الجزائرية الديمقراطية الشعبية الجمهورية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة العليا للإعلام الآلي - 08 ماي 1945 – بسيدي بلعباس
Ecole Supérieure en Informatique
-08 Mai 1945- Sidi Bel Abbes

MEMOIRE

En Vue de l'obtention du diplôme de **Master**

Filière : **Informatique**

Spécialité : **Ingénierie des Systèmes Informatiques (ISI)**

Thème

Comparative Analysis of Analytical and Machine Learning Approaches for 5-DOF Robotic Arm Inverse Kinematics.

Présenté par **:**

- Mr Remil BELAHOUEL

Soutenu le : **17/09/2023** Devant le jury composé de :

- M-Dr ELARBI BOUDIHIR Mohamed — Président
- M-Dr CHAIB Souleymane — Encadreur
- M-Dr. GUELLAB Ammar — Co-encadreur
- M-Dr KHALDI Belkacem — Examinateur

Année Universitaire : 2022 / 2023

Abstract

In the intricate realm of robotics, the Inverse Kinematics puzzle for 5-DOF robotic arms presents itself as a formidable challenge, demanding the unraveling of joint angles corresponding to desired end effector positions and orientations.
In this ever-evolving landscape, the marriage of traditional analytical methods and cutting-edge machine learning techniques illuminates multiple pathways to tackle this enigma.

Venturing into this dynamic convergence, this thesis embarks on an immersive expedition, dissecting the analytical elegance encapsulated within the Denavit-Hartenberg parameters.
Concurrently, it delves into the novel dimensions unfolded by machine learning paradigms like neural networks and reinforcement learning, each contributing unique brushstrokes to the intricate canvas of robotic arm control.

A symphony of analytical depth and data-driven ingenuity, this research orchestrates a meticulous comparative analysis that unearths the intricacies setting each approach apart—be it accuracy's dance with efficiency, adaptability's waltz with convergence.
The stage set by this analysis serves as a guiding star, illuminating a trajectory for researchers, practitioners, and technologists navigating the multidimensional expanse of 5-DOF Robotic Arm Inverse Kinematics.

This thesis resonates as a foundation for the future, a symposium where classical rigor harmonizes with algorithmic innovation, propelling us into a future where robotic arms synthesize the precision of yore with the adaptive élan of today.
As the realms of robotics and machine learning entwine in an ever-intensifying embrace, this research paves the way for an orchestration that enhances industries, revolutionizes applications, and redefines the dynamic interplay between human ingenuity and machine excellence..

Keywords: Robotic arm , Denavit-Hartenberg parameters ,Machine learning, Inverse kinematics .

Résumé

Dans le monde complexe de la robotique, le problème de cinématique inverse pour les bras robotiques à 5 degrés de liberté (5-DOF) se pose comme un défi redoutable, exigeant la résolution des angles des articulations correspondant à des positions et orientations désirées pour l'effecteur final.
Dans ce paysage en constante évolution, l'union des méthodes analytiques traditionnelles et des techniques de l'apprentissage automatique de pointe ouvre la voie à plusieurs solutions pour résoudre cette énigme.

Plongé dans cette convergence dynamique, ce mémoire entreprend un périple immersif, décortiquant l'élégance analytique encapsulée dans les paramètres de Denavit-Hartenberg.
Simultanément, il explore les nouvelles dimensions ouvertes par les paradigmes d'appr entissage automatique comme les réseaux neuronaux et l'apprentissage par renforcement, chacun apportant des nuances uniques à la toile complexe du contrôle des bras robotiques.

Une symphonie entre la profondeur analytique et l'ingéniosité axée sur les données, cette recherche orchestre une analyse comparative minutieuse, dévoilant les subtilités qui distinguent ces méthodes, qu'il s'agisse de la danse de la précision avec l'efficacité, ou de la valse de l'adaptabilité avec la convergence.
La scène dressée par cette analyse sert de guide, éclairant une trajectoire pour les chercheurs, les praticiens et les technologues naviguant dans l'expansivité multidimensionnelle de la cinématique inverse des bras robotiques à 5 degrés de liberté (5-DOF).

Ce mémoire se présente comme une fondation pour l'avenir, un symposium où la rigueur analytique se marie à l'innovation algorithmique, nous propulsant vers un avenir où les bras robotiques fusionnent la précision d'autrefois avec.

Mots-clés : Bras robotique , Paramètres de Denavit-Hartenberg , Apprentissage automatique, Cinématiques.

مُلخص

في عالم الروبوتات المعقد، يُعَدُّ لغزُ الحركة العكسية للأذرع الروبوتية من 5 درجات حرية تحدّاً قويًّا، يطالب بفكِّ شيفرة زوايا المفاصل التي تُطابِق مواقع وجهات نهاية الفعل المرغوبة.
في هذا السياق المتجدِّد باستمرار، تجمع بين طرق التحليل التقليدية وتقنيات التعلّم الآلي الرائدة يتناغم معاً لمعالجة هذا اللغز.
مغمراً في هذه الاتساع الدينامي، تشرع هذه الرسالة في رحلة استكشافية، تفرِّق خلالها تميُّز العمق التحليلي المتجسِّد في معايير دينافيت-هارتنبرج.
في الوقت نفسه، تستكشف الأبعاد الجديدة التي يكشف عنها أنماط تعلّم الآلة مثل الشبكات العصبية وتعلم التعزيز، حيث يُسهِمُ كل منها بلمسات فريدة في لوحة السيطرة على الأذرع الروبوتية.

توحي مؤلفات هذا البحث بروح توليد مزيج بين العمق التحليلي والابتكار القائم على البيانات، حيث تعزف سيمفونية من التحليل المقارن الدقيق تكشف عن تفاصيل تميز كل نهج، سواء كان ذلك من خلال الارتباط بدقة وكفاءة أو التكيُّف والتقارُب.
المسرح الذي تجلبه هذه التحليلات يشكِّل نجمًا يُسَلِّط الضوء على مسار يسترشد به الباحثون والممارسون وخبراء التكنولوجيا أثناء تجوالهم في سماء الحركة العكسية للأذرع الروبوتية ذات 5 درجات حرية.

هذا البحث يرسم القاعدة التي يستند إليها المستقبل، حيث يقودنا إلى مستقبل يتجسَّد فيه دقة التحليل التقليدي بتآزُرٍ مع الابتكار الخوارزمي، ليدفع بنا إلى عالم يتلاقى فيه جودة الماضي مع التطبيق المستمر لتقنيات اليوم. مع تطور عالم الروبوتات وتعلُّم الآلة المستمر،
يمهِّد هذا البحث الطريق نحو تكامل مدروس بين الدقة التحليلية وإتقان الخوارزميات، مُكِّنًا الصناعات ومُحَدِّدًا تفاعل البشر مع الآلات في سياق تطبيقات متعددة.

كلمات مفتاحيّة: ذراع روبوتي , معلمات دينافيت-هارتنبرج , التعلم الآلي, الحركية العكسية.