Sistemas Inteligentes

Carlos Castro, Eric Monfroy, Broderick Crawford:

SATISFACCIÓN RESTRINGIDA Y OPTIMIZACIÓN DISCRETA

Departamento de Informática, Universidad Técnica Federico Santa María.

Escuela de Ingeniería Informática, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

En general, nos interesa la resolución de Problemas de Satisfacción de Restricciones y la Optimización Discreta utilizando técnicas completas, incompletas e híbridas que integren las dos primeras.

El estudio de las técnicas completas, incompletas e híbridas ha utilizado diversos problemas de planificación, en particular, hemos trabajado el Problema de Balanceo de Mallas Curriculares Académicas. Este problema propuesto originalmente por Carlos Castro, fue incluido en la librería de Problemas de Satisfacción de Restricciones www.csplib.org y se ha convertido en un problema de gran interés para la comunidad de Programación con Restricciones siendo actualmente objeto de diversos estudios y extensiones.

En el contexto de la integración de técnicas, trabajamos en el desarrollo de algoritmos que se adapten para determinar las mejores heurísticas a aplicar para un problema dado. La noción de Autonomous Search ha sido estudiada y los avances recientes en el tema serán publicados en 2011 por Springer Verlag en un libro donde Eric Monfroy es co-editor junto con Youssef Hamadi (Microsoft Research Cambridge, UK) y Frédéric Saubion (Universidad de Angers, Francia).

Por otro lado, trabajamos en la aplicación del enfoque basado en restricciones para la composición de servicios Web. Estamos interesados específicamente en

Carlos Castro.

los problemas de composición horizontal, donde la composición es fijada de manera abstracta. El problema consiste en determinar nuevas instancias de los servicios Web que permiten, por ejemplo, satisfacer la solicitud de un cliente. Este tipo de problema puede ser visto como un problema de configuración que puede ser tratado gracias a un razonamiento basado en restricciones. Los primeros resultados de este trabajo fueron presentados en la International Conference on Cooperative Information Systems en un trabajo conjunto con Olivier Perrin (Universidad de Nancy I, Francia), Christophe Ringeissen (INRIA, Francia) y Laurent Vigneron (Universidad de Nancy II, Fancia).

Carlos Hernández:

BÚSQUEDA HEURÍSTICA EN TIEMPO REAL

Departamento de Ingeniería Informática, Universidad Católica de la Santísima Concepción.

Trabajo en el Departamento de Ingeniería Informática de la Universidad Católica de la Santísima Concepción desde 1999. Me doctoré en el Instituto de Investigación en Inteligencia Artificial (IIIA) del Consejo de Investigaciones Científicas de España en el año 2008 con el apoyo de una beca Conicyt para Doctorado en el extranjero. Mi área de investigación principal es Búsqueda Heurística. La Búsqueda Heurística es un método general de resolución de problemas en Inteligencia Artificial. El tema de mi tesis doctoral fue Búsqueda Heurística en Tiempo Real (BHTR) [1]. Las estrategias de BHTR son métodos de búsqueda "online" que permiten resolver problemas de planificación cuando un agente tiene un tiempo limitado para planificar acciones. Una aplicación de los métodos de búsqueda en tiempo real son los juegos de estrategia para computador tipo World of Warcraft o Baldur's Gate. Por ejemplo, la compañía "Blizzard Entertainment", creadora de Warcraft, ha establecido que el tiempo en que los personajes del juego planifican sus movimientos no debe superar los tres milisegundos. La investigación en esta área la he realizado principalmente con mi director de tesis, el Dr. Pedro Meseguer científico titular del IIIA. Nuestras publicaciones más importantes son:

- C. Hernández and P. Meseguer, Lookahead, Propagation and Moves in Real-Time Heuristic Search. In on-line Proceedings of the International Symposium on Combinatorial Search. SOCS 2009.
- C. Hernández and P. Meseguer, Combining Lookahead and Propagation in Real-Time Heuristic Search. In Proceedings of the First International Symposium on Search Techniques in Artificial Intelligence and Robotics. AAAI 2008.
- C. Hernández and P. Meseguer, Improving LRTA*(k). In Proceedings of the 20th International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI 2007, Hyderabad, India.
- C. Hernández and P. Meseguer, Propagating Updates in Real-Time Search: HLRTA*(k). In Proceedings of the 11th Conference of the Spanish Association for Artificial Intelligence.

Carlos Hernández junto a su grupo de investigación.

CAEPIA 2005, Santiago de Compostela, España. Pag. 193-202. LNAI. ISI. Best Paper Award.

- C. Hernández and P. Meseguer, LRTA*(k). In Proceedings of the 19th International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI 2005, Edinburgh, Scotland. Pag. 1238-1243.

Desde finales de 2009 he comenzado a trabajar con el Dr. Jorge Baier del Departamento de Ciencias de la Computación de la Pontificia Universidad Católica de Chile en BHTR. Nos aceptaron el trabajo titulado "Escaping Heuristic Hollows in Real-Time Search without Learning" en el Workshop en Agentes y Sistemas Colaborativos (WASC 2010) de las Jornadas Chilenas de Computación 2010, y estamos preparando un artículo para enviar a AAMAS 2011.

Otra línea de investigación que trabajamos desde mediados de 2009 es Búsqueda Heurística Incremental (BHI). La BHI permite resolver problemas de planificación en entornos dinámicos y/o semiconocidos de manera eficiente. El algoritmo más popular del área es D*Lite [2]. Versiones de este algoritmo han sido implementadas en los exploradores de Marte "Spirit" y "Opportunity", y en el automóvil autónomo ganador de la DARPA Urban Challenge - 2009 de CMU. La investigación en BHI la hemos realizado con el grupo de investigación del Dr. Sven Koenig de la University of Southern California[1] y con el Dr. Pedro Meseguer. Hemos publicado el artículo:

- C. Hernández, P. Meseguer, X. Sun and S. Koenig, Path-Adaptive A* for Incremental Heuristic Search in Unknown Terrain. In Proceedings of the 19th International Conference on Automated Planning and Scheduling. ICAPS 2009.

Actualmente trabajamos en un algoritmo que experimentalmente ha mostrado mejoras sustanciales sobre D*Lite. Pretendemos publicar nuestro trabajo en AAMAS-2011 e IJCAI-2011.

La investigación en Búsqueda Heurística que hemos realizado en los últimos años ha sido parcialmente financiada por el proyecto Fondecyt de iniciación Código 11080063 que termina este año. Hemos enviado la postulación al Concurso Regular Fondecyt 2011 en las áreas de Búsqueda Heurística y Planificación Automática en conjunto con el Dr. Jorge Baier de la Pontificia Universidad Católica y el Dr. Mario Medina de la Universidad de Concepción (UdeC).

Desde el año 2009 coordino el proyecto "Técnicas de inteligencia artificial para el uso eficiente del agua en plantaciones de arándanos utilizando redes de sensores inalámbricos[2]". Éste es financiado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) del Ministerio de Agricultura. Esta temporada de riego 2010-2011 corresponde implementar el prototipo de nuestro sistema en los huertos comerciales asociados. El trabajo es realizado por académicos y personal contratado por nuestro Departamento. Hemos contado con la colaboración de académicos de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la UdeC y de investigadores del INIA. Pensamos continuar la colaboración en proyectos tecnológicos para el área agrícola postulando a fondos nacionales y extranjeros.

Referencias

[1] R.Korf. Real-time heuristic search, Artificial Intelligence, Vol. 42, No. 2-3, pp. 189-211, March 1990.

[2] S. Koenig and M. Likhachev. D* Lite. In Proceedings of the AAAI Conference of Artificial Intelligence (AAAI), 476-483, 2002.

INCA: INVESTIGACIÓN EN INTELIGENCIA COMPUTACIONAL Y APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

Departamento de Informática, Universidad Técnica Federico Santa María.

El grupo de Inteligencia Computacional Aplicada (INCA) del Departamento de Informática de la Universidad Técnica Federico Santa María fue formado en el año 2000 por investigadores de las áreas de Estadística Computacional y Aprendizaje Automático. A la fecha, el grupo de investigación es liderado por el profesor titular Dr. Héctor Allende y por el profesor emérito Dr. Claudio Moraga. Además, colaboran en la investigación el Dr. Rodrigo Salas y el Dr.(c) Ricardo Ñanculef; los alumnos de doctorado Carlos Valle, Rodrigo Alfaro, Héctor Allende-Cid, Juan Zamora y Sergio Campos, y el asistente científico Ing. Alejandro Veloz.

El interés de investigación del grupo está centrado en el aprendizaje automático de datos y sus aplicaciones en problemas de pronóstico, procesamiento de imágenes, reconocimiento de patrones y Web data mining, entre otras (ver por ejemplo [1, 9, 12, 13]). Además, se mantienen estrechos vínculos con investigadores de diferentes instituciones europeas, citándose entre ellas: El European Centre for Soft-Computing en

España; el Departamento de Computación del Imperial College of London en Reino Unido; el Departamento de Informática de la Technische Universität Dortmund en Alemania; y el Departamento de Electrónica, Informática y Sistémica de la Università di Bologna en Italia; entre otros centros de investigación.

Sin duda que los progresos conseguidos en el área de aprendizaje automático de datos están cambiando la forma de usar computadores para explorar datos en áreas que se caracterizan por disponer de bases de datos de gran tamaño y alta dimensionalidad, donde se requiere develar patrones y tendencias ocultas demasiado sutiles o complejas para ser detectadas por los seres humanos. Actualmente, existen numerosas aplicaciones de la vida cotidiana donde se están empleando algoritmos de aprendizaje de datos registrados en tiempo real, por ejemplo, en el modelado de varias actividades personales, conversaciones y movimientos, guías de tráfico, entre muchas otras áreas.

El paradigma hoy dominante para construir e implementar algoritmos de aprendizaje automático a partir de un conjunto datos supone la disposición completa de dichos datos desde el inicio y durante todo el proceso de entrenamiento, de modo que la máquina tiene acceso a todos ellos tantas veces como sea necesario. Sin embargo, existen muchas aplicaciones en las cuales este paradigma deja de ser razonablemente útil y se requiere minimizar por razones prácticas o de factibilidad física los requerimientos de memoria y overhead computacional. Por otro lado, la naturaleza inherentemente dinámica de los fenómenos que generan los datos causa que los patrones característicos estén constantemente evolucionando y cambiando, pudiendo generarse la situación en la cual nuevos conceptos son agregados a un conjunto de datos.

Desafortunadamente, la mayoría de las técnicas de aprendizaje automático están basadas en el supuesto de que los datos se ajustan a una distribución de probabilidad estacionaria, y se omite la posibilidad de que las distribuciones subyacentes cambien. Este hecho podría degradar el desempeño predictivo de los modelos de máquinas de aprendizaje.

Grupo INCA.

El grupo INCA está abocado principalmente al diseño de algoritmos de aprendizaje automático capaces de extraer y mantener un modelo mediante arribos secuenciales de datos, es decir, los conjuntos de ejemplos en un instante determinado no están disponibles en rondas sucesivas. En este sentido, como parte de nuestro quehacer, hemos explorado y desarrollado metodologías de análisis para los aspectos centrales de los algoritmos de aprendizaje automático, como los son, la capacidad de generalización en ambientes no-estacionarios y dinámicos, y la robustez frente a las desviaciones en los supuestos idealizados de la realidad. Entre los principales resultados que el grupo ha alcanzado está la construcción de nuevas técnicas de procesamiento de datos en base a modelos de máquinas de aprendizaje con arquitecturas flexibles, capaces de adaptarse rápidamente a los ambientes no-estacionarios, pero que al mismo tiempo sean lo suficientemente estables para no verse afectados por la presencia de datos atípicos o aberrantes en el conjunto de datos. Los principales resultados en este tema se pueden ver en [3, 7, 10, 11].

Las aplicaciones del paradigma de aprendizaje desarrollado por el grupo INCA, se podrían enmarcar en dos escenarios fundamentales. El primero corresponde a aplicaciones de minería de datos con almacenamiento distribuido, en el cual los datos que el algoritmo requiere procesar se encuentran horizontalmente fragmentados sobre una red de nodos de información, a los que el algoritmo debe acceder minimizando la cantidad de datos que se transfieren sobre la red. El segundo escenario corresponde a aplicaciones de minería de datos sobre streams de datos, es decir, a partir de secuencias de ejemplos que arriban a un sistema de manera continua en el tiempo, en volúmenes que no es posible almacenar por completo antes de iniciar el proceso de análisis. Mayores detalles de estas aplicaciones se pueden encontrar en [2, 4, 8].

Nuestros últimos esfuerzos se han concentrado en la formulación de modelos y algoritmos de aprendizaje incremental dentro del marco teórico de las máquinas de soporte vectorial (SVMs, support vector

machines). Específicamente hemos propuesto la utilización de algoritmos de geometría computacional desarrollados recientemente para cómputo de medidas de extensión de conjuntos, los cuales se han mostrado equivalentes a los problemas de optimización subyacentes a un gran número de modelos de soporte vectorial. Por ejemplo, construir una SVM en un problema de clasificación binario resulta equivalente a determinar la distancia mínima entre las envolturas convexas correspondientes a ambas clases de ejemplos. Ante esta equivalencia hemos logrado desarrollar un nuevo método para resolver problemas de clasificación con múltiples categorías, que no requieren la generación de múltiples SVMs binarias y pueden ser más eficientes que otros métodos de estas características propuestos en la literatura. Hemos mostrado también que la equivalencia entre un tipo especial de SVM y el problema de determinar la hiperesfera contenedora mínima de un conjunto de puntos (en un determinado espacio característico) permite construir algoritmos muy eficientes para resolver el problema de entrenar una SVM cuando los datos se encuentran distribuidos sobre una red. En este momento, nos encontramos demostrando que esta equivalencia permite la construcción de algoritmos para entrenar aproximadamente una SVM sobre un stream de datos, procesando sólo una vez cada registro, y también que es posible acotar el error acumulado del modelo sobre la secuencia de observaciones. Algunos de los resultados en este tópico han sido publicados en [5, 6].

Referencias

[1] H. Allende, A. Frery, J. Galbiati, L. Pizarro, "M-Estimators with Asymetric Influence Functions the Distribution GA0 Case", Journal of Statistical Computation and Simulation, Vol. 76 Nº 11, pp. 941-956, November, 2006.

[2] R. Ñanculef, C. Valle, H. Allende, C. Moraga, "Ensemble Learning with Local Diversity", Lecture Notes in Computer: Artificial Neural Networks Science, Vol. 4113, pp. 264-273, 2006, (ICANN-2006), (Grecia).

[3] R. Salas, H. Allende, S. Moreno, C. Moraga, "Robust and flexible model of Hierarchical Self Organizing Map for non-stationary environments", Journal Neuro-Computing. Vol. 70 pp.2744-2757, 2007.

[4] R. Ñanculef, C. Valle, H. Allende, C. Moraga, "Two bagging algorithms with coupled learners to encourage diversity", Lecture Notes in computer Science: Advances Intelligent Data Analysis Vol. 4723 pp. 130-139, 2007, (IDA-2007, Ljubljana Slovenia).

[5] R. Ñanculef, C. Concha, H. Allende, D. Candell. "Multicategory SVMs by Minimizing the Distances Among Convex-Hull Prototypes". Proceedings Eight International Conference on Hybrid Intelligence Systems. Ed. Proceedings CPS IEEE Computer Society, Vol. 1 pp. 423-428, 2008. (HIS-2008, Barcelona España).

[6] R. Ñanculef, C. Concha, H. Allende, D. Candell, and C. Moraga, "AD-SVMs: A Light Extension of SVMs for Multicategory Classification", International Journal of Hybrid Intelligence Systems (JHIS), Vol. 6 (2) pp. 69-79 2009.

[7] C. Saavedra, R. Salas, H. Allende, C. Moraga, "Fusion of Topology preserving Neural Networks". In Lecture Notes in Computer Science Vol. 5572, pp. 517-524, 2009. (HAIS-2009, Barcelona España).

[8] Carlos Valle, Francisco Saravia, Héctor Allende, Raúl Monge, César Fernandez, "Parallel Approach for Ensemble Learning with Locally Coupled Neural Networks", aceptado para publicación en Neural Processing Letters (2010).

[9] H. Allende, D. Bravo, E. Canessa, "Robust Design in Multivariate Systems using Genetic Algorithms", Journal Quality & Quantity Vol. 44 No.2 pp 315- 332, 2010.

[10] R. Salas, C. Saavedra, H. Allende, C. Moraga, "Machine Fusion to Enhance the Topology Preservation of Vector Quantization Artificial Neural Networks", aceptado para publicación en Pattern Recognition Letters, 2010.

[11] S. Campos, R. Salas, H. Allende, C. Castro, "Ensemble of local descriptors with topological preservation for iris pattern recognition", aceptado para publicación en Pattern Recognition Letters, 2010.

[12] H. Allende, C. Moraga, R. Ñanculef, R. Salas. "Ensembles Methods for Machine Learning". Chapter of book "Pattern Recognition and Machine Vision" in Honor and Memory of Prof. King-Sun Fu, Editor Patrick Shen-Pei Wang, River Publishing Company, Denmark 2010.

[13] E. Canessa, C. Droop, H. Allende, "An Improved Genetic Algorithm for Robust Design in Multivariate Systems", aceptado para publicación en Journal Quality & Quantity Ed. Springer Verlag, to appear 2011.

John Atkinson.

John Atkinson:

PROCESAMIENTO DE LENGUAJE NATURAL EN LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

Departamento de Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación, Universidad de Concepción.

El lenguaje es uno de los medios de comunicación natural más importante entre humanos, ya sea hablado o escrito. Sin embargo, nuestros mecanismos de procesamiento de lenguaje en sus diferentes etapas son muy complejos tanto del punto de vista fisiológico como cognitivo.

Entender dichos mecanismos, desarrollar teorías, y modelos de procesamiento automático del lenguaje para aplicarlos en la resolución de problemas complejos ha sido foco de investigación mundial desde los inicios de la historia de las Ciencias de la Computación. Por ejemplo, actualmente no sería posible diseñar compiladores para lenguajes de programación si no fuera por los estudios originales de procesamiento de lenguaje del lingüista Noam Chomsky del MIT. Más aún, el test de Turing trabaja sobre la base de interacción humano-computador vía lenguaje natural donde la "máquina" tiene que ser lo bastante inteligente procesando, entendiendo el lenguaje y generando respuestas como para "engañar" a un ser humano.

En la actualidad, existen muchas tareas complejas que involucran el Procesamiento (automático) del Lenguaje Natural (PLN), las que serían prácticamente imposibles de ser

llevadas a cabo por seres humanos. Así, PLN se ocupa de la formulación e investigación de mecanismos computacionalmente eficaces para la comunicación entre personas o entre personas y máquinas por medio de lenguajes naturales. Dada la complejidad de resolver problemas de PLN, se requiere investigación multidisciplinaria proveniente de Inteligencia Artificial (IA), Aprendizaje Automático, Lingüística, Representación de Conocimientos, etc.

Aunque comprender automáticamente el lenguaje natural completo está fuera del alcance actual, se han abordado eficientemente tareas específicas de análisis morfológico, análisis sintáctico, análisis semántico y procesamiento de discurso. Se ha avanzado mucho en resolver problemas específicos de interacción humano-computador o de análisis de fuentes de información no estructuradas disponibles en medios masivos electrónicos (papers, documentos Web, emails, etc.). Áreas de trabajo involucran sistemas de pregunta-respuesta sobre la Web (question-answering), sistemas de diálogos automatizados, extracción de información desde bases de datos documentales, traducción automática, generación de lenguaje natural, descubrimiento de patrones desde textos, reconocimiento del habla, etc.

Actualmente la investigación en PLN realizada en la Universidad de Concepción es la más importante del país y está albergada como parte del Laboratorio de Inteligencia Artificial (www.ia.udec.cl). El trabajo involucra tanto investigación científica como aplicada en NLP en áreas tales como:

- Modelos de diálogo humano-computador para filtrado de información en la Web.
- Generación de Lenguaje Natural a partir de descripciones no-lingüísticas (por ejemplo, describir gráficos estadísticos en lenguaje natural para ser comprensibles por humanos).
- Sistemas de pregunta-respuesta para acceder a respuestas directas a preguntas analizando textos disponibles en medios masivos como la Web, Wikipedia, etc.
- Extracción de información desde grandes bases de datos de documentos médicos para ser traspasada a bases de datos tradicionales.
- Representación de conocimientos y Ontologías.
- Análisis de opiniones desde textos disponibles en medios electrónicos y redes sociales.
- Descubrimiento de patrones desde textos en lenguaje natural para propósitos de toma de decisiones automatizada, clasificación de documentos, etc.
- Rotulación automática de información semántica y de discurso de textos en lenguaje natural (por ejemplo, convertir información de textos en lenguaje natural puro, a información semiestructurada rotulada del tipo XML, etc.).

El grupo de NLP se encuentra muy activo en la comunidad internacional tanto de NLP propiamente tal como de IA en aspectos tanto científicos como tecnológicos. Además, algunas de las investigaciones realizadas ya están siendo transferidas al sector productivo en la forma de aplicaciones o servicios comerciales. Así, los trabajos ya cuentan con registros de propiedad intelectual a nivel nacional como también están inscritos en registros de licencias en el área de PLN administradas por el Centro Alemán de Inteligencia Artificial (DFKI).

El grupo de PLN es activo en varios proyectos nacionales del tipo Fondecyt, de cooperación internacional del tipo Conicyt TIC-AmSud, ECOS e IBM Research Grants, además de tener cooperaciones activas con otros grupos internacionales en Canadá, Estados Unidos, Francia, Reino Unido y Alemania, entre otros.

NLCM: NATURAL LANGUAGE AND COMPUTING MACHINES

Departamento de Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación, Universidad de Concepción.

El grupo NLCM (Natural Language and Computing Machines) del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Concepción tiene como objetivo investigar aspectos del lenguaje natural que puedan ser formalizados e implementados algorítmicamente para estructurar y consultar objetos visuales. Dos de los proyectos de más impacto de este grupo son:

Estructuración, integración e intercambio de datos contenidos en representaciones gráficas (como gráficos de línea, barra, etc.). En este proyecto, gráficos estadísticos creados en Excel, GNUPlot, Gnumeric, etc. son analizados y provistos de una semántica enriquecida con la que se pueda construir bases de conocimiento gráficas altamente expresivas. Un ejemplo de consulta a estas KBs sería: "Deme un gráfico que muestre una caída fuerte en el empleo, pero una suba moderada en la venta de autos cero kilómetro". Para esto, palabras como "fuerte" y "moderado" deben tener una semántica fija, los ejes de los gráficos deben ser de la misma clase, o de una superclase; la semántica de los títulos debe estar estructurada (autos nuevos versus sólo autos), etc. Este proyecto se lleva a cabo con financiamiento de IBM.

Estandarización de un lenguaje escrito para comunicar hechos estadísticos que se suceden en gráficos de línea o barras ("Employment plummetted in July"). Las agencias estadísticas (como el Instituto Nacional de Estadística en Chile) comunican información que se interpreta de una base de datos numérica de distintos factores de la sociedad: población, empleo, ingreso per cápita, venta de vehículos, etc. Esta comunicación se hace a través de reportes escritos que si bien usualmente poseen gráficos, estos últimos están acompañados, y muchas veces explicados en lenguaje natural. Debido a que palabras como "plummet", "fall", "skyrocket" tienen tintes semánticos diferentes (después de todo, las primeras dos palabras son especializaciones de "decremento", mientras que la última de "incremento") que colorean la oración en la que aparecen. Estos tintes semánticos tienden a influenciar políticas de estado, y su formalización es altamente deseable para minimizar los efectos de la posible ambigüedad. Este proyecto se lleva a cabo con financiamiento de la Dissemination Division de Statistics, Canadá.

Grupo NLCM.

El NLCM es liderado por el Dr. Leo Ferres, profesor asistente del Departamento de Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación de la Universidad de Concepción (como entretención, se pide al lector que lo reconozca en la foto por ser el único que no concuerda con la serie). El Dr. Ferres obtuvo su Doctorado (2005) en Carleton University, Ottawa, Canadá en Ciencias Cognitivas (modelamiento de conductas inteligentes), e hizo su Posdoctorado (2004-2006) en Human-Computer Interaction en la misma Universidad, y fue luego Senior Research Scientist en HCI hasta el 2008, año en que asumió funciones en la Universidad de Concepción. El Dr. Ferres ha sido miembro del comité de programa y publica frecuentemente en ACM ASSETS, CHI, ACL ENLG, UIMA Workshop, W4A, SLPAT entre otras, es revisor de ACM TACCESS, y es el general chair de W4A2011, en Hyderabad, India (parte de la WWW Conference). También fue editor invitado de Taylor & Francis Special Issue on Web Accessibility in the Journal New Review of Hypermedia and Multimedia y ha publicado en el Journal of Web Semantics.

Si el lector ya hizo el ejercicio de identificación más arriba, y para su respuesta, los presentes en la foto son, de izquierda a derecha: Rodrigo Parada, Diego Caro, Leo Ferres, José Fuentes, Rodrigo Zúñiga y Patricio Sandaña.

COMET: COMBINATORIAL OPTIMIZATION AND METAHEURISTICS TEAM

Departamento de Informática, Universidad Técnica Federico Santa María.

COMET, es un grupo de investigación del Departamento de Informática de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), liderado por la Dra. María Cristina Riff, dedicado a la resolución de problemas combinatoriales, usando técnicas provenientes de la Investigación de Operaciones, así como el uso de técnicas modernas inspiradas en el uso de heurísticas, aprovechando las capacidades computacionales disponibles actualmente.

El objetivo de nuestro grupo es desarrollar y proponer métodos basados en heurísticas, y metaheurísticas tales como Algoritmos Genéticos, Simulated Annealing, Tabu Search, Colonias de Hormigas, Sistemas Inmunes Artificiales, Hiperheurísticas y otros algoritmos híbridos, y analizar su aplicación para resolver problemas complejos de satisfacción de restricciones y de optimización en dominios finitos.

Dada la naturaleza de las aplicaciones que consideramos, la investigación incluye además aspectos de paralelismo. Nuestro interés en las técnicas está enfocado principalmente en Control de Parámetros, Hiperheurísticas y Técnicas Autoadaptativas.

Problemas de nuestro interés:

- Constraint Satisfaction
- Strip Packing
- Time Tabling
- Vehicule Routing
- Travel Salesman
- Motion Planning
- Travel Tournament
- Cryptography
- Animations in Games

Realizamos trabajos de cooperación Internacional con Carlos Coello (CINVESTAV, México), Bertrand Neveu (Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, Francia), Olivier Marín (Laboratoire d'Informatique de Paris VI, Francia).

Nuestros ex miembros son: Dr. Jorge Maturana actualmente Universidad Austral, Dr. Carlos Grandón Amadeus Francia, Dr. Marcos Zúñiga Universidad Técnica Federico Santa María, Dr. Ignacio Araya Universidad Técnica Federico Santa María, Dra. Giglia Gómez Universidad de Valparaíso, Msc. Pablo Garrido Universidad Saarland Alemania.

Los miembros actuales de COMET son el investigador Dr. Ignacio Araya; la estudiante de Doctorado Elizabeth Montero; los estudiantes de Magíster Leslie Pérez, Agustín Antonissen y Leopoldo Altamirano, y los estudiantes de Ingeniería Civil: Rodrigo Lisperguier, Ignacio Mella, Daniela López, Felipe Ritz, Renato Rivera.

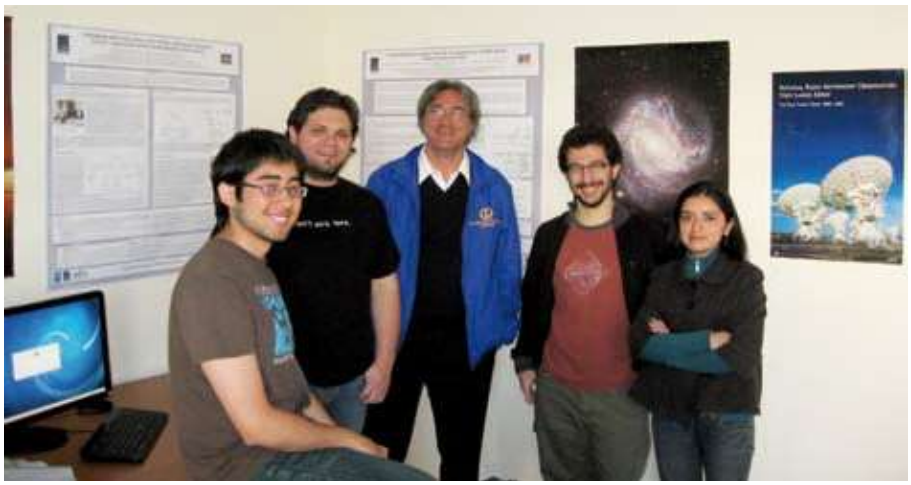
Nuestros artículos han sido publicados en Journals: Information Sciences, Journal of Heuristics, Neural Computing and Applications, European Journal of Operations Research, Engineering Applications of Artificial Intelligence, International Journal on Artificial Intelligence Tools, Intelligent Automation and Soft Computing Journal,

Nuestro grupo ha publicado recientemente en las conferencias: Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO), IEEE Conference on Evolutionary Computation (CEC), International Conference on Tools for Artificial Intelligence (ICTAI) PPSN, ISMIS, ICARIS, SOCPAR, NABIC, ICAIS, ALIO/EURO.

Mauricio Solar:

INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SUS APLICACIONES

Departamento de Informática, Universidad Técnica Federico Santa María.



Mauricio Solar (al centro) junto a su grupo de investigación.

Planificación y Scheduling son áreas de la Inteligencia Artificial (IA) orientadas a automatizar la ejecución y supervisión de acciones, actividades y/o tareas. El scheduling es un problema NP-completo y se puede resumir como el problema de asignar un conjunto de tareas a un conjunto de recursos sujetos a un conjunto de restricciones. Su implementación proporciona una tecnología que permite (o aumenta) la autonomía de los sistemas con un gran potencial de aplicaciones en diversas áreas.

Es así como se pueden mencionar varias aplicaciones en las que hemos trabajado desde hace más de diez años. Inicialmente buscábamos investigar en nuevos algoritmos de scheduling basados en técnicas heurísticas que han permitido desarrollar herramientas para optimizar el poder computacional que entregan las máquinas con varios procesadores (HPC). De esta forma, los primeros proyectos de investigación apuntaban a desarrollar algoritmos de scheduling para máquinas con memoria compartida (conocidas como de procesamiento simétrico), luego investigando algoritmos para máquinas con memoria distribuida (donde dependiendo de la máquina y los procesos se debe considerar tiempos de comunicación), pasando por la investigación de algoritmos de scheduling para optimizar el uso de los procesadores en un *cluster* (con procesadores homogéneos), hasta el scheduling en computación grid con máquinas heterogéneas, y donde el scheduling no es centralizado sino que se encuentra distribuido en diferentes ambientes. Esta investigación en técnicas heurísticas para desarrollar algoritmos de scheduling condujo la investigación hacia nuevas áreas en las que el scheduling permitiera optimizar el uso de recursos (escasos y caros) dependiendo del área de aplicación. Actualmente, una de las áreas más excitantes en la que estamos trabajando es la investigación de algoritmos de scheduling aplicados a la astronomía.

Scheduling de procesos en máquina paralelas

En esta área hemos investigado algoritmos para asignar código paralelo que debe ejecutarse en máquinas con varios procesadores. Esta investigación se ha financiado con el proyecto Fondecyt Nº 1000074 (2000-2002), titulado "Selección Automática de Asignación para Generar Código Paralelo Eficiente", y otro proyecto Fondecyt Nº 1030775 (2003-2005), titulado "Desarrollo de Algoritmos de Scheduling para diferentes Modelos de Memoria en Máquinas Paralelas y Distribuidas". Actualmente estamos con un proyecto DGIP-UTFSM (2008-2010), titulado "Desarrollo de Algoritmos Distribuidos de Scheduling para Grid (Grid Scheduling)".

En el contexto de estos proyectos, el trabajo "mdl2dag: Convert Graphical Model System Files to DAGs" (M. Solar y M. Feeley, 2002) presentado en el "Forum on Specification and Design Language" en Marsella (Francia) fue la base para comenzar a trabajar sobre grafos de tareas que representan aplicaciones reales que requerían ser paralelizadas para responder a las exigencias en tiempo real. El alumno de Ingeniería Civil Informática (ICI), Francisco Delgado Álvarez, desarrolló su memoria clasificando estos DAG (Directed Acyclic Graphs) con el objetivo de posteriormente seleccionar el mejor algoritmo de scheduling para itinerarlo, lo cual fue desarrollado en la tesis de Magíster en Ingeniería Informática (MII) del alumno Mario Inostroza Ponta, dando origen a varias publicaciones entre las cuales se puede mencionar "An Automatic Scheduler for Parallel Machines" (LNCS 2400, pp. 212-216, 2002, M. Solar y M. Inostroza). Esta tesis de Inostroza Ponta permitió generar un código intermedio para multiprocesadores de memoria compartida en la tesis de MII del alumno Héctor Pincheira Conejeros. El alumno Cristián Morales Napoli de ICI de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) implementó un algoritmo genético paralelo para resolver el problema de scheduling en un *cluster* de procesadores homogéneos con excelentes resultados empíricos.

Aplicaciones en Astronomía

En Chile se han construido telescopios de última tecnología y únicos en el mundo. ALMA (Atacama Large Millimeter Array) se está construyendo en la planicie de Chajnantor (cerca de San Pedro de Atacama) a 5000 msnm, producto de una colaboración internacional entre Europa (ESO), EEUU (NRAO) y Asia (NAOJ), que el año 2013 dará origen al radio-telescopio mas grande del mundo, con mas de 60 antenas. ALMA tendrá la posibilidad de ser usado como un único arreglo, o hasta seis arreglos

independientes o grupos de antenas. Cada arreglo es equivalente a un instrumento, lo cual puede verse como un problema multitelescopio.

En el grupo de CSRG-ALMA de la UTFSM se realizan investigaciones en varias áreas aplicadas de la astronomía. Específicamente en el área de planificación y scheduling en IA, se está desarrollando un proyecto ALMA-Conicyt N° 31080031 (Computer Science for ALMA - Strengthening Research and Development within a Chilean University), en el que se investiga sobre técnicas heurísticas para resolver el problema de scheduling de las observaciones. El objetivo es desarrollar un scheduler que decida qué objeto será observado, cuándo y por cuánto tiempo, optimizando el uso del tiempo de observación y equilibrando consideraciones de corto y largo plazo.

Las preguntas que se busca responder son: ¿Cuándo está disponible el instrumento para los propósitos de cada observación? ¿Cuándo son ideales las condiciones del tiempo para observar un determinado objeto? ¿Cuál objeto debe ser observado primero? ¿Cómo saber cuándo un objeto está listo?

Como primera aproximación en el tema de scheduling en astronomía, el alumno Norman Sáez Vásquez, de ICI de la USM, desarrolló en su memoria un scheduler para el sistema de control de un telscopio amateur, que no tiene las restricciones de un telescopio profesional.

Para construir un scheduling de observación en un telescopio profesional, el sistema debe conocer las condiciones climáticas que cambian dinámicamente, tales como: velocidad del viento y dirección; precipitaciones (nieve o hielo, que pueden detener una observación); humedad; columna de vapor de agua; temperatura; cobertura UV; iluminación del cielo, etc. Otras consideraciones son el número de antenas disponibles en las diferentes configuraciones de ALMA (hasta seis configuraciones), y las condiciones de visibilidad del objetivo, como por ejemplo que se encuentra sobre el horizonte, o que no se encuentre bloqueado por el sol o la luna, etc. Considerando estos requerimientos, el alumno Arturo Hoffstadt Urrutia de ICI de la USM, desarrolló en su memoria un simulador de las antenas de ALMA para verificar el comportamiento de las antenas en las observaciones astronómicas.

El alumno de MII de la UTFSM, Matías Mora Klein, en su tesis de grado está desarrollando un algoritmo de scheduling con prioridades dinámicas. En un artículo reciente analizó los observatorios y telescopios profesionales más importantes instalados, tales como el telescopio espacial Hubble, Very Large Telescope (VLT), telescopio Subaru, observatorio Gemini, y el telescopio Robert C. Byrd Green Bank (GBT), en el que se concluye que aunque usan cierto grado de scheduling automatizado, todos requieren de intervención de un experto para reconstruir la planificación diaria y tomar decisiones de último minuto.

Como conclusión se puede comentar que el scheduling de las observaciones astronómicas es una nueva instancia del problema de scheduling que es dinámico, grande y complejo, que lo hace facinante e importante de investigar y resolver.

Acknowledgement

Esta investigación ha sido posible gracias al apoyo financiero del proyecto ALMA-Conicyt #31080031, y AUI.

Jorge Baier, Domingo Mery, Karim Pichara y Álvaro Soto:

GRIMA: GRUPO DE INTELIGENCIA DE MÁQUINA

Departamento de Ciencia de la Computación, Pontificia Universidad Católica de Chile.

En GRIMA nuestro principal objetivo es participar activamente en el desarrollo de nuevas teorías y algoritmos que incrementen el grado de flexibilidad o "inteligencia" de las aplicaciones computacionales actuales. Nuestra visión es que en el corto plazo este tipo de teorías y algoritmos harán posible la aparición de una nueva generación de aplicaciones computacionales, capaces de operar con alto grado de autonomía en ambientes naturales y virtuales. Posibles escenarios incluyen robots autónomos capaces de operar exitosamente en ambiente naturales no estructurados, o agentes virtuales proactivos capaces de explorar y razonar con diligencia en sistemas de información como la Web.

La creación de este nuevo tipo de aplicaciones impone importantes desafíos, tales como el desarrollo de nuevas representaciones y algoritmos que permitan extraer conocimiento de fuentes de información no estructuradas. Adicionalmente, la operación en ambientes naturales requiere de avanzados sistemas de percepción, tales como algoritmos de visión por computador capaces de realizar tareas como la detección y el reconocimiento de situaciones y objetos. En el caso de sistemas proactivos, es necesaria también la incorporación de algoritmos que permitan la toma de decisiones. En nuestro grupo respondemos a estos desafíos realizando investigación teórica y aplicada en cuatro áreas principales: robótica cognitiva, planeamiento y lógica deductiva, aprendizaje de máquina, y visión por computador. Adicionalmente, nuestras líneas de investigación cubren una serie de temas relacionados como minería de datos, reconocimiento de patrones, sistemas embebidos y procesamiento de imágenes.

En el área de robótica cognitiva hemos desarrollado técnicas para navegación autónoma de robots móviles en ambientes de interior [18,19,20]. Estas técnicas permiten construir mapas de entorno y lograr localización del robot utilizando sensores visuales y de distancia. Las representaciones utilizadas se basan principalmente en grillas de evidencia y mapas topológicos utilizando íconos visuales. En el área de educación hemos creado experiencias que utilizan robots autónomos para apoyar la enseñanza de tópicos como geometría y física a niños en etapa escolar [21,22]. Dada la gran madurez que han alcanzado nuestras técnicas de navegación autónoma y las limitantes que tienen los robots para adquirir información semántica del ambiente,

Karim Pichara, Álvaro Soto, Jorge Baier y Domingo Mery.

actualmente nuestra investigación se ha volcado al desarrollo de nuevos algoritmos de visión por computador para resolver problemas como reconocimiento de objetos, escenas y personas [23,24,25]. Siguiendo las tendencias actuales en el campo de la visión por computador, estos algoritmos están fuertemente basados en el uso de técnicas de aprendizaje de máquina, en particular, modelos probabilísticos. Finalmente, parte importante de nuestra investigación también se centra en el ámbito de planeamiento, en particular, en el desarrollo de técnicas para manejar la típica disyuntiva de un agente autónomo entre disminuir sus incertezas o lograr sus objetivos (exploración versus explotación) [26].

En el área de representación de conocimiento y razonamiento investigamos representaciones lógicas y algoritmos que permiten a un agente inteligente actuar hábilmente en su ambiente. Nuestro foco principal en este último tiempo ha sido el desarrollo de algoritmos eficientes para resolver el problema de planning, el cual consiste en encontrar un curso de acción para un agente dados tres parámetros: un objetivo a cumplir, una representación de la dinámica del mundo y un objetivo. Planning tiene múltiples aplicaciones: desde implementación de robots hasta composición de componentes de software. Específicamente, hemos estudiado cómo es posible resolver el problema en forma efectiva cuando los objetivos son temporalmente extendidos [13] o hay existencia de preferencias [14] de usuarios. Además, nos interesa especialmente la interacción de nuestras técnicas con las de otras áreas de Ciencia de la Computación. Como ejemplo, hemos investigado cómo las técnicas de planning pueden ser aplicadas a la verificación de software [15] y cómo técnicas de análisis estadístico de lenguaje natural [16] se aplican a planning. Actualmente también trabajamos en aplicaciones de estas técnicas a áreas de ingeniería como el diagnóstico de dispositivos en ambientes dinámicos [17].

En el área de aprendizaje de máquina investigamos en diversas técnicas aplicadas al análisis de información [5,6,12], entre ellas selección de variables, detección de anomalías y aprendizaje activo [1,2,3,4]. La selección de variables es de gran utilidad en la mayoría de los problemas de aprendizaje de máquina, ayuda a mejorar el rendimiento en problemas donde existen muchas variables que pueden confundir los procesos de inferencia de conocimiento [4]. La detección de anomalías es un desafío que cada vez se hace más relevante [2,5], por ejemplo, hoy son necesarios sistemas de detección de fraudes bancarios, fallas en procesos productivos o detección de objetos nuevos en bases de datos de astronomía. Desarrollar este tipo de sistemas permite obtener información valiosa en casos donde realizar la tarea de detección manual ya no es posible. El aprendizaje activo también constituye un área muy relevante en el desarrollo de las últimas tecnologías sobre el aprendizaje de máquina [2], consta de crear sistemas capaces de elegir las situaciones que utilizará para aprender un modelo en forma semisupervisada. La motivación está basada en la capacidad que tenemos los humanos de retener sólo las situaciones que sabemos son más representativas de un problema en particular y desechamos las situaciones que no nos aportan mayor conocimiento y pueden ser omitidas a la hora de aprender.

En el área de visión por computador hemos desarrollado fuertemente aplicaciones industriales para la caracterización de alimentos y materiales usando imágenes radiográficas y ópticas. En los últimos años hemos participado en proyectos I+D en: inspección de color y forma de filetes de salmón [7], control de calidad de tortillas mexicanas [8], detección de espinas en salmones [9], caracterización de papas fritas [10]. La metodología empleada en estas aplicaciones se basa en un mismo esquema de reconocimiento de patrones, donde se extraen en cada imagen más de dos mil características visuales, de las cuales no más de veinte son usadas por un clasificador. La selección de características y del clasificador se lleva a cabo de manera

	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL
Publicaciones ISI	8	10	7	4	7	65
Pub. En Congresos	9	14	11	12	8	101
Citaciones	43	71	69	52	36	321
Proy. de Investigación	3	6	7	8	6	17
MSc Students	6	5	6	8	11	11
PhD Students	-	5	7	8	10	10

automática en una fase de entrenamiento [11]. Hoy en día, mediante un proyecto Fondecyt, estamos investigando la detección de anomalías internas en objetos usando inspección radiográfica de múltiples vistas con técnicas de view planning y active learning. La idea es contar con un manipulador robótico que pueda ubicar el objeto según lo que indique un algoritmo que, a partir del análisis de las imágenes radiográficas, determinará de manera activa las posiciones de interés a inspeccionar. Una posible aplicación sería la detección de objetos peligrosos en maletas.

En GRIMA hoy contamos con cuatro profesores jornada completa, más de quince cursos en el área, dos estudiantes de doctorado graduados este año y uno por graduarse en los próximos meses. A la vez contamos con cuatro profesores invitados: Miguel Torres y Cristián Tejos del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la PUC, Pablo Zegers de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes y Miguel Carrasco de la Escuela de Informática y Telecomunicaciones de la Universidad Diego Portales. En la tabla se puede apreciar algunas estadísticas relevantes.

Más información en nuestro sitio Web: grima.ing.puc.cl.

Acknowledgments

This work was partially funded by FONDECYT grants 1095140 and 1100830, Millennium Nucleus for Plant Functional Genomics (P006-09-F), Fondef grant D07I1080, and LACCIR Virtual Institute grant R1208LAC005. BITS

Referencias:

[1] K. Pichara and A. Soto, "Learning Discriminative Subsets of Features for Classification Using Gaussian Processes". Submitted to International Conference in Data Minning 2010, waiting for revision.

[2] K. Pichara and A. Soto, "Active Learning and Subspace Clustering for Anomaly Detection". Intelligent Data Analysis (IDA), ISSN: 1088-467X, Volume 15 (2), 2011.

[3] K. Pichara, A. Soto, and A. Araneda, "Detection of Anomalies in Large Datasets Using an Active Learning Scheme Based on Dirichlet Distributions". Advances in Artificial Intelligence, Iberamia-08, LNCS 5290, pp. 163-172, 2008. Best Student Paper Award.

[4] T. Puelma, A. Soto, and R. Gutiérrez, "An ensemble of Discriminative Local Subspaces in Microarray Data for Gene Ontology Annotation Predictions". Proc. of 1st Chilean Workshop on Pattern Recognition (CWPR), pp. 52-61, 2009.

[5] A. Cansado and A. Soto, "Unsupervised Anomaly Detection in Large Databases Using Bayesian Networks". Applied Artificial Intelligence, vol. 22, No. 4, pp. 309 – 330, 2008.

[6] Urtubia, J. R. Pérez-Correa, A. Soto, and P. Pszczólkowski "Using Data Mining Techniques to Predict Industrial Wine Problem Fermentations". Food Control, vol. 18, No. 12, pp. 1512–1517, 2007.

[7] Aguilera, J.M.; Cipriano, A.; Eraña, M.; Lillo, I.; Mery, D.; Soto, A.; Valdivieso, C. (2007): Computer Vision for Quality Control in Latin American Food Industry, A Case Study. International Conference on Computer Vision (ICCV-2007): Workshop on Computer Vision Applications for Developing Countries, Rio de Janeiro, Oct. 15.

[8] Mery, D.; Chanona-Pérez, J.; Soto, A.; Aguilera, J.M.; Cipriano, A.; Velez-Riverab, N; Arzate-Vazquez, I, Gutierrez–Lopez, G. (2010): Quality Classification of Corn Tortillas using Computer Vision. Journal of Food Engineering, 101(4):357-364.

[9] Mery, D.; Lillo, I.; Loebel, H.; Riffo, V.; Soto, A.; Cipriano, A.; Aguilera, J.M.: Automated Detection of Fish Bones in Salmon Fillets using X-ray Testing. In Proceedings of 4th Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology (PSIVT2010), Singapore, Nov.14-17, 2010.

[10] Pedreschi, F.; Mery, D.; Bunger, A.; Yañez, V.: Computer Vision Classification of Potato Chips by Color. Journal of Food Processing Engineering (accepted Sep 2009).

[11] Mery, D., Soto, A. (2008): Features: The more the better. The 7th WSEAS International Conference on Signal Processing, Computational Geometry and Artificial Vision (ISCGAV-2008), Rodos Island, Greece, August 20-22.

[12] A. Soto, F. Zavala, and A. Araneda. "An Accelerated Algorithm for Density Estimation in Large Databases, Using Gaussian Mixtures". Cybernetics and Systems, vol. 38, No. 2, pp. 123-139, 2007.

[13] Baier, J. A. and McIlraith, S. A. (2006a). Planning with First-Order Temporally Extended Goals Using Heuristic Search. In Proceedings of the 21st National Conference on Arti?cial Intelligence (AAAI), pages 788-795. Boston, MA.

[14] Baier, J. A., Bacchus, F., and McIlraith, S. A. (2009). A Heuristic Search Approach to Planning with Temporally Extended Preferences. Artficial Intelligence 173(5-6):593?618.

[15] Albarghouthi, A., Baier, J. A., and McIlraith, S. A. (2009). On the Use of Planning Technology for Verification. In Proceedings of ICAPS Workshop on Verification and Validation of Planning and Scheduling Systems.

[16] Muise, C., McIlraith, S., Baier, J. A., and Reimer, M. (2009). Exploiting N-gram Analysis to Predict Operator Sequences. In Proceedings of the 19th International Conference on Automated Planning and Sched. (ICAPS). Thessaloniki, Greece.

[17] Sohrabi, S., Baier, J., and McIlraith, S. A. (2010). Diagnosis as Planning Revisited. In Proceedings of the 12th International Conference on Knowledge Representation and Reasoning (KR). Toronto, Canada.

[18] A. Araneda, S. Fienberg, and A. Soto, "A Statistical approach to simultaneous mapping and localization for mobile robots". The Annals of Applied Statistics, vol. 1, No. 1, pp. 66-84, 2007.

[19] P. Espinace, D. Langdon, and A. Soto, "Unsupervised Identification of Useful Visual Landmarks Using Multiple Segmentations and Top-Down Feedback". Robotics and Autonomous Systems, vol. 56, No. 6, pp. 538-548, 2008.

[20] P. Espinace, A. Soto, and M. Torres-Torriti, "Real-Time Robot Localization In Indoor Environments Using Structural Information". IEEE Latin American Robotics Symposium (LARS), 2008.

[21] R. Mitnik, M. Recabarren, M. Nussbaum, and A. Soto, "Collaborative Robotic Instruction: A Graph Teaching Experience", Computers & Education, vol. 53 , No. 2, pp. 330-342, 2009.

[22] R. Mitnik, M. Nussbaum, and A. Soto, "An autonomous educational mobile robot mediator". Autonomous Robots, vol. 25, No. 4, pp 367-382, 2008.

[23] P. Espinace, T. Kollar, A. Soto, and N. Roy, "Indoor Scene Recognition Through Object Detection". In Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA-2010).

[24] S. Montabone and A. Soto, "Human Detection Using a Mobile Platform and Novel Features Derived From a Visual Saliency Mechanism". Image and Vision Computing, vol. 28, No. 3, pp. 391-402, 2010.

[25] D. Maturana, D. Mery, and A. Soto: Face Recognition with Decision Tree-based Local Binary Patterns. In Proceedings of Asian Conference on Computer Vision (ACCV2010), Queenstown, Nov.08-12, 2010.

[26] J. Correa and A. Soto, "Active visual perception for mobile robot localization". Journal of Intelligent and Robotic Systems, vol. 58, No. 3-4, 2010, pp. 339-354.