

乘客自动化交通：运营上的巨大成就

Vincent Dupourque
ROBOSOFT
vincent.dupourque@robosoft.com

摘要

控制交通系统(Cybernetic Transport System, 以下简称 CTS)在法国 Vulcania 主题公园的成功运作, ROBOSOFT 向世界展示了他们长期的研发工作已经进入了真正的应用的阶段:通过当前的机器人技术实现的交通自动化控制系统(CTS),同时具有可靠,高效等特点,使得该系统能够在公众开放点如主题公园,展览中心,校园,机场,医院等安全操作。

1. CyberCars 的概念简介

CyberCars 具有两大主要特点:无人驾驶及独立自治。它可提供点到点的运输服务及按需交通服务,能够优化车流运行的交通服务;它们也可用于更为传统的方式,如自动往返交通。最新一代的 CyberCars 依赖于全球导航卫星系统信息来进行车辆的精确定位,并结合混合化技术,以改善定位的可行性及质量,同时改善确保运行安全的系统冗余(图 1 和 2)。



图 1: 校园环境中的 CyberCars



图 2: 提供景区或步行区与停车场间的自动往返服务的 Cybercars

这种公共交通合乘的新型方式适用于运距不超过几公里的短距离运输,应用点广泛:无论是公众开放点或私有产业,室内或室外……ROBOSOFT 公司目前设计、制造和生产两种类型的 CyberCars: robuCAB™ (4 名乘客)和 robuRIDE™ (可至 30 名乘客)。它们都以 robuBOX™为动力中心,ROBOSOFT 提供专门的软件来进行车辆与系统的控制。

CyberCars 是新一代的机器人车辆:相较于传统的电动或热能的车辆,他们的设计理念更接近移动式遥控装置的设计。CyberCars 的所有职能(油门,刹车,导向等)均由计算机控制。车辆上配置的传感器通过向 robuBOX™提供实时信息来控制车辆的各项功能。

他们使用应用在飞机上的先进的“线控驱动”概念,从而消除了如驾驶杆、传动轴、连杆等的机械传输因素,其直接效应是:根据此原理设计的车辆极其简单,通过省略机械部件所创的空间给乘客带来更好的舒适性。并且,这些车辆设计相当模块化和可定制化,以考虑到不同性质的乘客及环境因素如气候、安全等。

2. 运营实践

2.1. Simserhof 文化遗址

CyberCars 车流的第一次商业应用是在法国的 Simserhof 堡：第 2 次世界大战马其诺防线的文化遗址，采用的是 ROBOSOFT 公司的 robuRIDE 车型。实际的商业运营一共使用 5 辆车，自 2002 年开通运营至现在，承运的游客超过了 50 万人（图 3）。



图 3： Simserhof 娱乐公园. Cybercars 采用埋装的感应线.

在该营运点，车辆通过埋装感应线来进行车辆导向。该技术已经证明了它的稳定性和安全性，但对基础设施的筹备工作具有一定的要求，尤其是电线的精确安装问题；另一个限制则是对运营网的未来的扩建或改造工作具有灵活性上的限制。

不管怎样，这一成功的商业应用奠定了 CyberCars 在人们日常生活中无人驾驶自动化运行的基础。

2.2. Vulcania 主题公园

Vulcania 位于法国奥弗涅地区的中央高原，是一个火山主题公园。

这一主题公园最近因为赠置了 3 辆 robuRIDE 车而更添魅力。这一命名为 VolcanBUL 的运营系统于 2008 年 3 月开通，每辆车的输送能力为 28 人，以 8 km / h 速度运行于风景优美的主题公园中。游客在乘车的时候能够饱览周围的火山与喷泉，如图 4。

整个运营系统每天可乘运 5000 多人，并且可一年 365 天不间断运营。

这是世界上首个 GPS 系统驱动的旅游自动化运输的商业性运营系统，车辆配备了双频 RTK 技术-全球定位系统，结合 6 轴惯性测量装置和一个车轮里程表，从而能够以 20Hz 的频率实时定位运行车辆，定位精度精确到厘米，即使在地理条件困难的地区，如车辆在树下通过时，也不影响定位的精确性。



Christophe Camus - Vulcania



图 4：Vulcania 的 volcanBUL 开通日，3 辆车速 8km/h 承运 28 人的无人驾驶车

这些车辆的行进路线是预先录制的。行车安全则通过保险杠和激光测距仪并结合障碍检测算法来保障。

robuBOX 内现有的软件模块和应用开发使得从车辆的定义和硬件控制到车辆的导航和演绎过程最多不超过 3 个月。

2.3. Anglet 海滩实践经验

作为法国国家资助的研究项目，CyberCars 于 2006 年得以在法国 Anglet 市进行为期一个月的实验。其技术目标是用以验证 CyberCars 在拥挤地区的控制及安全系统。商业和社会目标则是测试市民对这种无人驾驶车辆的接受情况。

实验进行了整整一个月，CyberCars 一天 8 小时在步行区沿大西洋海岸应需运送旅客（图 5 和 6）。旅客唯一要做的事就是在触摸式屏幕上选择他们的目的地，其他一切则自动进行。

车辆配备了 RTK 技术，全球定位系统和里程表，证明了这种技术的商业性运营的可行性，稳定性和安全性。市民的接受程度也非常高，并对该系统抱有强有力的期望。

这项实验还展现了 CTS 如传统的运输系统一样，在交通拥挤的区域效率不高，这并不来源于技术方面的原因，而是因为行人的缘故，车辆总是以非常低的速度运行！



图5：Anglet 实践经验：拥挤的步行区采用 RobuCAB 的 CTS



图 6: 乘客在触摸式界面上选择其最终目的地

3. 结合的士和班车服务的高效 CTS

CTS 涉及两类自动化运输应用：一种是“出租车式”（个人按需运输）；另一种是“短程往返式”（预编程的多人运输）。这些运输方式适合于所有密度高、出行距离短的区域，并且这些区域不受室内或室外的限制，如：

- 市中心步行区和半步行区
- 工业区或教学区，包括工厂，商业区或技术园区，研究中心，实验室等
- 公园，如游乐园，度假村，主题文化公园，历史古迹，考古遗址，博物馆，等等
- 机场和车站之间的换乘以及从机场和车站到停车场，城市中心之间的运输等
- 卫生保健场所，包括医院，退休人员社区，养老院，疗养中心
- 购物中心

自动化运输方式在上述这些地方均有其明显的优势，无论其具体运营模式采用出租车式的按需运输，还是往返式运输模式，或是两种方式的组合。

4. CTS 优点

ROBOSOFT 公司研发的自动化交通方式，不仅提供了技术可行性，运行灵活性和乘客舒适性，而且，无论是在系统安装还是终端用户的运营方面，

均非常的经济。CTS 的这些特性为应需交通和往返交通呈现了崭新的面貌，对乘客提供了一种高质量的交通方式，相较于传统的运输方式，具有鲜明的优势。

CTS 同时为决策者在远期规划上为社会群体提供了一种经济、环保的解决方案。

从经济角度来看，CTS 运营方式灵活，而且运营成本低廉：

- **运营灵活：**这些车辆可根据运营决策者的需求 365 天不间断、全天候的运营，不受数量上的限制。也就是说，系统的规模取决于车辆的数量，而不像传统的运营模式那样取决于司机的数量。车流管理系统 robuFLEET Manager™ 提供系统运营者必要的软件工具，通过这些工具来计算某特定时刻的最佳车队规模，来达到系统的可行性、盈利性或其他的设置标准。
- **运营成本低：**传统的公共交通系统，人员费用占总运营预算的 70%。， robuCAB 和 robuRIDE 自动化运输方案因为不需要车辆驾驶人员而大大降低了运营成本。系统的自动化功能减少了传统交通系统的人为失误因素，因而对设备提供了更佳的保护，从而也降低了设备维护费用。
- **前期费用低：**由于 robuCAB 和 robuRIDE 车专门为自动运输而研发而成，其车辆成本大大低于具有相同输送能力的传统的车辆。一辆 28 座的 robuRIDE 的费用不到一辆 15 座的电动巴士的 30%-40%。唯一的可变成本是那些与车辆配套的基础设施费用（车辆导向和安全），这些基础设施的费用根据各个运营网环境和规模的不同而不同。
- **潜在的盈利性服务：**初始的研究表明，乘客针对该服务愿意支付每次 2 欧元的票价。而且，这些车辆的前瞻性和独创性和以及他们带来的市场形象，对赞助商有很大的吸引力。

从环境角度看，CTS 对实现“清洁”或环保车辆跨进了决定性的一步：

- **多模式交通的新发展：**ROBOSOFT 公司的 CTS 是对当前现有的交通模式的一个补充，是促进出行者采用公共交通方式出行的一个有力工具。CTS 聚焦于短途运输（低于 5 公里），相较于目前短途交通最常用的“百分百小汽车”的方式，CTS 提供了一种崭新的思维方式：通过先乘地铁、巴士等公交方式，然后换乘自动化车辆，既省钱又节约时间，而且很少会有驾车出行常会遭遇到的交通方面的意外烦恼，在途中还可以阅读……
- **对残障人士和老人等交通服务的改善：** robuCAB 和 robuRIDE 使他们的出行更加便捷。

最后，从社会角度来看，CTS 组建了一个显著的进步方式：不管是个人还是职业需要出行，人们能够在人口密集地区合理组织他们的出行：

- **无大气和噪音污染：** robuCAB 和 robuRIDE 使用的电力推进系统使他们在运行过程中不排放任何对环境有害气体或颗粒，并且毫无噪音。

5. 安全运输

众所周知，人为性错误是机动车事故的主要因素，而自动化运输车辆的运行很少有人为性错误发生。而且，自动系统中的安全规则比传统的由司机驾驶的车辆的安全规则要严谨得多，研发人员要在系统中加多个不同程度的安全层面，包括车速限制、障碍侦测系统和自动紧急刹车，这在传统机动车中是不存在的。 robuCAB 和 robuRIDE 系统设计符合欧盟机械指令（98/37）与指令附属的旅客运输附件。他们还符合欧盟标记系统的电磁兼容性规范。此外，安装的系统在投入使用前必须通过政府批准的审计机构的安全审计。

6. 认证

认证是 CTS 展示其完全遵守所从事的活动类型的相关法律的一个程序。这一阶段考虑到公共道路和私有的道路之间的不同之处。在公共道路上，人们必须遵守路规。

公共道路对公众开放，常为公铺平道路。人们必须遵守路规，如限速，酒后驾车法规，某些道路对非常规车辆、自行车等的进入权限限制，等等。严格的法规保障了机动车、自行车、行人等在公共道路的有序运行和相互影响。在公共道路上使用自动化车辆不是一个遥不可及的梦想，而是一个远景规划，因为这些无人驾驶的车辆如何定义和采用恰如其分的路规需要一定的时间来完成。负责认证驾驶辅助的半自动公共交通系统的组织（如法国的 STRMTG）可能会充当 CTS 将来在公共道路认证的主要角色。

私有的道路跟公共道路区别不大，除了在私有的道路上并不应用路规。几乎任何类型的车辆都能在私有的路网上运行，但是根据法律，供应商必须遵守安全规则。目前 CTS 还不是常用系统，而且各个运营点也非常不同。在上述的三个运营点，CTS 成功的展示了其系统的安全性能，欧盟机械指令 98/37 也成功地得到了应用。整个程序如下：确定旅客和设备可能存在的风险；落实管理所确定风险的解决方案；通过官方审计机构审核解决方案是否与欧盟相关指令相符的审计。一般来说，这个过程不超过几个星期，因为 CTS 在设计过程中时刻遵照该指令来进行。

7. 结论：市场潜力巨大

即使只考虑如上所述的私路网，市场分析显示了两种车型的市场潜力巨大，大到足以证明自动化车队存在的合理性。各公共开放点大概需要 1 到 30 辆不等的 CyberCars 来组建他们适合的运营系统。可行性证明，几年之后 100 000 辆 CyberCars 的年销售额可达 10 多亿欧元。千里好马，只待伯乐，

希望具有多元化和快速发展观点的生产商，参与到这项潜力巨大的自动交通系统事业中来。同时，多亏 15 年来的密集的研发工作，这也可能是机器人公司，作为早期的领域先锋，一直在寻找的杀手级应用之一的一个领域。

8. 致谢

我们在该领域的发展，离不开：

- **欧盟资助的研发项目：** CyberCar, CyberMove, CyberCar 2, CityMobil
- **法国政府资助项目：** eBUS, MobiVIP

10. 参考文献

- [1] Ge and F.L. Lewis, Editors, Autonomous Mobile Robots: Sensing, Control, Decision-Making, and Applications, CRC Press, Boca Raton, 2006
- [2] Benenson R., Petti S., Parent M., Fraichard T. Integrating Perception and Planning for Autonomous Navigation of Urban Vehicle IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS) Beijing, China 10/09/2006
- [3] Sébastien Boissé, Rodrigo Benenson, Laurent Bouraoui, Michel Parent, Ljubo Vlacic Cybernetic Transportation Systems Design and Development: Simulation Software cyberrcars 2007 IEEE International Conference on Robotics and Automation - ICRA'2007 Roma, Italy 10/04/2007
- [4] Bouraoui L., Petti S., Laouiti A., Fraichard T., Parent M. Cybercar cooperation for safe intersections 9th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems - IEEE ITSC 2006 Toronto, Canada 09/17/2006
- [5] M. Kaïs, L. Bouraoui, S. Morin, A. Porterie, M. Parent. A Collaborative Perception Framework for Intelligent Transportation System Applications, Intelligent Transport Systems World Congress, 2005.
- [6] Benenson R., Petti S., Fraichard T., Parent M. Toward urban driverless vehicles International Journal of Vehicle Autonomous Systems Publisher Inderscience Enterprises Ltd. ISSN 1471-0226 (eISSN : 1741-5306
- [7] Parent, M, A Dual Mode Personal Rapid Transport System. Motoring Directions, Vol. 3, Issue 3, 1997, pp. 7-11.
- [8] STRMTG 网址：
<http://www.strmtg.equipement.gouv.fr/en>
- [9] 欧盟 98/37 机械指令网页：
http://ec.europa.eu/enterprise/mechan_equipment/machinery/direct/dir98-37.htm