

Rays Projection on a Simulated Artificial Agent Camera

Proyección de Rayos en la Cámara de un Agente Artificial Simulado

Manuel Rendón Mancha* Daniel Rivera López
Bruno Lara Guzmán

Facultad de Ciencias
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa C.P. 62210
Cuernavaca, Morelos

Resumen

This article describes the design and implementation of a simulated omnidirectional linear camera. The camera is to be situated on the top of a mobile robot that moves in a simulated two dimensional pixel environment. Using techniques of ray tracing, a simple method is implemented to produce views of the world from the point of view of an artificial agent. This simulator is integrated as an important part in the research of areas such as Cognitive Robotics and Evolutionary Robotics.

Este artículo describe el diseño e implementación de la simulación de una cámara lineal y omnidireccional. La cámara se sitúa en la parte superior de un robot móvil que se mueve en un mundo bi-dimensional de píxeles. Usando estrategias de ray tracing, un método sencillo es implementado que produce imágenes del mundo desde el punto de vista de un agente artificial. Este simulador se integra como una parte importante en la investigación en áreas tales como robótica cognitiva y robótica evolutiva.

keywords: ray tracing, cognición embebida, agentes autónomos artificiales, simuladores de robots, cámara omnidireccional

* Autor de contacto: rendon@servm.fc.uaem.mx

1. Introducción

La investigación presentada en este artículo forma la base de la investigación que se está llevando a cabo, tratando de conjuntar ideas de vision artificial y robótica cognitiva.

El proyecto en general está enmarcado en el campo de *cognición embebida* que representa una nueva forma de pensar en el área de Inteligencia Artificial [(7)]. Cognición embebida sostiene como principio básico que los agentes tienen un cuerpo e interactúan dinámicamente con su hábitat. A través de esta interacción los agentes entienden el ambiente en el que se desarrollan.

Como primer paso en esta dirección, el objetivo principal de este proyecto es el desarrollo de una cámara omnidireccional lineal que proporcione al robot el equivalente a estímulos visuales. Es necesario que esta simulación sea eficiente computacionalmente, sencilla de calcular y por lo tanto sencilla de programar.

Este robot vive en un mundo de píxeles, en donde existen obstáculos representados por círculos de diferentes tamaños. El robot vivirá en este mundo de píxeles en donde contará con ciertas capacidades sensoriales que le darán una *idea* de su entorno. Este ambiente simulado representa el nicho ecológico de nuestro agente simulado. Es ahí donde nuestro agente se desarrollará y aprenderá a interactuar, lo que nos permite afirmar que este agente está situado, [(4)], embebido [(9)] y cimentado [(10)].

2. Descripción del método

El simulador propuesto utiliza una estrategia de ray tracing (8) para obtener una vista que simula una imagen tomada con una cámara lineal omnidireccional. Esto significa que al final se tiene una imagen de 1×360 píxeles, representando los 360 grados de visión de la cámara.

El mundo virtual donde vive el robot es un plano representado por una matriz $I(m, n)$ donde m y n son enteros. Los objetos en la escena son círculos definidos mediante la ecuación general de una cónica

$$ax^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + f = 0$$

calculada a partir de su centro y su radio mediante la ecuación

$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = r^2.$$

Al utilizar coordenadas homogéneas para los puntos en el plano $\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x & y & w \end{bmatrix}^T$, podemos definir la cónica utilizando la matriz simétrica

$$C = \begin{bmatrix} a & b/2 & d/2 \\ b/2 & c & e/2 \\ d/2 & e/2 & f \end{bmatrix}.$$

Así, la cónica queda definida de forma implícita como $\mathbf{x}^T C \mathbf{x} = 0$, es decir, un punto \mathbf{x} forma parte de la cónica si $\mathbf{x}^T C \mathbf{x} = 0$ y se encuentra al interior de la cónica si $\mathbf{x}^T C \mathbf{x} < 0$.

El algoritmo utilizado para generar las vistas para cada posición en la trayectoria del robot se muestra a continuación:

Algoritmo para la generación de las vistas del robot

1. Definir los círculos a partir de su centro y el radio.
2. Seleccionar una trayectoria para el robot.
3. Para cada movimiento del robot:
 - a) Inicializar vista:
Desde $i = 1$ **hasta** 360 **hacer** $\text{View}(i) = 0$
 - b) Generar 360 rayos a partir de la posición del robot:
Desde $i = 1$ **hasta** 360 **hacer**
 - 1) $\text{RayPoint} = \text{RobotPosition}$
 - 2) $\text{RayPosition} = \begin{bmatrix} \cos(i + \text{RobotViewAngle}) & \sin(i + \text{RobotViewAngle}) \end{bmatrix}^T$
 - 3) **Mientras** $\text{View}(x) = 0$ **y** RayPoint esté dentro del mundo virtual **hacer**
 - a' $\text{RayPoint} = \text{RayPoint} + \text{RayPosition}$
 - b' **Desde** $j = 1$ **hasta** NumeroDeCírculos **hacer**,
Si $\begin{bmatrix} \text{RayPoint} & | & 1 \end{bmatrix}^T C'_j \begin{bmatrix} \text{RayPoint} & | & 1 \end{bmatrix} \leq 0$
entonces $\text{View}(i) = j$

En la Fig. 1 se muestra el mundo bidimensional del robot, representado por un cruz. Los obstáculos están representados por círculos. La serie de cruces representa las diferentes posiciones (separadas por 10 píxeles) en las que el robot toma una imagen del mundo al desplazarse en una trayectoria recta, de derecha a izquierda. La Fig. 2 muestra estas imágenes. El 0 del eje x representa el grado 0 en la vista del robot y está localizado en el frente de este. Los grados en la vista se van moviendo contrario a las manecillas del reloj. Por esta razón es que el obstáculo oscuro, en la primera vista (1 en el eje y) se encuentra aproximadamente a 340 grados, esto es a la derecha del frente del robot. Conforme el robot avanza el obstáculo se va desplazando hasta quedar aproximadamente a 250 grados, esto es en la parte posterior del robot.

3. Aplicaciones

El simulador implementado puede ser usado para demostrar, implementar y corroborar teorías de las áreas cognitivas para después ser transferidas a agentes reales. Dentro de las áreas de la robótica en las que este simulador planea utilizar encontramos:

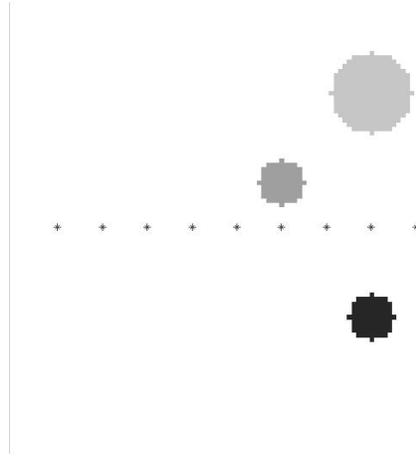


Figura 1: Mundo bidimensional del robot.

- Robótica cognitiva: En esta área se intenta entender el funcionamiento de los procesos cognitivos a través de la investigación e implementación de estos en robots. Específicamente existe interés en estudiar los modelos directos [(2), (1)]. Principalmente usados en el campo de control motriz, un modelo directo (*Forward Model*) es un modelo interno que incorpora conocimiento acerca de cambios sensoriales producidos por acciones realizadas por el agente mismo. Dada una situación sensorial S_t y un comando motriz M_t (intención o acción real) el modelo directo predice una posible situación sensorial S_{t+1} (ver Fig. 3).

Se espera que los modelos directos provean al agente la capacidad de interactuar con su ambiente a través del entendimiento de sus acciones, las consecuencias de éstas así como la diferenciación entre ellas y las producidas por agentes externos [(3)].

- Robótica evolutiva: En esta área se desarrollan controladores *cerebros* para agentes a través de procesos evolutivos [(6), (5)]. Por medio del diseño de una función de aptitud se evalúa el comportamiento de un número de individuos a través de muchas generaciones. De una generación se seleccionan un cierto número de individuos de acuerdo a diferentes criterios (e.g. selección de los más aptos, de ruleta, por torneo, etc.), para así formar la siguiente generación. Este proceso continúa hasta que se obtiene el comportamiento *deseado* en los individuos.

Estamos convencidos de que el método de proyección de obstáculos implementado, junto con la simulación de trayectorias nos brindará una base sólida para la investigación en las áreas arriba mencionadas.

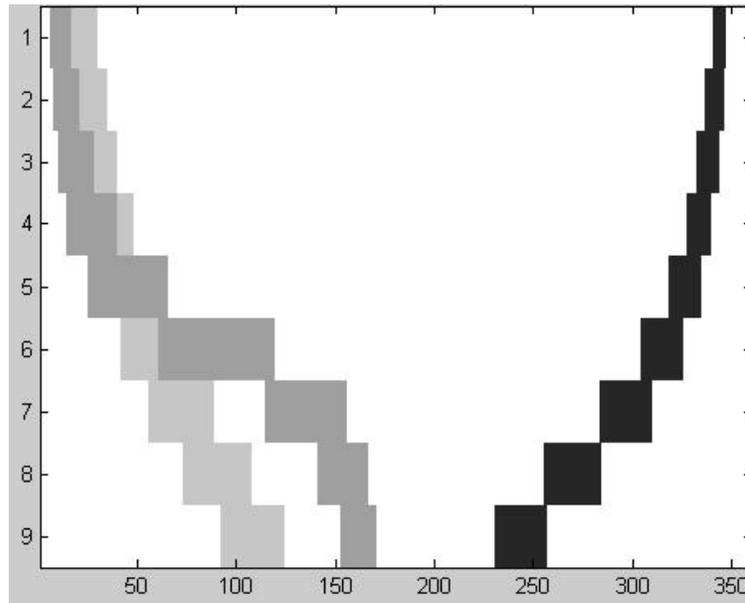


Figura 2: Imágenes tomadas por la cámara del robot.

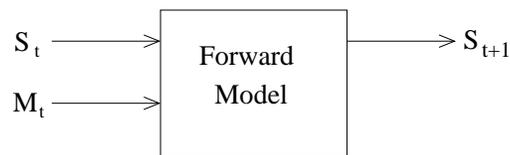


Figura 3: Modelo directo general.

4. Conclusiones

Es importante notar que dado que el robot simulado no está casado con arquitectura alguna permite la implementación y prueba de diferentes hipótesis que más adelante se podrán implementar en robots reales.

Como se mencionó en la introducción esta implementación representa la base para investigación a futuro. Estamos seguros que dada la sencillez y eficiencia computacional de los métodos que se usan, la simulación de est

Una de las ventajas que presenta esta implementación de las vistas del robot, es la facilidad con que obstáculos diferentes a círculos se pueden implementar. Los objetos con forma de elipses pueden ser implementados con la misma ecuación general de la cónica empleada en el método y los polígonos pueden ser representados a partir de sus vértices, puesto que la ecuación de sus aristas se obtiene realizando simplemente un producto cruz con sus vértices, esto es posible porque se utiliza un plano proyectivo (con coordenadas homogéneas) para su representación.

Dentro del marco de cognición embebida, modelaje sintético e inteligencia artificial, este simulador representa un importante y sólido primer paso para llevar a cabo la implementación de diferentes ideas y teorías enfocadas al diseño de Agentes Artificiales Autónomos Inteligentes.

Referencias

- [1] BLAKEMORE, S. J., GOODBODY, S. J., AND WOLPERT, D. M. Predicting the consequences of our own actions: The role of sensorimotor context estimation. *The Journal of Neuroscience* 18, 18 (1998), 7511–7518.
- [2] BLAKEMORE, S. J., WOLPERT, D., AND FRITH, C. Why can't you tickle yourself? *Neuroreport* 11 (2000), 11–16.
- [3] BOSBACH, S., COLE, J., PRINZ, W., AND KNOBLICH, G. Understanding another's expectation from action: The role of peripheral sensation. *Nature Neuroscience* (2005).
- [4] BROOKS, R. A. Elephants Don't Play Chess. *Robotics and Autonomous Systems* 6 (1990), 3–15.
- [5] HÜLSE, M., ZAHEDI, K., AND PASEMANN, F. Representing robot-environment interactions by dynamical features of neuro-controllers. In *Anticipatory Behavior in Adaptive Learning Systems, LNAI 2684*, M. Butz, Ed. Springer, Cambridge, MA, 2003, pp. 222–242.
- [6] LARA, B., HÜLSE, M., AND PASEMANN, F. Evolving different neuro-modules and their interfaces to control autonomous robots. In *World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics 2001* (2001), vol. IX, pp. 259–264.
- [7] PFEIFER, R., AND SCHEIER, C. *Understanding Intelligence*. MIT Press, Cambridge, MA, 1999.
- [8] WHITTED, T. An improved illumination model for shaded display. *Commun. ACM* 23, 6 (1980), 343–349.
- [9] WILSON, M. Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review* 9(4) (2002), 625–636.
- [10] ZIEMKE, T. Rethinking grounding. In *Understanding Representation in the Cognitive Sciences*, A. Riegler, M. Peschl, and A. von Stein, Eds. Kluwer Academic Publishers, New York, 1999, pp. 177–190.