

MATLAB7.0 在 TI C2000 DSP 系统设计中的应用

梅 亮, 林 辉, 薛丽英

(西北工业大学自动化学院, 西安 710072)

摘 要:传统的 DSP 软件开发都是先设计 DSP 上的算法并仿真然后将其写成特定 DSP 的代码 (c 或是汇编) 在目标板上实现。介绍了一种新的高效、集成的 DSP 软件设计方法。利用 MATLAB7.0 新提供的 Embedded Target for TI C2000 DSP、simulink、Real - Time Workshop 和 TI 的 CCS IDE 相结合, 在 MATLAB 环境下生成 DSP 的 C 代码并调用 CCS IDE 编译连接, 实现了 DSP 软件设计与实现的统一, 极大的缩短了开发周期。利用这种方法开发的根据 AD 口采集电压信号调节 PWM 输出占空比的程序已在 F2812 目标板上成功运行。

关键词: 仿真; 数字信号处理器; 系统级设计

中图分类号: TP368 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002 - 2279(2009)01 - 0167 - 03

The Application of MATLAB7.0 in Developing TI C2000 DSP on System level

MEI Liang, LIN Hui, XUE Li - ying

(Northwestern Polytechnical University, Xi' an 710072, China)

Abstract: Traditional development of DSP software is first to design the DSP arithmetic and then generate code manually for especial DSP. In this article a new high - efficient DSP developing method is introduced. The design of DSP software and realization can be completed in MATLAB environment with use of Embedded Target for TI C2000 DSP、simulink、Real - Time Workshop and TI' s CCS IDE. A program that adjusting the duty cycle of PWM by the voltage collected by ADC has work well on the F2812 target.

Key words: Simulink; DSP; System level development

1 引 言

DSP 软件设计开发一般分为两个部分: 开发设计和产品的实现。开发设计部分主要完成 DSP 算法开发和方案设计, 这部分现可用 MATLAB 仿真来实现; 产品的实现主要在硬件电路板上验证开发设计的正确性, 要求设计者对 DSP 芯片有相当程度的了解, 特别是各个寄存器的作用和存储空间的特性和扩展。这两个部分通常是在不同阶段相互独立地完成, 因此开发流程存在许多问题, 如相互之间的协作, 系统范围内的算法测试, 系统设计的错误不能被及时发现等。

如果利用 Matlab7.0 中的 Embedded Target for TI C2000 DSP 对 TI C2000 进行软件设计, 则算法设计和产品的实现在统一的开发环境中进行, 从而有效

地将开发流程的两个部分结合在一起。

2 基于 MATLAB7.0 的开发过程

图 1 是在 MATLAB7.0 环境下 DSP 软件的设计及实现过程: 首先根据设计方案在 MATLAB/simulink 环境下搭建模型, 然后通过 MATLAB 中的 Real - Time Workshop 生成 CCS IDE 中特定 DSP 的 C 代码并完成代码的编译连接而后下装到目标板中运行。在整个过程中设计者只要专注于在 MATLAB 的图形化设计环境中建模、仿真, 针对 DSP 的代码将自动生成, 无需设计者编写源代码。而且平台变换时模型变化很小, 很容易实现不同平台的软件移植。

3 Embedded Target for TI C2000 DSP 介绍

Embedded Target for TI C2000 DSP 是集合了

MATLAB、Simulink 和 TI 公司的 eXpressDSP 工具的一个开发平台。它基于图块的系统级仿真环境,分级系统的描述方式,提供了真正的自顶向下的设计方法,并且通过图块的方式搭建模型,针对不同平台生成 C 代码。



图 1 总体设计过程

它通过 MATLAB 工具箱中的 Real-Time Workshop 和 TI 的开发工具将开发者设计的仿真模型生成 C 代码。Real-Time Workshop 从生成的 C 代码编译产生项目文件,并将生成的 C 代码编译连接成 DSP 的可执行文件下载到目标板中运行。通过 Real-Time Workshop 生成的目标代码专门针对特定的硬件,包括了 I/O 设备的驱动和中断服务程序,对生成代码的编译、连接都是通过 CCS 来完成的,这样才能将生成的可执行文件下载到 TI 的 DSP 中运行。Embedded Target for TI C2000 DSP 可以通过与 CCS 的连接在 MATLAB 环境下完成这些操作。当代码在目标板中运行时可以通过 CCS 的调试工具或是 MATLAB 与 CCS 的通信通道来查看运行情况,从而对算法或是模型进行充分的验证。

Embedded Target for TI C2000 DSP 中包含以下几个模块:

(1) F2812eZdsp, 为模型选择编译、连接和代码生成方式等参数。例如编译过程中是否保存汇编代码、选择目标 DSP 等。

(2) C28xADC 模块: 对应 C28x 的 AD 转换模块。它的参数设置的选项对应 AD 模块中特定设置的寄存器。例如 AD 转换的触发条件选择软件触发还是定时器触发,转换通道选择等。它的输出是一个 12 位的无符号整型向量,对应 C28x 的 12 位 AD 转换。

(3) C28x PWM 模块: 对应 C28x 中的脉宽调制模块。模块包含了对 A、B 两个事件管理器的选项

设置,每个管理器控制 3 对脉冲的输出。此外还能加入死区控制,避免逆变桥上下桥臂的直通。

另外 MATLAB7.0 还提供了专门针对 28 系列的电机控制库: C28x DMC Library, 包括: Clarke 变换模块、Park 和反 Park 变换模块、PID 控制模块、空间矢量生成模块、速度测量模块等,使得搭建电机控制模型非常方便。

4 应用举例

TI 公司的 2000 系列是针对工业控制领域而设计的,所以 Embedded Target for TI C2000 DSP 也具备同样的特点。

TMS320F2812 是美国 TI 公司推出的目前国际市场上最先进、功能最强大的 32 位定点 DSP 芯片。它既有数字信号处理能力,又有强大的事件管理能力和嵌入式控制功能,特别适用于有大量数据处理的测控场合,如工业自动化控制、电力电子技术应用、智能化仪器仪表以及电机控制系统等。本文目标板采用的是 F2812 的最小系统。

本系统搭建的是一个 PWM 波的产生模型,由 AD 模块采集来的信号控制 PWM 输出的占空比。具体实现步骤如下:

(1) 安装 F2812 目标板,安装并设置 TI 提供的相关软件 CCS IDE。

(2) 模型搭建, simulink 环境下搭建模型如图 2 所示。

(3) 参数设置:

- ADC 模块设置: 选用 A0 通道,采样时间为 0.8ms。

- PWM 模块设置: 选用事件管理模块 A 的 PWM1 和 PWM2(两个输出逻辑相反),脉冲宽度由外部输入来控制,加入 16 个周期的死区防止上下桥臂直通。

- F2812 eZdsp 参数基本保持默认设置,编译后自动下载并运行;目标板选择 F2812 PP Emulator。

- Simulink 设置中注意选择求解器为固定步长 (Fix_step),因为 RTW 只能从固定步长的模型生成代码。其他保留默认值。

- Real-Time Workshop 中,RTW 的目标文件: ti_c2000_grt.tlc;

```
make command: make_rtw;
```

```
template makefile: ti_c2000_grt.tmf;
```

软件环境设置中目标板的浮点运算采用 ANSI-C。其他保留默认值。

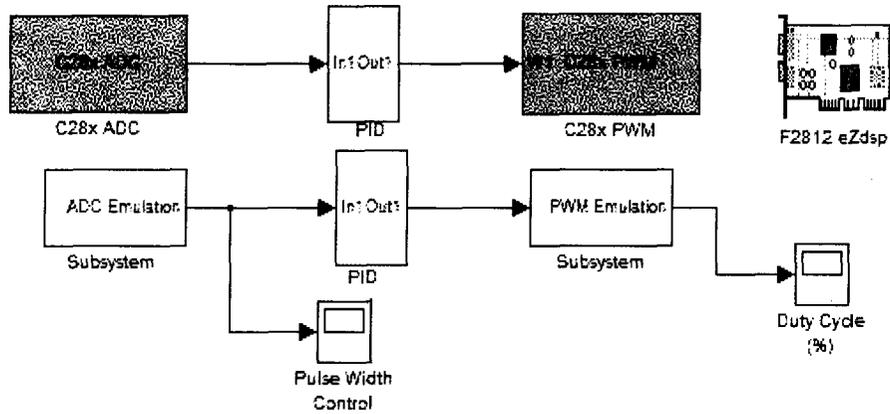


图2 PWM 波生成模型

(4) 生成代码并下装运行, 点击 Build 后在 MATLAB 的命令窗口将出现:

```

...
### Loading TLC function libraries
...
### TLC code generation complete.
### Creating project in Code Composer Studio
(tm)
### Building Code Composer Studio (tm)
project...

```

```

### Build complete
### Downloading COFF file
### Downloaded: c2812adcpwmttest.out

```

随后 CCS IDE 环境中程序的编译过程也出现在屏幕上, 编译完成后, OUT 文件自动下装到目标板上并运行。

(5) 运行结果

程序的仿真波形和在目标板上运行后输出的 PWM 波形对比如图 3 所示。

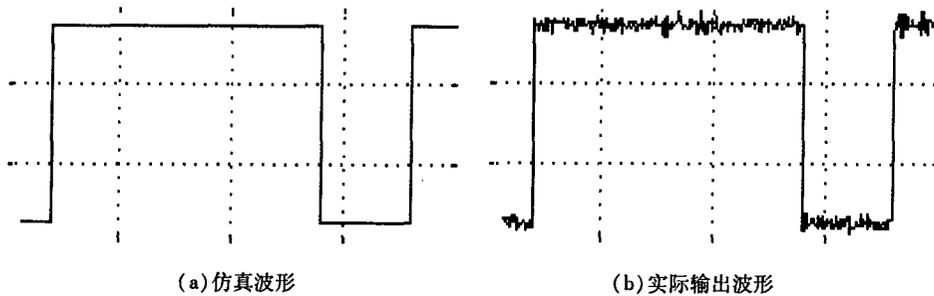


图3 仿真波形与实际输出波形比较

从图 3 可以看出二者相差很小。证明了由 MATLAB 模型生成的代码是有效的, 运行结果也与仿真结果近似, 进而证明这种设计方法高效、快捷。

成开发工具能够方便地将软件的设计与产品的实现结合起来, 消除了传统设计方法的不足。

参考文献:

- [1] 李真芳, 等. DSP 程序开发 - MATLAB 调试及直接目标代码生成[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2003: 294 - 349.
- [2] 张卫宁, 编译. TMS320C28X 系列 DSP 的 CPU 与外设(下)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004: 272 - 376.
- [3] 魏克新, 等. MATLAB 语言与自动控制系统设计[M]. (第 2 版). 北京: 机械工业出版社, 2004 - 09.

5 结束语

应用 Matlab7.0 对 DSP 进行系统级的设计极大改进了传统的设计方法。系统级的设计环境, 有助于在设计早期发现错误和应对系统复杂性不断增加的挑战, 使用 Embedded Target for TI C2000 DSP 集