

Tarea 1

Investiga los requerimientos de por lo menos cinco universidades extranjeras sobre el contenido y la estructura de un anteproyecto (research proposal); incluye citas claras a tus fuentes. Acorde a tus hallazgos, prepara un esqueleto de estructura para tu propio anteproyecto.

Title of research proporsal

Name of autor

Supervised for:

Name of you supervisor lastname

Abstract

It's a brief summary of approximately 300 words. It includes the important questions, the rationale for the study, the hypothesis, the method, and the other characteristics. When describing the method, the design, procedure, results, and discussion must be included.

1 Objectives

Describe clearly and concisely the objective of your research proposal.

2 Please give a brief justification of your proposed research project:

In this section, the research proposal must be justified.

3 Introduction

The formal research programs in the educational institutes are meant to train students to practice research as a profession. The main purpose of the introduction is to provide the necessary background or context for your research problem. How to frame the research problem is perhaps the biggest problem in proposal writing.

4 Literature Review

Sometimes the literature review is incorporated into the introduction section. However, most professors prefer a separate section, which allows a more thorough review of the literature.

Import points:

1. Organization and structure.

2. Focus, unity, and coherence.
3. Not be repetitive or verbose.
4. Falling cite.
5. Citing irrelevant or trivial references.
6. Not depending too much on secondary sources.

5 Methods

The Method section is very important because it tells your Research Committee how you plan to tackle your research problem. It will provide your work plan and describe the activities necessary for the completion of your project. You need to demonstrate your knowledge of alternative methods and make the case that your approach is the most appropriate and most valid way to address your research question.

For quantitative studies, the method section typically consists of the following sections:

1. Design.
2. Subjects or participants.
3. Instruments.
4. Procedure.

6 Results

Obviously, you do not have results at the proposal stage. However, you need to have some idea about what kind of data you will be collecting, and what statistical procedures will be used in order to answer your research question or test your hypothesis.

7 Discussion

It is important to convince your reader of the potential impact of your proposed research. You need to communicate a sense of enthusiasm and confidence without

exaggerating the merits of your proposal. That is why you also need to mention the limitations and weaknesses of the proposed research, which may be justified by time and financial constraints as well as by the early developmental stage of your research area.

Common Mistakes in Proposal Writing

1. Failure to provide the proper context to frame the research question.
2. Failure to delimit the boundary conditions for your research.
3. Failure to cite landmark studies.
4. Failure to accurately present the theoretical and empirical contributions by other researchers.
5. Failure to stay focused on the research question.
6. Failure to develop a coherent and persuasive argument for the proposed research.
7. Too much detail on minor issues, but not enough detail on major issues.
8. Too much rambling -- going "all over the map" without a clear sense of direction.
(The best proposals move forward with ease and grace like a seamless river.)
9. Too many citation lapses and incorrect references.
10. Too long or too short.
11. Failing to follow the APA style.
12. Slopping writing.

Contact

E-mail: [email](#)

Fax: 555-555-555-555

Phone 1:132-465-4659

Phone 2:132-486-49661

Facebook: [my name in facebook](#)

References

- [1] Javed Iqbal. “Learning from a Doctoral Research Project: Structure and Content of a Research Proposal.” In: *Electronic Journal of Business Research Methods* 5.1 (2007).
- [2] AR Nte and DD Awi. “Research proposal writing: Breaking the myth”. In: *Nigerian Journal of Medicine* 15.4 (2006), pp. 373–381.
- [3] K Sudheesh, Devika Rani Duggappa, and SS Nethra. “How to write a research proposal?” In: *Indian journal of anaesthesia* 60.9 (2016), p. 631.
- [4] York St John University. *Examples of research proposals*. English. York St John University, 2021. URL: <https://www.yorks.ac.uk/study/research/apply/examples-of-research-proposals/>.
- [5] Paul TP Wong and C Psych. “How to write a research proposal”. In: *Langley: Trinity Western University Langley*. Retrieved 26 (2016).

Tarea 2

Investiga los requisitos y recomendaciones para secciones relacionados a reportaje de la metodología en por lo menos cinco revistas indizadas de tu área de estudio; incluye citas claras a tus fuentes. Acorde a tus hallazgos, prepara un esqueleto de estructura para la sección de metodología de tu anteproyecto.

MHsalud

La primera de nuestras referencias es: [Revista MHSalud](#) la cual pueden visitar en la página: [MHsalud](#). Esta revista está orientada a la medicina, una de las características principales que me llamaron la atención fue el hecho que entre los formatos que piden para entregar no viene admitido pdf ni archivos tipo tex.

Respecto a la estructura del manuscrito la letra se pide tipo Times New Roman, tamaño 12 interlineado sencillo entre otros detalles.

En la primera página se deben de integrar título del artículo (centrado, en mayúscula y negrita). Debajo aparecerán los nombres y apellidos de los autores, grado académico, la institución en la que elaboro la obra (lugar de afiliación) y el correo electrónico del autor principal.

Después se detallan de manera general la forma en que se deben de escribir las notas de pie (solo de ser necesarias) y se da una idea fundamental de la estructura del manuscrito.

En caso de ser un artículo se da una detallada explicación de cada sección, siendo el primero **Introducción, Metodología, Resultados, Discusión y Conclusiones**, cada uno de estos es detallado, pero nos interesa ver el apartado de Metodología.

En este último mencionado, se detalla el uso de cuatro secciones:

1. Participantes.
2. Instrumentos.
3. Procedimiento.
4. Análisis estadístico.

El apartado que más me dio interés fue el de participantes, ya que repite el hecho que si se usan personas o animales se debe de establecer las normas éticas seguidas o el mencionar el comité ético que aprobó dicho experimento. ¹

Nature

Para nuestra siguiente referencia utilizaremos [\[Nature\]](#) la cual se puede visitar en el siguiente link: [Nature](#).

En esta revista un detalle en el apartado de Métodos es la petición de no debe incluir figuras ni tablas, estas mismas deben ser adjuntadas en un apartado de datos ampliados o información complementaria.

A contrario de la anterior referencia, no se pide un tipo de letra o estructura específica, sin embargo si se es insistente con que debe de tener un detalle corto y preciso de los procesos y protocolos que se tomaron para poder facilitar la reproducción de dicho experimento, y además se pide que los métodos vengán separados por secciones en negritas y subsecciones que deberán ir enumeradas cada una de manera ascendente y desde la última utilizada; por otra parte se recomienda usar un medio (no especifica cual) para compartir datos, protocolos ó resultados, inclusive en esta misma página se facilita uno al usuario.

PNAS

En la siguiente referencia [PNAS \[2022\]](#) cuyas siglas significa: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, a simple vista la página no proporciona detalles sobre la letra o estructura del manuscrito o de las secciones pero tiene un apartado que acepta archivos tipo tex, y no solo eso tiene un apartado donde puedes descargar el código para un manuscrito, tanto del archivo principal como las clases, la bibliografía, las ecuaciones y además te dice que hacer al obtener posibles errores de compilación en tu archivo y un extra es que si usar Overleaf tiene ciertas reglas de como compartirlo desde esta página.

Algo más que tiene es que tiene un pequeño cuadro con los tipos de documentos y que apartados debe de tener.

¹Como nota, es importa recordar que es una revista médica

SCIELO

La penúltima de nuestras referencias es la Ingeniería Investigación y Tecnología de la [UNAM \[2007\]](#), la principal causa de agregar esta referencia fue que es una revista de origen mexicano, en esta página [scielo](#) se puede verificar la estructura del manuscrito a grandes rasgos no se define una letra o interlineado específico, sin embargo son muy precisos en el orden de las secciones, otro detalle importante es que no aceptan archivos tipo tex y se pide que el documento no exceda las 6000 palabras o 15 páginas, sobre la metodología no se especifica que debe de cumplir solo se pide que todos los métodos y pruebas tienen que estar presentes.

Indian Journal of Pharmacology

Por último, quise agregar la referencia [of Medical Journal Editors et al. \[2006\]](#) ya que me gustó mucho el índice que tiene la página, prácticamente te detalla cada una de las partes que te pide, sin embargo al igual que la primer referencia esta más vinculada a la medicina, en esta página [IJP](#) tenemos al lado izquierdo un detalle de cada una de las secciones que debe de llevar así como unos apartados interesantes como la ética, publicaciones, referencias, figuras, tablas entre muchas más.

En el apartado de preparación de Manuscrito podemos encontrar algunos lineamientos generales, en la sección de Métodos hay un detalle que me llamó la atención, resulta que si uno o varios de los autores utilizan como variable la raza o la etnia de sus participantes tienen que detallar y justificar el uso de estas mismas. Además se pide de igual manera que en otras referencias el uso detallado para describir los métodos y procedimientos de tal manera que permita de manera eficaz y rápida replicar estos mismo, y añadiendo los detalles que se contemplaron para localizar, seleccionar, extraer y sintetizar datos, y por último se pide que cada uno de ellos lleve datos estadísticos que se detallan en el apartado de estadísticos.

Tarea 3

Redacta la sección de metodología. Recuerda incluir la bibliografía ya citada y deja el resto del documento en el estado esqueleto de antes.

Title of research proporsal

Name of autor

Supervised for:

Name of you supervisor lastname

Abstract

It's a brief summary of approximately 300 words. It includes the important questions, the rationale for the study, the hypothesis, the method, and the other characteristics. When describing the method, the design, procedure, results, and discussion must be included.

1 Objectives

Describe clearly and concisely the objective of your research proposal.

2 Please give a brief justification of your proposed research project:

In this section, the research proposal must be justified.

3 Introduction

The formal research programs in the educational institutes are meant to train students to practice research as a profession. The main purpose of the introduction is to provide the necessary background or context for your research problem. How to frame the research problem is perhaps the biggest problem in proposal writing.

4 Literature Review

Sometimes the literature review is incorporated into the introduction section. However, most professors prefer a separate section, which allows a more thorough

review of the literature.

Import points:

1. Organization and structure.
2. Focus, unity, and coherence.
3. Not be repetitive or verbose.
4. Falling cite.
5. Citing irrelevant or trivial references.
6. Not depending too much on secondary sources.

5 Methods

The Method section is very important because it tells your Research Committee how you plan to tackle your research problem. It will provide your work plan and describe the activities necessary for the completion of your project. You need to demonstrate your knowledge of alternative methods and make the case that your approach is the most appropriate and most valid way to address your research question.

For quantitative studies, the method section typically consists of the following sections:

1. Design.
2. Subjects or participants.
3. Instruments.
4. Procedure.

6 Metodología

El diseño estará conformado de inicio, en la implementación de una búsqueda basada en Q-learning, se buscará que en lugar de guardar los resultados en una tabla (lo que es habitual en Q learning) conectaremos estos mismos a una red neuronal y que por medio de esta misma se de el aprendizaje, después todo esto se aplicará a un problema de flexible job shop scheduling problem.

Se programará en python 3.7 por la disponibilidad en las bibliotecas encontradas. (las especificaciones del equipo están pendientes).

Aún estamos en la etapa de investigación, la cual solo ha tenido como resultados un par artículos, los cuales tendrán las respectivas referencias (este apartado hay que detallarlo más ya que los artículos aún están en revisión).

Lo primero que estamos planeando explorar es el uso de Q-learning, el cual solo hemos podido importar algunas librerías para el uso en problemas de 2-D, los cuales no son muy importantes para lo que tenemos planeado, sin embargo seguimos en la etapa de exploración.

Lo segundo que queremos es crear una pequeña red neuronal a la que también aplicaremos unas pequeñas pruebas en un problema.

Una vez que tengamos verificado el uso en cada uno de estos antes mencionados, lo que haremos será enlazarlos de una manera que el aprendizaje (que normalmente se obtendría con una fórmula de Q-learning) ahora provenga de una red neuronal.

Si logramos esto lo siguiente será introducir unas instancias del problema clásico flexible job shop scheduling problem, en el cual existen ya demasiados resultados con el objetivo de ver que tan precisos serian nuestros resultados.

7 Results

Obviously, you do not have results at the proposal stage. However, you need to have some idea about what kind of data you will be collecting, and what statistical procedures will be used in order to answer your research question or test you hypothesis.

8 Discussion

It is important to convince your reader of the potential impact of your proposed research. You need to communicate a sense of enthusiasm and confidence without exaggerating the merits of your proposal. That is why you also need to mention the limitations and weaknesses of the proposed research, which may be justified by time and financial constraints as well as by the early developmental stage of your research area.

Common Mistakes in Proposal Writing

1. Failure to provide the proper context to frame the research question.
2. Failure to delimit the boundary conditions for your research.
3. Failure to cite landmark studies.
4. Failure to accurately present the theoretical and empirical contributions by other researchers.
5. Failure to stay focused on the research question.
6. Failure to develop a coherent and persuasive argument for the proposed research.
7. Too much detail on minor issues, but not enough detail on major issues.
8. Too much rambling -- going "all over the map" without a clear sense of direction. (The best proposals move forward with ease and grace like a seamless river.)
9. Too many citation lapses and incorrect references.
10. Too long or too short.
11. Failing to follow the APA style.
12. Slopping writing.

Contact

E-mail: [email](#)

Fax: 555-555-555-555

Phone 1:132-465-4659

Phone 2:132-486-49661

Facebook: [my name in facebook](#)

References

- [1] Javed Iqbal. Learning from a doctoral research project: Structure and content of a research proposal. *Electronic Journal of Business Research Methods*, 5(1), 2007.
- [2] AR Nte and DD Awi. Research proposal writing: Breaking the myth. *Nigerian Journal of Medicine*, 15(4):373--381, 2006.
- [3] K Sudheesh, Devika Rani Duggappa, and SS Nethra. How to write a research proposal? *Indian journal of anaesthesia*, 60(9):631, 2016.
- [4] York St John University. Examples of research proposals. 2021, 2021.
- [5] Paul TP Wong and C Psych. How to write a research proposal. *Langley: Trinity Western University Langley. Retrieved*, 26, 2016.

Tarea 4

Investiga las guías sobre referencias de por lo menos tres revistas indizadas de tu área igual como los lineamientos bibliográficos referentes a las tesis de su nivel de por lo menos tres universidades extranjeras; incluye citas claras a tus fuentes. Acorde a tus hallazgos, analiza qué tan bien la bibliografía citada en tu borrador actual de la tesis cumple con lo solicitado.

Tarea 5

Redacta las secciones que cubren la introducción, los antecedentes y el estado de arte de tu anteproyecto, asegurando que la bibliografía citada (siendo un subconjunto de lo que citarás en la tesis), cumple con los lineamientos que definiste en la tarea anterior.

Title of research proporsal

Name of autor

Supervised by:

Name of you supervisor lastname

Resumen

It's a brief summary of approximately 300 words. It includes the important questions, the rationale for the study, the hypothesis, the method, and the other characteristics. When describing the method, the design, procedure, results, and discussion must be included.

1. Objetives

Describe clearly and concisely the objective of your research proposal.

2. Please give a brief justification of your proposed re- search project:

In this section, the research proposal must be justified.

Introducción

Uno de los métodos más utilizados es el método metahuerístico, de lo que no se pretende criticar nada de ellos, pero en los últimos años estos han sido demasiado utilizados, llegando a ser el ingrediente esencial al momento de intentar solucionar un problema de Optimización.

Esto representa un tema interesante al momento de pensar en alternativas a métodos metahuerísticos, lo cual nos lleva a cuestionar si el uso de estos es debido a su efectividad, rapidez o algún otro factor.

En este documento no se pretende verificar alguno de estos factores en los métodos metahuerísticos, si no que se pretende presentar una posible alternativa a estos mismos, tomando como partida los resultados ya obtenidos por algún método metahuerístico.

Es aquí donde estableceremos nuestra atención, en una alternativa para la solución de problemas resueltos por métodos metahuerísticos.

Estableceremos una solución por medio de un aprendizaje "Q-learning" por medio de redes neuronales nuestro agente tendrá la capacidad de resolver estos problemas, una de las características de nuestra alternativa es que el aprendizaje "Q-learning" sus tiempos tienden a un número muy grande de iteraciones el cual está en contraste con un método metahuerístico.

Posteriormente compararemos el resultado generado por el aprendizaje implementado en contraste a una solución generada por un método metahuerístico.

Por último mencionar que nos centraremos solo en el problema Flexible Scheduling problem.

Antecedentes

Xinwei Chen, Marlin W. Ulmer, Barrett W. Thomas, University of Iowa, se presenta los detalles de la implementación DQL, los resultados analíticos junto con pruebas, ilustraciones de la toma de decisiones, combinaciones de funciones adicionales, un análisis del valor de no ofrecer el servicio y los resultados para expandir las decisiones de asignación.

Se utilizó una estructura básica para cada una de las tres NN's: Input Layer, Hidden Layer and Output Layer.

El artículo presenta unas variables de drones, vehículos terrestres y no prestar el servicio, cada una de estas variables es analizada a lo largo del artículo.

El artículo presenta unos resultados muy favorables a las ecuaciones planteadas ("Q-learning"), pero no comparará sus resultados con algún método metahuerístico, en este mismo artículo se agrega un apartado donde se analizan los casos de cada una.

Un apartado interesante es en el que señalan que podría utilizarse un método metahuerístico para determinar la solución pero que este mismo limita las variables por lo cual no lo hicieron.

El estado del Arte

Tomando en cuenta la actual literatura que tenemos, hay muchos artículos que hablan de "Q-learning" con redes neuronales aplicadas a la solución de problemas de ruteo, asignación, entre otras ... en general problemas de optimización, ninguno de ellos (hasta el momento) a presentado un análisis en contraste con el uso de métodos metahuerísticos, por lo cual nos motiva a seguir pero también a tener precaución, ya que queda una pregunta en el aire, ¿Será útil la comparación?

Lo que se quiere expresar es que el hecho de no haber tantos artículos puede ser debido a los carentes resultados comparados con los correspondientes de métodos metahuerísticos o por el

excesivo tiempo de aprendizaje o tal vez por algún otro factor negativo hacia el aprendizaje “Q-learning”.

3. Literature Review

Sometimes the literature review is incorporated into the introduction section. However, most professors prefer a separate section, which allows a more thorough review of the literature.

Import points:

1. Organization and structure.
2. Focus, unity, and coherence.
3. Not be repetitive or verbose.
4. Falling cite.
5. Citing irrelevant or trivial references.
6. Not depending too much on secondary sources.

4. Methods

The Method section is very important because it tells your Research Committee how you plan to tackle your research problem. It will provide your work plan and describe the activities necessary for the completion of your project. You need to demonstrate your knowledge of alternative methods and make the case that your approach is the most appropriate and most valid way to address your research question.

For quantitative studies, the method section typically consists of the following sections:

1. Design.
2. Subjects or participants.
3. Instruments.
4. Procedure.

5. Metodología

El diseño estará conformado de inicio, en la implementación de una búsqueda basada en Q-learning, se buscará que en lugar de guardar los resultados en una tabla (lo que es habitual en Q learning) conectaremos estos mismos a una red neuronal y que por medio de esta misma se de el aprendizaje, después todo esto se aplicará a un problema de flexible job shop scheduling problem. Se programará en python 3.7 por la disponibilidad en las bibliotecas encontradas. (las especificaciones del equipo están pendientes).

Aún estamos en la etapa de investigación, la cual solo ha tenido como resultados un par artículos, los cuales tendrán las respectivas referencias (este apartado hay que detallarlo más ya que los artículos aún están en revisión).

Lo primero que estamos planeando explorar es el uso de Q-learning, el cual solo hemos podido importar algunas librerías para el uso en problemas de 2-D, los cuales no son muy importantes para lo que tenemos planeado, sin embargo seguimos en la etapa de exploración.

Lo segundo que queremos es crear una pequeña red neuronal a la que también aplicaremos unas pequeñas pruebas en un problema.

Una vez que tengamos verificado el uso en cada uno de estos antes mencionados, lo que haremos será enlazarlos de una manera que el aprendizaje (que normalmente se obtendría con una fórmula de Q-learning) ahora provenga de una red neuronal.

Si logramos esto lo siguiente será introducir unas instancias del problema clásico flexible job shop scheduling problem, en el cual existen ya demasiados resultados con el objetivo de ver que tan precisos serian nuestros resultados.

6. Results

Obviously, you do not have results at the proposal stage. However, you need to have some idea about what kind of data you will be collecting, and what statistical procedures will be used in order to answer your research question or test your hypothesis.

7. Discussion

It is important to convince your reader of the potential impact of your proposed research. You need to communicate a sense of enthusiasm and confidence without exaggerating the merits of your proposal. That is why you also need to mention the limitations and weaknesses of the

proposed research, which may be justified by time and financial constraints as well as by the early developmental stage of your research area.

Common Mistakes in Proposal Writing

1. Failure to provide the proper context to frame the research question.
2. Failure to delimit the boundary conditions for your research.
3. Failure to cite landmark studies.
4. Failure to accurately present the theoretical and empirical contributions by other researchers.
5. Failure to stay focused on the research question.
6. Failure to develop a coherent and persuasive argument for the proposed research.
7. Too much detail on minor issues, but not enough detail on major issues.
8. Too much rambling – going “all over the map” without a clear sense of direction. (The best proposals move forward with ease and grace like a seamless river.)
9. Too many citation lapses and incorrect references.
10. Too long or too short.
11. Failing to follow the APA style.
12. Slopping writing.

Bibliografía

Hindawi journals

En el siguiente link podemos encontrar este resumen de como debe de ser una cita bibliográfica:
[hindawi](#)

Se pide que si es aceptado el artículo se reformatee el las citas y la misma bibliografía en estilo Chicago de Hindawi, se deja en claro que es total responsabilidad del autor dejar las citas claras y concisas y sobretodo verídicas. Se pide que las citas esten enumeradas desde la primera y se dejen estos ejemplos:

“ as discussed by Smith [9] ”
“ as discussed elsewhere [9, 10] ”

Y una de las cosas más importantes es que se deja en claro que las referencias que no esten citadas serán removidas.

The Institution of Engineering and Technology

En el documento pdf disponible en la siguiente dirección se enumeran una serie de estilos para las citas y la bibliografía, en esencia fue lo más interesante que se presenta en este documento, ya que da libertad de escoger de una forma limitada ya que solo se aceptan las enlistadas. [IET](#)

Pattern recognition

En este pdf podemos encontrar en primer lugar que se pide que todas las citas bibliográficas aparezcan en la lista de bibliografías, también se pide que las bibliografías que se presenten tienen que estar en el formato estandar de la revista, cabe señalar que en este mismo pdf se muestran ejemplos para citas bibliograficas a revistas, libros etc.

International journal of production economics

En este pdf se deja en claro que no se es muy estricto con el estilo de la bibliografía, sin embargo se pide que se utilice el DOI, ya que te explican que es una referencia que jamás cambiará, y de igual manera se pide que todas las citas esten en la bibliografía, en pocas palabras solo se pide que la bibliografía contenga lo siguiente:

Where applicable, author(s) name(s), journal title/ book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the article number or pagination must be present

Y se pide que los títulos no se abrevien.

European Journal of Operational Research

Esta es la más estricta de las que encontré, ya que en principio no se aceptan bibliografías que no esten en inglés, además se pide que la bibliografía se marque en orden alfabética y que se especifique que literatura no esta actualizada, y no se deben hacer citas en el abstract en caso de ser necesario sustituir por 'as discussed in the recent literature', además de que se pide que este en el formato explicado en el libro: the Publication Manual of the American Psychological Association, Seventh Edition, ISBN 978-1-4338-3215-4 y se da un link en donde conseguirlo.

Contact

E-mail: [email](#)

Fax: 555-555-555-555

Phone 1:132-465-4659

Phone 2:132-486-49661

Facebook: [my name in facebook](#) [\[1\]](#) [\[2\]](#)

Referencias

- [1] Zeren Huang, Kerong Wang, Furui Liu, Hui-Ling Zhen, Weinan Zhang, Mingxuan Yuan, Jianye Hao, Yong Yu, and Jun Wang. Learning to select cuts for efficient mixed-integer programming. *Pattern Recognition*, 123:108353, 2022.
- [2] Huaxin Qiu, Sutong Wang, Yunqiang Yin, Dujuan Wang, and Yanzhang Wang. A deep reinforcement learning-based approach for the home delivery and installation routing problem. *International Journal of Production Economics*, 244:108362, 2022.

Tarea 6

Investiga las indicaciones sobre el reportaje de la solución propuesta y resultados experimentales de por lo menos tres revistas indizadas de tu área y aquellas sobre tesis de su nivel de estudios de por lo menos tres universidades extranjeras; incluye citas claras a tus fuentes. Acorde a tus hallazgos, prepara un "checklist" sobre aspectos de la solución propuesta y experimentos por incluir en el anteproyecto para que cumpla con lo solicitado.

Diseño de experimentos

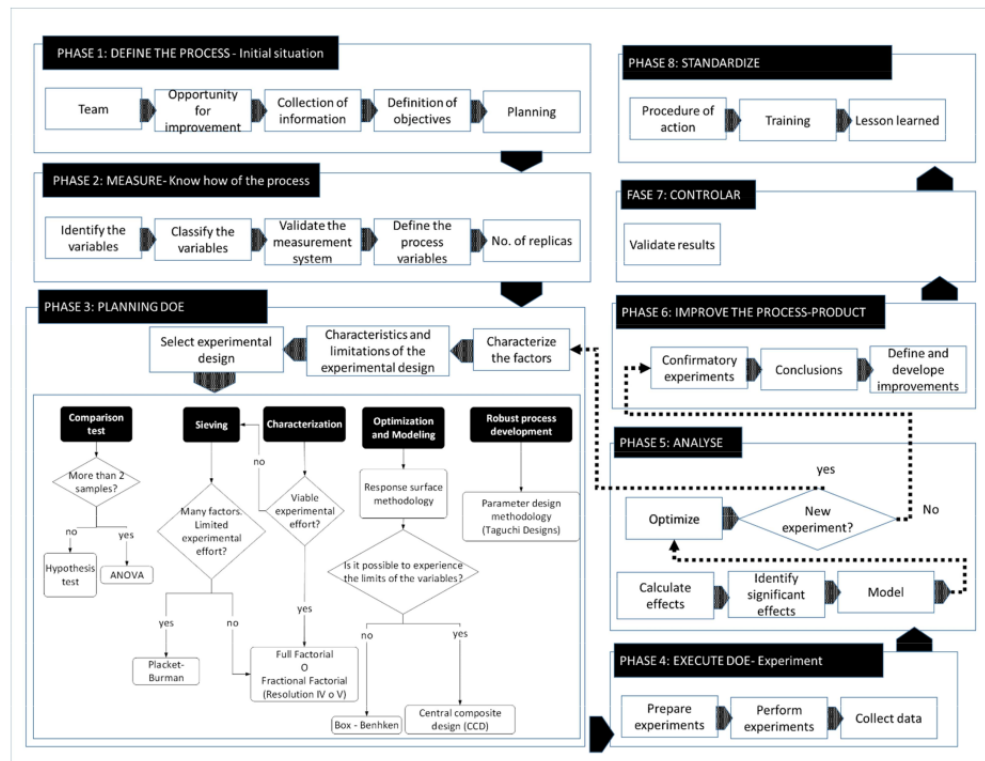
Escuela Politécnica Superior de Mondragon, Mondragon Unibertsitatea

En este artículo se plantean las siguientes fases:

1. Definir el proceso.
2. Conocer como es el proceso.
3. Planificación.
4. Experimentación.
5. Análisis.
6. Mejorar proceso-producto.
7. Controlar.
8. Estandarizar.

En general, el artículo se basa en como definir adecuadamente los o el camino científico para un buen diseño de experimentos, cada una de las fases antes mencionadas se puede leer y obtener la definición en el artículo.

Como un dato extra se presenta un ejemplo de un diseño de experimentos.



UANL

En este artículo se presentan herramientas para un análisis en un diseño de experimentos, algo muy interesante es que se enuncian una serie de parámetros a considerar como modelos para analizar los resultados obtenidos.

Lo más importante a señalar es que se presenta un ejemplo de análisis de hipótesis.

Muestreo y Diseño de Experimentos: Aspectos conceptuales

En este artículo se presenta un detalle al muestreo y su relación con el diseño de operaciones.

Se presentan como objetivos del muestreo:

1. Estimación y Verificación de hipótesis.
2. Muestreo y Diseño de Experimentos.
3. Definición y cuantificación de la variable.
4. Tamaño de muestra.
5. Muestreo y submuestreo.
6. Muestreos repetidos en tiempo y/o espacio.

APLICACIÓN DEL DISEÑO DE EXPERIMENTOS PARA EL ANÁLISIS DEL PROCESO DE DOBLADO

Es artículo lo adjunto con el propósito de tener un ejemplo de un diseño de experimentos, y con un detalle extra el cual es que no solo se presenta el diseño de experimentos si no que además se explica cada uno de los detalles en cada parte de este mismo.

Las etapas presentadas son las siguientes:

1. Proceso.
2. Planteamiento.
 - .1 Selección de factores y niveles.
 - .2 Selección de una variable de respuesta.
 - .3 Elección del diseño experimental.
 - .4 Realización del experimento.
3. Análisis de datos.
 - (a) Variable respuesta.
 - (b) Interacción doble.
 - (c) Interacción triple.
 - (d) Interacción cuádruple.

Diseño de un experimento de preferencias declaradas para la elección de modo de transporte urbano de pasajeros

De igual manera que el artículo anterior, en este se presenta un ejemplo de un diseño de experimentos, con la diferencia de que en este no se explican las etapas a considerar, sin embargo se justifican cada una de las variables y parámetros utilizados.

Tesisdeceroa100

Por último no es una revista científica, sin embargo me agrado por la manera didáctica en la cual se presentan las etapas para un diseño experimental. En resumen se presentan estos tres tipos:

1. Medidas independientes / entre grupos: se utilizan diferentes participantes en cada condición de la variable independiente.
2. Medidas repetidas / dentro de los grupos: los mismos participantes participan en cada tratamiento de la variable independiente.
3. Pares combinados: cada condición utiliza diferentes participantes, pero se hacen coincidir en términos de características importantes, por ejemplo, género, edad, inteligencia, etc.

Referencias

Unzueta-Aranguren, G., Orue-Irasuegi, A., Esnaola-Arruti, A., Eguren-Egiguren, J.. (2019). METODOLOGIA DEL DISEÑO DE EXPERIMENTOS. CASO DE ESTUDIO, LANZADOR. DINA , 94(1). 16-21. DOI: <https://doi.org/10.6036/8687>

Conceptuales, M., 2022. Muestreo y Diseño de Experimentos: Aspectos conceptuales . [en línea] Phytoma.com. Disponible en: <https://www.phytoma.com>[Consultado el 24 de marzo de 2022].

PÉREZ, G., ARANGO, M. D., & AGUDELO, Y. (2013). APLICACIÓN DEL DISEÑO DE EXPERIMENTOS PARA EL ANÁLISIS DEL PROCESO DE DOBLADO (DESIGN OF EXPERIMENTS APPLICATION FOR BENDING PROCESS ANALYSIS). Revista EIA, 6(11), 145–156. Recuperado a partir de <https://revistas.eia.edu.co/index.php/reveia/article/view/411>

ILZARBE IZQUIERDO, LAURA, & TANGO, MARTÍN, & VILES, ELISABETH, & ÁLVAREZ SÁNCHEZ-ARJONA, MARÍA JESÚS (2007). El diseño de experimentos como herramienta para la mejora de los procesos. Aplicacion de la metodologia al caso de una catapulta. Tecnura, 10 (20),127-138.[fecha de Consulta 23 de Marzo de 2022]. ISSN: 0123-921X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257021012011>

Sartori, J. (2006). Diseño de un experimento de preferencias declaradas para la elección de modo de transporte urbano de pasajeros. Cuarta Época, Vol. 44, No. 2, pp. 81-123.

Tarea 7

Redacta las secciones que cubren la solución propuesta y diseño experimental de tu anteproyecto, asegurando que la bibliografía citada (siendo un subconjunto de lo que citarás en la tesis), cumple con los lineamientos que definiste en la tarea anterior.

Uso de Q-learning y redes neuronales como alternativa a la solución del problema flexible scheduling

Arnoldo Del Toro Peña

Supervisor de tesis:

Dr. Vincent Andre Lionel Boyer

Resumen

Se define una búsqueda Q-learning como alternativa a la solución de un problema Flexible Scheduling, se establecen análisis a los resultados obtenidos en contraste a resultados obtenidos por métodos metahuerísticos.

Por favor dé una breve justificación de su proyecto de investigación propuesto:

La gran cantidad de tesis con métodos metahuerísticos deja muchas preguntas en el aire, y nos abre el camino para tratar de explorar nuestras alternativas a estos mismos, tanto para mejorar o descartar posibles caminos.

Objetivos

Evidenciar si es viable un método alternativo a un método metahuerístico.

Introducción

Uno de los métodos más utilizados es el método metahuerístico, dejo en claro que no se pretende criticar nada de ellos, pero en los últimos años estos han sido demasiado utilizados, llegando a ser el ingrediente esencial al momento de intentar solucionar un problema de Optimización.

Esto representa un tema interesante al momento de pensar en alternativas a métodos metahuerísticos, lo cual nos lleva a cuestionar si el uso de estos es debido a su efectividad, rapidez o algún otro factor.

En este documento no se pretende verificar alguno de estos factores en los métodos metahuerísticos, si no que se pretende presentar una posible alternativa a estos mismos, tomando como partida los resultados ya obtenidos por algún método metahuerístico.

Es aquí donde estableceremos nuestra atención, en una alternativa para la solución de problemas resueltos por métodos metahuerísticos.

Estableceremos una solución por medio de un aprendizaje "Q-learning" por medio de redes neuronales nuestro agente tendrá la capacidad de resolver estos problemas, una de las características de nuestra alternativa es que el aprendizaje "Q-learning" sus tiempos tienden a un número muy grande de iteraciones el cual está en contraste con un método metahuerístico.

Posteriormente compararemos el resultado generado por el aprendizaje implementado en contraste a una solución generada por un método metahuerístico.

Por último mencionar que nos centramos solo en el problema Flexible Scheduling problem.

Antecedentes

Xinwei Chen, Marlin W. Ulmer, Barrett W. Thomas, University of Iowa, se presenta los detalles de la implementación DQL, los resultados analíticos junto con pruebas, ilustraciones de la toma de decisiones, combinaciones de funciones adicionales, un análisis del valor de no ofrecer el servicio y los resultados para expandir las decisiones de asignación.

Se utilizó una estructura básica para cada una de las tres NN's: Input Layer, Hidden Layer and Output Layer.

El artículo presenta unas variables de drones, vehículos terrestres y no prestar el servicio, cada una de estas variables es analizada a lo largo del artículo.

El artículo presenta unos resultados muy favorables a las ecuaciones planteadas ("Q-learning"), pero no compará sus resultados con algún método metahuerístico, en este mismo artículo se agrega un apartado donde se analizan los casos de cada una.

Un apartado interesante es en el que señalan que podría utilizarse un método metahuerístico para determinar la solución pero que este mismo limita las variables por lo cual no lo hicieron.

El estado del Arte

Tomando en cuenta la actual literatura que tenemos, hay muchos artículos que hablan de "Q-learning" con redes neuronales aplicadas a la solución de problemas de ruteo, asignación, entre otras ... en general problemas de optimización, ninguno de ellos (hasta el momento) a presentado un análisis en contraste con el uso de métodos metahuerísticos, por lo cual nos motiva a seguir pero también a tener precaución, ya que queda una pregunta en el aire, ¿Será útil la comparación?

Lo que se quiere expresar es que el hecho de no haber tantos artículos puede ser debido a los carentes resultados comparados con los correspondientes de métodos metahuerísticos o por el excesivo tiempo de aprendizaje o tal vez por algún otro factor negativo hacia el aprendizaje "Q-learning".

1. Literature Review

Sometimes the literature review is incorporated into the introduction section. However, most professors prefer a separate section, which allows a more thorough review of the literature.

Import points:

1. Organization and structure.
2. Focus, unity, and coherence.
3. Not be repetitive or verbose.
4. Falling cite.

5. Citing irrelevant or trivial references.
6. Not depending too much on secondary sources.

Solución propuesta y Diseño de experimentos

La oportunidad de implementación de un algoritmo por aprendizaje automatizado, se presenta al momento de tener una cantidad exhaustiva de métodos metahuerísticos.

Las instancias se recolectaron de los artículos presentados en la bibliografía.

El objetivo de nuestro experimento es poder analizar si es realmente factible utilizar un algoritmo de aprendizaje automatizado en paralelo o en reemplazo de un método metahuerístico.

Se presentan un conjunto de instancias de medidas variadas, es importante señalar que las instancias se presentan de manera independiente.

De cada instancia se tiene el mejor resultado obtenido por medio de un proceso metahuerístico, que se detalla en cada una de las instancias (no se profundiza en el método metahuerístico).

Cada instancia se somete al algoritmo propuesto, de inicio se presentan resultados con un criterio de parada de n horas, posteriormente se presentan los resultados de la instancia con mejor aproximación sin un límite de n horas.

El proceso no se tiene definido actualmente, aun se sigue trabajando en la ecuación para el aprendizaje por lo cual los detalles del proceso interno sigue en construcción.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de cada instancia:

Instancia	Resultado Metahuerística	Resultado Algoritmo	Horas
1			n_1
2			n_2
.			.
.			.
.			.
m			n_m

Y en la siguiente gráfica se presentan los valores de manera discreta de los resultados en ambos métodos.

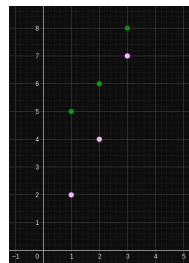


Figura 1: Ficticio

Primero se presentan los análisis de aproximación de resultados, para ello se toman los valores de resultados, tanto de metahuerísticos como del algoritmo.

El análisis propuesto es el valor relativo, tomando como valor real el resultado obtenido por los métodos metahuerísticos.

El siguiente factor a analizar es el tiempo asignado para cada uno de las instancias en nuestro algoritmo, para ello se realiza una diferencia en valor absoluto entre las horas de nuestro algoritmo y el tiempo de ejecución de cada método metahuerístico, estos últimos se presentan a continuación:

Instancia	<i>tiempo por método metahuerístico</i>
<i>1</i>	
<i>2</i>	
<i>⋮</i>	
<i>m</i>	

Ya que se presentaron los tiempos se tomamos el menor de la diferencia, la instancia que se representa esta diferencia será la que a continuación mostramos los resultados sin un tiempo de n horas. Las diferencias las podemos ver en la siguiente tabla:

Una vez que tenemos los resultados de la instancia seleccionada se presenta a continuación los análisis sobre un próximo experimento.

Insertar resultados

Nota: las conclusiones como la confirmación del experimento y próximos posibles experimentos dependen de los resultados obtenidos.

Aun sin tener resultados, una mejora a este experimento es asignar al algoritmo un mayor número de instancias, esto es debido a que entre más se utilice el algoritmo este mismo se vuelve más eficaz; algo que se sabe de antemano es el excesivo costo de tiempo de ejecución de un algoritmo como el que estamos proponiendo, por lo cual sabemos de antemano que si la variable de tiempo es muy importante para nuestro problema no es factible para nuestro algoritmo; sin embargo la posibilidad de en un futuro cercanos solo insertar las instancias para tener una solución de una calidad similar a un método metahuerístico es la motivación a nuestro experimento.

2. Metodología

El diseño estará conformado de inicio, en la implementación de una búsqueda basada en Q-learning, se buscará que en lugar de guardar los resultados en una tabla (lo que es habitual en Q learning) conectaremos estos mismos a una red neuronal y que por medio de esta misma se de el aprendizaje, después todo esto se aplicará a un problema de flexible job shop scheduling problem.

Se programará en python 3.7 por la disponibilidad en las bibliotecas encontradas. (las especificaciones del equipo están pendientes).

Aún estamos en la etapa de investigación, la cual solo ha tenido como resultados un par artículos, los cuales tendrán las respectivas referencias (este apartado hay que detallarlo más ya que los artículos aún están en revisión).

Lo primero que estamos planeando explorar es el uso de Q-learning, el cual solo hemos podido importar algunas librerías para el uso en problemas de 2-D, los cuales no son muy importantes para lo que tenemos planeado, sin embargo seguimos en la etapa de exploración.

Lo segundo que queremos es crear una pequeña red neuronal a la que también aplicaremos unas pequeñas pruebas en un problema.

Una vez que tengamos verificado el uso en cada uno de estos antes mencionados, lo que haremos será enlazarlos de una manera que el aprendizaje (que normalmente se obtendría con una fórmula de Q-learning) ahora provenga de una red neuronal.

Si logramos esto lo siguiente será introducir unas instancias del problema clásico flexible job shop scheduling problem, en el cual existen ya demasiados resultados con el objetivo de ver que tan precisos serian nuestros resultados.

3. Results

Obviously, you do not have results at the proposal stage. However, you need to have some idea about what kind of data you will be collecting, and what statistical procedures will be used in order to answer your research question or test your hypothesis.

4. Discussion

It is important to convince your reader of the potential impact of your proposed research. You need to communicate a sense of enthusiasm and confidence without exaggerating the merits of your proposal. That is why you also need to mention the limitations and weaknesses of the proposed research, which may be justified by time and financial constraints as well as by the early developmental stage of your research area.

Common Mistakes in Proposal Writing

1. Failure to provide the proper context to frame the research question.
2. Failure to delimit the boundary conditions for your research.
3. Failure to cite landmark studies.
4. Failure to accurately present the theoretical and empirical contributions by other researchers.
5. Failure to stay focused on the research question.
6. Failure to develop a coherent and persuasive argument for the proposed research.
7. Too much detail on minor issues, but not enough detail on major issues.
8. Too much rambling – going “all over the map” without a clear sense of direction. (The best proposals move forward with ease and grace like a seamless river.)
9. Too many citation lapses and incorrect references.
10. Too long or too short.

11. Failing to follow the APA style.
12. Slopping writing.

Bibliografía

Indawi journals

En el siguiente link podemos encontrar este resumen de como debe de ser una cita bibliográfica: [hindawi](#)

Se pide que si es aceptado el artículo se reformatee el las citas y la misma bibliografía en estilo Chicago de Hindawi, se deja en claro que es total responsabilidad del autor dejar las citas claras y concisas y sobretodo verídicas. Se pide que las citas esten enumeradas desde la primera y se dejan estos ejemplos:

“ as discussed by Smith [9] ”
“ as discussed elsewhere [9, 10] ”

Y una de las cosas más importantes es que se deja en claro que las referencias que no esten citadas serán removidas.

The Institution of Engineering and Technology

En el documento pdf disponible en la siguiente dirección se enumeran una serie de estilos para las citas y la bibliografía, en esencia fue lo más interesante que se presenta en este documento, ya que da libertad de escoger de una forma limitada ya que solo se aceptan las enlistadas. [IET](#)

Pattern recognition

En este pdf podemos encontrar en primer lugar que se pide que todas las citas bibliográficas aparezcan en la lista de bibliografías, también se pide que las bibliografías que se presenten tienen que estar en el formato estandar de la revista, cabe señalar que en este mismo pdf se muestran ejemplos para citas bibliograficas a revistas, libros etc.

International journal of production economics

En este pdf se deja en claro que no se es muy estricto con el estilo de la bibliografía, sin embargo se pide que se utilice el DOI, ya que te explican que es una referencia que jamás cambiará, y de igual manera se pide que todas las citas esten en la bibliografía, en pocas palabras solo se pide que la bibliografía contenga lo siguiente:

Where applicable, author(s) name(s), journal title/ book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the article number or pagination must be present

Y se pide que los títulos no se abrevien.

European Journal of Operational Research

Esta es la más estricta de las que encontré, ya que en principio no se aceptan bibliografías que no esten en inglés, además se pide que la bibliografía se marque en orden alfabética y que se especifique que literatura no esta actualizada, y no se deben hacer citas en el abstract en caso de ser necesario sustituir por 'as discussed in the recent literature', además de que se pide que este en el formato explicado en el libro: the Publication Manual

of the American Psychological Association, Seventh Edition, ISBN 978-1-4338-3215-4 y se da un link en donde conseguirlo.

Contact

E-mail: [email](#)

Fax: 555-555-555-555

Phone 1:132-465-4659

Phone 2:132-486-49661

Facebook: [my name in facebook](#) [\[1\]](#) [\[2\]](#)

Referencias

- [1] Zeren Huang, Kerong Wang, Furui Liu, Hui-Ling Zhen, Weinan Zhang, Mingxuan Yuan, Jianye Hao, Yong Yu, and Jun Wang. Learning to select cuts for efficient mixed-integer programming. *Pattern Recognition*, 123:108353, 2022.
- [2] Huaxin Qiu, Sutong Wang, Yunqiang Yin, Dujuan Wang, and Yanzhang Wang. A deep reinforcement learning-based approach for the home delivery and installation routing problem. *International Journal of Production Economics*, 244:108362, 2022.

Versión final

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

Uso de Q-learning como alternativa a la solución del problema de programación
de taller de trabajo flexible



Arnoldo Del Toro Peña

Director de tesis:

Dr. Vincent Andre Lionel Boyer

Propuesta de Investigación
Maestría en Ciencias de la Ingeniería con Orientación en Sistemas

Monterrey, Nuevo León
30 de mayo de 2022

Índice

1. Introducción	2
2. Marco teórico	2
2.1. Conceptos	2
2.2. Antecedentes	3
3. Metodología	3
4. Resultados	4
4.1. Esquema de planificación inicial basada en GA	4
4.2. Planificación con base en aprendizaje por refuerzo (Q-learning)	5
5. Conclusiones	5

Resumen

En esta propuesta de tesis, se propone el uso de una búsqueda de aprendizaje por refuerzo (Q-learning) en un problema de programación de taller de trabajo flexible. Se obtienen instancias a partir de la literatura, el planteamiento metodológico de una búsqueda de soluciones basándose en el algoritmo aprendizaje por refuerzo (Q-learning), resultados con base en un algoritmo genético (Genetic Algorithm) y la discusión de los posibles resultados de una búsqueda de aprendizaje por refuerzo (Q-learning).

In this thesis proposal, the use of a reinforcement learning search (Q-learning) in a flexible job shop scheduling programming problem is proposed. Instances were obtained from the literature, the methodological approach of a search for extreme solutions in the reinforcement learning algorithm (Q-learning), results based on a genetic algorithm and the discussion of the possible results of a quest for reinforcement learning (Q-learning).

Palabras clave— Aprendizaje por refuerzo, metaheurístico, python
Keywords— Q-learning, metaheuristic, python

1. Introducción

En los últimos años se puede decir que ha existido un uso casi exclusivo de métodos exactos y metaheurísticos en el área de investigación de operaciones, dejando de lado el campo que a tomado mucho auge estos últimos años a favor de la inteligencia artificial, es por eso que existe el motivo de una implementación de inteligencia artificial en esta misma área.

Esto representa una oportunidad interesante al momento de pensar en alternativas a métodos metaheurísticos, lo cual contiene la circunstancia de implementar un aprendizaje por refuerzo (Q-learning), siguiendo esta posibilidad se busca la actualización a las emergentes tecnologías como lo es la inteligencia artificial con el fin de lograr la innovación en métodos de aproximación en el campo de la investigación de operaciones.

La pregunta principal que se aborda es la siguiente: ¿Es viable utilizar la búsqueda aprendizaje por refuerzo (Q-learning) en el problema de programación de taller de trabajo flexible?, y de ser así ¿Bajo que condiciones es favorable utilizar una búsqueda aprendizaje por refuerzo (Q-learning)?, bajo estas cuestiones se plantea la hipótesis: “El aprendizaje por refuerzo (Q-learning) es una alternativa de calidad satisfactoria para obtener una solución al problema de programación de taller de trabajo flexible”, esto define como propósito principal generar evidencia fundamentada para descartar o aceptar la hipótesis antes definida, y con objetivo específico en el problema de programación de taller de trabajo flexible.

En las secciones siguientes se encuentran: la descripción de la literatura consultada, el marco metodológico, resultados, conclusiones y las respectivas referencias bibliográficas. En la sección de la literatura se tiene un pequeño resumen de los artículos más relevantes para nuestro estudio, en el marco metodológico se describe el proceso y procedimientos llevados a cabo, llegando al apartado de resultados se presentan los datos obtenidos hasta este momento y por último se finaliza con una sección para presentar conclusiones.

2. Marco teórico

2.1. Conceptos

A continuación, se definen unos conceptos que se utilizarán a lo largo de este escrito:

1. **Agente (Agent)**: entidad que puede desenvolverse de manera autónoma en un entorno determinado. Los agentes tienen la misión de (usando datos obtenidos del entorno) realizar una tarea lo mejor que puedan. Las acciones realizadas por el agente tienen repercusión en el entorno: producen un cambio de estado y proporcionan al agente una recompensa que le indica lo bien o mal que está realizando la tarea (reward) ([Fernández-Vizcaíno y Gallego-Durán, 2016](#)).
2. **Aprendizaje por refuerzo**: (Reinforcement Learning) tipo específico de aprendizaje dentro del campo del aprendizaje au-

tomático (Machine Learning) muy utilizado para juegos y entornos interactivos. Se caracteriza por realizar un entrenamiento mediante señales de refuerzo, por no poder determinarse a priori la mejor decisión absoluta ante un estado cualquiera. En este caso, las señales de refuerzo representan una evaluación de las acciones tomadas similar a una función de idoneidad ([Fernández-Vizcaíno y Gallego-Durán, 2016](#)).

3. **Inteligencia artificial** (Artificial intelligence): “la habilidad de los ordenadores para hacer actividades que normalmente requieren inteligencia humana”. Para brindar una definición más detallada se puede decir que la AI (por sus siglas en inglés) es la capacidad de las máquinas para usar algoritmos, aprender de los datos y utilizar lo aprendido en la toma de decisiones tal y como lo haría un ser humano [Rouhiainen \(2018\)](#).
4. **Python**: lenguaje de programación fácil de aprender y potente. Tiene eficaces estructuras de datos de alto nivel y una solución de programación orientada a objetos simple pero eficaz. La elegante sintaxis de Python, su gestión de tipos dinámica y su naturaleza interpretada hacen de él el lenguaje ideal para guiones (scripts) y desarrollo rápido de aplicaciones, en muchas áreas y en la mayoría de las plataformas [Van Rossum y Drake Jr \(1991\)](#).
5. **Redes Neuronales** (Neural Networks): Existen numerosas formas de definir a las redes neuronales; desde las definiciones cortas y genéricas hasta las que intentan explicar más detalladamente qué son las redes neuronales. Por ejemplo; un sistema de computación compuesto por un gran número de elementos simples, elementos de procesos muy interconectados, los cuales procesan información por medio de su estado dinámico como respuesta a entradas externas [Matich \(2001\)](#).
6. **Aprendizaje por refuerzo** (Q-learning): [Watkins y Dayan \(1992\)](#) es una forma de aprendizaje por refuerzo sin modelos. También puede ser visto como un método de programación dinámica asíncrona (DP). Proporciona a los agentes la capacidad de aprender a operar de manera óptima en los dominios markovianos experimentando las consecuencias de acciones, sin exigirles que construyan mapas de los dominios.
7. **Problema de programación de taller de trabajo flexible (Flexible Job Shop Scheduling Problem)**: [Pezzella et al. \(2008\)](#) es una extensión del problema de programación de taller clásico y se considera fuertemente NP-difícil (NP-hard). En FJSSP (por sus siglas en inglés) la misma operación podría ser procesada en más de una máquina por lo que hay máquinas alternativas disponibles para procesar un trabajo en particular. FJSSP consta de dos sub-problemas. Lo primero es asignar cada operación a una salida de máquina, mientras que el segundo se ocupa de la secuenciación de las operaciones asignadas en las máquinas.

2.2. Antecedentes

Desde principios del aprendizaje automático (Machine Learning) hasta la actualidad han habido numerosos avances importantes la mayoría en el campo de los videojuegos, sin embargo su uso no es nulo en el campo de la optimización.

Chen *et al.* (2022) usan el aprendizaje por refuerzo (Q-learning) en un problema de entrega el mismo día (Same-day delivery) utilizando vehículos y drones, también detallan una solución aproximada usando el aprendizaje por refuerzo (Q-learning). Los resultados computacionales mostrados demuestran que el algoritmo es capaz de tomar decisiones de servicio y asignación de drones permitiendo un número esperado mayor de clientes atendidos a lo largo del día. Además se menciona que pueden mejorar los resultados de métodos heurísticos al permitir la reasignación de pedidos aceptados; sin embargo se advierte que esto puede derivar en una explosión de tiempo computacional, lo cual es una advertencia importante a tomar en cuenta.

Huang *et al.* (2022) presentan el método clasificación de corte (Cut Ranking) para seleccionar los cortes en un problema de ramificación y corte para programación entera mixta (mixed-integer programming). Los MIP (por sus siglas en inglés) sintéticos planteados en este artículo demuestran que la selección de cortes basada en una clasificación aprendida es más competitiva con otras heurísticas manuales, y también con capacidad de generalización en problemas con diferentes escalas, rangos de coeficientes o estructuras.

Qiu *et al.* (2022) en lugar de utilizar algoritmos de optimización para resolver el problema de entrega e instalación a domicilio, desarrollan una optimización neuronal basada en un mecanismo de aprendizaje por refuerzo profundo. Los resultados de sus experimentos confirman la calidad de solución y eficiencia computacional ante algunos algoritmos clásicos heurísticos. Qiu *et al.* (2022) dejan en claro que pretenden que su trabajo motive el estudio de aprendizaje por refuerzo en otros problemas de optimización combinatoria.

Pezzella *et al.* (2008) presentan un algoritmo genético (Genetic Algorithm) para la solución al problema de programación de taller de trabajo flexible y demuestran que la propuesta GA (por sus siglas en inglés) es de propósito general y se puede adaptar para cualquier función objetivo sin cambiar la rutina de GA. El enfoque GA es comparado con catorce metaheurísticas y por último los resultados muestran que el enfoque encuentra soluciones que son iguales o superiores a los enfoques anteriores.

Meng *et al.* (2020) presentan resultados a los modelos de programación lineal entera mixta (mixed-integer linear programming) y programación de restricciones (constraint programming), MILP y CP por sus siglas en inglés respectivamente, en el escrito se demuestra que los modelos MILP y CP siempre pueden obtener la misma solución para todas las instancias con el mismo tiempo, mientras que los algoritmos metaheurísticos no pueden asegurar la misma solución en cada repetición incluso para instancias pequeñas, el modelo CP supera a todos los demás algoritmos existentes en términos de calidad en solución y eficiencia.

Palacio *et al.* (2022) presentan un enfoque de aprendizaje para un escenario real de programación de taller de trabajo flexible mundial, los experimentos muestran que el algoritmo es capaz de producir mejores resultados que los existentes en términos de tiempo máximo de terminación de todas las tareas (makespan). También se demuestra como el agente puede tomar decisiones cuando por alguna razón una acción se convierte en horario inválido.

Zhao *et al.* (2019) proponen la implementación de un algoritmo de doble capa de aprendizaje por refuerzo (Q-learning) así como acciones para la solución del problema dinámico de programación de talleres flexibles con fallas en máquinas. Los resultados indican que el modelo de agentes basados con enfoque pueden seleccionar una mejor estrategia bajo diferentes fallas de máquinas, lo cual prueba que el aprendizaje por refuerzo (Q-learning) propuesto es eficiente para el problema dinámico de programación de talleres flexibles con fallas en

máquinas.

3. Metodología

El aprendizaje por refuerzo (Q-learning), propuesto por Watkins y Dayan (1992) contiene una de los más populares algoritmos de aprendizaje por reforzamiento de los últimos días. En este algoritmo el Agente intenta una acción en un determinado estado y evalúa sobre la base de una recompensa o castigo al interactuar con el entorno. El Agente al intentar todas las acciones en todos los estados, es capaz de juzgar cuál es la mejor decisión. El diagrama se muestra en la figura 1.

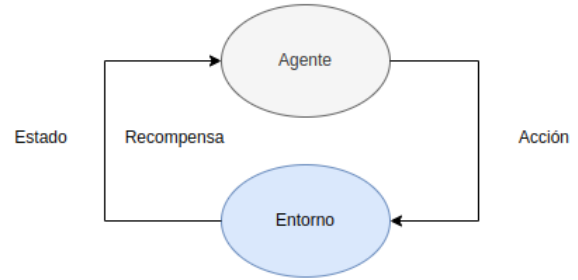


Figura 1: Interacción entre el Agente y el entorno.

Antes del proceso de aprendizaje, Q se inicializa a un posible valor arbitrario. Después, el Agente selecciona una acción en cada tiempo t , recibe una recompensa y llega a un nuevo estado, luego el valor de Q se actualiza con base en la siguiente fórmula:

$$Q(s_t, a_t) = Q(s_t, a_t) + \alpha[r_{t+1} + \gamma \max_a(Q(s_{t+1}, a) - Q(s_t, a_t))] \quad (1)$$

Donde r_t representa la recompensa recibida cuando el Agente es transferido del estado s_t al estado s_{t+1} . Y α representa la tasa de aprendizaje ($\alpha \in (0, 1]$).

El objetivo del algoritmo aprendizaje por refuerzo (Q-learning) se actualiza siguiendo la fórmula:

$$r_{t+1} + \gamma \max_a Q(s_{t+1}, a) \quad (2)$$

Y un episodio del algoritmo termina cuando el estado s_{t+1} es terminal.

Los pasos específicos están detallados a continuación:

Paso 1 Inicializar $Q(s, a)$ arbitrariamente

Paso 2 Establecer el parámetro γ y α

Paso 3 Repetir (para cada episodio):

1 Inicializar s

2 Repetir (para cada paso del episodio):

2.1 Elegir a desde s usando una de las políticas de Q .

2.2 Tomar la acción a , observar r, s'

2.3 $Q(s, a) \leftarrow Q(s, a) + \alpha[r + \gamma \max_{a'}(Q(s', a') - Q(s, a))]$

2.4 $s \leftarrow s'$

2.5 Hasta que s' sea terminal.

La programación de taller de trabajo se divide en dos categorías funcionales (Zhao *et al.*, 2019):

1. Selección de trabajo

2. Selección de máquina.

De acuerdo con los objetivos, las reglas de selección de trabajo y las reglas de selección de máquina se juntan; por lo tanto se necesita una regla de despacho de doble capa que incluya una capa para la selección de trabajo y una para la selección de máquina.

En la primer capa el conjunto de acciones son las siguientes (Zhao et al., 2019):

1. SPT: representa el mínimo de tiempo de procesamiento de las operaciones que serán seleccionados
2. EDD: representa el mínimo de tiempo de entrega en las operaciones que serán seleccionadas
3. FIFO: representa el primer trabajo en llegar que será seleccionado.

La segunda capa se utiliza para seleccionar la máquina óptima de las máquinas alternativas según sus estados de procesamiento. Para simplificar el problema solo se seleccionará una regla de despacho definida como M, como la acción de la segunda capa que representa la máquina disponible más cercana que será seleccionada (Zhao et al., 2019).

La doble capa en grupo de acción incluye: SPT+M, EDD+M, FIFO+M, Ninguna.

Si se observa, el Agente realiza la selección en función de los estados; por lo tanto es muy importante determinar el número de estados, esto conlleva a dos resultados, por un lado si el número de estados es demasiado grande aumentarán en gran medida la carga calculada y por otro lado si es demasiado pequeña puede que no se adquiera el óptimo.

Una vez mencionado lo anterior se define SD como un indicador para establecer estados. SD es la relación de duración en que una máquina falla al tiempo total de procesamiento de las operaciones restantes en máquina fallida. La fórmula se describe a continuación:

$$SD = \frac{100 \times T}{RT} \quad (3)$$

Donde T es la duración en que la máquina falla y RT representa el tiempo total de procesamiento del resto de operaciones a partir de que la máquina falla.

El Agente de aprendizaje por refuerzo (Q-learning) selecciona la mejor acción a juzgar de la recompensa (reward). Esto implica que la definición de recompensa es muy importante para el algoritmo. En el problema de programación de taller de trabajo flexible el tiempo de espera representa uno de los factores más importantes a evaluar; por lo tanto se define la relación siguiente: "entre más tiempo de espera menos es la recompensa" (Zhao et al., 2019).

Los valores contemplados hasta el día de hoy si la acción seleccionada en SPT+M, EDD+M, FIFO+M y ninguna son: 2, 1, -1 y -2 respectivamente (Zhao et al., 2019).

La estructura del método propuesto se basa en la figura 2 (Zhao et al., 2019).

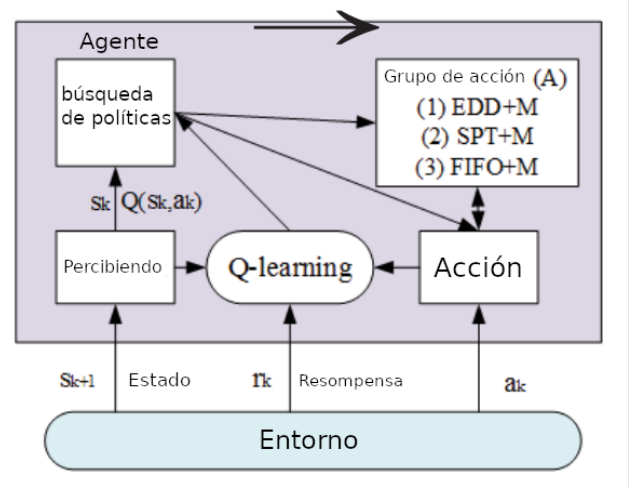


Figura 2: Estructura de la interacción del Agente dentro del entorno.

4. Resultados

4.1. Esquema de planificación inicial basada en GA

Se inicia con una planificación basada en GA programada en python del problema Mk03 que es un caso típico de programación de taller de trabajo flexible presentado por Brandimarte (1993) citado por Zhao et al. (2019). El parámetro de la población es de 50, el número de iteraciones es de 500, y las probabilidades transversal y de mutación son 0.8 y 0.2 respectivamente.

A continuación se muestra el diagrama de Gantt del esquema de programación inicial en la figura 3. Y se presenta la curva de variación de la función de aptitud en la figura 4 (Zhao et al., 2019).

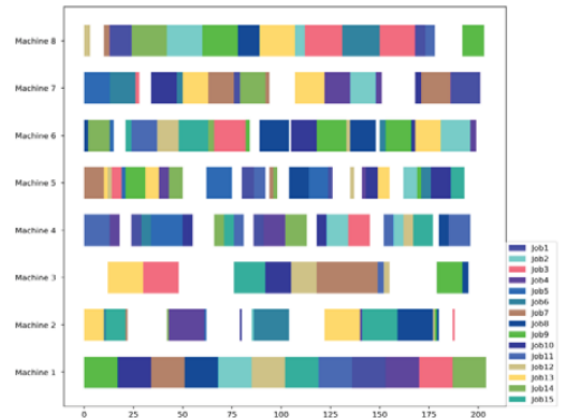


Figura 3: Esquema inicial basado en GA.

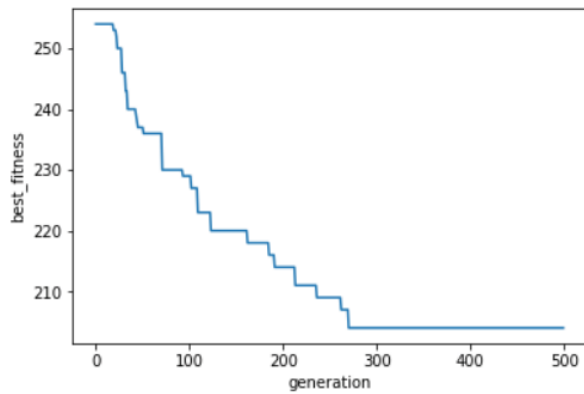


Figura 4: La curva de variación de la función de aptitud.

4.2. Planificación con base en aprendizaje por refuerzo (Q-learning)

Se planea la obtención de distintos resultados variando cada una de las cuatro acciones que se tienen (SPT+M, EDD+M, FIFO+M y

ninguna). Después de haber variado las acciones, se tiene contemplado el análisis simultáneo de las decisiones tomadas en cada acción. De acuerdo a los principios antes descritos de aprendizaje por refuerzo (Q-learning), si el agente obtiene una recompensa (reward) positiva el valor de Q incrementa. Cuando el Agente selecciona su primer acción por ejemplo ninguna, el Agente archiva las recompensas positivas esto lo realiza de manera similar para las siguientes acciones. Teniendo los resultados en cada acción se evalúan los tiempos de las cuatro acciones, para concluir en un modelo de validación de nuestro algoritmo.

5. Conclusiones

Hasta el momento en que se escribe esta propuesta, la evidencia bibliográfica indica que el uso de un aprendizaje por refuerzo en un problema de programación de taller de trabajo flexible tiene resultados muy favorables; sin embargo esta propuesta también planea explorar el tiempo computacional de dicho aprendizaje el cual ya se mencionó puede explotar en ciertas circunstancias.

Referencias

- Brandimarte, P. (1993). Routing and scheduling in a flexible job shop by tabu search. *Annals of Operations research*, 41(3):157–183.
- Chen, X., Ulmer, M. W., y Thomas, B. W. (2022). Deep q-learning for same-day delivery with vehicles and drones. *European Journal of Operational Research*, 298(3):939–952.
- Fernández-Vizcaíno, G. y Gallego-Durán, F. J. (2016). Ajustando q-learning para generar jugadores automáticos: un ejemplo basado en atari breakout. En *CoSECivi*, pp. 77–88.
- Huang, Z., Wang, K., Liu, F., Zhen, H.-L., Zhang, W., Yuan, M., Hao, J., Yu, Y., y Wang, J. (2022). Learning to select cuts for efficient mixed-integer programming. *Pattern Recognition*, 123:108353.
- Matich, D. J. (2001). Redes neuronales: Conceptos básicos y aplicaciones. *Universidad Tecnológica Nacional, México*, 41:12–16.
- Meng, L., Zhang, C., Ren, Y., Zhang, B., y Lv, C. (2020). Mixed-integer linear programming and constraint programming formulations for solving distributed flexible job shop scheduling problem. *Computers & Industrial Engineering*, 142:106347.
- Palacio, J. C., Jiménez, Y. M., Schietgat, L., Van Doninck, B., y Nowé, A. (2022). A q-learning algorithm for flexible job shop scheduling in a real-world manufacturing scenario. *Procedia CIRP*, 106:227–232.
- Pezzella, F., Morganti, G., y Ciaschetti, G. (2008). A genetic algorithm for the flexible job-shop scheduling problem. *Computers & operations research*, 35(10):3202–3212.
- Qiu, H., Wang, S., Yin, Y., Wang, D., y Wang, Y. (2022). A deep reinforcement learning-based approach for the home delivery and installation routing problem. *International Journal of Production Economics*, 244:108362.
- Rouhiainen, L. (2018). Inteligencia artificial. *Madrid: Alienta Editorial*.
- Van Rossum, G. y Drake Jr, F. L. (1991). Guía de aprendizaje de python. *Release*, 2.
- Watkins, C. J. y Dayan, P. (1992). Q-learning. *Machine learning*, 8(3):279–292.
- Zhao, M., Li, X., Gao, L., Wang, L., y Xiao, M. (2019). An improved q-learning based rescheduling method for flexible job-shops with machine failures. En *2019 IEEE 15th international conference on automation science and engineering (CASE)*, pp. 331–337. IEEE.

Tarea 8

Crea una ID ORCID y perfiles de Scopus, Google Scholar y ResearchGate; si ya los tienes, actualizarlos. Incluyelos en tu CV junto con tu repositorio de GitHub y actualiza el CV también. Identifica y sigue a por lo menos cinco expertos de tu área en Google Scholar; revisa si tienen cuentas de Twitter y/o GitHub que puedas seguir. Evidencia todas estas actividades en tu entregable de la semana.



Lic. Arnoldo Del Toro Peña

Curriculum vitae

omnia causa fint

Educación

- 2007–2010 **Bachillerato Técnico**, *Esc. y Prepa. Técnica Pablo Livas*, Monterrey, *Técnico en Diseño y Comunicación Visual*.
Especializado en diseño y publicidad.
- 2010–2015 **Licenciatura en Matemáticas**, *Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas*, San Nicolas De Los Garza, *Licenciatura*.
Estudios en varios campos de las matemáticas.

Experiencia

Vocacional

- 2015–2021 **Docente**, *Universidad José Vasconcelos Calderón*, Monterrey, Nuevo León.
Experiencia en materias tanto a nivel bachillerato como de ingeniería, he impartido todas las materias de matemáticas a nivel de bachillerato y las materias a nivel ingeniería de: .
Materias Detalladas:
 - Álgebra lineal
 - Investigación de operaciones I
 - Investigación de operaciones II
 - Geometría Analítica
 - Análisis Numérico
- 2018–2019 **Docente**, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, San Nicolás de los Garza, Nuevo León.
Experiencia en materias a nivel bachillerato:
Materias Detalladas:
 - Cálculo Diferencial e Integral
 - Manejo de Espacios y Formas
 - Matemáticas IV: Geometría Analítica.
 - Física I
 - Física II

Valle Alto #5433 – 64230 Monterrey – Nuevo León

☎ +52 (81) 2772 0092 • 📞 +52 (81) 8675 7899

✉ arnold_a_e@hotmail.com • in [arn.toro](#) • 🌐 [arnoldae9](#)

i love maths

Lenguajes

Español	Nativo	<i>idioma heredado</i>
Inglés	lectura	<i>curso en Inglés Vivencial- no terminado</i>

Habilidades computacionales

paquetería office	nivel medio	Lenguaje C++	curso en progreso
Sistema Operativo GNU-Linux	conocimiento principiante-medio	Software R	curso en línea en curso
Sistema Operativo Windows	conocimiento medio-alto	Lenguaje Python	Curso en línea terminado
Software Matlab	conocimiento principiante	Photoshop	conocimiento por carrera técnica
LaTeX	conocimiento medio		

Intereses

Aprendizaje Acostumbro tratar de realizar un autoaprendizaje de temas aleatorios.

Proyecto a corto plazo

- o Mejorar mi carro, mientras mejoro las condiciones del lugar donde vivo.

Proyecto a medio plazo

- o Terminar una maestría orientada a sistemas computacionales, para poder ingresar desarrollar analisis de datos.

Referencias

Familiares

- o Marcelino Del Toro Bernal; 8180826990; Padre.
- o María Verónica Peña Sánchez; 8128881163; Madre.

Amistades

- o Karla Priscila Mendoza Castillo; 8123196251, y
- o Marco Antonio Ordoñez Contreras; 8119828913

Redes Sociales

- o Orcid <https://orcid.org/0000-0002-1381-6127>
- o Scopus arnold_a_e@hotmail.com
- o Google Scholar arnoldae9@gmail.com
- o Researchgate Arnoldo Del Toro Peña

Valle Alto #5433 – 64230 Monterrey – Nuevo León

☎ +52 (81) 2772 0092 • ☎ +52 (81) 8675 7899

✉ arnold_a_e@hotmail.com • in [arn.toro](#) • [arnoldae9](#)

i love maths

A quien corresponda

April 28, 2022

Estimado Sr. o Sra.,

De antemano agradezco que se tome el tiempo de ver mi curriculum vitæ, este espacio es solo para comentarle que estoy en busca de una mejora laboral que me aporte experiencia laboral, de igual manera estoy en la mejor disposición de una entrevista, o de un contacto si usted así lo decide. Cualquier duda sobre mi información puede contactarme por medio de los contactos aquí facilitados.

Gracias por su atención,

Lic. Arnoldo Del Toro Peña

adjunto: curriculum vitæ

Lic. Arnoldo Del Toro Peña

Valle Alto #5433 – 64230 Monterrey – Nuevo León

☎ +52 (81) 2772 0092 • 📞 +52 (81) 8675 7899

✉ arnold_a_e@hotmail.com • **in** [arn.toro](#) •  [arnoldae9](#)

i love maths

3/3

Tarea 9

Investiga sobre repositorios de pre-prints de tu área, sobre la política de pre-prints de por lo menos tres revistas indizadas potenciales para publicar los resultados de tu proyecto. Investiga también potenciales mailing lists de tu área particular. Documenta los hallazgos en tu entregable de la semana.

Pre-Prints

OSFPREPRINTS

En este sitio podemos encontrar una biblioteca gratuita de artículos no publicados o artículos en revisión, así mismo podemos aportar nuestros propios artículos.

Un detalle importante es que cuenta con una guía para el llenado de la petición y un ejemplo de como realizar un artículo, este mismo se puede descargar en formato pdf.

Podemos ingresar a esta página con en este sitio [OSF](#).

UANL

Nuestra universidad cuenta con un sistema denominado auto-archivar, el cual consta de poder guardar nuestros artículos de forma que podamos distribuir copias digitales con el fin de dar acceso al trabajo.

Se puede visitar su página, así como su guía en el siguiente link [UANL](#)

Repositorio Nacional

Una alternativa es el repositorio nacional el cual es una plataforma digital que proporciona acceso abierto en texto completo a diversos recursos de información académica, científica y tecnológica, es decir, sin requerimientos de suscripción, registro o pago.

Se puede visitar la página en el siguiente enlace [Repositorio Nacional](#) y aquí mismo descargar la solicitud para depositar nuestros documentos.

Scielo

En este repositorio podemos pedir adjuntar nuestros resultados, algo importante a resaltar es que se nos puede pedir archivos que avalen nuestros resultados.

En esta misma página se nos presentan dos guías para la petición y carga de documentos, todos los que se puedan pedir. Se puede consultar en [Scielo](#).

Latindex

Tal vez una de las más exigentes que encontré, no solo se pide que accedas a licencias de acceso abierto, además de esto se pide llenar un registro en el cual se pide que se tenga almenos una revista publicada y además la revista en cuestión tiene que estar con registro ISSN.

Tanto como los ejemplos y los procesos a seguir se pueden consultar en el siguiente link [Latindex](#)

Mailing List

SIAM

El primer mailing-list es [SIAM](#) el cual es un grupo enfocado en la optimización, en su página describe que no esta enfocado en un campo específico es de manera general y se estarán recibiendo correos tanto de debates, reuniones, ponencias etc.

Yale

Este mailing-list lo adjunto por la importancia de la universidad [Yale](#), es un grupo que esta enfocado en las matemáticas, tiene acceso tanto para alumnos y público en general.

DMANET

Discrete mathematics and algorithms es un grupo que esta enfocado en como su nombre lo deja claro en matemáticas y algoritmos, es de acceso a todo público y se puede consultar en su página [DMANET](#).

Source Forges

En este grupo se describe el enfoque en la optimización de redes, también es de acceso público y se puede consultar en su página [Source Forge](#).

Stanford

Una lista muy interesante es la de la [Stanford](#), es un grupo enfocado en *Linear-algebra-optimization* es de acceso público.

Tarea 10

Prepara en LaTeX con beamer diapositivas sobre tu anteproyecto. Ensaya la presentación grabándote y toma tiempo de cuánto tardaste en presentarla. No incluyas la grabación en el entregable, pero sí un screenshot de su duración.

Uso de Q-learning como alternativa a la solución del problema de programación de taller de trabajo flexible

Lic. Arnoldo Del Toro Peña


Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Universidad Autónoma de Nuevo León

4 de junio de 2022


Definiciones

- ① Agente
- ② Aprendizaje por refuerzo
- ③ Inteligencia artificial
- ④ Python
- ⑤ Red neuronal
- ⑥ Q-learning
- ⑦ Problema de programación de taller de trabajo flexible.

Introducción



Metahuerística



Otros modelos
matemáticos

Introducción

Objetivos

¿Es viable utilizar la búsqueda aprendizaje por refuerzo (Q-learning) en el problema de programación de taller de trabajo flexible?



Introducción

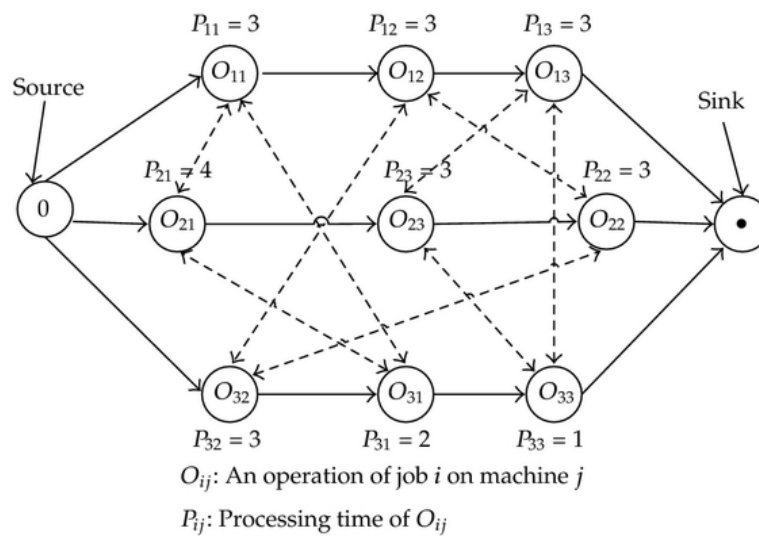
Objetivos

¿Es viable utilizar la búsqueda aprendizaje por refuerzo (Q-learning) en el problema de programación de taller de trabajo flexible?

¿Bajo que condiciones es favorable utilizar una búsqueda aprendizaje por refuerzo (Q-learning)?



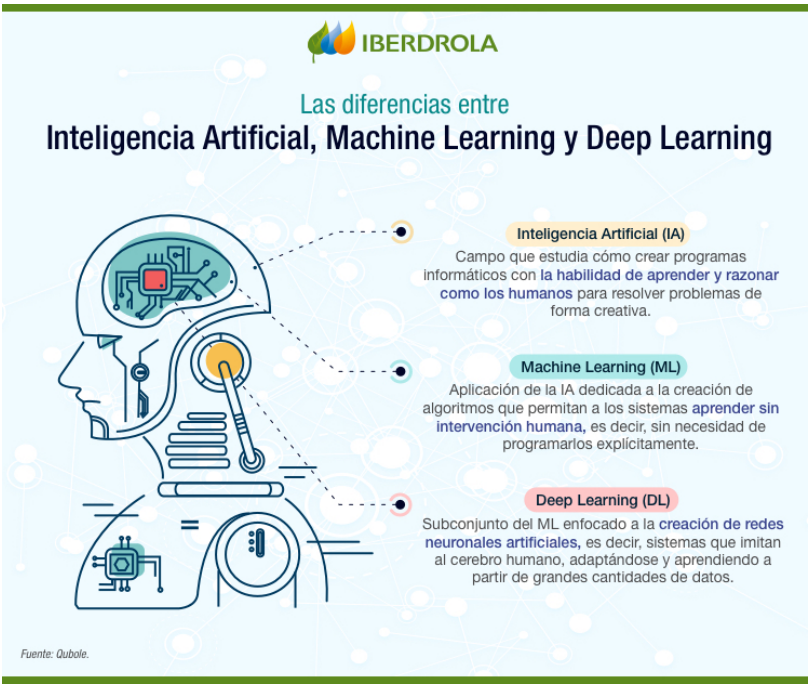
Problema de programación de taller de trabajo flexible



→ Conjunctive arc (technological sequences)

↔ Disjunctive arc (pair of operations on the same machine)

Introducción

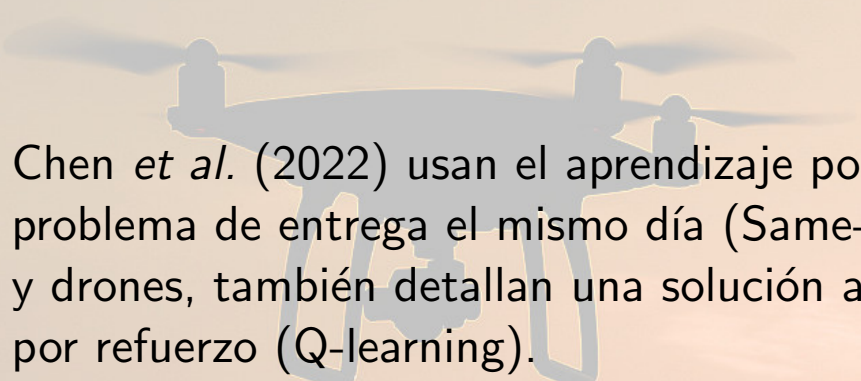


Obstáculo

Tiempo y recursos.

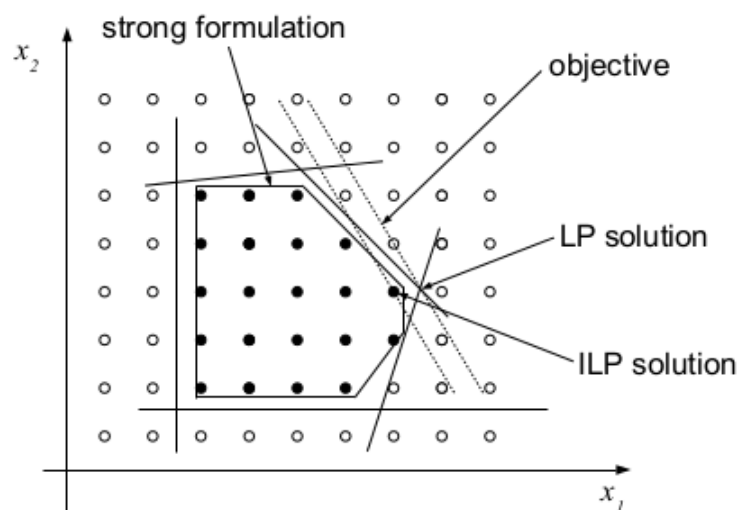


Antecedentes



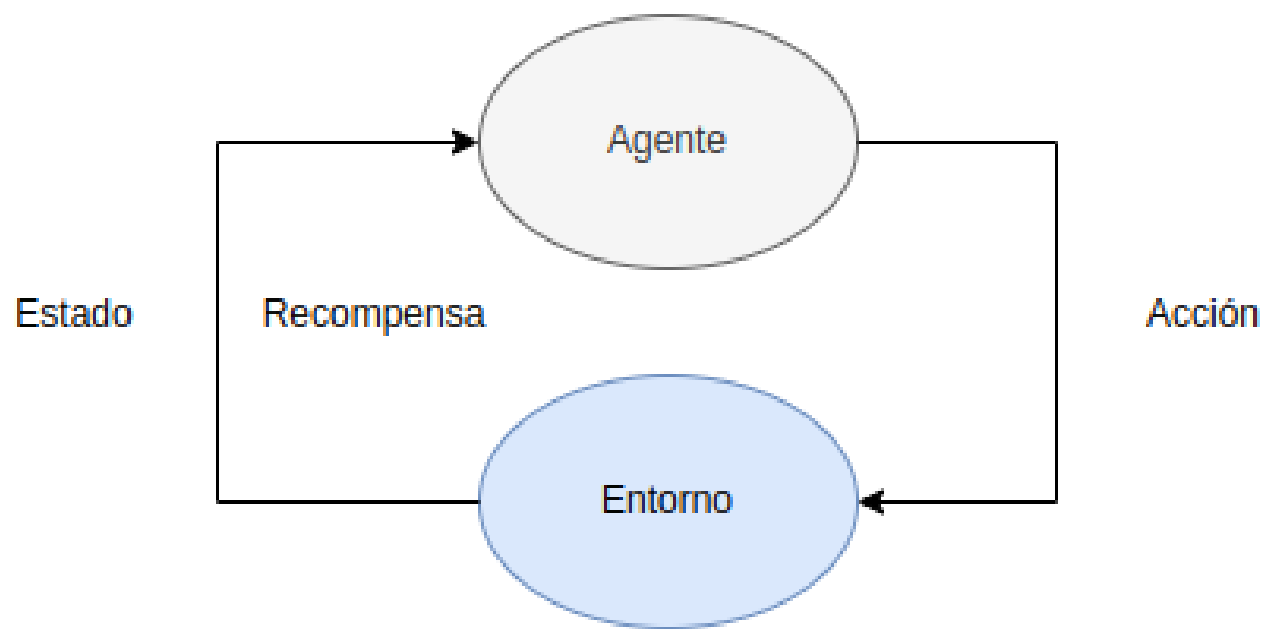
Chen *et al.* (2022) usan el aprendizaje por refuerzo (Q-learning) en un problema de entrega el mismo día (Same-day delivery) utilizando vehículos y drones, también detallan una solución aproximada usando el aprendizaje por refuerzo (Q-learning).

Huang *et al.* (2022) presentan el método clasificación de corte (Cut Ranking) para seleccionar los cortes en un problema de ramificación y corte para programación entera mixta (mixed-integer programming).



Zhao *et al.* (2019) proponen la implementación de un algoritmo de doble capa de aprendizaje por refuerzo (Q-learning) así como acciones para la solución del problema dinámico de programación de talleres flexibles con fallas en máquinas.

Metodología



Metodología

(Continuación)

Los pasos específicos están detallados a continuación:

- Inicializar $Q(s, a)$ arbitrariamente
- Establecer el parámetro γ y α
- Repetir (para cada episodio):
 - 1 Inicializar s
 - 2 Repetir (para cada paso del episodio):
 - 2.1 Elegir a desde s usando una de las políticas de Q .
 - 2.2 Tomar la acción a , observar r, s'
 - 2.3 $Q(s, a) \leftarrow Q(s, a) + \alpha[r + \gamma \max_{a'}(Q(s', a') - Q(s, a))]$
 - 2.4 $s \leftarrow s'$
 - 2.5 Hasta que s' sea terminal.

Metodología

(Continuación)

$$Q(s_t, a_t) = Q(s_t, a_t) + \alpha [r_{t+1} + \gamma \max_a (Q(s_{t+1}, a) - Q(s_t, a_t))] \quad (1)$$

Donde r_t representa la recompensa recibida cuando el Agente es transferido del estado s_t al estado s_{t+1} . Y α representa la tasa de aprendizaje ($\alpha \in (0, 1]$).

Metodología

(Continuación)

El objetivo del algoritmo aprendizaje por refuerzo (Q-learning) se actualiza siguiendo la fórmula:

$$r_{t+1} + \gamma \max Q(s_{t+1}, a) \quad (2)$$

Y un episodio del algoritmo termina cuando el estado s_{t+1} es terminal.

Metodología

(Continuación)

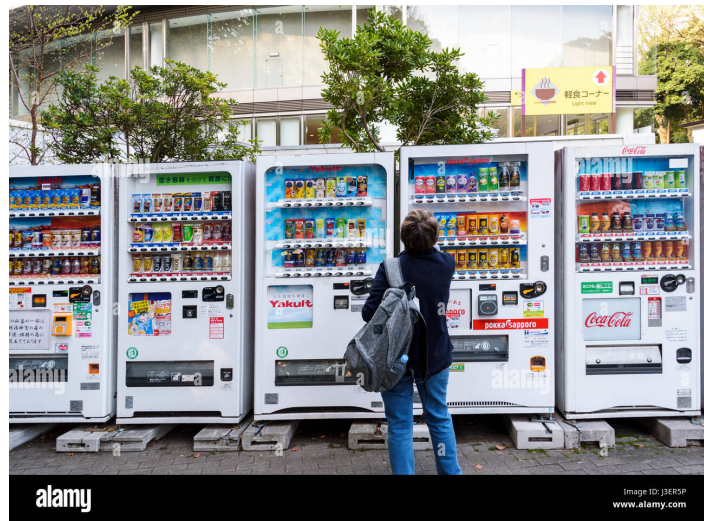
En la primer capa el conjunto de acciones son las siguientes (Zhao *et al.*, 2019):

- ① SPT: representa el mínimo de tiempo de procesamiento de las operaciones que serán seleccionados
- ② EDD: representa el mínimo de tiempo de entrega en las operaciones que serán seleccionadas
- ③ FIFO: representa el primer trabajo en llegar que será seleccionado.

Metodología

Continuación

La segunda capa (Zhao *et al.*, 2019).



Metodología

(Continuación)

Estados (state).



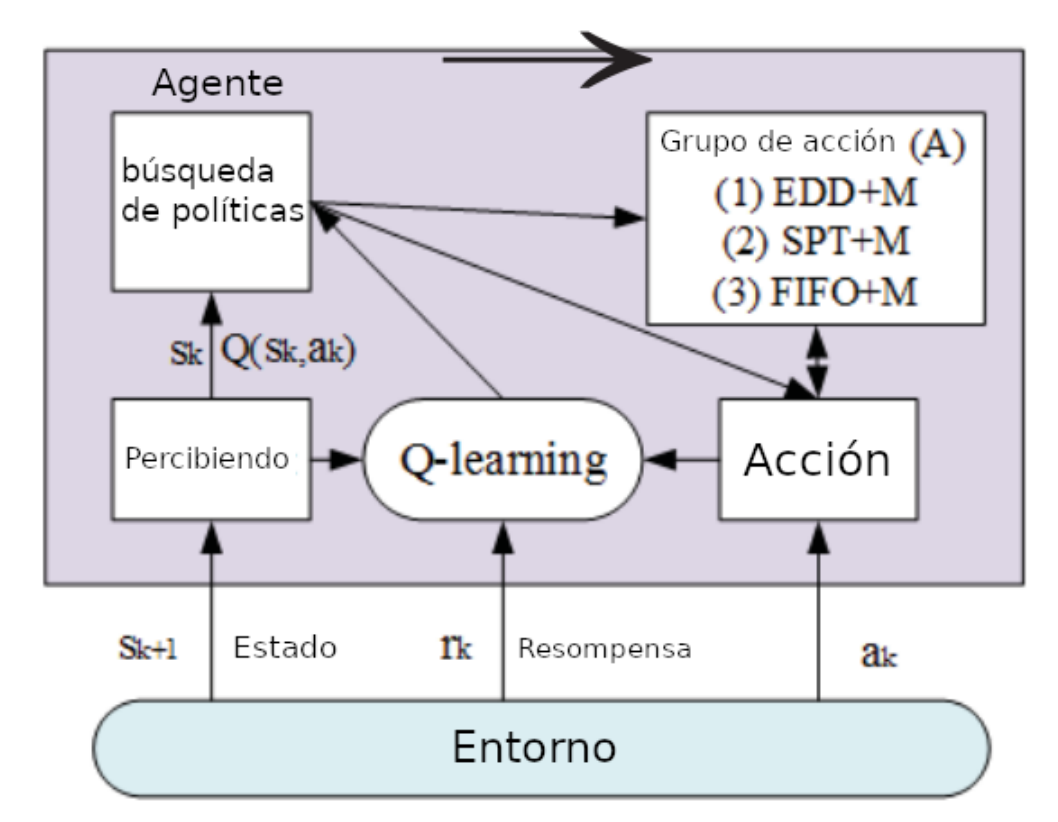
$$SD = \frac{100 \times T}{RT} \quad (3)$$

Recompensa

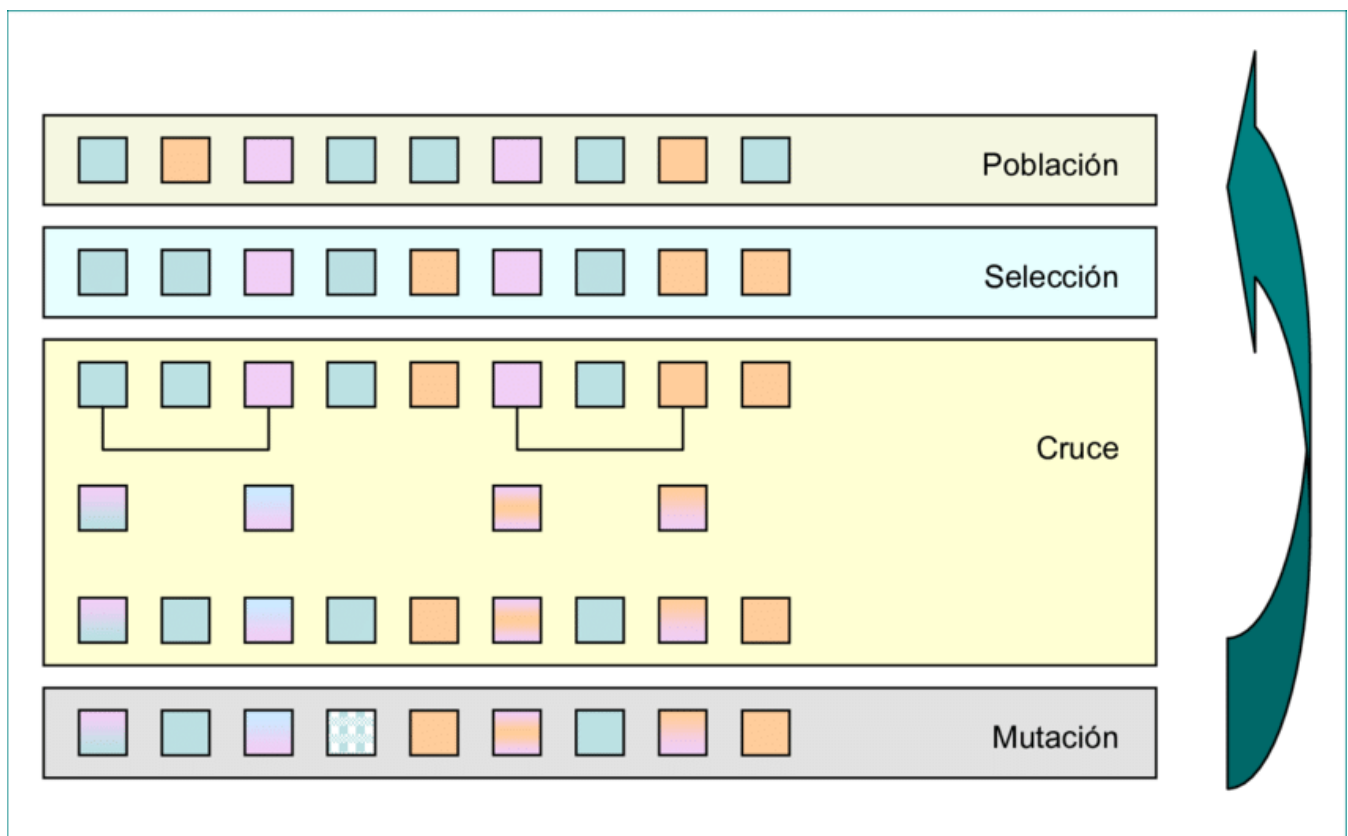
“Entre más tiempo de espera menos es la recompensa”



Estructura



Algoritmo Genético (Batista *et al.*, 2009)



Planificación con base en aprendizaje por refuerzo (Q-learning)

Por ejemplo:

- 1 Ninguna
- 2 SPT+M
- 3 EDD+M
- 4 FIFO+M

Conclusiones

- 
- 1 problema de programación de taller de trabajo flexible
 - 2 tiempo
 - 3 resultados.

References I

- Batista, M., Moreno-Pérez, J., y Moreno-Vega, J. (2009). Algoritmos genéticos. una visión práctica. *Números*, ISSN 0212-3096, N^o. 71, 2009 (*Ejemplar dedicado a: Darwin*).
- Chen, X., Ulmer, M. W., y Thomas, B. W. (2022). Deep q-learning for same-day delivery with vehicles and drones. *European Journal of Operational Research*, 298(3):939–952.
- Huang, Z., Wang, K., Liu, F., Zhen, H.-L., Zhang, W., Yuan, M., Hao, J., Yu, Y., y Wang, J. (2022). Learning to select cuts for efficient mixed-integer programming. *Pattern Recognition*, 123:108353.
- Zhao, M., Li, X., Gao, L., Wang, L., y Xiao, M. (2019). An improved q-learning based rescheduling method for flexible job-shops with machine failures. En *2019 IEEE 15th international conference on automation science and engineering (CASE)*, pp. 331–337. IEEE.