にも自動的に追従し、安定した船舶検出が可能である。また、検出する船舶サイズを調整することにより、小型のプレジャーボートなどを非検知とし、追尾したい船のみの検知が可能である。

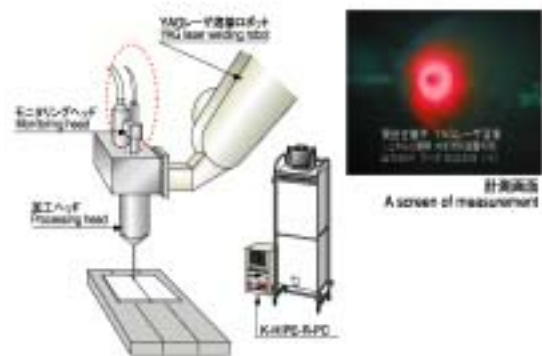


図 9 レーザ溶接部モニタリング装置  
Fig.9 Laser welded part monitor

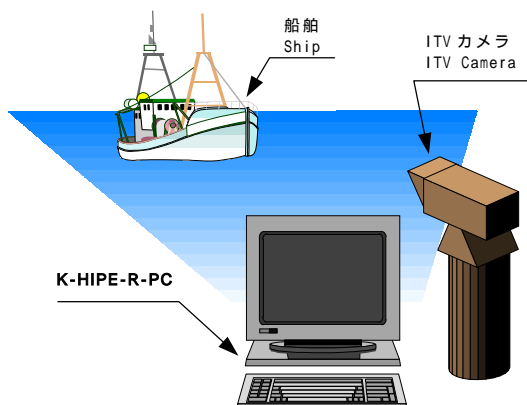


図 10 船舶航行監視装置  
Fig.10 Ship observation system



図 11 計測画面  
Fig.11 An example of measurement

## 5 あとがき

リバービジョン K-HIPE-R シリーズの特徴と、その適用事例について述べた。リバービジョンシリーズは、現場の厳しい要求に即した多くの機能を組込んだ多用途ビジョン装置である。その結果、ロボットビジョンとしてこれまで大半の適用先であった自動車の生産ライン以外にも、一般産業用、監視用ビジョンとしての適用が拡大しつつある。

今後は、3次元入力用センサヘッドの高機能化と3次元認識機能の開発に注力し、新しい適用を開発していくとともに、信頼性とコストパフォーマンスに優れた実用的なビジョンシステムとして進化させていく予定である。

## 6 参考文献

- 1) 種子田定博、金丸孝夫、小倉一樹、中村洋一、槇野義信、高木智弘、尾上一彦、吉田雅也：“濃淡画像処理装置「K-HIPE-R-」の開発”川崎重工技報 [ 117 ] ('93)
- 2) 平松新、小倉一樹、金丸孝夫、種子田定博：“ロボットビジョン言語 KVL の開発”第 32 回システムと制御研究発表講演会 ( May '88 ) [ 日本自動制御協会 ]
- 3) 金丸孝夫、榎本雅幸、久保貞夫、中村洋一、三浦克也、石見勝弘：“リバービジョン K-HIPE-R シリーズの開発”川崎重工技報 [ 147 ] ('01)