

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Toma de Decisiones
<b>Clave de la asignatura:</b>	STC-1705
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	2-2-4
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Sistemas Computacionales

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

La asignatura de **Toma de Decisiones**, incluida en la especialidad de **Sistemas de Información para la Toma de Decisiones** en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, consiste en ofrecer al egresado de la misma, la oportunidad de conocer y manejar tanto la teoría básica como el conocimiento de una de las herramientas computacionales más utilizadas en este ámbito, con la finalidad de enfrentar una de las actividades más relevantes dentro de una empresa: la toma de decisiones.

Actualmente, existe un amplio rango de aplicaciones en el cual las carreras relacionadas con las ciencias computacionales así como algunas disciplinas afines desempeñan un papel importante en la solución de problemas. Algunos de los sectores en los cuales los egresados de estas disciplinas ofrecen alternativas de solución son las siguientes: Científico, Educativo, Empresarial (de producción, de servicio y de entretenimiento) y Médico. Las áreas de aplicación mencionadas se encuentran en constante evolución por lo que plantean constantes desafíos al egresado de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales.

Una forma de enfrentar estos desafíos es a través del diseño e implementación de sistemas de cómputo más flexibles y autónomos, organizados en redes que posibiliten la cooperación entre ellos para contender con volúmenes de información cada vez mayores, de contenido diverso e impreciso. En particular, la relación entre usuario y computadora demanda una nueva forma de interacción en donde ésta última deje de jugar un papel pasivo y se convierta en un participante activo que coopere con el usuario en la solución de problemas.

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

La toma de decisiones es un aspecto importante en la vida real, la cual casi siempre está sujeta a condiciones de incertidumbre, y es en este escenario donde la teoría y técnicas que permitan apoyar este aspecto realiza uno de sus grandes aportes a través del diseño de implementación de herramientas computacionales. En este sentido, la creación de sistemas de razonamiento automatizado utilizados para apoyar el proceso de toma de decisiones el son de gran interés académico y científico. El estudio y conocimiento de algunos formalismos tales como los árboles de decisión y los procesos de decisión de Markov (MDP's), permiten la creación de herramientas enfocadas para esta finalidad.

Asimismo, esta materia le permitirá al estudiante de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales adquirir el conocimiento apropiado para comprender los mecanismos de diseño y operación de sistemas más complejos tales como: sistemas parcialmente observables, tutores inteligentes, sistemas de navegación y exploración en robots, sistemas de vigilancia y monitoreo, entre otros.

Uno de los aspectos importantes que se consideran en este curso es el conocimiento, comprensión y diseño de herramientas que simulen aspectos de la vida real, donde es factible el empleo de la toma de decisiones secuenciales tal como la la teoría de colas, las cuales son aplicadas en una amplia variedad de tareas. De igual manera, se muestran las etapas que conforman el diseño de una herramienta computacional enfocada a este fin, es decir: a) la identificación del problema, b) Obtención de información, c) Producción de posibles acciones, d) evaluación de acciones y e) elección de la mejor acción (decisión).

Lo que se busca en este sentido, es que el alumno pueda desarrollar un sistema que resuelva un problema de la vida cotidiana en el cual sea necesario llevar a cabo la toma de decisiones.

### **Intención didáctica**

El propósito de este curso, consiste en proporcionar al alumno que cursa la carrera de ingeniería en sistemas computacionales, los fundamentos teóricos y manejo de una de las técnicas más utilizadas en la teoría de decisiones. La toma de decisiones es un aspecto relevante en la gran mayoría de las empresas y sectores productivos. Para este fin las empresas disponen de capital humano especializado que realice estas tareas. Sin embargo, el diseño e implementación de herramientas computacionales que apoyen a los humanos en esta tarea resulta ser un aspecto de gran valor.

En este sentido se pretende mostrar el alcance de los MDP's en la solución de tareas relacionadas con la toma de decisiones. Asimismo, se busca mostrar cuáles son las herramientas computacionales y de uso libre que existen para apoyar el diseño de estos sistemas. Asimismo, es importante considerar que para que este aprendizaje sea apropiado, el alumno debe participar de manera activa en la realización de trabajos y prácticas.

En la primera unidad se muestran los conceptos relacionados con la teoría de decisiones, que aspectos la conforman y se enfoca principalmente en el valor de la utilidad como un criterio para elegir la decisión más apropiada.

En la segunda unidad se revisa la arquitectura de la teoría de decisión estadística, es decir, un intento para formalizar un esquema racional de la forma en que se aprende a partir de los datos. Se considera el aspecto de la incertidumbre presente en la información y se muestran algunos elementos estadísticos útiles para la toma de decisiones tales como los aspectos de funciones de decisión, reglas de decisión aleatorias, clasificación con prueba de hipótesis y estimación.

La tercera unidad presenta a los procesos de decisión de Markov, una técnica que tuvo sus raíces en el campo de la investigación de operaciones, y que sin embargo, actualmente se ha utilizado como una herramienta para tomar decisiones secuenciales en diversos campos, tales como: economía, finanzas, ciencias sociales, aeronáutica, telecomunicaciones, ámbito empresarial, entre otras. Se muestra en la unidad los componentes del modelo basado en esta técnica, la teoría de su operación (programación dinámica, políticas, utilidades) y algunos de los criterios que utiliza para manejar la toma de decisiones.

Los procesos de decisión de Markov con horizonte finito se presentan en la cuarta unidad. Se contemplan los elementos que conforman a este tipo de modelos, los cuales consideran para su solución un número finito de pasos. Se indica asimismo el mecanismo utilizado para el cálculo de políticas y recompensas en un tiempo finito.

Finalmente, en la quinta unidad se muestra a los procesos de decisión de Markov con horizonte infinito. Este modelo a diferencia del anterior maneja un número ilimitado de etapas para obtener su resultado final. Asimismo, y al igual que en el caso de los modelos finitos, se muestra la forma de obtener la política así como las recompensas.

Con esta materia, se pretende que el futuro Ingeniero en Sistemas Computacionales, posea el conocimiento necesario que le permita diseñar herramientas computacionales que apoyen la toma de decisiones en problemas con horizonte finito e infinito y donde la incertidumbre juega un papel fundamental.

Las competencias generales que pueden estimularse en el alumno son, entre otras:

- Adquirir la capacidad para identificar los problemas que pueden enfocarse bajo un modelo basado en la toma de decisiones.
- Adquirir la capacidad de determinar los tipos de problemas que pueden ser resueltos dependiendo del tipo de recompensas utilizadas y horizonte.
- Integración de grupos de trabajo, en ocasiones multidisciplinarios.
- Aplicar conocimientos adquiridos en la solución de problemas a planteamientos específicos.
- Uso de herramientas informáticas para el desarrollo e implementación de soluciones.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Acapulco. Mayo del 2016.	Academia de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Acapulco:  Dr. José A. Montero Valverde.  Dra. Miriam Martínez Arroyo.  M.T.I. Rafael Hernández Reyna  M.C. José Fco. Gazga Portillo.  M.I.A. Cuauhtémoc Lobato Sotelo. M.A. Javier Sánchez Padilla. M.T.I. Juan Miguel Hernández Bravo M.C. José Esteban Pedrote Adán. Ing. Aida Manzo Salinas.	Definición de los programas de estudio de especialidad para la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales.

### 4. Competencia(s) a desarrollar

<b>Competencia(s) específica(s) de la asignatura</b>
Conocer la importancia que tiene la toma de las decisiones como una alternativa en la solución de problemas del mundo real, las técnicas que existen para su manejo y herramientas que apoyan el diseño de estos modelos.

### 5. Competencias previas

- Diseñar e Interpretar algoritmos computacionales y notaciones matemáticas..
- Habilidad en la programación de software para la solución de problemas.
- Habilidad en el razonamiento lógico.

## 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Teoría de la decisión	1.1. El valor de la utilidad 1.2. Teoría de la utilidad esperada 1.3. Principio de la utilidad esperada 1.4. Representación de preferencias a través de la utilidad esperada 1.5. La utilidad del dinero 1.6. Ejercicio de aplicación.
2	Teoría de decisión estadística	2.1 Funciones de decisión 2.1.1 Conceptos básicos. 2.1.2 Decisiones basadas en datos. 2.2 Reglas de decisión aleatorias. 2.3 Clasificación y prueba de hipótesis. 2.3.1 Prueba de hipótesis. 2.3.2 Múltiple pruebas de hipótesis. 2.3.3 Clasificación 2.4 Estimación.
3	Procesos de Decisión de Markov (MDP's)	3.1 Definición del problema y notación 3.1.1 Intervalos de decisión y períodos. 3.1.2 Estados y acciones. 3.1.3 Recompensas y probabilidades de transición. 3.1.4 Reglas de decisión y políticas. 3.2 Formulación del modelo 3.3 Consideraciones técnicas. 3.4 Ejercicios.
4	MDP's con horizonte finito	4.1 Criterio de optimización. 4.2 Evaluación de políticas con horizonte finito. 4.3 Ecuaciones de optimización 4.4 Evaluación de políticas 4.5 Iteración de valor y sus variantes. 4.6 Iteración de políticas 4.7 Programación lineal. 4.8 Ejercicios

5	Toma de decisiones: Caso de aplicación	5.1 Identificación del problema y recopilación de información 5.2 Determinación de parámetros (estados, acciones, recompensas). 5.2.1. Representación matricial. 5.3. Definición del modelo MDP. 5.3 Identificación de políticas óptimas. 5.4 prueba del modelo. 5.5 Evaluación del modelo y ajuste de parámetros.
---	--	--

**7. Actividades de aprendizaje de los temas**

Unidad 1: Teoría de la decisión	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender el papel que desempeña la incertidumbre sobre todo en los mecanismos que se utilizan para apoyar la toma de decisiones.</li> <li>• Conocer y manejar el valor de la utilidad como un criterio de elección en la toma de decisiones..</li> <li>• Conocer la manera de enfocar el concepto de preferencias como un criterio para la toma de decisiones.</li> <li>• Conocer y aplicar algunas herramientas utilizadas en el diseño de modelos relacionados con la manejo de las decisiones.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <p><u>Competencias instrumentales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades del manejo de la computadora.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Habilidad para resolución de problemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejar conceptos relacionados con la incertidumbre y toma de decisiones.</li> <li>• Conocer algunos de los criterios utilizados para el manejo de decisiones, tales como el valor de la utilidad, la utilidad del dinero y recompensas.</li> <li>• Entender la teoría de la decisión como la herramienta que ofrece la información necesaria para afrontar el problema de la toma de decisiones en diferentes ámbitos.</li> <li>• Conocer la teoría de la probabilidad como una forma de representar la incertidumbre.</li> <li>• Manejar los fundamentos matemáticos en los que se basan las técnicas probabilistas para el manejo de la incertidumbre.</li> <li>• Manejar software relacionado con el manejo de decisiones.</li> </ul>

<p><u>Competencias Interpersonales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> </ul> <p><u>Competencias sistémicas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estándares de desarrollo para la implementación de soluciones.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	
<p>Unidad 2: Teoría de decisión estadística</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer y aplicar una de las técnicas basada en la estadística utilizadas para el manejo de decisiones.</li> <li>• Conocer las reglas de decisión aleatorias como un mecanismo matemático utilizado en el manejo de decisiones.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <p><u>Competencias instrumentales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades del manejo de la computadora.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Habilidad para resolución de problemas.</li> </ul> <p><u>Competencias Interpersonales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiar los elementos que integran una función de decisión y la manera de utilizarlos.</li> <li>• Estudiar los elementos que integran una regla de decisión aleatoria y la manera de utilizarlos.</li> <li>• Estudiar los elementos que integran la clasificación y prueba de hipótesis y la manera de utilizarlos.</li> <li>• Estudiar los elementos que integran el concepto de estimación y la manera de utilizarlos.</li> </ul>

<p><u>Competencias sistémicas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estándares de desarrollo para la implementación de soluciones.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Búsqueda del logro.</li> </ul>	
<p>Unidad 3: Procesos de decisión de Markov (MDP's)</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer y aplicar una de las herramientas estadísticas más utilizadas para tomar decisiones secuenciales.</li> <li>• Determinar las etapas necesarias para resolver un problema de decisión aplicando procesos de decisión de Markov.</li> <li>• Conocer los alcances y limitaciones de los procesos de decisión de Markov en la solución de problemas relacionados con la toma de decisiones.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <p><u>Competencias instrumentales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Capacidad de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.</li> </ul> <p><u>Competencias Interpersonales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejar conceptos relacionados a la teoría de la decisión y su uso en los procesos de decisión de Markov.</li> <li>• Entender y utilizar los elementos involucrados en la notación formal que describen a un MDP.</li> <li>• Utilizar alguna plataforma específica, tal como SPUDD, que apoye en el diseño y evaluación de modelos basados en procesos de decisión de Markov.</li> </ul>

<p><u>Competencias sistémicas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Habilidad de investigación.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	
<p>Unidad 4: MDP's con horizonte finito</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer y manejar el concepto de políticas en los procesos de decisión markovianos.</li> <li>• Conocer la importancia que tiene la programación dinámica (ecuaciones de Bellman), en el cálculo de una política.</li> <li>• Utilizar alguna herramienta computacional desarrollada para apoyar el diseño de modelos basados en MDP's.</li> <li>• Comprender el significado de las etapas u horizontes en la obtención de políticas dentro de los procesos de decisión de Markov.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <p><u>Competencias instrumentales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades del manejo de la computadora.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Habilidad para resolución de problemas.</li> </ul> <p><u>Competencias Interpersonales:</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer y comprender el concepto de estado en la definición de un sistema basado en MDP.</li> <li>• Realizar la definición de estados relacionados con un sistema de la vida cotidiana.</li> <li>• Realizar el cálculo de una política en un problema de horizonte finito.</li> <li>• Conocer y entender el proceso de calcular una política aplicando el mecanismo de iteración de valor.</li> <li>• Conocer y entender el proceso de calcular una política aplicando el mecanismo de iteración de políticas.</li> <li>• Conocer la programación lineal y su papel en el cálculo de políticas en problemas de horizonte finito.</li> <li>• Realizar un trabajo en el cual aplique un modelo basado en MDP con el fin de tomar la mejor decisión basada en la política óptima en un problema de horizonte finito.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> </ul> <p><b><u>Competencias sistémicas:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estándares de desarrollo para la implementación de soluciones.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> </ul>	
<p>Unidad 5: Toma de decisiones: Caso de aplicación</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las funciones que estructuran un modelo MDP.</li> <li>• Conocer la información que determina un modelo MDP.</li> <li>• Comprender los problemas del mundo real que pueden ser enfocados mediante un modelo bsado en MDP's.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <p><b><u>Competencias instrumentales:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades del manejo de la computadora.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Habilidad para resolución de problemas.</li> </ul> <p><b><u>Competencias Interpersonales:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> </ul> <p><b><u>Competencias sistémicas:</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender la estructura de un modelo basado en MDP.</li> <li>• Seleccionar un problema del mundo real que pueda ser representado y manejado a través de un MDP.</li> <li>• Modelar el problema seleccionado en el paso anterior utilizando un número finito de etapas y técnicas aproximadas para la obtención de las políticas.</li> </ul>

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Estándares de desarrollo para la implementación de soluciones.</li><li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li><li>• Habilidades de investigación.</li><li>• Capacidad de aprender.</li><li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li><li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li><li>• Búsqueda del logro.</li></ul> |  |
|---|--|

## 8. Práctica(s)

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Representar tres problemas de decisión de la vida cotidiana a través de una matriz del tipo estado del mundo-consecuencias, y posteriormente trasladarla a una matriz del tipo estados del mundo-beneficio.</li><li>• .Representar tres problemas de decisión de la vida cotidiana, determinar la matriz de utilidades para cada uno de ellos y en base a probabilidades asignadas obtener la mejor decisión.</li><li>• En base a un problema de decisión secuencial, buscar su representación a través de MDP's, posteriormente obtenga la política óptima aplicando programación dinámica.</li><li>• En base a un problema de decisión secuencial, buscar su representación a través de MDP's, posteriormente obtenga la política óptima aplicando Técnicas exactas.</li><li>• Desarrollo de casos de estudio de empresas locales que requieran sistemas de información.</li></ul> |
|--|

## 9. Proyecto de asignatura

En esta asignatura, se va a desarrollar en la quinta unidad el siguiente proyecto:

“Desarrollo de una herramienta computacional basada en MDP’s y que permita apoyar la toma de decisiones en una determinada área de aplicación (empresarial, salud, investigación, etc.) y que considere la incertidumbre como parte del proceso”.

- **Fundamentación:** para el desarrollo de este proyecto se debe determinar de forma precisa el tipo de problema que pueda ser representado a través de MDP’s. Asimismo, se debe tener la información suficiente para poder integrar el modelo. En este caso, la etapa inicial consiste en ubicar el problema a resolver, el cuál debe surgir preferentemente de alguna necesidad en alguno de los sectores productivos y/o de servicios del municipio de Acapulco.
- **Planeación:** una vez que se tiene caracterizado el problema que va a ser representado a través de un MDP, se procede a determinar algunos aspectos del mismo tales como: el horizonte (finito/infinito) que se va a manejar, el método (exacto/aproximado) a utilizar para calcular la política óptima, o en su caso, la de mayor utilidad esperada. Los pasos anteriores deben estar especificados en un cronograma de actividades.
- **Ejecución:** una vez que se tienen identificadas las diferentes actividades que se van a realizar y fijado el tiempo para cada una, se procede a llevarlas a cabo. En este paso se van a aplicar las competencias genéricas y específicas indicadas en la asignatura.
- **Evaluación:** la evaluación de este proyecto se va a realizar en dos etapas: a) evaluación técnica-cuantitativa y, b) evaluación cualitativa. En la evaluación técnica-cuantitativa, se va a determinar la eficiencia y eficacia del modelo, para esto se procede a la evaluación del modelo aplicando alguna estrategia tal como las curvas ROC. En la evaluación cualitativa, se va a recabar la opinión de algunos usuarios, buscando en este caso evaluar tanto la interfaz del usuario como la claridad en las respuestas.

## 10. Evaluación por competencias

El aprendizaje en esta asignatura debe ser acompañado por el desarrollo de ejercicios prácticos. Cada unidad incluye ejercicios de esta naturaleza. El buen desarrollo de los mismos permitirá un aprendizaje significativo de esta asignatura. Las sugerencias son las siguientes:

- Aplicar evaluaciones formativas y al final una evaluación sumativa.
- Realizar investigaciones documentales referentes a la asignatura usando los diferentes medios bibliográficos o electrónicos, para desarrollar posteriormente: cuadros comparativos, mapas conceptuales, cuadros sinópticos, resúmenes y ensayos.
- Representar, comparar, reflexionar sobre teorías o conceptos.
- Realizar prácticas y ejercicios en los diferentes tópicos de la asignatura.
- Evaluar el desempeño del estudiante en el grupo utilizando instrumentos de autoevaluaciones y coevaluaciones (por ejemplo: rúbricas o listas de cotejo).
- Delimitar las especificaciones de los proyectos.
- Desarrollar proyectos usando herramientas gráficas, donde se aplique el manejo de métodos probabilísticos.
- Evaluar el diseño e implementación del proyecto final.
- Ponderar tareas.
- Cumplimiento de los objetivos y desempeño en las prácticas.

## 11. Fuentes de información

1. Giovanni Parmigiani and Lurdes Inoue. *Decision Theory –Principles and Approaches-*. Wiley Series in Probability and Statistics, A John Wiley and Sons, Ltd., Publication, 2009.
2. Clive W. J. Granger and Mark J. Machina. *Forecasting and Decision Theory*. Handbok of Economic Forecasting, Volume 1, Chapter 2. Edited by Graham Elliot, Clive W. J. Granger and Allan Timmermann. Elsevier, 2006.

3. Richard Bradley. *Decision Theory: A Formal Philosophical Introduction*. Technical Report, London School of Economics and Political Science, pp. 42, March 9, 2014.
4. Martin L. Puterman. *Markov Decision Processes –Discrete Stochastic Dynamic Programming-*, Wiley-Interscience, John Wiley & Sons, Inc., Publication, ISBN: 0-471-72782-2, , 2005.
5. Stefanie Winkelmann. *Markov Decision Process with Information Costs –Theory and Application*. Doctoral Dissertation, Fachbereich Mathematik und Informatik Freie Universitat Berlin, April 2013.
6. Chenggang Wang. *First Order Markov Decision Process*. Doctoral Thesis, Computer Science Tufts University, May 2007.
7. J. Rosenthal. *Statistical Decision Theory: Concepts, Methods and Applications*, November 30, 2003.
8. Waren B. Powell. *Introduction to Markov Decision Processes (Ch 3)*. Approximate Dynamic Programming, John Wiley & Sons, Inc., 2010.
9. Nicole Bauerle. *Markov Decision Processes with Applications to Finance*. Karlsruhe Institute of technology, Technical Report, March, 2011.
10. D. J. White. *A Survey of Applications of Markov Decision Processes*. Palgrave Macmillan Journals and Operational Research Society, Vol. 44, No. 11, pp. 1073-1096, 1993.
11. Oguzhan Alagoz, Heather Hsu, Andrew J. Schaefer and Mark S. Roberts. *Markov Decision Processes: A Tool for Sequential Decision Making under Uncertainty*. Tutorial, DOI: 10.1177/0272989X09353194, Medical Decision Making, August, 2010.
12. Eitan Altman. *Applications of Markov Decision Processes in Communication Networks: a Survey*. Research Report RR-3984, INRIA, pp. 1-55, may, 2006.