
基于Motorola MC33794的人体位置探测器

复旦大学计算机系 柴志雷 陈利锋 (参赛编号: E10590)

摘要: Motorola的电场传感器MC33794是一种新型的物体探测器件,它发射120KHz的超声波,通过测量布置在被测物体周围的9个电极空间上分布电容的微小变化来得到被测物体的位置、大小和相对位移变化信息。MC33794可以方便地用于非接触探测液面高度,以及在汽车安全系统中探测座位上人的位置及体积等信息,本文利用MC33794设计了一个适用于多个场合的人体位置信息探测器。

关键词: Motorola MC33794电场传感器, 人体位置体积探测

引言

目前,对物体(包括人体)位置进行探测一般采用如下一些方式和技术:

微波感应器: 又称微波雷达,是利用电磁波的多普勒原理来做的,我们知道,任何波都有反射的特性,当一定频率的波碰到阻挡物的时候,就会有一部分的波被反射回来,如果阻挡物是静止的,反射波的波长就是恒定的,如果阻挡物是向波源运动,反射波的波长就比波源的波长来得短,如果阻挡物是向远离波源的方向运动,反射波的波长就比波源的波长来的长,波长的变化,就意味着频率的变化。微波感应正是通过反射波的变化知道有运动物体逼近或远离的。

从上面的分析我们知道,微波感应主要对物体(人体)的移动进行反应,因而反应速度快,适用于探测以一定速度靠近或远离微波感应器的物体,比如以一定速度行走的人员通过某个场所,就可以用微波方便地探测出来。它的特点是一旦在附近的物体静止不动,雷达便不再反应。另一方面它无法探测出物体的体积大小。

红外感应器: 红外感应器探头是靠探测人体或其他物体发射的红外线而进行工作的,探头收集外界的红外辐射通过聚集到红外感应源上。红外感应源通常采用热释电元件,这种元件在接收了红外辐射温度发生变化时就会向外释放电荷,检测处理后产生报警。在电子防盗探测器领域,红外探测器的应用非常广泛。

红外感应器的优点是本身不发任何类型的辐射,器件功耗很小,隐蔽性好,价格低廉。对物体的存在进行反应,不管物体是否移动,只要处于感应器的扫描范围内,它都会反应。其缺点是容易受各种热源、光源干扰;被动红外穿透力差,人体的红外辐射容易被遮挡,不易被探头接收;易受射频辐射的干扰;环境温度和人体温度接近时,探测和灵敏度明显下降,有时造成短时失灵;另外红外探测器只对相对背景来说明显发射红外线的物体或人体有效,对于不发射红外线的物体需要有附加的红外光源。

从上可知，红外探测器主要用于感知物体是否进入探测范围，而对于物体是否移动或物体的大小尺寸则不能感知出来。

电场传感器：Motorola的电场传感器MC33794是一种新型的物体位置探测器件，Motorola公司提供行业内唯一可产生及检测低水平电场和功率并支持微控制器(MCU)的集成电路(IC)，所有这些功能均集成在单个芯片中。这款IC的应用目标包括电器、机器、汽车安全系统和使用人体感应触摸板输入作为用户接口的任何产品或者系统。设计工程师在需要非接触探测和三维(3D)电场成像的嵌入式系统中使用MC33794，可减少系统所需器件和成本。它通过发射120KHz的超声波，然后通过测量布置在物体周围的9个电极上(这些电极均可独立使用)的空间分布电容的微小变化来得到周围的电场信息，无接触地得到被探测物体的空间位置信息、物体的体积信息和相对位移变化信息。这是一种全新的三维物体位置探测器件和技术。这种技术非常适合于非导电容器内液体高度的测定。测定工作可以在容器外完成，而且测量时无须内部或接地结构。适合测量任何介电常数的导电液体，或者介电常数比一般值大很多的非导电液体。电场成像技术还可以探测到例如汽车在驾驶位置上有没有坐人，坐的是大人还是孩子，也可以探测到音乐指挥家的动作幅度等。由于几乎所有的日常用品都含有带电荷、并能在电场中移动的原子。电荷可以被感知，也能用三维成像技术来显示各原子之间、原子与外界的相互关系。因此，电场感应是许多可选择技术的补充，如光感应和声音感应技术等。比如，光感应技术不能检测到视线范围以外的物体，但通过电场感应技术就可以检测到。

系统概述

电场式成像芯片MC33794适用领域：

电场式成像芯片MC33794可以使用户轻松开发出包含该芯片、多个电极和一颗微控制器的系统，实现三维感测和成像应用。这种系统具有可靠的检测和感知能力，能广泛实用于下列领域：

1. 家用电器可轻松植入自动开关功能。如果在电吹风的手柄上嵌入几个电极，那电吹风被拿起时就会自动启动，而被放下时又会自动断电关闭。另外还可嵌入更多的电极，并定义这些电极的功能，从而能让使用者通过轻微触动这些电极，来控制吹风的温度或速度。

2. 能够方便地实现包括液位检测、溢出检测和湿度检测等应用。例如，可对平顶炉进行编程控制，当炉上的液体被加热至沸腾溢出时，平顶炉的炉火能够自动减小或关闭。

3. 触摸屏输入则是一个较为复杂的应用。在此类应用中，一个电极阵列被嵌入到玻璃中、或被放置非金属表面的后面，并能以矩阵的方式被感应到，这有些类似于接触式的开关输入。但这种方法无需薄膜开关或昂贵的多层电阻式触摸板，也无需接触式的机械装置就可以感应到输入情况，因而能消除接触式机械装置常碰到的磨损、灰尘和腐蚀等问题，尤其适合在恶劣环境下工作。

4. 虚拟的计算机内建触摸屏 (Touch Pad) 也是通过电场式成像技术来担当鼠标的功能。在内置的电极或放置在板面下的电极的帮助下，触控板能检测到手或手指在板面上的位置变化。通过先进的检测和软件技术，物体在三维空间内的位置可被检测出来。

5. 电场式成像技术在汽车安全中的应用。Elesys公司在其SeatSentry乘客保护系统中采用了摩托罗拉的MC33794电场式成像芯片来探测乘客的身型和位置，以决定是否需要弹出安全气囊，避免令小童和身型较小的乘客因气囊弹出而受伤。该系统采用低阶电场检测技术来探测乘客的头部位置，以及头部与侧气囊的距离。一旦系统发现乘客的头部太靠近气囊，系统就会自动阻止气囊的展开。

本项目设计目标

本项目就是利用Motorola电场传感器MC33794这种新器件和新技术，设计一个能够准确探测人体位置和大小探测器，同时也可以用于分别探测多个物体的位置信息。

1. 探测器的设计目标:

充分利用 MC33794 能够方便探测出物体大小的特点，使其应用于红外、微波感应器不能胜任的场合。充分发挥 MC33794 的功能，体现多路电场传感器的独特功能。

采用廉价低功耗通用型 MCU MC68HC908AP64 进行数据处理。

采用优良的数值计算方法，根据 9 路电极的参数精确计算三维物体位置及大小。

设备设计为具有通用性，可用在多种领域。

进行控制，尽量降低成本。

2. 探测器的功能指标特性:

支持多种工作模式：立体探测模式、多支路探测模式。

立体探测模式：在这种模式下，九路电极用来探测同一目标，可以精确的判断距离，目标大小，大致形状。

多支路探测模式：九路电极分别用来并行探测不同目标，也可分组探测不同目标，用于比较简单的探测场合，可以降低成本。

通过模糊数学算法进行智能控制。

系统硬件

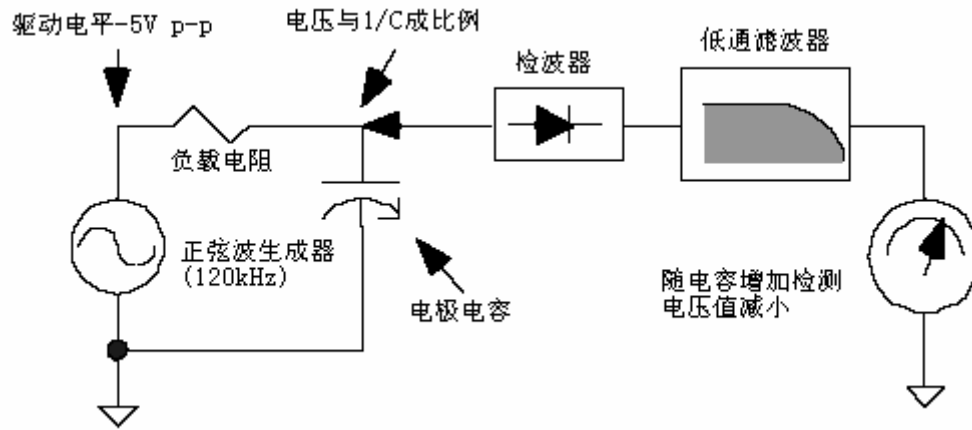


图1 MC33794的工作原理

MC33794的工作原理如图1所示。正弦波生成器与外接负载电阻配合产生120kHz的纯正弦波，当电极的电场发生变化时，相应的电容值发生改变，测得的电压与 $1/C$ 成比例，即电容增加则检测的电压减小。图1中的检波器和低通滤波器均在MC33794片内，使用时只需接10nF电容。

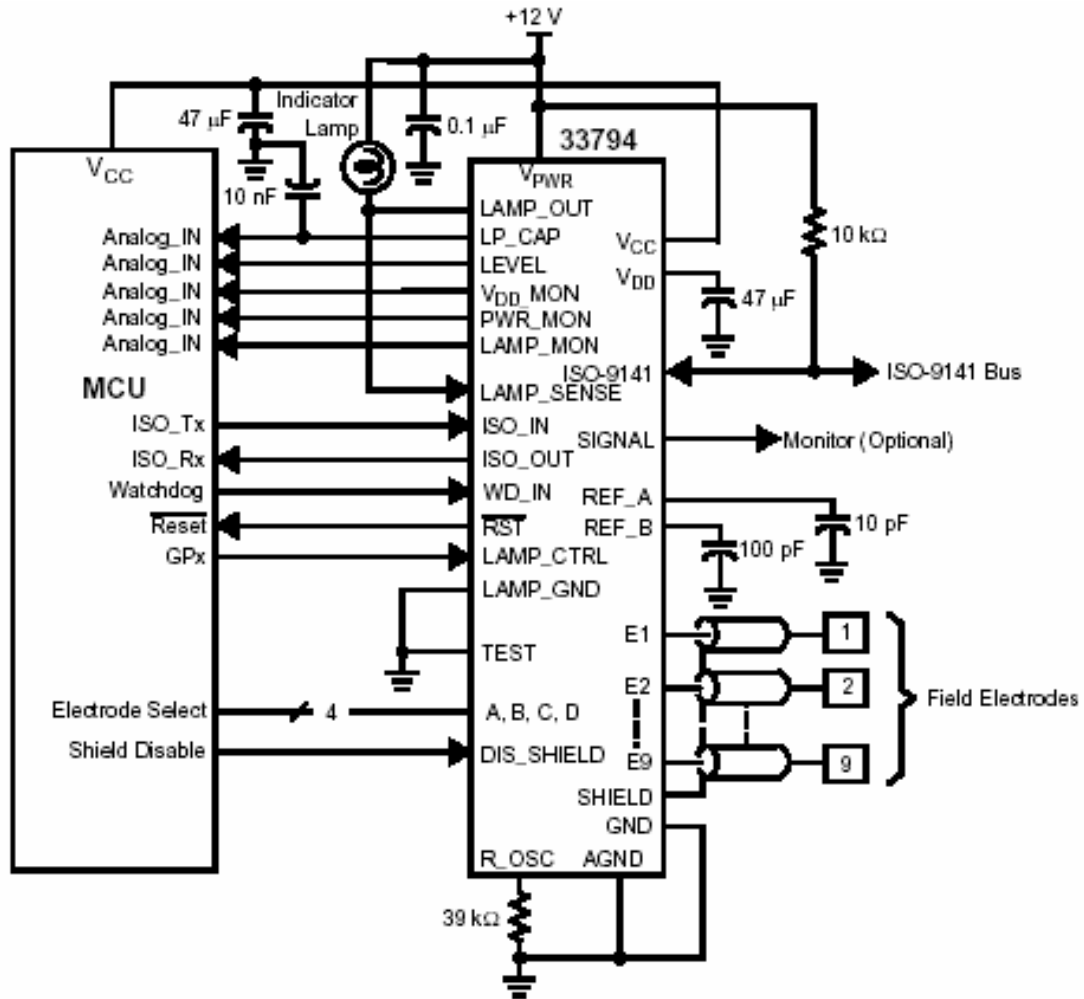


图2 MC33794与微控制器连接原理

MC33794与MCU的典型连接如图2所示。值得一提的是，我们只需提供12V电源电压，MCU使用的5V电源由MC33794提供，MCU有8位AD即可。MC33794的电容测量范围是0pF~100pF，当使用8位的ADC时，分辨率是0.4pF，当使用10位的ADC时，分辨率是0.1pF。从图2可以看出，MC33794使用非常方便，只需外界少量的电阻电容即可工作。同时MC33794对MCU的要求也不高，只需8位ADC和通用接口。

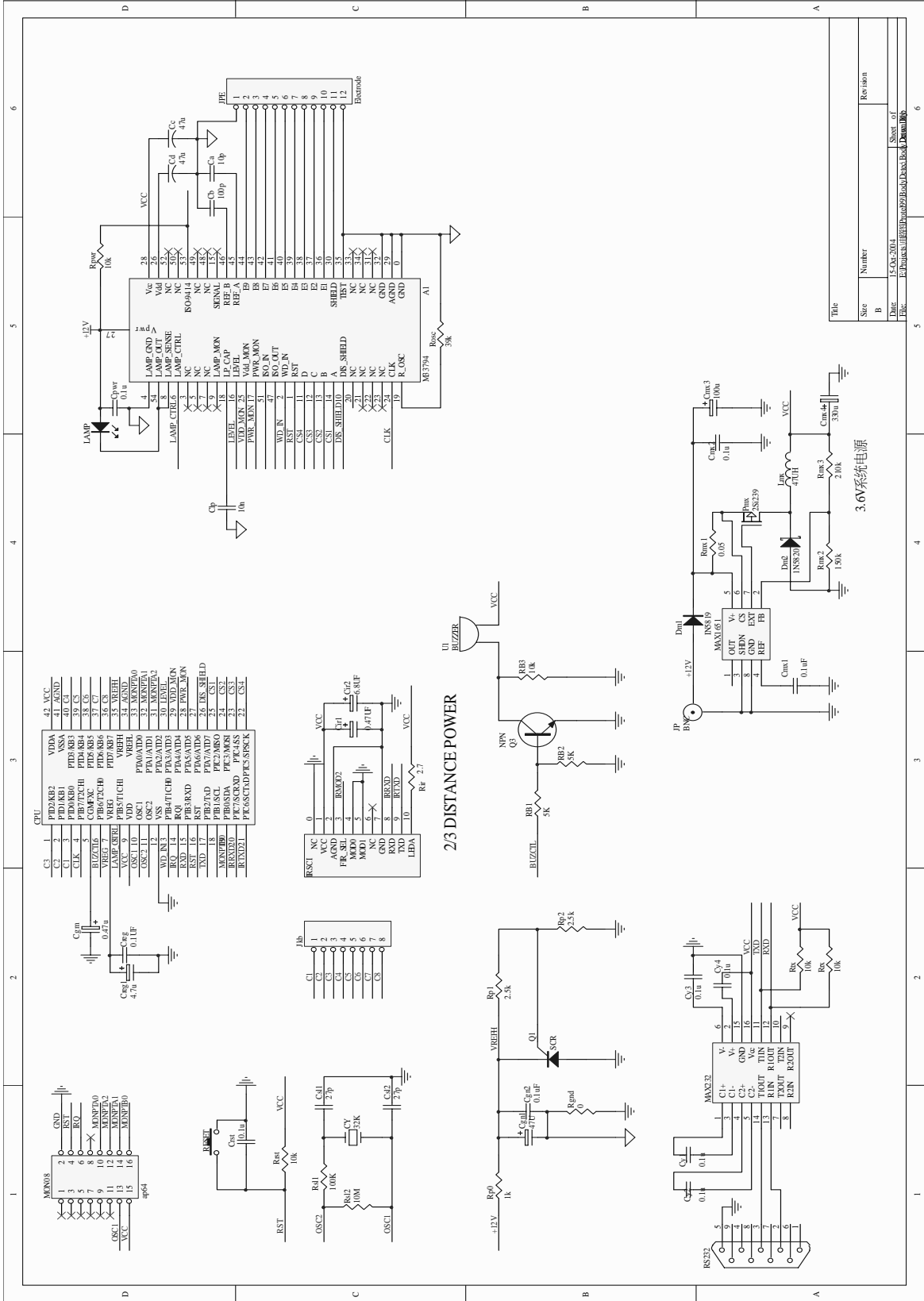


图3 硬件布线图

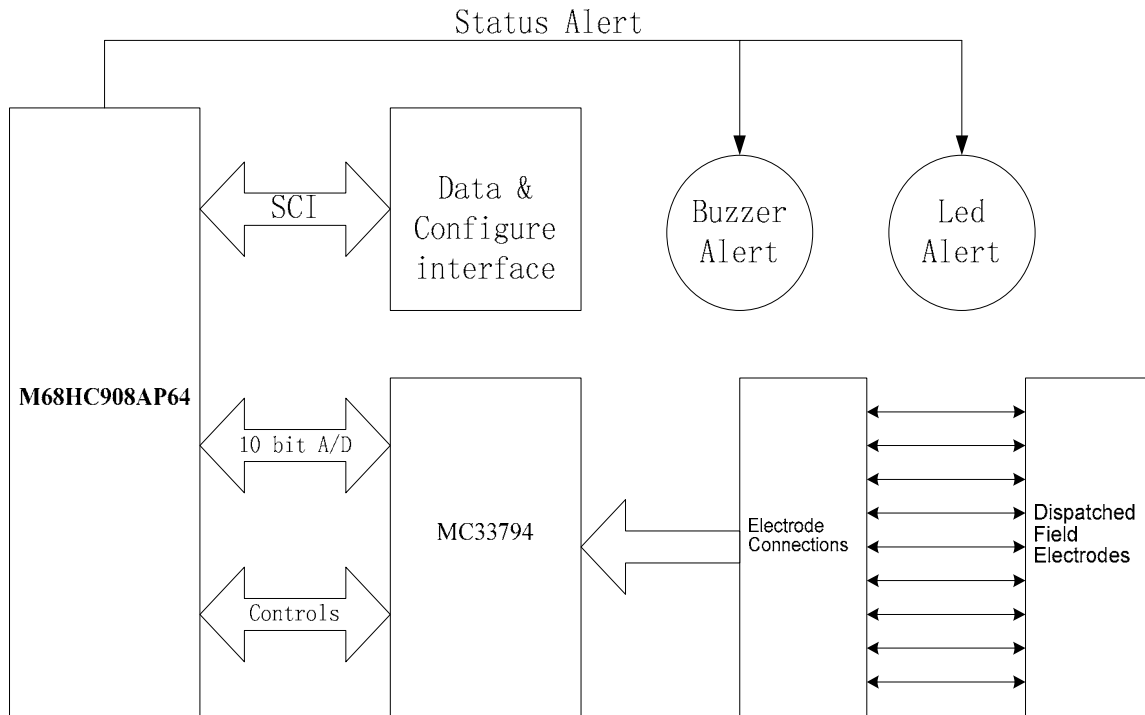


图4 硬件系统框图

硬件特性：

- 1) 采用了Motorola 2003年推出的产品---电场成像器件MC33794，充分利用了MC33794的新的探测技术。
- 2) 以MC68HC908AP64芯片为中心实现控制功能，器件数量较少，结构紧凑精简。
- 3) 利用MC68HC908AP64的10位的AD进行数据采样，保证了精度。
- 4) 采用各种Motorola的SCR提供标准参考电压，以保证AD采样的精度，减小系统误差。
- 5) 利用串行口SCI与外部进行通信，可通过PC机进行配置以及参数和算法更新。
- 6) 利用COP的功能实现自检和错误恢复，避免意外情况下失效。

系统软件

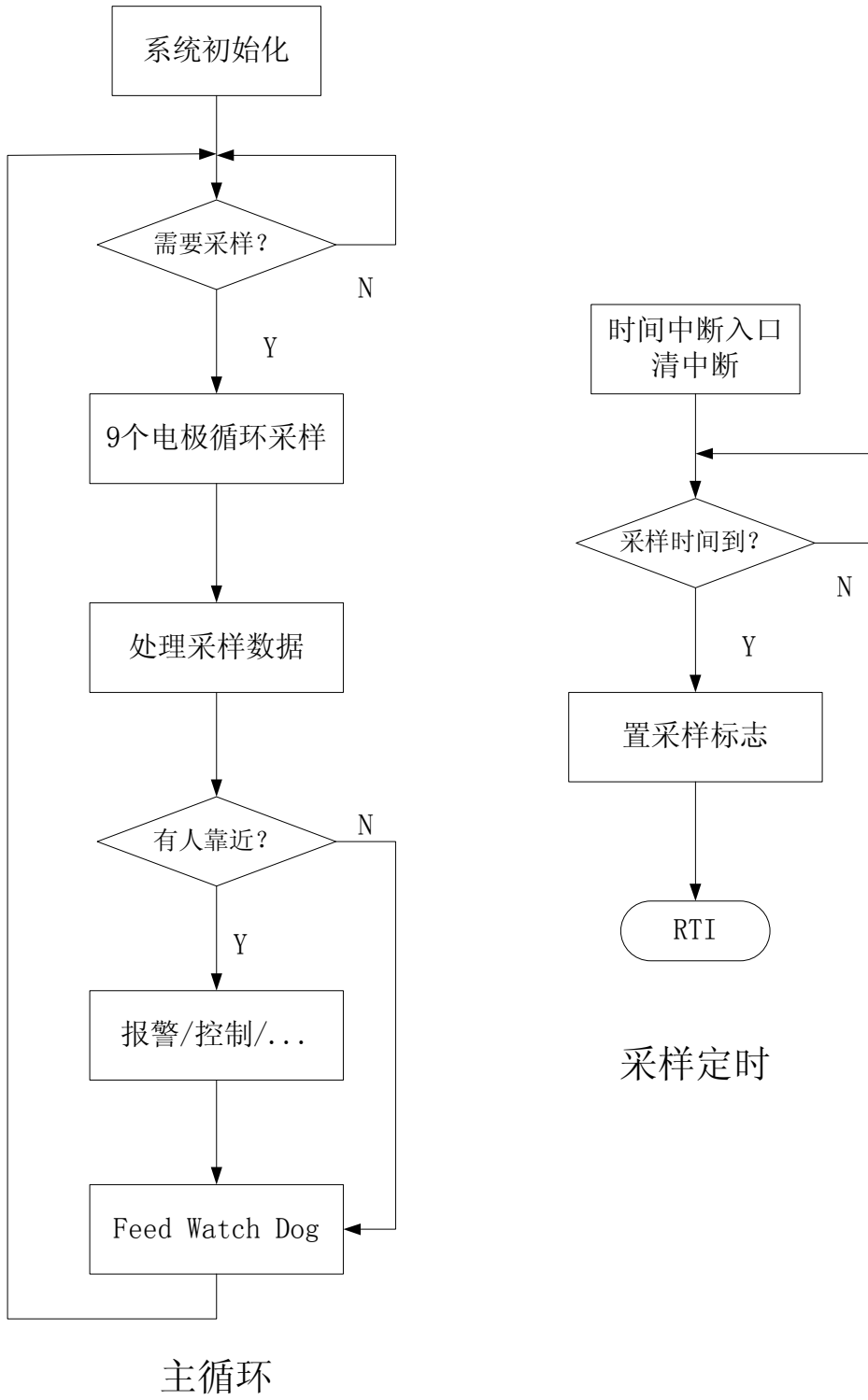


图5 软件结构框图

软件特性:

- 1) 软件容量大: 由于 MC68HC908AP64 具有 64KB 的 FLASH, 可以存储较大容量的伏在处理程序。
- 2) 数据量大: 2K Byte 的 RAM, 相较于 MC68HC908SR12 的 512 字节 RAM, 可以进行更多更复杂的数据处理。
- 3) 高运行频率: 8M 的总线频率, CPU 处于较高的运行速度。可以实时的完成复杂的运算。
- 4) 采用模糊控制技术, 可以进行很有效的位置判断和控制。在 9 路联合控制和分别控制时选择不同的控制算法。
- 5) 复杂数据运算: 在 8 位 MCU 上实现了浮点运算、三角函数运算等复杂数据运算, 这些运算都通过设计精良的子函数调用来实现。

结束语

本方案设计的人体位置的探测器, 充分利用了 Motorola 的电场传感器 MC33794 的这种新器件和技术。采用了多种软件设计技术, 产品实用性强, 有着广阔的市场。

1. 充分发挥 MC33794 的功能, 体现多路电场传感器的独特功能。
2. 支持多种工作模式: 立体探测模式、多支路探测模式。
3. 采用优良的数值计算方法, 根据 9 路电极的参数精确计算三维物体位置及大小。
4. 产品设计具有通用性, 可用在多种领域。
5. 体积小, 便于携带和安装使用。
6. 通过数学模糊原理实现“智能控制”。
7. 采用廉价低功耗通用型 MCU MC68HC908AP64 进行数据处理, 可以在符合功能要求情况下降低成本。
8. 产品设计考虑了成本控制, 制造费用较低, 可大量普及使用。

参考文献

- 1 MC68HC908AP64 Data Sheet, <http://motorola.com/semiconductors/>,2003.10
- 2 MC33794 Advance Information, Freescale Semiconductor,2004.04
- 3 M68HC08 系列单片机原理与应用-嵌入式系统初步, 张友德, 涂时亮, 陈章龙, 2001.09