

## **AVANCES SEMANA 1 PAPER**

### **ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO:**

Los elementos ya conocidos que componen un artículo de este tipo:

1. Título
2. Resumen
3. Palabras Clave
4. Introducción
5. Contexto
6. Metodología
7. Desarrollo del experimento, resultados
8. Conclusiones
9. Referencias

Figuras importantes:

- Figuras de trayectoria, de las patas, de movimientos deseados, exponer claramente el estudio que se quiere hacer antes de mostrar el resultado experimental.
- Incluir ecuaciones, desarrollos matemáticos, matriciales, análisis estáticos, todo aquello que sustente el desarrollo de la red y el problema planteado.
- Gráficas de variables en la simulación que permitan comparar y analizar resultados
- Imágenes que ilustren el terreno al que se enfrenta el robot, o los estímulos que tendrá, describir claramente el experimento
- Imágenes del robot que se utilizará (o el modelo de este) con sus especificaciones

Revisando artículos relacionados a robótica, redes neuronales aplicadas a robótica, e implementación de Generadores de Patrones Centrales (CPG) en plataformas robóticas:



## Adaptive control algorithm for quadruped robots in unknown high-slope terrain

Peixing Li<sup>a</sup>, Boer Yin<sup>b</sup>, Lin Zhang<sup>b,\*</sup>, Yanzheng Zhao<sup>b,\*</sup>

<sup>a</sup> School of Mechanical and Automotive Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China

<sup>b</sup> School of Mechanical and Power Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China

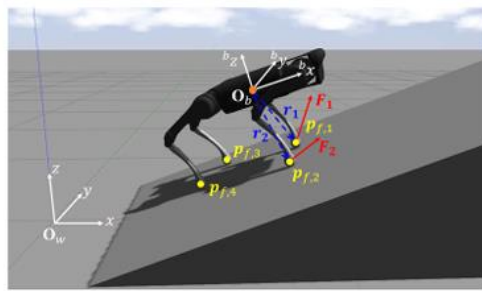


Fig. 2. Schematic diagram of robot system coordinate systems and related variables.

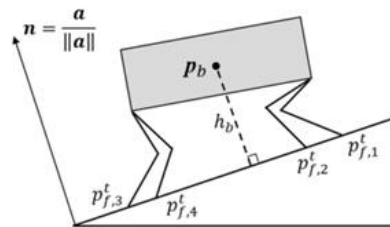


Fig. 3. Diagram illustrating the method of adjusting the trunk position.

Se incluyen imágenes de los parámetros o condiciones del experimento, y gráficas que describen el comportamiento de variables de interés en el tiempo (torque, velocidad, grado de inclinación, etc). Importante en este punto que haya alguna medida del grado de dificultad del terreno, hablar con Dieguito para parametrizar el terreno en blender y pasar a CPU para incluirlo en un archivo launch con el robot.

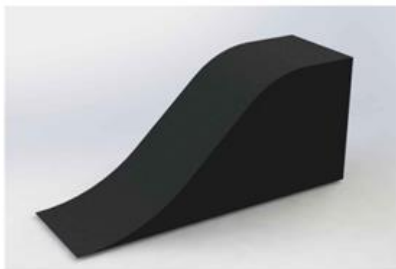


Fig. 6. Maximum slope model.

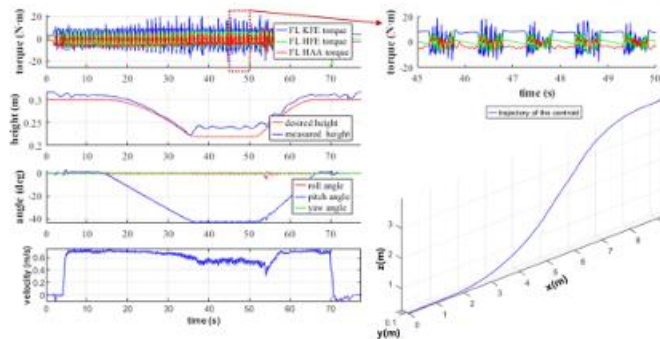
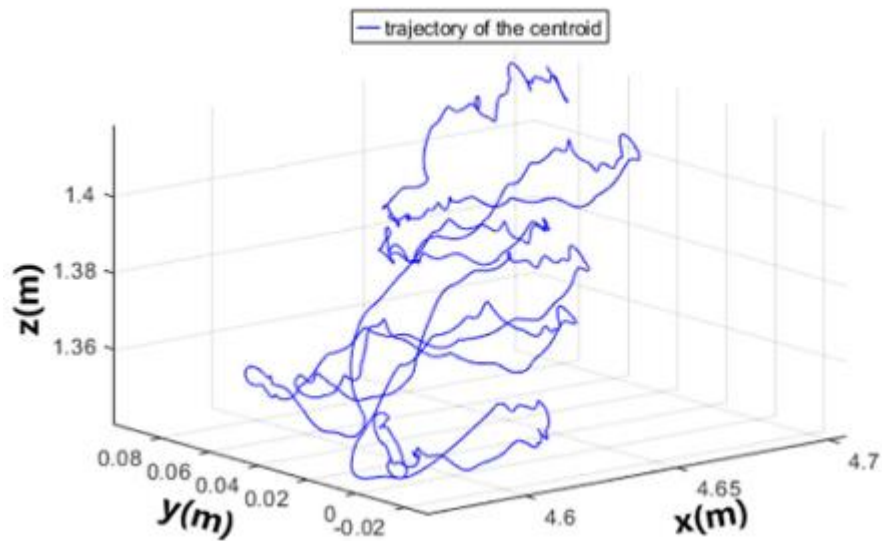


Fig. 7. Curves of relevant robot states in pure slope experiment.

Figura de la trayectoria seguida por el robot durante el experimento (XYZ), relevante también para nuestro proyecto. Puede pensarse también en realizar una trayectoria combinada de los modos de locomoción utilizados en la simulación en una sola gráfica.





## Accurate perception and representation of rough terrain for a hexapod robot by analysing foot locomotion

Manhong Li, Zhe Wang<sup>\*</sup>, Dong Zhang, Xin Jiao, Jingtian Wang, Minglu Zhang

School of Mechanical Engineering, Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China

Gráficos de especificaciones del robot, medidas, sistema de referencia, enfoque en la pata y gráficos de trayectoria y parámetros del experimento.

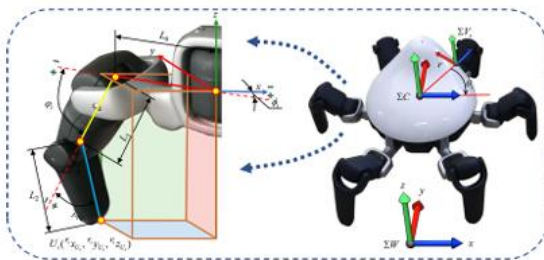


Fig. 1. Kinematic coordinate system of the hexapod robot.

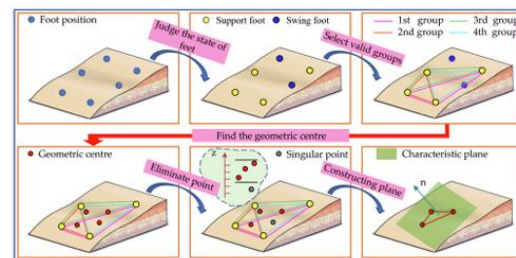


Fig. 2. Mechanism of local terrain representation.



## Enhancing hexapod robot mobility on challenging terrains: Optimizing CPG-generated gait with reinforcement learning

Shichang Huang<sup>a</sup>, Minhua Zheng<sup>a,b,\*</sup>, Zhongyu Hu<sup>a</sup>, Peter Xiaoping Liu<sup>c</sup>

<sup>a</sup> School of Mechanical, Electronic and Control Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China

<sup>b</sup> School of Mechanical, Electronic and Control Engineering and the Key Laboratory of Vehicle Advanced Manufacturing, Measuring and Control Technology, Ministry of Education, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China

<sup>c</sup> Department of Systems and Computer Engineering, Carleton University, Ottawa, ON K1S 5B6, Canada

Tablas que indican los hiperparámetros de la red utilizada (en caso de entrenamiento, pero también se pueden indicar los pesos sinápticos existentes en la red, explicando su razón a lo largo del documento). Tabla que muestra las especificaciones del robot, longitud de sus extremidades, masa total, entre otros:

**Table 2**  
PPO hyperparameters.

Hyperparameters	Value
Learning Rate	$1 \times 10^{-4}$
Batch Size	256
Number of Epochs	$4 \times 10^4$
Gamma	0.99
GAE Lambda	0.95
Clip Range	0.2
Network Architecture	[256, 256, 256, 256]
Activation Function	ReLU

**Table 3**  
Body parameters of Jethexa.

Parameter	Value
Coxa Length	5 cm
Femur Length	8 cm
Tibia Length	13 cm
Body Length	39.7 cm
Body Width	42.6 cm
Height of Center of Mass	12 cm
Mass	2.5 kg

Gráficos que muestran el comportamiento de los ángulos de las patas en el movimiento de caminar, se pueden utilizar tanto este tipo de gráficos en el tiempo, como imágenes del modelo en los instantes descritos por la cinemática: levantar pata, adelantar en línea recta, bajar pata (en el caso de la pata que da el primer paso)

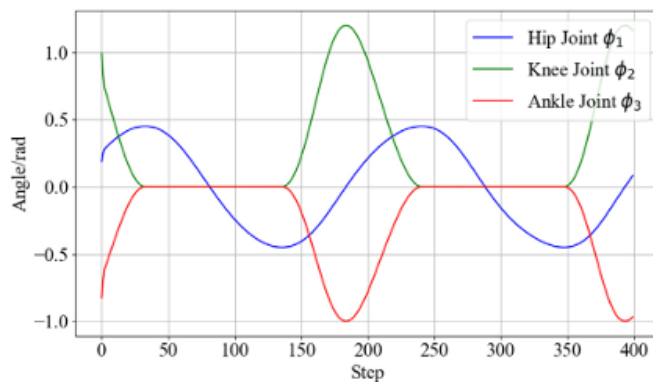


Fig. 1. The relationship of  $\phi_1$ ,  $\phi_2$  and  $\phi_3$  in triangular gait pattern.

Research Article

# Quadrupedal Robot Locomotion: A Biologically Inspired Approach and Its Hardware Implementation

A. Espinal,<sup>1</sup> H. Rostro-Gonzalez,<sup>2</sup> M. Carpio,<sup>1</sup> E. I. Guerra-Hernandez,<sup>2</sup>  
M. Ornelas-Rodriguez,<sup>1</sup> H. J. Puga-Soberanes,<sup>1</sup> M. A. Sotelo-Figueroa,<sup>3</sup> and P. Melin<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Division of Postgraduate Studies and Research, Leon Institute of Technology, 37290 Leon, GTO, Mexico

<sup>2</sup>Department of Electronics, DICIS, University of Guanajuato, 36885 Salamanca, GTO, Mexico

<sup>3</sup>Department of Organizational Studies, DCEA, University of Guanajuato, 36250 Guanajuato, GTO, Mexico

<sup>4</sup>Division of Postgraduate Studies and Research, Tijuana Institute of Technology, 22414 Tijuana, BC, Mexico

Correspondence should be addressed to H. Rostro-Gonzalez; hrostrog@ugto.mx

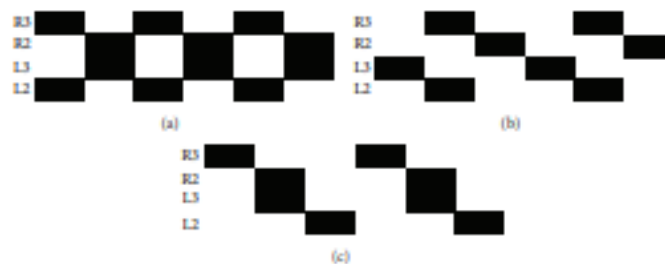
Received 12 February 2016; Revised 6 April 2016; Accepted 24 May 2016

Academic Editor: Ricardo Aler

Copyright © 2016 A. Espinal et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Gráficos donde se muestran las posiciones de las patas (o actividad neuronal de las unidades que las controlan)

## Computational Intelligence and Neuroscience



Aplicado a cada articulación, gráficas en las que se puedan ver los patrones de locomoción del robot

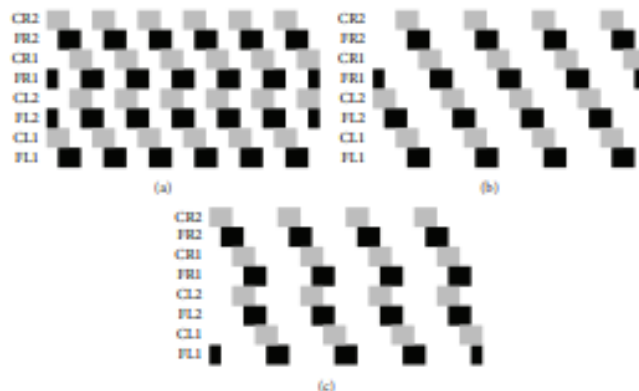


FIGURE 2: Modified locomotion patterns for the legged robots.

Traducción de la actividad o comportamientos deseados en una red neuronal, grafo de la red, que muestra conexiones

ALGORITHM 1: CPG design methodology.

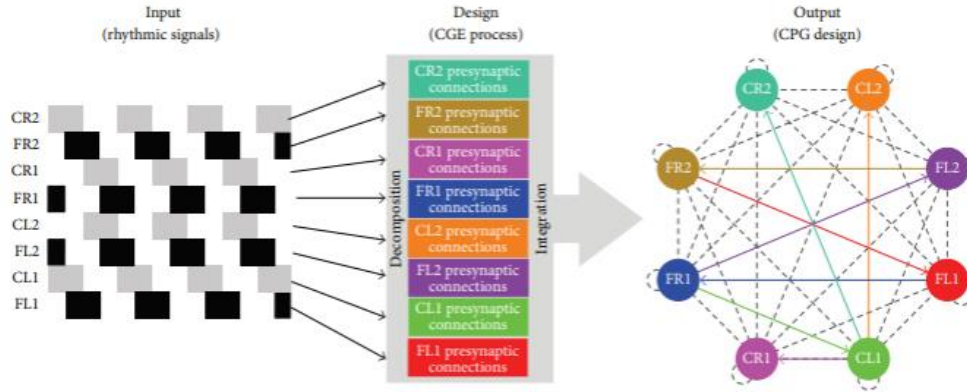


FIGURE 3: Schematic diagram of the CGE-based methodology for designing CPGs.

Implementación en hardware (si llega a haber)



FIGURE 4: Hardware used in this research: (a) BotBoarduino, (b) FPGA, (c) servo controller SSC32, and (d) breakout board BRK6110.







## Real-time terrain anomaly perception for safe robot locomotion using a digital double framework



Garen Haddeler<sup>a,b</sup>, Hari P. Palanivelu<sup>b</sup>, Fabien Colonnier<sup>b</sup>, Yung Chuen Ng<sup>b</sup>, Albertus H. Adiwahono<sup>b</sup>, Zhibin Li<sup>c,\*</sup>, Chee-Meng Chew<sup>a</sup>, Meng Yee Michael Chuah<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Department of Mechanical Engineering, National University of Singapore, Singapore

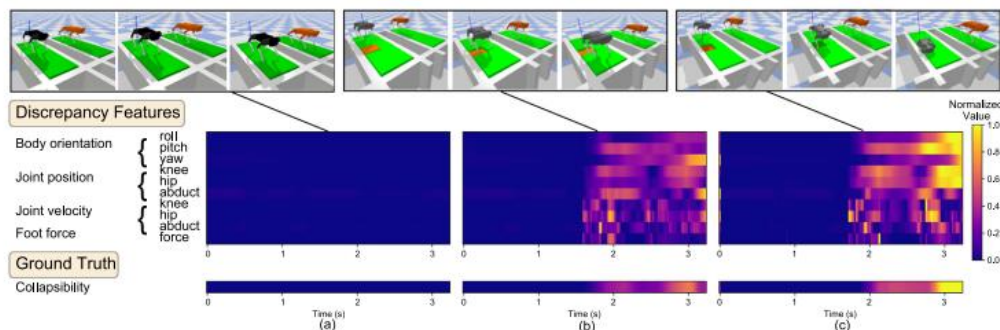
<sup>b</sup> Institute for Infocomm Research (I<sup>2</sup>R), Agency of Science Technology and Research (A\*STAR), Singapore

<sup>c</sup> Department of Computer Science, University College London, United Kingdom

Gráficos que muestren la forma en que el robot toma la decisión (procesamiento visual, procesamiento sensorial, posición deseada vs posición leída, etc)

G. Haddeler, H.P. Palanivelu, F. Colonnier et al.

Robotics and Autonomous Systems 169 (2023) 104512



**Fig. 4.** Simulation examples of a robot interacting with different types of terrains. Image visualization shows normalized discrepancy features Body orientation (roll, pitch, yaw), FR leg joint position, velocity (knee, hip, abduct), and foot force errors, where each feature is normalized by its maximum value. The ground truth collapsibility  $C_f \in [0, 1]$  is used to describe the moment the robot enters the non-rigid platform. According to ground truth collapsibility, distinct inconsistencies occur (depicted in colors other than blue) when the robot physically interacts with non-rigid tiles. (a) walks on the rigid ground; (b) uses its FR leg to step on the semi-collapsible ground; and (c) uses its FR leg to step on the collapsible ground. (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)