

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 telescopio 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 fascinante 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 deseamos 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 Mining 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. Pszczółkowski "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, Gutiérrez-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.; Bungler, 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 Artificial 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. Artificial 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.