

# 低成本智能陆地移动平台

刘旭 090710219 王晨 010710720

(南京航空航天大学, 南京, 211100)

摘要: 本文是对我们正在进行的一个科创项目的说明和论述。随着机器人技术、导航技术、智能技术的发展, 具有智能性的移动机器人日益受到关注。我们正在进行的项目旨在有限的成本下, 制造一款具有初、中级智能的陆地移动平台。该平台基于MPS430单片机控制, 利用全球定位系统(Global Positioning System)及数字罗盘、霍尔元件进行自主导航, 同时加装超声和红外避障模块以实现避障。远期发展还将考虑并搭载相关任务载荷, 实现某些功能。

关键字: GPS 单片机 移动机器人

## Intelligent low-cost land-based mobile platform

Abstract: This paper is a description and explanation for what we are researching under a program. As the development of the robot technology, navigation technology and intelligent technology, mobile robots with intelligence have become an increasing concern. The program we are doing aims at manufacturing a land-based mobile platform with some kind of intelligence at a limited cost. A MSP430 single-chip computer will control the platform under the guidance of the global positioning system and a digital compass and a Hall element. At the same time the installation of a ultrasonic unit and a infrared unit makes the route from the beginning to the end safe. We will also consider the long-term development such as to carry some load to achieve certain functions.

Key words: GPS      singe-chip      mobile robots

引言:

随着机器人技术的发展,人们发现某些只能固定于某一位置操作的机器人,如用于机械加工、点焊、喷涂等用途的机器人,并不能满足各方面的需求。因此,20世纪80年代后期,许多国家开始有计划的开展移动机器人的研究。目前国内外都以推出了多种移动机器人系统。如Pioneer系列,climber移动机器人等。所谓移动机器人就是一种具有高度自规划、自组织、自适应能力,适合于在复杂的非结构化环境中工作的机器人。而机器人的智能性按层次高低又有初级、中级和高级之分。可以说,业界对于移动机器人的研究正是方兴未艾。我们正在制作的这个移动平台,就是以移动机器人的理念,在我们可以承受成本制作一台具有一定的初、中级智能的移动平台。在此基础上,再适时为其加上任务模块,使之具有相应的功能。

国内外现状及发展趋势:

机器人技术的研究属于多学科相互交叉、相互渗透的前沿课题,对它的研究具有很大的理论价值和广阔的应用前景。<sup>[1]</sup>

机器人的研究、制造和应用水平,是一个国家科技和经济综合实力的象征,因此受到世界各国的广泛重视。何克忠<sup>[2]</sup>提出了一种自主移动机器人体系结构,并开发出实验平台,选用STD7831单片微型计算机,采用STD总线并设计了通用计算机模板TH-STD7831,模板上集成了可编程通信接口82C51,可编程定时计数器82C55,可编程中断控制器82C59,32KB EPROM 27C256,32KB RAM 62C256等关键芯片。

类似地,蔡自兴<sup>[3]</sup>提出一种功能以行为集成的自主移动机器人进化控制体系结构。整个体系的优点是既具有基于行为系统的实时性,又保持了基于功能的系统目标可控性,在该体系结构中,机器人的一些基本功能由系统中基于行为的模块提供,进化规划系统则完成一些较高智能的任务。为完成这些特定任务,进化规划器只需将一些目标驱动行为的状态激活,并设置协调器的相应参数即可达到目的。

在机器人技术中,定位技术是移动机器人研究中的一项关键技术,对于一个自主的机器人系统,精确的空间定位是实现自主导航的前提。目前有很多方法可以得到机器人的位置信息,主要分为以下两类<sup>[4]</sup>:

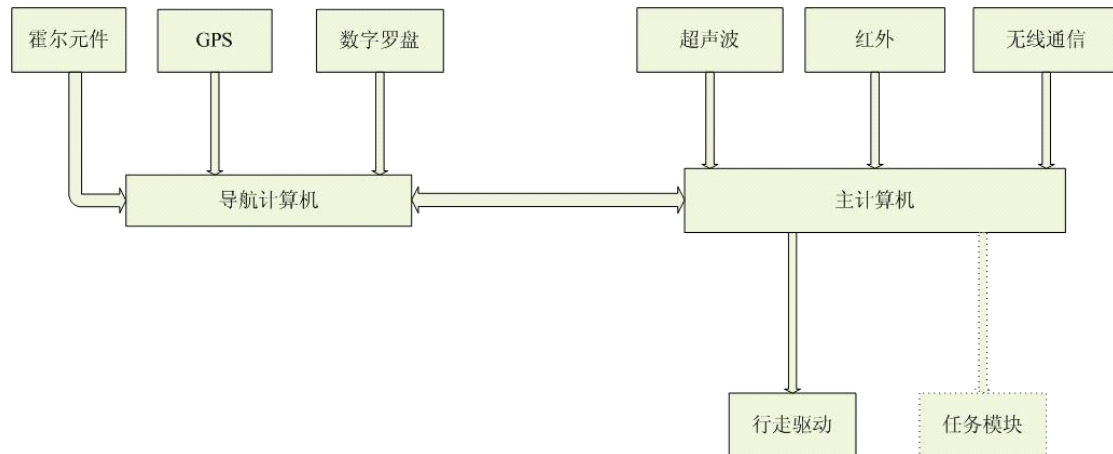
1) 通过码盘、电子陀螺仪、加速度计等传感器记录机器人自己的移动过程,通过累计计算出当前时刻的位置;

2) 通过雷达、激光测距仪、图像匹配等确定机器人与环境的相对位置进而获得自己的位置信息。随着无线传感器网络(WSN)技术研究的兴起,出现了很多对网络中传感器节点定位的技术,如RSSI、TDOA、AoA、ToA等<sup>[5]</sup>

机器人路径规划是自主移动机器人的重要研究方向,人们对其进行了广泛的研究,并提出了许多不同的机器人路径规划方法,主要分为全局路径和局部路径规划方法。全局路径规划方法有位形空间法、广义锥方法、顶点图象法、栅格规划法,局部路径规划方法主要有人工势场法,这些方法都有一定的优点,但在实际应用中会受到较大的限制。吴晓涛<sup>[6]</sup>在基于网络结构的并行路径规划算法的基础上,引入遗传算法,取得了较好的仿真结果。吴勉<sup>[7]</sup>针对非结构环境下移动障碍物运动的不确定性,采用概率方法进行移动机器人实时运动规划。陈永芳<sup>[8]</sup>提出了利用T-矢量来获得最优过点集的方法,使全局最优规划问题转化为从最优过点集中寻找最优路径问题,从而可用Hopfield能量函数和优化方法得到全局最优与规划。R Malik<sup>[9]</sup>述了近年来机器人鲁棒控制方法的发展情况,介绍并比较了各种机器人鲁棒控制方法的优缺点,以及探讨了这一研究领域的发展趋势。B D Lapin<sup>[10]</sup>于Langrange乘子理论,把移动机器人的轨迹跟踪和局部规划归结为约束条件下的最优问题,根据轨迹跟踪和到达目标的要求,提出优化的目标函数,移动机器人可以同时跟踪期望轨迹并完成局部规划。

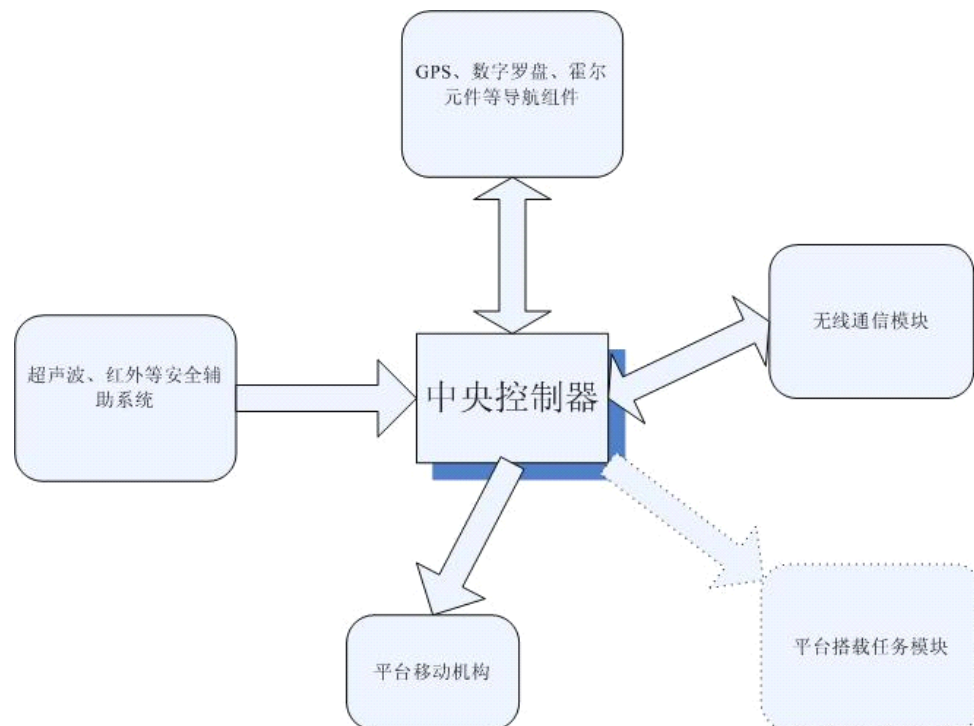
哈尔滨工业大学机器人研究所研制开发的智能三代服务机器人目前已经进入后期调试阶段，该机器人采用了先进的传感系统，智能水平更高，主要表现在机器人的视觉系统、语音系统和运动系统更强，言行举止更像人。它不仅可以在屋内自由行走、实现较多的人机对话，身上安装的12个超声波传感器还可以在360度内识别出障碍物。

智能移动平台整体介绍：



### 1: 系统组成

我们研制的这一平台目前由移动机构（车体）、导航组件、安全辅助系统以及控制系统组成。其中，移动机构既车体由一台四轮二驱电动遥控越野小车改装而成。导航组件包括一颗 GPS 信号接收芯片及与之交联的数字罗盘和霍尔元件。控制系统为一块 MSP430 单片机及相应的线路。在控制系统与导航组件之间加装一块 51 单片机，以提高导航组件对信号的处理精度。安全辅助系统包括超声部分及红外部分，用于探测平台移动过程中的障碍，保证平台移动过程中的安全。



### 2: 移动机构的设计与改装

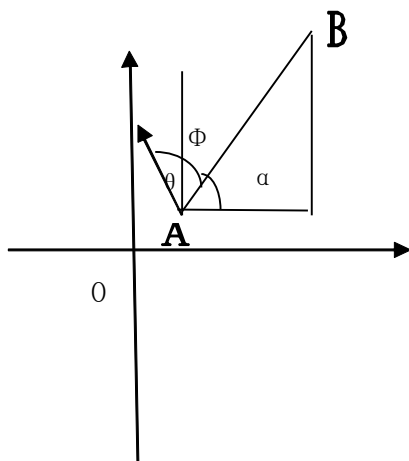
选择该车作为移动机构的原型，主要是由于该车具有成本低、同时具备一定越野能力、抗冲击能力和载重能力的特点。我们改变了该车原来的控制系统，将原先用于处理遥控信号的电路换成重新设计的控制系统，以实现对小车的自主导航和路径控制。改装过程中，我们将车体的前后部分拆开，改装了前轮的转向机构，将原来一个用于转向的直流电机改成了一个更为精准的舵机。在改装过程中，遇到的最大的困难是对舵机的调整。为了使控制系统能够准确的控制舵机转向，需要对舵机进行调试，建立一个中心点，消除误差。

### 3: GPS 模块

采用三点定位原理，即知道待定点距离已知点的距离，待定点必然位于以已知点为球心的，距离为半径的球上，测出待定点和三个已知点的距离，则待定点在三个球圆周的相交处（为两个点时，因有接收方向，故有一个处于接收背面的点可以舍去），从而准确的测出待定点的位置。

接收机收到来自无线电波的信号，根据电波到达所需要的时间，测出距发射器的距离（ $s=t \times c$  距离， $t$  为电波到达的时间， $c$  是电磁波的速度约为 3000000 米/秒）。测量精度很大程度上取决于时间精度，我们的发射器采用 22.0000MHz 的晶振。为了准确地得到电磁波到达的时间，需要接收器也要有同样高精度的时间，另外追加另一个发射器的信息来寻求正确的时间，这样一来，为了进行正确的测位，必须接收来自第四个发射器的电磁波，目前，多数导航是通过这种方法实现的。定位方法根据获取定位结果的时间分为两种：  
1. 立即寻址：立即寻址是根据接收机观测到的资料，实时地解算出接收机天线所在的位置；  
2. 非立即寻址：非立即寻址又称后处理定位，它是通过对接收机接收到的资料进行后处理以进行定位得方法。

### 4: 路径控制算法模型



如左图为了简化模型，我们首先假设移动平台位于一个平面上，且最初位置用 A 点标记，车头指向为箭头所示方向。

利用 GPS 接收芯片获得 A 点的坐标  $A(x_1, y_1)$ ，同时从控制系统输入目标点 B 的坐标  $B(x_2, y_2)$ 。从而可以算出 A 点及 B 点之间的坐标差值 X、Y 及相应的  $\alpha$  值，从而形成一条理想化的路径（从 A 点经直线运动到 B 点）。利用数字罗盘可以测出车头开始时与正北方向的夹角，从而得到开始与 A B 间的夹角  $\Phi$ 。于是，控制系统控制舵机使车头转向，向目标点驶去。

又因为  $OA + r = OB'$ ，所以在利用霍尔元件记录下平台所走的路径，就可以得到车体的即时位置坐标  $B(x_2', y_2')$ 。以  $B'$  点的坐标更新 A 的坐标，得到更新后的 X、Y 值，从而当 X、Y 值小于预设的值后便认为在误差范围内，平台已经到达目标点，控制系统发出指令控制移动机构停止运动。

从 A 点向 B 点移动的过程，遵循以下的控制原则：

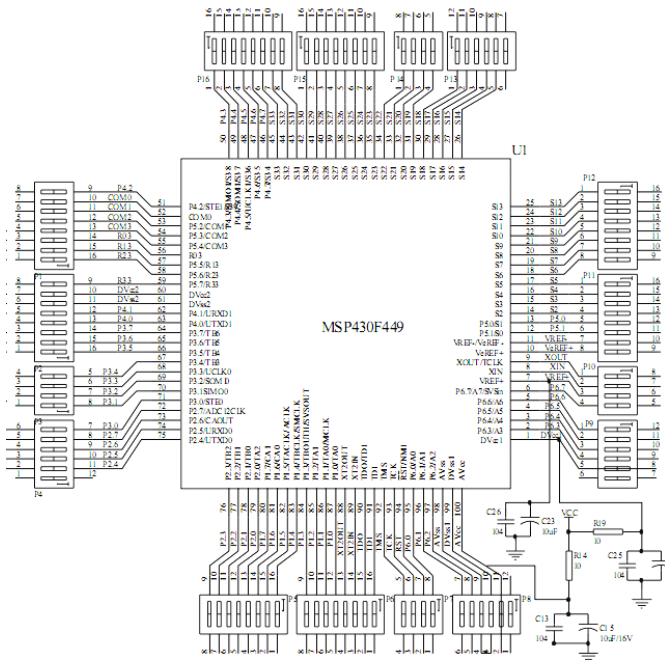
- 1： 在外界环境允许情况下，平台运动轨迹仅为理想路径的近似曲线。
- 2： 当外界有障碍物时，系统先开启安全辅助系统，避开障碍物或远离障碍物，然后在读取 G P S 坐标，重新规划导航路径。

在平台向目标点移动的过程中，安全辅助系统处于开启状态。当超声波传感器探测到前方安全警戒区（前方 5 m 以内）内有任何障碍物时，立即开启红外人体热释传感器区别是生物还是物体。此时中控计算机发出指令，及时控制舵机转向，必要时刹车或倒车，避开障碍物。

### 5: 控制系统

通过计算机串口(232 转 TTL)向移动平台发送目的地 GPS 坐标，与此同时中控计算机将从GPS 模块提取当前坐标信息，并结合从数字罗盘得到的角度数据一起进行路径规划，得到理想条件下的移动路径。

然后，中控发出指令启动移动机构，并同步打开安全辅助系统，中控计算机可根据安全辅助系统发回的实时数据，进行路径规划的小幅改动，达到蔽障的功能。在移动过程中，通过中控计算机向移动机构发出指令（前进、后退、左转、右转、左前转、右前转、左后转、右后转、滑行及刹车等八条指令），控制其进行相应的运动。



中央控制器电路

### 6: 关于成本与定位

我们所研制的移动平台充分利用了市场上可以购得的组件，合理的采用替代品，大大降低了成本。仅 GPS 模块一项，若购买现成的 GPS 导航仪基本上价格在 2000 元之间，例如 GARMIN 任我游 205W 2280 元，新科 P 7 0 0 2 8 8 0 元。而我们购得的 GPS 信号，在接收芯片价格仅在 2 0 0 元左右，经过改装却可以达到接近市场成品的性能。

而作为平台移动机构的电动越野遥控车成本仅为 1 0 8 元，即使考虑到进行改装的成本也仅为 1 6 3 元。

导航组件总成本仅为 5 3 8 元，包括 G P S、数字罗盘、里程计。

安全辅助组件总成本为 3 5 0 元，包括超声波、红外人体热释探测器。

中央控制系统为美国德州仪器公司 M S P 4 3 0 单片机，价格为 2 8 0 元。

虽然目前来看我们所做制作平台尚显“粗糙”，但我们在有限的成本下，尽力以移动机器人的理念，增加平台的智能化、实用化、多元化和系列化。若有合适的时机和条件在将其进一步发展完善。

## 7: 改进方向及应用前景

随着智能技术的发展，在社会生活的各个领域移动机器人不断出现并得到应用。在军事防务领域，特别是在巷战中，为了减少己方的伤亡，具有移动能力的巷战机器人越来越得到各主要军事大国的关注。本项目提供的移动平台便可以起到一定的技术及战法上的验证作用，为以后研制实际的陆军机器人及陆军机器人作战理论的建立提供一定的参考和储备。由于本项目提供的移动机器人具有一定的智能，可以远距控制，使操作人处于安全的区域内进行指挥。若加上合适的载荷，该移动平台还适于扫雷、边境巡逻等其他军事用途。同样的，该平台还可以代替人工从事小区巡逻、仓库管理等安保工作。

在其他领域（缺），移动机器人以其自身的优势不断扩大自身的适用范围。例如商务接待、讲解，探矿、管线维护等方面。本项目所能提供的移动平台，成本低廉，并可以为其搭载不同的任务模块，形成一个系列化机器人家族，在零件的通用性上保有优势。

我们在完成了现阶段的目标（制造一个具有部分智能的陆上移动平台），将进一步发觉平台的潜力。一方面进一步完善平台自身能力，如实现远程无线操控、多平台组网通信等；另一方面在平台的承载范围内为其加上任务模块，使之具有完成某些任务的能力，最终成为一款真正意义上的智能移动机器人。

主要参考文献:

- [1] 柏晓颖. 户外自主移动机器人体系结构与控制系统研究概况[J].《装备制造技术》2007(12):1672-545X(2007)12-0093-0
- [2] 何克忠. 智能移动机器人的一种体系结构[J]. 机器人, 1992, 14(3):55-58.
- [3] 蔡自兴, 等, 基于功能/行为集成的自主式移动机器人进化控制体系结构[J] 机器人, 2000, 22(3):169-175.
- [4] 帐军宇, 何克忠. 移动机器人, THMR-V的组合定位系统[J]. 计算机工程与应用, 2001.15, 68-71.
- [5] 张毅等 移动机器人技术及其应用 北京: 电子工业出版社, 2007.9.
- [6] 吴晓涛, 孙增折. 用遗传算法进行路径规划[J]. 清华大学学报, 1995, 35(5):14-19
- [7] 吴勉, 孙茂相. 移动机器人在不确定性动态环境下的运动规划[J]. 机械时间与制造, 1997(3):21-23.
- [8] 陈永芳, 等. 移动机器人全局最优规划的研究[J]. 同济大学学报, 1999, 27(4):450-453.
- [9] Bah IP, Padmanabhan V N. RADAR, An In-Building RF-Based User Location and Tracking System[C]// Proc. of the IEEE INFOCOM, 2000, 2, Tel Aviv: IEEE Computer and Communications Societies, 2000:775-784
- [10] R Malik, S Prasad. Robot Mapping in Unstructured Environments[J]. SPIE Vol. 1613 Mobile Robots. 1992:181-189.
- [11] B D Lapin. Adaptive Position Estimation and Automated Guided Vehicle[J]. SPIE Vol. 1831 Mobile Robots. 1993:82-93

作者基本情况表

第一作者	刘旭	学号	090710219	学院	经济与管理学院
联系电话	15850682806				
E-mail	15850682806@139.com				
其他作者	王晨				
文章类别					