



Nuestros graduados.

## Hoy, Adolfo Kvitca

Mi trayectoria profesional estuvo íntimamente ligada a mi vida académica desde el inicio:

Me recibí de Computador Científico en 1978. Mientras estudiaba fui ayudante de **Estadística I**, mientras que **Estadística II** la curse como optativa.

En 1979 empecé a trabajar en Organización Veraz, con una computadora con 256KB de memoria y 80MB en disco. Programar las aplicaciones en Fortran IV no era muy amigable, de modo que desarrollé un lenguaje propio -combinando Pascal y Fortran- con funciones especiales para “matching” aproximado de nombres y direcciones escritas en “assembler” (cada bit y

cada milisegundo ahorrados eran importantes). Las limitaciones tecnológicas de esa época me hicieron explotar todos los recursos aprendidos durante la carrera (y me divertía mientras lo hacía). Con el tiempo se popularizaron las bases de datos y el SQL, dejando atrás la pesadilla de los archivos indexados que se corrompían continuamente, obligándome a tocar los punteros en hexadecimal directamente (pues restaurar el “backup” demoraba demasiado tiempo).

En 1983 se abrió la licenciatura, me recibí de Licenciado en Ciencias de la Computación y volví a la facultad: como Jefe de Trabajos Prácticos primero y luego como Profesor Asociado (1985/1995) de la cáte-

dra de Inteligencia Artificial (por aquel entonces principalmente **Sistemas Expertos y Data Mining**). Con Hugo Scolnik y los miembros del CODEP creamos la ECI (Escuela de Ciencias Informáticas) y empezamos a traer profesores invitados para elevar el nivel académico y fomentar la investigación. Fui investigador del CLAICE (Centro Latinoamericano de Investigación en Computadoras y Educación), Director del GIDIA (Grupo de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial) de la UBA y Director de Micro-Ethos (Grupo Argentino-Brasileño de Investigación en Ingeniería de Software).

Apliqué nuevamente lo aprendido, a programar un **sistema experto** para automatizar las tareas que se realizaban en Veraz ante un pedido de informes (el documento de identidad no era un atributo obligatorio ni único en ese entonces, por lo que determinar si dos entidades eran la misma persona requería entrenamiento y sentido común).

Entre 1988 y 1991 fui el Director del Departamento de Computación (FCEyN, UBA). Durante esta etapa, con el esfuerzo personal de varios estudiantes, instalamos la primera computadora para utilizar internet en Argentina y brinda-

### Contenido:

HOY, ADOLFO KVITCA	1
UN ENCUENTRO INÉDITO CON EL AZAR	2
VISITA DESDE EL LEJANO ORIENTE.	4
ECI	5
UN CUENTO PARA CLEMENTINA	6
NUEVA SECCIÓN: ARTÍCULOS DE NUESTROS INVESTIGADORES	6
MINI-REPORTAJE A NUESTROS DOCTORANDOS	8
BREVÍSIMAS	8
DEL DIRECTOR AL GRADUADO	9



Adolfo Kvitca

### Actividades confirmadas 2013

- Programa de Profesores Visitantes

- La ECI

22/07 al 27/07 de 2013  
“ECI”

- BsAsSCCR

1/06 al 1/07 de 2013

“Buenos Aires Semester in Computability, Complexity, and Randomness, January to June 2013”

mos acceso gratuito (primero solo e-mail, luego web browsing) a todas las universidades del país. Poco a poco íbamos cubriendo los cargos con dedicación exclusiva... era hora de crear nuestro propio doctorado: Pablo Jacovkis, Hugo Scolnik y yo integramos la primera comisión y empezamos a darle forma. Todo avanzaba rápido, y el plan de estudios ya no se adecuaba ni al nuevo impulso del departamento y ni a la dinámica de la ciencia... de modo que lo reformulamos: aprobado en 1993, todavía está en vigencia y ya es seguramente

hora de volver a cambiarlo! Deje la vida académica en 1995 con la intención de aplicar la Inteligencia Artificial a la industria. En 1996 desarrollé VERAZ EXPERTO, un **sistema experto** que utilizan, -aún hoy- bancos y otras empresas para automatizar las decisiones sobre el otorgamiento de créditos. En 1999 dirigí el desarrollo de SCORE VERAZ, el primer puntaje de crédito genérico de la Argentina basado en métodos **estadísticos**. La utilización combinada de **sistemas expertos** y scores fue en aquel entonces una novedad,

siendo hoy el standard en Argentina y el mundo.

En el 2005 me incorporé a SPSS Argentina como Director de Soluciones Predictivas. En dicha empresa he dirigido numerosos proyectos para las áreas de Marketing, Riesgo y Fraude de importantes compañías de los sectores financieros, retail, telco, seguros y salud entre otros, aplicando diariamente lo que estudié: **Estadística, Sistemas Expertos y Data Mining...** ■

Adolfo Kvitca

# Un encuentro inédito con el azar

A lo largo de la historia, hubo un problema que inquietó desde siempre a los seres humanos: el problema del azar. Pero, ¿de qué hablamos cuando hablamos de azar? La idea de azar tiene que ver con todos los actos o situaciones fortuitas que no son generadas por razones calculadas y que, a su vez, tienen consecuencias inesperadas y difíciles de medir.

De este modo, la noción de espontaneidad está presente en la cuestión del azar, de que algo sucede de manera imprevis-

ta y no puede ser medido mediante métodos tradicionales creados por el hombre. Sorpresivamente, cada idioma tiene una palabra diferente para nombrar “azar” y esto podría darnos indicios de que el concepto haya aparecido de manera independiente en cada cultura.

Así, el término “azar” proviene en sus orígenes de la lengua árabe (az-zahr) que, primero, significaba “flor” y luego se empleó para designar a la marca que daba suerte en el juego de la taba, antecesor del dado. Con el correr de los siglos, “azar” pasó a significar “dado”, cuyo valor máximo era representado por una flor, la del “azahar”.

De allí derivó el significado de azar como hoy lo conocemos: suerte, probabilidad, fortuna, imprevisibilidad o casualidad, y también la palabra “azahar” es conocida como la flor del naranjo y del limonero. O para darle una terminología más científica: “aleatoriedad”.

Desde un punto de vista no formal, para pensar el azar podemos pensar en la suerte. Ya sea buena o mala, la suerte presupone que cualquiera de las alternativas tiene necesariamente la misma chance; la suerte es equitativa con todas las alternativas. Por otro lado solemos decir, “tengo una racha de buena suerte”, o “no hay mal que dure cien años”. Todos estos son aspectos del azar, que

recién en la década del 1960 consiguieron ser completamente matematizados.

A propósito, ¿cómo se relacionan, puntualmente, las ciencias exactas y el azar? El primer problema de la ciencia moderna fue dar una definición matemática del azar. Un número es azaroso si no se lo puede nombrar de manera breve. Es sencillo dar ejemplos de números azarosos, por ejemplo son bien conocidas en todas las ramas de las matemáticas las llamadas constantes fundamentales, como el Número  $\pi$ , la Razón de oro o el Número  $e$ . Sin embargo, no es posible exhibir ejemplos de números azarosos. La condición de azaroso no impide exhibir el número. Por otro lado la gran mayoría de los números reales (los que se escriben con decimales) son azarosos, es decir la gran mayoría de los números no pueden ser nombrados abreviadamente. Esto no debe sorprender, ya que se sabe que los números reales son muchos más que los nombres posibles.

La definición matemática de azar solamente fue posible cuando la noción de algoritmo estuvo disponible. Las relaciones entre el azar, la complejidad y la computabilidad son temas de investigación de la llamada “matemática efectiva” y de la teoría de la computación. Por ejemplo, uno de los temas de investigación es el de grados de azar, que van desde el azar puro al anti-azar. Otro de

### Buenos Aires Semester January to June 2013

Computability, Complexity and Randomness  
Departamento de Computación  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Universidad de Buenos Aires  
<http://www-2.dc.uba.ar/ccr/>



The CCR Semester is an international gathering of mathematicians and computer scientists focused on computability theory, randomness, computable structures and reverse mathematics. Activities include a graduate course, subject-driven workshops exploring the research topics and speaker-driven seminars highlighting open problems.

#### Program Organizers

Noam Greenberg  
Joseph S. Miller  
Amonio Mombaán  
Theodore Slaman

Victoria University of Wellington, New Zealand  
University of Wisconsin, Madison, USA  
University of California, Berkeley, USA  
University of California, Berkeley, USA

#### Local Organizers

Verónica Becker

Santiago Figueira

Universidad de Buenos Aires

Universidad de Buenos Aires

#### IFINIS and Local Board

Serge Grigorieff

Joos Heintz

Université Paris Diderot, France

Universidad de Buenos Aires

#### Locations

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Pabellón I Ciudad Universitaria, Buenos Aires.

#### Sponsors



los temas de investigación, con mucha actividad actual, es la relación entre el azar y las teoremas clásicos del análisis matemático.

### Los científicos del azar en Buenos Aires

Con el objetivo de compartir el conocimiento actual en aleatoriedad, científicos argentinos y extranjeros están desarrollando un encuentro de cooperación internacional completamente inédito. Se trata del *Buenos Aires Semester in Computability, Complexity and Randomness 2013*, que se lleva a cabo desde enero hasta junio de este año en el Polo Científico Tecnológico y en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

Organizado por la Universidad de Buenos Aires, el Laboratorio franco argentino INFINIS y representantes de diversas universidades internacionales, el Semestre congrega a más de 40 investigadores de todo el mundo. Además cuenta con el auspicio del CONICET, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y prestigiosas fundaciones para la ciencia: National Science Foundation (Estados Unidos), The Packard Foundation, The John Templeton Foundation, The Simons Foundation y The Marsden

Fund de la Royal Society (Nueva Zelanda).

Durante estos seis meses se dictan seminarios intensivos, charlas abiertas y un curso, para grado y posgrado, sobre problemas combinatorios abordados desde la lógica y la complejidad computacional. Los participantes, referentes en la temática, son investigadores y becarios de Estados Unidos, Inglaterra, Nueva Zelanda, Bulgaria, Francia e Italia, entre otros países. Algunos realizarán estadias de seis meses, mientras que otros estarán períodos más cortos.

Theodore Slaman -Investigador de la Universidad de California, Organizador y “alma mater” del encuentro- afirma que el Semestre nació de manera muy diferente a cómo suele gestarse en los países líderes en la temática. “El Semestre CCR no forma parte de una secuencia de programas en un instituto de investigación estable, como podría ser *The Mathematical Sciences Research Institute* de Estados Unidos o *The Newton Institute* en Inglaterra. Es básicamente una reunión autoorganizada, como un flash-mob de matemáticos y científicos de la computación de todo el mundo”.

Pero no se trata de un evento aislado, ya que el Semestre ha continuado una larga serie de conferencias sobre la temática en el país. “Durante las conferencias *Logic, Computability and Randomness* realizadas en Córdoba en 2004 y Buenos Aires en 2007 y organizadas por Verónica Becher, Rod Downey y Denis Hirschfeldt, pudimos conectarnos con grupos de investigadores trabajando en los mismos temas pero con diferentes tradiciones y métodos, alcanzando una combinación de ideas espontánea y fascinante. Luego de estos encuentros, otros colegas y yo nos quedamos con ganas de venir más tiempo a Argentina”, explica Slaman.

Otra de las características particulares de esta reunión fue el problema del financiamiento. En este contexto, el catedrático de Berkeley detalla cómo se resolvió. “Originalmente habíamos pen-

sado que cada uno de los investigadores se pague su estadía, encontrando nuestras propias vías de financiamiento y asistiendo de manera individual a Buenos Aires. Sin embargo, una vez que el Semestre se volvió realidad, nos dimos cuenta que debíamos incluir a otras personas que a priori no tuviesen la posibilidad de auto-financiarse. Así se nos ocurrió solicitar apoyo a diferentes universidades y fundaciones, que permitieron que nuestros estudiantes de doctorado y otros investigadores pudieran asistir”. Y concluye “no existen antecedentes de una estructura de apoyo como esta. En este caso, eso se convirtió en una gran ventaja para nosotros ya que la idea estaba tan fresca que alentó la contribución de diferentes instituciones académicas, conformando una verdadera comunidad científica”.

### Codebreaker: un homenaje a Turing

Las líneas de investigación del Semestre son heredadas de los aportes fundacionales de Alan Turing, matemático inglés considerado el padre de la computación moderna y una de las 100 personalidades más importantes del Siglo XX.

Su famosa “máquina de Turing” destinada a indagar si una computadora podía pensar o no, jugó un papel clave en toda la teoría de la computación y, posteriormente, en la noción de “inteligencia artificial”. Al mismo tiempo, durante la Segunda Guerra Mundial Turing realizó avances esenciales para descifrar los códigos que usaban los nazis en sus sistemas secretos de comunicaciones. Años después diseñó una de las primeras computadoras electrónicas programables digitales en el Laboratorio Nacional de Física de Reino Unido, que fue precursora de la primera computadora científica argentina.

En relación a la obra de Turing, Verónica Becher –Profesora e Investigadora de la Universidad de Buenos Aires- CONICET y Organizadora Local del Semestre junto a Santiago Figueira- destaca que “Turing trabajó, entre muchas otras cosas, en el problema de los



números azarosos o aleatorios. La gran mayoría de estos números no se pueden identificar y él buscó la manera de nombrarlos”.

Al mismo tiempo, “la obra de Turing es precursora de las investigaciones actuales en computabilidad, complejidad y aleatoriedad. Sus trabajos abrieron muchas preguntas que hoy se siguen investigando. El Semestre tiene por objetivo contestar esas preguntas y, por qué no, formular otras”.

### Organizadores Internacionales:

Noam Greenberg (Victoria University, Wellington, New Zealand)

Joseph S. Miller (University of Wisconsin, Madison, USA)

Antonio Montalbán (University of California, Berkeley, USA)

Theodore Slaman (University of California, Berkeley, USA)

### Organizadores Locales:

Verónica Becher (Universidad de Buenos Aires, INFINIS)

Santiago Figueira (Universidad de Buenos Aires, INFINIS)

### Comité Asesor:

Serge Grigorieff (Université Paris-Diderot, INFINIS)

Joos Heintz (Universidad de Buenos Aires)

afirma Becher.

Continuando con los festejos por el *Alan Turing Year* (Conferencia que se realizó en junio de 2012 en Cambridge para conmemorar los 100 años de su nacimiento), durante el Semestre se proyectará la película *Codebreaker*, drama documental dirigido por Clare Beavan y producido por Patrick Sammon, que retrata la vida y obra del matemático inglés. Este evento, que se realizará en abril de este año en la

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, será una oportunidad única para conocer mucho más sobre Turing, ya que el film no ha sido estrenado en Argentina. ■

Ignacio Uman

### Auspiciantes Internacionales:

National Science Foundation (Estados Unidos)

The Packard Foundation

The John Templeton Foundation

The Simons Foundation

The Marsden Fund de la Royal Society (Nueva Zelanda)

### Auspiciantes de Argentina:

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

CONICET

Universidad de Buenos Aires

### Contacto de Prensa:

Ignacio Uman

## Visita desde el lejano oriente.

El 5 y 6 de Noviembre pasados se celebró la primer reunión conjunta de Instituto Nacional de Informática de Japón (NII) y de FCEN-UBA. El encuentro es en el marco de un convenio de trabajo conjunto en el área de métodos formales para el modelado y análisis de software firmado el año pasado que a su vez surge como continuación natural del vínculo establecido por Sebastián Uchitel (profesor del DC) como profesor visitante del NII desde el 2008. Nos visitaron 6 investigadores japoneses incluyendo al Profesor Shinichi Honiden, Director Adjunto del NII, además de investigadores de ITBA (Marcelo Frias), Universidad Nacional de Córdoba (Pedro D'Argenio) y Universidad Nacional de Rio Cuarto

(Nazareno Aguirre). Sin desmerecer a los compatriotas, hay que sacarse el sombrero por los colegas del NII que estuvieron viajando prácticamente el mismo tiempo que el que estuvieron en Buenos Aires. Los dos días fueron intensos en presentaciones y discusiones. Se cubrieron muchos temas vinculados principalmente a verificación, validación y síntesis incluyendo: model checking, corrección automática de código, Event-B, sistemas adaptativos, controladores de eventos discretos, seguridad de protocolos probabilísticos distribuidos, extracción automática de consumo de memoria de programas, estimación de confiabilidad de sistemas, especificaciones parciales, paralelización y distribución automática, testing basado en modelos y generación

automática de tests. Los resultados? Vínculos, ideas y oportunidades de colaboración nuevas. Un éxito. El mes que viene Nicolás D'Ippolito (recientemente doctorado y flamante Secretario Académico) viaja a Tokyo para explorar aplicaciones de síntesis de controladores a temas de robótica. ■

Sebastian Uchitel

## 22 al 27 de julio 27° Edición de la ECI

Entre el 22 y el 27 de julio se realizará la XVII edición de la Escuela de Ciencias Informáticas (ECI) en nuestro departamento. La ECI tiene como objetivo ofrecer a alumnos, graduados y profesionales cursos intensivos de especialización y actualización por parte de profesores que no pertenecen a nuestra facultad y sobre temas que habitualmente no se dan en las materias de nuestro departamento. La intención es generar un espacio de formación adicional a las actividades curriculares, con el objetivo de propiciar un intercambio entre profesores de otras facultades argentinas y del exterior, introduciendo además a los alumnos en nuevos temas y disciplinas.

La columna vertebral de la ECI son cursos de 5 días y 15 horas de duración dados por profesores invitados. Este año contaremos con la presencia de nueve profesores, entre los cuales se destacan los invitados de honor Dr. Jean-Jacques Lévy y Dr. Reinhard Wilhelm.

El Dr. Jean-Jacques Lévy (Emeritus Senior Researcher, INRIA, Francia) es uno de los principales expertos a nivel mundial en temas de cálculo lambda, y tendremos el honor de recibirlo en la ECI, durante la cual dictará el curso “Reductions and casualty”. Este curso está dirigido a estudiantes interesados en lógica matemática, métodos formales y la teoría de la programación.

Por su parte, el Dr. Reinhard Wilhelm

(Chair for Programming Languages and Compiler Construction, Saarland University, Alemania) es un referente mundial en análisis estático de programas y construcción de compiladores. En la ECI 2013 dictará el curso “Short course on program analysis” dedicado al análisis estático de programas, enfocado especialmente en técnicas utilizadas en la construcción de compiladores y la verificación de programas.

Continuando en la línea de verificación de programas, el Dr. Gordon Pace (Universidad de Malta) dictará el curso “Runtime verification: From theory to practice and back”, que tiene como objetivo presentar las ideas que sustentan la verificación en tiempo real, tanto desde el punto de vista teórico como desde el punto de vista práctico. Además, el Dr. Nikolai Tillmann (Microsoft Research, EEUU) dictará el curso “Parameterized unit testing”, con una interesante carga práctica.

Los temas de ingeniería de software estarán presentes de la mano de la Dra. Paola Spoletini (Università dell’Insubria, Italia), que tendrá a su cargo el curso “Specifying and monitoring (fuzzy temporal) requirements for service compositions”. En este curso se cubrirán las principales características de la arquitectura “service-oriented computing”, continuando con técnicas de análisis y verificación del comportamiento de composiciones de servicios en tiempo de ejecución.

En la ECI 2013 contaremos con cursos de investigación operativa e inteligencia artificial. Ocupando un lugar destacado en este bloque, el Dr. Andrés Sebo (Laboratoire G-SCOP, Francia) dictará el curso “Combinatorial optimization: Matchings, matroids and the travelling salesman. On the crossroad of the salesman and the postman”, que cubrirá una gama de temas de optimización combinatoria. Por su parte, el Dr. Milos Stojakovic (Universidad de Novi Sad, Serbia) dictará el curso “Positional games”, que será completamente autocontenido. Finalmente, la Dra. Madalina Croitoru (University of Montpellier II, Francia) estará a cargo del curso “Graph-based representation and reasoning in artificial intelligence”, en el cual analizará relaciones entre teoría de grafos e inteligencia artificial, dando ejemplos de problemas con representaciones y razonamientos basados en grafos.

Por último y en continuidad con uno de los cursos incluidos en la ECI del año pasado, el Dr. Diego Evin (Laboratorio de Investigaciones Sensoriales, Instituto de Neurociencias, UBA) dictará el curso “Reconocimiento automático de habla e identificación de locutores”. El objetivo de este curso es brindar los conocimientos básicos para el desarrollo de sistemas de reconocimiento automático del habla (es decir, identificar las palabras pronunciadas por un locutor) y de locutores (es decir, reconocer la identidad de la persona que las está pronunciando).

Además de los cursos mencionados, se tiene prevista una sesión de pósters por parte de los doctorandos del departamento de computación, y charlas y tutoriales a cargo de las empresas patrocinantes ■

Javier Marengo



## Concurso de cuentos

# "Un Cuento para Clementina"

En 1961 con la puesta en marcha de la Mercury Ferranti (a) "Clementina", en el aun interminado Pabellón I de la Ciudad Universitaria se inauguraba la computación académica en Argentina. El Instituto de Cálculo de la FCEN se había instalado en una posición de vanguardia en el país. Vale recordar que la creación del IC y la compra de la computadora eran parte de un proyecto que aspiraba no sólo a introducir la nueva tecnología sino también a apropiarsela de forma independiente y que dicho proyecto se complementaba con la creación de la carrera de Computador Científico. Se trataba de un proyecto colecti-

vo que, encabezado por Manuel Sadosky (1914-2005), formaba parte de una amplia renovación de la UBA liderada por figuras como su rector, el filósofo Risieri Frondizi (1910-1983) y el decano de Exactas Rolando García (1919-2012). Cuando en 2011 se cumplió el medio siglo de Clementina la Fundación Sadosky y la FCEN organizaron conjuntamente actividades de festejo, entre ellas un concurso de cuentos, otro de ensayos y las Jornadas Sadosky que reunieron a buena parte de los pioneros que pusieron aquella piedra fundamental y durante las cuales se pudieron escuchar valiosas presentaciones y debates

que nos dieron una vívida imagen de aquellos años fundacionales. ■

Raul Carnota

[http://www.dc.uba.ar/events/cincuenta/conc\\_lit](http://www.dc.uba.ar/events/cincuenta/conc_lit)



## Nueva sección: artículos de nuestros investigadores

# "Minimum clique cover in claw-free perfect graphs and the weak Edmonds-Johnson property"

En este trabajo presentamos nuevos algoritmos para el problema de cubrimiento de vértices por cliques en sus versiones pesada y no pesada en la clase de grafos perfectos y que no contienen como subgrafo inducido el grafo bipartito completo  $K_{1,3}$  (conocido como *claw*).

El problema consiste en cubrir los vértices del grafo utilizando la mínima cantidad de cliques posible. En su versión pesada, cada vértice  $v$  tiene un peso  $w(v)$ ,

se asignan pesos no negativos a las cliques de manera que cada vértice  $v$  resulte cubierto por un conjunto de cliques cuyos pesos sumen al menos  $w(v)$  y se minimice el peso total asignado a las cliques. El problema es NP-completo en general, y se conocía ya un algoritmo en la clase de grafos *claw-free* perfectos con complejidad  $O(|V(G)|^5)$ . Nuestros algoritmos tienen complejidad  $O(|V(G)|^3)$  y se basan en reformular el problema: en el caso no pesado en términos de 2-SAT y en el caso pesado en términos de camino mínimo y 2-SAT.

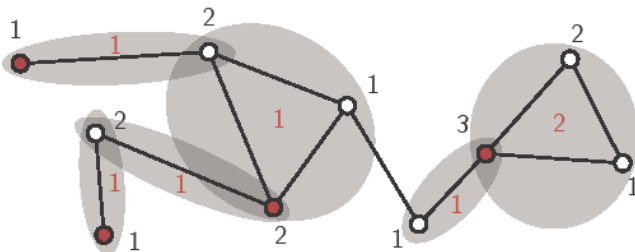
Al igual que el de Nemhauser y Hsu, nuestro algoritmo para el caso pesado hace uso de algoritmos existentes para el problema de conjunto independiente de peso máximo en grafos *claw-free*. En cambio, en el

caso no pesado el algoritmo es primal-dual y calcula mediante caminos de aumento un conjunto independiente máximo y un cubrimiento por cliques mínimo simultáneamente. Como subproducto, obtuvimos también algunas propiedades interesantes de matrices relacionadas con la propiedad de Edmonds y Johnson.

El trabajo es en co-autoría con Gianpaolo Oriolo y Claudia Snels de la Universidad de Roma "Tor Vergata", Italia, y Gautier Stauffer del Instituto de Matemática de Bordeaux, Francia. Será publicado en LNCS 7801, 86—97 (Proceedings de IPCO 2013). ■

<http://publicaciones.dc.uba.ar/Publications/2013/BOSS13/BOSS-IPCO.pdf>

Flavia Bonomo



Cubrimiento de peso mínimo en un grafo *claw-free*.

## El 80/20 de Pareto aplicado a la Estimación de Confiabilidad

Para una clase grande de sistemas, predecir su nivel de confiabilidad previo a su puesta en producción es crucial. Para esto suelen hacerse estimaciones de métricas de confiabilidad (ej. tiempo promedio a la primera falla) sobre la base de modelos estocásticos (ej. grafos dirigidos donde los ejes tienen probabilidades y costos asociados).

Una manera clásica de hacer esta estimación es mediante model checking estadístico. A grosso modo, se simula el modelo tirando un dado para decidir qué eje tomar y acumulando su costo (representando tiempo transcurrido) al pasar al próximo estado. La simulación sigue hasta alcanzar un estado de error. La estimación de confiabilidad del sistema es el promedio de los tiempos acumulados y está sujeta a un error estadístico y un intervalo de confianza (ojo, no confundir con la confianza o "reliability" del sistema) que depende del número de simulaciones ejecutadas.

Sin embargo, cuando el sistema bajo análisis tiene requerimientos de alta confiabilidad la cosa no es tan simple. Cada simulación tardará mucho tiempo en alcanzar un estado de error y la generación de suficientes trazas para que una estimación tenga un error estadístico e intervalo de confianza razonable (ej. 5% cada uno) puede ser completamente intratable, inclusive con paralelización masiva podemos estar hablando de años.

Una alternativa a model checking estadístico es el uso de model checkers probabilísticos. Estas herramientas pueden calcular métricas de confiabilidad analíticamente considerando todas las ejecuciones (típicamente infinitas) posibles del sistema. El problema aquí es la explosión de estados (que crecen exponencialmente con el número de componentes del siste-

ma) que hace que la memoria disponible sea insuficiente para representar el modelo completo. Aún para espacios de estados que entran en memoria, el model checker debe utilizar métodos numéricos inexactos para la resolución de sistemas de ecuaciones muy grandes (una matriz cuadrada del tamaño del número de estados del modelo). Estos métodos pueden (y suelen) converger muy lentamente, además no proveen una cota a la distancia entre la estimación final y el número real.

En definitiva, model checking probabilístico puede proveer métricas de confiabilidad 100% certeras para modelos de sistemas de relativamente pocos estados, pero con modelos grandes computan cotas inferiores que (en base a nuestra experiencia) pueden distar en varios ordenes de magnitud de los valores de confiabilidad reales.

Nuestro trabajo combina simulación y model checking probabilístico y está inspirada en el principio de Pareto o la ley del 80-20. La cosa funciona más o menos así: Si pudiéramos identificar la porción de estados (el 20 de Pareto) por donde circula la mayor parte del comportamiento sin errores del sistema (el 80), podríamos aplicar model checking probabilístico sobre este espacio de estados chico para calcular una cota inferior de confiabilidad mucho más rápidamente. Además al ser mas chico el modelo a resolver numéricamente, convergeríamos más rápido y más cerca del valor real. Ahora, en este dominio, Pareto se cumple? y si se cumple, cómo identificamos ese 20? y finalmente, las mejoras en la estimación serían significativas? Las respuestas a estas preguntas son: si, con simulaciones e inferencia de invariantes, y si.

Desarrollamos una técnica que realiza algunas pocas simulaciones del modelo de confiabilidad, que por cuestiones de

probabilidades, van a tender a cubrir los estados más frecuentes. A partir de los estados cubiertos por las simulaciones, inferimos un invariante que todos los estados visitados cumplen (el invariante es una generalización, así que el espacio de todos los estados que cumplen el invariante incluye a los cubiertos por la simulación). Finalmente lo que hacemos es analizar con un model checker probabilístico el submodelo que satisface el invariante inferido. Usamos Prism (<http://www.prismmodelchecker.org>) para simular y hacer model checking, usamos Daikon (<http://groups.csail.mit.edu/pag/daikon/>) para hacer inferencia de invariantes.

El resultado es sorprendentemente mejor que Pareto: Logramos computar, mirando un sólo un 1-2% de los estados, cotas inferiores de confiabilidad varios ordenes de magnitud mayores que un model checker probabilístico tradicional logra examinando la totalidad de los estados. Y esto para modelos en donde ni siquiera tiene sentido empezar a hacer model checking estadístico porque la confiabilidad está en el orden de  $10^6$  y más.

Para los que estén interesados, pueden bajar el paper (<http://publicaciones.dc.uba.ar/Publicaciones/2013/PBU13/>) o venir a ver la presentación el 24 de Mayo en San Francisco en la Conferencia Internacional de Ingeniería de Software (<http://2013.icse-conferences.org>) ■

Sebastian Uchitel

## Mini-reportaje a nuestros doctorandos



**Nombre:** Taihú Pire

**Inicio Doctorado:** 2012

**Director:** Dr. Julio Jacobo Berlles

**Grupo de investigación:** Laboratorio de Robótica y Sistemas Embebidos

**Dicta:** Paradigmas de Lenguajes de Programación

**Contacto:** [tpire@dc.uba.ar](mailto:tpire@dc.uba.ar)

**Más información:**

<http://robotica.dc.uba.ar/>

### ¿Cuál es el tema de tu tesis doctoral?

Mi tema de tesis es el estudio y desarrollo de técnicas de navegación autónomas para robot móviles. La idea es que un robot pueda navegar en un entorno desconocido, construya un mapa del mismo, y al mismo tiempo calcule su posición y orientación. Estas técnicas llevan el nombre de SLAM por las siglas en inglés de Simultaneous Localization and Mapping. En particular, yo estoy trabajando en resolver este problema utilizando Visión Estéreo, es decir, usando cámaras estereos como sensor principal del robot. Existen diversas aplicaciones en la navegación autónoma, por ejemplo, automóviles que se manejan solos, aviones o drones no tripulados así como también robots acuáticos.

### ¿Cómo fue tu primer día en Exactas?

Mi primer día en Exactas fue cómo estudiante de Doctorado, y la verdad que fui muy bien recibido por todos los integrantes del labo, es más a los pocos días organizaron un asado para darme la bienvenida.

### ¿Cuál es tu libro favorito?

El Principito ya que en cada etapa de mi vida que lo leo lo reflexiono de una manera distinta.

### ¿Eclipse o Visual Studio?

Emacs dado que es muy liviano, fuertemente extensible y Software Libre.

### ¿Android o iPhone?

Android por su gran flexibilidad.

## BREVÍSIMAS

### AUTORIDADES DEL DC

**Director:** Diego Fernández Slezak - [dfslezak@dc.uba.ar](mailto:dfslezak@dc.uba.ar)

**Director Adjunto:** Santiago Ceria - [sceria@dc.uba.ar](mailto:sceria@dc.uba.ar)

**Editor:** N. Olaiz - [nolaiz@dc.uba.ar](mailto:nolaiz@dc.uba.ar)

**Redactor:** I. Uman - [iuman@dc.uba.ar](mailto:iuman@dc.uba.ar)

### Secretarios:

• **Académica:** N. D'Ippolito - [ndippolito@dc.uba.ar](mailto:ndippolito@dc.uba.ar)  
H. Melgratti - [hmelgratti@dc.uba.ar](mailto:hmelgratti@dc.uba.ar)

• **Técnica:** E. Mocskos - [emocskos@dc.uba.ar](mailto:emocskos@dc.uba.ar)

• **Investigación:** D. Garbervetsky - [diegog@dc.uba.ar](mailto:diegog@dc.uba.ar)  
F. Bonomo - [fbonomo@dc.uba.ar](mailto:fbonomo@dc.uba.ar)

• **Investigación Adjunto:** S. Uchitel - [suchitel@dc.uba.ar](mailto:suchitel@dc.uba.ar)

• **Finanzas:** F. Schapachnik - [fschapac@dc.uba.ar](mailto:fschapac@dc.uba.ar)

• **Extensión:** M. Moscato - [mmoscato@dc.uba.ar](mailto:mmoscato@dc.uba.ar)

Teléfono/Fax: 4576-3359 Mail: [conectados@dc.uba.ar](mailto:conectados@dc.uba.ar)

### • 50 años de la Computación.

50 años de la primera carrera de computación en Argentina es motivo para festejar y así lo haremos el viernes 30 de agosto de 2013.

<http://www.dc.uba.ar/prensa/>

### • "Permanent Full-time Professor positions"

Por primera vez, se publicaron los concursos en listas internacionales para atraer investigadores desempeñándose en el extranjero a participar del proceso de selección.

[http://dc.uba.ar/aca/concursos/faculty\\_positions/2013openings](http://dc.uba.ar/aca/concursos/faculty_positions/2013openings)

### • Sobre lo azaroso que es el azar. Entrevista a Verónica Becher y Theodore Slaman

En el Polo Científico y Tecnológico del Ministerio de Ciencia se está llevando a cabo, desde enero y hasta junio, el Semestre en computabilidad, complejidad y azar organizado por la UBA y representantes de diversas universidades internacionales. (Pagina/12. 10 de abril de 2013)

<http://dc.uba.ar/prensa/sobre-lo-azaroso-que-es-el-azar.-entrevista-a-veronica-becher-y-theodore-slaman>



## Del Director al Graduado

¡¡Hola a todos y a todas!

Aquí les dejamos una nueva edición de Conectados, el boletín de novedades para mantener informados a nuestros graduados de la vida dentro del DC. Este boletín ya se está convirtiendo en un clásico y espero que lo disfruten tanto como nosotros.

Esta edición es la primera del 2013, año establecido como “Cincuentenario de la primera carrera de computación de la Argentina”. 50 años es motivo para festejar, y así lo haremos el viernes 30 de agosto de 2013. Así que, a agendarse la fecha. Nuevamente el aula magna del Pabellón 1 se vestirá de gala para recibir a los graduados de las carreras de Computación en la FCEN.

Este verano estuvo cargado de obras en el DC, dejando como resultado actualizaciones muy importantes en los laboratorios de computadoras. Hemos realizado cableado nuevo, instalación de proyectores fijos, recambio de máquinas y mobiliario, entre otras cosas. Quiero agradecer especialmente a los graduados que donaron el dinero que hizo posible esta actualización.

Por último, quiero resaltar las nuevas secciones que incorporamos al boletín. La primera es la sección titulada “Nuestros Graduados”, dedicada a contar un breve resu-

men de vida académica y laboral de nuestros graduados fuera de la FCEN. Gracias Adolfo por esta primera intervención y esperamos que muchos más se acerquen a contarnos sus historias. Luego, presentamos la sección “Artículos de nuestros investigadores”, donde investigadores del DC divulgan los resultados de sus publicaciones para un público más general.

Y como siempre, las notas sobre los eventos destacados, la ECI y el resto de las actividades que pasan por el DC. Disfrútenlo y hasta la próxima edición.

Diego



Diego Fernández Slezak  
Director

---

<http://www.dc.uba.ar>

---