

第 1 章

DS-5 概述

DS-5 是 ARM 官方推出的基于 Eclipse 的调试工具，可以用来调试所有 ARM 处理器，包括 Cortex-A、Cortex-R 和 Cortex-M 系列，以及更早期的 ARM9 和 ARM11 等处理器。它是和 ARM CPU 的专家们一起开发的，所以它比市场上其他的调试器能更早、更好地支持 ARM 处理器。

1.1 DS-5 介绍

DS-5 的功能非常强大，除了常见的最基本的 JTAG 调试功能外，如设置断点、控制 CPU 运行和停止、单步调试等，还含有很多特色功能，如可以无缝地运行 ARM 的 Fast-Model；在不打断 CPU 执行的条件下获取 CPU 执行的指令和数据信息；用来分析系统软硬件性能的 Streamline；芯片的验证和启动等。下面是 DS-5 的一些常见功能。

- 加载调试的代码镜像和符号表。
- 运行代码镜像。
- 设置断点和观察点。
- 代码和指令的单步调试。
- 变量、寄存器和内存的访问。
- 程序调用、运行的栈信息。
- 支持异常的处理和 Linux 系统的异常信号。
- 支持调试 Linux 的多线程应用。

- 支持调试 Linux 内核和驱动模块，启动代码和内核的移植。
- 支持裸操作系统的对称多处理器的调试。
- 支持像 gdb 风格的命令行输入。

1.2 DS-5 debugger 调试器

DS-5 是一个基于 Eclipse 的图形化界面，如图 1-1 所示。DS-5 调试器完全支持所有的 ARM 处理器、ARM 开发板和 ARM 虚拟平台 Fast-Model 的连接和调试。全面的图形化界面和直观的视图窗口可以方便地调试 Linux、Android 和裸机程序，包括单步调试和软/硬件断点的设置，反汇编代码和源程序的同步，堆栈的调用管理，CPU 寄存器、内存、变量和线程的显示和操作。

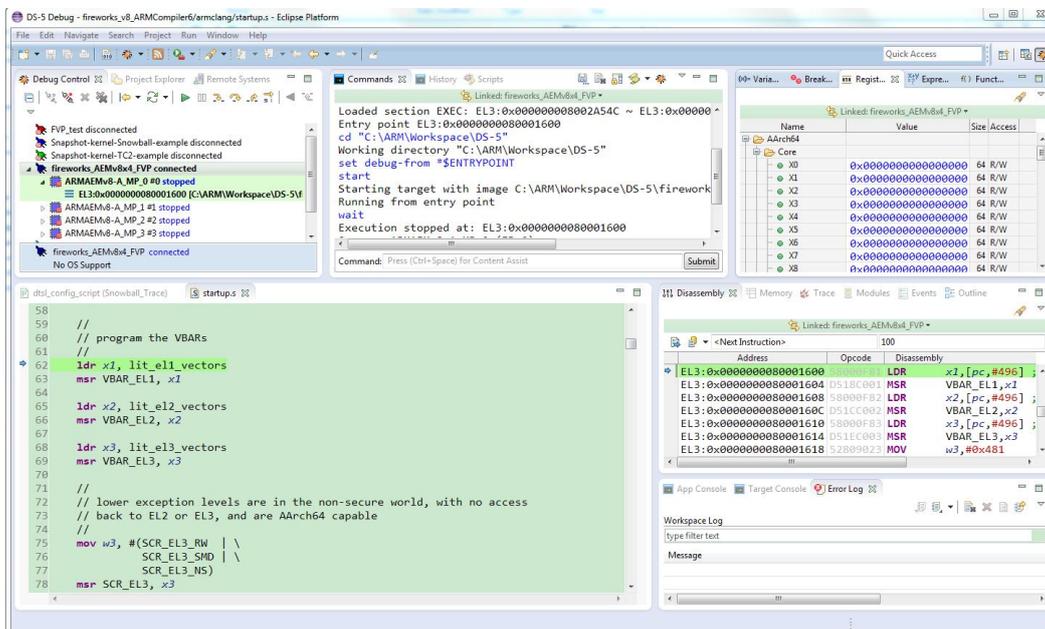


图 1-1 DS-5 调试器视图

DS-5 还可以实现项目的管理和调试，在 DS-5 的软件管理窗口中可以方便地进行代码的查看、查找和编辑工作，在调试管理窗口中进行程序的单步调试或运行到断点，在其他窗口中可以观察程序指令执行的最新信息。

除了视觉窗口外，DS-5 还提供了一个 gdb 风格的命令行，可以在这个命令行中直接输入命令来控制整个系统的运行。

1.3 DS-5 虚拟平台 FVP

FVP 是 ARM 开发的一种虚拟平台,可以在没有实际硬件的情况下进行软件的开发、验证和调试。这使得软件开发人员可以更早地介入到项目的开发中,加快整个项目的开发速度,缩短产品的上市周期。比如 ARM 最近几年推出了 Aarch64 位架构,以前的软件 and 应用程序都是 32 位的,有可能市场上 64 位的 ARM CPU 或者基于 ARM 64 位 CPU 的开发板还没有出来,这时软件开发人员可以使用 ARM 的 FVP 虚拟平台进行先期的软件移植和验证工作,等有了实际硬件平台后,再在硬件平台上运行和进行性能调试,就显得非常方便了。该模型与真实的硬件有一定的差别,比如不能提供精确时序的仿真、底层硬件的交互和实际外设的访问或操作。

DS-5 安装好后,在 DS-5 安装路径的 `example` 目录下可以找到 ARM 提供的虚拟平台应用实例,目前提供例子的有 ARMv8 架构(即 ARM 的 64 位架构)和 ARMv7 的 32 位架构虚拟平台,包括 Cortex-A9、Cortex-A7、Cortex-A15 等。

1.4 DS-5 的编译器

最新的 DS-5 软件版本一旦安装好后就包含了 3 个编译器: ARM 编译器 5.0、ARM 编译器 6.0 和 GNU 的 `gcc` 编译器,所有这些编译器都可以在安装目录的 `DS-5/sw` 下找到。

1.4.1 ARM 编译器 5.0

ARM 编译器 5.0 也就是我们以前常说的 `armcc`,ARM 在这个编译器上的开发已经有几十年的历史,在市场上的应用非常广泛和稳定,主要适用于 ARM 原来 32 位架构的处理器,用来编译裸机嵌入式系统的程序、固件或库,包括的编译工具和功能如下:

(1) `armar`: 库管理工具,能将多个 ELF 格式的目标文件集中到一起,并存入归档文件或库中维护。用这样的归档文件或库,可替代多个 ELF 文件传递给链接程序,还可以提供给第三方开发应用程序。

(2) `armasm`: 汇编工具,汇编 ARM 和 Thumb 汇编语言程序。

(3) `armcc`: 编译工具,编译 C/C++ 代码,支持 `inline` 和嵌入汇编,还支持 NEON 向量编译程序。

(4) `armlink`: 链接工具,将一个或多个目标文件合并成一个或多个目标,生成一个可执行程序文件。

(5) `fromelf`: Image 镜像转换工具,也能对输入的镜像文件产生文本信息,如反汇编、代码和数据区的大小。

1.4.2 ARM 编译器 6.0

ARM 编译器 6.0 是基于现代开源编译器架构 LLVM/Clang 设计的,它汲取了 LLVM 里面的精华部分,同时 ARM 加上了为之优化过的很多库,最终在代码密度和性能之间取得了很好的平衡。它的语法格式跟之前的编译器 5.0 是不一样的,更符合 GNU 的语法规则。目前主要适用于 ARM 最新的 64 位架构的处理器也是用来编译裸机嵌入式系统的程序、固件或库,它同样包含 `armar`、`armlink`、`fromelf` 等编译工具,和表 1-1 中介绍的功能是一样的,不同的是编译器 6.0 下的这些编译工具可同时支持 ARM 的 32 位和 64 位架构,但只能编译成 32 位的应用。

特别要指出 `armasm` 这个编译工具,它主要是用来支持原来编译器 5.0 中的汇编语法格式,方便把之前 32 位 ARM 的汇编代码快速地在 64 位架构下编译运行。如果项目需要重新写汇编程序,则建议直接按照编译器 6.0 的语法格式来写,然后用 `armclang` 进行编译。

`Armclang` 可以用来编译 C/C++ 代码,同时因为它还内嵌了一个汇编器,所以也可以用来编译符合 GNU 语法的汇编程序。如果是之前的汇编程序,则要用 `armasm`。这里简单的举个例子来说明下 `armclang` 的使用方法:

比如编译 C 代码:

```
armclang -c -O1 -o hello_world.o -xc -std=c90 -g hello_world.c
```

选项说明如下:

- c: 告诉编译器只编译,不链接。
- O1: 告诉编译器使用的优化选项。
- xc: 告诉编译器编译的源代码是 C。
- std=c90: 告诉编译器 C 代码是符合 C90 规范的。
- g: 告诉编译器添加调试信息。
- o: 输出的目标文件名。

详细的使用方法请参照 ARM 的官方文档和 LLVM 官网 <http://www.llvm.org>。

1.4.3 GNU 编译器

DS-5 的发行版本中还包含了一个开源的 GNU GCC 编译工具,主要用来编译 Linux 内核、Linux 驱动程序、上层应用和 Android。

这些编译工具可以在安装目录的 `DS-5/sw/gcc/bin` 下找到,也可以通过 Linaro 这个网站直接免费下载。这些编译工具在 DS-5 的发行版中有 Linux 版本,也有 Windows 版本,具体由下载的 DS-5 是 Windows 版本还是 Linux 版本决定,主要工具如表 1-1 所示,可以在命令行或 DS-5 Eclipse 下使用这些工具来编译程序。

表 1-1 GNU 编译工具

工具	描述
arm-linux-gnueabi-hf-ar	GNU 库管理工具
arm-linux-gnueabi-hf-as	GNU 汇编器
arm-linux-gnueabi-hf-gcc	GNU C 编译器
arm-linux-gnueabi-hf-g++	GNU C++编译器
arm-linux-gnueabi-hf-ld	GNU 链接器

详细使用文档可参照 DS-5 安装路径下的 documents/gcc。

1.5 DS-5 Streamline

Streamline 是 DS-5 中的一个图形化性能分析工具。它集成内核驱动程序、目标守护进程和一个基于 Eclipse 的界面，能将抽样采集到的数据转换成报告格式，以可视化和统计表格的形式显示，方便用户发现系统的资源利用状况和系统的瓶颈，是一个很好的性能分析和优化工具。Streamline 使用内核级的硬件性能计数器以提供系统资源的精确表示，除了可以显示 CPU 和 Cache 命中率、分支跳转指令数等相关资源信息外，还可以显示分析 Mali GPU 的信息，如图 1-2 所示。



图 1-2 DS-5 的图形化性能分析工具

1.6 DS-5 硬件调试器 DSTREAM

DSTREAM 是 ARM 官方开发的一款硬件调试工具，可以在基于 ARM 设计的 CPU 上完成调试和跟踪任务，允许调试软件通过 JTAG 或串行调试 SWD 硬件接口接到基于 ARM CPU 设计的开发板上进行调试，也可以在不打断 CPU 执行的情况下获取指令和数据信息进行调试分析和代码优化。

DSTREAM（如图 1-3 所示）这个硬件调试器主要包含：

- DSTREAM 硬件调试单元。
- DSTREAM 硬件调试分析接口。
- 电源、USB 和以太网接口。



图 1-3 硬件调试器 DSTREAM

ARM 还为 DSTREAM 这个硬件调试器提供了一系列硬件配置工具，使用户可以配置和升级 DSTREAM，包括：

- Debug Hardware Config IP：用于配置 DSTREAM 的 IP 地址。
- Debug Hardware Update：用于更新 DSTREAM 的固件。

- **Debug Hardware Configuration:** 用于探测和配置目标硬件调试单元，获取相应的硬件配置信息并生成文件，以便导入 DS-5 生成此设备的配置数据库。但这个工具目前已被 DS-5 中集成的平台配置编辑器(Platform Configuration Editor, PCE) 所取代，我们会在后续章节中详细介绍 PCE 的使用。

1.7 DS-5 的版本管理

DS-5 目前有 3 种版本：社区版、专业版和旗舰版，表 1-2 列出了这 3 个版本之间的详细区别，可根据实际项目情况选择相应的版本。

表 1-2 DS-5 的版本比较

	社区版	专业版	旗舰版
编译器			
ARM 编译器 5.0		√	√
ARM 编译器 6.0		支持 ARMv7-A	√
调试		最高支持 ARMv7	最高支持 ARMv8
裸板、RTOS-aware 调试		√	√
ETM、PTM、ITM、STM 信息跟踪		√	√
Linux、Android 本地库和应用程序	√	√	√
Linux 应用程序的 Rewind 调试		√	最高支持 ARMv7
系统系能分析		最高支持 ARMv7	最高支持 ARMv8
性能图表显示	受限	√	√
函数剖析功能	√	√	√
剖析和多核视觉显示		√	√
功耗数据		√	√
Cortex-M DWT/ITM 数据收集		√	√
虚拟平台			
Cortex-A9MP4 FVP		√	√
AEM ARMv8-A VE MP4 FVP			√

第 2 章

DS-5 的安装和启动

本章主要介绍 DS-5 的安装需求、安装步骤和如何在 Windows 或 Linux 环境下启动 DS-5。

2.1 主机系统需求

要安装和使用 DS-5，需要一台最低配置为双核 2GHz 处理器（或同等配置）和 2GB 内存的计算机。建议 4GB 或更高的内存，以提高调试大镜像文件或使用仿真模型时的性能。整个 DS-5 安装大概需要 3GB 的硬盘空间，屏幕的最低分辨率为 1024×768。

DS-5 支持以下 32 位和 64 位版本的系统平台和服务包：

- Windows 7 Professional Service Pack 1
- Windows 7 Enterprise Service Pack 1
- Windows XP Professional Service Pack 3 (32-bit only)（不建议使用，微软已宣布不再维护，所以以后版本将不再支持）
- Windows Server 2012 (ARM Compiler 5 and 6 toolchains only)
- Windows Server 2008 R2 (ARM Compiler 5 toolchain only)
- Red Hat Enterprise Linux 5 Desktop with Workstation option
- Red Hat Enterprise Linux 6 Workstation