



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERIA
DOCTORADO EN INGENIERIA

SYLLABUS
Teoría de sistemas complejos

NOMBRE DEL DOCENTE: Marco Aurelio Alzate Monroy

malzate@udistrital.edu.co

<http://comunidad.udistrital.edu.co/malzate>

ESPACIO ACADÉMICO (Asignatura):

Teoría de Sistemas Complejos

CÓDIGO:

Obligatorio (X) : Básico (X) Complementario ()

Electivo () : Intrínsecas () Extrínsecas ()

NUMERO DE ESTUDIANTES:

GRUPO:

NÚMERO DE CREDITOS:

TIPO DE CURSO: TEÓRICO (X) PRACTICO () TEO-PRAC ()

Alternativas metodológicas:

Clase Magistral (X), Seminario (), Seminario – Taller (X), Taller (), Prácticas (),

Proyectos tutoriados (), Otro: _____

HORARIO:

DIA	HORAS	SALON
Martes	6 – 8 am	https://meet.google.com/obt-nbnr-fuc
Miércoles	6 – 8 am	https://meet.google.com/obt-nbnr-fuc

I. JUSTIFICACIÓN DE ESPACIO ACADÉMICO

Los temas de estudio de la teoría de sistemas complejos son tan amplios y variados como para incluir los mercados de valores, los ecosistemas, el cerebro, el sistema inmunológico, las redes de comunicaciones, la hidrología, etc. Si bien existen diferentes disciplinas para estudiar cada uno de esos sistemas de manera particular, recientemente se ha reconocido que todos ellos tienen características en común que permiten el desarrollo de una nueva teoría, unos nuevos paradigmas y, en fin, una nueva ciencia.

Por ser una ciencia en construcción, aún hay muchas controversias y opiniones divididas sobre qué es y qué no es la teoría de sistemas complejos. Sin embargo, es claro que todos los sistemas mencionados anteriormente están compuestos por elementos que interactúan entre ellos de manera tal que producen un comportamiento global emergente que, en principio, no se puede explicar únicamente a partir del conocimiento individual de sus componentes: La inteligencia colectiva del hormiguero surge del comportamiento “poco inteligente” de cada hormiga individual. Una delicada pila de arena que existe en el borde entre lo líquido y lo sólido surge de depositar granos de arena unos sobre otros. La memoria, la capacidad de aprendizaje y hasta la conciencia surgen en el cerebro humano de la interconexión de miles de millones de neuronas que simplemente responden a unos estímulos de entrada, retransmitiéndolos o no según su estado individual. Las acciones no coordinadas de los usuarios de una red de comunicación para tratar de obtener una experiencia positiva de ella, hacen que la red entera opere al borde de la congestión, en un estado crítico semejante al punto de transición de fase de la pila de arena... Cuando los biólogos, los neurólogos, los físicos, los sociólogos, los ingenieros, los economistas, etc. deciden comunicarse entre ellos para abordar de manera unificada estos fenómenos, surge la teoría de los sistemas complejos.

Desde hace algunos años se ha comenzado a reconocer que el estudio de los fenómenos complejos será la piedra angular de las ciencias y las tecnologías de las próximas décadas, implicando una serie de cambios paradigmáticos que afectarán nuestra experiencia como investigadores en ingeniería. En efecto, ya no basta diseñar con base en suposiciones simplificadoras que tratan de capturar la esencia de los fenómenos subyacentes, como hasta ahora hemos hecho. Estas simplificaciones han sido fundamentalmente exitosas, hasta el punto de habernos traído al estado de desarrollo científico y tecnológico de hoy: consideraremos relaciones lineales cuando pueden ser aproximadamente válidas alrededor de algún punto de equilibrio, consideraremos componentes homogéneos cuando las diferencias entre ellos no parecen representar fenómenos significativos

en el contexto particular en que deseamos interpretar el sistema bajo estudio, consideramos incertidumbres gaussianas cuando ellas surgen de la presencia de muchas incertidumbres pequeñas, etc. Sin embargo, este enfoque reduccionista y mecanicista parece haber cumplido ya con su objetivo al habernos traído hasta las puertas de la teoría de los sistemas complejos, ante los cuales el reduccionismo mecanicista no tiene casi nada más qué decir.

Así pues, el estudio de la teoría de sistemas complejos es importante en la formación de un doctor en ingeniería, si queremos que sea protagonista de la investigación científica y la innovación tecnológica del futuro inmediato.

Competencias del perfil a las que contribuye la asignatura	La visión integradora de los problemas de ingeniería que se ofrece en este curso ampliará la mentalidad analítica y crítica del doctorando y mejorará su capacidad para contribuir en el conocimiento científico y tecnológico en áreas interdisciplinares. En efecto, la naturaleza de los problemas que Bogotá, la ciudad/ región y el país le proponen a la ingeniería nacional son de naturaleza compleja, por lo que el doctorando tendrá mejores competencias para su diagnóstico y para la proposición de alternativas integradoras de solución
Contribución a la formación	El doctorando adquirirá una comprensión de los aspectos conceptuales básicos de la teoría de los sistemas complejos, sabrá leer e interpretar la literatura especializada con mayor propiedad, estará dispuesto a aplicar técnicas de ingeniería de sistemas complejos a sus problemas particulares de investigación y, sobre todo, tendrá del mundo una visión más fresca y dispuesta a la sorpresa. Al reconocer la importancia de las múltiples interacciones que explican el mundo, el doctorando podrá hacer más y mejores contribuciones desde su actividad investigativa.
Puntos de apoyo para otras asignaturas	Este curso se considera fundamental dentro del área de formación básica del plan curricular. En él se apoyan los diferentes cursos electivos de contexto y de profundización que toman los doctorandos.
Requisitos previos	El estudiante que haya ganado la admisión al programa doctoral satisface todos los requisitos para tomar este curso.

II. PROGRAMACIÓN DEL CONTENIDO

OBJETIVO GENERAL

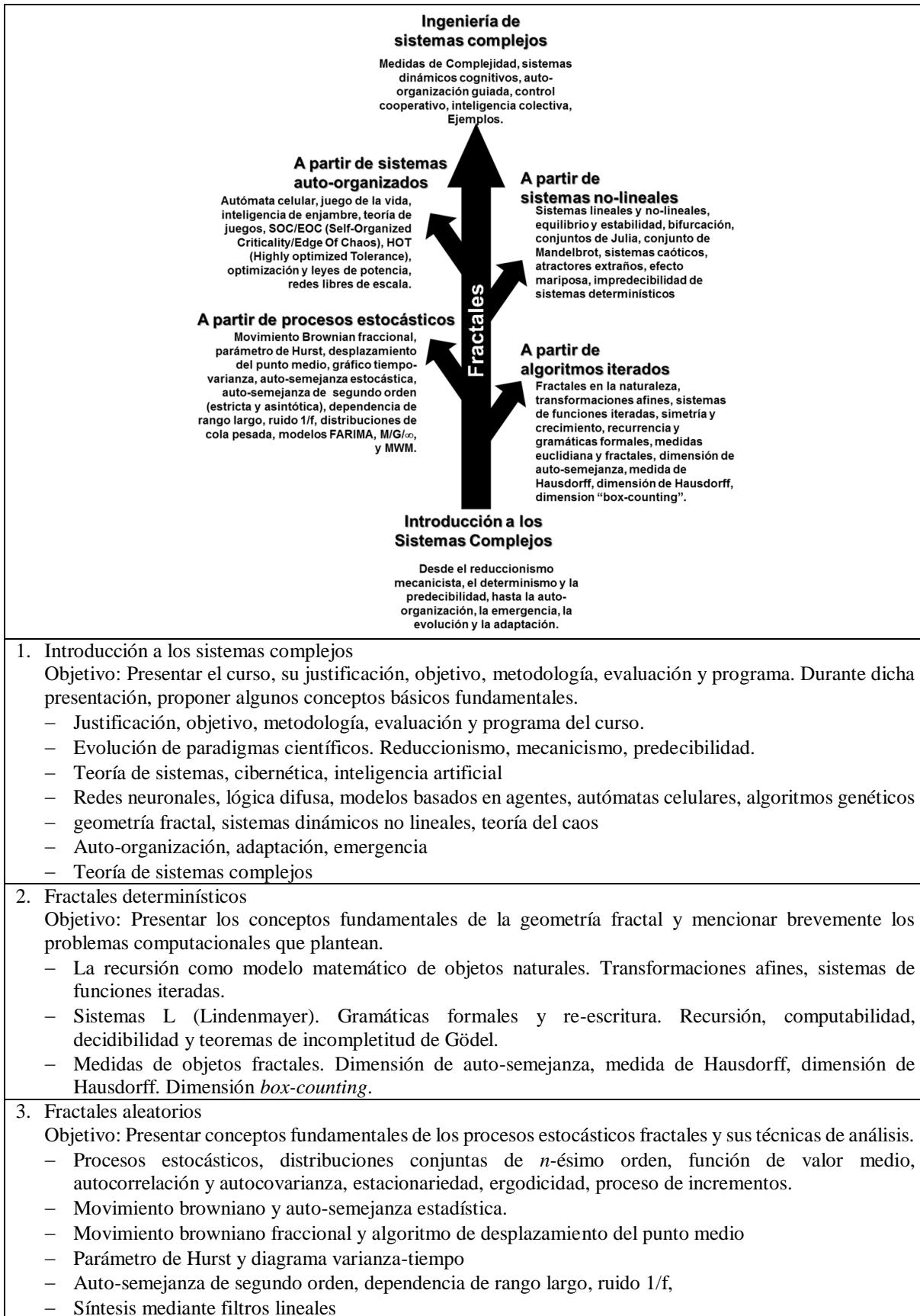
Se busca que el estudiante reconozca la utilidad de abarcar sus temas de interés desde la perspectiva de los sistemas complejos, para lo cual se introducen las herramientas y los métodos generales de la teoría de este tipo de sistemas dentro de un marco teórico general que el estudiante podrá adecuar a su propia práctica investigativa.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

En particular, se espera que el doctorando reconozca el tipo de fenómenos emergentes que requieren de la teoría de sistemas complejos para su correcto modelado y comprensión, que conozca los fundamentos matemáticos básicos de la geometría fractal y del análisis de procesos estocásticos fractales, que conozca las herramientas básicas de análisis de sistemas dinámicos no lineales y del Caos que este tipo de sistemas puede llegar a exhibir, que conozca algunos mecanismos típicos de auto-organización en sistemas complejos, ejemplificados mediante autómatas celulares guiados por sistemas de inteligencia computacional, que asocie estos aspectos con los temas de investigación de su interés y que identifique la potencial aplicabilidad de la ingeniería de sistemas complejos en su proyecto de tesis doctoral. En el siguiente programa sintético se especifican objetivos por cada tema tratado.

PROGRAMA SINTÉTICO

Los sistemas complejos evolucionan en el tiempo, formando patrones recurrentes que se describen fácilmente mediante la geometría fractal, por lo que el eje del curso serán los fractales y, desde ellos, se desprenderán los temas principales del curso, como muestra la siguiente figura.



<ul style="list-style-type: none"> - Distribuciones de cola pesada - Otros modelos de procesos estocásticos fractales (FARIMA, M/G/∞, MWM). - Análisis wavelet de procesos estocásticos fractales
<p>4. Sistemas dinámicos no-lineales</p> <p>Objetivo: Revisar rápidamente los conceptos fundamentales de los sistemas dinámicos caóticos y algunas de sus propiedades.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Juego del caos. - Órbitas acotadas de mapas iterados. Conjuntos de Julia y conjunto de Mandelbrot. - Atractores de sistemas dinámicos y Caos. Bifurcaciones. Mapa logístico. Constante de Feigenbaum. - Impredicibilidad de sistemas caóticos. "Shadowing lemma". - Lorenz y el "efecto mariposa". Control de caos.
<p>5. Auto-organización y emergencia</p> <p>Objetivo: Mostrar mediante ejemplos algunos mecanismos de auto-organización y la obtención correspondiente de propiedades emergentes. En particular, estudiar los fenómenos de auto-organización y emergencia en autómatas celulares.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Autómatas celulares y juego de la vida - Modelos de autómatas celulares en mecánica estadística, reacciones autocatalíticas, regulación genética, colonias y super-organismos, bandadas rebaños y cardúmenes, ecología, economía - Sistemas de inteligencia computacional: Redes neuronales, algoritmos genéticos, inteligencia de enjambre, sistemas inmunes artificiales
<p>6. Ingeniería de sistemas complejos</p> <p>Objetivo: Establecer algunas de las medidas que, desde la teoría de la información, se han propuesto para fenómenos como la auto-organización y la emergencia. Hacer uso de los conceptos aprendidos el diseño de sistemas complejos, que sean capaces de percibir, aprender, evolucionar y adaptarse.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entropía y medida de emergencia - Medida de Auto-organización - Complejidad como balance entre la entropía y la emergencia - Medidas de homeostasis y autopoiesis - Implicaciones en el diseño de sistemas complejos - Sistemas dinámicos cognitivos - Control cooperativo - Inteligencia colectiva - Auto-organización guiada - Algunos ejemplos en redes de comunicaciones: sincronización, cooperación, acceso al medio, balance de carga
<p>7. Temas adicionales o extendidos presentados por los participantes</p> <p>Objetivo: Lograr que los doctorandos relacionen uno o más temas de la teoría de sistemas complejos (ya sea de los vistos en clase u otros nuevos) con su proyecto de tesis doctoral. Los siguientes son algunos temas potenciales, pero serán los doctorandos quienes propongan los temas en esta parte del curso.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Redes libres de escala - Redes booleanas aleatorias - Modelos de percolación - SOC vs HOT (Criticalidad auto-organizada vs tolerancia altamente organizada) - Mecanismos de generación de leyes de potencia - Autómatas celulares multinivel - Bio-computación - Ingeniería morfogenética - Dinámicas urbanas - Robótica cooperativa - Sistemas ecológicos - Etc.

III. ESTRATEGIAS

En la primera parte del curso el profesor hará algunas presentaciones en las que se introducirán los conceptos básicos y se demostrarán con algunas aplicaciones computacionales específicas. En la parte final del curso serán

los estudiantes quienes presenten sus avances en el estudio de un tema específico previamente seleccionado, ojalá directamente relacionado con su trabajo de investigación doctoral. Durante el curso se asignarán diferentes lecturas que se discutirán posteriormente en clase.

	Horas			Horas profesor/semana	Horas Estudiante/semana	Total Horas Estudiante/semestre	Créditos
Tipo de Curso	TD	TC	TA	(TD + TC)	(TD + TC + TA)	X 16 semanas	
Teórico	4	2	3	6	9	144	3

TD: Trabajo directo, TC: Trabajo cooperativo, TA: Trabajo autónomo

IV. BIBLIOGRAFÍA

El texto principal es el de la referencia 1. La referencia 11 es, en realidad, muchas referencias muy ilustrativas pero informales. Hay cientos de excelentes libros como estos (y miles de malos libros). Para dar una breve idea del crecimiento de este tema en este siglo, al final se enlistan los títulos de algunos libros escritos en los últimos 20 años (sin hablar de revistas especializadas, eventos especializados, programas de formación postgradual especializados, etc.)

1. M. Alzate "Presentaciones de la clase de sistemas complejos", disponible para los participantes en el curso.
2. Claudio Gros, "Complex and Adaptive Dynamical Systems: A Primer" 3rd edition, Springer, 2013
3. Kenneth Falconer. "Fractal Geometry: Mathematical Foundations and Applications", John Wiley & Sons, 2003
4. P. Doukhan, G. Oppenheim, M. Taqqu, "Theory and applications of long-range dependence", Birkhauser, 2003
5. Didier Sornette, "Critical Phenomena in Natural Sciences: Chaos, Fractals, Selforganization and Disorder: Concepts and Tools", Heidelberg: Springer-Verlag, 2004.
6. Steven Strogatz, "Nonlinear dynamics and chaos", Perseus book publishing, 1994.
7. A. Hoekstra, J. Kroc and P. Sloot "Simulating Complex Systems by Cellular Automata", Springer 2010
8. Simon Haykin "Cognitive Dynamic Systems", Cambridge University Press, 2012
9. Mikhail Prokopenko, "Guided Self-Organization: Inception", Springer, 2014
10. Jeff Shamma, "Cooperative Control of distributed Multiagent systems". Wiley, 2007
11. Lecturas de divulgación científica:
 - a. Melanie Mitchell, "Complexity: A guided tour", Oxford University press, 2009
 - b. John H. Holland, "Emergence: From chaos to order" Basic Books, 1998
 - c. Neil Johnson, "Simply Complexity: A clear guide to complexity theory", OneWorld, 2007
 - d. John Holland, "Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity" Helix Books, 1995
 - e. P. Coveney and R. Highfield "Frontiers of Complexity: The search for order in a chaotic world", Fawcett, 1995
 - f. Douglas Hofstadter, "Gödel, Escher, Bach: an Eternal Golden Braid", Basic Books, 1979
 - g. (...)

V. TIEMPOS Y ORGANIZACION

Programa sintético	Semanas académicas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Introducción a los sistemas complejos	*	*														
2. Fractales determinísticos			*	*												
3. Fractales aleatorios					*	*										
4. Sistemas dinámicos no-lineales							*	*								
5. Auto-organización y emergencia									*	*						
6. Ingeniería de sistemas complejos											*	*				
7. Temas propuestos por los participantes													*	*	*	*

V. EVALUACION

Para medir el aprovechamiento del curso se asignarán no menos de cinco tareas que involucran la solución de algunos problemas propuestos con el uso de matlab®, una poderosa plataforma de computación científica para ingeniería. Durante el curso, los participantes estudiarán un tema de interés, ojalá relacionado con su disertación doctoral, y al final escribirán un resumen a manera de artículo de revisión y harán una presentación ante sus compañeros y otros invitados. Las tareas se usarán para calcular el 60% de la calificación final, y el artículo y la presentación tendrán un peso del restante 40%.

Datos del Docente
Nombre: Marco Aurelio Alzate Monroy
Pregrado: Ingeniero electrónico
Posgrado: Magíster en ingeniería eléctrica, Doctor en ingeniería
Correo: malzate@udistrital.edu.co
Página web: http://comunidad.udistrital.edu.co/malzate
Última fecha de revisión de este syllabus: 20-II-2021

Algunas referencias adicionales escritas en los últimos 20 años:

1. A Concise Introduction To The Statistical Physics Of Complex Systems (2012)
2. A Mathematical Modeling Approach From Non Linear Dynamics To Complex Systems (2019)
3. A Primer On Complex Systems (2018)
4. Abstraction In Artificial Intelligence And Complex Systems (2013)
5. Advanced Control Techniques In Complex Engineering Systems: Theory And Applications (2019)
6. Advances In Applied Self-Organizing Systems (2008)
7. Advances In Complex Societal Environmental And Engineered Systems (2017)
8. Advances In Dynamics Patterns Cognition: Challenges In Complexity (2017)
9. Advances In State Estimation Diagnosis And Control Of Complex Systems (2021)
10. Adventures In Complexity: An Essay On Dynamic Open Complex Adaptive Systems (2003)
11. Algorithmics Of Large And Complex Networks: Design Analysis And Simulation (2009)
12. An Introduction To Agent Based Modeling: Modeling Natural Social And Engineered Complex Systems With NetLogo (2015)
13. An Introduction To Complex Systems: Making Sense Of A Changing World (2019)
14. An Introduction To Complex Systems: Society, Ecology, Non-Linear Dynamics (2017)
15. An Introduction To Kolmogorov Complexity And Its Applications 3rdEd (2008)
16. An Introduction To Transfer Entropy: Information Flow In Complex Systems (2016)
17. Analysis And Control Of Complex Dynamical Systems: Robust Bifurcation Dynamic Attractors And Network Complexity (2015)
18. Analysis And Control Of Output Synchronization For Complex Dynamical Networks (2019)
19. Analysis And Data Based Reconstruction Of Complex Non-Linear Dynamical Systems: Using The Methods Of Stochastic Processes (2019)
20. Analysis Control And Optimization Of Complex Dynamic Systems (2005)
21. Applications Of Complex Adaptive Systems (2008)
22. Applications Of Non-linear Dynamics: Model And Design Of Complex Systems (2009)

23. Applications Of Systems Thinking And Soft Operations Research In Managing Complexity (2016)
24. Artificial Economics And Self-Organization (2014)
25. Better Decision Making In Complex Dynamic Tasks: Training With Human Facilitated Interactive Learning Environments (2015)
26. Biological Networks: Complex Systems And Interdisciplinary Science (2007)
27. Bootstrapping Complexity: Learning From Self-Organizing Systems (2009)
28. Bottom-Up Self-Organization In Supramolecular Soft Matter (2015)
29. Causality, Meaningful Complexity And Embodied Cognition (2010)
30. Cellular Automata And Discrete Complex Systems (2019)
31. Cellular Automata: Complex Phenomena Modeling (2015)
32. Cellular Automata: Simplicity Behind Complexity (2011)
33. Chaos And Complex Systems (2013)
34. Chaos, Complexity And Leadership (2016)
35. Chaos, Non-linearity, Complexity (2006)
36. Chaos: From Simple Models To Complex Systems (2010)
37. Chaotic Fractional And Complex Dynamics: New Insights And Perspectives (2018)
38. Chaotic Harmony: A Dialogue About Physics, Complexity And Life (2014)
39. Chemical Complexity: Self-Organization Processes In Molecular Systems (2017)
40. Co-Evolution Of Intelligent Socio-Technical Systems: Modelling And Applications In Large Scale Emergency And Transport Domains (2013)
41. Cognitive Agent Based Computing I: A Unified Framework For Modeling Complex Adaptive Systems (2013)
42. Communication And Control For Networked Complex Systems (2015)
43. Complex Adaptive Systems: An Introduction To Computational Models Of Social Life (2007)
44. Complex Adaptive Systems: Views From The Physical Natural And Social Sciences (2019)
45. Complex And Adaptive Dynamical Systems: A Primer 3rdEd (2013)
46. Complex Decision Making: Theory And Practice (2008)
47. Complex Dynamical Systems In Education (2016)
48. Complex Dynamics And Morphogenesis: An Introduction To Non-Linear Science (2017)
49. Complex Dynamics In Communication Networks: Understanding Complex Systems (2005)
50. Complex Dynamics In Physiological Systems: From Heart To Brain (2009)
51. Complex Engineered Systems: Science Meets Technology (2006)
52. Complex Enterprise Architecture: A New Adaptive Systems Approach (2019)
53. Complex Evolutionary Dynamics In Urban Systems: Catastrophe, Chaos and Beyond (2011)
54. Complex Fluids In Biological Systems: Experiment, Theory, Computation (2015)
55. Complex Hamiltonian Dynamics (2012)
56. Complex Human Dynamics: From Mind To Societies (2013)
57. Complex Medical Engineering (2007)
58. Complex Motions And Chaos In Non-linear Systems (2016)
59. Complex Networks And Dynamics: Social And Economic Interactions (2016)
60. Complex Networks In Software Knowledge And Social Systems (2019)
61. Complex Non-Linearity: Chaos, Phase Transitions, Topology Change And Path Integrals (2008)
62. Complex Social And Behavioral Systems: Game Theory And Agent Based Models (2020)
63. Complex Sports Biodynamics: Tennis (2009)
64. Complex Structure And Dynamics Of The Heart (2015)

65. Complex System Modelling And Control Through Intelligent Soft Computations (2015)
66. Complex Systems And Networks: Dynamics, Controls And Applications (2016)
67. Complex Systems And Self-Organization Modelling (2009)
68. Complex Systems And Society: Modeling And Simulation (2013)
69. Complex Systems Concurrent Engineering (2007)
70. Complex Systems Design And Management (2013)
71. Complex Systems Science In Biomedicine (2006)
72. Complex Systems Solutions And Challenges: Economy, Management, Engineering (2018)
73. Complex Systems: Control, Communication, Computing (2016)
74. Complex Systems: Fractionality, Time Delay And Synchronization (2012)
75. Complex Systems: Relationships Between Control, Communications And Computing (2016)
76. Complex Time Delay Systems: Theory And Applications (2010)
77. Complexity Analysis And Control Of Singular Biological Systems (2012)
78. Complexity And Chaos: State Of The Art: Formulations And Measures Of Complexity (2007)
79. Complexity And Chaos: State Of The Art: Overview Of Theoretical Concepts (2007)
80. Complexity And Nonlinearity In Cardiovascular Signals (2017)
81. Complexity And Spatial Networks: In Search Of Simplicity (2009)
82. Complexity And Synergetics (2018)
83. Complexity Applications In Language And Communication Sciences (2019)
84. Complexity, Cognition And The City (2011)
85. Complexity Explained (2008)
86. Complexity Hints For Economic Policy (2007)
87. Complexity In Chemistry, Biology And Ecology (2005)
88. Complexity Perspectives On Language Communication And Society (2013)
89. Complexity Theories Of Cities Have Come Of Age (2012)
90. Complexity Theory And The Philosophy Of Education (2008)
91. Complexity: A Guided Tour (2009)
92. Computational Mind: A Complex Dynamics Perspective (2007)
93. Conflict And Complexity: Countering Terrorism, Insurgency, Ethnic And Regional Violence (2015)
94. Conquering Complexity (2012)
95. Consensus And Synchronization In Complex Networks (2013)
96. Construction Learning As A Complex Adaptive System: Psycholinguistic Evidence From L2 Learners Of English (2015)
97. Control Of Complex Systems: Structural Constrains And Uncertainty (2010)
98. Control Of Self-Organizing Non-Linear Systems (2016)
99. Controlling Synchronization Patterns In Complex Networks (2016)
100. Coordination Of Complex Sociotechnical Systems (2016)
101. Coping With The Complexity Of Economics (2009)
102. Decoding Complexity: Uncovering Patterns In Economic Networks (2013)
103. Deep Principles: Complex Structures (2008)
104. Delay Controlled Partial Synchronization In Complex Networks (2019)
105. Determinism And Self-Organization Of Human Perception And Performance (2019)
106. Discontinuity And Complexity In Non-linear Physical Systems (2014)
107. Distributed Optimization Based Control Of Multi-Agent Networks In Complex Environments

108. Dynamics Of Complex Autonomous Boolean Networks (2015)
109. Dynamics Of Complex Interconnected Systems: Networks And Bioprocesses (2006)
110. Dynamics Of Complex Quantum Systems (2014)
111. Dynamics On And Of Complex Networks (2013)
112. Embracing Complexity In Health (2019)
113. Emergence Analysis And Evolution Of Structures: Concepts And Strategies Across Disciplines (2010)
114. Emergence Of Communication And Language (2007)
115. Emergence: Contemporary Readings In Philosophy And Science (2008)
116. Emergent Complexity From Non-linearity In Physics, Engineering And Life (2015)
117. Emergent Nested Systems: A Theory Of Understanding And Influencing Complex Systems As Well As Case Studies In Urban Systems (2016)
118. Energy, Complexity And Wealth Maximization (2016)
119. Energy, Information, Feedback, Adaptation, Self-Organization (2018)
120. Engineering Self-Organising Systems (2006)
121. Entropies Of Condensed Phases And Complex Systems: A First Principles Approach (2011)
122. Entropy Order Parameters And Complexity (2011)
123. Environmental Modelling: Finding Simplicity In Complexity (2004)
124. Epistemic Complexity And Knowledge Construction: Morphogenesis, Symbolic Dynamics And Beyond (2013)
125. Evolution And Transitions In Complexity: Hierarchical Organization In Nature (2016)
126. Evolution, Complexity And Artificial Life (2014)
127. Evolution, Development And Complexity: Multiscale Evolutionary Models Of Complex Adaptive Systems (2019)
128. Evolutionary Algorithms, Swarm Dynamics And Complex Networks (2018)
129. Evolutionary Computation And Complex Networks (2019)
130. Fault Diagnosis Of Hybrid Dynamic And Complex Systems (2018)
131. First International Conference On Complex Sciences (2009)
132. Fractal Geometry, Complex Dimensions And Zeta Functions: Fractal Strings (2013)
133. Fractal Solutions For Understanding Complex Systems In Earth Sciences (2016)
134. From Complexity To Life: On The Emergence Of Life And Meaning (2003)
135. From Hamiltonian Chaos To Complex Systems: A Nonlinear Physics Approach (2013)
136. From System Complexity To Emergent Properties (2009)
137. Fuzzy Networks For Complex Systems: Modular Rule Base (2010)
138. Game Based Organization Design: New Tools For Complex Organizational Systems (2014)
139. Geometrical Dynamics Of Complex Systems: A Unified Modelling Approach To Physics Control Biomechanics, Neurodynamics And Psycho-Socio-Economical Dynamics (2006)
140. Green IT Engineering: Concepts, Models, Complex Systems Architectures (2017)
141. Guided Self Organization: Inception (2014)
142. Handbook Of Optimization In Complex Networks: Communication And Social Networks (2012)
143. How Nature Works: Complexity In Interdisciplinary Research (2014)
144. InSync: The Emergence Of Function In Minds, Groups And Societies (2020)
145. Industrial Mathematics And Complex Systems: Emerging Mathematical Models, Methods And Algorithms (2017)
146. Information And Self-Organization: A Macroscopic Approach To Complex Systems (2006)

147. Information Theory For Complex Systems (2008)
148. Intelligence Analysis: How To Think In Complex Environments (2010)
149. Intelligent Complex Adaptive Systems (2008)
150. Intentional Risk Management Through Complex Networks Analysis (2015)
151. Inter-professional Education In Patient Centered Medical Homes: Implications From Complex Adaptive Systems Theory (2015)
152. Introduction To Turbulent Dynamical Systems In Complex Systems (2016)
153. Language In Complexity: The Emerging Meaning (2017)
154. Lectures In Super-computational Neuroscience: Dynamics In Complex Brain Networks (2008)
155. Life: An Introduction To Complex Systems Biology (2006)
156. Localized Excitations In Non-linear Complex Systems: Current State Of The Art And Future Perspectives (2014)
157. Managing Complexity: Insights, Concepts, Applications (2008)
158. Mathematical Foundations Of Complex Networked Information Systems (2015)
159. Mathematical Methods In Engineering: Applications In Dynamics Of Complex Systems (2019)
160. Mathematical Methods In Time Series Analysis And Digital Image Analysis: Understanding Complex Systems (2008)
161. Mathematical Modeling Of Complex Biological Systems: A Kinetic Theory Approach (2006)
162. Measures Of Complexity (2015)
163. Metaheuristics: Progress In Complex Systems Optimization (2007)
164. Metasynthetic Computing And Engineering Of Complex Systems (2015)
165. Modeling And Control Of Complex Physical Systems: The Port Hamiltonian Approach (2009)
166. Modeling Complex Living Systems: Kinetic Theory and Stochastic Game (2008)
167. Modeling Complex Systems 2ndEd (2010)
168. Modelling And Implementation Of Complex Systems (2021)
169. Modelling, Estimation And Control Of Networked Complex Systems (2009)
170. Models Of Science Dynamics: Encounters Between Complexity Theory And Information Sciences (2012)
171. Modern Mathematical Tools And Techniques In Capturing Complexity (2011)
172. Molecular Thermodynamics Of Complex Systems (2009)
173. Morphogenetic Engineering: Toward Programmable Complex Systems (2012)
174. Multilevel Strategic Interaction, Game Models For Complex Networks (2019)
175. Narrating Complexity (2018)
176. Natural Fabrications: Science, Emergence And Consciousness (2012)
177. Network Oriented Modeling: Addressing Complexity Of Cognitive Affective And Social Interactions (2016)
178. Network Science: Complexity In Nature And Technology (2010)
179. Networks Of Networks: The Last Frontier Of Complexity (2014)
180. Non-Linear Science And Complexity (2011)
181. Non-linear And Complex Dynamics: Physics, Biology, Finance (2011)
182. Non-linear Dynamics And Complexity (2014)
183. Non-linear Dynamics In Complex Systems (2013)
184. Of Ants And Men: The Unexpected Side Effects Of Complexity In Society (2014)
185. Optimization, Learning And Control For Interdependent Complex Networks (2020)
186. Origins Of Design In Nature: How Design Emerges In Complex Systems And Life (2012)
187. Origins Of Life: The Primal Self-Organization (2011)

188. Permutation Complexity In Dynamical Systems (2010)
189. Physics, Nature And Society: A Guide To Order And Complexity In Our World (2014)
190. Place And Health As Complex Systems (2015)
191. Policy Analytics Modelling And Informatics: Innovative Tools For Solving Complex Social Problems (2018)
192. Polystochastic Models For Complexity (2010)
193. Power Grid Complexity (2011)
194. Predicting The Future: Completing Models Of Observed Complex Systems (2013)
195. Predictive Approaches To Control Of Complex Systems (2013)
196. Principles Of Evolution: From The Planck Epoch To Complex Multicellular Life (2011)
197. Product Development Projects: Dynamics And Emergent Complexity (2016)
198. Protein Interactions: Biophysical Approaches To Complex Reversible Systems (2007)
199. Research Challenges In Modeling And Simulation For Engineering Complex Systems (2018)
200. Second IEEE Conference On Self-Adaptive And Self-Organizing Systems (2008)
201. Self-Organization And Emergence In Life Sciences (2006)
202. Self-Organization And Pattern Formation In Neuronal Systems Under Conditions Of Variable Gravity: Life Sciences Under Space Conditions (2011)
203. Self-Organization In Electrochemical Systems II: Spatio-temporal Patterns And Control Of Chaos (2012)
204. Self-Organization In Electrochemical Systems I: Principles And Temporal Instabilities (2012)
205. Self-Organization In Sensor And Actor Networks (2007)
206. Self-Organized Biological Dynamics And Non-linear Control (2000)
207. Self-Organized Criticality And Predictability In Atmospheric Flows: The Quantum World Of Clouds And Rain (2017)
208. Self-Organized Criticality In Astrophysics: The Statistics Of Non-Linear Processes In The Universe (2011)
209. Self-Organizing Coalitions For Managing Complexity (2018)
210. Self-Organizing Natural Intelligence: Issues Of Knowing, Meaning And Complexity (2006)
211. Self-organization In Complex Systems: The Past, Present And Future Of Synergetics (2016)
212. Shaking The Invisible Hand: Complexity Endogenous Money And Exogenous Interest Rates (2006)
213. Simplicity Is Complex: Foundations Of Cyberphysical System Design (2019)
214. Simulating Complex Systems By Cellular Automata (2010)
215. Simulating Social Complexity: A Handbook 2ndEd (2017)
216. Social Self-Organization: Agent Based Simulations And Experiments To Study Emergent Social Behavior (2012)
217. Sociology And Complexity Science: A New Field Of Inquiry (2009)
218. Statistical Physics Of Complex Systems: A Concise Introduction 2ndEd (2016)
219. Statistical Physics Of Non-Thermal Phase Transitions: Complexity (2015)
220. Stochastic Equations For Complex Systems: Theoretical And Computational Topics (2015)
221. Stochastic Transport In Complex Systems: From Molecules To Vehicles (2011)
222. Structural Methods In The Study Of Complex Systems (2020)
223. Structures Of Complexity: A Morphology Of Recognition And Explanation (2019)
224. Symbol Grounding And Beyond: Emergence Of Language (2006)
225. Symmetry In Complex Network Systems: Connecting Equivariant Bifurcation Theory With Engineering Applications (2018)
226. Synchronization: From Simple To Complex (2009)
227. System Dynamics: A Volume In The Encyclopedia Of Complexity And Systems Science (2ndEd (2020))

- 228. Systemics Of Emergence Research And Development (2006)
- 229. Systems Analysis Approach For Complex Global Challenges (2018)
- 230. The Dynamics Of Complex Urban Systems (2008)
- 231. The Economy As A Complex Spatial System (2018)
- 232. The Emergence Of Life: From Chemical Origins To Synthetic Biology (2006)
- 233. The Future Of Creation Order Vol1: Philosophical Scientific And Religious Perspectives On Order And Emergence (2017)
- 234. The Local Information Dynamics Of Distributed Computation In Complex Systems (2013)
- 235. The Non-linear Universe: Chaos, Emergence, Life (2007)
- 236. The Role Of Model Integration In Complex Systems Modelling: An Example From Cancer Biology (2010)
- 237. The Swings Of Science: From Complexity To Simplicity And Back (2018)
- 238. Theories And Simulations Of Complex Social Systems (2014)
- 239. There Is No Theory Of Everything: Physics Perspective On Emergence (2017)
- 240. Thinking In Complexity: Matter, Mind And Mankind 5thEd (2007)
- 241. Three Lectures On Complexity And Black Holes (2020)
- 242. Towards A Theoretical Framework For Analyzing Complex Linguistic Networks (2016)
- 243. Towards An Information Theory Of Complex Networks: Statistical Methods And Applications (2011)
- 244. Transdisciplinary Approach To Language Study: Complexity Theory Perspective (2015)
- 245. Transdisciplinary Perspectives On Complex Systems: New Findings And Approaches (2017)
- 246. Turbulence And Self-Organization: Modeling Astrophysical Objects (2013)
- 247. Two Is Company Three Is Complexity: A Simple Guide To The Science Of All Sciences (2007)
- 248. Uncertainty And Surprise In Complex Systems: Questions On Working With The Unexpected (2005)
- 249. Uncertainty In Complex Networked Systems (2018)
- 250. Unconventional Computing: Complexity And Systems Science 2ndEd (2018)
- 251. Understanding Complex Biological Systems With Mathematics (2018)
- 252. Understanding Complex Urban Systems: Integrating Multidisciplinary Data In Urban Models (2016)
- 253. Understanding Leadership In Complex Systems: A Praxeological Perspective (2016)
- 254. Unified Computational Intelligence For Complex Systems (2010)
- 255. Unifying Themes In Complex Systems (2012)
- 256. Urban Galapagos: Transition To Sustainability In Complex Adaptive Systems (2019)
- 257. Viability And Resilience Of Complex Systems: Concepts Methods And Case Studies From Ecology And Society (2011)
- 258. Weak Links: The Universal Key To The Stability Of Networks And Complex Systems (2009)
- 259. Why More Is Different: Philosophical Issues In Condensed Matter Physics And Complex Systems (2015)
- 260. Without Bounds: A Scientific Canvas Of Nonlinearity And Complex Dynamics (2013)