ธีรวัฒน์ เจเถื่อน : การพัฒนาระบบออกแบบเส้นทางของรถแทรกเตอร์อัตโนมัติเพื่อการเลี้ยวกลับหัวแปลง (DEVELOPMENT OF TRAJECTORY PLANNER OF AUTONOMOUS TRACTOR FOR HEADLAND TURNING OPERATION)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พยุงศักดิ์ จุลยุเสน, 172 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบออกแบบเส้นทางของรถแทรกเตอร์อัตโนมัติสำหรับการเลี้ยวกลับหัวแปลง การเลี้ยวกลับหัวแปลงแบบหางปลาถูกนำมาใช้เพราะใช้พื้นที่หัวแปลงน้อย เส้นทางเลี้ยวกลับแบบหางปลาประกอบด้วยเส้นทางย่อย 5 เส้นทาง คือ ส่วนโค้งเปลี่ยนขาเข้า ส่วนโค้งวงกลมขาเข้า ส่วนโค้งวงกลมถอยหลัง ส่วนโค้งวงกลมขาออก และส่วนโค้งเปลี่ยนขาออก ส่วนโค้งเหล่านี้ถูกออกแบบโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่าง เรขาคณิตของรถแทรกเตอร์ ความเร็วในการเคลื่อนที่ และระยะห่างระหว่างแถวพืช ซึ่งสามารถสร้างเส้นทางเลี้ยวกลับแบบหางปลาได้ 6 รูปแบบ ครอบคลุมการเลี้ยวกลับหัวแปลงไปร่องทางซ้าย ร่องทางขวา และร่องเดิม ในการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์รถแทรกเตอร์ถูกสร้างด้วยแบบจำลองทางคิเนเมติกส์แบบ 2 มิติ การจำลองสถานการณ์ถูกกระทำภายใต้สภาวะที่มีสิ่งรบกวนต่อระบบควบคุมเพื่อทดสอบสมรรถนะของตัวควบคุมแบบวงเปิดและตัวควบคุมแบบป้อนกลับ สิ่งรบกวนของระบบควบคุมถูกกำหนดจากความคลาดเคลื่อนของมุมเลี้ยว ตัวควบคุมแบบป้อนกลับด้วยเทคนิคการวางตำแหน่งโพล ถูกนำมาใช้ชดเชยค่าความผิดพลาดทางตำแหน่งและทิศทางหน้ารถ โปรแกรมจำลองสถานการณ์พัฒนาโดยใช้ซอฟแวร์ LabVIEW แบบจำลองของรถแทรกเตอร์ถูกสร้างทั้ง 2 มิติและ 3 มิติ เพื่อความเสมือนจริง จากการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์พบว่าระบบออกแบบเส้นทางที่พัฒนาขึ้นสามารถสร้างเส้นทางกลับเลี้ยวหัวแปลงได้อย่างราบเรียบ และตัวควบคุมแบบป้อนกลับสามารถควบคุมรถแทรกเตอร์ไปบนเส้นทางได้อย่างถูกต้อง รถแทรกเตอร์ถูกติดตั้งระบบควบคุมการบังคับเลี้ยวอัตโนมัติ ระบบระบุตำแหน่งของรถแทรกเตอร์ ระบบควบคุมคลัตช์และเกียร์ และระบบประมวลผลสำหรับการทดสอบสมรรถนะในแปลง จากการทดสอบสมรรถนะของตัวควบคุมด้วยรถแทรกเตอร์อัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นบนพื้นปูนและพื้นดินพบว่า ตัวควบคุมแบบวงเปิดไม่สามารถบังคับเลี้ยวรถแทรกเตอร์ไปยังตำแหน่งเป้าหมายได้ ส่วนตัวควบคุมแบบป้อนกลับสามารถควบคุมรถแทรกเตอร์ไปบนเส้นทางเลี้ยวกลับหัวแปลงได้ด้วยระดับความถูกต้องที่ยอมรับได้ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า ตัวควบคุมการเลี้ยวกลับหัวแปลงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง

สาขาวิชา วิศวกรรมเกษตร ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2561 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

TEERAWAT JATUAN : DEVELOPMENT OF TRAJECTORY PLANNER OF AUTONOMOUS TRACTOR FOR HEADLAND TURNING OPERATION. THESIS ADVISOR :ASST. PROF. PAYUNGSAK JUNYUSEN, Ph.D., 172 PP.

TRAJECTORY/AUTONOMOUS TRACTOR/HEADLAND TURNING

The objective of this study was to develop a trajectory planner of autonomous tractor for headland turning operation. The fish-tail headland turning was employed due to small area used. The fish-tail turning consisted of five paths, i.e. two arcs of clothoid and three arcs of circle. These paths were generated based on the relationship among tractor's geometry, ground speed and crop row distance. Six patterns of fish-tail turning could be designed for turning to left-side furrow, right-side furrow and same furrow. A two-dimensional kinematic model of the tractor was used in computer simulation. The simulation study was conducted under disturbed condition in order to examine the performance of both open loop and feedback controllers. The disturbance was defined from the deviation of the steering angle. The pole-placement feedback controller was employed for reducing the positional and heading displacements. The simulation program was written using LabVIEW. Both two-dimensional and three-dimensional graphic models of the tractor were used. The simulation results showed that the trajectory planner could generate the headland turning smoothly and the pole-placement controller could steer the tractor along the designed trajectory precisely. The actual-size tractor was equipped with the steering controller, the positioning system, the clutch and gear manipulating system and the processing system to conduct the field experiments. From the performance test using the autonomous tractor on concrete and ground

surfaces, it was found that the open-loop controller could not steer the tractor to the final position. Meanwhile, the pole-placement controller could steer the tractor along the designed headland turning trajectory with an acceptable level of accuracy. The experimental results showed that the headland turning algorithm could be used for practical application.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Agricultural Engineering Student's Signature

Academic Year 2018 Advisor's Signature