ROBÓTICA COOPERATIVA BASADA EN SISTEMAS SMA

Ana Karen Apolo Peñaloza
hani_apolo@hotmail.com
Anabel Velasco Barrera
lexabelvb@hotmail.com
Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejercito
Sangolquí- Ecuador

RESUMEN: *El presente artículo aborda la creación de un sistema multi agente, el cual consiste en dos robots de características homogéneas el grupo tendrá la meta de mover cajas de diferentes pesos en trayectoria lineal o circular, al cumplir la meta satisfactoriamente permitirá demostrar el concepto robótica cooperativa con agentes basados en metas.*

PALABRAS CLAVE: Agente, Sistema Multi Agentes (SMA), Sistema Multi Robot, Agentes Basados en Metas.

1. INTRODUCCIÓN

La robótica cooperativa se refiere a un grupo de robots que interactúan entre sí. En robótica colectiva, la solución de un problema está ligada a un concepto conocido como inteligencia colectiva, es decir la forma de solucionar el problema surge del comportamiento como grupo. Esta inteligencia colectiva hace que el sistema sea más robusto, ya que al existir varios individuos estos se pueden repartir las tareas, y en caso de que uno de ellos falle otro puede tomar su lugar.

En robótica colectiva, cada individuo tiene su propia inteligencia pero además tienen capacidad de comunicación y por lo tanto de cooperación y coordinación, de esta manera se tiene que la inteligencia colectiva es la integración de la inteligencia de cada individuo mas su interacción.

Los sistemas de robótica cooperativa pueden denominarse sistemas distribuidos en tiempo real, los cuales pueden ser implementados como múltiples sistemas de agentes (SMA).

Un sistema multi agente (SMA) es un conjunto organizado de agentes interactuando de forma cooperativa para lograr de manera colectiva un objetivo global.[2]

Este sistema permite a los agentes con características especiales (como los agentes basados en metas), puedan interactuar con otros agentes de similares características, siempre y cuando el agente pueda comunicarse con los demás agentes. Se debe considerar los cambios de la evolución del medio ambiente como los muestra Bussmann and Demazeau[3].

Los agentes empleados en el presente artículo son los agentes basados en metas, teniendo en consideración las funciones internas, y las funciones externas de los agente.

Los agentes basados en metas, nos permiten alcanzar objetivos, mediante la restructuración de su planificación, cuando las condiciones en el medio ambiente cambian. La búsqueda y la planificación, son los subcampos de la inteligencia artificial dedicados a encontrar las secuencias de acciones para alcanzar las metas de un agente. [4]

2. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del sistema multi robot, se dividió el proyecto en 4 etapas:

Primera etapa: análisis de los requerimientos del sistema multi robot, manipulación de librerías, pruebas de sensibilidad de sensores y actuadores.

Segunda etapa: en esta etapa se determinan los elementos necesarios para la lograr que el sistema multi robot sea cooperativo y posea algún nivel de inteligencia en base a sus percepciones, actuaciones y razonamiento.

Tercera etapa: desarrollar los prototipos del sistema, los son prototipo 1.0 y 1.1, el prototipo 1.1 se crea debido a los inconvenientes de sincronización entre los equipos.

Cuarta etapa: resultados obtenidos se valoran el nivel de cooperación alcanzado por el sistema multi robot.

3. DISEÑO

En el diseño inicial se pretendía dar al sistema robótico inteligencia a través de la percepción del entorno utilizando un sensor ultrasónico, un sensor de color y sensores de rotación de movimiento del motor, la actuación con sus motores y su razonamiento con las instrucciones colocadas en el controlador, la sincronización de los equipos se realiza a través del protocolo estándar de comunicación Bluetooth que se encuentra en el controlador.

Se tiene un área de trabajo de las siguientes dimensiones 200 x 153 x 44 [cm], se tiene dos cajas de diferentes pesos y tamaños, las cuales van a ser movidas por el sistema multi – agentes, los tamaños de las cajas son:

Tamaño	Peso
45 x 16.2 x 5 [cm]	1000 [g]
32 x 16.2 x 5 [cm]	500 [g]

Tabla 1: Tamaños de las cajas

El funcionamiento ideal del grupo es si el agente detecta la caja liviana mueve automáticamente la distancia de 50[cm] en una trayectoria lineal, caso contrario si detecta la caja pesada pide ayuda a otro miembro de su organización al ser agentes expertos movedores de cajas así entre los dos mueven la caja la distancia predeterminada y en la trayectoria preestablecida, en la figura 1.

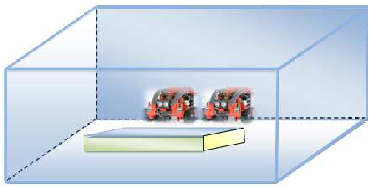

Figura 1: Modelo Ideal

4. LIMITACIONES

1. Los robots TXExplorer cuentan con sensores de detección de colores, con el inconveniente de presentar resoluciones bajas como se observa en la tabla 2 y problemas de luminosidad, al ser su hardware diseñado como una aplicación para niños y adolescentes.

Sensor de Colores	
Voltaje	0V -10V
Corriente (máx.)	10uA
Unidades	Mv
Mínimo	75
Máximo	10000
Resolución	100mV
Precisión	> 1V 5%

Tabla 2: Características Técnicas Sensor de Colores [6]

1. Los robots poseen energía suplementaria, sin embargo esta no tiene la potencia para soportar todos los dispositivos conectados sin desarrollar inconvenientes en su funcionamiento.
2. Al tener limitaciones con la energía suplementaria, se procedió a trabajar directamente con los cargadores generando problemas con el movimiento de los robots.
3. El sistema carece de eficiencia sobre el área de trabajo, restringiéndose al largo de los cables de los cargadores.
4. El área de trabajo de los robots debe ser lisa para evitar daños en los mismos.
5. El rango del detector de colores es variable ya que su efectividad de estabilizarse con las condiciones que se encuentra a su alrededor es limitada.
6. Para la programación en los controladores Robo TxController, fue necesario realizar el código fuente en lenguajes de medio nivel C.
7. Los motores no están diseñados para trabajar con tiempos prolongados.

5. PROGRAMACIÓN

La programación se basa en metas, para lo cual se tiene agentes movedores de cajas, para lo cual se crea un sistemas multi – agentes (SMA), el cual está conformado por dos agentes movedores de cajas los mismos cumplen tres metas descritas en la tabla 3.

Tipo de Agente	Percepciones	Acciones	Metas	Ambiente
Movedor de cajas	Velocidad del Motor Pulso Distancia a un objeto Pixeles Blancos o negros	Los motores caminan distancias predeterminadas Sincronización de los motores Prender Focos	Seguir trayectorias Determinación del número de robots Mover cajas	Pista negra sobre blanca. Cajas de diferentes pesos

Tabla 3: Agente movedor de cajas

Para lo cual se creó un sistema de dos agentes con los sensores y actuadores equipos con la plataforma seleccionada, y un conjunto de regla a seguir de acuerdo a las 3 metas planteadas anteriormente, donde primero se determina la trayectoria mediante un línea negra implementada, el número de robots a utilizar con el algoritmo de peso implementado, y se sincroniza los motores mediante la comunicación de los robots, este reglas se observa en la figura 2

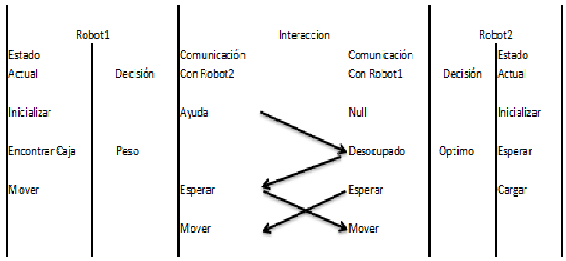

Figura 2: Reglas de Programación

6. PRUEBAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

De acuerdo a las tres metras descritas en la programación se procedió a realizar la prueba de trayectoria descrita en el figura 3.

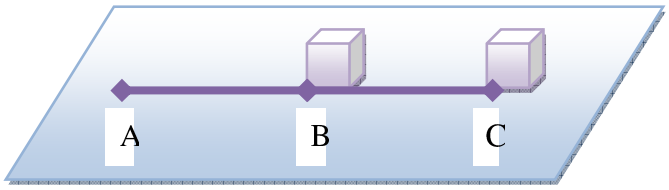

Figura 3: Prueba Lineal

Describe la trayectoria a realizar por el robot, primero se verifica si el robot se mueve una distancia de 50 [cm] sin peso, y luego si el robot puede mover la misma distancia pero empujando una caja, como resultado se obtuvo la siguiente trayectoria descrita por el robot en la figura 4.

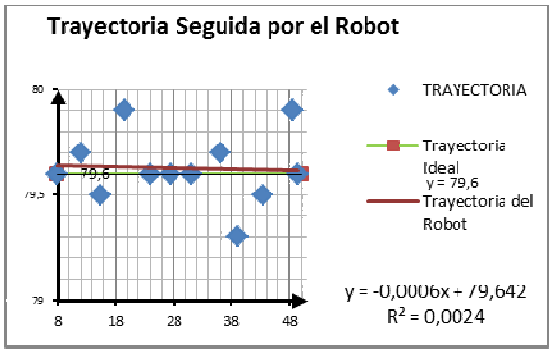

Figura 4: Trayectoria del robot

Para medir el número de robot necesarios se realizó una prueba de peso de la caja donde el robot impacta con la caja y prueba si puede moverla o necesita ayuda, así se determinó si se necesita un robot o son dos los necesarios para mover la caja, de acuerdo al número de revoluciones devueltas por el Encoder.

Así en la tabla 4 se tiene el número de revoluciones para una caja liviana o pesada, el número de revoluciones es menor a dos para cajas pesadas.

N°	Numero de Vueltas	Peso
1	3	Liviana
2	1	Pesado
3	5	Liviano
4	2	Pesado
5	6	Liviano
6	12	Liviano
7	4	Liviano
8	0	Pesado
9	14	Liviano
10	2	Pesado

Tabla 4: Determinación de las revoluciones para el peso

La última prueba a realizar es si la caja se mueve una trayectoria lineal, para lo cual se tabulo en la tabla 5 los siguientes datos

N	Distancia recorrida inicialmente sin caja (cm)	Tiempo	Distancia mover la caja	Desviación típica
1	20	4,8	50	0,1
2	20	5,2	50	0,3
3	20	5,3	50	0,7
4	20	∞	49	0,5
5	20	5,4	50	0,9
6	20	5,45	50	1
7	20	5,67	50	0,7
8	20	6,7	50	1,2
Pm	20	5,58	50	0,675

Tabla 5: Prueba Completa

En la cual se determina al aumentar el número de repeticiones de la prueba el robot se tarda en cumplir su objetivo, debido a la programación realizada este retardo de sincroniza a los robot de su objetivo y pierde efectividad al realizar sus metas, así se limite el número de pruebas a realizar de este proyecto.

7. CONCLUSIONES

- Se determinó que la robótica cooperativa depende del nivel de comunicación y coordinación de los agentes, por lo tanto se define al tipo de robot a utilizar de acuerdo a la tarea a realizar, por lo general si va empujar un objeto serán móviles.

- El sistema desarrollado permite a dos robots interactuar entre sí en un área de trabajo controlada, cumpliendo así el objeto de mover una caja en forma lineal una distancia de 50[cm], el resultado tan limitado en cuanto a la máxima distancia que los dos robots mueven la caja es debido a las limitaciones físicas de los motores.

- Se concluye que el tiempo de ejecución aumenta significativamente debido al uso prolongado de los equipos, causando el sobreesfuerzo de los motores por efecto de sobrecalentamiento de los mismos, generando inconvenientes como paros indebidos del robot.

- Debido a las limitaciones en memoria no se logró que el sistema robótico cooperativo alcance el nivel de inteligencia deseado, es decir que no requiera de un seguidor de línea para realizar las diferentes tareas asignadas.

- El uso de cargadores genera limitaciones en las diferentes tareas asignadas, debido a la interferencia entre cables y en el área de trabajo se vuelve limitada reduciendo el campo de acción.

8. REFERENCIAS

[1] Jonh Atkinson A. : Diseño de agentes autónomos utilizando un enfoque de Control Basado en Conductas. In Proc de FI'98, pp 45-54, Arica, Chile, Enero 1998.
[2] Ferber J., "Multiagent Systems: An Introduction to Distributed Artificial Intelligence". Addison – Wesley. 1999.
[3]M. Ocello, Y. Demazeus, C. Baejis; Designing Organized Agents for Cooperation with Real Time Constraints. In Proc de CRW´98, pp 25-37, Paris, France, July 1998.
[4]http://www.angelfire.com/falcon/miqueleiz/09tiposdeagentes.htm
[5]Manual de Instrucciones del Robo TxController Fischertechnik, pag.82
[6] http://stefanbrunner.com/fischertechnik-tx-inputs/
[7] Bang Giang Nguyen, Echtzeitfähige Steuerung eines Robotikexperiments auf Basis ereignisdiskreter Modelle. München Enero 2011.