



Actas de la XIII Conferencia de la Asociación  
Española para la Inteligencia Artificial



---

Sevilla, 9-13 de Noviembre de 2009



# XIII Conferencia de la Asociación Española para la Inteligencia Artificial

## CAEPIA – TTIA 2009

Sevilla, 9 – 13 de Noviembre de 2009

### Actas



Entidades Organizadoras



Entidades Colaboradoras



Edita: Asociación Española para la Inteligencia Artificial

© Los autores

ISBN: 978-84-692-6424-9

## Prefacio

Estas Actas contienen los artículos aceptados para su presentación en la XIII Conferencia de la Asociación Española para la Inteligencia Artificial (CAEPIA'09) y las Jornadas de Transferencia Tecnológica de Inteligencia Artificial (TTIA'09), celebradas en Sevilla del 9 al 13 de noviembre de 2009. Esta conferencia se realiza cada dos años, y es la número 13 desde que se comenzó en el año 1985. Las pasadas ediciones han tenido lugar en Madrid, Alicante, Málaga, Murcia, Gijón, Donostia, Santiago de Compostela y Salamanca.

A grandes rasgos, el programa científico de esta conferencia se compone de conferencias invitadas (3), tutoriales (4), talleres (11) y presentación de artículos (63). Además, hay un amplio programa social.

Con respecto a la conferencia principal, se han recibido tres tipos de artículos: artículos CAEPIA (línea de investigación), artículos TTIA (línea de aplicaciones) y trabajos predoctorales. Estos últimos se han integrado en el Doctoral Consortium (DC), que ha reunido contribuciones de estudiantes de doctorado.

Atendiendo al objetivo permanente de hacer de CAEPIA una conferencia de la mayor calidad, y siguiendo el modelo de las conferencias actuales de IA más exigentes, hemos organizado la revisión de artículos de CAEPIA y TTIA de la forma siguiente. El Comité Científico se ha estructurado en un Comité de Programa Senior, formado por 22 miembros bien conocidos de la comunidad de IA y afiliados a universidades y centros de investigación españoles, y un Comité de Programa formado por 100 miembros (70 afiliados a centros españoles, 30 afiliados a centros extranjeros). Cada artículo fue asignado a tres miembros del Comité de Programa, que realizaron las revisiones (con el modelo doble-ciego), y a dos miembros del Comité de Programa Senior, que supervisaron dichas revisiones. Los autores pudieron leer las revisiones durante tres días, e introducir una respuesta a las mismas. Dicha respuesta fue incorporada al proceso de revisión, discutida y finalmente, los miembros del Comité de Programa Senior realizaron una propuesta al presidente del Comité. Los artículos de las líneas TTIA y DC han sido evaluados por subcomités específicos, cuyos miembros pertenecían al Comité Científico de la conferencia.

En pasadas ediciones ya se había promovido la participación de estudiantes de doctorado en la conferencia con un formato especial de artículo. En esta edición, hemos intentado potenciar este tipo de contribuciones y abrir aún más la conferencia a estos estudiantes. En este sentido, el Comité Organizador ha realizado una generosa oferta para becar a estudiantes aceptados en el DC, con el fin de disminuir los gastos derivados de la asistencia a la conferencia.

Hemos recibido 125 artículos (107 CAEPIA y 18 TTIA). Tras la evaluación, se aceptaron para presentación oral 63 (54 CAEPIA y 9 TTIA), en dos modalidades: 31 artículos largos (28 CAEPIA y 3 TTIA) y 32 artículos cortos (26 CAEPIA y 6 TTIA). La conferencia incluye tres premios al mejor artículo, uno por cada tipo de contribución (mejor artículo de investigación, mejor aplicación, mejor trabajo predoctoral). La selección de los artículos premiados ha corrido a cargo de un Comité de Premios, for-

mado por el presidente y vicepresidente del Comité Científico, más el presidente de la Junta Directiva de AEPIA y los presidentes de los Comités Científicos de las dos ediciones anteriores de CAEPIA. Además, se entrega el premio que AEPIA otorga a una trayectoria de investigación en IA. También se entrega el premio al mejor revisor, como reconocimiento a la labor anónima y desinteresada que los revisores hacen al evaluar los artículos. De todos esos premios se ha dejado constancia en estas Actas.

Queremos agradecer el esfuerzo realizado por los miembros del Comité Científico en la revisión y posterior discusión de todos los artículos enviados y a los autores por su contribución a la mejora de la calidad de la investigación y su aplicación en IA. Asimismo, agradecemos a los conferenciantes invitados y a los profesores encargados de impartir los tutoriales su participación en esta conferencia. Por último, agradecemos el arduo trabajo realizado por los miembros del Comité Organizador, los organizadores de los talleres y del Doctoral Consortium, la Universidad de Sevilla, los patrocinadores y la ayuda prestada por AEPIA.

Octubre de 2009

Pedro Meseguer González  
Lawrence Mandow Andaluz  
Rafael Martínez Gasca

**CAEPIA 2009**

# **Doctoral Consortium**

**Sevilla, 12 noviembre 2009**

## Organización /Organization

CAEPIA/TTIA'09 ha sido organizada por el Grupo Quivir (Tecnologías Inteligentes y de Seguridad en Sistemas de Información del Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Sevilla), en colaboración con AEPIA y la Universidad de Sevilla.

### Comité Directivo / Executive Committee

<b>Presidente de la Asociación</b>	<b>Antonio Bahamonde Rionda, U. de Oviedo</b>
<b>Presidente del Comité de Programa</b>	<b>Pedro Meseguer González. IIIA-CSIC. Campus UAB</b>
<b>Vicepresidente Comité de Programa</b>	<b>Lawrence Mandow, U. de Málaga</b>
<b>Presidente del Comité Organizador</b>	<b>Rafael Martínez Gasca, U. de Sevilla</b>

### Comité de Organización / Organization Committee

<b>Presidente</b>	<b>Rafael Martínez Gasca, U. de Sevilla</b>
Vocales:	Irene Barba Rodríguez, U. de Sevilla Diana Borrego Núñez, U. de Sevilla Fernando de la Rosa Troyano, U. de Sevilla Carmelo del Valle Sevillano, U. de Sevilla Carlos García Vallejo, U. de Sevilla María Teresa Gómez López, U. de Sevilla Pablo Neira Ayuso, U. de Sevilla Sergio Pozo Hidalgo, U. de Sevilla María Carmen Romero Ternero, U. de Sevilla
Responsable de Workshops y Tutoriales	Rafael Ceballos Guerrero, U. de Sevilla

### Comité de Talleres y Tutoriales / Workshop and Tutorial Committee

<b>Presidente</b>	<b>Vicente Botti, U. Politécnica de Valencia</b>
Vocales	Rafael Ceballos, U. de Sevilla Vicente Julián Inglada, U. Politécnica de Valencia

### Comité de Programa / Program Committee

<b>Presidente: Pedro Meseguer, IIIA CSIC</b>	
<b>Vicepresidente: Lawrence Mandow, U. de Málaga</b>	
<b>Comité de Programa Senior/Senior Program Committee</b>	
Enrique Alba, U. de Málaga Federico Barber, U. Politécnica de Valencia Daniel Borrajo, U. Carlos III de Madrid Ricardo Conejo, U. de Málaga Hector Geffner, U. Pompeu Fabra Lluís Godo, IIIA CSIC	Roque Marín, U. de Murcia Lluís Márquez, U. Politécnica de Cataluña Serafín Moral, U. de Granada Juan Pavón, U. Complutense de Madrid José Luis Pérez de la Cruz, U. de Málaga Pedro Larrañaga, U. Politécnica de Madrid



<p>Asunción Gómez-Pérez, U. Politécnica de Madrid</p> <p>Manuel Graña, U. del País del Vasco</p> <p>Francisco Herrera, U. de Granada</p> <p>Javier Larrosa, U. Politécnica de Cataluña</p> <p>Carlos Linares, U. Carlos III de Madrid</p>	<p>José Riquelme, U. de Sevilla</p> <p>Carles Sierra, IIIA CSIC</p> <p>Carme Torras, IRI UPC-CSIC</p> <p>Felisa Verdejo, UNED</p> <p>Jordi Vitria, U. de Barcelona</p>
<p>Comité de Programa/Program Committee</p>	
<p>José Luis Alba, U. de Vigo</p> <p>Amparo Alonso, U. da Coruña</p> <p>Carlos Alonso, U. de Valladolid</p> <p>Teresa Alsinet, U. de Lleida</p> <p>José Luís Ambite, ISI</p> <p>Carlos Ansótegui, U. de Lleida</p> <p>Alessandro Antonucci, IDSIA</p> <p>Luís Antunes, U. de Lisboa</p> <p>Jaume Bacardit, U. of Nottingham</p> <p>Jorge Baier, U. of Toronto</p> <p>Beatriz Barros, U. de Málaga</p> <p>Ramón Bejar, U. de Lleida</p> <p>Salem Benferhat, U. d'Artois</p> <p>Jesús Bermúdez, U. del País Vasco</p> <p>Concha Bielza, U. Politécnica de Madrid</p> <p>Christian Blum, U. Politécnica de Cataluña</p> <p>Blai Bonet, USB (Caracas)</p> <p>Juan Antonio Botía Blaya, U. de Murcia</p> <p>Crescencio Bravo, UCLM</p> <p>Alberto Bugarín Diz, U. de Santiago de Compostela</p> <p>Dídac Busquets, U. de Girona</p> <p>Andrés Cano, U. de Granada</p> <p>Xavier Carreras, CSAIL, Massachusetts Institute of Technology</p> <p>Gladys Castillo, U. de Aveiro</p> <p>Juan Fernández Olivares, U. de Granada</p> <p>Carlos Chesñevar, U. Nacional del Sur</p> <p>Carlo Combi, U. de Verona</p> <p>Juan Manuel Corchado Rodríguez, U. de Salamanca</p> <p>Oscar Corcho García, U. Politécnica de Madrid</p> <p>Oscar Cordón, European Center of Soft Computing</p> <p>Ulises Cortés, U. de Barcelona</p> <p>Alicia d'Anjou, U. del País Vasco</p> <p>María José del Jesus, U. de Jaén</p> <p>Álvaro del Val, U. Autónoma de Madrid</p> <p>Carmelo del Valle, U. de Sevilla</p> <p>Arantza Díaz de Ilarraza, Universidad del País Vasco</p> <p>Carmel Domshlak, Technion</p> <p>Richard Duro, U. da Coruña</p>	<p>Malte Helmert, U. of Freiburg</p> <p>Gabriela P. Henning, INTEC (Argentina)</p> <p>María Del Carmen Hernández Gómez, U. del País Vasco</p> <p>Pedro Isasi, U. Carlos III de Madrid</p> <p>Fernando Jiménez, U. de Murcia</p> <p>Anders Jonsson, U. Pompeu Fabra</p> <p>Manuel Lama Penín, U. de Santiago de Compostela</p> <p>Christian Lemaitre, U. Autónoma de Madrid</p> <p>Karmele López de Ipina, U. del País Vasco</p> <p>Beatriz López Ibáñez, U. de Girona</p> <p>José Antonio Lozano, U. del País Vasco</p> <p>Inés Lynce, INESC-ID Lisboa</p> <p>Jorge S. Marques, I. Superior Técnico de Lisboa</p> <p>David Martínez, U. of Melbourne</p> <p>Rafael Martínez Gasca, U. de Sevilla</p> <p>David Masip, U. Abierta de Cataluña</p> <p>Stan Matwin, U. Ottawa</p> <p>Eduardo Mena, U. de Zaragoza</p> <p>José del R. Millán, EPFL</p> <p>Manuel Montes, I. Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica</p> <p>Rafael Morales Gamboa, U. de Guadalajara</p> <p>Antonio Moreno, U. de Tarragona</p> <p>Lidia Moreno, U. Politécnica de Valencia</p> <p>José A. Moreno Pérez, U. de La Laguna</p> <p>Angelo Oddi, ISTC-CNR</p> <p>Manuel Ojeda Aciego, U. de Málaga</p> <p>Eva Onaindía, U. Politécnica de Valencia</p> <p>Santi Ontañón, U. Georgia</p> <p>Sascha Ossowski, U. Rey Juan Carlos</p> <p>José T. Palma, U. de Murcia</p> <p>José Manuel Peña, U. of Linkoping</p> <p>José María Peña, U. Politécnica de Madrid</p> <p>Bogdan Raducanu, Centro de Visión por Computador</p> <p>Ramón Rizo, U. de Alicante</p> <p>Horacio Rodríguez, U. Politécnica de Cataluña</p> <p>Juan Antonio Rodríguez, IIIA, Bellaterra</p> <p>Camino Rodríguez Vela, U. de Oviedo</p> <p>Roberto Ruiz, U. Pablo de Olavide</p> <p>José Ruiz-Shulcloper, CENATAV</p>

<p>Ariel Felner, U. of Ben-Gurion  Isabel Fernández, U. del País del Vasco  Fernando Fernández, U. Carlos III de Madrid  Susana Fernández Arregui, U. Carlos III de Madrid  Rubén Fuentes Fernández, U. Complutense de Madrid  Joao Gama, LIACC, U. Oporto  José A. Gámez, U. de Castilla la Mancha  Ana García Serrano, UNED  Raúl Giráldez, U. Pablo de Olavide  José Manuel Gutiérrez, I. Física de Cantabria</p>	<p>Antonio Salmerón, U. de Almería  Luciano Sánchez, U. de Oviedo  Candelaria Sansores, U. Caribe  María J. Taboada, U. de Santiago de Compostela  Valentina Tamma, U. of Liverpool  Basilio Sierra, U. del País Vasco  Alicia Troncoso, U. Pablo de Olavide  Cristina Urdiales, U. de Málaga  Diego Zapata-Rivera, Educational Testing Service</p>
Subcomité TTIA /TTIA Committee	
<p><b>Federico Barber, U. Politécnica de Valencia (Presidente)</b>  <b>José Luis Pérez de la Cruz, U. de Málaga (Presidente)</b>  Carlos Alonso, U. de Valladolid  Gladys Castillo, U. de Aveiro  Juan Manuel Corchado Rodríguez, U. de Salamanca</p>	<p>Ana García Serrano, UNED  José Manuel Gutiérrez, I. Física de Cantabria  Gabriela P. Henning, INTEC (Argentina)  Christian Lemaitre, UAM (Mexico)  Beatriz López Ibáñez, U. de Girona  Rafael Martínez Gasca, U. de Sevilla  Camino Rodríguez Vela, U. de Oviedo</p>
Subcomité del Programa Doctorado /Doctoral Consortium Committee	
<p><b>Javier Larrosa, U. Politécnica de Cataluña (Presidente)</b>  Teresa Alsinet, U. de Lleida  Blai Bonet, USB (Caracas)  Christian Blum, U. Politécnica de Cataluña  Didac Busquets, U. de Girona</p>	<p>Oscar Corcho, U. Politécnica de Madrid  Ines Lynce, INESC-ID Lisboa  Lluís Márquez, U. Politécnica de Cataluña  Santi Ontañón, U. Georgia  José T. Palma, U. de Murcia  Juan Antonio Rodríguez, IIIA, Bellaterra</p>
Subcomité de Premios	
<p><b>Pedro Meseguer, IIIA CSIC (Presidente)</b>  Miembros: Lawrence Mandow, U. de Málaga  Antonio Bahamonde, U. de Oviedo</p>	<p>Daniel Borrajo, U. Carlos III de Madrid  Roque Marín, U. de Murcia</p>

# Backtracking search algorithms for multicriteria problems <sup>\*</sup>

Ph.D. Student: Javier Coego Botana  
Ph.D. Advisor: Lorenzo Mandow Andaluz

Dpto. Lenguajes y Ciencias de la Computación. Universidad de Málaga 29071 -  
Málaga (Spain). {jcoego,lawrence}@lcc.uma.es

## 1 Introduction

Heuristic search in Shortest Path Problems is a central field of study in Artificial Intelligence. The Multiobjective Shortest Path Problem (MSPP) is an extension of the Shortest Path Problem with practical applications in different domains. Multiobjective problems require the evaluation of several different and frequently conflicting objectives for each alternative. These problems rarely have a single optimal solution. Most frequently, a set of *non-dominated* (Pareto-optimal) solutions can be found, each one presenting a particular trade-off between the objectives under consideration. The number of non-dominated solutions in MSPP is known to grow exponentially with solution depth in the worst case [1]. Fortunately, several classes of interesting multiobjective problems do not exhibit this worst-case behavior. Many real-world problems involve multiple and conflicting objectives such as robot planning, web access, route planning, domain independent planning, circuit partitioning, data path synthesis, channel routing in VLSI circuit design or log cutting.

Multiobjective search strategies can be classified in two main categories: best-first approach and depth-first approach. Depth-first search presents the advantage of memory requirements linear with the depth of the solution. However, in certain cases these algorithms may involve the consideration of an exponentially larger set of paths when compared to best-first algorithms. Previous best-first algorithms include MOA\* [2] and NAMOA\* [3]. Previous multiobjective depth-first algorithms include IDMOA\* [4] and MOMA\* [5].

This thesis deals with depth-first search strategies, which present the advantage of memory requirements linear with the depth of the solution. Multiobjective search is known to be much more computationally demanding than its scalar counterpart, particularly concerning to memory consumption.

---

<sup>\*</sup> Work partially funded by/Trabajo parcialmente financiado por: Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía (España) - P07-TIC-03018

## 2 Field of research: Multiobjective Shortest Path Problems

Let us consider two  $q$ -dimensional vectors  $\mathbf{v}, \mathbf{v}' \in \mathbb{R}^q$ . A partial order relation  $\prec$  denominated *dominance* is defined as follows,  $\mathbf{v} \prec \mathbf{v}'$  iff  $\forall i(1 \leq i \leq q) v_i \leq v'_i$  and  $\mathbf{v} \neq \mathbf{v}'$ . Given two  $q$ -dimensional vectors  $\mathbf{v}$  and  $\mathbf{v}'$  (where  $q > 1$ ), it is not always possible to say that one is better than the other. Following this, an *indifference* relation ( $\mathbf{v} \sim \mathbf{v}'$ ) is defined as  $\mathbf{v}$  neither dominates, nor is dominated by,  $\mathbf{v}'$ .

Given a set of vectors  $X$ , we shall define  $nd(X)$  as the set of non-dominated vectors in  $X$ , i. e.,  $nd(X) = \{\mathbf{x} \in X \mid \nexists \mathbf{y} \in X \quad \mathbf{y} \prec \mathbf{x}\}$ . Let  $G$  be a locally finite labeled directed graph  $G = (N, A, \mathbf{c})$  with  $|N|$  nodes and  $|A|$  arcs  $(n, n')$  labeled with positive vectors  $\mathbf{c}(n, n') \in \mathbb{R}^q$ , where  $\mathbf{c}(n, n') = (c_1, \dots, c_q)$  being  $c_i$  the cost associated to the  $i$ th objective. The cost of a path is defined as the sum of the costs of its arcs; obviously, this cost is a  $q$ -dimensional vector. Let  $\mathbf{g}(n)$  denote the cost of the path stored in the search tree from the start node to  $n$ ,  $H(n)$  the set of non-dominated heuristic vectors of node  $n$  that estimate the cost of a solution from node  $n$  to a goal node and  $F(n)$  the set of non-dominated evaluations of node  $n$ , computed as  $\mathbf{f}(n) = \mathbf{h}(n) + \mathbf{g}(n)$ , where  $\mathbf{h}(n) \in H(n)$ . A multiobjective search problem in  $G$  is stated as follows:

Given a start node  $s \in N$  and a set of goal nodes  $\Gamma \subseteq N$ , find the set of all *non-dominated* paths  $P$  in  $G$ , i. e., the set of all paths  $P$  such that (i)  $P$  goes from  $s$  to a node in  $\Gamma$ ; (ii) the cost of  $P$  is non dominated by the costs of any other path satisfying (i). Such set is called  $I^*$  and  $C^*$  is the set of all costs of non-dominated solution paths.

### 2.1 State of Art

As mentioned above, the depth-first approaches to multiobjective search include IDMOA\* [4], and MOMA\*0 [5], both supporting heuristic functions. IDMOA\* is the multiobjective extension of IDA\* [6]. This algorithm is briefly explained in section 3. MOMA\*0 is the multiobjective generalization of RBFS [7] which always explores the most promising path, remembering the *next best promise*, path deleted to decrease the memory consumption. Both algorithms have been mainly tested over tree-shaped state spaces but these tests were not CPU-intensive nor memory-intensive. Therefore these algorithms have not been compared to each other nor against other representative algorithms. IDMOA\* was tested against MOA\* and MOMA\*0 was tested against straight-forward extensions of A\* and DFBB (Depth-First Branch and Bound). More details about these test can be found in [4] and [5] respectively.

Besides the lack of exhaustive tests and comparisons, several drawbacks were also detected in these algorithms, which lead us to develop our own multiobjective depth-first approach, PIDMOA\*. This will be the departure point of this thesis, followed by exhaustive performance analyses and further improvements.

### 3 Current Work

Our current work focuses on the development and formal analysis of multiobjective iterative deepening algorithms. Iterative deepening search proceeds by a sequence of depth-first searches or *iterations*. Before each iteration, a *threshold* is set and search is discontinued when this threshold is reached in each expanded path. The idea of iterative deepening was applied to heuristic search by Korf in [8] (algorithm IDA\*). The main idea is that the threshold for iteration  $i + 1$  is set as the minimum scalar  $f(n)$  value of the nodes  $n$  at which search was discontinued in iteration  $i$ . Later this idea was generalized to multiobjective search and in this way algorithm IDMOA\* was defined by Harikumar and Kumar in [4].

IDMOA\* focuses on a single objective at a time, so it also maintains a scalar threshold to test generated nodes in order to discontinue search. This implies that tests against the current threshold will be carried out quickly. Initially IDMOA\* focuses on the first objective, applying iterative deepening until it gets the set of non-dominated solutions that have the smallest value for the first objective. The same scheme applies to the remaining objectives, with the exception that each of them will also have an upper limit, given by the maximum value of such objectives in all solutions found so far. IDMOA\* is proven to be admissible, that is, it finds the whole set of non-dominated solutions. The main drawback of this algorithm is that while setting an objective, it does not process or take into account values that appear during the expansions for the rest of pending objectives. Besides this, although the dominance tests with the threshold vector remain simple, IDMOA\* must include extra tests to delete dominated solutions possibly added to the solution set in prior steps. These drawbacks of IDMOA\* lead us to present a new approach to multiobjective iterative deepening. The resulting algorithm is called PIDMOA\* (*Pareto Front Iterative Deepening Multiobjective A\**) [9]. Contrary to IDMOA\*, PIDMOA\* takes into account all objectives *simultaneously*. That means that in each iteration we consider a set *Threshold* of non-dominated vectors and search is discontinued at any node  $n$  such that its vector valued cost is dominated by a vector in *Threshold*.

The arguments of PIDMOA\* are a graph  $G$ , a start node  $s$  and a set of goal nodes  $\Gamma$ . It maintains a set SOLUTION of found solutions (initialized to  $\emptyset$ ) and a set of thresholds *Threshold* (initialized to the subset of non-dominated heuristic vectors of the start node). Each solution is a pair  $(\gamma, \mathbf{f}(\gamma))$  where  $\gamma$  is a solution node and  $\mathbf{f}(\gamma) \in F(\gamma)$  is the value of a solution path to  $\gamma$ . Successive iterations are defined by the actualizations of the set of cost vectors *Threshold*. When the set is empty, the algorithm terminates. Actualizations of *Threshold* are done by performing a depth-first search DFS starting from  $s$ . During this search, when reaching a node  $n$  the following tests are done: (i) if  $n$  is fully dominated by previously found solutions,  $n$  is discarded and search is discontinued at  $n$ ; (ii) if  $\mathbf{f}(n)$  is greater than some current threshold, it is accumulated as a threshold for the next iteration and search is discontinued at  $n$ ; (iii) if  $n$  is a goal node,  $n$  is added to SOLUTION; (iv) if none of the above conditions hold, search is continued in a depth-first fashion. Formal proofs on its termination, completeness

and admissibility were achieved under reasonable assumptions. Experimental tests over a set of random trees were performed. The algorithm is found to perform more efficiently than IDMOA\* over a set of randomly generated trees.

### 3.1 Results

Several rounds of empirical evaluations were carried out to compare the performance of IDMOA\* and PIDMOA\*. Time requirements show a sharp increase, in accordance with the exponential growth rate of the explored graphs. Time requirements of PIDMOA\* are more than *an order of magnitude* smaller than those of IDMOA\* for the hardest problems considered. Furthermore PIDMOA\* makes *better use of heuristic information*, achieving a comparatively larger reduction in time requirements when compared to blind search. That is, the deepening strategy of PIDMOA\* clearly outperforms IDMOA\* in time requirements and node expansions, and makes better use of heuristic information. More details on tests and results can be found in [9].

## 4 Future Work

Current work in progress includes deeper formal and experimental analyses of the performance of PIDMOA\*, varying tree depth and arc cost ranges and number of objectives, as well as the goodness of the heuristic. Also extra comparisons to other multiobjective search algorithms such as MOMA\* are being performed. These comparisons include random trees as well as real-world problems (i.e. high-level synthesis in VLSI). Future work includes extensions to the algorithm to apply different expansion orders (such as lexicographic orders) and analyse the impact of these orders in the performance.

## References

1. Hansen, P.: Bicriterion path problems. In: Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems 177, Springer (1979) 109–127
2. Stewart, B.S., White, C.C.: Multiobjective A\*. JACM **38**(4) (1991) 775–814
3. Mandow, L., Pérez de la Cruz, J.L.: A new approach to multiobjective A\* search. In: Proc. of the XIX Int. Joint Conf. on Artificial Intelligence (IJCAI'05). (2005) 218–223
4. Harikumar, S., Kumar, S.: Iterative deepening multiobjective A\*. Information Processing Letters **58** (1996) 11–15
5. Dasgupta, P., Chakrabarti, P., DeSarkar, S.: Multiobjective Heuristic Search. Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden (1999)
6. Korf, R.E.: Iterative-deepening A\*: an optimal admissible tree search. In: Proc. of the IX Int. Joint Conf. on Artificial Intelligence (IJCAI'85). (1985) 1034–1036
7. Korf, R.E.: Linear-space best-first search. Artificial Intelligence **62** (1993) 41–78
8. Korf, R.E.: Depth first iterative deepening: an optimal admissible tree search. Artificial Intelligence **27** (1985) 97–109
9. Coego, J., Mandow, L., Pérez de la Cruz, J.L.: A new approach to iterative deepening multiobjective a\*. In: Proc. XI Conference of the Italian Assoc. for AI. (2009)