

高性能ピッキングロボット「picKstar」

High Performance Picking Robot “picKstar”



中西 徹弥① Tetsuya Nakanishi
 今井陽二郎② Youjirou Imai
 森山 尚③ Hisashi Moriyama
 南 一弘④ Kazuhiro Minami
 宮崎 利彦⑤ Toshihiko Miyazaki
 竹林 潤⑥ Jun Takebayashi
 大野 誠太⑦ Seita Ohno

食品・医薬品・化粧品などの3品業界と呼ばれる市場をターゲットとしたデルタ型パラレルリンクロボットは、ここ数年で次々とリリースされており競争が激化している。本稿では、独自の高速性能、高剛性などの他社に比べて優れた性能を持ったピッキングロボット「picKstar」を紹介する。

Delta-type parallel link robots aiming for the food, medicine, and cosmetics industries, have recently been released one after another, intensifying the competition among robot manufacturers. This paper presents Kawasaki’s “picKstar” picking robot, which offers high speed performance and high rigidity that differentiate it from competitor products and highly competitive.

まえがき

2008年の世界的な景気後退により産業界の設備投資が抑制され、自動車・半導体関連企業を主取引先とする産業用ロボットの導入台数も大幅に低迷した。2009年以降、徐々に市場は回復してきたが、景気変動に左右されずに安定した利益を生むためには、自動車・半導体に次ぐ新たな業界を開拓する必要があった。

そこで、再生可能エネルギーとして注目されている太陽電池関連や、景気変動に左右されにくく堅調な需要が見られる食品・医薬品・化粧品業界で、最も自動化が求められるピッキング作業に着目し、業界トップの高速性能、高信頼性を実現した当社独自のデルタ型パラレルリンクロボット「picKstar」(図1)を開発した。

1 特徴

食品・医薬品・化粧品の自動化設備の中で代表的な工程としては、搬送対象物の流れ方向からピッキング作業、パッキング作業、パレタイジング作業の3つがある(図2)。「picKstar」はこの中の最上流工程であるピッキング用として開発され、以下の4つの特徴を持つ。

(1) 高速性能

デルタ型パラレルリンクロボットの大きな特徴の一つは、モータ、減速機、金属フレームなどをベース部に配置し、可動部には軽量の樹脂アームを用いることにより高速動作を実現していることである。しかし、動作範囲外縁付近でのロボットの各機械要素に加わる力が、動作範囲中央



図1 「picKstar」
Fig. 1 picKstar

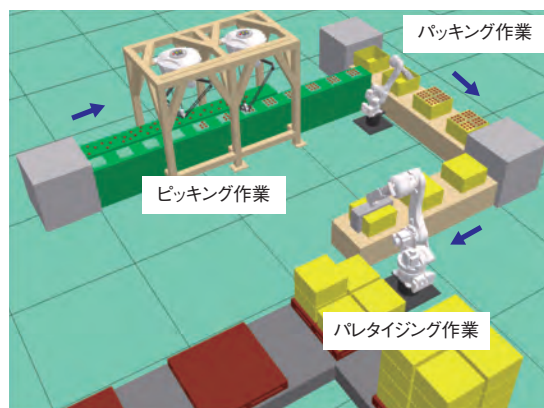


図2 ピッキング、パッキング、パレタイジング
Fig. 2 Picking, packing and palletizing

より大きく増加するため、広範囲で高速動作を実現するには、可動部の構造部材を軽量化するとともに、外縁部での荷重に耐え得る強度を確保する必要がある。そこで、モータ動力、駆動系構造および強度、ロボットアームの剛性、スプリングユニットの弾性力、高加減速で移動する先端部の機械部品の強度などを、さまざまな組み合わせで最適化することで、広範囲での高速動作を実現した。

(2) 高剛性

二つ目の特徴は、高速動作である。一般に、高速動作をさせながら、一方で制振性を維持するためには高剛性が求められる。そこで、ロボットアーム(図3)に用いるCFRP(炭素繊維強化プラスチック)の繊維の種類や方向、積層構造を詳細に検討するとともに、ロボットアーム以外の可動部の構造部材についても十分な剛性を確保することで、同タイプのロボットでは類を見ない停止性能、制振性を実現した。これにより、オーバーシュートや振動が少なくなり、信頼性の高いピッキングが可能となった。この結果、非常に高い位置精度および低振動性が求められる太陽電池関連のウエハピッキング適用について、顧客より高評価を得ている。

(3) 潤滑油の漏れに対する信頼性

「picKstar」が適用される業界は、太陽電池・食品・医薬品・化粧品など、潤滑油の漏れが許されない市場である。そのため、「picKstar」のギアボックスには主として2つ

の対策を施しており、潤滑油の漏れに対して高い信頼性を実現している(図4)。

(i) 内圧緩和機構

ロボットが連続動作するとギアボックス内圧が上昇し、部品の接合面および回転摺動部などから潤滑油が漏れるなどのリスクが高くなる。このため、「picKstar」では内圧の上昇を緩和する機構を取り入れることにより、潤滑油の漏れのリスクを低減している。

(ii) ダブルシール構造

ロボットから潤滑油が漏れる最も頻度が高い箇所は回転摺動部である。この回転摺動部に対して、オイルシールを2重にすることで漏れに対するリスクを低減している。

(4) 薬品洗浄に対する耐性

食品・医薬品・化粧品のピッキング用として使用されているため、衛生上の必要から丸洗い洗浄・薬品洗浄を行うことが想定される。そのためには、高密封性および外部に露出する部品の耐薬品性が必要となる。密封性については、ロボット機内・機外との境界部のシール構造により防水・防塵の保護等級IP67を実現するとともに、ロボットの外装形状について、洗浄時にゴミが残らない凹凸の少ない曲線形状のフレーム構成とするなどの工夫を施している。また、耐薬品性については、ロボット本体ベース部の塗装や可動部の表面処理において、同業界で洗浄時に一般的に用いられる水酸化ナトリウム系の強アルカリ洗浄液に対する耐性に加え、一部の弱酸性洗浄液にも耐え得る仕様になっている。



(a) アーム上部



(b) アーム下部

図3 CFRP フレーム
Fig.3 CFRP frame

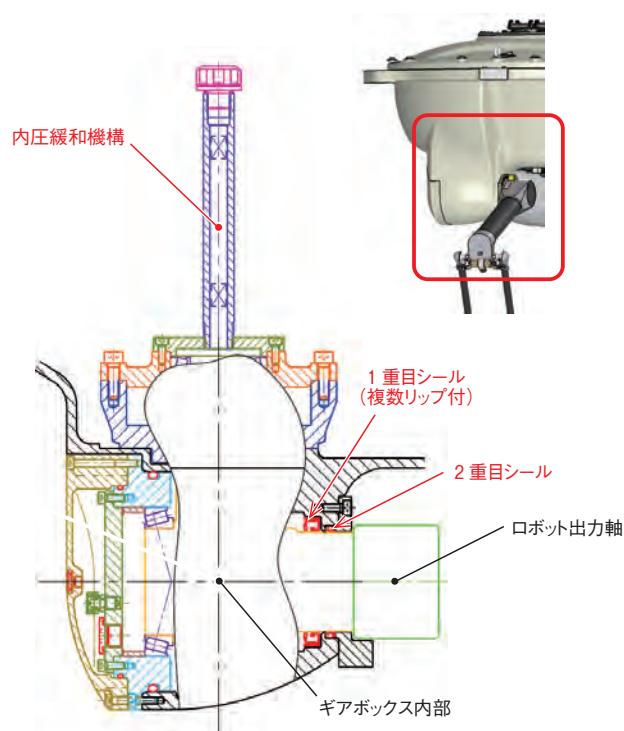


図4 潤滑油漏れに対する対策(ギアボックス構造図)
Fig.4 Measures against oil leak

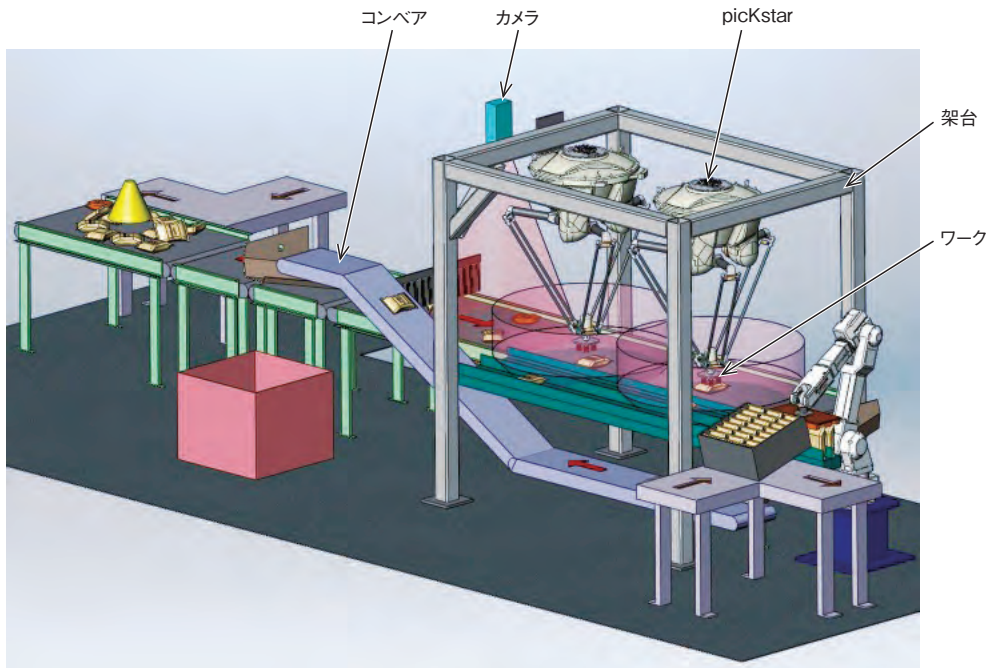


図5 「picKstar」システムレイアウト例
Fig. 5 System layout example of picKstar

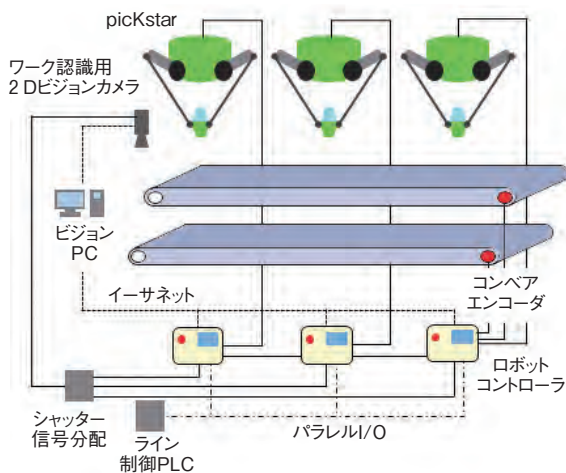


図6 画像処理装置を用いたシステム構成例
Fig. 6 System configuration example for image processing apparatus

2 システム構成

本項では、画像処理装置を用いた複数台ロボット・複数コンベアでの事例を紹介する。「picKstar」を用いたシステムのレイアウト例を図5に、システム構成例を図6に示す。以下に「picKstar」のシステム構成における画像処理システムおよびデータ管理について述べる。

(1) 画像処理システム

画像処理システムは、次のようにして動作する。

- ① ロボットへ処理する対象物（ワーク）を供給する。
- ② ワークの位置・形状を上流側にあるカメラが認識し、ロボットへ情報を伝達する。

③ ロボットは、ワークが到着すると吸着して搬送側のコンベア上へ決められた配列に置いて搬出する。

④ ロボットへ供給されてくるワークを画像認識用のカメラで撮影して、位置・形状を認識する。

この時、取り込んだ画像に対し、レンズの歪み補正が必要であれば歪み補正を行い検出処理を行う。検出処理には、次の二つの方式がある。

- ① エッジ情報を基にモデル登録したワークを認識するパターンマッチング方式（図7）。
- ② 2値化画像にて、面積・周囲長などの特徴量を比較検出する方式（図8）。

場合によっては、これらの処理を併用して運用することも可能である。また、新たな検出方式を追加することもできる。検出されたワークをはさみ込み方式で取り出す際に周囲に障害物があるかをチェックする干渉チェック機能や、カラー判別、局所形状検出などの機能も備えている。これらの機能で検出されたワークの情報をロボットの実座標系へ変換する処理を行い、計測結果としてロボットへ送信する。計測結果は指定された分配の設定に従い、複数ロボットへ同時に送信して運用することができる。

(2) ロボット間でのデータ管理

ワークを搬出側に置く場合の置きパターンや、置き個数などの情報を外部インターフェース機器を介して、各ロボット間でやり取りをすることが可能である。もし、なんらかの原因で、あるロボットが停止した場合でも、停止したロボットの作業を他のロボットによりバックアップすることが可能であり、予期せぬ状況にも柔軟に対応できる。

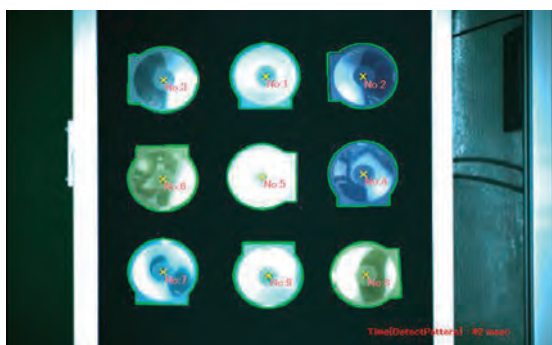


図7 パターンマッチング画面例
Fig.7 Example of pattern matching screen

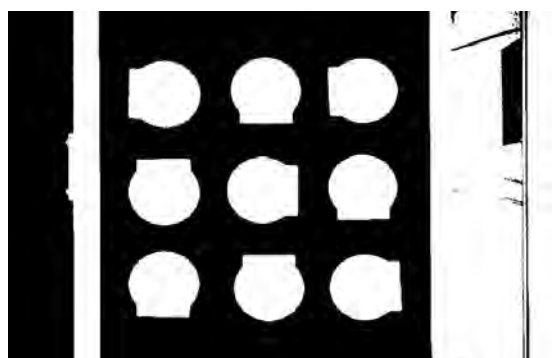
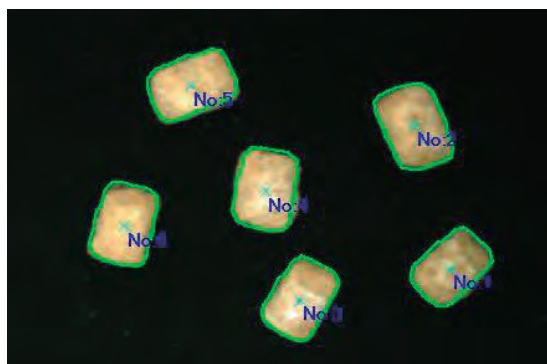
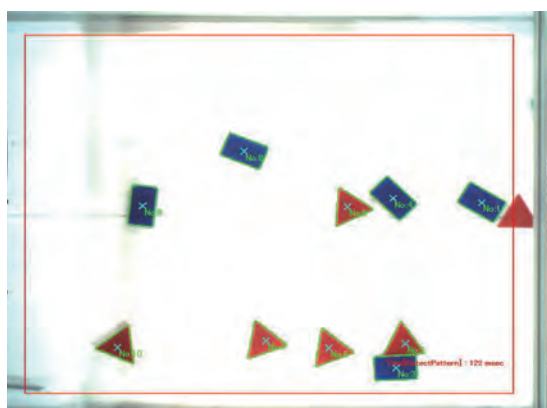


図8 2値化処理画面例
Fig.8 Example of image binarization screen



(a) 冷凍揚げ物 (2値化処理)



(b) プラスチック・ワーク (パターンマッチング)

図9 ワークの画像認識例
Fig.9 Example of work image detection



図10 ハンドの事例
Fig.10 Example of gripper

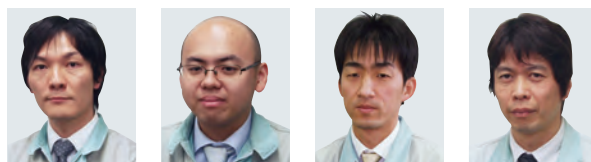
(3) 実適用での画像認識事例

実際の適用で取り扱ったワークの画像認識事例として、冷凍揚げ物、形状および色の異なるプラスチック・ワークの認識処理画像を図9に示す。ワークの画像を取り込み、ワークの形状を認識し、そこから重心点および向きを検出している。大きさによるサイズ判別も可能で、供給されたワークの大きさにより、サイズごとの仕分けなどの作業も行うことができる。

また、さまざまなワークに適用させたハンド（グリッパ）を開発しており（図10）、これらの性能についても顧客から高評価を得ている。

あとがき

本ロボットおよび周辺システムの開発に着手して以降、我々は実際の顧客案件も含むさまざまな適用評価を通じて、多くの技術的知見を得ることができた。今後も顧客の潜在的ニーズを満たすべく、さらなる性能向上を図り、開発を進めていく。



中西 徹弥 今井陽二郎 森山 尚 南 一弘



宮崎 利彦 竹林 潤 大野 誠太