הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל

הפקולטה להנדסת חשמל ע"ש אנדרו וארנה ויטרבי

המעבדה לבקרה, לרובוטיקה וללמידה חישובית

**ספר פרויקט**

**מצלמה ליד תותבת**

מבצעים:

נוואף סלמאן Nawaf Salman

נאהל עוידאת Nahel Awidat

מנחה:

קובי קוחי Koby Kohai

סמסטר רישום: אביב תשפ"ג

תאריך הגשה:

**תוכן**

[**תקציר** 3](#_Toc181366996)

[**Abstract** 3](#_Toc181366997)

[**מבוא** 4](#_Toc181366998)

[**הגדרת בעיה** 5](#_Toc181366999)

[**פתרונות אפשריים, והפתרון הנבחר** 5](#_Toc181367000)

[**תהליך החלטה מרקובי** 6](#_Toc181367001)

[**למידה מחיזוקים** 7](#_Toc181367002)

[**Exploration נגד Exploitation** 7](#_Toc181367003)

[**מושגים והנחות** 8](#_Toc181367004)

[**מבוא ל- DQN** 9](#_Toc181367005)

[**הגדרות של DQN ו- MDP** 10](#_Toc181367006)

[**תהליך האימון** 12](#_Toc181367007)

[**דיגראמה שמתארת את תהליך האימון של DQN** 13](#_Toc181367008)

[**Hyperparameters Tuning** 13](#_Toc181367009)

[**כלים** 14](#_Toc181367010)

[**סימולציות ותוצאות** 15](#_Toc181367011)

[**סימולציה ראשונה** 17](#_Toc181367012)

[**סימולציה שניה ושלישית** 18](#_Toc181367013)

[**Simulation High Level Block Diagram** 23](#_Toc181367014)

[**Simulation Sequence Diagram** 24](#_Toc181367015)

[**סיכום** 25](#_Toc181367016)

[**עבודות עתידיות** 25](#_Toc181367017)

[**References** 26](#_Toc181367018)

# **תקציר**

האפשרות לשלב את היכולת לנצל את העוצמה של בינה מלאכותית ולמידת מכונה ברובוטיקה לצורך הבנת נתונים נכנסים מהסביבה, באמצעות חיישנים ומצלמות מסוגים שונים – כפי שנעשה, למשל, בסגמנטציה של תמונות וחפצים – מצביעה על כך שאנו צועדים לעבר עתיד של תלות גוברת במכשירים חכמים ומחוברים בחיי היומיום שלנו.  
מטרת הפרויקט היא לתכנן ולפתח **יד רובוטית אוטונומית** המסוגלת להסתובב ולאחוז בחפצים כדי לסייע לקטועי ידיים. זהו דוגמה מצוינת לאופן שבו רובוטיקה ובינה מלאכותית יכולים לתרום לחברה. על ידי אוטומציה של פעולת האחיזה, היד הרובוטית מפחיתה את העומס הפיזי על קטועי ידיים ומאפשרת להם לחיות ולתפקד בקלות רבה יותר ביום-יום. הפרויקט מדגים את הפוטנציאל של רובוטיקה ובינה מלאכותית לשיפור איכות החיים של אנשים עם מוגבלויות, ומדגיש את החשיבות של פיתוח והטמעה אחראיים של טכנולוגיות אלו.  
היד הרובוטית, אשר פותחה על ידי עמותת **Haifa3D**, מצוידת במצלמת **Oak-D Lite** ומופעלת על ידי **מיקרו-בקר Jetson Nano**. ה-Jetson Nano מעבד את הנתונים המתקבלים מהמצלמה ומפעיל מודל סגמנטציה לזיהוי חפצים, קביעת כיוונם ומרחקם. לאחר שהאובייקט מזוהה, ה-Jetson Nano שולח פקודות ליד הרובוטית כדי לסובב אותה לזווית מתאימה או לאחוז בחפץ.  
היד הרובוטית נועדה להחליף את היד הקטועה, והפרויקט הזה מהווה צעד משמעותי לקראת השבת תפקודיות ועצמאות לקטועי ידיים, תוך שיפור איכות חייהם באמצעות טכנולוגיית פרוסתטיקה מתקדמת.

# **Abstract**

The prospect of integrating the ability to utilize the power of AI and machine learning into robotics for understanding incoming data collected from the surrounding environment by providing them with various types of sensors and cameras, as is the case in image and object segmentation for example, means that we are heading towards a future of even greater dependency on intelligent connected devices in our daily lives.   
The aim of this project is to design and develop an autonomous robotic hand capable of rotating and grabbing objects to help hand amputees. This is an excellent example of how robotics and AI can be used to benefit society. By automating the task of grabbing objects, the robotic hand reduces the physical burden on hand amputees and allows them to live and function easier daily. This project demonstrates the potential of robotics and AI to improve the quality of life for people with disabilities and highlights the importance of responsible development and deployment of these technologies.   
The robotic hand, which was made by Haifa3D association and the Oak-D Lite camera mounted to it, are controlled by a Jetson Nano microcontroller. The Jetson Nano processes the input from the camera and utilizes a segmentation model to detect objects, their orientation and distance. Once the object is detected, the Jetson Nano sends signals to the robotic hand to either rotate to an appropriate angle or grab the object. The robotic hand is designed to substitute the amputated hand. This project is a step towards restoring functionality and independence for amputees, improving their quality of life through advanced prosthetic technology.

# **מבוא**

# **הגדרת בעיה**

# **פתרונות אפשריים, והפתרון הנבחר**

# **מושגים והנחות**

# **כלים**

**ערכת הפיתוח NVIDIA Jetson Nano:**

ערכת הפיתוח NVIDIA Jetson Nano היא מחשב חד-לוחיתי קומפקטי המיועד ליישומי בינה מלאכותית ורובוטיקה. היא כוללת מעבד גרפי NVIDIA Maxwell ומסוגלת להריץ רשתות נוירונים מרובות במקביל. ערכת הפיתוח מהווה פלטפורמה חסכונית לפיתוח ובדיקת פרויקטים בתחום הבינה המלאכותית, ומתאימה ליוצרים, סטודנטים וחובבים.

הערכה מבוססת על Jetson Nano NVIDIA מערכת-על-מודול, כאשר ה-GPU שלה כולל 128 ליבות CUDA. בנוסף, היא כוללת מעבד מרובע ליבות ARM A57, זיכרון LPDDR4 בנפח 4GB, חיבור רשת Gigabit Ethernet, כניסות USB 3.0, ויציאת HDMI.

מלבד יכולות ה-AI שלה, ערכת הפיתוח Jetson Nano כוללת גם ממשקי GPIO ו-UART, המאפשרים שילוב בפרויקטים רובוטיים מגוונים.

A close-up of a computer chip

AI-generated content may be incorrect.

בתמונה הקודמת ניתן לראות את המחשב המיניאטורי של NVIDIA (Jetson Nano). השקע שנמצא בפינה השמאלית התחתונה של הלוח הוא כניסת המתח – נדרש מתח DC של 5V עם לפחות 4 אמפר כדי להפעיל את המכשיר בצורה חלקה.

**מצלמת Oak-D Lite :**

בפרויקט השתמשנו במצלמת **Oak-D Lite** – מצלמה קטנה לזיהוי עומק, המיועדת ליישומי ראייה ממוחשבת. המצלמה פותחה על ידי חברת **Luxonis**, המתמחה בפיתוח כלי חומרה ותוכנה לראייה ממוחשבת.

המצלמה מצוידת ב-**Intel Movidius Myriad X VPU**  (יחידת עיבוד חזותי) ובחיישן עומק **Sony DepthSense IMX556PLR** הפועל בטכנולוגיית **ToF (Time of Flight)**. שילוב רכיבים זה מאפשר למצלמה ללכוד מידע עומק ולעבד אותו בזמן אמת, מה שהופך אותה לאידיאלית עבור יישומים כגון **זיהוי אובייקטים, מעקב והכרה חזותית**.

בנוסף, המצלמה כוללת **מגוון כלים ותוכנות לפיתוח**, כולל **Luxonis DepthAI Python API**, המאפשר למפתחים לשלב את המצלמה בקלות בפרויקטים ובאפליקציות שלהם. המצלמה תואמת גם למסגרות למידת מכונה פופולריות כגון **TensorFlow ו-PyTorch**, ומאפשרת יצירה ופריסה של מודלים מותאמים אישית לראייה ממוחשבת.

בסך הכול, מצלמת **Oak-D Lite** היא כלי חזק ורב-תכליתי ליישומי ראייה ממוחשבת, עם עיצוב קומפקטי וקל משקל ההופך אותה למתאימה לשימוש במגוון רחב של סביבות ויישומים.  
A black rectangular object with a black rectangular object

AI-generated content may be incorrect.

# **סימולציות ותוצאות**

**תוצאות:**

**סיכום**

# **עבודות עתידיות**

# **References**