

Reporte de Avances de Tesis

Octubre 2014

Ramón Izquierdo Córdova
izquierdocr@ccc.inaoep.mx

Asesores:

Dr. Eduardo F. Morales Manzanares
Dr. Luis Enrique Sucar Succar

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
Coordinación de Ciencias Computacionales

Introducción

En este reporte se describen los experimentos llevados a cabo hasta el 14 de octubre de 2014 en relación al problema de búsqueda objetos. En éste problema un agente debe realizar la búsqueda de un objeto dentro de un ambiente conocido descrito por un mapa en el que cada habitación tiene una probabilidad asociada a la existencia del objeto buscado dentro de ese cuarto. La exploración de los cuartos se realiza una a una y se detiene al encontrar el objeto.

Dos primeros sub-problemas son derivados del problema planteado: ¿en qué orden se revisan los cuartos? y ¿cómo se explora el interior de cada cuarto? Para responder la primera pregunta se han planteado una serie de experimentos donde se compararon diferentes estrategias para determinar un orden de exploración de las habitaciones.

Elementos para la experimentación

Fue creada una base de datos de mapas obtenidos de planos reales conteniendo de 3 a 13 cuartos. Por cada tamaño de mapa se tienen 5 mapas diferentes. Además de las variaciones en la distribución de los cuartos también se buscó tener mapas con y sin mobiliario. En total fueron probados 60 planos distintos.

Cada plano fue etiquetado de manera manual seleccionando un punto dentro de cada habitación y creando un grafo completo con la distancia entre cada una de las habitaciones. La distancia (óptima) fue calculada usando un MDP con lo que al inicio de los experimentos se tiene, por cada mapa, una tabla con las distancias óptimas entre cada una de las habitaciones.

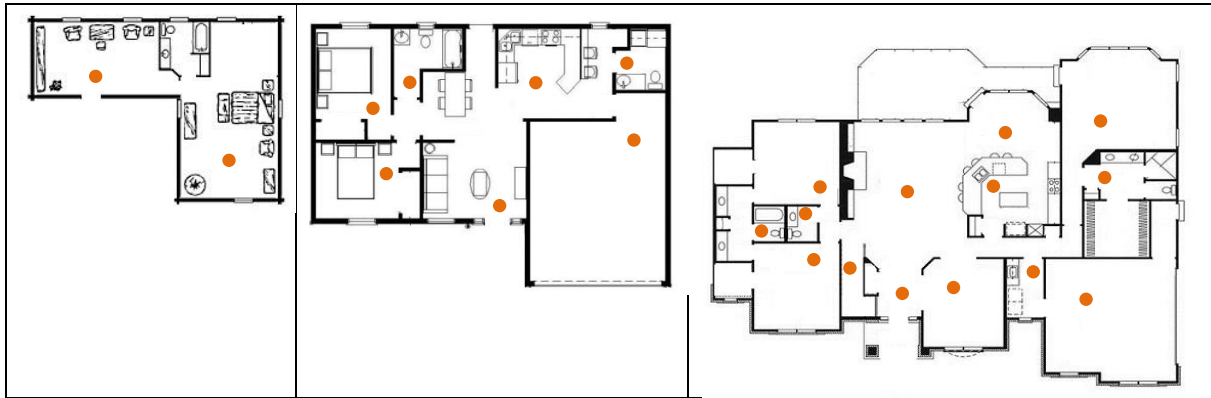


Figura 1. Ejemplos de mapas usados en los experimentos.

Se implementaron 9 estrategias de búsqueda que entregan el orden de recorrido de los cuartos para un determinado mapa. Esta lista con el orden es completa, es decir integra todos los cuartos existentes en el mapa.

Las probabilidades de encontrar el objeto en cada cuarto fueron generadas de manera aleatoria cuando fue necesario ya que algunos experimentos se hicieron con probabilidad equivalente para todas las habitaciones.

Descripción de las estrategias evaluadas

Optimal

$O(n!)$

La ruta más corta de todas las posibles rutas completas es seleccionada.

Worst

$O(n!)$

La ruta más larga de todas las posibles rutas completas es seleccionada.

OptimalExpected

$O(n!)$

La ruta con el valor esperado de distancia más pequeño de todas las posibles rutas completas es seleccionada. Para el cómputo del valor esperado se utiliza la fórmula $\sum_{i=1}^n p_i d_i$, donde n es el número de cuartos o nodos, p_i es la probabilidad de encontrar el objeto en el cuarto i y d_i es la distancia acumulada desde el nodo origen hasta el cuarto i siguiendo la ruta que pasa por todas las habitaciones j ($j < i$). i y j son índices de habitaciones de acuerdo al orden de exploración que se está evaluando.

WorstExpected

$O(n!)$

La ruta con el valor esperado de distancia más grande de todas las posibles rutas completas es seleccionada de acuerdo a la fórmula descrita en la estrategia OptimalExpected.

MostProbable $O(n^2)$

La ruta completa se construye cuarto por cuarto evaluando todos los nodos posibles y seleccionando el que tenga la probabilidad más grande de que el objeto se encuentre en esa habitación.

Closest $O(n^2)$

La ruta completa se construye cuarto por cuarto evaluando todos los nodos posibles y seleccionando el que tenga la menor distancia a la habitación anterior.

Random $O(n)$

La ruta completa es obtenida de manera aleatoria.

ExpectedDistanceMurrieta $O(n^3)$

Para la construcción de la ruta completa se selecciona el cuarto con el valor mayor obtenido de la heurística $\frac{p_i}{d_i}$ donde p_i es la probabilidad de encontrar el objeto en el cuarto i y d_i es la distancia entre el cuarto anterior y el cuarto i . Una vez seleccionada la habitación con mayor valor de heurística se hace una exploración breath-first desde ese nodo hasta una profundidad $\log n$ evitando expandir los nodos con probabilidad más grande y distancia más chica que algún otro nodo. Se selecciona la ruta parcial con el valor esperado de distancia más corta de acuerdo a la fórmula descrita en la estrategia OptimalExpected. Este procedimiento se repite hasta obtener una ruta completa.

ExpectedDistanceSimple $O(n^2)$

La ruta completa se construye cuarto por cuarto evaluando todos los nodos posibles y seleccionando el que tenga el mayor valor de la heurística descrita en la estrategia ExpectedDistanceMurrieta.

Experimentos**Evaluación de estrategias con mapas reales y probabilidad variable entre los cuartos**

El primer experimento consistió en la evaluación de las 9 estrategias de búsqueda sobre cada uno de los 5 mapas por cada número de habitación. Se generaban las rutas completas para cada estrategia y se hacían 1000 repeticiones variando la ubicación real del objeto. Esta ubicación es generada de acuerdo a las probabilidades de que el objeto esté en determinada habitación. En cada repetición se exploraban los cuartos de acuerdo al orden de cada estrategia hasta llegar a donde el objeto se encontraba realmente. Se tomó registro de la distancia total recorrida hasta encontrar el objeto.

Dada la variabilidad entre las distancias entre mapas con número de cuartos diferentes e inclusive entre mapas con igual número de cuartos, se decidió realizar la comparación entre las estrategias

usando la razón entre el promedio de las distancias recorridas en las 1000 repeticiones y la distancia más grande que se puede recorrer en el mapa pasando por todas las habitaciones.

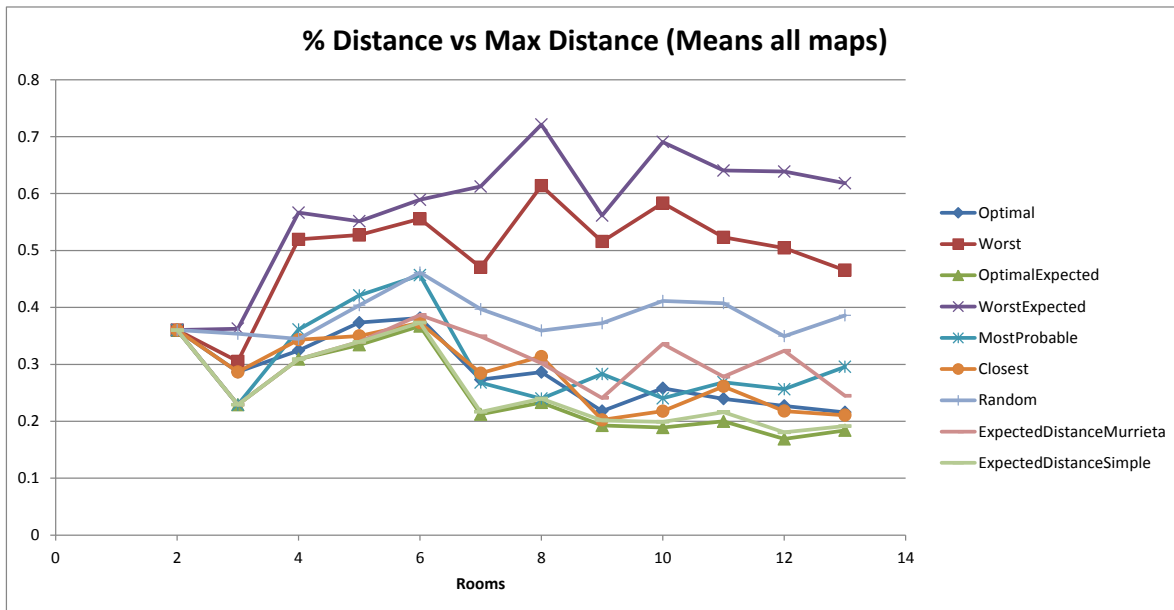


Figura 2. Comparación entre las 9 estrategias de búsqueda contra la distancia más larga existente en mapas reales y probabilidad entre cuartos variable.



Figura 3. Comparación entre las estrategias OptimalExpected y ExpectedDistanceSimple en mapas reales con probabilidad entre cuartos variable.

Evaluación de estrategias con mapas reales y probabilidad equivalente entre los cuartos

En el segundo experimento se evaluaron nuevamente todas las estrategias conforme a lo descrito en el primer experimento pero se estableció que la probabilidad fuera equivalente en todos los cuartos.

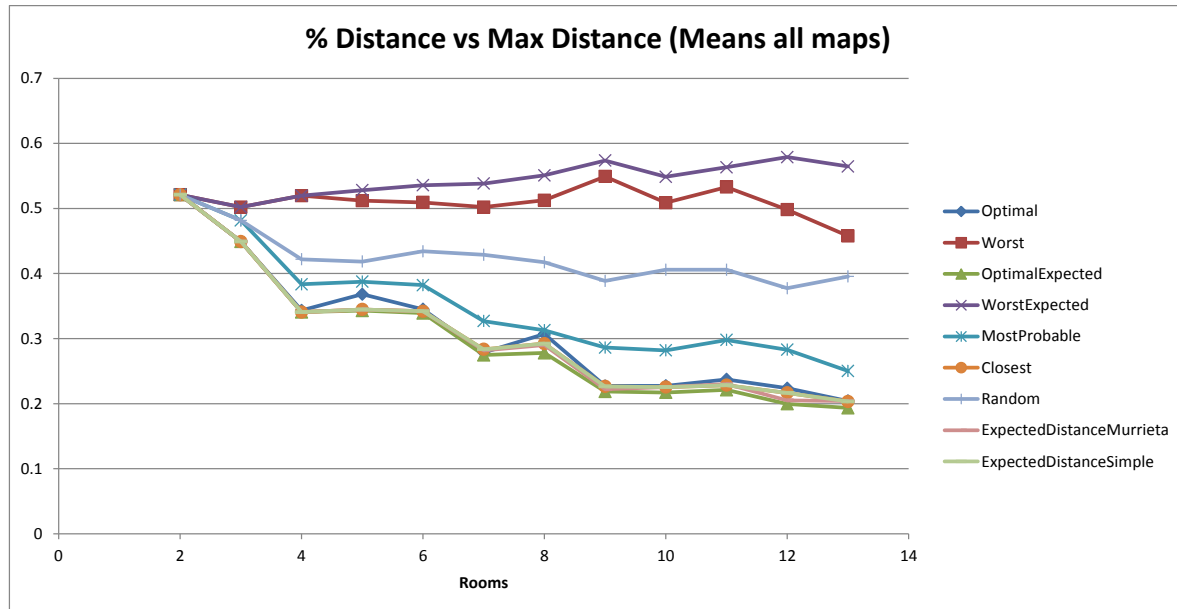


Figura 4. Comparación entre las 9 estrategias de búsqueda contra la distancia más larga existente en mapas reales y probabilidad entre cuartos equivalente.

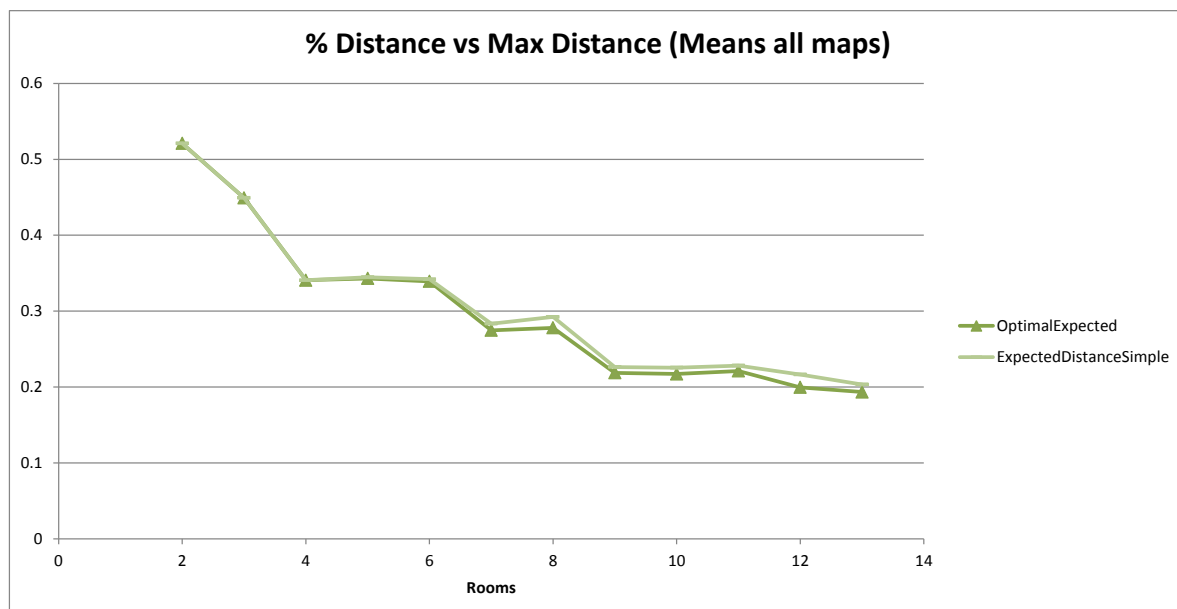


Figura 3. Comparación entre las estrategias OptimalExpected y ExpectedDistanceSimple en mapas reales con probabilidad entre cuartos equivalente.

Evaluación de estrategias con mapas artificiales y probabilidad variable entre los cuartos

El tercer experimento fue diseñado como el primero pero el mapa fue generado de manera aleatoria, refiriéndose esto a las distancias entre los diferentes cuartos.

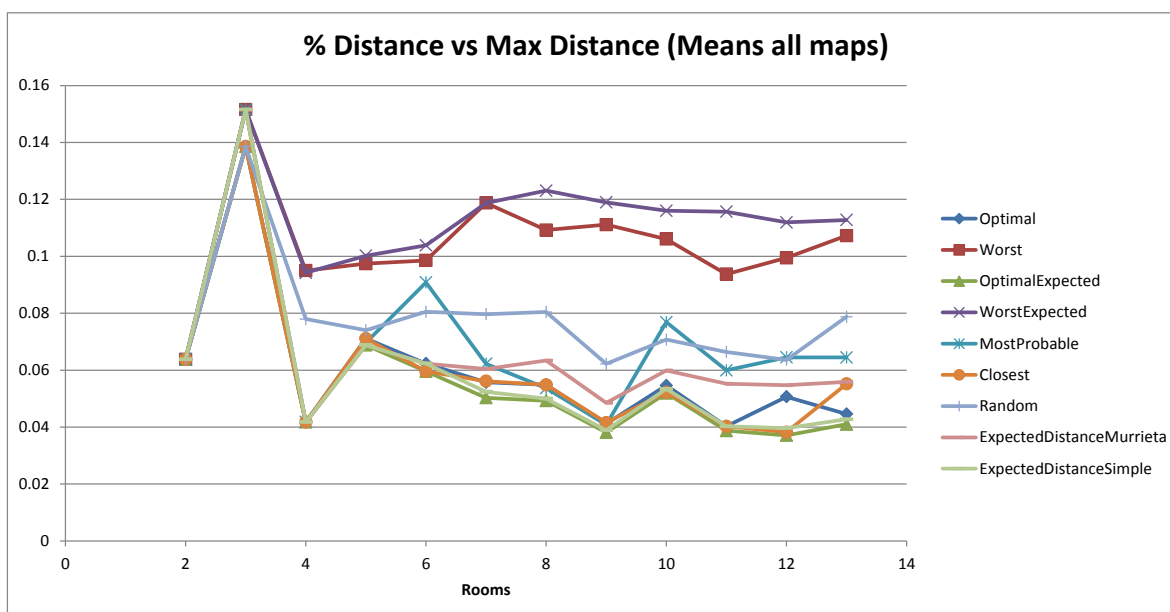


Figura 2. Comparación entre las 9 estrategias de búsqueda contra la distancia más larga existente en mapas aleatorios y probabilidad entre cuartos variable.

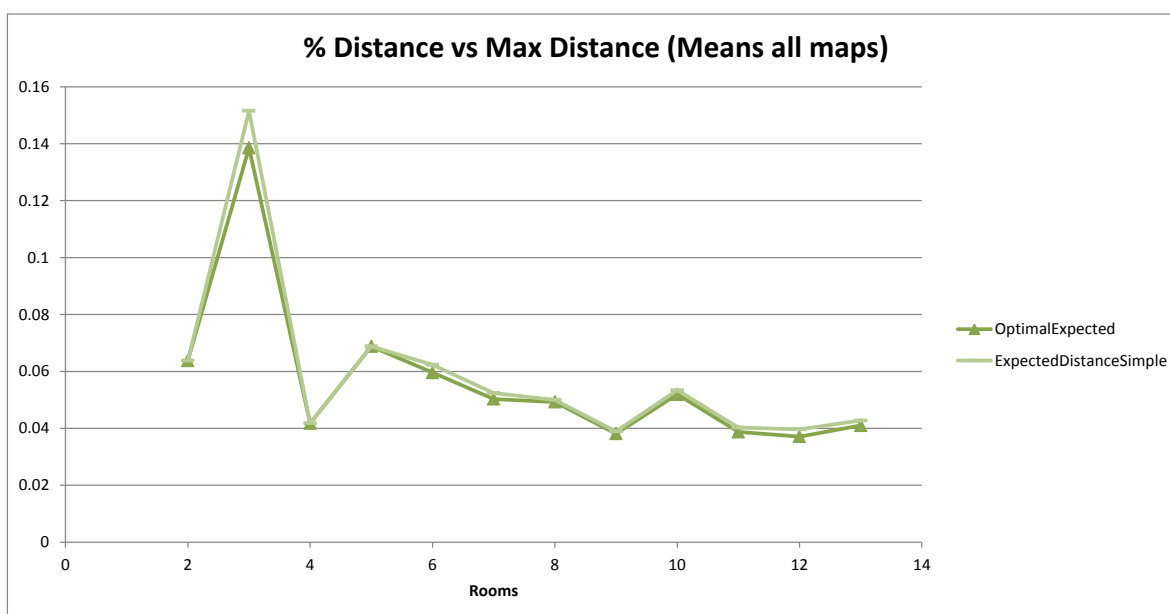


Figura 3. Comparación entre las estrategias OptimalExpected y ExpectedDistanceSimple en mapas aleatorios con probabilidad entre cuartos variable.

Conclusiones

Se compararon nueve estrategias para encontrar un orden de exploración de cuartos para búsqueda de objetos probando diferentes mapas y variando la probabilidad de encontrar el objeto en cada cuarto.

Los experimentos muestran que la estrategia ExpectedDistanceSimple es una buena aproximación a la solución óptima para obtener un orden de exploración de habitaciones manteniendo un orden de complejidad de n^2 lo que permite el cómputo de rutas para mapas con número de cuartos grande.