

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B25J 9/16 (2006.01)

B25J 13/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710099330.0

[43] 公开日 2008年3月12日

[11] 公开号 CN 101138843A

[22] 申请日 2007.5.16

[21] 申请号 200710099330.0

[71] 申请人 北京大学

地址 100871 北京市海淀区北京大学工学院

[72] 发明人 王启宁 麦金耿 王 龙 谢广明

楚天广

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司
代理人 徐 宁

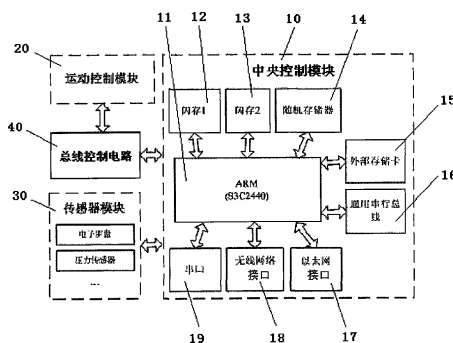
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

[54] 发明名称

一种智能自主机器人核心控制器

[57] 摘要

本发明涉及一种智能自主机器人核心控制器，它包括：一中央控制模块，中央控制模块包括核心控制器，核心控制器连接有存储装置及与外部连接的接口；且中央控制模块中设置有裁减的嵌入式 RT-Linux 操作系统、方便二次开发的应用程序和多个硬件驱动程序；一传感器模块，包括压力传感器和电子罗盘，通过接口与中央控制模块相连接；一 CAN 总线传输模块，与中央控制模块相连接；一运动控制模块，其与 CAN 总线传输模块相连接，通过 CAN 总线与核心控制器进行信息交互。本发明可以实现智能机器人的自主运动、环境感知以及人机交互等的良好控制，为智能机器人实现正确的自主行为提供软硬件支持。



1、一种智能自主机器人核心控制器，其特征在于它包括：

一中央控制模块，所述中央控制模块包括核心控制器，所述核心控制器连接有存储装置及与外部连接的接口；且所述中央控制模块中设置有裁减的嵌入式 RT-Linux 操作系统、方便二次开发的应用程序和多个硬件驱动程序；

一传感器模块，包括压力传感器和电子罗盘，通过所述接口与所述中央控制模块相连接；

一 CAN 总线传输模块，与所述中央控制模块相连接；

一运动控制模块，其与所述 CAN 总线传输模块相连接，通过 CAN 总线与所述核心控制器进行信息交互。

2、如权利要求 1 所述的智能自主机器人核心控制器，其特征在于：所述核心控制器采用 32 位 s3c2440 处理器。

3、如权利要求 1 所述的智能自主机器人核心控制器，其特征在于：所述运动控制模块由小型直流电机和步进电机构成。

4、如权利要求 1 所述的智能自主机器人核心控制器，其特征在于：与所述核心控制器连接的存储装置包括闪存、随机存储器和外部存储卡，所述接口包括通用串行总线、I/O 接口、以太网接口、无线网络接口和串口。

5、如权利要求 1 所述的智能自主机器人核心控制器，其特征在于：所述 CAN 总线传输模块由 CAN 总线控制电路与总线接口构成。

6、如权利要求 1 所述的智能自主机器人核心控制器，其特征在于：所述中央控制模块中设置的程序将不同的控制任务分为三层结构，包括硬件信息处理层、感知层和行为控制层。

7、如权利要求 5 所述的智能自主机器人核心控制器，其特征在于：所述感知层将任务分为实时任务和非实时任务进行处理。

一种智能自主机器人核心控制器

技术领域

本发明涉及机器人的核心控制器，特别是关于一种基于 ARM9-Linux 嵌入式系统的智能自主机器人核心控制器。

背景技术

随着技术不断进步，机器人正在向自主智能机器人方向发展。机器人的智能化水平已经成为衡量一个机器人系统的重要指标。作为机器人完整系统的最重要部分之一，智能自主机器人的核心控制器及外围设备已经被日益关注。对于一个智能自主机器人，其核心控制器的处理能力和运算效率是决定机器人智能化水平的重要环节。核心控制器在机器人内部系统中，只负责完成对各模块的实时数据处理和任务分配等核心任务，是整个机器人系统的内部核心。当机器人遇到任务需要处理，核心控制器负责完成决策、校验、信息融合等各项实时任务，并给各模块发送控制命令。

以往的机器人控制部分，主要是基于具体硬件的单一化设计。得到的控制系统往往在软硬件上都不具备兼容性和可扩展、可重构性。随着传感器模块的增减，电机类型的变化，此类机器人控制系统就不再适用。对于新的硬件（电子、机械）需求，系统不得不重新设计制作，成本和效率将大打折扣。从控制对象来看，智能自主机器人核心控制单元需要完成对运动和传感器数据的控制与处理。为了实现智能行为和与外界环境的良好交互，现代机器人的机械结构和控制电路变得日趋复杂。尤其是对于多关节的移动机器人，大量不同类型的电机使得普通控制系统在稳定性和扩展性上都很难承受。为了解决这一问题，国际最新研究成果往往采用多处理器来实现。但是，这些机器人系统的硬件设备往往依附于具体的电子电路，不具备很好的可重构性。

目前嵌入式系统已经广泛应用于各个领域，如国防、工业控制、通信、办公自动化和消费电子产品等。其中消费电子产品主要有手机、移动设备、交换机、路由器、机顶盒等。所谓嵌入式系统，就是以具体应用为中心，以计算机技术为基础，软硬件可裁减，适合应用系统对功能、可靠性、成本、体积和功耗要求的专用的计算机系统。任何嵌入式系统都包括硬件和软件两个方面。硬件包括微处理器、存储器、I/O 端口和图形控制等。软件包括操作系统软件和应用软件，应用软件控制着嵌入式系统的运行，而操作系统则为应用程序提供必要的底层支持。

由于嵌入式系统是面向应用对象的，所以具体硬件对象是需要仔细考虑的。

目前嵌入式系统上使用的商用操作系统主要有 VxWorks、WinCE、VRTX、pSOS、PalmOS、和 DeltaOS 等。这些系统在可靠性和技术支持上具有优势。但是，由于系统属于商业产品，价格昂贵。并且由于其核心源代码是不公开的，使得每个系统上的应用软件与其它系统无法兼容，让软件移植变得十分困难。相比这些商用操作系统，嵌入式 Linux 具有诸多优势。首先其内核稳定、功能强大，支持多种硬件平台，应用软件多且兼容性好。其次，Linux 的内核可以根据需要任意裁减。另外，由于 Linux 属于开源系统，使用成本低，已经日益得到商业公司的青睐，发展潜力巨大。如何将嵌入式系统引入机器人控制领域，目前正成为研究热点。

发明内容

本发明的目的是提供一种基于 ARM9 架构的应用嵌入式 Linux 作为其操作系统的智能自主机器人核心控制器，可用于多种机械结构的智能机器人控制。通过此核心控制器，可以实现智能机器人的自主运动、环境感知以及人机交互等的良好控制，为智能机器人实现正确的自主行为提供软硬件支持。

为实现上述目的，本发明采取以下技术方案：一种智能自主机器人核心控制器，其特征在于它包括：一中央控制模块，所述中央控制模块包括核心控制器，所述核心控制器连接有存储装置及与外部连接的接口；且所述中央控制模块中设置有裁减的嵌入式 RT-Linux 操作系统、方便二次开发的应用程序和多个硬件驱动程序；一传感器模块，包括压力传感器和电子罗盘，通过所述接口与所述中央控制模块相连接；一 CAN 总线传输模块，与所述中央控制模块相连接；一运动控制模块，其与所述 CAN 总线传输模块相连接，通过 CAN 总线与所述核心控制器进行信息交互。

上述本发明的技术方案中，所述核心控制器采用 32 位 s3c2440 处理器。

上述本发明的技术方案中，所述运动控制模块由小型直流电机和步进电机构成。

上述本发明的技术方案中，与所述核心控制器连接的存储装置包括闪存、随机存储器 and 外部存储卡，所述接口包括通用串行总线、I/O 接口、以太网接口、无线网络接口和串口。

上述本发明的技术方案中，所述 CAN 总线传输模块由 CAN 总线控制电路与总线接口构成。

上述本发明的技术方案中，所述中央控制模块中设置的程序将不同的控制任务分为三层结构，包括硬件信息处理层、感知层和行为控制层。

上述本发明的技术方案中，所述感知层将任务分为实时任务和非实时任务进行处理。

本发明由于采取以上技术方案，其具有以下优点：1、由于采用嵌入式系统，与现有单一化设计的控制器比较，该控制系统能够适合多种外部形态，系统的针对性和可靠性强，可满足多种硬件需求，软硬件可裁减，因此可以大大降低系统开发成本。2、由于采用 ARM9 架构的微处理器，相比现有商用操作系统，其模块具有性能高、功耗低、外围设备标准的优点。3、由于应用嵌入式 Linux 作为其操作系统，其内核稳定、功能强大，能支持多种硬件平台，应用软件多且兼容性好，Linux 的内核可以根据需要任意裁减，且由于 Linux 属于开源系统，使用成本低，发展潜力巨大。4、本发明控制系统针对智能移动机器人实时任务处理、分配、检测等问题，提供了处理能力较高、接口标准的低功耗控制器及控制软件。该控制器可应用于多种智能机器人，为机器人实现实时决策、信息处理、智能行为等提供了良好的核心控制平台。5、控制器软件部分采用基于硬件平台裁减的嵌入式 Linux 系统作为核心操作系统，并提供了多种硬件驱动程序。核心控制器程序为基于 Linux 的多线程应用程序，实现多传感器数据融合、运动控制命令发送、任务检测信息处理等多项复杂任务。控制软件提供了良好接口，方便二次开发。

附图说明

图 1 是本发明系统硬件示意图

图 2 是本发明中央控制模块示意图

图 3 是系统软件架构示意图

图 4 是控制任务三层分类示意图

图 5 是本发明通过输出罗盘输出的位姿信息示意图

具体实施方式

下面结合附图和实施例，对本发明进行详细的描述。

如图 1 所示，本发明的系统硬件包括：中央控制模块 10、运动控制模块 20、传感器模块 30 和总线控制电路 40。如图 1、图 2 所示，中央控制模块 10 包括基于 ARM9 架构的 32 位核心控制器 11；核心控制器 11 外围连接有闪存 12、13，随机存储器 14，外部存储卡 15，与核心控制器 11 双向连接的通用串行总线 16，以太网接口 17，无线网络接口 18，串行接口 19，以及电源模块（如图 2 所示）。核心控制器 11 采用 s3c2440 处理器，主频为 400MHz，可输出脉宽调制信号，供机器人运动控制模块使用。外部接口则为机器人控制常用的各种标准接口。硬件部分采用层插式连接，方便硬件系统裁减或扩充。运动控制模块 20 采用小型直流电机

和步进电机构成。传感器模块 30 包括压力传感器 31 和电子罗盘 32。系统扩展了多种常见接口，用于增加各类传感器，本发明实施例使用 CAN 总线作为信息传输协议。运动控制信息通过 CAN 总线与核心控制器 11 进行信息交互，此种方式避免了多电机控制时的复杂布线，并提高了传输效率和准确性。中央控制模块 10 通过通用串行总线 16 和作为基本输入输出口的 I/O 接口连接传感器模块 30，并通过总线接口 41 连接 CAN 总线控制电路 40 再连接运动控制模块 20，总线控制电路 40 将运动控制模块 20 中电机运转信息输入至核心控制器 11，并将核心控制器 11 发出的针对运动的修正指令，即重新输出的脉宽调制信号，传送给运动控制模块 20，以使机器人按要求动作。其中，CAN 总线控制电路 40 与总线接口 41 构成 CAN 总线传输模块。

本发明的软件部分将不同的控制任务分为三层结构，包括硬件信息处理层、感知层和行为控制层。针对单个任务，又将任务分为两类：实时任务和非实时任务。根据任务的实时要求，采用不同的处理方式。整个软件包括裁减的嵌入式 RT-Linux 操作系统、方便二次开发的应用程序和多个硬件驱动程序。

如图 3 所示，本发明控制任务三层分类包括：硬件层、感知层和行为层。硬件层主要为软件和硬件的交互模块，具体为运动控制单元、传感器控制单元、传感器数据缓冲单元和运动反馈单元。感知层主要是指机器人自主判断周围环境，生成自我感知，由本发明中的嵌入式控制系统完成。行为层主要是指当机器人获得环境信息后，及时产生需要输出的命令，并协调机器人各部分的协作运动。

如图 4 所示，本发明的软件实现信息处理的具体步骤如下：

(1) 将机器人当前获得的感知信息和运动信息分类，分为实时任务和非实时任务两类。当前需处理的信息根据判断条件决定是否为实时任务，如需实时处理的任务则转移实时调度模块处理，非实时任务则转入非实时任务列表，通过缓存处理；

(2) 图示中的实时任务模块通过实时调度策略处理被判断为实时任务的信息，实时任务处理中可使用各种调度算法，在本发明的软件系统中提供了良好的处理接口，供选择不同的处理算法；

(3) 非实时任务被列为任务队列先放入共享缓存中，供内核分时处理；

(4) 实时和非实时任务由 Linux 实时内核完成数据处理并根据判断条件产生控制命令；

(5) 本发明所使用的软件内核与硬件设备的控制交互方式使用三种方式：基本输入输出、硬件中断和设备驱动。作为可广泛用于各类机器人的控制平台，系

统所提供的各种软硬件交互方式为实际应用提供了十分便捷的处理模式，可根据实际系统需要增加或删除硬件设备。

如图 5 所示，为本发明通过输出罗盘实时输出控制信息的位姿信息示意图。输出罗盘位姿信息示意图中三坐标轴分别表示空间三维坐标，星状点表明当前测得的机器人所在位置。由于罗盘的信息是实时的，所以对罗盘数据的读取、发送和显示也需要是实时的。由图中的星状点可知，本发明提供 ARM9-Linux 嵌入式系统，很好的处理了这类实时问题，由核心控制器 11 实时读取输出罗盘的数据，将机器人当前所处的三维空间位置进行实时显示。因此本发明的软硬件结构具有较强的实时性，尤其对于机器人的实时控制有明显的效果。

本实施例以机器人自主信息获取和电机控制为例，说明了在复杂环境下基于 ARM9-Linux 的智能机器人控制系统的实践方法。本发明的智能机器人自主信息获取包括位姿信息和压力传感器信息，电机控制包括常用直流电机和步进电机。实施系统模拟机器人与环境交互信息，并实时产生决策信息，体现本发明在控制实时性、智能性和多任务上的特点。

智能自主机器人自身常见的感知信息包括：图像视觉信息、听觉信息、触觉信息和位置信息等。根据不同的感知内容，这些信息又可以按照实时性高低分为实时任务和非实时任务。本发明根据这一特点，利用 Linux 的基础多任务内核加上实时调度策略，将机器人常见感知任务分类处理，提高了处理效率，增加了系统的应用范围。机器人的运动控制是机器人主要任务之一。本发明使用 ARM 核心系统与外围可编程逻辑器件（FPGA）协作控制，实现对各种常见电机的控制，增加了系统的可重构性。

尽管为说明目的公开了本发明的具体实施例和附图，其目的在于帮助理解本发明的内容并据以实施，但是本领域的技术人员可以理解：在不脱离本发明及所附的权利要求的精神和范围内，各种替换、变化和修改都是可能的。因此，本发明不应局限于最佳实施例和附图所公开的内容，本发明要求保护的范围以权利要求书界定的范围为准。

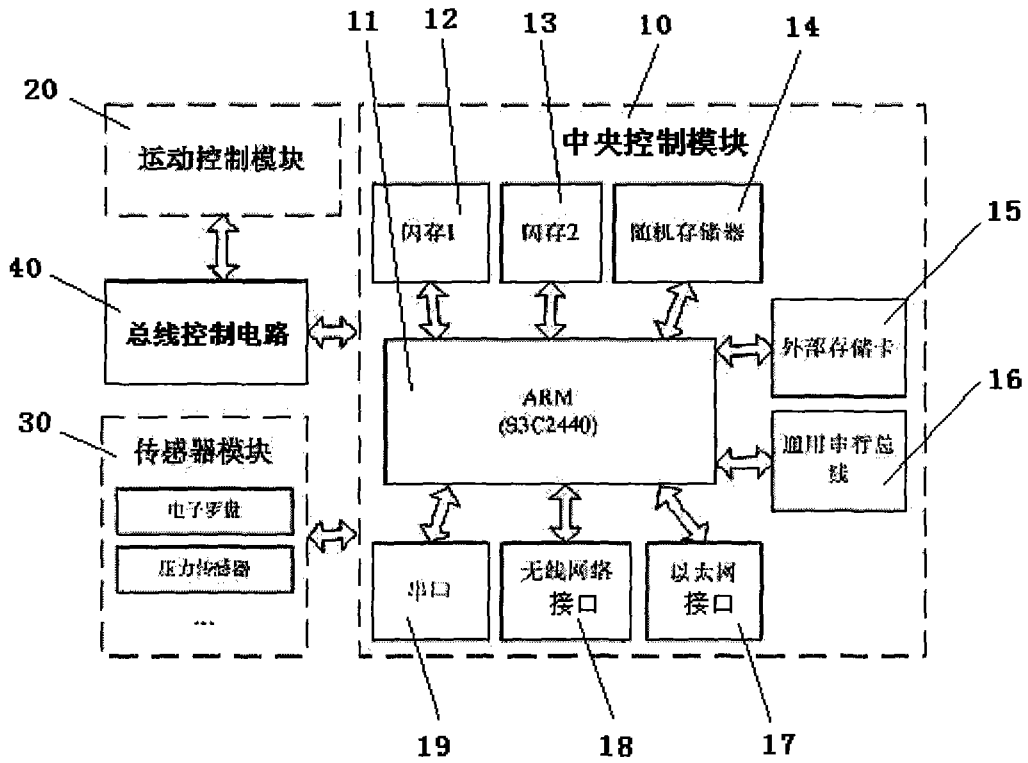


图 1

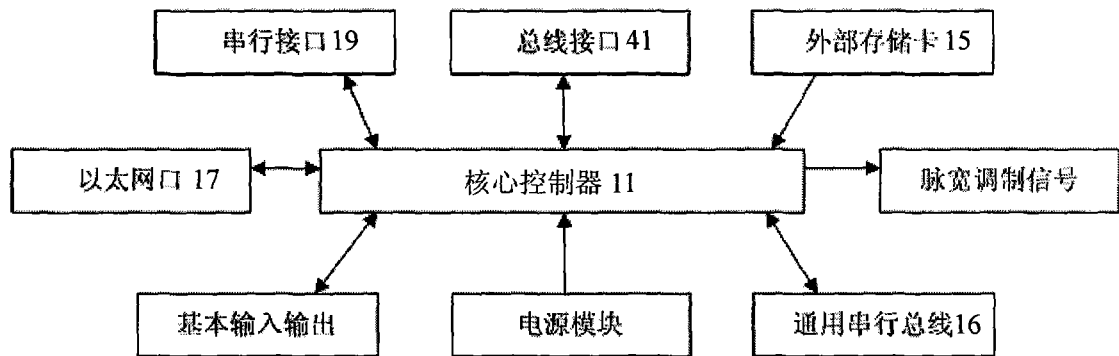


图 2

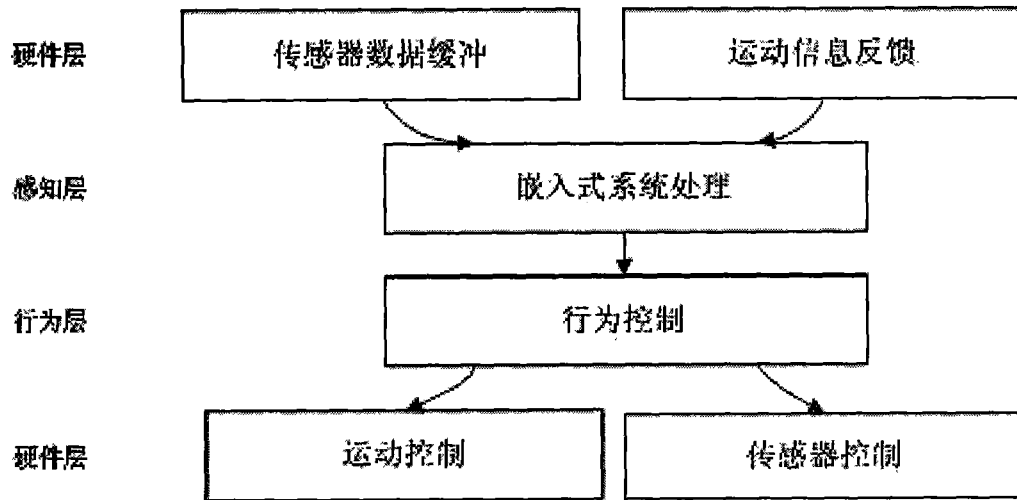


图 3

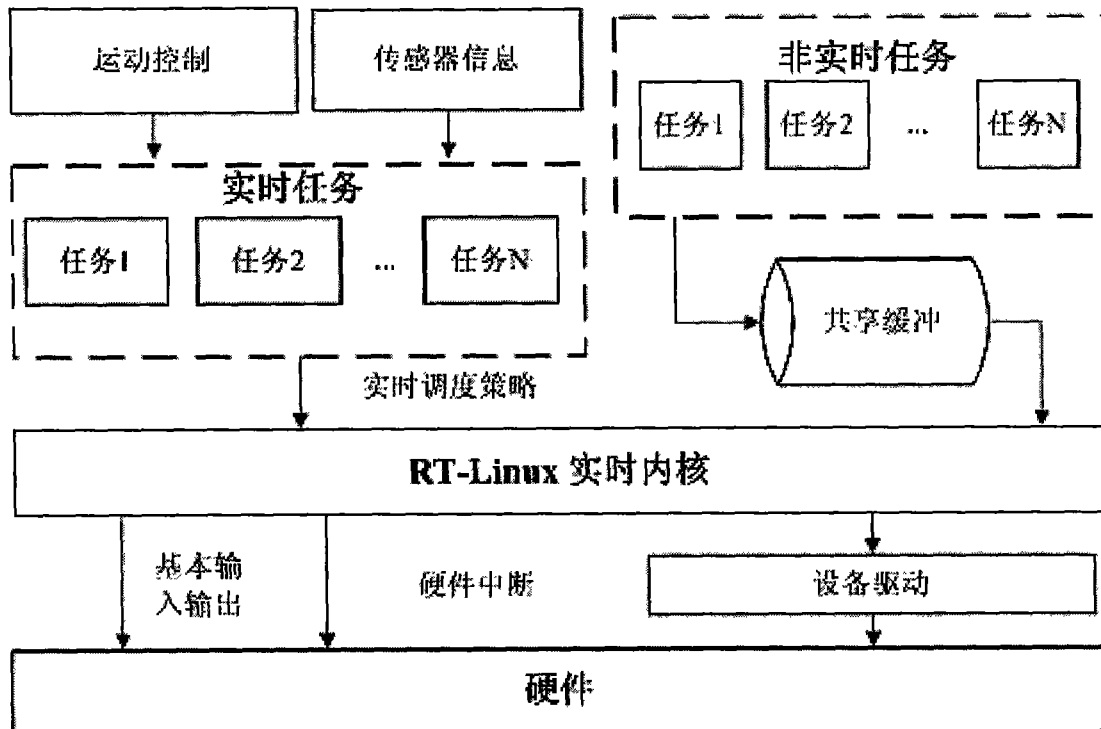


图 4

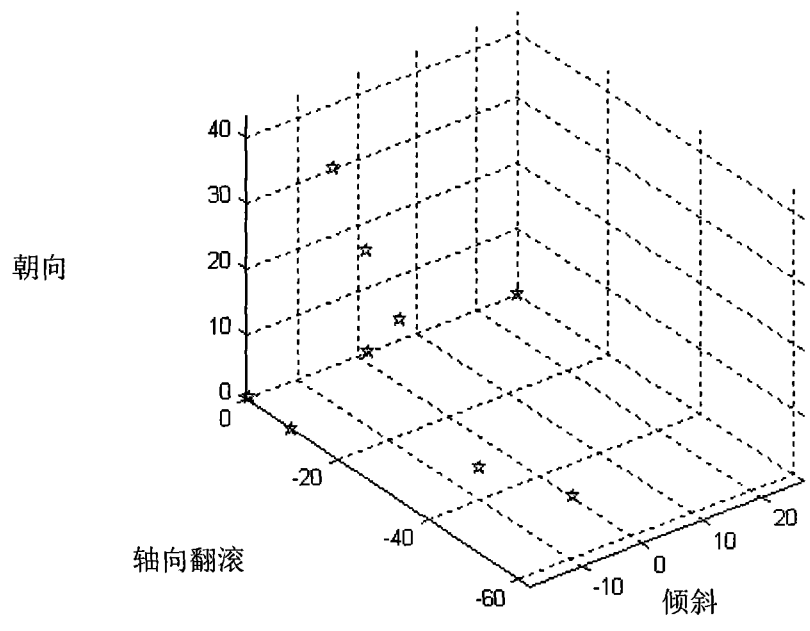


图 5