



国防科技图书出版基金



国防科技著作精品译丛
无人机系列

Sense and Avoid in UAS:
Research and Applications

无人飞行器系统的 感知与规避 —研究与应用

【英】 Plamen Angelov 著
齐晓慧 田庆民 甄红涛 译



WILEY



国防工业出版社
National Defense Industry Press



装备科技译著出版基金

无人飞行器系统的感知 与规避——研究与应用

Sense and Avoid in UAS: Research and Applications

[英] Plamen Angelov 著
齐晓慧 田庆民 甄红涛 译



国防工业出版社

National Defense Industry Press

著作权合同登记 图字: 军 -2012 -143 号

图书在版编目 (CIP) 数据

无人飞行器系统的感知与规避: 研究与应用/ (英) 安格洛夫 (Angelov, P.) 著; 齐晓慧, 田庆民, 甄红涛译. —北京: 国防工业出版社, 2014.11

(国防科技著作精品译丛. 无人机系列)

书名原文: Sense and avoid in UAS: research and applications

ISBN 978-7-118-09849-5

I. ①无… II. ①安… ②齐… ③田… ④甄… III. ①无人驾驶飞行器—研究

IV. ①V47

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 266655 号

Translation from the English Language edition:

Sense and Avoid in UAS: Research and Applications

by Plamen Angelov.

Copyright © 2012 John Wiley & Sons, Ltd.

Authorised translation from the English language edition published by John Wiley & Sons Limited. Responsibility for the accuracy of the translation rests solely with National Defense Industry Press and is not the responsibility of John Wiley & Sons Limited. No Part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the original copyright holder, John Wiley & Sons Limited.

All Rights Reserved.

本书简体中文版由 John Wiley & Sons, Ltd. 授权国防工业出版社独家出版发行。

版权所有, 侵权必究。

无人飞行器系统的感知与规避——研究与应用

[英] Plamen Angelov 著

齐晓慧 田庆民 甄红涛 译

出版发行 国防工业出版社

地址邮编 北京市海淀区紫竹院南路 23 号 100048

经 售 新华书店

印 刷 北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

开 本 700 × 1000 1/16

印 张 25

字 数 377 千字

版 印 次 2014 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

印 数 1—2500 册

定 价 125.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 88540777 发行邮购: (010) 88540776

发行传真: (010) 88540755 发行业务: (010) 88540717

译者序

感知与规避作为无人飞行器系统中的基本问题,直接关系到无人飞行平台的交通安全和智能化水平,也是无人飞行器系统更为广泛应用的主要挑战之一。随着空中飞行器的数量和种类越来越多、无人机应用领域越来越广,感知与规避是进一步提高无人机自主化水平必须要面对的问题。目前国内对于感知与规避问题的研究大多集中于地面无人车辆,专门介绍无人机感知与规避问题的出版物较少。

无人飞行器系统感知与规避功能是使无人机在飞行过程中自主探测并规避所遇到的障碍物,以保证无人机的飞行安全。无人飞行器系统的感知与规避是一个综合性的问题,涵盖了系统工程、自动控制、空气动力学、计算机技术、图像和视频处理、控制与决策、管理问题以及人机交互等相关技术。本书系统阐述了无人飞行器系统的感知与规避问题,针对性强,内容丰富,除介绍英国、美国和欧洲著名学者的最新理论研究成果外,还介绍了波音公司、麻省理工大学等权威机构研究人员的最新应用成果。本书既可作为相关专业领域理论研究人员的参考书,也可作为从事相关行业工程师的参考手册,对我国无人飞行器系统感知与规避问题的理论研究和实际应用具有重要的指导意义。

由于本书汇集了各国专家的研究成果,各章的语音表述习惯和专业术语不尽相同,为了保证译著的一致性和可读性,译者结合多年的从事该领域理论研究和工作经验,在翻译过程中进行了梳理和统一。本书由

齐晓慧教授、田庆民副教授和甄红涛博士共同翻译,王雅平参与了本书的录入工作。由于译者学识有限,关于本书所涉及的大量的专业术语,难免存有差错和不当之处,恳请读者批评指正。

译者

2014年10月

前言

本书在几个方面具有独到之处。一方面,它是此类内容的第一本书籍,读者可在其中找到来自英国、美国、澳大利亚和其他欧洲国家各大学主要学术研究的最新研究成果,也能看到来自像波音公司这样的大型企业、MITRE 这样的权威机构的重要制造业研究员所从事工作的研究报告。另一方面,本书将诸如人为因素和规则问题,与诸如传感器、算法、方法和结果的技术方面结合在一起。本书收录了来自仿真、真实实验和具体实现的最新成果,这也是绝无仅有的。此外,鉴于大多数发达国家规划了无人飞行器系统(UAS)领域在未来几十年中将呈指数形式增长。由于其性质的原因(与国防发展密切相关,因而鲜为公开),相关出版物(尤其是书籍、指南、说明书和评述)很难获得。甚至预计在未来的十年中,UAS 市场总值逐年增长,由现在的 59 亿美元到 113 亿美元,在此期间内总计达 940 亿美元^[1]。而且,可以想像 F-35 “闪电” II (联合攻击战斗机) 和俄罗斯同等水平的 T-50 (PAK-FA) 第五代战斗机,将是最后一代有人驾驶战斗机,此后发展重心将转移至 UAS 领域。在英国已开展了大量的(投资数百万)研发项目,如“正义女神”、“雷电之神”、SUAV【E】、“螳螂”等。在美国也有类似情况(由美国国防部高级研究计划局主导的两个大规模竞赛;“黄蜂 III”、“大鸦”、“扫描鹰”、MQ-9、MQ-18、RQ-4 Blk,以及近期的 X47-B 和最近在伊朗上空被击落的 RQ-170 “哨兵”)。欧洲主要国家(法国、瑞典、德国、捷克)和以色列,在刚刚过去的十年间也大抵如此。UAS 对于情报、侦察、压制敌防空火力、近距离空中支援、环境感知和导弹防御等领域中的未来军事能力来说,是极其重要的。UAS 在阿富汗和利比亚战争中的作

用也是不可低估的。在 2009 年,美国空军开始培训更多的操作无人系统的飞行员,而不是战斗机和轰炸机的飞行员^[2]。美国国会已经批准,到 2015 年,地面作战车辆的 1/3 将实现无人化^[2]。

在各种不同的重要社会领域中,UAS 民用市场还是一个新生事物,但其增长非常迅速,这些领域有警察部队、消防部门、救护机构、海岸警卫队、空中海上救援、渔业巡逻、山地救援、能源公司、公路交通机构、环境保护、农业、核工业、火山研究、邮政服务和通信等。目前全球拥有约 300 套 UAS,美国就有 100 多套(不足为奇),法国和俄罗斯紧随其后,(多少有点奇怪)英国仅拥有 5 套而列第 13 位,排名在瑞士、挪威、捷克、日本和以色列等国之后^[3]。

然而,如果说有的话,关于这一具有显著利益的特定主题的出版物数量却是微不足道的,特别是以书籍、指南和会议论文集形式出版的。本书的目的就是填补这一空白。

在读者陷入详细的技术性资料之前,有必要对主要的议题、问题和专用术语进行概括。首先,澄清“自治”和“自主”这两个专用术语的内涵是非常重要的。广义地讲,自主系统是在任何环境条件下无需人工干预都可使用的系统(包括制定决策、计划行动、达成目标)。在此意义上,自主系统比(简单的)自动系统具有更高程度的自动化水平、更高程度的复杂性和智能化,半个世纪前自主系统理论(和工业应用)就已经非常成熟了。从更狭义的含义上讲,这些理论将自治区分为不同等级,其中最高等级即第六级是如前所述的“全自治”。在其之下还有多达五个等级,这些等级从最低等级,即“人工操作”系统的第一级开始,该等级常常采取遥控交通工具(ROV)的形式。在这个等级上,系统的所有活动都是由人工操作员直接控制的,并且系统不能对环境进行控制。更高一级的第二级,被称为“人工辅助系统”,可执行人工所要求的和所授权的操作。它也被称为“仅当有请求时的建议”型的自治系统。人工要求机器提供行动建议,然后由人来选择实际的行动。更高的第三等级,可称之为“人工委派”系统,机器向人建议可选择的操作。这与之之前等级的区别是,即使没有被请求,机器也要提供建议或意见。这种 UAS 可执行有限的基于委派的控制活动,例如自动飞行控制、发动机控制。然而,所有这些活动都是由人工操作员来激活和解除激活的。第四等级的 UAS,可被称作“人工监督”或“建议和当有授权时的行动”系统,可建议选择甚至提议某一选择。但是,在被开始执行/被激活之前,这必须得到人工操作员的认可。倒数第二的第五等级,可被称为“人工支持的机器”或“除非被撤销的行动”系统,包含可选择行动并执

行行动的 UAS, 这些行动除非是被人工操作员否决的行动。事实上, 这是具有实际利益的最高等级的自主, 因为最高等级的“完全自主”或多或少是存有争议的 (例如, 参见艾萨克·阿济莫夫的机器人技术原理^[4])。

综上所述, 自治存在几个等级, 除了最后的即最高等级外的所有等级都具有实际利益。自主系统与为人所熟知并且使用已超过半个世纪的自动系统明显不同。以航空系统为例, 自动系统包括通过航程点导航、按照预定航路飞行的飞行器, 该飞行器通过地面站控制进行着陆, 在飞行计划中的预定点上开启或关断有效载荷, 并且具有跟踪目标的能力。引人注目的 UAS (它是本书的主题, 为军用和民用领域提供了巨大的潜力) 包括基于任务飞行的飞行器, 飞行器具有对威胁自主和自适应地作出反应的能力以及形成环境感知的能力, 可自适应于飞行任务, 飞行器上的有效载荷可探测与管理目标并优化性能, 能够被激活和解除激活, 地面和飞行器之间的交互是基于任务 (任务和信息) 的, 而不是基于控制的。

感知与规避 (SAA) 主题·与在有人飞行器中使用的“发现与规避”密切相关, 是极其重要的, 也是在非隔离空域广泛应用 UAS 的主要障碍之一。非隔离空域关系到交通安全, 也与被制造出用于军事/国防和民用领域的飞行器的智能程度有关。它包括有几个方面:

(1) 规程 (交通安全、空中规则或相遇规则、人工干预和自治性水平等)。

(2) 技术 (传感器、数据处理、环境感知和制定决策、空气动力学的限制等)。

它与一系列科学和工程学科有着内在的紧密联系, 如:

- ① 系统工程;
- ② 自动控制;
- ③ 空气动力学;
- ④ 图像和视频处理;
- ⑤ 机器学习和实时数据处理;
- ⑥ 决策制定;
- ⑦ 人机交互等。

本书较详细地考虑了所有这些问题, 包括实现和实验工作, 这些工作对说明和解决这些问题的方法进行了论证。

本书由四部分组成, 每部分都具有特定的重点, 即第一部分: 引言 (第 1 — 第 3 章); 第二部分: 管理问题和人为因素 (第 4 — 第 5 章); 第三部分: 感知与规避方法学 (第 6 — 第 8 章); 第四部分: 感知与规避应用 (第

9 — 第 11 章)。所有撰稿人都是其领域内的专家, 在本书开始的撰稿人介绍中, 提供了每名撰稿人的详细传记。

本书的重要目标, 是为在这一快速发展的和高度涵盖各种学科的领域中的工程师与研究人员提供一站式服务, 它涉及到方法论、各种设备和复杂人造 (但非常智能) 系统的众多 (虽然不是全部) 方面。这些设备都是全新的、令人兴奋的, 甚至还是具有挑战性的。在未来的十年及以后的时间内, 这些系统的数量和复杂性一定会有显著的增长。本书的目标是将基于缜密数学基础的坚实的理论方法结合在一起, 提出许多各种不同的实际应用, 更为重要的是, 为将来的研究与发展提供具有令人满意指导意义的说明。

参考文献

- [1] Teal Report, 2011. http://tealgroup.com/index.php?option=com_content&view=article&id=74:teal-group-predicts-worldwide-uav-market-will-total-just-over-94-billion-&catid=3&Itemid=16. Accessed on 18 July 2011.
- [2] L. G. Weiss. Autonomous robots in the fog of war. IEEE Spectrum, 8, 26-31, 2011.
- [3] UVS International. 2009/2010 UAS Yearbook, UAS: The Global Perspective, 7th edn, June 2009.
- [4] I. Azimov. The machine that won the war (originally published in 1961), reprinted in I. Asimov, Robot Dreams. Victor Gollancz, London, pp. 191-197, 1989.

编著者情况

Plamen Angelov



Plamen Angelov 是《计算智能》的审稿人，也是英国兰开斯特大学 21 信息实验室智能系统研究的协调人。他是电工与电子学会 (IEEE) 资深会员和两个技术委员会 (TC) 的主席：标准、计算智能学会主席和进化智能系统、系统论、人与控制论学会主席。他还是英国自主系统国家技术委员会成员、英国西北科学委员会自主系统研究小组成员和英国航空航天公司协会自主系统网络成员。他是极为活跃的专业学者和研究人员，在重要期刊上发表或合作发表同领域评论性刊物 150 多部，同领域

评论性会议论文集、专利和研究专著五十多项，编写了大量的书籍，在计算智能和自主系统建模、识别与机器学习领域中担当重要的研究职务。他的开创性研究成果得到国际认可，研究成果包括计算机在线、进化方法论、基于模糊规则人工智能系统的知识提取算法和自主机器学习。Angelov 还是受资助重要项目的极为活跃的研究者，资助单位有 EPSRC、ASHRAE-USA、EC FP6 和 EC FP7、皇家协会、Nuffield 基金会、DTI/DBIS、国防部和其他工业机构 (BAE 系统、4S 信息系统、Sagem/SAFRAN、联合航空公司和军用飞机制造公司、NLR 等。)

他的多项课题研究成果对于工业、国防竞争和生活质量具有极大的贡

献, 研究课题如预算 3200 万英镑 (第 I 阶段和预算 3000 万英镑第 II 阶段) 的 ASTRAEA 项目, 在此项目中, Angelov 领导了碰撞规避项目 (预算 15 万英镑, 2006 年至 2008 年) 和自适应路径项目 (预算 7.5 万英镑, 2006 年至 2008 年)。该项目工作获得了 2008 年两类工程师创新和科技奖: 航空航天与防务奖和特别奖。直接影响英国工业和生活质量的其他研究实例是感知与规避方面的 BAE 系统资助项目 (主要研究方, 预算 6.6 万英镑, 2006 年至 2007 年); 关于 UAS 被动感知、探测与规避算法研究的 BAE 资助项目 (顾问工作, 预算 2.4 万英镑, ASTRAEA-II 的部分内容, 2009 年); 关于 UAV 安全保障的 BAE 系统资助项目 (合作研究方, 预算 4.4 万英镑, 2008 年); 关于通过自动化飞行数据分析提高安全性 (和维修性) 的 EC 资助项目 (预算 1 亿 3 千万欧元, 合作研究方); 国防部资助项目 (“多元智能: STAKE —— 通过进化聚类的实时时空暂态分析和知识获取”, 3 万英镑, 主要研究方, 2011 年; “辅助车辆: 地面平台的智能领导人 - 追随者算法”, 4.2 万英镑, 2009 年, 该项目形成了基于地面的无人交通工具原型, 此原型 2009 年至 2011 年进一步被英国波音公司的 “演示者” 计划所采用; 900 万英镑项目 GAMMA: 初期自主系统任务管理, 2011 年至 2014 年, 其中 PI 工作预算 48 万英镑); 英国政府区域增长基金资助的 300 万英镑项目 CAST (热带地区空中协调研究), 该项目是英国西北发展局与自主交通工具国际有限公司, 对于 “全球鹰” 与美国国家航空和航天局所谓 “创新改革者” 的使用构想 (预算 1 万英镑, 2010 年, 主要研究方), 法国与英国国防部资助项目的 MBDA 领导项目, 该项目是关于源自空中图像的自动特征提取算法和物体分类 (预算 5.6 万英镑, 2010 年)。Angelov 还是《Springer》期刊进化系统的创刊总编, 并且担任其他几种国际性期刊的联合编辑。他主持由 IEEE 组织的每年一度的年会, 作为访问教授 (2005 年, 巴西; 2007 年, 德国; 2010 年, 西班牙), 定期地接受邀请, 在主要公司 (福特、美国 Dow Chemical、QinetiQ、BAE 系统、Thales 等) 和主要大学 (美国密歇根大学、荷兰代夫特大学、比利时勒芬大学、奥地利林茨大学、巴西坎皮纳斯大学、德国沃尔芬比特等) 的全体列席会议上发表演讲。

要了解更多的信息, 可链接网址 www.lancs.ac.uk/staff/angelov。

撰稿人情况

Chris Baber



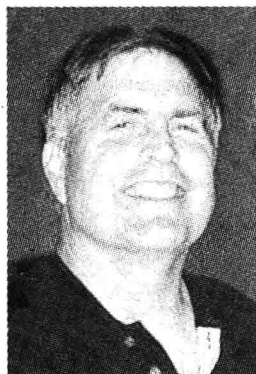
Chris Baber 是伯明翰大学普适计算专业教授。他的研究兴趣集中在众多的方法和手段上。凭借这些方法和手段, 计算机计算和通信技术正日益变得与我们周边的环境和我们日常所使用的产品息息相关。不仅我们口袋里的移动电话具有强大的计算能力, 其他家用产品和个人产品也具有类似的能力。Chris 对此类技术将如何发展, 人们将如何共享他们收集到的信息, 以及这些发展将如何影响人类的行为, 表现出极大的兴趣。

Cristina Barrado



1965 年 Cristina Barrado 出生于巴塞罗那, 是加泰罗尼亚技术大学 (Universitat Politècnica de Catalunya, UPC) 巴塞罗那信息学学院的计算机学科工程师。她也获得了该大学计算机结构博士学位。自 1989 年 Barrado 博士一直在 UPC 工作, 目前是卡斯特尔德费尔斯电信和航空航天工程学院 (Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels, EETAC) 的副教授。她当前的研究方向是 UAS 民用任务领域, 包括有效载荷处理、航空电子设备 CNS 能力和非隔离空域融合。

Richard Baumeister



Richard Baumeister 来自波音公司, 在承担复杂导弹和空间计划的系统工程与管理方面有着超过 30 年的工作经历。他自 1979 年到 1982 年担任 F-15 反卫星武器项目的主要任务规划者和轨道/软件分析师。在 1982 年到 1986 年期间, Richard 帮助监督将原型任务操作中心纳入北美防空联合司令部夏安山综合设施的集成与操作。

自 1987 年到 1995 年, Richard 是秘密复杂国家空间系统的系统工程管理者。在此期间 Richard 监督系统异常探测和解决新发明技术的成功发展。

自 1996 年到 2004 年 Richard 是波音资助合资企业 RESOURCE21 LLC 的产品开发主任。Richard 领导基于空中与空间遥感算法和与农业生产、商品、农作物保险、森林贸易相关的信息产品的技术与开发。他指导和参加了大量专利研究论文/报告的撰写, 这些论文/报告的内容涉及利用多光谱图像检测各种各样的农作物指数。Richard 成功地管理了大气修正过程和支持商务收集活动的决策支持工具的开发。

从 2005 年起至今, Richard 始终支持自动空中交通管制概念和算法研究, 是波音公司最近完成的智能天空工程的首席工程师。

1977 年 Richard 获得亚利桑那大学数学/物理博士学位, 在加入波音公司之前是亚利桑那州立大学的数学副教授。

Marie Cahillane



Marie 于 2003 年自巴斯泉大学获得她的第一个学士学位, 主修心理学, 于 2005 年在布里斯托尔大学获得心理学研究方法理学硕士学位。Marie 于 2008 年被西英格兰大学授予认知心理学博士学位。就读博士期间她在巴斯泉大学讲授心理学课程。Marie 的研究兴趣和专长是认知和感知领域, 她的教学专业包括心理学研究方法、特殊量化方法和实验设计。2008 年 Marie 作为研究员加入克兰菲尔德大学防务与安全学院, 现在是认知心理学应用的讲师。在克兰菲尔德大学防务与安全学院, Marie 负责几个军事领域中人为因素的研究项目。研究包括操作系统所需的技能获取和保留以及复杂系统的人工干预。

Luis Delgado



Luis Delgado 是法国图卢兹国家民用航空学院 (École Nationale de l' Aviation Civile or ENAC) 的航空学工程师。他也获得了加泰罗尼亚技术大学 (Universitat Politècnica de Catalunya, UPC) 巴塞罗那信息学学院计算机科学工程学士学位。2007 年获得双学士学位。他的研究领域包括提高空中交通管制 (ATM) 系统的性能与效率以及用于民用空域的灵活、可靠和效费比高的无人飞行器系统 (UAS)。

自 2007 年以来他一直在 UPC 工作, 目前是 EETAC 的副教授。他也是 UPC 博士学位计划航空航天科学与技术的博士研究生, 于 2012 年毕业。

Jason J. Ford



Jason J. Ford 于 1971 年出生于澳大利亚堪培拉。他 1995 年获得理学学士和工学学士学位, 1998 年获得堪培拉澳大利亚国家大学博士学位。1998 年他被任命为澳大利亚防务科学与技术组织的研究科学家, 随后在 2000 年被提拔为资深研究科学家。2004 年他成为新南威尔士大学研究员、澳大利亚国防学院研究员, 2005 年成为昆士兰州科技大学研究员。自 2007 年在昆士兰州科技大学被委任学术职务。2000 年他是香港中文大学信息工程系的访问学者, 2002 年到 2004 年是新南威尔士大学、澳大利亚国防学院的访问学者。他被授予 2011 年 Spitfire 纪念防务研究员职位。他的研究方向包括信号处理和航空航天控制。

Štěpán Kopřiva



Štěpán Kopřiva 是捷克技术大学控制系格斯特纳实验室多智能体技术中心的研究员和博士研究生。2009 年 Štěpán 毕业于伦敦帝国理工学院, 获得高等计算理学硕士学位。在就任现职务之前, 他是最主要的 POS 系统制造商的程序员和 ATG 的研究员。

Štěpán 目前致力于 AgentFly 工程, 也就是空中交通管制领域的大规模仿真与控制。他的主要研究兴趣是多智能体系统逻辑与形式方法、典型

规划和大规模仿真。

John Lai



John Lai 1984 年出生于中国台北。2005 年他获得航空航天航空电子设备工学 (一级大学荣誉学位) 学士学位, 2010 年获得博士学位, 两个学位都是来自澳大利亚布里斯班昆士兰州科技大学。自获得博士学位后, 他成为航空航天自动化技术澳大利亚研究中心 (ARCAA) 的研究员, 该中心是联邦科学与工业研究组织 (CSIRO) 和 QUT 之间的联合研究合作体。

Juan Manuel Lema



Juan Manuel Lema 1985 年出生于乌拉圭蒙得维的亚, 是 EETAC 的技术电信工程师。他也是电信工程与管理科学的研究生。Lema 于 2007 年 1 月开始与 ICARUS 团体合作, 是一名资历较浅的研究人员。目前他是关于 UAS 任务管理的计算机结构博士计划的博士研究生。

George Limnaios



George Limnaios 是希腊空军少校 (工程技术专业)。自 1996 年毕业于希腊空军学院成为一名航空电子设备和电信工程师以来, 他一直从事 A-7 和 F-16 型飞机的维修与保障工作, 后来担任技术顾问和质量保证部部长。他在克里特岛技术大学 (电子与计算机工程系) 脱产学习, 谋求获得研究生学位。他的研究领域包括再生能源系统、故障容错控制、故障检测与隔离和无人系统。

Luis Mejias



Luis Mejias 1999 年获得 UNEXPO (委内瑞拉) 电子工程学士学位, 获得马德里技术大学电信工程高等学院网络与电信系统理学硕士学位, 获得马德里技术大学高等信息工程学院博士学位。他具有大量的 UAV 研究经验, 研究控制与导航计算机视觉技术。目前他是昆士兰州科技大学航空航天航空电子设备讲师和 ARCAA 研究员。

Caroline Morin



Caroline 获得拉瓦尔大学 (加拿大) 认知心理学硕士学位和博士学位。她转到英国在沃里克大学任研究员, 一直研究时间与记忆之间的相互关系。2008 年, Caroline 作为研究员加入克兰菲尔德大学, 负责多个关于军事人员人为因素的项目。Caroline 的专长是人类记忆、分类、时间感知、决策制定和人为因素。

Peter O'Shea



Peter O'Shea 是澳大利亚昆士兰科技大学 (QUT) 电子工程教授。他获得昆士兰州大学工学学士、教育学和博士学位, 然后作为工程师在海外电信委员会工作了 3 年。他在墨尔本理工大学 (RMIT) 电子与计算机系统工程学院任教 7 年, 在 QUT 工程系统学院任教 10 年。他获得 RMIT 和 QUT 大学校长教学奖, 还获得澳大利亚工程师和澳大利亚教学委员会颁发的国家教学奖。他是 2005 年 IEEE TENCON 会议最佳技术论文奖的合作获奖成员。他的研究领域是: (1) 通信、航空航天和动力系统信号处理; (2) 可重构交换; (3) 工程师教育。

Enric Pastor



Enric Pastor 1968 年出生于巴塞罗那, 是加泰罗尼亚技术大学 (UPC) 巴塞罗那信息学学院的计算机学科工程师。他也获得同一所大学的计算机结构博士学位。Pastor 博士自 1992 年一直在 UPC 工作, 目前是 EETAC 的副教授。他的研究方向包括新型 UAS 结构和 UAS 民事应用中的任务处理自动化。

Michal Pěchouček



Michal Pěchouček 是布拉格捷克技术大学 (CTU) 控制系人工智能专业的教授。他毕业于 CTU 电机工程系技术控制论专业, 获得信息技术理学硕士学位; 爱丁堡大学知识基系统专业; 在 CTU 完成其人工智能与生物控制论博士学位。他是控制系智能科技中心主任。

他致力于研究与多智能体系统有关的问题, 特别是与社会知识、高阶推理、难以达成的通信行为、同盟体形成、智能表示和多智能体规划有关的主题。Michal 是诸多国际会议论文集和期刊论文所引用书刊的作者或合作作者。另外, 他是有关会议和专题讨论会规划委员会成员。

Xavier Prats



Xavier Prats 是来自 ENAC 的航空学工程师。他也获得巴塞罗那 (西班牙) 加泰罗尼亚技术大学 (Universitat Politècnica de Catalunya, UPC) 巴塞罗那电信学院 (Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona, ETSETB) 的电信工程学位。2001 年他获得双学位。此外, 2010 年他获得 UPC 航空航天科学与科技博士学位。他的研究方向包括提高空中交通管制 (ATM) 系统的性能与效率, 以及用于民用空域的灵活、可靠和效费比高的无人飞行器系统 (UAS)。

自 2001 年他一直在 UPC 工作, 目前是 EETAC 的副教授。联合创办了 ICARUS 研究小组, 现负责该小组的空中运输研究活动。