

高速ビジョンセンサ(カメラ)を用い 人の存在や位置を確実に検知しロボットを制御する 国際安全規格に準拠した日本初の安全センサシステム技術を開発 様々な産業の工場内での人とロボットの安全な共存作業を実現

鉄道安全関連伝送規格EN50159に基づく、人と共存して働くロボットの実現に不可欠な符号化パターンを用いた光マーカーによるセンシングシステムを開発した。

- 従来のカメラシステムや画像処理では人を確実に捉えるということが困難でした。もしも人の検出に失敗すればロボットと作業員との衝突事故に直結するため、これまで産業ロボットは柵囲による人との分離作業を原則としていましたが、本技術を用いると人がロボットに近付くとそれを検知してロボットを停止させることができ、衝突を避けることができます。
- 本技術は国際安全規格や国の安全性ガイドラインに適合し世界に通用するシステムです。

競合技術への強み

	多品種少量生産	生産性、ばらつき	安全性	初期導入コスト
人手のみのセル生産(従来技術)	◎ (多品種生産も可能。新品種にも1日以内に対応)	△ (繰り返し作業を続けるのは苦手。ばらつきもある)	○ (従来の機械安全規格を遵守すれば安全)	△ (毎年約600万円(近年は大量の人手確保が困難))
ロボットのみ完全自動化(従来技術)	× (多品種への対応は1日程度。新品種への対応は場合によっては数週間かかる)	◎ (対象の作業に最適化するため、生産速度は最も速い)	○ (人がいないので安全だが、メンテナンス時には不注意による事故が起きやすい)	× (約2000万円(初期導入時に高額な設備開発費が必要))
ビジョンシステム搭載ロボット(本研究の技術)	○ (切り替えて手間のかかる部分は人手にすれば、数日で新品種にも対応可能)	○ (人とロボットで得意な作業を分担し、生産性が上げられる)	○ (本研究により、人とロボットが共存しても安全性が確保される)	○ (約500万円(汎用ロボットに追加する形で安全対応化))

▲工場での生産方式の違いに基づく従来技術と本技術との比較表

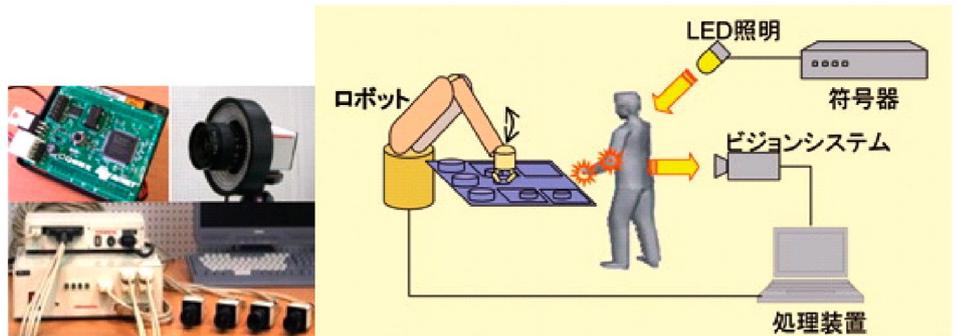
①**ロボットと人手の良いところを活かす**：人手のみのセル生産も、ロボットのみ完全自動化生産も、生産する商品の種類や生産性については一長一短がありますが、本システムは人とロボットが共存して作業することで、それぞれの良いところを活かし、生産の最適化が可能になります。

②**安全性の向上**：人とロボットが共存できる安全性を確保するには、人がどこにいるのかをリアルタイムで確実に検出できるシステムでなければなりません。本システムでは、発光マーカーとビジョンセンサの組み合わせ利用によりそれを実現しました。

ここがポイント

本研究でクリアしなければならなかった最大の課題は「絶対に間違えずに100%の確率で、確実に人の位置を検出する」ということです。本研究は人に発光マーカーを装着し、その光をカメラで受光して解析するシステムなので、人から発せられた光を100%確実にカメラが受光できれば、100%で人の位置を検出できるということになります。そこで、この「発光-受光」の関係を「通信システム」として読みかえ、発光については、機械や外部などからの光と絶対に間違わないものに、受光については絶対に捉え損なわないものにすればよい、と課題を明確にしました。

発光については、点滅パターンをヨーロッパの国際安全規格である通信安全規格EN50159に沿って符号化することで、他の光と絶対に間違わないようにしました。さらに、ロボットと人間ができるだけ近くで作業できるように、可能な限り速く点滅するようにしました。一方の受光については、速い点滅を確実にとらえるために、超高速カメラを用いて、1秒間に1000コマを取り込んで処理ができるシステムを採用しました。



▲本システムを構成している発光マーカー(左上)、カメラ(右上)、超高速ビジョン(下)と本システムの概略図(右)

ブレイクスルーへの道のり

2004年以前：東大の石川正俊教授が提唱する1ms(0.001秒)超高速ビジョンシステムを石川正俊教授と本提案者が開発。常識を超えた超高速のターゲットトラッキングを実現。この研究は高く評価され、その後様々な高速画像フィードバックやビジョンチップの開発に発展する。

2005年：本提案者がこの高速ビジョン技術の実用化に悩んでいたとき、産総研・知能システム研究部門の安全知能研究グループの山田陽滋グループリーダーとの議論から、産業生産におけるロボットのみ完全自動化は困難で、人との共存ラインのニーズを感じ、同時に共存ラインの安全性を含めた生産環境での安全規格の重要性を知る。そして高速ビジョン実用化の突破口として、ロボットの安全用途への利用を決断。山田グループリーダーのもと、新たに安全技術を勉強し、新しい安全ビジョンの研究を開始。

2006年：ロボットの安全性は、機械安全として国際規格や国の労働安全衛生規則の中に体系付けられており、これに沿った形でビジョンシステムを構築していくという研究の方向性を固める。これらのアイデアを具体的なプランとしてブラッシュアップし、平成18年度第1回産業技術研究助成事業に応募し、採択。当時すでに生産作業用ロボットの開発メーカと共同研究を始めており、実用化フェーズの2年間の研究としてスタートする。

2007年：ビジョンシステムのプロトタイプが完成。その後、点滅のアルゴリズム開発と安全性の保証を与えるための理論的な研究を推し進める。

2008年：最終的に符号化光パターンの送信と受信という形で国際安全通信規格を適用し、全体システムを完成。同時に、必要な要求仕様の最小セットを抽出してコストを最小化し、最適化するための新規システムの開発を行う。現在はシステムの動作を確認し、実地での検証実験を始めている。

■サクセス・キー

新規技術の適用という観点以外に、実用化に必要な条件、特に国際安全規格等のクリアすべき条件と枠組みを十分見定めて研究を進めたことが良かったと感じます。研究のコンセプトをしっかりと立て、実際にシステムを作って動かし、決してあきらめず柔軟に考え続けることが重要だと思います。

■ネクスト・ストーリー

発光パターンは国際安全規格EN50159に基づいているので認証には問題はありませんが、点滅ランプの寿命など各デバイスの品質について認証をクリアするレベルにまで上げる必要があります。この点を踏まえ、今後実際にロボットを用いて模擬生産環境をセットアップし、安全な共存作業の実験を行っていき、システムの実用化に向けて、安全性の保証を確立したいと思います。

実用化が順調に進み、応用例が増えて技術が広がれば、これを日本発の安全技術として国際規格に採用されるまで進めていきたいと思っています。また将来的には福祉分野での利用も可能ではないかと考えています。



プロジェクトID・研究テーマ名・年度

06A34203a「人と共存して動作する次世代生産ロボットの高速ビジョン安全領域センサの開発」(平成18年度第1回公募)

代表研究者・所属機関・所属部署名・役職名

中坊 嘉宏 独立行政法人産業技術総合研究所 知能システム研究部門 安全知能研究グループ 研究員