

Capítulo 7 – Pruebas y evaluación.

7.1 Algoritmo de exploración.

7.1.1 Definición de expectativas y pruebas.

Al implementar este algoritmo se espera que el robot sea capaz de explorar el ambiente evitando los obstáculos que se encuentren en su camino y que al detectar que se encuentra frente al final del ambiente (en una pared) sea capaz de dar la vuelta y tratar de buscar otro camino.

Es necesario recordar que esta tarea es detenida automáticamente después de cuatro minutos transcurridos o puede ser detenida por el operador, cuando a criterio de este, se cuenta con suficiente información del ambiente.

La primera prueba consiste en colocar un obstáculo en la parte derecha del campo de visión del robot , se espera que el movimiento que se ejecute sea un giro hacia la izquierda.

La segunda prueba consiste en colocar un obstáculo pero ahora en la parte izquierda del campo de visión del robot, se espera que el robot gire hacia el lado derecho.

La tercera prueba consiste en colocar dos obstáculos frente al robot, de manera tal que los obstáculos cubran tanto la parte izquierda como la parte derecha del campo de

visión del robot, al encontrarse en tal circunstancia se espera que el robot ejecute el movimiento de crisis, el cual es avanzar hacia atrás y luego dar un giro de 180°.

La cuarta prueba se hizo con el fin de corroborar que el robot es capaz de detectar cuando se encuentra en los límites del ambiente, para esto se colocó al robot frente a una pared y se espera que el robot retroceda un poco y de un giro con el fin de tratar de encontrar otro camino.

La última prueba consiste en colocar algunos obstáculos en el ambiente de manera tal, que el robot siga una trayectoria como la que se muestra en la siguiente figura.

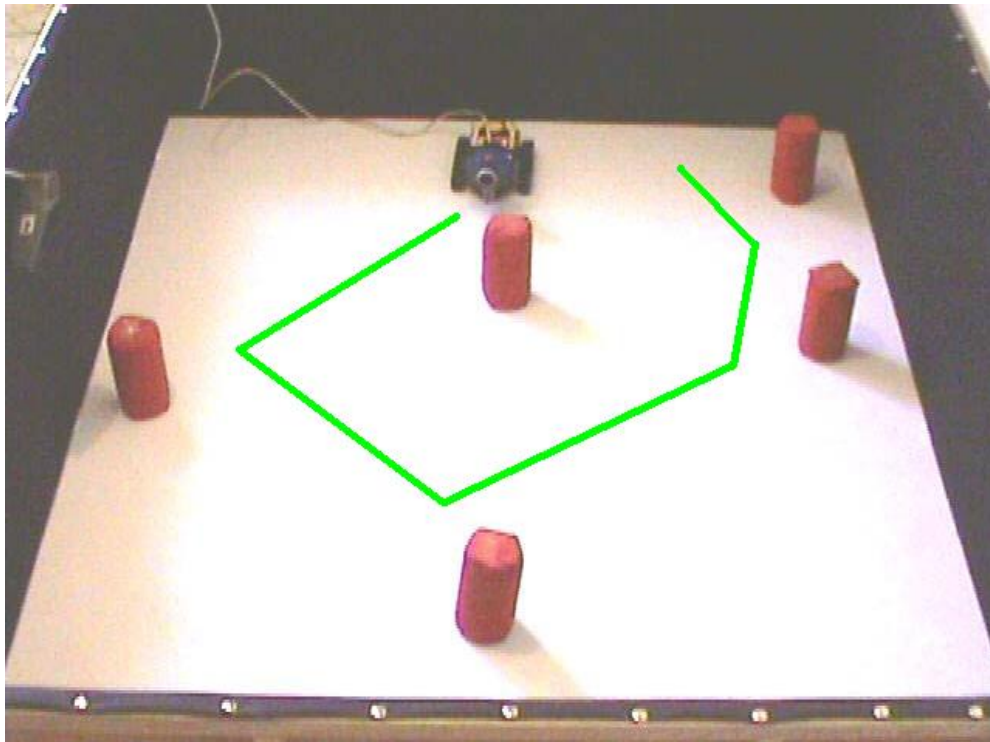


Figura 7.1 Camino esperado.

7.1.2 Evaluación.

En las pruebas realizadas el robot cumplió con las expectativas para , los movimientos que ejecutó el robot ante las diversas circunstancias se muestran en las siguientes figuras.

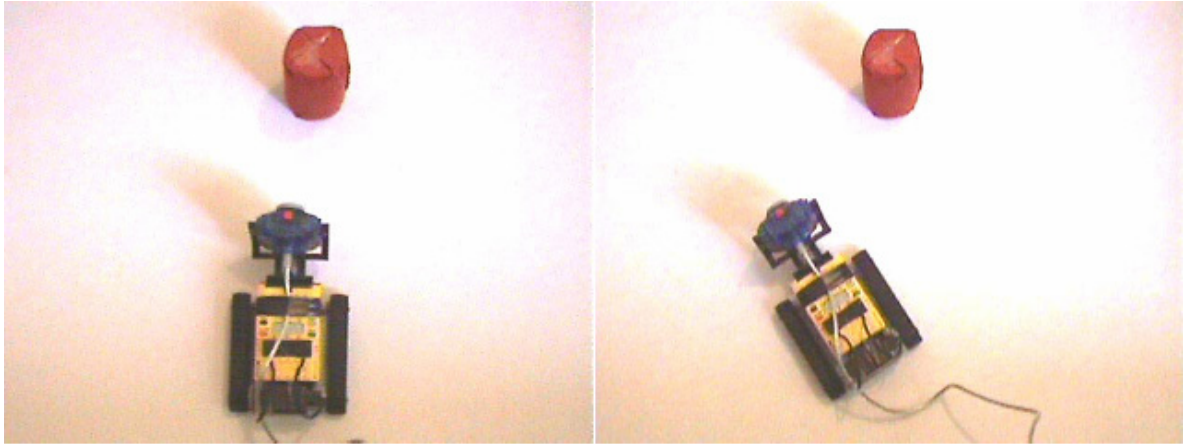


Figura 7.2 Giro a la izquierda.

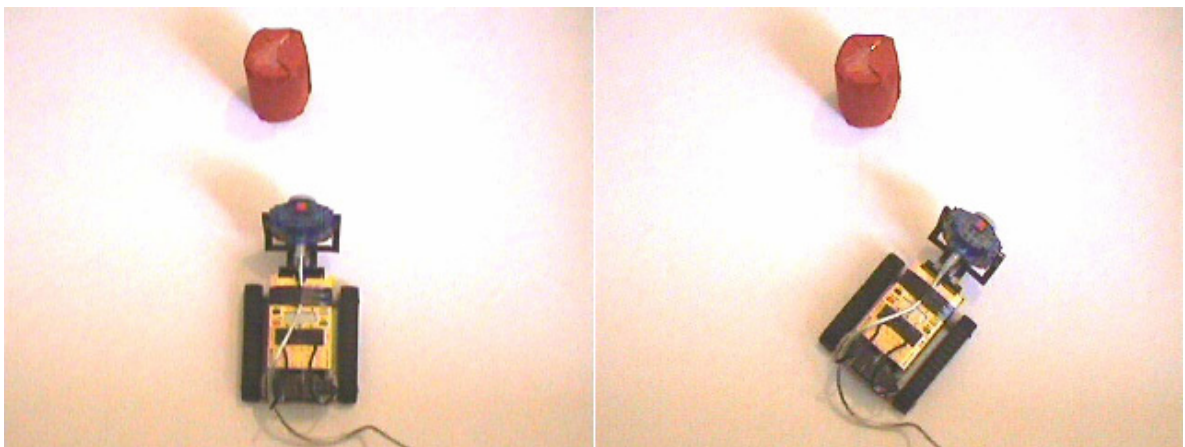


Figura 7.3 Giro a la derecha.

En las dos figuras anteriores se puede observar que los movimientos efectuados por el robot, son suficientes para evadir los obstáculos.



Figura 7.4 Movimiento de crisis.

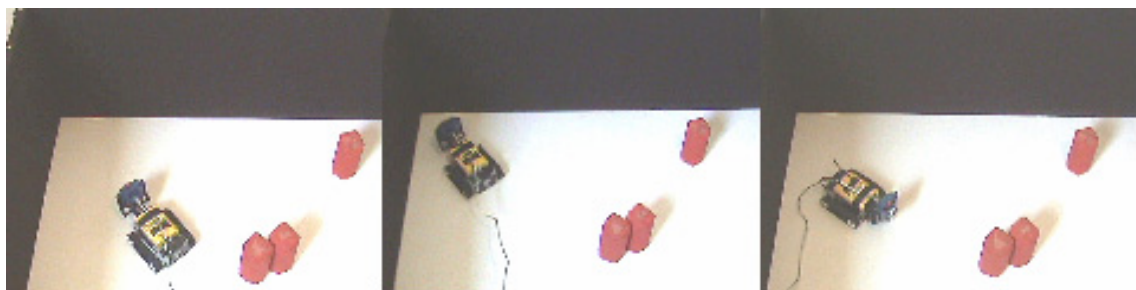


Figura 7.5 Detectar paredes.

Para evadir dos obstáculos que se encuentran obstruyendo el paso del robot y para regresar cuando el robot se encuentra al final del ambiente , se utiliza el mismo movimiento, retroceder un poco y después dar un giro. En la figura 7.4 se muestra la situación en donde el robot encuentra obstruido el paso, es decir, tanto en el lado derecho

de su campo de visión como en el lado izquierdo se encuentran obstáculos y se muestra la posición del robot después de ejecutar el movimiento.

Una característica importante es que el vehículo con comportamiento explorador de Braitenberg al encontrarse con una situación como la mostrada en la figura 7.4; es decir cuando detectan señal con su sensor de proximidad derecho y su sensor de proximidad izquierdo el robot deja de moverse y se hace necesario mover el robot de forma manual para sacarlo de esa situación. En este trabajo de tesis se resolvió este problema de la siguiente manera, cuando el robot detecta que se encuentra en esta situación, retrocede un poco y luego da un giro de aproximadamente ciento ochenta grados, al efectuar este movimiento el robot queda con posibilidades de seguir explorando el ambiente.

En la figura 7.5 se muestra la situación en la cual el robot se encuentra con una pared, en este caso el robot retrocede y da un giro, esto con el fin de que el robot continúe explorando.

En la siguiente figura (figura 4.6) se muestra en una secuencia de imágenes el camino seguido por el robot explorador, al comparar la trayectoria que se esperaba que recorriese el robot con la trayectoria real seguida por el robot, se puede observar que existe una gran similitud entre ellas.

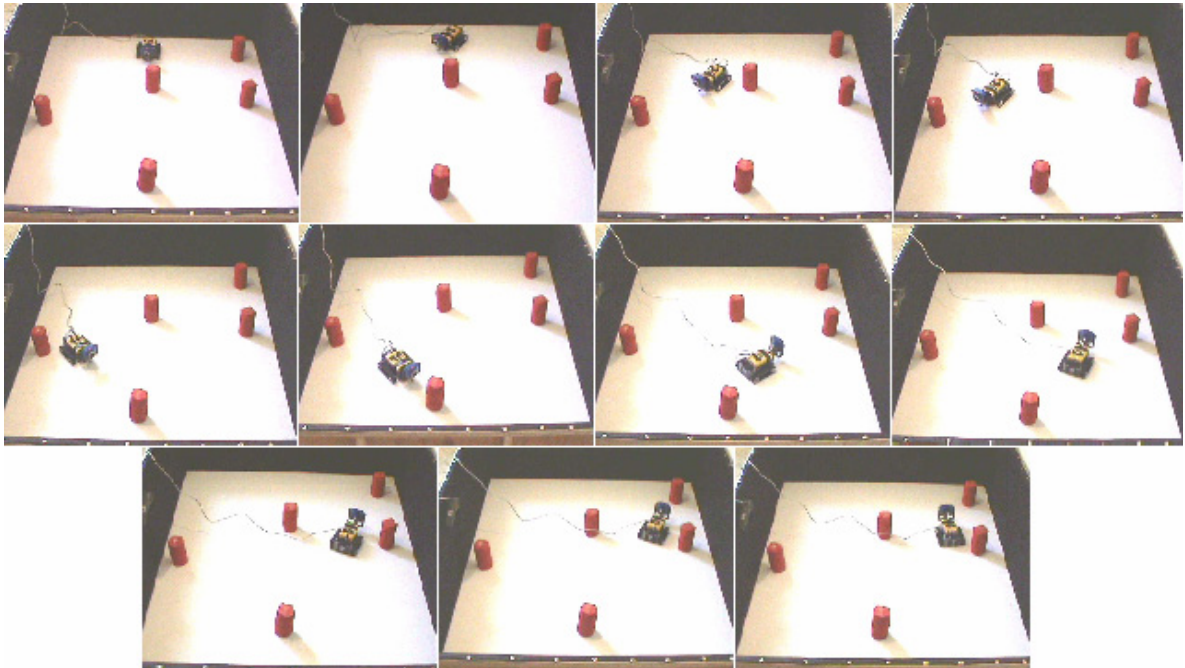


Figura 7.6 Camino seguido por el robot.

7.2 Generación del mapa.

7.2.1 Definición de expectativas y pruebas.

Para la tarea de generación del mapa se realizaron dos pruebas, la primera prueba consiste en tomar dos imágenes en tiempos distintos, en cada una de ellas el robot se encontrará en una posición distinta, en esta prueba se espera obtener una imagen en la cual se encuentra representado el desplazamiento que tuvo el robot explorador. La segunda prueba consiste en colocar obstáculos de forma aleatoria en el ambiente, ejecutar la tarea de exploración, y ejecutar la tarea de generación del mapa, en esta prueba se espera obtener una imagen en formato .bmp que represente la trayectoria libre de colisiones seguida por el robot explorador.

7.2.2 Evaluación.

En la primera prueba, el algoritmo cumplió de forma adecuada con las expectativas, en las siguientes figuras podemos observar la imagen capturada en el tiempo t , la imagen capturada en el tiempo $t + 1$, así como el resultado de aplicar el algoritmo para agregar el robot.

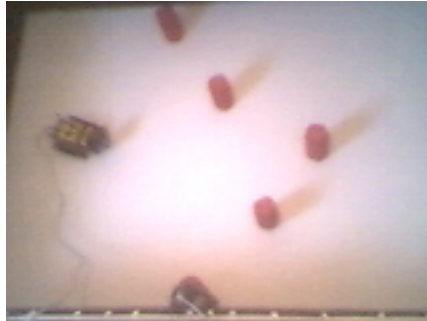


Figura 7.7 Imagen en el tiempo t .

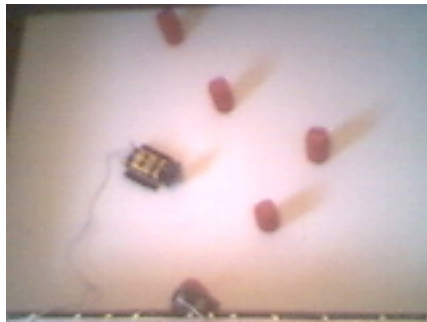


Figura 7.8 Imagen en el tiempo $t + 1$.

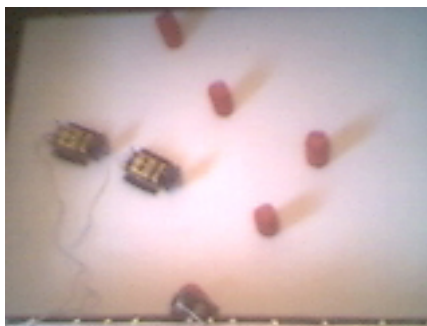


Figura 7.9 Resultado de aplicar el algoritmo.

Se puede observar claramente que la única diferencia entre la figura 7.6 y la figura 7.7 radica en la posición del robot, al aplicar el algoritmo presentado en el capítulo cinco, se obtiene la imagen ilustrada en la figura 7.8, en esta imagen se muestra la combinación de las dos imágenes, en otras palabras se muestran las dos posiciones del robot en una sola imagen.

En la segunda prueba también se obtuvieron resultados satisfactorios de acuerdo con las expectativas planteadas, en la siguiente figura se muestra el resultado de ejecutar simultáneamente la tarea de exploración y la tarea de generación del mapa, se puede observar en la figura el ambiente, los obstáculos que fueron colocado de forma aleatoria y se muestra el camino libre de colisiones seguido por el robot.



Figura 7.10 Resultado de la tarea generación del mapa.

7.3 Prueba general.

7.3.1 Definición de expectativas y pruebas.

Ahora que ya se probó el sistema de exploración y el sistema de generación del mapa de carreteras por separado, se hace necesaria una prueba en la cual se involucren los dos

sistemas esperando obtener una exploración robusta del ambiente por parte del robot explorador y un mapa de carreteras del ambiente desconocido.

Para esta prueba se colocaron siete obstáculos en forma aleatoria, se colocó el robot explorador en medio de una de las paredes y se procedió a ejecutar el sistema de exploración y el sistema de generación del mapa de carreteras. La distribución de los obstáculos y la posición inicial del robot explorador se muestra en la siguiente figura.

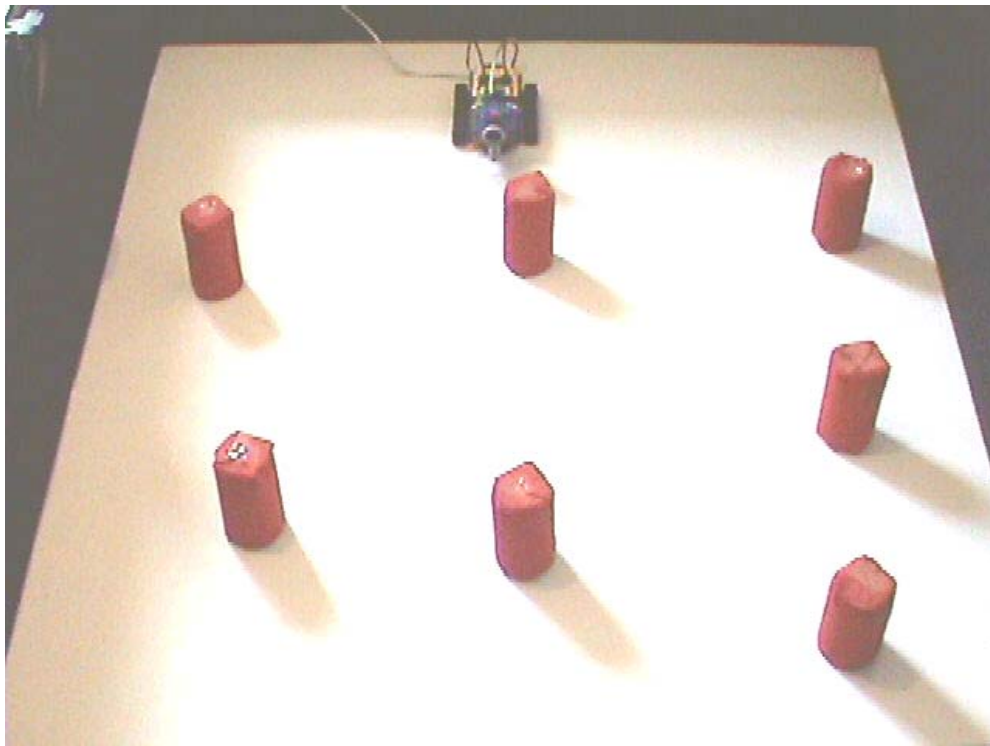


Figura 7.11 Configuración inicial.

7.3.2 Evaluación.

Los resultados obtenidos dentro de esta prueba fueron satisfactorios, en las siguientes figuras se ilustra el camino seguido por el robot explorador y el mapa generado por el sistema generador del mapa.

El comportamiento de los movimientos del robot explorador se puede observar que es un poco diferente al mostrado en el apartado 7.1 esto se debe a la carga útil de las baterías, para esta prueba las baterías cuentan con menos carga y por esta razón los motores que otorgan desplazamiento al robot tienen menos potencia, por esta razón el ángulo de giro se reduce en los movimientos giro a la derecha y en el movimiento giro a la izquierda, cuando se hace desplazar el robot hacia delante la distancia que recorre también se redujo, en el movimiento de crisis originalmente daba un giro de ciento ochenta grados aproximadamente, este movimiento es el que se vio mayormente afectado, como se muestra en la figura 7.11, ahora el giro que dado por el robot es mucho menor a ciento ochenta grados.

A pesar de que se vio afectada la movilidad del robot explorador, este fue capaz de explorar el ambiente.

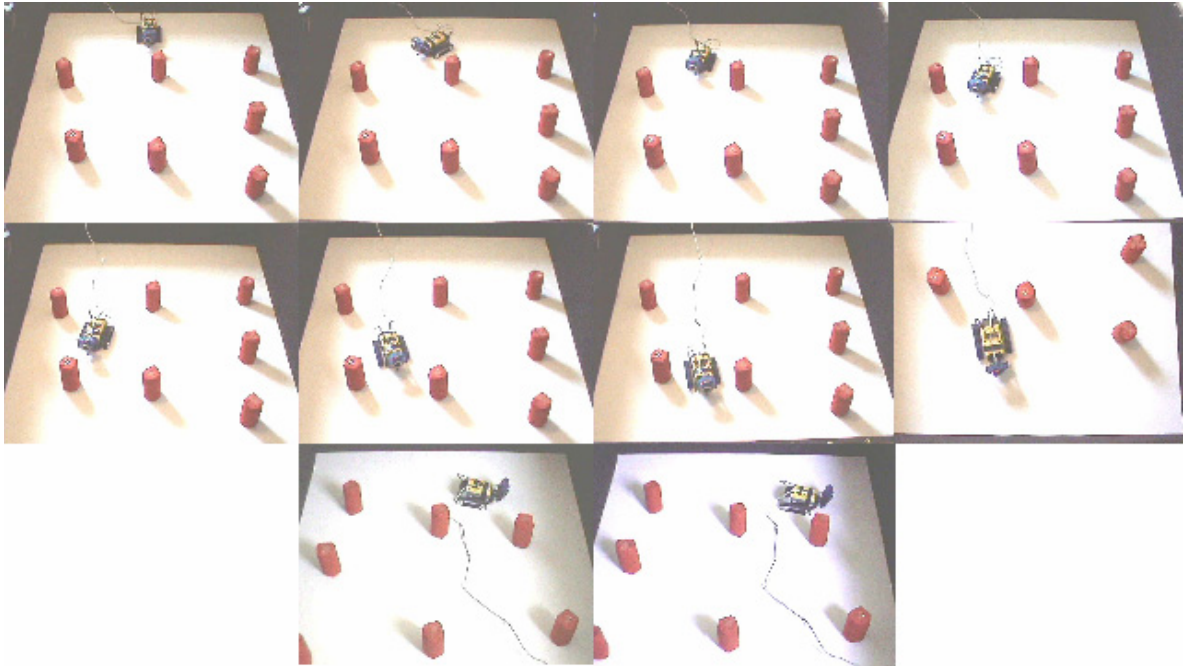


Figura 7.12 Camino seguido en la prueba general.

Al mismo tiempo que el robot exploraba el ambiente, se ejecutó el sistema de generación del mapa de carreteras, el resultado se muestra en la figura 7.12.



Figura 7.13 Mapa resultante en la prueba general.

El mapa de carreteras resultante es satisfactorio dado que se puede observar la trayectoria seguida por el robot explorador a pesar de la calidad de la imagen.

NOTA: Las figuras 7.6, 7.7, 7.8, 7.9 y 7.12 no tienen una buena calidad debido a que fueron capturadas con la cámara Logitech QuickCam Express, esto es parte de las limitantes del trabajo de tesis, mencionada en el capítulo uno.