

VERDAD, BELLEZA, PROBIDAD

[Nombre de la Tesis]

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de

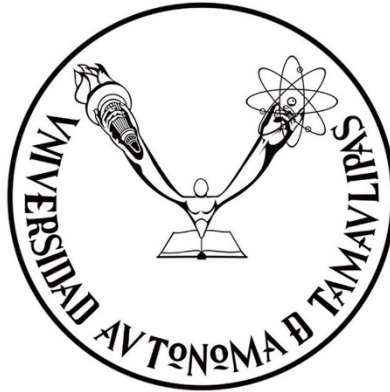
[Nombre del Programa Educativo]

por

[Nombre del Autor/a]



[Mes y año de finalización de la tesis]



VERDAD, BELLEZA, PROBIDAD

[Nombre de la tesis]

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de

[Nombre del Programa Educativo]

por

[Nombre del Autor/a]

Director

[Nombre del/la Director/a de Tesis]



Cd. Victoria, Tamaulipas – [Mes y año de finalización de la tesis]

[Nombre de la Tesis]

Derechos Reservados

© [Nombre del autor/a]

[Dirección del autor/a]

[Mes y año de finalización de la tesis]

Por la presente, el autor, señala expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Asimismo, todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas, en las citas y en la bibliografía del presente trabajo.

El autor concede permiso a la Facultad de Ingeniería y Ciencias y a la Universidad Autónoma de Tamaulipas para que reproduzcan, almacenen y distribuyan públicamente, de manera total o parcial, en cualquier medio o formato, este documento de tesis bajo la licencia Internacional Creative Commons 4.0. (CC-BY-NC-ND 4.0) en concordancia con lo establecido en los Lineamientos Generales para el Repositorio Nacional y los Repositorios Institucionales.

Firma del autor

[Nombre del Autor/a]
Facultad de Ingeniería y Ciencias

Los que suscriben, miembros del Comité de Tesis de Licenciatura de

[Nombre del Autor/a]

Hacemos constar que hemos revisado, evaluado y aprobado la tesis

“[Nombre de la Tesis]”

En vista de lo cual extendemos nuestra autorización para que dicho trabajo sea sustentado en examen profesional en la fecha señalada por la Secretaria Académica de la Facultad.

Director de Tesis

[Grado Académico y Nombre del/la director/a]
Facultad de Ingeniería y Ciencias

Codirector

[Grado Académico y Nombre del/la Codirector/a]
[Nombre de la Facultad a la que está adscrito]

Asesor

[Grado Académico y Nombre del/la Asesor/a]
[Nombre de la Facultad a la que está adscrito]

Asesor

[Grado Académico y Nombre del/la Asesor/a]
[Nombre de la Facultad a la que está adscrito]

Asesor

[Grado Académico y Nombre del/la Asesor/a]
[Nombre de la Facultad a la que está adscrito]

Cd. Victoria, Tamaulipas a [día, mes y año de firma]

La tesis titulada “[Nombre de la tesis]” realizada por [Nombre del autor/a] y dirigida por el/la [Grado Académico y Nombre del/la director/a de Tesis] ha sido aceptada como requisito parcial para obtener el título de [Nombre del Programa Educativo]. Por tal motivo, se asigna fecha de presentación para el [Indicar Fecha] a las [indicar hora] horas en la Sala de Consejo Técnico y Exámenes Profesionales de esta Facultad.

Coordinador de Investigación

[Grado Académico y Nombre del/la Coordinador/a de Investigación]
Facultad de Ingeniería y Ciencias

Secretario Académico

[Grado Académico y Nombre del/la Secretario/a Académico de la Facultad]
Facultad de Ingeniería y Ciencias

Director

[Grado Académico y Nombre del/la Director/a de la Facultad]
Facultad de Ingeniería y Ciencias

Cd. Victoria, Tamaulipas a [día, mes y año de firma]

A quienes el autor/a dedica la tesis, esta parte es opcional

*“Frase o Cita que inspira al autor/a y tiene relación con el trabajo realizado, esta parte es
opcional”
Nombre del autor/a de la frase o cita*

Agradecimientos

Los agradecimientos del autor/a, incluir aquí a las instituciones que hubiesen otorgado algún tipo de beca o apoyo financiero durante su carrera.

Resumen

Descripción general del trabajo de tesis con la finalidad de que el lector tenga una noción rápida de la investigación desarrollada.

Abstract

Resumen del trabajo de tesis en el idioma inglés

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2 JUSTIFICACIÓN	2
1.3 OBJETIVO	2
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.5 HIPÓTESIS	2
1.6 METODOLOGÍA.....	3
1.7 ESQUEMA DE LA TESIS.....	3
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 EJEMPLO DE USO DE IMÁGENES Y TABLAS	4
2.1.1 <i>Imágenes</i>	4
2.1.2 <i>Tablas</i>	7
2.2 EJEMPLO DE USO DE ECUACIONES.....	8
2.3 EJEMPLO DE USO DE ALGORITMOS	9
3. METODOLOGÍA	12
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13
5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	14
6. BIBLIOGRAFÍA.....	15
PUBLICACIONES.....	16
APÉNDICE A	17
GLOSARIO	18
LISTA DE ACRÓNIMOS.....	19

Índice de Figuras

FIGURA 2.1. PROBLEMAS ASOCIADOS CON ROBÓTICA MÓVIL: (I) SLAM, (II) EXPLORACIÓN, (III) LOCALIZACIÓN ACTIVA, (IV) EXPLORACIÓN INTEGRADA [3].....	4
FIGURA 2.2. DOS FRONTERAS QUE ESTÁN CERCANAS ENTRE SÍ Y PUEDEN SER EXPLORADAS POR UN SOLO ROBOT.....	5
FIGURA 2.3. TRAYECTO DESDE LA CELDA AZUL MARCADA CON 11 HASTA 0 UTILIZANDO EL MÉTODO DE JARVIS [3].	6
FIGURA 2.4. TIEMPO TOTAL FUERA DEL RANGO DE COMUNICACIÓN.....	6
FIGURA 2.5. DIAGRAMA DE INTERACCIÓN DE LOS ESTADOS DE CADA ROBOT.	7

Índice de Tablas

TABLA 2.1. ERROR CUADRÁTICO MEDIO (CELDAS) [8].	7
TABLA 2.2. COMPARACIÓN DE LAS PROPUESTAS MÁS RELEVANTES PARA ESTA TESIS [8].	8

Índice de Algoritmos

ALGORITMO 1 SEUDOCÓDIGO DE UN ALGORITMO EVOLUTIVO.	10
ALGORITMO 2. ALGORITMO	11

1. Introducción

El presente documento pretende ser una plantilla basada en la guía para facilitar al autor la escritura de la tesis. Como se menciona en la guía, cada trabajo de tesis es único y puede diferir en su contenido basado en los requerimientos del tema de investigación, la experiencia del autor y el criterio de su director de tesis. Sin embargo, mediante la guía y esta plantilla se trata de uniformizar estilo, así como algunos criterios que no afectan el desarrollo del tema de investigación. Asimismo, se recomienda al autor consultar la bibliografía donde encontrará información de utilidad sobre el desarrollo del contenido de las partes que constituyen una tesis, en especial [1], [2], [3], [4] y [5]. Por otro lado, en la WEB podrá obtener información sobre cómo realizar ciertas tareas al momento de redactar en Word [6], [7], además, una referencia de utilidad para la escritura textos científicos y de investigación en este editor de textos es el libro de Alexander Mamishev [8]. Por último, a lo largo de este documento, se explicará de forma muy breve las partes que están consideradas en la guía.

La introducción es donde el autor/a expone de manera inicial y formal el trabajo de investigación realizado. De manera general se establecen los siguientes puntos:

- Planteamiento del problema,
- Justificación,
- Objetivos generales y específicos,
- Hipótesis,
- Metodología utilizada, y
- Esquema de la tesis.

Aunque cada trabajo de tesis es diferente Se recomienda al autor, director y asesores de tesis desarrollar cada uno de los puntos indicados¹.

¹ Ejemplo de nota al pie.

1.1 Planteamiento del problema

Explicar el por qué este problema es relevante como tema de investigación.

1.2 Justificación

Describir los motivos por los cuales se realizó el trabajo de investigación. El autor deberá contestar las siguientes preguntas [1]:

- ¿Para qué hizo la tesis?
- ¿Por qué eligió el tema?
- ¿Qué pretende al hacer investigación?

1.3 Objetivo

El objetivo principal define que se pretende lograr con el trabajo de tesis. Deberá utilizar verbos en infinitivo y ser concreto. El autor deberá tratar de responder a las preguntas:

- ¿Qué pretendo hacer?,
- ¿Para qué o por qué lo quiero hacer?

1.4 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos son resultado del objetivo principal, es decir, se en cada uno de ellos se detallan de manera más puntual lo que se realizará. Se ordenan según su importancia y contribución y se debe redactar igual que el objetivo principal [1].

1.5 Hipótesis

La hipótesis es la parte fundamental de la tesis, ya que es la expectativa de solución al

planteamiento del problema de estudio [1].

1.6 Metodología

Describir la metodología utilizada para el desarrollo de la tesis.

1.7 Esquema de la Tesis

Descripción breve de los que capítulos que componen la tesis.

2. Marco Teórico

Este capítulo muestra el conjunto de teorías, términos y conceptos que permiten al autor abordar un tema de interés mediante la recopilación y revisión de información de fuentes confiables como libros, artículos científicos, entre otros

2.1 Ejemplo de uso de Imágenes y Tablas

2.1.1 Imágenes

Ejemplo de para citar la Figura 2.1 y Figura 2.3 , mediante el uso de referencia cruzada utilizando solo rótulo y número. Ejemplo de cita para la Figura 2.2 (a) y Figura 2.2 (b).

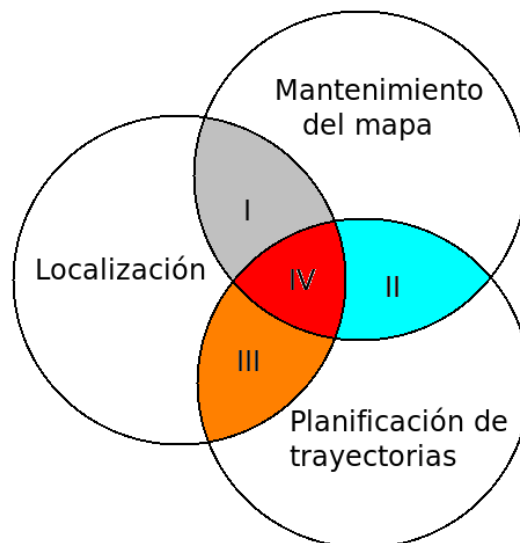
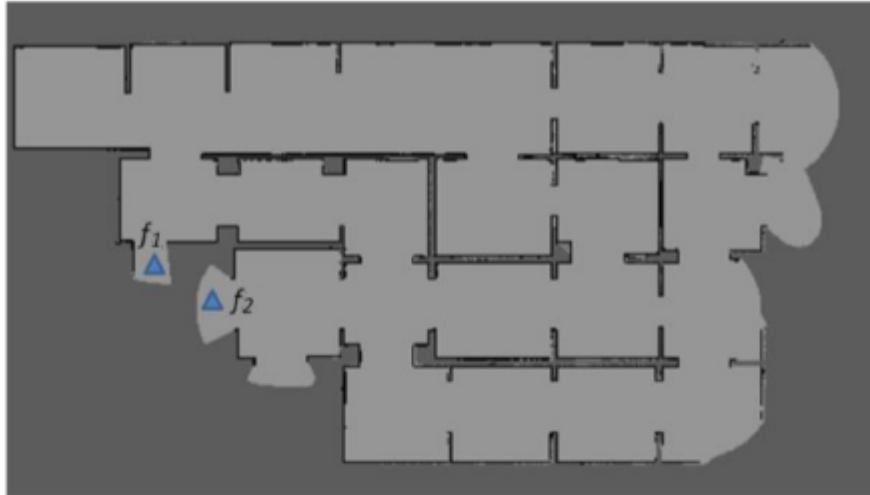
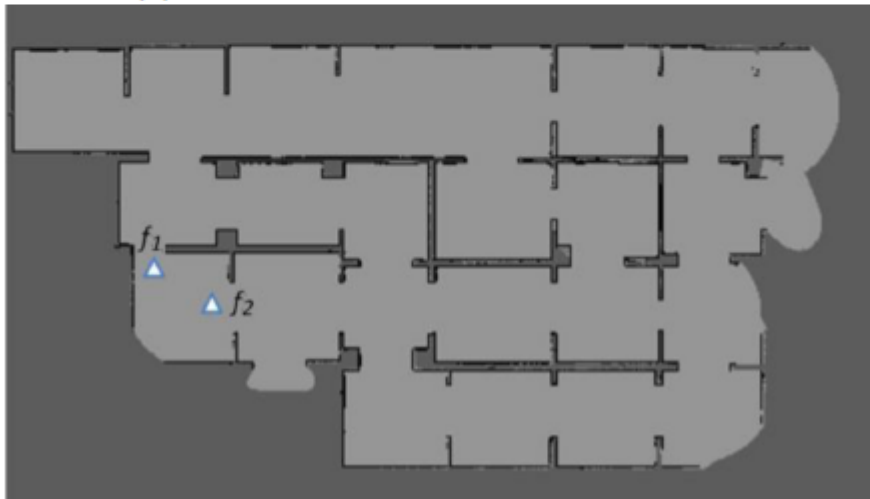


Figura 2.1. Problemas asociados con robótica móvil: (I) SLAM, (II) exploración, (III) localización activa, (IV) exploración integrada [9].



(a) Dos fronteras están cercanas entre sí.



(b) Un robot explora la frontera f_2 y consecuentemente la f_1 .

Figura 2.2. Dos fronteras que están cercanas entre sí y pueden ser exploradas por un solo robot.

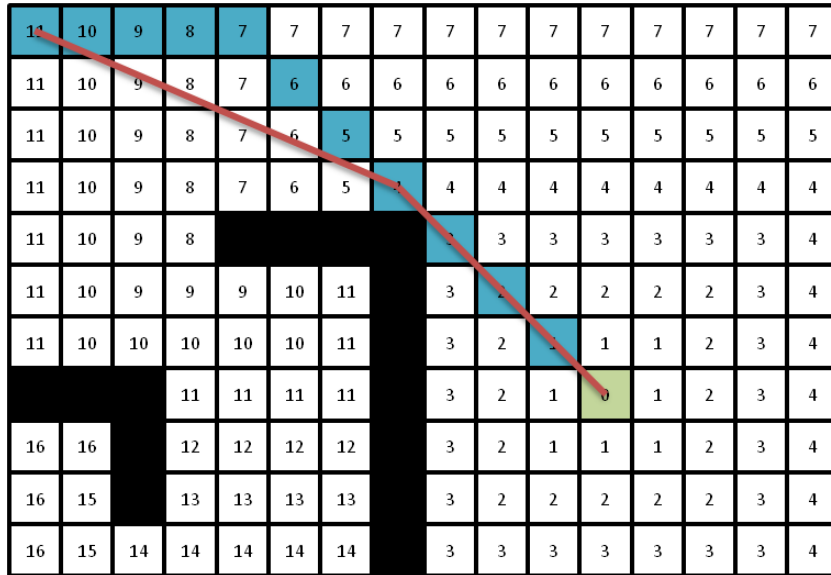


Figura 2.3. Trayecto desde la celda azul marcada con 11 hasta 0 utilizando el método de Jarvis [9].

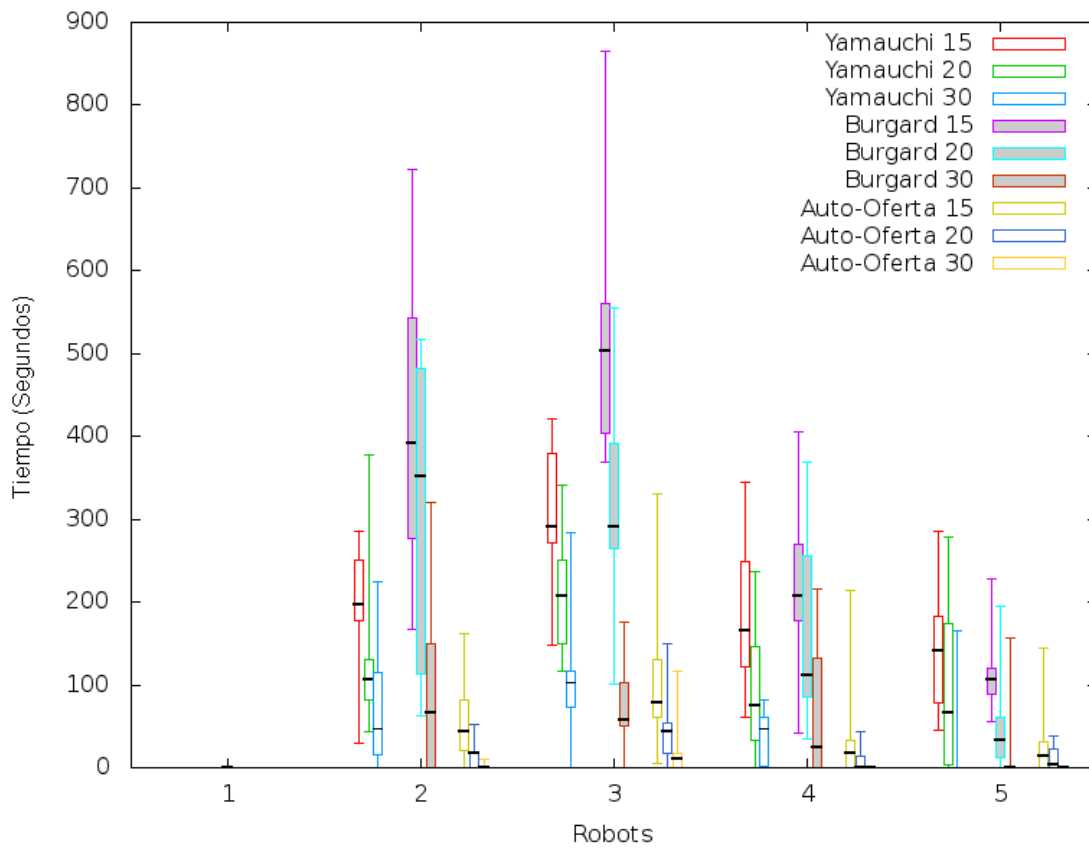


Figura 2.4. Tiempo total fuera del rango de comunicación.

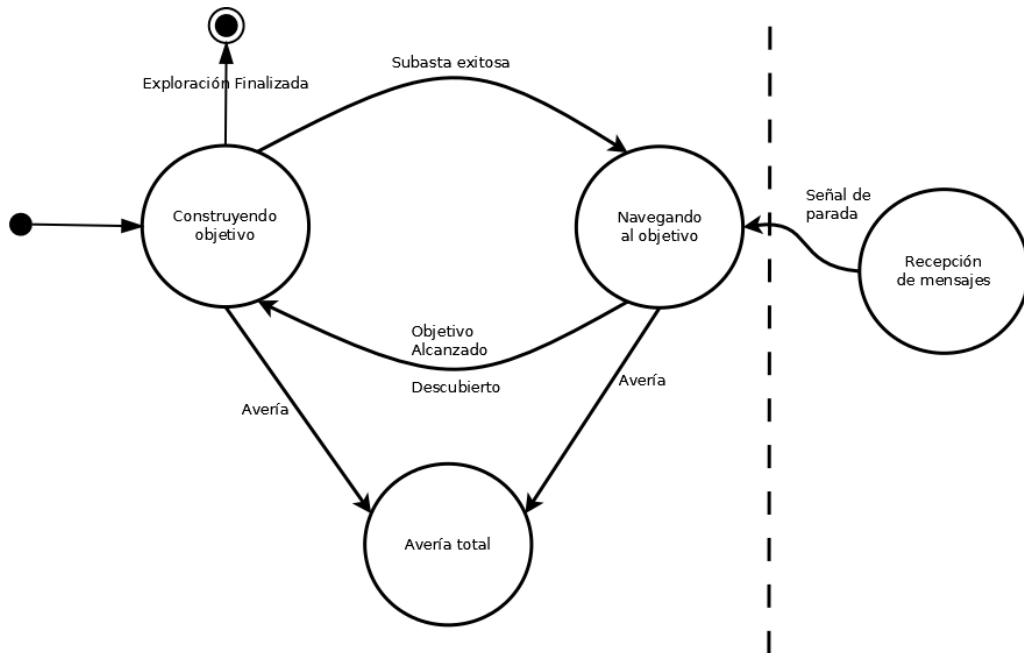


Figura 2.5. Diagrama de interacción de los estados de cada robot.

2.1.2 Tablas

El estilo de la tabla puede variar según las necesidades del autor siempre y cuando coincida con lo estipulado en la guía de estilo, se recomienda utilizar referencias cruzada utilizando solo rótulo y número para hacer referencia a ellas en el texto, por ejemplo, la Tabla 2.1 y la Tabla 2.2.

Tabla 2.1. Error cuadrático medio (celdas) [9].

Algoritmo	Tamaño del Mapa			
	256 x 256	512 x 512	1000 x 1000	5000 x 5000
city block	35.30	70.60	137.89	689.49
city block suavizado	0.00	0.00	0.00	0.00
chessboard	17.58	35.16	68.69	343.45
chessboard suavizado	0.00	0.00	0.00	0.00
Euclidiano	5.89	11.79	23.03	115.17
Euclidiano suavizado	0.00	0.00	0.00	0.00
EEDT	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 2.2. Comparación de las propuestas más relevantes para esta tesis [9].

Propuesta	Coordinación	Rango de comunicación	Tolerante a fallas	Localización	Métricas de evaluación	Comparación
Yamauchi [94]	Implícita	Infinito	Si	No	Tiempo de exploración	-
Simmons et al. [75,15]	Centralizada	Infinito	No	No	Tiempo de exploración	Yamauchi [94]
Zlot et al. [97]	Descentralizada	Infinito	Si	No	Área Cubierta/Distancia Recorrida	-
Baglietto et al. [6]	Descentralizada	Infinito	Si	No	Tiempo de exploración	Yamauchi [94]
Poernomo y Shell Ying [67]	Centralizada	Limitado	No	No	Tiempo de exploración	Yamauchi [94], Burgard et al. [15]
Elizondo et al. [32, 31]	Descentralizada	Infinito	Si	No	Tiempo de exploración, Distancia recorrida	Yamauchi [94]
Burgard et al. [16, 77, 76]	Híbrida	Limitado	Si	No	Tiempo de exploración, tiempo de computo	Yamauchi [94]
Sheng et al. [74]	Descentralizada	Limitado	Si	No	Tiempo de exploración, Distancia recorrida, Máxima distancia entre dos robots	-
Rooker and Birk [71]	Centralizada	Limitado	No	No	Tiempo de exploración	-
Vazquez et al. [85]	Descentralizada	Limitado	Si	No	Tiempo de exploración	Yamauchi [94]
Doniec et al. [28]	Descentralizada	Limitado	Si	No	Tiempo de exploración, Cantidad de mensajes intercambiados	-
Pal et al. [64]	Centralizada	Limitado	No	No	Distancia recorrida, Energía consumida	-
Tovar et al. [84]	Centralizada	Limitado	No	Centralizada	Distancia recorrida, Cantidad de paradas, Cantidad de objetivos sentidos, Grados rotados	-
Juliá et al. [44, 43]	Descentralizada	Infinito	No	Centralizada	Tiempo de exploración, Calidad del mapa	Yamauchi [94]
Método propuesto	Descentralizada	Limitado	Si	Descentralizada	Tiempo de exploración, Tiempo total fuera del rango de comunicación, Tiempo máximo fuera del rango de comunicación, Máxima distancia fuera del rango de comunicación, Distancia total recorrida	Yamauchi [94], Burgard et al. [15,77]

2.2 Ejemplo de uso de Ecuaciones

A continuación, se muestra cómo hacer uso de ecuaciones en el documento, para este ejemplo, se utiliza un extracto del trabajo realizado por Leal [9]. Si desea, puede copiar y pegar las formulas y

rescribirlas con sus ecuaciones, recuerde que para actualizar la autonumeración deberá utilizar la tecla F9, además, se deberá citar de manera manual la ecuación.

Formalmente, podemos describir el problema de la exploración multi-robot de la siguiente manera. Denotemos el índice del robot por r , el instante de tiempo por t y la localización del robot por x_t^r , donde x_t^r es un vector tridimensional, que consiste en sus coordenadas en el plano bidimensional más un valor rotacional para su orientación, de tal forma que la trayectoria del robot está descrita por una secuencia de posiciones como

$$X_T^r = \{x_0^r, x_1^r, x_2^r, \dots, x_T^r\} \quad (2-1)$$

donde T es un tiempo finito y la ubicación inicial de cada robot x_0^r es conocida.

La odometría provee información relativa entre dos ubicaciones consecutivas. Sea u_t^r la odometría que caracteriza el movimiento entre el instante actual, t , y uno anterior, $t - 1$. Entonces la secuencia

$$U_T^r = \{u_1^r, u_2^r, u_3^r, \dots, u_T^r\} \quad (2-2)$$

caracteriza el movimiento relativo del robot. Para movimientos libres de incertidumbres, U_T sería suficiente para recuperar la posición X_T desde la ubicación inicial.

El problema de exploración multi-robot consiste entonces en la recuperación de un modelo del mundo m , a partir de la secuencia de ubicaciones de cada robot X_T^r , de los datos de odometría U_T^r y de los datos obtenidos por los sensores embarcados Z_T^r , minimizando el tiempo de exploración, la distancia recorrida y el tiempo en que algún robot queda incomunicado basados en la ecuación 1 y 2 .

2.3 Ejemplo de uso de Algoritmos

El estilo que se deberá utilizar para los algoritmos se describe a continuación utilizando un extracto del trabajo de Diaz [10].

Los términos Computación Evolutiva (EC) y Algoritmos evolutivos (EA) hacen referencia a un conjunto de algoritmos inspirados en el neodarwinismo² que son particularmente adecuados para resolver MOP, principalmente porque son técnicas de población que han demostrado flexibilidad, adaptabilidad y buen desempeño. Recientemente, se han desarrollado una gran cantidad de algoritmos que resuelven estos problemas utilizando un bajo número de evaluaciones de la función de aptitud [19].

La idea principal en esta clase de algoritmos es: dada una población de individuos, y un ambiente con recursos limitados, la presión en la ambiente causa la selección natural. Este mecanismo aumenta la aptitud de la población. Dada una función para ser optimizada, un conjunto de soluciones candidatas se crea y evalúa para medir la aptitud de cada solución en el entorno dado. En función de esta capacidad, se selecciona un conjunto de soluciones para alimentar a los operadores de la variación, a fin de generar nuevas soluciones. Estas nuevas soluciones generadas llamadas *offspring* pueden competir (o no) contra sus padres para tomar su lugar en la próxima generación. El proceso anterior se repite hasta que se encuentra una solución con buena calidad (o se llega a algún criterio). El pseudocódigo para un EA es mostrado en el Algoritmo 1

Algoritmo 1 Seudocódigo de un algoritmo evolutivo.

- 1: $g = 0$
- 2: Inicialización: $P(g)$
- 3: Evaluación: $\sigma(P(g))$
- 4: **repetir**
- 5: Selección de padres: $\rho = (s(P(g)))$
- 6: Operadores de variación: $P'(g) = v(\rho)$
- 7: Evaluación: $\sigma(P'(g))$
- 8: Elección de sobrevivientes n: $P(g + 1) = s(P(g) \cup P'(g))$
- 9: $g = g + 1$
- 10: **hasta** Terminación de criterios

² La teoría del neodarwinismo combina el seleccionismo de August Weismann [113], las leyes de herencia de George Mendel [71] y la teoría de la evolución de Charles Darwin [25].

El Algoritmo 2 muestra el pseudocódigo y a continuación, nosotros explicaremos sus componentes principales.

Algoritmo 2. Algoritmo

Requiere:

N : tamaño de la población

$tmax$: número de iteraciones

$C(\vec{x}, \vec{w})$: técnica para transformar de MOP a SOP

α : tamaño del modelo surrogado

Asegurar:

P_{tmax} : población final

- 1: $P_0 \leftarrow \text{GenerarPoblacion}()$ {INICIALIZAR POBLACIÓN}
- 2: $W = \text{VectoresPeso}()$ {INICIALIZAR DIRECCIONES ALEATORIAS}
- 3: **para** $t \leftarrow 0$ **hasta** $tmax$ **hacer**
- 4: $P_t \leftarrow P_t \cup \text{Operador}(P_{t,\alpha}, C(\vec{x}, \vec{w}))$ {OPERADORES PROPUESTOS}
- 5: $P_{t+1} = \text{Seleccionar}(P_t, N)$ {SELECCIONAR ESQUEMA}
- 6: **fin para**

3. Metodología

La metodología es un conjunto de formas que el investigador utiliza para dejar asentado, paso a paso, cómo logró o es factible lograr algo. Según sea su línea de investigación, puede seleccionar entre el enfoque cualitativo, el cuantitativo o el mixto (una combinación de los anteriores) [3].

4. Resultados y Discusión

En esta sección se plantean los resultados obtenidos, acompañados de su respectiva explicación y análisis [5].

5. Conclusiones y Trabajo Futuro

En este capítulo, el autor, comenta las hallazgos y observaciones obtenidos del trabajo realizado a partir de los resultados en relación con la hipótesis. Lo anterior, explicado de manera clara, concisa y ordenada. Además el autor deberá aportar recomendaciones para investigaciones futuras [1], [3], [5].

6. Bibliografía

- [1] C. Muñoz Razo, Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis, Segunda Edición ed., L. G. Figueroa, Ed., México: Pearson, 2011.
- [2] J. Torres Ripa, Manual de Estilo Chicago-Deusto, 16a ed., Bilbao: Universidad de Deusto, 2013.
- [3] Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, «Centro de Recursos para la Escritura Académica del Tecnológico de Monterrey,» CREA, 2012. [En línea]. Available: <http://sitios.ruv.itesm.mx/portales/crea/homedoc.htm>. [Último acceso: 05 04 2018].
- [4] C. Sabino, Como hacer una tesis, Caracas: Panapo, 1994.
- [5] UDLAP, «¿Como estructurar una tesis?,» Universidad de las Américas Puebla, 15 10 2014. [En línea]. Available: <http://blog.udlap.mx/blog/2014/10/comoestructurarunatesis/>. [Último acceso: 05 04 2018].
- [6] Microsoft, «Centro de Ayuda de Word,» Microsoft, [En línea]. Available: <https://support.office.com/es-es/word>. [Último acceso: 05 04 2018].
- [7] UNAM, «Citas, Referencias y Notas,» UNAM, 2015. [En línea]. Available: <http://biblio.contad.unam.mx/CitasRefyNot.pdf>. [Último acceso: 05 04 2018].
- [8] A. Mamishev y M. Sargent, Creating Research and Scientific Documents Using Microsoft Word, Redmond: Microsoft Press, 2013.
- [9] J. C. Elizondo Leal, Estrategia Descentralizada para la Exploración Multi-Robot, incluyendo Restricciones en Rango de Comunicación, Victoria: CINVESTAV-Tamaulipas, 2013.
- [10] A. Díaz Manríquez, Uso de modelos surrogados como operadores informados para mejorar la eficiencia de algoritmos evolutivos multiobjetivo en problemas costosos., Victoria: CINVESTAV-Tamaulipas, 2014.
- [11] J. H. Barrón Zambrano, CPG-based Control for Adaptive Legged Robot Locomotion Using Visual Information: a Hardware Implementation Approach., Victoria: CINVESTAV-Tamaulipas, 2014.

Publicaciones

En caso de existir trabajos publicados a partir de la tesis, se deberán incluir en esta sección.

Apéndice A

Son la información y los datos que, por su relativa importancia para alguna parte de la tesis, se tienen que agregar a la investigación al final del documento; por su utilidad y lo significativo de la información, no es conveniente colocarlos en el cuerpo de la misma [1].

Glosario

Lista de términos y vocablos técnicos utilizados en el documento y su aclaración, ordenados alfabéticamente.

Lista de acrónimos

Si la tesis contiene signos, símbolos de unidades, abreviaturas o acrónimos se deben desglosar.

Δ_p	Distancia media Hausdor
CPU	Unidad Central de Procesamiento
EA	Algoritmo Evolutivo
EC	Computación Evolutiva
EP	Programación Evolutiva
ES	Estrategias Evolutivas
GA	Algoritmo Genético
GD	Distancia Generacional
HV	Hiper-volumen
IGD	Distancia Generacional Inversa
MOEA	Algoritmos Evolutivos Multiobjetivo
MOP	Problema de Optimización Multiobjetivo