



Modelo Cognitivo: Robot AMR Limpiador

2 de octubre de 2025

Pino Rosas, Octavio

Tejada Nava, Julio Alejandro

Tinoco Guerrero, Gerardo

Inteligencia Artificial y Computación Cognitiva

UNIR – Maestría en Inteligencia Artificial

Introducción

Hoy en día los avances en inteligencia artificial permiten el desarrollo de sistemas con capacidades para realizar tareas que antes se encontraban reservadas únicamente para los humanos. Uno de los campos donde se ha visto un gran avance en este tipo de tecnologías es en la automatización del hogar, particularmente en el diseño de robots con capacidades para hacer labores de limpieza de forma rápida y eficiente. Así, los llamados robots AMR (Autonomous Mobile Robots) son una solución para reducir la carga de trabajo en entornos tanto domésticos como industriales, mejorando la calidad de vida de los usuarios que los utilizan.

En este trabajo en equipo proponemos un prototipo de robot limpiador inspirado en modelos cognitivos de la neurociencia y la psicología, con la finalidad de poder trasladar procesos naturales de la mente y el cuerpo humano a un diseño artificial. La bioinspiración, que se puede comprender como la traducción de funciones cognitivas humanas al ámbito de la inteligencia artificial, es una estrategia importante para hacer que estos sistemas tengan capacidades más adaptativas, flexibles y robustas.

La idea principal es mostrar cómo el uso de modelos consolidados puede aplicarse para estructurar las funciones más básicas de un limpiador. Así, aunque no se busca presentar un prototipo físico ni un código implementado, se presenta una propuesta teórica de diseño que sirva para entender la manera en que la inteligencia artificial puede beneficiarse del conocimiento generado por las neurociencias y la psicología cognitiva, para crear agentes artificiales más cercanos a la lógica del comportamiento humano.

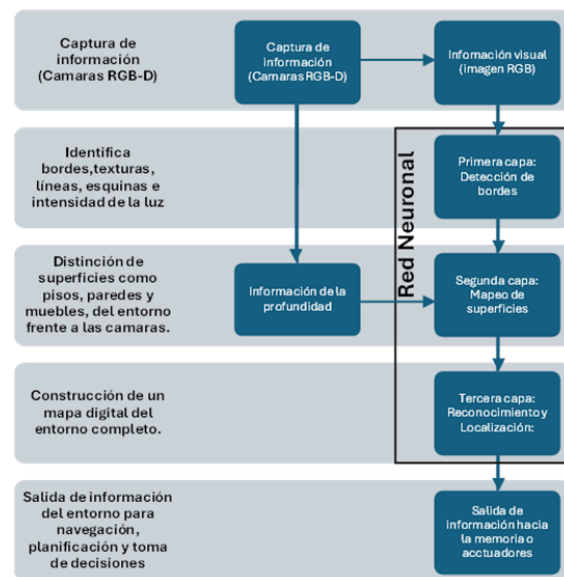
Modelo Cognitivo: Funciones de percepción

El modelo cognitivo para inspirar la función de percepción del robot es el Modelo de Marr para la visión. Este modelo propone que la visión humana es un proceso jerárquico de tres etapas, que transforma la información visual de una imagen bidimensional en una representación tridimensional del mundo.

Bosquejo inicial (Primary Sketch): Se detectan características básicas de la imagen, como los bordes, las líneas, las esquinas e incluso la intensidad de la luz.

Esquema 2 1/2-D (2½-D Sketch): Se agrupan las formas para entender las superficies y su orientación, la profundidad y la textura desde el punto de vista del observador.

Modelo 3-D (3-D Model): El cerebro construye una representación completa y tridimensional del objeto o entorno, lo que permite reconocerlo e identificarlo desde cualquier ángulo.



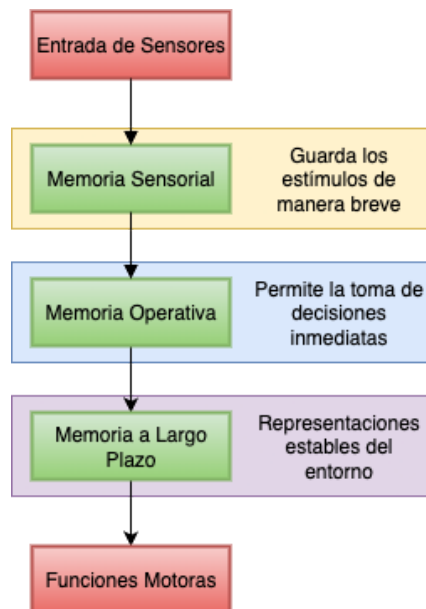
El algoritmo de percepción se inspira en el Modelo de Marr (Marr, 1983), utilizando tecnologías de visión por computadora y redes neuronales convolucionales para procesar los datos visuales de una cámara RGB-D (color y profundidad). El proceso se divide en tres fases, captura del estímulo y detección de Bordes: Las primeras capas actúan como detectores de características de bajo nivel, identificando bordes,

texturas y patrones en las imágenes. En la capa intermedia los datos de profundidad de la cámara se utilizan para distinguir entre el suelo, las paredes y los muebles, así como identificar la posición y la distancia de los obstáculos. Este paso permite al robot crear un mapa de ocupación, que representa el entorno desde su perspectiva. La información procesada se utiliza en un sistema SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) (Palmer, 1999). Este algoritmo fusiona los datos de los sensores para construir un mapa del entorno y, al mismo tiempo, determinar la posición del robot dentro de ese mapa. A

diferencia del modelo 3-D de Marr que crea una representación mental, el robot crea un modelo digital del espacio, permitiéndole navegar y localizar la suciedad y los obstáculos. Esta información es crucial para las funciones ejecutivas y de planificación.

Modelo Cognitivo: Memoria

El modelo cognitivo que inspira la función de memoria del robot es el Modelo de Atkinson y Shiffrin (Atkinson & Shiffrin, 1968), complementado con el Modelo de



Baddeley y Hitch (Baddeley, 2000) para la memoria operativa. Estos modelos, a grandes rasgos, explican cómo se procesa, almacena y recupera información en la mente humana, considerando diferentes niveles temporales. Primeramente, la memoria sensorial nos permite retener de manera breve los estímulos que son captados por los sentidos, facilitando la detección inmediata de señales. Después, la memoria a corto plazo, o memoria operativa, “almacena” la información durante un periodo limitado de tiempo, normalmente entre segundos y minutos, con lo que se puede manipular los datos en

tareas concretas. Finalmente, la memoria a largo plazo “guarda” la información de forma estable, con lo que se puede recuperar posteriormente para utilizarse en cualquier momento futuro.

Así, el robot que se propone puede organizar su almacenamiento en niveles equivalentes. La memoria sensorial artificial es un conjunto de buffers de datos en tiempo real que recibe información de los sensores, esta memoria es muy volátil y se actualiza constantemente (Baddeley, 2000). La memoria operativa artificial, se puede almacenar en memoria RAM, lo que nos permitirá tomar decisiones de forma casi inmediata, para calcular rutas de navegación o reaccionar ante obstáculos. Finalmente, la memoria de largo plazo se mantendrá en almacenamiento persistente, lo cual mantendrá bases de datos y mapas generados por algoritmos SLAM, con lo que el robot

podría recordar la disposición específica de la zona a limpiar, identificar cuáles áreas acumulan más suciedad y recuperar patrones de limpieza a lo largo del tiempo. Esto puede fortalecerse aplicando redes neuronales recurrentes como LSTM o GRU, bases de datos no relacionales y algoritmos de compresión para optimizar el uso de memoria.

Modelo Cognitivo: Funciones Motoras

El modelo cognitivo que inspira las funciones motoras del robot se basa en los procesos básicos del control motor humano, donde podemos encontrar la dirección del estímulo,



la selección de la acción y la planificación (Lee & Schmidt, 2025).

En una primera fase, donde se da el estímulo, el robot debe verificar sus condiciones internas así como las señales externas que vienen de su entorno. Aquí debería de revisar el nivel de batería, comprobar el funcionamiento de los motores eléctricos, asegurarse de que el rotor de la mopa funcione correctamente, revisar la aspiradora para succión de líquidos y evaluar la movilidad de la rueda de 360 grados que le permite realizar giros

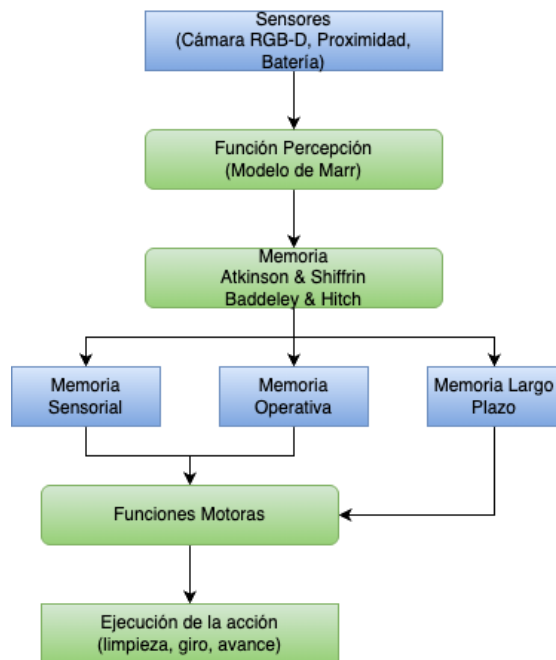
direccionales. Si alguno de los elementos no responde correctamente, se debería de generar una alerta para evitar fallos en su operación.

Después, en una segunda fase que corresponderá a la selección de la acción, el robot debe determinar si se encuentra en condiciones para realizar los movimientos necesarios para llevar a cabo la limpieza. Aquí, debe comprobar si se puede activar la mopa para limpiar el suelo, si está en capacidad de girar y si tiene la potencia para que sus motores puedan avanzar. Si estas condiciones se cumplen, entonces se puede realizar la acción correspondiente, para asegurarse que cada movimiento se haga de forma segura.

Finalmente, en la fase de planificación, el robot debe organizar la secuencia de acciones que debe realizar, decidiendo la dirección, el tiempo y la intensidad de los movimientos necesarios para recorrer el espacio que tiene que limpiar.

Integración Global

Las funciones cognitivas del prototipo se integran en un flujo que inicia con la



percepción, inspirada en el modelo de Marr, la cual permite al robot captar y procesar información del entorno. Estos datos se organizan en la memoria, donde se mantienen inmediatamente, se utilizan en la toma de decisiones en tiempo real o se conservan como representaciones estables para futuras acciones. Después, las funciones motoras se activan para ejecutar las tareas de limpieza, seleccionando y planificando los movimientos necesarios. Así, la interacción entre percepción,

memoria y motricidad permite que el robot responda a los estímulos actuales y adapte su comportamiento basándose en la experiencia.

Referencias

- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. En *Psychology of Learning and Motivation* (pp. 89–195). Elsevier.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(00)01538-2)
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. En *Psychology of Learning and Motivation* (pp. 47–89). Elsevier.
- Lee, T. D., & Schmidt, R. A. (2025). Motor learning and performance: From principles to application (7a ed.). Human Kinetics.
- Marr, D. (1983). Vision: A computational investigation into the human representation and processing of visual information. W.H. Freeman.
- Palmer, S. E. (1999). Vision Science: Photons to Phenomenology. MIT Press.