

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	MAHIRAH BINTI JAHARI
論文題目	Double Lighting Machine Vision System for Rice Quality Evaluation (コメの品質評価のためのダブルライティングマシンビジョンシステム)		
(論文内容の要旨) コメの品質評価に関しては現在までに多くの研究報告があり、いくつかの装置が開発されている。それらの多くは、収穫後に水分やタンパク質を対象とした近赤外分光法や画像処理を利用したものである。近年の稲作においては、収穫作業時に米の水分や収量を計測することにより、ほ場でのばらつきをとらえ、精密農業が行われるようになってきた。もし、コンバイン収穫時に収穫直後の粳の選別状態をモニタリングできれば、さらに良い条件でコンバインの走行速度、刈り高さ、こぎ深さ、ファンの風速等が制御可能となり、一般に収穫量の5%と言われる収穫時の生産物ロス削減につながる。 本論文は、コンバインで稲を収穫する際、数多くある制御項目を最適に制御するためのモニタリング用マシンビジョンについて述べたもので、脱穀後にグレインタンク内で茎葉の混入、粳の損傷、果柄の寸法等を画像計測した結果が詳述されている。そのマシンビジョンシステムは、フロントライトとバックライトの2種類のLEDおよびWEBカメラを有し、ほぼ同時に入力可能な2種類の画像から、種々の異なる特徴量を抽出している。そのダブルライティングイメージングの特徴を活かし、コンバイン収穫時にグレインタンク内で粳をモニタリングすること、およびこれまで困難とされていた酒米(玄米)の心白検査や鮮度を計測することを試み、その可能性を述べて締めくくっている。 本論文は6章から構成され、第1章で本研究の背景、研究目的、論文の構成を述べた後、第2章では過去の数多くの文献を紹介すると共に、コンバインの構造、制御の仕組みを述べている。それにより、脱穀直後の粳をモニタリングすることで、コンバインの各種機能がより良く制御可能になるとしている。 第3章では、今回開発したダブルライティングマシンビジョンシステムのハードウェアが詳述されている。まず、フロントライトにはリング状の白色LED(色温度5500 K)が選択され、ハレーションを避けるために偏光フィルタがLEDとカメラレンズ前面に装着された。バックライトは75 mm×75 mmの対象面が均一に照射されるよう面状のドームLED(色温度6600 K)が用いられ、その上に光を散乱させるため、すりガラスで覆うことによって均一な照射が達成された。本装置はコンバインのグレインタンク内に設置されることを考慮し、カメラにはコンパクトなUXGAのウェブカメラが選択されたことで、その解像度は22画素/mmとなった。 第4章では、ほ場においてコンバインを用い、種々の条件下で実際に収穫直後の粳を対象にして本装置で画像入力した結果が説明されている。粳、玄米自身はダブルライティングシステムの両画像でどちらも良好に識別され、果柄、玄米および損傷粒はバックライティングで、茎葉等、色の付いた対象物はフロントライトが効果的であり、いずれも良好に認識された。 第5章では、このダブルライティングマシンビジョンシステムを酒米の品質評価に用いた結果が述べられている。まず、酒米を心白米、無心白米、乳白米、死米の4種類に分け、蛍光特性を調べたところ、いずれも350 nmから390 nmの励起波長で420 nm			

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

から470 nmの発光を示したが、特に乳白米では400 nmよりも長い波長において4種類の中で最も強い蛍光を示し、死米は最も弱い反応を示した。このことを利用してこれまで困難とされてきた乳白米と心白米の区別を行った結果、91%の精度で識別可能であるとしている。

第6章は各章の総括をすると共に、実際に本システムをコンバインのグレインタンク等で実利用する場合、および酒米の品質評価で用いる場合の提案をして締めくくっている。

(論文審査の結果の要旨)

本研究は2種類のLEDを用い、コンパクトなダブルイメージングの装置を設計・試作し、コメ収穫時のモニタリングおよび収穫後の品質評価の可能性を示したものである。これまでコンバインのグレインタンクにセンサを導入し、その脱穀処理の結果に基づいて各機能の精密な制御を行おうとする研究は報告されていない。また、マシンビジョン等では酒米の心白米と乳白米の区別は困難とされてきた。本論文では試作した装置を用いてコンバインの精密制御および酒米の心白米の識別可能性を示したものであり、評価できる点は以下の通りである。

1. フロントライトのリング状白色LEDとバックライトの面状ドームLED、コンパクトなUXGAカメラからなるマシンビジョンシステムを設計・試作し、均一な照射条件に基づく高品質な2種類の画像を得ることに成功した。この装置はコンバインのグレインタンクでのモニタリングのみならず、収穫後のコメの品質評価にも用いることができた。
2. 種々の条件下でコンバインによる収穫直後の籾を対象に画像入力した結果、籾と玄米はダブルライティングシステムの両画像でどちらも良好に識別された。また、果柄、玄米および損傷粒はバックライティングが、茎葉等、色を呈する対象物はフロントライトによる画像が効果的であることを示した。
3. 本マシンビジョンシステムを酒米の品質評価に用い、これまで困難とされてきた心白米と乳白米との区別を行った結果、91%の精度で良好に識別可能であるという結果を示した。

以上のように、本論文はコンバインの自動制御のためのモニタリング、収穫後のコメの品質評価において良好な結果を示している。本マシンビジョンシステムはコメのみならず、他の穀物等への展開も可能と考えられることより、今後の穀物生産の機械化、情報化に関して大きな貢献が期待できる。このことから生物センシング工学、フィールドロボティクス、農業システム工学の発展に寄与するところが多い。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成29年10月24日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することと支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降（学位授与日から3ヶ月以内）