

13-14

可编程专用集成电路(ASIC)的发展

TM/4

孟宪元 朱正中 北京清华大学

摘要:八十年代后期出现了可编程逻辑器件(PLD)和现场可编程门阵列(FPGA)。进入九十年代后,可编程 ASIC 利用其具有可再编程的能力,向系统内可再编程(ISP)的方面发展,使得硬件的功能可以象软件一样通过编程来修改和开发。更进一步,可以将电子系统设计成在运行期间改变可编程 ASIC 的配置来改变系统功能,大大提高电子系统的灵活性和通用能力。

可编程 ASIC 近年来发展迅速,成为实现系统集成化的重要手段,引起了电子系统设计具有革命性的发展。

当今的超大规模集成电路,实际上意味着在一个硅片上集成一个电子系统,专用集成电路(ASIC)是为专门限定的应用或产品而设计的芯片,可以通过全定制方法、标准单元或门阵列的半定制方法和可编程器件的编程方法来实现。所谓可编程 ASIC 包括可编程逻辑器件(PLD)和现场可编程门阵列(FPGA),它们是通过器件编程的方法来实现 ASIC 的要求,即用户向半导体厂家购得通用的可编程器件,由自己通过 CAD 软件对器件内部功能进行配置,实现用户的专用要求,达到电子系统集成化的目的。因此电子系统的设计工程师现在可以利用可编程 ASIC 及其相应的 CAD 软件,在办公室或实验室里设计自己的专用集成电路,实现系统的集成化,正是由于 PLD 和 FPGA 器件具有用户可编程的特性,利用它们来设计电子系统就可以大大缩短设计周期,降低设计成本,也增强了电子系统功能的适应性和灵活性。

如果说一个电子系统可以象积木块一样堆积起来的话,进入九十年代之后,构造许多电子系统仅需微处理器、存储器和可编程逻辑器件三种标准的积木块就可以实现。

目前,电子系统设计的这场革命正朝着为设计者提供在系统内可再编程(ISP)的能力方面发展,即可编程 ASIC 器件不仅要有可编程和可再编程的能力,而且只要把器件插在系统内或电路板上就能对其进行编程或再编程,这是为设计者进行电子系统设计和开发提供的可实现的最新手段,是以前所做不到的。采用系统内可再编程的技术,使得系统内硬件的功能可以象软件一样地被编程来配置。可以实时地进行灵活和方便的更改和开发。这种令人振奋的全新的系统设计概念,使新一代的电子系统具有极强的灵活性和适应性,它不仅使电子系统的设计和产品性能的改进和扩充变得十分简易方便,而且使电子系统具有多功能性的适应能力,从而可以为许多复杂的信号处理和信息加工的实现提供新的思路和方法。

可编程 ASIC 的应用,加以近代迅猛发展的高性能通用计算机和芯片,使当今信息时代的电子技术进一步成为功能更加强大的手段,使电子系统中面向各种实际应用的专用硬件配置进一步减小到最低限度。

下面举几个国外的最新应用实例来说明可编程 ASIC 的系统内可再编程(或可再配置)的能力如何影响电子系统的设计和性能。

美国 Brigham Yang 大学的电机和计算机

工程系研制的运行期间可再配置的人工神经网络(RRANN)就是利用了SRAM查找表型FPGA,具有系统内可再配置的能力。首先将神经网络中后向传播算法分成前馈、后向传播和更新三个步骤,作为神经元处理器的FPGA首先用来执行第一步骤,然后再配置来执行第二步骤,并再一次配置来执行第三步骤,最后再配置回到它们的起始状态,这样的重新配置使用可在一个FPGA内实现的硬件神经元数目增

加达500%,而不用将硬件增加五倍。FPGA配置时间约7ms,六个硬件神经元在一个FPGA中被有效地实现,系统运行频率高达14MHz,通过几级流水的改进,电路运行效率可高达40MHz。在它的学习模式下,系统执行每秒从94600到568000加权更新,取决于试验中所选的各种配置,所以可再配置的特性使系统性能极为灵活。其系统框图见图1。

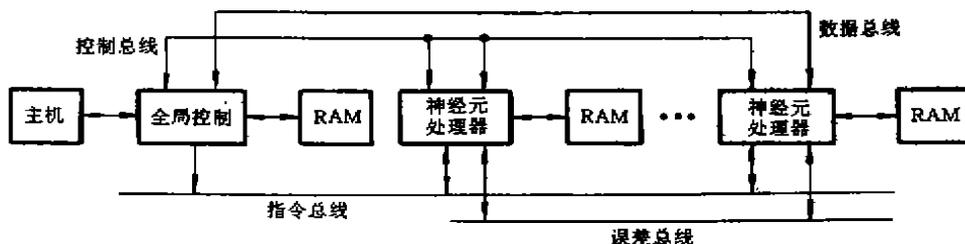


图1 PRANN方框图

瑞典的Lund大学应用电子学系研制了可再编程的FIR滤波器,在Xilinx的xc3090FPGA中采用流水结构,形成一个位串的乘法器执行标准的符号数字编码,这样一个FIR滤波器可以象带有八个并行乘法器的16位引线抽头的Hilbert变换器那样复杂。输入时钟达20MHz时,此滤波器可执行每秒千万次乘法,性能超出了某些专用DSP芯片的性能。

SPAM型可再编程的FPGA结构是电子系统设计者想要在系统运用期间改变系统功能和提高系统能力的关键所在,这是系统内可再编程技术给电子系统设计带来的新的优越特性。

另外,可编程ASIC的可再编程特性,对于实现半定制和全定制ASIC也提供了一种继

CAD软件仿真之后进行硬件仿真的手段,但其可再编程特性可以大大减少此种硬件仿真的试验消耗和仿真时间,从而减少了投片的风险。对于大学的教学活动,可编程ASIC为电子工程课程的实验和实践环节提供了方便灵活的实现手段,正在引起电子工程教学活动的深入变革。

可编程ASIC的这些特点是其迅速发展的重要原因,并推动着电子设计变革向深入发展。从我国国情出发,大力推广可编程ASIC在国内的广泛应用正受到各方面的重视,也特别吸引我国的电子系统设计者,以此为系统集成化的实现走出一条切实可行的路来。

注:孟宪元,北京清华大学教授。

朱正中,北京清华大学副教授,本刊编委。

启事:本刊自94年10月份(即第4期)起由邮局发行。总发行为北京报刊发行局,订购零售:全国各邮电局,邮发代号为82-594。每期定价3.00元。请读者到各地邮局订阅。94年1~3期可汇款至北京165信箱(邮编100036)张丹慧处订阅。

《电子科技导报》编辑部 1994年7月