

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01S 5/02 (2006.01)

G01S 5/14 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610011974.5

[45] 授权公告日 2009年8月12日

[11] 授权公告号 CN 100526910C

[22] 申请日 2006.5.24

[21] 申请号 200610011974.5

[73] 专利权人 北京东方联星科技有限公司

地址 100085 北京市海淀区上地信息路26号中关村创业大厦1006室

[72] 发明人 张峻林

[56] 参考文献

US5420592A 1995.5.30

WO2006/018803A1 2006.2.23

US5379224A 1995.1.3

US5434787A 1995.7.18

审查员 邵建霞

[74] 专利代理机构 北京海虹嘉诚知识产权代理有限公司

代理人 吴小灿

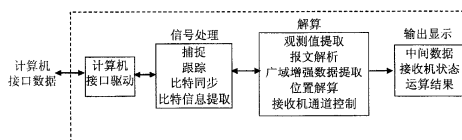
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

[54] 发明名称

用于卫星导航接收机研发的平台系统

[57] 摘要

本发明提供一种用于卫星导航接收机研发的平台系统，具有卫星导航接收机的硬件部分和软件部分，其特征在于：所述软件部分运行于计算机上，所述硬件部分通过计算机接口连接于所述计算机。采用该平台系统，与现有技术中的全软件仿真型后处理模式相比，具有长时间测试卫星导航接收机软件的特点，并且具有实时性，可以实时处理卫星信号，实时观测结果；与现有技术中的直接在嵌入式处理器上调试软件的模式相比，具有调试方便的特点，不仅可以得到软件实时运行的最终结果，而且可以看到任何中间结果；从而为开发、研制卫星导航接收机提供先进的手段。



1.用于卫星导航接收机研发的平台系统，具有卫星导航接收机的硬件部分和软件部分，其特征在于：所述软件部分运行于计算机上，所述硬件部分通过计算机接口连接于所述计算机；所述硬件部分包括天线、射频部分和基带处理部分；所述天线将导航卫星的电磁波信号转变为电信号，信号的频率为卫星信号波段；所述射频部分将导航卫星信号放大、下变频、滤波、数模变换，最后输出数字信号，输出信号的频率已经不是卫星信号波段，而是变为载波频率为几 MHz 到几十 MHz 的中频信号；所述基带处理部分是数字电路，主要包括相关器、中频载波生成和码时钟生成，基带处理部分将输出的结果送到计算机接口，同时也从该计算机接口接收输入的命令和设置的参数。

2.根据权利要求 1 所述的用于卫星导航接收机研发的平台系统，其特征在于：所述计算机接口包括 EISA 接口、PCI 接口和/或 USB 接口。

3.根据权利要求 1 所述的用于卫星导航接收机研发的平台系统，其特征在于：所述软件部分包括计算机接口驱动程序，信号处理软件，解算软件，以及显示和输出软件。

4.根据权利要求 3 所述的用于卫星导航接收机研发的平台系统，其特征在于：所述计算机接口驱动程序是指驱动不同计算机接口硬件的软件，包括 EISA 接口驱动程序、PCI 接口驱动程序和 USB 接口驱动程序；所述信号处理软件完成卫星导航接收机中捕捉、跟踪、比特同步和比特信息提取功能；所述解算软件包括观测值提取、报文解析、广域增强数据提取、位置解算和接收机通道控制的功能模块；所述显示和输出软件能够将中间数据、接收机状态和运算结果实时显示在计算机屏幕上或保存在文件中，以供用户调试程序、分析运行结果，输出显示的内容可以根据用户的需要增加、修改或减少。

5.根据权利要求 4 所述的用于卫星导航接收机研发的平台系统，其特征在于：所述软件部分的程序，除了计算机接口驱动程序之外，其它程序都是对用户开放的，所谓对用户开放是指：提供软件的源代码给用户；用户可以修改这些源程序，加入自己的算法和程序；用户可以编写全新的程序替代原有程序。

6.根据权利要求 1 所述的用于卫星导航接收机研发的平台系统，其特征在于：所述软件部分的软件都是标准 C 语言程序，调试工具则是标准 C 语言的调试工具，调试环境也是标准 C 语言的开发环境。

7.根据权利要求 1 所述的用于卫星导航接收机研发的平台系统，其特征在于：所述平台系统还包括一台参考卫星导航接收机，该接收机是一个可正常工作、稳定运行的卫星导航接收机，它的输入信号也是来自天线，输出接到另一台计算机上显示正确的参考定位结果

和卫星状态，作为用户调试自己的程序的参考和对比。

用于卫星导航接收机研发的平台系统

技术领域

本发明涉及卫星导航领域，特别是一种用于卫星导航接收机研发的平台系统，该系统具有开放式、可编程的卫星导航接收机软件、算法开发环境,可用于任何卫星导航接收机的研发，包括 GPS、伽利略系统、北斗系统、GLONASS 系统等。

背景技术

卫星导航系统是一种通过接收机接收多颗导航卫星信号，接收机根据接收到的卫星信号进行运算得到接收机位置的系统。一般卫星导航系统由分布于不同轨道平面的多颗卫星组成，以保证在任何时间，应用范围内的任何地点都可以接收到多颗卫星的信号，比如对于现在运行的 GPS (Global Positioning System 全球定位系统) 系统的应用范围是全球，就要保证在任何时间、全球的任何地点可以接收到至少四颗卫星的信号。卫星导航接收机就是接收卫星信号，并根据接收到的卫星信号经过运算，得到位置、时间、速度的装置。

图 1 是卫星导航接收机的组成的原理框图。卫星导航接收机通常由硬件和软件两部分组成。

硬件部分包括天线、射频部分、基带处理。天线将空间中的导航卫星电磁波转变为电信号。射频部分将导航卫星信号放大、下变频、滤波、数模变换，最后输出数字信号。下变频是指将卫星波段的信号(频率一般为 1GHz 到 2GHz)降到几 MHz 到几十 MHz 的中频信号，中频信号才可以被进一步做信号处理。滤波部分是一带通滤波器，将带外噪声滤除。数模变换是将经过下变频和滤波后的中频模拟信号变为数字信号，数字信号可以被进一步进行数字信号处理。基带处理一般是数字电路，处理来自射频部分的中频数字信号，主要包括相关器、中频载波生成、码时钟生成等部分。导航卫星信号是直扩序列扩频信号，相关器是将接收到的信号与本地产生的直扩序列进行相关运算，以去掉直扩序列的硬件。中频载波生成部分根据软件设置的频率产生中频载波，将中频信号进行下变频，变为无载波的基带信号。码时钟生成部分根据软件设置的码时钟频率，控制数字 NCO (数控振荡器) 产生本地直扩序列的时钟。

对于一般的卫星导航接收机产品，软件部分运行在嵌入式处理器上，根据基带处理部分的结果进行运算，同时写入控制参数到基带处理部分。软件部分由信号处理和解算两部

分组成。信号处理软件主要包括卫星信号捕获、跟踪、比特同步、比特信息提取等部分。接收直扩序列扩频信号时，需要接收信号中的直扩序列与本地产生的直扩序列的起始时间完全相同，同时接收的中频信号（即基带处理部分的输入信号）的中频载波频率与本地产生的中频载波频率要完全一致，这时，相关器的结果才不是噪声，而是有一个峰值，该峰值被称为相关峰。在开始接收时，需要进行捕获过程，该过程就是不断改变本地产生的直扩序列的起始时间和本地产生的中频载波频率，进行二维搜索，直到与接收信号一致，找到相关峰为止，软件中控制这一过程的程序就是卫星信号捕获部分。在接收机找到信号的相关峰后，由于导航卫星轨道运动和接收机本身运动的影响，直扩序列的起始时间和载波频率会有连续的变化，载波频率的连续变化进而会引起中频载波频率同样的连续变化，跟踪部分就是控制本地产生的直扩序列的起始时间与中频载波频率做同样的连续变化，以保持相关峰。导航卫星信号中调制有报文信息，报文信息包括星历和历书，星历中主要包括短时的精确信息，如卫星的轨道参数、电离层参数、卫星时钟误差等，这是位置解算过程中必备的信息，某一星历的有效时间一般是数小时。历书中主要是长时间的粗略的卫星轨道参数，由于误差较大，不能用来定位。报文信息被逐比特调制到直扩序列上，比特同步部分就是控制找到比特起始位置，比特信息提取就是在比特同步之后获得比特信息。解算部分主要包括观测值提取、报文解析、广域增强数据提取、位置解算、接收机通道控制等部分。观测值提取部分是根据直扩序列的起始位置和中频载波频率等信息得到伪距、多普勒等用于位置解算的观测值。报文解析部分就是从比特信息中得到星历和历书。广域增强数据提取是获得广域增强卫星（如 WAAS 和 EGNOS）的数据。广域增强卫星一般是运行在地球赤道上空的静止同步卫星，除报文信息不同外，信号结构与导航卫星信号完全相同，所以卫星导航接收机中的射频部分、基带处理部分和软件中的信号处理部分可以用来接收广域增强卫星信号。地面监控站监控导航卫星的状态和电离层的更精确的参数，然后将这些信息编码送到广域增强卫星，广域增强卫星再将这些信息广播给用户，广域增强数据提取部分就是提取这些信息的软件。位置解算部分利用提取的报文信息和观测值，代入方程计算出接收机的位置。由于导航卫星是低轨道卫星，所以在某一地点，随着时间的变化，天空上的导航卫星是有相对运动的，即会不断有卫星消失在地平线下，从而接收机无法收到该卫星的信号，也会有新的卫星从地平线下升起，从而信号可以被接收机收到。所以，接收机要不断根据时间、地点的变化与卫星轨道参数，删掉、更换、增加正在接收的卫星，接收机通道控制就是控制这一过程的软件模块。

目前，开发、研制卫星导航接收机还没有很好的手段，是比较费时、费力的事情，主要的方法有两种。第一种方法是利用软件卫星导航接收机。软件接收机是指完全用软件在计算机上实现图 1 所示的接收机，包括图 1 中的硬件部分也用软件模拟实现。这种方法完全利用计算机上调试软件的环境，调试手段方便齐全，可以方便的看到任何中间信号和数据。但其不足之处是：1、无法实时处理导航卫星信号，对于目前最高配置的计算机，处理速度也要慢 20 倍左右，所以只能后处理经过采样，存下来卫星信号数据文件；2、由于原始数据量大且运算速度慢，无法长时间测试接收机特性，一般最多只能处理十几分钟的数据，无法做数小时甚至数天的测试。第二种方法是对于已经开发出卫星导航接收机硬件的人，直接在嵌入式处理器上调试软件。这种方法具有实时性，也可长时间测试，但其不足之处是：1、嵌入式处理器上的软件调试困难，没有方便的调试环境，特别是调试算法更加困难；2、对于还没有接收机硬件部分的人，无法采用这种方法；3、无法看到很多中间信号或数据的数值，难以确定问题。

发明内容

本发明针对现有技术中存在的缺陷或不足，提供一种用于卫星导航接收机研发的平台系统，采用该平台系统，与现有技术中的全软件仿真型后处理模式相比，具有长时间测试卫星导航接收机软件的特点，并且具有实时性，可以实时处理卫星信号，实时观测结果；与现有技术中的直接在嵌入式处理器上调试软件的模式相比，具有调试方便的特点，不仅可以得到软件实时运行的最终结果，而且可以看到任何中间结果；从而为开发、研制卫星导航接收机提供先进的手段。

本发明的技术构思为，通过将卫星导航接收机的软件部分运行于计算机上，而硬件部分通过计算机接口与计算机连接，这样就使得实时运行环境下的软件编写、调试、修改、替换等都能够计算机上完成，简单方便，为开发、研制卫星导航接收机提供了一种先进的技术手段。

本发明技术方案如下：

用于卫星导航接收机研发的平台系统，具有卫星导航接收机的硬件部分和软件部分，其特征在于：所述软件部分运行于计算机上，所述硬件部分通过计算机接口连接于所述计算机。

所述计算机接口包括 EISA 接口、PCI 接口和/或 USB 接口。

所述软件部分包括计算机接口驱动程序，信号处理软件，解算软件，以及显示和输出

软件。

所述计算机接口驱动程序是指驱动不同计算机接口硬件的软件，包括 EISA 接口驱动程序、PCI 接口驱动程序和 USB 接口驱动程序；所述信号处理软件完成卫星导航接收机中捕捉、跟踪、比特同步和比特信息提取功能；所述解算软件包括观测值提取、报文解析、广域增强数据提取、位置解算和接收机通道控制的功能模块；所述显示和输出软件能够将中间数据、接收机状态和运算结果实时显示在计算机屏幕上或保存在文件中，以供用户调试程序、分析运行结果，输出显示的内容可以根据用户的需要增加、修改或减少。

所述软件部分的程序，除了计算机接口驱动程序之外，其它程序都是对用户开放的，所谓对用户开放是指：提供软件的源代码给用户；用户可以修改这些源程序，加入自己的算法和程序；用户可以编写全新的程序替代原有程序。

所述软件部分的软件都是标准 C 语言程序，调试工具则是标准 C 语言的调试工具，调试环境也是标准 C 语言的开发环境。

所述硬件部分包括天线、射频部分和基带处理。

所述天线将导航卫星的电磁波信号转变为电信号，信号的频率为卫星信号波段；所述射频部分将导航卫星信号放大、下变频、滤波、数模变换，最后输出数字信号，输出信号的频率已经不是卫星信号波段，而是变为载波频率为几 MHz 到几十 MHz 的中频信号；所述基带处理部分是数字电路，主要包括相关器、中频载波生成和码时钟生成，基带处理部分将输出的结果送到计算机接口，同时也从该计算机接口接收输入的命令和设置的参数。

所述平台系统还包括一台参考卫星导航接收机，该接收机是一个可正常工作、稳定运行的卫星导航接收机，它的输入信号也是来自天线，输出接到另一台计算机上显示正确的参考定位结果和卫星状态，作为用户调试自己的程序的参考和对比。

本发明技术效果如下：

本发明的用于卫星导航接收机研发的平台系统，是一套开放式、可编程的卫星导航接收机软件、算法开发环境，可用于任何卫星导航接收机的研发，包括 GPS、伽利略系统、北斗系统、GLONASS 系统等。该平台具有实时接收处理导航卫星和广域增强卫星信号的能力，平台向用户开放了实时信号搜索、跟踪、实时导航数据解码、广域增强差分数据解码和位置速度时间解算等的软件模块，用户可以在该平台上编写或修改上述程序，并能通过显示器和存储的数据文件实时看到程序的运行结果。在该平台上，用户可以研制卫星导航接收机及其核心软件、算法。总之，为开发、研制卫星导航接收机提供先进的手段。

附图说明

图 1 为卫星导航接收机的组成的原理框图。

图 2 为本发明平台系统的硬件部分结构示意图。

图 3 为本发明平台系统的软件部分功能模块结构示意图。

具体实施方式

下面结合附图对本发明作进一步的详细说明。

本发明旨在解决上述开发、研制卫星导航接收机手段的不足，提出一种新的卫星导航接收机研发平台。该平台开放了实时搜索、跟踪、实时导航数据解码、广域增强差分数据解码、位置解算、报文解析等软件模块，用户可以方便的修改、替换、调试图 1 中所有的软件部分；可以实时运行上述软件得到最终结果，并可以看到任何中间结果；可以长时间测试卫星导航接收机软件；软件的编写、调试都是在标准计算机上完成，简单方便，熟悉计算机编程的人也更多；可以对照成熟接收机的结果，验证自己的程序。

图 2 和图 3 为卫星导航接收机研发平台的原理框图，包括硬件部分和软件部分，硬件部分是固定的，不对用户开放，软件部分基本是开放的，所有涉及卫星导航接收机软件算法和程序的部分都是对用户开放，这部分程序的源代码全部提供给用户，用户可以修改程序或者编写自己的程序。

图 2 的卫星导航接收机研发平台的硬件部分中，天线将导航卫星的电磁波信号转变为电信号，信号的频率为卫星信号波段，如 GPS 系统的 L1 波段的频率为 1575.42MHz。射频部分将导航卫星信号放大、下变频、滤波、数模变换，最后输出数字信号，这与普通卫星导航接收机相同。输出信号的频率已经不是卫星信号波段，而是变为载波频率为几 MHz 到几十 MHz 的中频信号。基带处理部分是数字电路，主要包括相关器、中频载波生成、码时钟生成等，与普通接收机的基带处理部分基本相同。基带处理部分将输出的结果送到计算机接口，同时也从该计算机接口接收输入的命令和设置的参数。计算机接口为标准的计算机接口，包括 EISA 接口、PCI 接口、USB 接口等。基带处理部分通过计算机接口与计算机 1 相连，计算机 1 是一台标准的计算机，运行的就是研发平台的软件。为了方便用户修改、调试程序和算法，在研发平台中还有一台参考卫星导航接收机。该接收机是一个可正常工作、稳定运行的卫星导航接收机，它的输入信号也是来自天线，输出接到一台计算机 2 上显示正确的参考定位结果和卫星状态，作为用户调试自己的程序的参考和对比。

图 3 中的卫星导航接收机研发平台的软件部分是运行在计算机 1 上的软件，这是与普

通卫星导航接收机不同的地方，普通卫星导航接收机的软件是运行在嵌入式处理器上，而卫星导航接收机研发平台的软件是运行在标准计算机上，这就有方便、丰富的人机界面。除了计算机接口驱动程序之外，其它程序都是对用户开放的，所谓对用户开放是指：提供软件的源代码给用户；用户可以修改这些源程序，加入自己的算法和程序；用户可以编写全新的程序替代原有程序。软件部分包括四部分：1、计算机接口驱动程序；2、信号处理软件；3、解算软件；4、显示和输出。计算机接口驱动程序是指驱动不同计算机接口硬件的软件，包括 EISA 接口驱动程序、PCI 接口驱动程序和 USB 接口驱动程序等。信号处理软件完成卫星导航接收机中捕捉、跟踪、比特同步和比特信息提取等功能，这些都是卫星导航接收机中必备的功能模块。解算软件包括观测值提取、报文解析、广域增强数据提取、位置解算、接收机通道控制等部分，也都是卫星导航接收机中必备的功能模块。输出显示部分可以将中间数据、接收机状态和运算结果实时显示在计算机屏幕上或保存在文件中，以供用户调试程序、分析运行结果，输出显示的内容可以根据用户的需要增加、修改或减少。软件都是标准 C 语言程序，调试工具则是标准 C 语言的调试工具，这都是普通专业人员所熟悉的。

本设备适用于各种卫星导航系统的研发，包括美国的 GPS 系统、欧洲的伽利略系统、俄罗斯的 GLONASS 系统等，以及未来可能出现的新的卫星导航系统，具有实时接收能力、卫星导航接收机软件全开放、调试方便等特点，是研发卫星导航接收机程序、算法的开发环境。

应当指出，以上所述具体实施方式可以使本领域的技术人员更全面地理解本发明，但不以任何方式限制本发明。因此，尽管本说明书参照附图和实施方式对本发明已进行了详细的说明，但是，本领域技术人员应当理解，仍然可以对本发明进行修改或者等同替换；而一切不脱离本发明的精神和实质技术方案及其改进，其均应涵盖在本发明专利的保护范围当中。

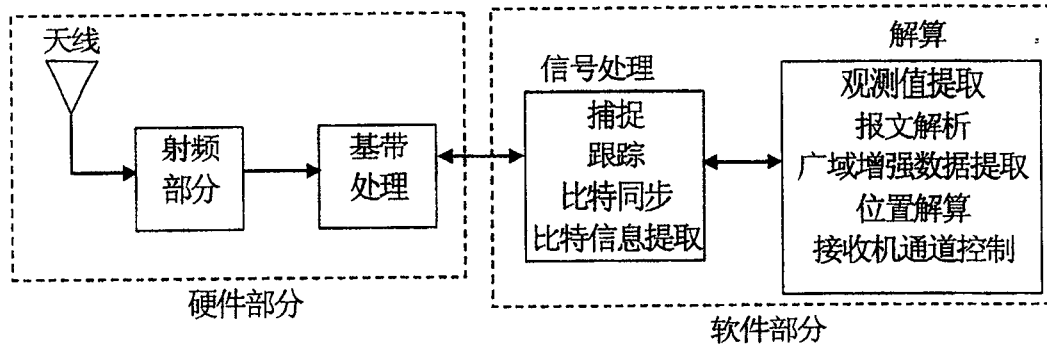


图1

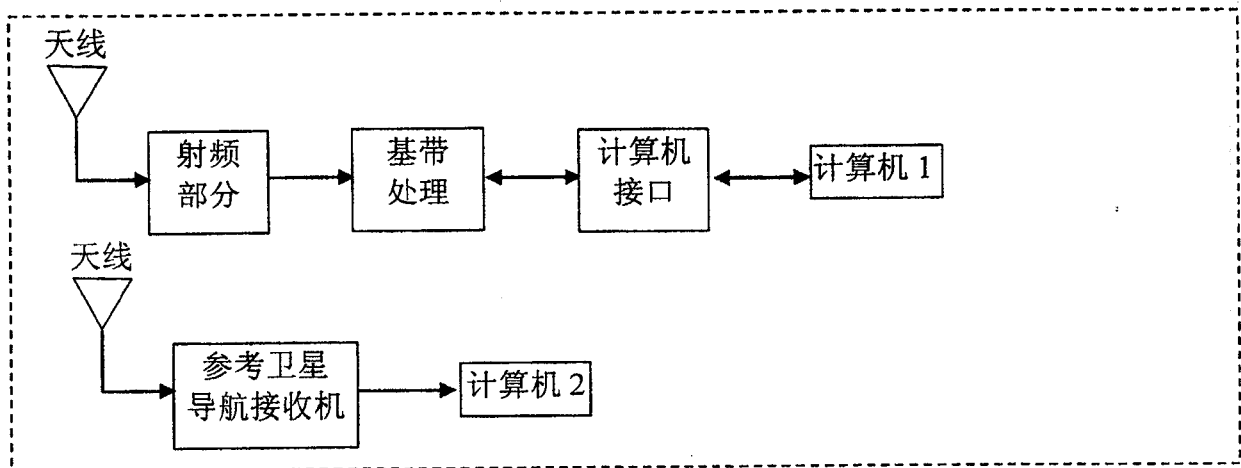


图2

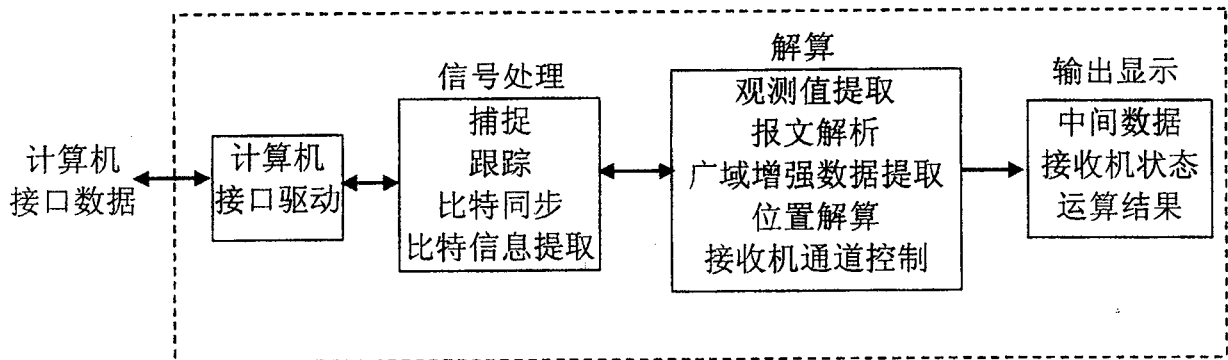


图3