

論文審査の結果の要旨

報告番号	博(生)甲第239号	氏名	入江直樹
学位審査委員	主査	石松 隆和	
	副査	林 秀千人	
	副査	才本 明秀	
<p>論文審査の結果の要旨</p> <p>入江直樹氏は、2007年4月に長崎大学大学院生産科学研究科博士後期課程に社会人学生として入学し、現在に至っている。同氏は、生産科学研究科に入学以降、システム科学を専攻して所定の単位を修得するとともに、農業ロボットの自律化に関する研究に従事し、その成果を2010年12月に主論文「アスパラガス収穫のための自律型農業ロボットに関する研究」として完成させ、参考論文として、学位論文の印刷公表論文4編（うち審査付き論文4編）を付して、博士（工学）の学位の申請をした。長崎大学大学院生産科学研究科教授会は、2010年12月15日の定例教授会において論文内容等を検討し、本論文を受理して差し支えないものと認め、上記の審査委員を選定した。委員は主査を中心に論文内容について慎重に審議し、公開論文発表会を実施するとともに、最終試験を行い、論文審査および最終試験の結果を2011年2月16日の生産科学研究科教授会に報告した。</p> <p>提出論文は、長崎県がブランド化を進めているアスパラガスの自動収穫を実現する農業ロボットを提案している。長崎県におけるアスパラガスの収穫量は全国3位と高く、多くの栽培農家では、半促成長期どり栽培方式が採用され、畝の中央部に大きく生育させたアスパラガスの親茎の間に新たに成長する新茎を一本ずつ収穫することがなされている。この方式では高い収量を期待できるが、短期間に集約した収穫作業は大変な重労働であり、その収穫作業の軽減が求められていた。</p> <p>本論分では、まず、アスパラガス栽培用に新しく考案された圃場で利用できるアスパラガス収穫ロボットの試作機について述べている。本試作機は、圃場の畝に沿って設置されたレール上を走行し、独自に開発されたセンサによって、アスパラガスの収穫適期の判断を行うと同時にアスパラガスを一本ずつ収穫する機能を有する。本機能を実現するために、試作機には、2本のスリット光とカメラで光利切断法を実現したアスパラガス位置検出センサと、2本のフィンガによりアスパラガスを把持しカッターで切り取る指先部、さらに円筒カム機構により高速に腕部の伸縮を実現するロボットアーム、そしてロボットをレール上で走行させる電動台車か</p>			

ら構成されている。試作機を用いた収穫実験結果により、アスパラガス位置検出センサは $\pm 2\text{ m}$ の精度を有しており、収穫適期と判断される $25\text{ cm}$ の長さまで生育したアスパラガスの位置を認識し、ロボットハンドによる自動的な収穫を実現できた。しかし、収穫速度が1本当たり14秒を越えており、より高速に位置精度を保って確実な収穫作業を実現するためには、収穫シーケンスの改善、ロボットハンドの自由度数の変更を伴う大幅な軽量化、アスパラガスの把持切断機構の見直し、電動台車の分割小型化等が求められた。

次に、試作機の評価結果を考慮して大幅に軽量化と動作の高速化を実現した実証機について述べている。ロボットハンドの上下動する機構部の機械的自由度を減らすことによるハンド部分の重量の大幅な減少、さらにロボットハンドの収縮動作と切断動作を一つの動作で実現すること等により、ロボット全体重量の大幅な軽量化が実現できた。また、アスパラガス位置検出センサの取り付け位置をロボットハンドの近傍に配置することで、収穫動作精度も向上し、より確実な把持切断動作が実現できた。複数の畝間を移動する台車機構を採用した実験圃場での、実証機を用いた収穫実験では、 $180\text{ mm}$ の走行と計測、把持、切断そして収納までの動作を12秒で行った。この収穫速度は、実証機を20時間自動運転させた場合に、1日で6000本を収穫することに相当している。この性能向上に加え、実証機には新たにアスパラガスの穂先を揃える機能が追加され、その実用度が高められている。

以上のように本論文は、逼迫している世界の食糧事情を改善する手段として期待されている農業ロボットに関するもので、アスパラガス収穫を実現するロボットシステム構成を提案し、実証機によりその有効性を示しており、今後の農業ロボットの発展に多大の寄与をするものと評価できる。

学位審査委員会は、ロボット工学の分野において極めて有益な成果を得るとともに、今後の工学の進歩発展に貢献するところが大きく、博士（工学）の学位に値するものとして合格と判定した。