

内核编译系统概述

linux kernel 的编译使用了一种叫作 kbuild 的系统来管理。Makefile 是一种非程序语言，我们可以把 kbuild 理解为一套用 makefile 语言写的编译 kernel 用的 utility。kbuild 系统包括几个 component:

- the top Makefile: 位于源码根目录下的 makefile
- .config: kernel 位于源码根目录下的的配置文件
- arch/\$(ARCH)/Makefile: 架构相关的 makefile
- scripts/Makefile.*: 所有与编译相关的通用规则, 处理变量的 routine 等等
- kbuild Makefiles: 位于各个子目录下的用于本目录编译的 makefile

kernel 的编译是 per directory/component-wise 的(逐目录, 逐组件)。专业的说法是: recursive make。什么是 Recursive make? 在管理大型的 project 时, 通常会将源码文件根据其作用(子系统)放在不同的目录, 每一个子系统有它自己的 makefile 来管理。通过顶层的 makefile 以适当的顺序调用每个子系统的 makefile。

the top Makefile 是编译 kernel 的入口, 它会读取配置文件 .config 和 arch/\$(ARCH)/Makefile。针对各种场景初始化一些编译所需要的公共变量, 为真正的编译构建基础, 然后 descend into 各个子文件夹进行编译。它负责两个主要产物的生成: vmlinux 和 modules, 这二者的 rule 定义在 top Makefile 中。

Descend into 各子文件夹进行子系统编译是如何实现的? 在 top Makefile 有如下:

```
# Handle descending into subdirectories listed in $(vmlinux-dirs)
# bluhbluh...

PHONY += $(vmlinux-dirs)
$(vmlinux-dirs): prepare scripts
    $(Q)$(MAKE) $(build)=$@
```

对, 就是这句:

```
$(Q)$(MAKE) $(build)=$@
```

实现了 descend into 子文件进行编译。将该句展开:

```
make -f $(srctree)/scripts/Makefile.build obj=<subdir_name>
```

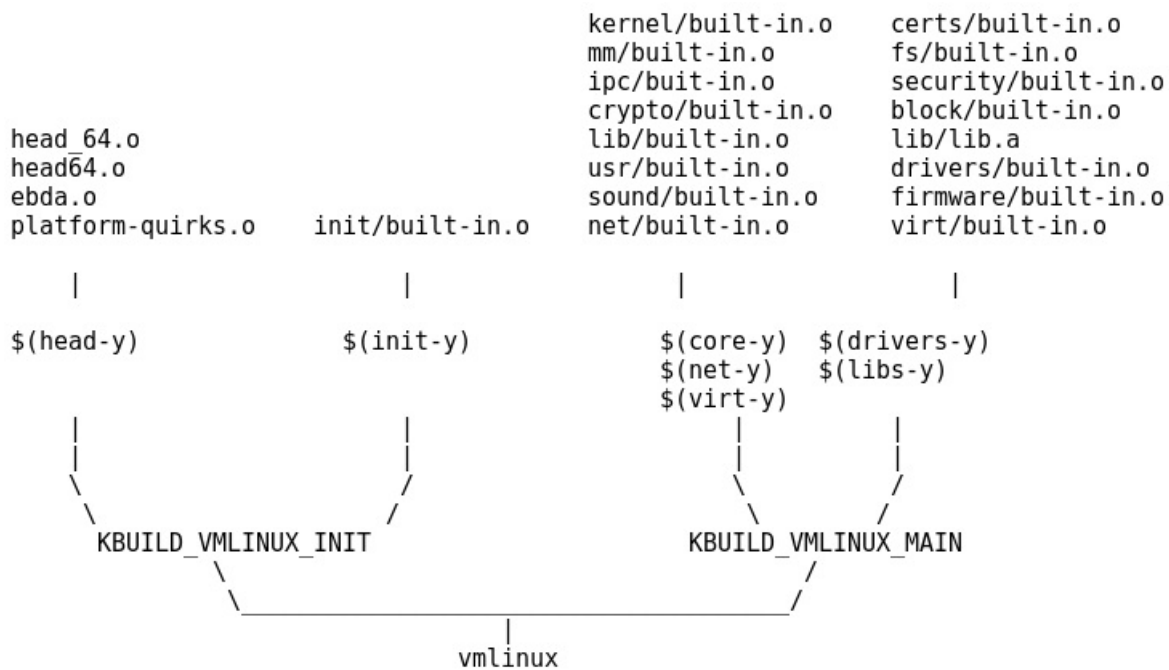
也就是进入了 scripts/Makefile.build 中进行后面的编译动作. 在 Makefile.build 中又依次 include 了:

```
scripts/Kbuild.include
目标目录中的 kbuild makefile # 即 subdir_name 目录
scripts/Makefile.lib
scripts/Makefile.host # 如果kbuild makefile 中有定义 hostprogs-y
```

"目标目录中的 kbuild makefile" 的主要内容是 obj-y, obj-m 的定义, Makefile.lib 对这些定义进行了进一步的处理, 比如: 筛出 composite object; 筛出更下一层的 subdir, 使用和上面一样的方式 descend 进去编译。上述这些 Makefile 构成了 kbuild 框架的核心, 他们提供了很多通用的 rule, 比如 .c -> .o 的处理, 链接 .o 为 built-in.o 等。如果 kbuild makefile 中定义的某些 target 需要特殊的处理, 则也应提供相应的 rule。

每一层子目录中, kbuild makefile 中的 obj-y 定义的是要被编译进当前目录的 built-in.o 的所有 .o 的集合。下一层文件夹的 built-in.o 会被合并入上一层文件夹的 built-in.o 中, 最后由所有根目录下的子文件夹的 built-in.o 文件生成根目录下的 vmlinux 文件。

借用一张图(以x86为例)来总结下这个关系:



但 vmlinux 文件并不是最终被直接使用的系统镜像文件，以 x86 为例，vmlinux 还要被处理(经过压缩等等)成为 bzImage 文件，这才是最终的系统启动镜像。

关于 module 的理解：

module 的本质意义是 function module，但它的呈现形式可以不同(定义在 obj-y 或者 obj-m)，可以是被编入内核而无形，也可以被编译 .ko 文件而有形。

kbuild 系统庞大而复杂，就像一颗大树，大树上有无数分支，即无数细节，远不是一篇文章所能cover。

本系列文章的主旨也只是尽所能介绍清楚整个框架。同时，也已有很多前人写过不同程度的分析(见末尾 Reference)，可以作为很好的参考。

当在源码目录下不加任何参数的执行 make 时，默认会编译 target: vmlinux, modules, bzImage，也即 make help 输出中被 * 标记的那几个。

Reference:

- i. Documentation/kbuild/makefiles.txt
- ii. [kbuild实现分析](#)
- iii. [老司机带你探索内核编译系统--kbuild](#)
- iv. [《深度探索Linux操作系统：系统构建和原理解析》第3章](#)