الآية

قال الله تعالى:

بسم الله الرحمن الرحيم

{إنَّ في خلْقِ السَّمواتِ والأرضِ واختلافِ اللَّيلِ والنَّهارِ لآياتٍ لأولي الألباب الَّذين يَذْكُرونَ الله قياماً وقعوداً وعلى جُنوبهم ويتفَكَّرونَ في خلْقِ السَّمواتِ والأرضِ ربَّنا ما خلَقْت هذا باطلاًسبحانَك فَقِنَا عذابَ النار}

صدق الله العظيم

سورة آل عمران الآية (190-191)

DEDICATION

To my beloved,

parents "Mohamed Elfatih and Fawzia Nadeem", wife and son "Safa and Ahmed", and brothers "Walla and Wail", whom always stand behind me, and gave me ability and strength to proceed on this work. Their love and affection help me stand where I am. To all of those encouraged me to carry out this work

ACKNOWLEDGMENT

First of all, I thank Allah to give me this opportunity to carry out this work. My deep gratitude and sincere thanks is to my advisor Dr. Ibrahim. M. H. Sanhoury (in the Department of Control Engineering of Alnileen University) for his continuous and patient guidance helping me discovers abilities I did not know I had. Also, for the honest and valuable advises he gave me; besides, he was an inspiration and mentor. My sincere appreciation to the staff of Electrical Engineering, Sudan University for their: valuable suggestions, consult, and moral support. Finally, I sincerely thank Alzergaa Engineering Complex (ZEC) for postgraduate financial support in Sudan University.

ABSTRACT

This thesis presents derivation of a trajectory tracking and posture stabilizing controller for a differentially-driven Wheeled Mobile Robot (WMR). The robot vehicle is a sturdy platform actuated by Direct Current (DC) motors capable of steering the WMR in different trajectories. For trajectory tracking, an essential capability for autonomous operation, a reliable and robust controller is needed. In addition, as the WMR-vehicle is unstable while moving, the controller is required to stabilize it during trajectory tracking process. The robot vehicle is modeled with three Degrees Of Freedom (3DOF) rigid body equations and an efficient control algorithm, called Lypaunov function direct method, is used to tackle the challenges posed by nonlinearities of the model. The main contribution of this work is analysis of 3DOF physical model and a consolidated stable control law for tracking and posture stabilizing of the mobile robot. Simulation results show the effectiveness of the controller. In addition, the proposed trajectory tracking controller has been benchmarked with the well-known Kanayama's controller. Further, several motion tasks are performed in order to examine the new controller motion capabilities, and the ability of carrying out motion with different trajectories shapes.

مستخلص

تقدم هذه الاطروحة نموذج لتصميم وحدة التحكم في تتبع المسار و استقرارية الوضع للربوت المتحرك بعجلات. الربوت المتحرك بعجلات يتكون من منصة قوية تدفعها محركات للتيار المباشر و التي لها القدرة علي توجيهه في مختلف المسارات. الحاجة لوحدة تحكم موثوقة و قوية في العمليات المستقلة (الآلية) أمر ضروري و ذلك لأغراض الحركة و تتبع المسار, كما هو الحال في استخدام الربوت ذو العجلات. علاوة علي ذلك, فان المتحكمة تعمل علي استقرارية الوضع لهيكل الربوت نتيجة لعدم الاستقرارية الذي تنشأ اثناء عملية تتبع المسارات المختلفة. تم اشتقاق النموذج الحركي لهيكل الربوت بثلاثة درجات حرية من معادلات الجسم الصلب, و من ثم استخدمت خوارزمية التحكم (دالة ليبونوف المباشرة) لمعالجة التحديات التي تشكلها الاخطية في النموذج الحركي. تساهم هذه الاطروحة بتحليل النموذج الفيزيائي للربوت المحمول مع ثلاثة درجات حرية, بالاضافة الي تصميم وحدة تحكم موحدة لتتبع المسار و استقرار الوضع. تمت نمذجة و محاكات نظام تحكم الحلقة المغلقة للربوت المحمول في بيئة MATLAB/SIMULINK, وأثبتت النتائج فعالية وحدة التحكم المصممة. اضافة الي ذلك, تمت مقارنة وحدة التحكم المقترحة مع وحدة تحكم مستقرة لتتبع المسار و استقرار الوضع, والتي طورت في السابق من قبل (كانایاما). علاوة علي ذلك, تم محاكات العديد من المهام الحركية من اجل فحص مقدرة وحدة التحكم المقترحة و امكانية تنفيذ المهام لعدد من المسارات المختلفة باشكال بسيطة و معقدة نسبيا.

TABLE OF CONTENTS

Chapter Two: Literature Review

Chapter Three: WMR Mathematical Model and Trajectory Tracking Controller

LIST OF ABBREVIATIONS

ASM	Active Set Model

DC	Direct Current
DOF	Degrees Of Freedom
FBFN	Fuzzy Basis Function Network
FL-ASM	Fletcher’s Active Set Method
MDOF	Multi-Degree of Freedom
MPC	Model Predictive Control
N-WMR	Nonholonomic-Wheeled Mobile Robot
NF-ASM	Non-feasible Active Set Model
PD	Proportional–Derivative
PI	Proportional–Integral
PID	Proportional–Integral–Derivative
PWM	Pulse Width Modulation
WMR	Wheeled Mobile Robot

LIST OF FIGURES