

พงศธร ลาเสียว : การประมาณค่าอัตราเร็วของยานพาหนะด้วยแบบจำลองเชิงตัวเลข
(VEHICLE VELOCITY ESTIMATION BY USING NUMERICAL MODELS)

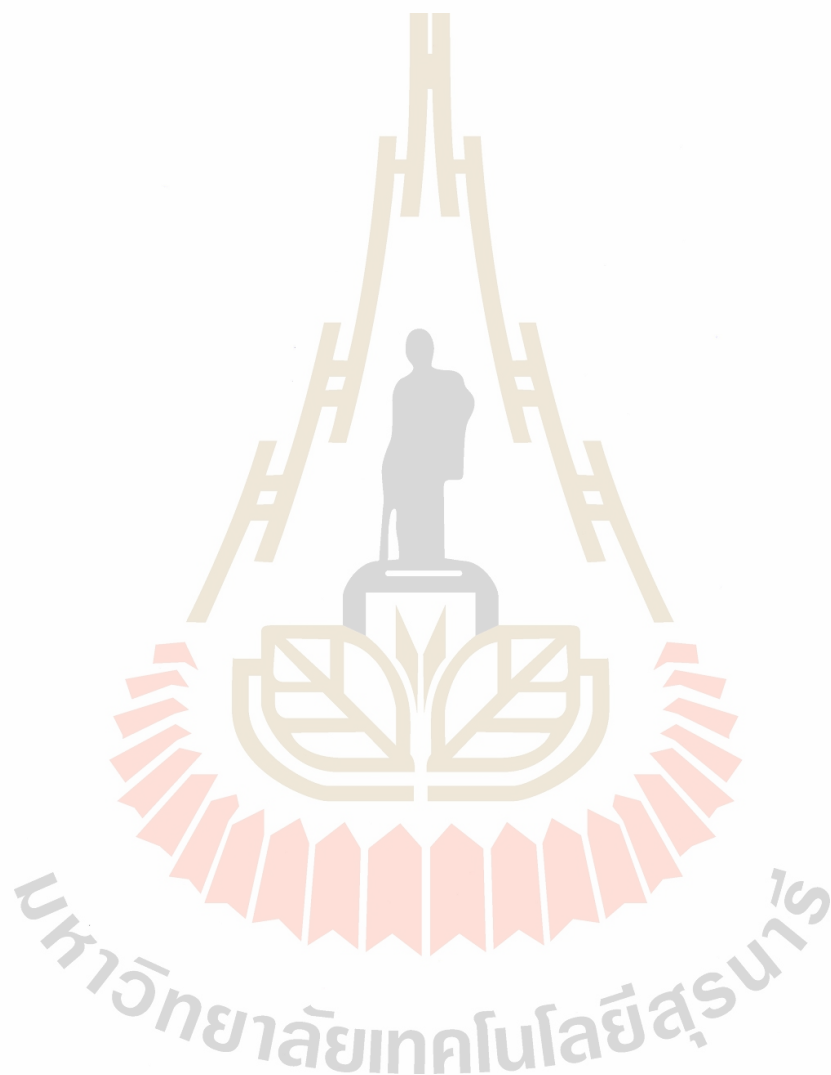
อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. วิโรจน์ แสงธทอง, 134 หน้า

คำสำคัญ : การประมาณค่าอัตราเร็ว/ แบบจำลองเชิงตัวเลข/ ยานพาหนะไฟฟ้า/ การจำลองสถานการณ์ที่ใช้ฮาร์ดแวร์ในลูป/ ระบบควบคุมอัตราเร็ว

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอแบบจำลองเชิงตัวเลขที่ประมาณค่าอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ แบบจำลองเชิงตัวเลขดังกล่าวประกอบด้วยแบบจำลองออยเลอร์ย้อนหลัง แบบจำลองกฎสี่เหลี่ยมคางหมู และแบบจำลองอนุกรมเทย์เลอร์ ยานพาหนะภาคพื้นดินที่พิจารณามีแบบจำลองพลวัตไม่เชิงเส้นอันดับหนึ่งของการเคลื่อนที่ในทิศทางตามยาวในเวลาต่อเนื่อง เนื่องจากยานพาหนะมีแรงขับเคลื่อนและแรงเบรกที่เป็นปริมาณอินพุต และมีอัตราเร็วที่เป็นตัวแปรสถานะและปริมาณเอาต์พุต การสร้างตัวสังเกตสถานะที่ประมาณค่าอัตราเร็วจึงไม่สามารถใช้งานแทนที่เซนเซอร์วัดอัตราเร็ว เพราะตัวสังเกตสถานะต้องการอัตราเร็วที่ได้จากการวัดและใช้ปริมาณอินพุต นำมาประมาณค่าอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ การประมาณค่าอัตราเร็วจึงเข้าซ้อนกับสัญญาณวัดอัตราเร็วและไม่มีประโยชน์ในทางวิศวกรรม เมื่อยานพาหนะมีการเคลื่อนที่และมีการหมุนของล้อยางที่ไม่มีการลื่นไถล วิธีเชิงตัวเลขที่คำนวณหาผลเฉลยหรือคำตอบของสมการเชิงอนุพันธ์สามัญอันดับหนึ่งที่ประกอบด้วยวิธีออยเลอร์ย้อนหลัง วิธีกฎสี่เหลี่ยมคางหมู และวิธีอนุกรมเทย์เลอร์ จะเปลี่ยนรูปแบบจำลองพลวัตการเคลื่อนที่ในเวลาต่อเนื่องไปเป็นแบบจำลองเชิงตัวเลขในเวลาดิสครีตที่คำนวณหาอัตราเร็ว แบบจำลองเชิงตัวเลขใช้ปริมาณอินพุตเท่านั้นและไม่ต้องการอัตราเร็วที่ได้จากการวัด ถ้าระบบควบคุมอัตราเร็ววงปิดของยานพาหนะมีสัญญาณป้อนกลับที่เป็นสัญญาณวัดอัตราเร็วเกิดการขาดหายหรือเซนเซอร์วัดอัตราเร็วเกิดความล้มเหลวในการทำงาน แบบจำลองเชิงตัวเลขจะมีบทบาทและแทนที่เซนเซอร์วัดอัตราเร็ว และระบบควบคุมวงปิดได้รับสัญญาณป้อนกลับที่เป็นอัตราเร็วที่ได้จากการประมาณค่า ระบบควบคุมวงปิดยังคงควบคุมอัตราเร็วและรักษาการเคลื่อนที่ต่อไปได้อย่างต่อเนื่อง เมื่อแบบจำลองเชิงตัวเลขมีค่าพารามิเตอร์ที่ถูกต้อง และยานพาหนะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าและถอยหลัง หรือยานพาหนะไฟฟ้าเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเพิ่มขึ้น อัตราเร็วคงที่ อัตราเร็วลดลง และอาจจะจอดหยุดนิ่ง เรียงตามลำดับซ้ำกันหลายรอบ

ผลการจำลองสถานการณ์และผลการจำลองสถานการณ์ที่ใช้ฮาร์ดแวร์ในลูป (Hardware In the Loop : HIL) ที่ใช้โปรแกรม MATLAB/Simulink ร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์หรือการ์ดคอนโทรล (control card) F28335 (TMDSCNCD28335 R2.2) จะแสดงถึงสมรรถนะสูงของการ

ประมาณค่าอัตราเร็วที่ติดตามผลตอบสนองอัตราเร็ว และยืนยันโอกาสและความเป็นไปได้ในการใช้งานแบบจำลองเชิงตัวเลขแทนที่เซนเซอร์วัดอัตราเร็วทางกายภาพ



สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา 2568

ลายมือชื่อนักศึกษา.....พงศ์จร

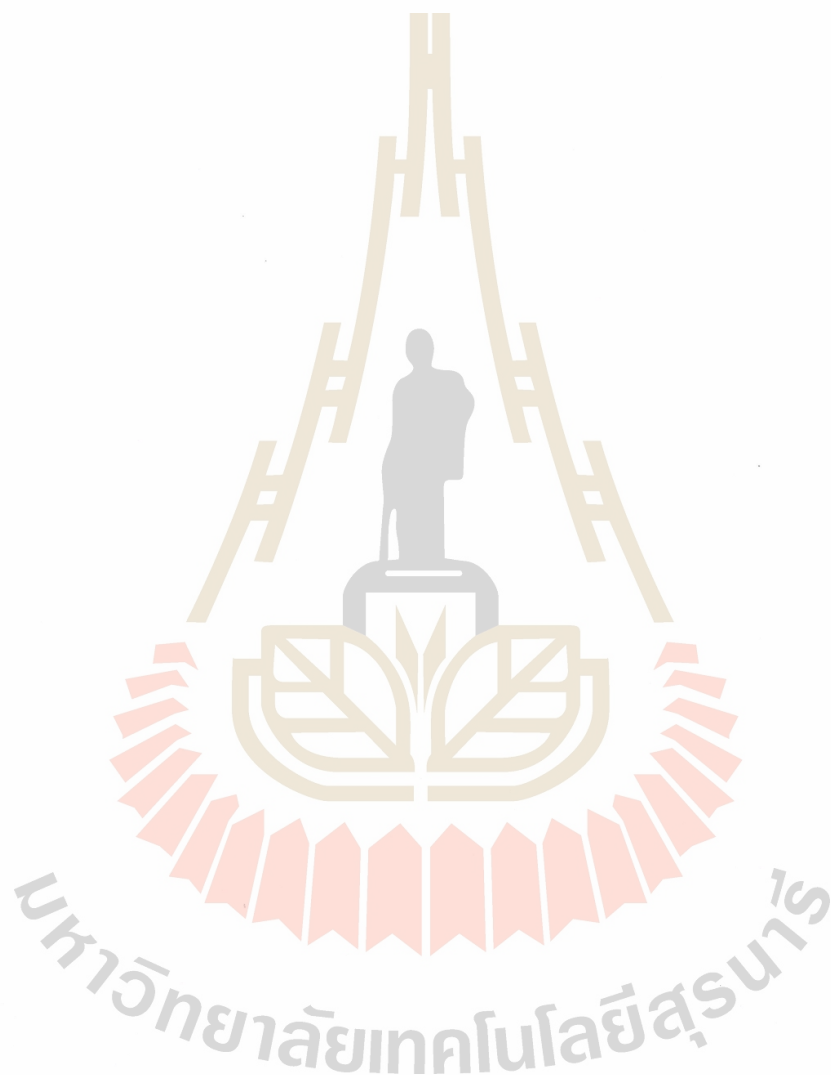
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....วิรัตน์ แสงทอง

PHONGSATHON LASEAW: VEHICLE VELOCITY ESTIMATION BY USING NUMERICAL MODELS. THESIS ADVISOR: WIROTE SANGTUNGTONG Ph.D, 134 PP

Keyword: Velocity estimation/ Numerical model/ Electric vehicle/ Hardware-in-loop simulation/ Velocity control system

This thesis describes a few of the numerical models which estimate the velocity of vehicle motion. Such numerical models enumerate the backward Euler model, the trapezoidal rule model, and the Taylor expansion model. The pondered ground vehicle characterizes a first-order nonlinear dynamic model of longitudinal motion in continuous time. The vehicle holds propulsion and braking forces as its one input-quantity and retains velocity as its one state-variable and output-quantity. Thus, the construction of a state observer that estimates the velocity is unable to replace the velocity sensor. Because the state observer needs the monitored velocity and employs the input quantity to estimate the vehicle velocity, the velocity estimation becomes redundant with the velocity signal and goes useless in view of engineering. When the vehicle travels and its wheels rotate without slip between tires and road surface, some numerical methods which determine the solution of the first-order ordinary differential equations, listing the backward Euler method, the trapezoidal rule method, and the Taylor expansion method, all convert the continuous-time dynamic model of motion into relevant numerical models in discrete-time that iteratively compute the velocity. These numerical models use only the input quantity and do not require the measured velocity. Whenever the closed-loop cruise control system of vehicle loses its velocity-feedback signal or the velocity sensor fails, the above numerical models play a role in availability and give the substitution of the velocity-sensor, and then the closed-loop control system receives the estimated velocity as its feedback signal, and therefore the control system still handles precisely the velocity and further maintains motion. When the numerical models are associated with their correct parameters and either the vehicle moves forward and reverses, or even the electric vehicle maneuvers repetitively under acceleration, constant velocity, as well as deceleration that may bring to a standstill respectively, the computer simulation and hardware-in-loop

simulation results yield the high performance of the velocity estimation tracking velocity response and confirm the opportunity and feasibility of the replacement of the physical velocity sensor by the proposed numerical models.



School of Electrical Engineering
Academic Year 2025

Student's Signature.....พยศธร
Advisor's Signature.....วิชัย แก้วทอง