



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS – IIND3113
2015-20

Profesores:

Ciro Amaya (ca.amaya@uniandes.edu.co). Oficina: ML – 425
Daniel Otero (df.otero128@uniandes.edu.co).
Sergio Cabrales (s-cabral@uniandes.edu.co). Oficina ML - 646

Asistentes Graduados:

María Camila Osso (mc.osso220@uniandes.edu.co) Oficina ML – 123
Miguel Campos (mr.campos565@uniandes.edu.co). Oficina ML – 123
Cristina López (c.lopez35@uniandes.edu.co) Oficina ML – 123

1. Introducción

Una simulación es una imitación del funcionamiento de un sistema (interacción del ambiente que lo rodea y de las partes que lo componen), ya sea real o conceptual. Con la aplicación de las técnicas de simulación sobre los sistemas de interés se busca alcanzar comprensión del funcionamiento del mismo, en el estado actual o sobre posibles escenarios creados.

Este curso se concentra en el desarrollo de modelos para representar sistemas dinámicos (aquellos que cambian con el tiempo) y en gran proporción estocásticos, es decir, cuyos posibles estados dependen de fenómenos aleatorios. Así mismo, el enfoque principal se dará sobre la simulación en tiempo discreto y orientado a eventos. Ésta tiene gran aplicación en Ingeniería y en otras áreas afines por su eficiencia y versatilidad en el modelaje de diversos tipos de sistemas, la mayor parte de ellos inherentemente complejos.

Aunque el curso se centra en la simulación de eventos discretos, se incluyen también elementos de simulación continua y otros temas de apoyo pertinentes en los campos de probabilidad y estadística, análisis de información, optimización, entre otros.

1.1. Objetivo del Curso

Desarrollar en el estudiante los conceptos y habilidades fundamentales para simular un sistema complejo con el fin de comprender su funcionamiento y determinar soluciones numéricas a interacciones de fenómenos aleatorios de difícil análisis. Hacer que el estudiante conozca el poder de la herramienta así como sus limitaciones.

Las principales habilidades que se espera desarrollar en este curso a través de las diferentes actividades evaluadas del curso son: (1) habilidades para diseñar y conducir experimentos, así como para analizar e interpretar datos (2) habilidades para identificar, formular y solucionar problemas de ingeniería (3) habilidades para utilizar las técnicas, destrezas y herramientas modernas de la Ingeniería Industrial necesarias para la práctica de la ingeniería.

1.2. Requisitos

Probabilidad y Estadística 2 (IIND2107) y Modelos Probabilísticos (IIND2104) (Correquisito).
Conocimientos en lenguajes de programación tales como Python, Visual Basic, Java, C/C++/C#, Ruby, Matlab, y Wolfram Mathematica.

2. Metodología

El contenido del curso se desarrollará en las clases magistrales con una intensidad semanal de tres horas, y una clase complementaria de una hora y media en la que se tratarán temas relacionados con herramientas computacionales utilizadas en la simulación. Sin embargo, el trabajo individual representado en el estudio, solución de las tareas asignadas y el desarrollo del proyecto serán fundamentales para lograr el aprendizaje y adquirir las habilidades necesarias. Las tareas están diseñadas para familiarizar a los estudiantes con una variedad de problemas en los que empleen programación especializada, técnicas estadísticas y otros elementos propios del curso.

Se tendrá un proyecto final que permita a los estudiantes acercarse a la solución de una situación problemática real en la que la herramienta adecuada de análisis es simulación. Además de esto, la evaluación del aprendizaje individual se evaluará en dos exámenes parciales y uno final.

3. Contenido del Curso

Semana	Clase	Tema	Fecha	Magistral	Lecturas Magistral	Complementaria
1	1	Introducción al curso. Aplicaciones y consideraciones metodológicas.	27-31 de Julio	Introducción	BCNN Capítulo 1, LK Capítulo 1	Arena Básico
	2			Sistemas, Modelos y Simulación	BCNN Capítulo 1, LK Capítulo 1	
2	3	Componentes y características de la simulación manual	3-7 de Agosto	Simulación Manual Colas	BCNN Capítulo 2 y 3	Festivo
	4	Simulación manual de inventarios		Simulación Manual Inventarios/Principios Generales y Probabilidad	BCNN Capítulo 2 y 3, y BCNN Capítulo 5, LK Capítulo 4	
3	5	Quiz1 - Paper Banks/Simulación Manual	10-14 de Agosto	Quiz		Estadísticas, Help, SmartFiles
	6	Distribuciones de probabilidad en simulación/ ¿Quién quiere ser millonario?				
4	7	Procesos de análisis de información de entrada	17-21 de Agosto	Input Modeling (I)	BCNN Capítulo 4, LK Capítulo 6	Colas en Visual Basic
	8			Input Modeling (II)	BCNN Capítulo 9, LK Capítulo 6	
5	9		24-28 de Agosto	Input Modeling (III)	BCNN Capítulo 9, LK Capítulo 6	Sets, PPNH, Schedules.
	10			Input Modeling (IV)	BCNN Capítulo 9, LK Capítulo 6	
6	11	Quiz2 - Análisis de datos de entrada	31 de Agosto - 4 de Septiembre	Quiz		Análisis Entrada.
	12	Sistemas de Inventario, políticas de revisión continua y periódica.		Inventarios	KSS Capítulos 3 - 6	
7	13	Generación de números aleatorios	7-11 de Septiembre	Generación de Números Aleatorios	BCNN Capítulo 7, LK Capítulo 7	Inventario como Variables.
	14	Generación de variables aleatorias		Generación de Variables Aleatorias (I)	BCNN Capítulo 8, LK Capítulo 8	
8	15	Generación de variables aleatorias	14-18 de Septiembre	Generación de Variables Aleatorias (II)	BCNN Capítulo 8, LK Capítulo 8	Inventario como Entidades, y revisiones.
	16	Quiz3 – Generación de variables aleatorias		Quiz		
9		Semana Trabajo Individual	21-25 de Septiembre			
10	17	Conwip y Kanban	28 de Septiembre - 2 de Octubre	Redes Cerradas	BCNN Capítulo 6, RIA Capítulos 4 y 6	Estaciones y Rutas. Redes de Jackson
	18	Verificación y validación de modelos de simulación		Verificación y Validación	BCNN Capítulo 10	
11	19	Análisis de salida	5-9 de Octubre	Análisis de salida (I)	BCNN Capítulo 11, LK Capítulo 9	Método de Generación de Variables Aleatorias - Archivos
	20			Análisis de salida (II)	BCNN Capítulo 11, LK Capítulo 9	
12	21	Quiz4 – Análisis de Salida	12-16 de Octubre	Quiz		Análisis de Salida I - Número de réplicas,

	22	Diseño de Experimentos		Diseño de Experimentos	M Capítulo 1,2,5,6,11 BCNN Capítulo 10	Simulación con Terminación
13	23	Presentaciones Previas del Proyecto final de simulación	19-23 de Octubre	Proyecto final		Análisis de Salida II - Determinación de To - Simulaciones sin terminación.
	24					
14	25	Comparación y evaluación de alternativas	26-30 de Octubre	Comparación y evaluación de alternativas (I)	BCNN Capítulo 12, LK Capítulo 10	Simulación arena 3D
	26			Comparación y evaluación de alternativas (II)	BCNN Capítulo 12, LK Capítulo 10	
15	27		2-6 de Noviembre	Comparación y evaluación de alternativas (II)	BCNN Capítulo 12, LK Capítulo 10	Comparación de Alternativas
	28	Quiz5 – Comparación y evaluación de alternativas		Quiz		
16	29	Call Center y Optimización basada en simulación - Call center	9-13 de Noviembre	Call center, Optimización	G y KSS Capítulos 3 - 6	Optimización
	30	Casos de aplicación de Simulación Discreta				

1. Fechas importantes

Semana	Fecha	Actividades
2	7 de Agosto	Publicación Taller 1
4	20 de Agosto	Entrega Taller 1
4	21 de Agosto	Publicación Taller 2
5	28 de Agosto	Entrega 1 - Proyecto Final
6	3 de Septiembre	Entrega Taller 2
6	4 de Septiembre	Publicación Taller 3
7	10 de Septiembre	Parcial 1 Teórico**
8	18 de Septiembre	Entrega 30%
8	18 de Septiembre	Entrega Taller 3
10	2 de Octubre	Publicación Taller 4
12	14 de Octubre	Entrega Taller 4
12	15 de Octubre	Parcial 2 Arena**
13	19 de Octubre	Entrega 2 - Proyecto Final
16	12 de Noviembre	Parcial 3 Análisis Salida**
17	Según Registro	Presentación proyecto final
18	30 de Noviembre	Entrega carta

**** Los parciales 1, 2 y 3 se realizarán en las fechas establecidas desde las 6:30 para todas las secciones.**

Todas las entregas mencionadas anteriormente se deben realizar a más tardar a las 7:00 AM del día designado siguiendo las instrucciones especificadas en la publicación de la actividad. Talleres entregados después de esta hora tendrán una nota de 0.

2. Evaluación

Criterio	Porcentaje
Parcial 1	15%
Parcial 2 (Arena)	8%
Parcial 3 (Análisis Salida)	7%
Examen Final	15%
Proyecto	20%
Talleres	15%
Quices	15%
Complementaria	5%

3. Reglas del curso

Para aprobar el curso usted debe:

- Tener un promedio acumulado mayor o igual a 3.0. Recuerde que 2.99 no es 3.0.
- Presentar y sustentar el proyecto final del curso.

Si usted no cumple con **alguno** de estos requisitos no aprobará el curso y su nota máxima será 2.99.

Tenga en cuenta que su nota final no será aproximada (es decir que si por ejemplo ud obtiene en su nota final 3.78 esta no será aproximada a 4).

- En caso de inasistencia a un parcial o quiz debe presentarse la excusa pertinente. En el caso de una excusa médica se solicita que sea transcrita por la EPS correspondiente o emitida por un centro de urgencias.
- En el primer parcial y examen final es permitido el uso de hojas de fórmulas **MANUSCRITAS**. Por ningún motivo está permitido el uso de calculadoras programables.
- En el segundo parcial y tercer parcial, no está permitido el uso de ningún material de ayuda.
- En cada taller se enunciarán claramente las reglas de entrega, las cuales deben seguirse de manera rigurosa.
- No es permitido el intercambio de información entre grupos, y los talleres deben ser realizados de manera independiente por cada grupo.
- En este programa se detallan las fechas de parciales, quices, de entrega de talleres y de entregas del proyecto final. Estas fechas sólo se modificarán por motivos de fuerza mayor y por acuerdo de **TODOS** los profesores.
- Por ningún motivo se atenderán estudiantes en las oficinas de asistentes graduados. Para la solución de dudas y entrega de talleres se fijarán, durante el semestre, horarios de atención los cuales serán publicados en **SicuaPlus**. Adicionalmente, siempre se resolverán dudas **puntuales** por medio del foro de **SicuaPlus**.
- En la sustentación del proyecto final deben estar **todos** los miembros del grupo. El estudiante que no se presente tendrá 0 en la nota global del proyecto final y no aprobará el curso.
- El proyecto debe ser desarrollado en su totalidad durante el semestre en curso. Esto quiere decir que los datos deben ser tomados y desarrollados en el semestre actual.
- El último día de exámenes finales es el **30 de Noviembre** de 2014. No planeen viajes para antes de esa fecha para evitar que se crucen con la fecha del examen final o la fecha de sustentación del proyecto final, la cual puede ser el 30 de Noviembre.

4. Bibliografía

7.1. Textos Guía

[BCNN] (Texto Guía) Banks, J; Carson, J; Nelson, B; Nicol, D. Discrete-Event System Simulation. Prentice Hall; Quinta Edición (o Cuarta), 2010.

[KSS] (Texto Guía complementarias) Kelton, W; Sadowski, R; Sturrock, D. *Simulation with ARENA*. McGraw-Hill, Third Edition, 2004.

[LK] Law, A; Kelton, W. *Simulation Modeling and Analysis*. McGraw-Hill, 3a Edición, 2000.

7.2. Textos complementarios

[K] Kulkarni, V. *Modeling and Analysis of Stochastic Systems*. Chapman&Hall/CRC, 1995.

[N] Nelson, B. *Stochastic Modeling: Analysis and Simulation*. McGraw-Hill, 1995.

[B] Banks, J (editor). *Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications and Practice*. John Wiley & Sons, 1998.

[WMS] Wackerly, D; Mendenhall, W; Sheaffer, R. *Estadística Matemática con Aplicaciones*. Sexta edición, Thomson, 2002.

[H] Hall, Randolph. *Queueing Methods (for service and manufacturing)*. Prentice-Hall Inc., 1991.

[M] Montgomery, Douglas. *Design and analysis of experiments 7th Ed.*, John Wiley & Sons, 2009.

[RI] Ricki G. Ingalls. *INTRODUCTION TO SIMULATION*. Oklahoma State University; Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference; tomado de <http://informs-sim.org/wsc13papers/includes/files/025.pdf>

[G] Gans, N; Koole, G; Mandelbaum, A. *Telephone Call Centers: Tutorial, Review, and Research Prospects*. Manufacturing & service operations management. Vol. 5, No. 2, Spring 2003, pp. 79-141.
DOI: 10.1287/msom.5.2.79.16071