



Universidad
Nacional
de Córdoba



Facultad de Matemática,
Astronomía, Física y
Computación

EXP-UNC 0029492/2019

Anexo de la RCD FAMAF 193/2019, página 3 de 66

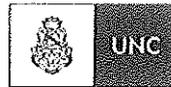
TÍTULO: Análisis de sistemas estocásticos concurrentes			
AÑO: 2019	CUATRIMESTRE: 2°	N° DE CRÉDITOS: 3	VIGENCIA: 3 años
CARGA HORARIA: 60 horas.			
CARRERA/S: Doctorado en Ciencias de la Computación			

<p>FUNDAMENTOS</p> <p>Los sistemas concurrentes de estados finitos aparecen naturalmente en varias áreas de las Ciencias de la Computación, particularmente en el diseño de circuitos digitales y protocolos de comunicación. Los errores lógicos encontrados tarde en la fase de diseño de estos sistemas son un problema extremadamente importante ya que pueden ocasionar retrasos en la liberación de un nuevo producto o causar fallas de dispositivos de sistemas críticos en funcionamiento.</p> <p>Los algoritmos aleatorios concurrentes y/o distribuidos, en particular, presentan, muchas veces, soluciones más veloces que los algoritmos tradicionales y, en otros casos, soluciones que no serían posible dentro del dominio de los algoritmos tradicionales. Como ejemplo tenemos los protocolos de elección de líder o los de acuerdo bizantino donde la componente no-determinista se mezcla con la aleatoria. Otro factor que contribuye a la aleatoriedad del sistema es el entorno o medio con el cual las distintas componentes del programa deben interactuar. Este factor se presentaría en situaciones tales como la pérdida de un mensaje en la red, la falla de una componente de un sistema, o la disponibilidad de un recurso.</p> <p>El hecho de considerar probabilidades dentro del comportamiento de los sistemas implica que el conjunto de propiedades asociadas a estos sistemas se sale de la lógica usual. Un ejemplo característico en este sentido se presenta en protocolos con retransmisión limitada donde es imposible establecer que todo mensaje enviado se recibe. A cambio uno podría analizar la validez de lo siguiente: "todo mensaje enviado se recibe con probabilidad 0.99". A este tipo de propiedades se las denomina propiedades cuantitativas.</p> <p>En este curso nos enfocaremos en el análisis de este tipo de propiedades sobre modelos probabilistas y concurrentes siguiendo tres técnicas específicas y relacionadas: model checking, verificación de preórdenes y equivalencias semánticas, y teoría de juegos.</p>
--

<p>OBJETIVOS</p> <p>Comprender los fundamentos teóricos y la algorítmica necesaria para:</p> <ul style="list-style-type: none"> • la verificación de propiedades ω-regulares (tiempo lineal) sobre modelos probabilistas y concurrentes. • la verificación de propiedades de tiempo ramificado sobre modelos probabilistas y concurrentes. • la verificación de preórdenes y equivalencia semántica entre modelos probabilistas y concurrentes. • el análisis de propiedades competitivas en modelos probabilistas y concurrentes.

↓

↓



Universidad
Nacional
de Córdoba



Facultad de Matemática,
Astronomía, Física y
Computación

EXP-UNC 0029492/2019

Anexo de la RCD FAMAF 193/2019, página 4 de 66

PROGRAMA

Unidad 1: Conceptos básicos de teoría de la medida

(1) σ -álgebras y σ -álgebras generadas. (2) Semi-anillos y anillos. (3) Medida y medida de probabilidad. (4) Extensión de Caratheodory. (5) Funciones medibles. (6) Espacios de medida productos y espacios de medida sobre secuencias infinitas.

Unidad 2: Lenguajes ω -regulares

(1) Definición. (2) Autómatas de Büchi. (3) Autómatas de Rabin. (4) Determinización de autómatas de Rabin. (5) Equivalencia entre los lenguajes ω -regulares y los lenguajes inducidos por los autómatas de Büchi y los autómatas de Rabin. (6) Medibilidad de los lenguajes ω -regulares.

Unidad 3: Lógica temporal lineal (LTL)

(1) Sintaxis. (2) Semántica. (3) Traducción a un autómata de Rabin determinista.

Unidad 4: Cadenas de Markov de tiempo discreto (DTMC)

(1) Definición. (2) Espacio de probabilidades inducido por una DTMC. (3) Verificación de propiedades de alcanzabilidad. (4) Verificación de propiedades cualitativas. (5) Verificación de propiedades LTL. (6) Métodos de solución iterativo.

Unidad 5: Lógicas sobre árboles computacionales – PCTL y PCTL*

(1) Sintaxis y semántica de PCTL. (2) Verificación de propiedades PCTL. (3) El fragmento cualitativo de PCTL y la lógica CTL. (4) Sintaxis y semántica de PCTL*. (5) Verificación de propiedades PCTL*.

Unidad 6: Procesos de decisión de Markov (MDP)

(1) Definición. (2) Estrategias (schedulers). (3) Tipos de estrategias. (4) Semántica de LTL, PCTL y PCTL* en MDP. (5) Verificación de propiedades de alcanzabilidad. (6) Existencia de la estrategia óptima. (7) Reducción del problema de model checking a un problema de programación lineal. (8) Análisis cualitativo. (9) Verificación de propiedades LTL, PCTL y PCTL* sobre MDP. (10) Fairness. (11) Métodos de solución iterativos.

Unidad 7: Relaciones semánticas: Simulación y bisimulación

(1) Autómatas probabilistas. (2) Simulación y bisimulación fuerte. (3) Simulación y bisimulación débil. (4) Lógicas HML. (5) Caracterizaciones lógicas de las relaciones semánticas. (6) Algoritmos de decisión para las distintas relaciones semánticas.

Unidad 8: Juegos estocásticos simples

(1) Definición. (2) Propiedades. (3) Entendiendo el problema: Algoritmos que no funcionan. (4) Algoritmos que sí funcionan. (5) Complejidad del problema.

PRÁCTICAS

Los alumnos resolverán de manera individual e independiente las guías de trabajo práctico complementarias al teórico. La ejercitación será realizada fuera del ámbito áulico. No obstante las dudas surgidas serán respondidas durante el horario de clases.

df



BIBLIOGRAFÍA

- Christel Baier. On Algorithmic Verification Methods for Probabilistic Systems, Habilitations-schrift zur Erlangung der venia legendi der Fakultät für Mathematik and Informatik, Universität Mannheim. 1998.
- Christel Baier and Joost-Pieter Katoen. Principles of Model Checking. MIT press, 2008.
- Christel Baier and Marta Kwiatkowska. Model checking for a probabilistic branching time logic with fairness. Distr. Computing, 11(3):125–155, 1998.
- Andrea Bianco, Luca de Alfaro. Model checking of probabilistic and nondeterministic systems. In Procs. of FST&TCS'95, volume 1026 of LNCS, pages 499–513. Springer, 1995.
- P. Billingsley. Probability and Measure. Wiley-Interscience, 1995.
- Anne Condon. On algorithms for simple stochastic games. Advances in Computational Complexity Theory, DIMACS Series in Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science, vol. 13, AMS (1993), pp. 51-73
- Anne Condon. The complexity of stochastic games. Inform. Comput., 96 (1992), pp. 203-224
- Costas Courcoubetis and Mihalis Yannakakis. Verifying temporal properties of finite-state probabilistic processes. In Procs. of 29th Annual Symposium on Foundations of Computer Science, pages 338–345. IEEE press, 1988.
- Jerzy Filar, Koos Vrieze. Competitive Markov Decision Processes. Springer-Verlag New York, 1996
- David Parker. Implementation of Symbolic Model Checking for Probabilistic Systems. PhD thesis, University of Birmingham, 2002.
- Andrea Turrini, Holger Hermanns. Polynomial time decision algorithms for probabilistic automata. Information and Computation, 244 (2015), pp. 134–171.
- Noel Valiant. Probability Tutorials. www.probability.net, 1999.
- M.Y. Vardi. Automatic verification of probabilistic concurrent finite state programs. In 26th Annual Symposium on Foundations of Computer Science, pages 327–338. IEEE press, 1985.
- L. Zhang and H. Hermanns. Deciding simulations on probabilistic automata. In ATVA, pages 207–222. Springer-Verlag, 2007.

MODALIDAD DE EVALUACIÓN

El curso se evaluará mediante la realización de ejercicios en la modalidad "take-home".

REQUERIMIENTOS PARA EL CURSADO

Es recomendado que el alumno tenga conocimientos de probabilidades, lógica, teoría de autómatas, y lenguajes formales

Handwritten marks: a checkmark and the initials "df".