

食品混入異物検査用分光イメージングセンサの開発

食品混入異物検出および品質評価のための分光イメージングセンサの開発

(平成25～27年度)

企画調整部 ○本間稔規、高橋裕之
情報システム部 岡崎伸哉、飯島俊匡、橋場参生
㈱安西製作所 北海道支店

1 はじめに

加工食品の製造工程において、異物混入に対する迅速・適切な対処はクレームや事故などを未然に防ぐために非常に重要である。そのため、多くの食品加工工場では X 線異物検査装置や金属探知機などが導入され、オンラインで全数検査が行われている。しかし、これらの検査装置を用いても人毛、プラスチック片、虫などの異物は検出が困難であり、目視検査で対応しているのが現状である。当場では人毛などの非金属、低密度の異物検出を目指して分光イメージングによる食品混入異物検出技術の開発を進めている。これまでの分光イメージング装置はスキャン型(図1)であり、カメラの撮像速度が検査速度の律速となっていた。また、分光器、カメラが高価であることから、検査装置のコスト上昇の要因となっていた。そこで本研究では、従来の分光イメージングシステムにおいて課題であった、検査速度および製品コストを改善し、食品工場の製造工程に導入可能な検査装置の開発を目的として、新規の多眼式分光イメージングセンサの開発を行った。また、装置の性能向上を図るために、計測対象にあわせて照明を制御するプログラマブル照明を開発した。

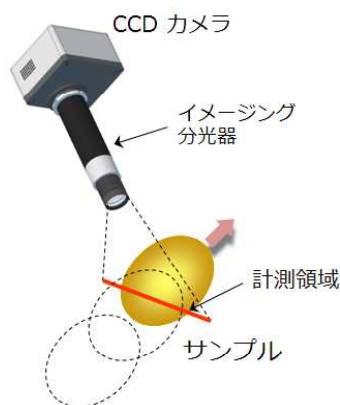


図1 スキャン型の分光イメージング光学系

2 開発したシステムの概要

食品検査用分光イメージングシステムの構成要素である分光イメージングセンサ、プログラマブル照明について概要を示す。

2. 1 多眼式分光イメージングセンサ

開発した多眼式分光イメージングセンサを図2に示す。この分光イメージングセンサは、複数の撮像素子、分光光学系により構成される。各撮像素子につき4波長の分光画像を取得可能である。この分光光学系では入射光に対して角度を設定することで透過中心波長が変化するチューナブルバンドパスフィルタ(Semrock製)を用いており、フィルタ毎にアクロマティックレンズを設置し撮像素子に結像する構造である(図3)。

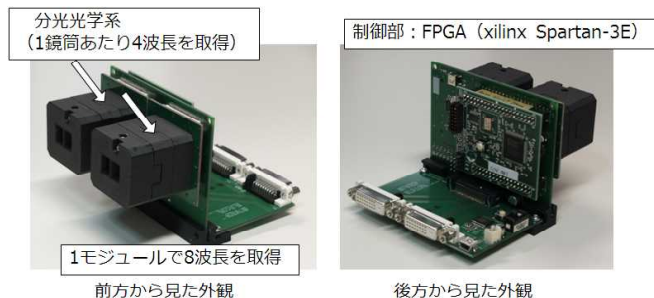


図2 多眼式分光イメージングセンサ外観

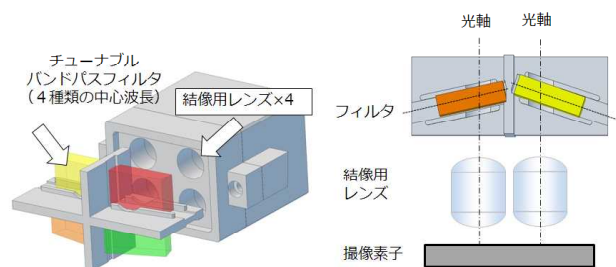


図3 分光光学系の構造

この多眼式分光イメージングセンサでは1つのユニットに2つの分光光学系を搭載する。分光光学系ごとに4波長の分光画像を取得可能であり、1ユニットでは8波長の分光画像を取得することが可能である。分光光学系のフィルタはそれぞれ透過波長を変更可能であり、また必要な波長数にあわせてユニットの数を増やすことで、計測対象にあわせたシステム構築が可能である。このセンサにより取得した分光画像はデータ中継ユニットを経由してデータ解

析用 PC に転送される（図 4）。

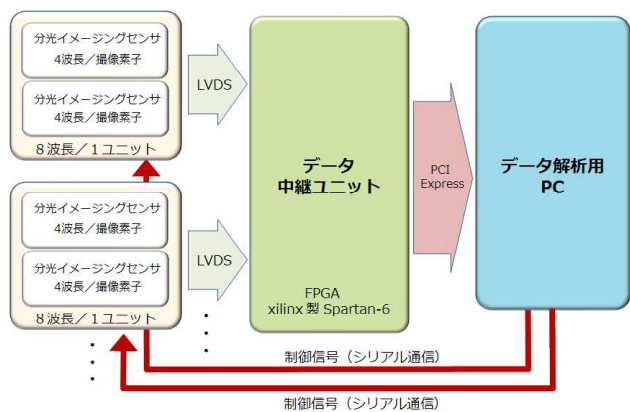


図 4 検出部のブロック構成

2. 2 プログラマブル照明

光計測において照明の最適化が重要である。従来の分光イメージングシステムでは、計測対象によらず一定の条件の照明を用いていた。そのため計測対象の表面状態によって照度が不均一となったり、不要光成分が生じるなどの課題があった。本開発では計測対象の形状に応じて照明の最適化を実現するプログラマブル照明を開発した（図 5））。この照明は DLP モジュール（TI 製）を用いており、ラインレー

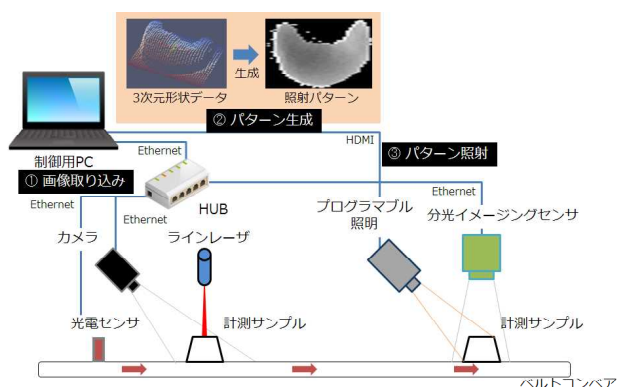


図 5 プログラマブル照明を組み込んだコンベアラインの構成例

ザを用いた光切断法で形状計測を行う。取得した形状点群データから面の方向を求め、それをもとに検出器に入射する光線成分を計算することで形状の違いに起因する照度のばらつきを抑制する。図 6 に計測サンプル（例：ナッツ）表面での照度分布を一樣照明とプログラマブル照明で比較したシミュレーション例を示す。照度分布のばらつきを（計測値の標準偏差）／（計測値の平均値）を評価値として比較すると、一樣照明では 0.37、プログラマブル照明では 0.21 となり、照度の変動を半減できることがわかった。このように計測対象のみに照明することやそ

の形状にあわせた照明強度の最適化処理の有効性を確認した。

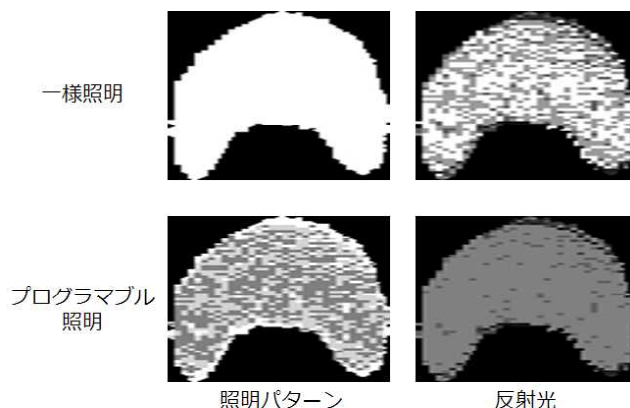


図 6 プログラマブル照明による照度改善効果のシミュレーション

2. 3 異物検出アルゴリズム

異物検出のデータ解析手法として、主成分分析と 1-class サポートベクターマシンを組み合わせたアルゴリズムを開発した。このアルゴリズムにおいて、主成分分析を適用することにより特徴量空間において性質が類似するデータ（ここでは正常な食品）と類似しないデータ（ここでは異物）を分離し、1-class サポートベクターマシンにより判別を行う。図 7 に挽肉に人毛を付着させた計測サンプルに対して本アルゴリズムを適用して人毛部分を検出した例を示す。

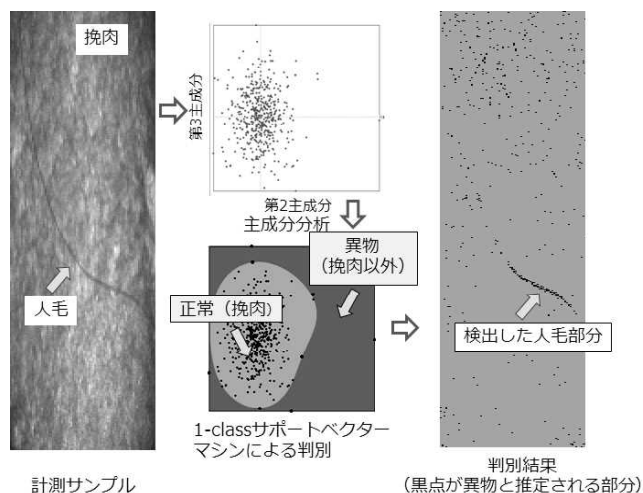


図 7 データ解析による異物検出例

3. おわりに

食品混入異物の検出を行うための新たな分光イメージングセンサを開発した。従来の分光イメージングシステムと比較し、低コスト、高速化を実現した。現在、試作機による性能評価を進めており、今後実用化に向けた開発を進めていく予定である。

（連絡先：honma-toshinori@hro.or.jp、011-747-2341）