

proj158

支持Rust语言的源代码级内核调试工具

指导老师：吴竞邦（北京工商大学）

团队成员：陈志扬 余叶 黄宗益（北京工商大学）

起因

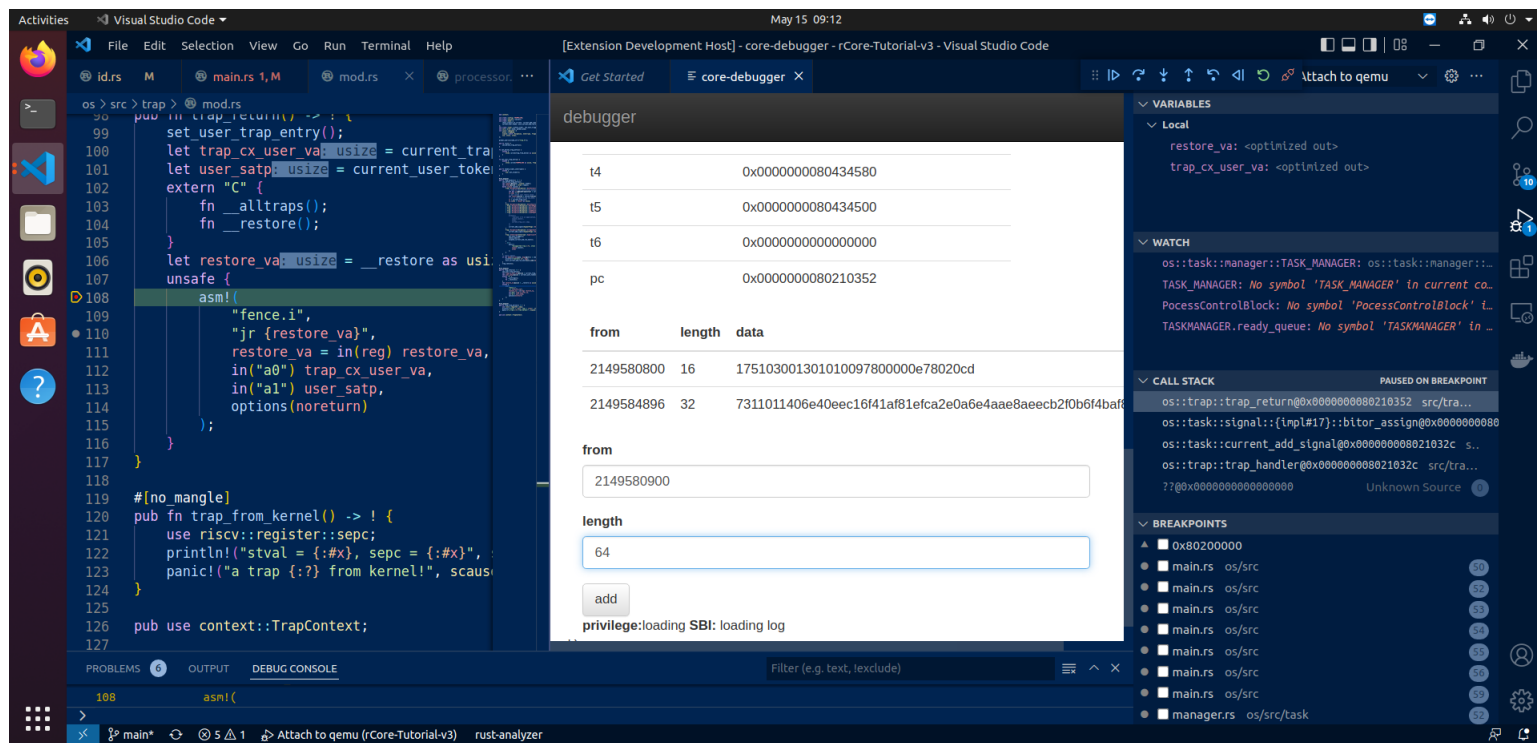
- rCore-Tutorial 实验
 - 环境配置繁琐
 - GDB TUI不方便

在线调试系统

- 浏览器打开即用
 - 类似github classroom
 - 提供在线VSCode
- 调试者与被调试内核分离
- VSCode插件支持操作系统相关的调试功能
 - 插件也可以在本地版本VSCode上使用

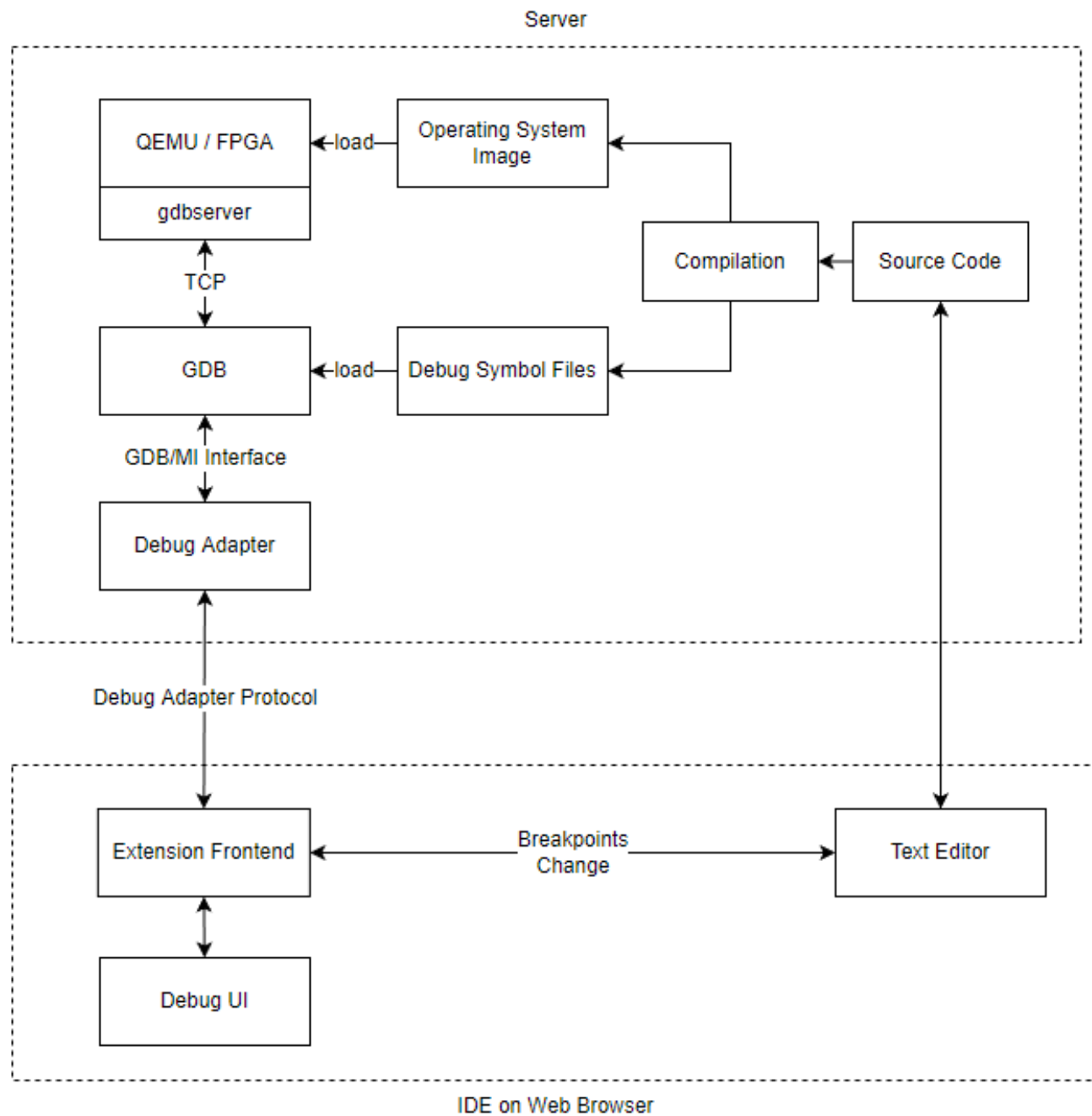
功能

- 寄存器
- 内存
- 断点
 - 支持在内核态设置用户态程序的断点
- 当前特权级
- 本地变量
- 自定义GDB语句
- 自动加载符号信息文件



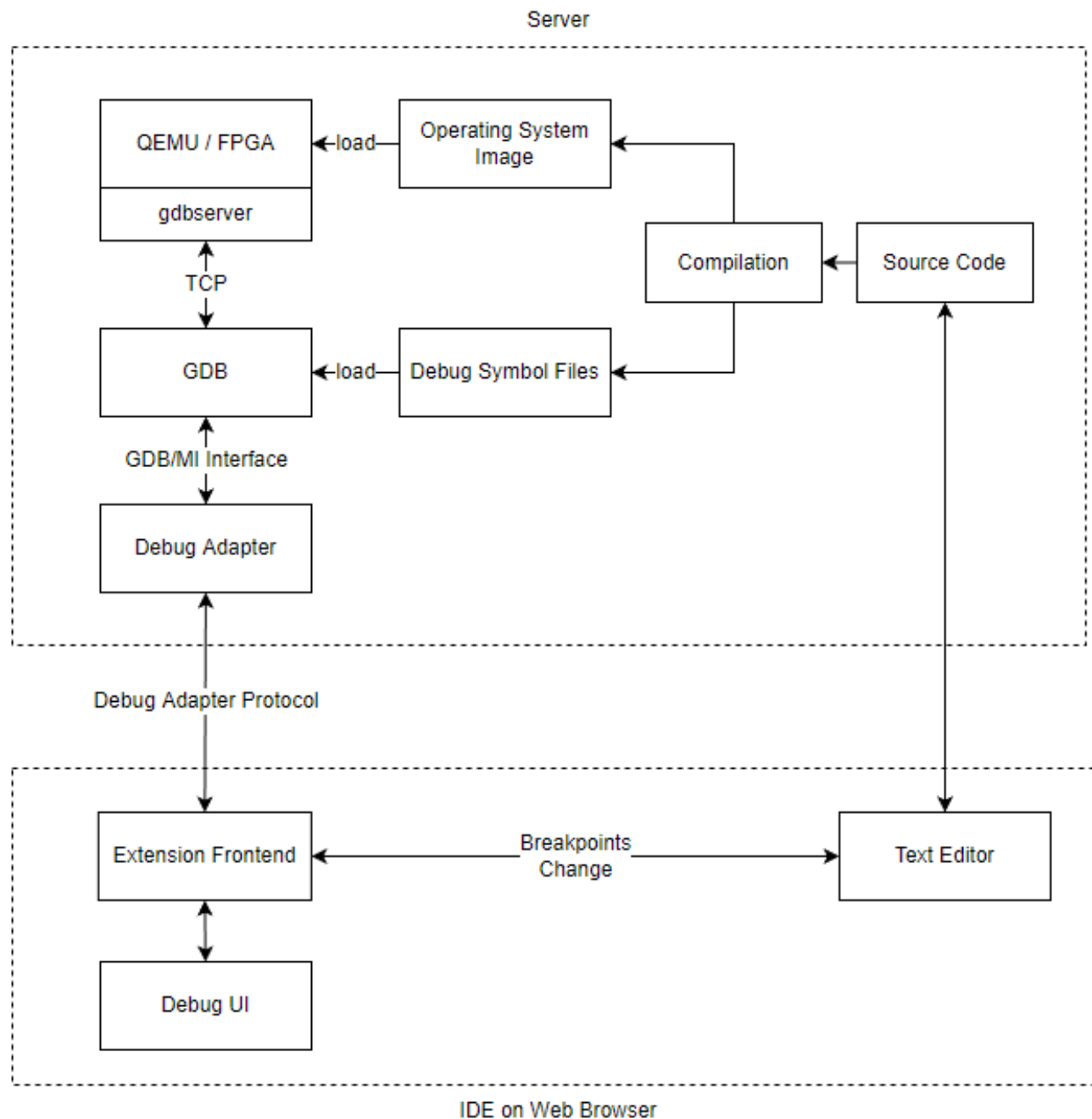
调试工具设计与实现

- 服务器
- 用户端
- 内核态用户态的断点冲突



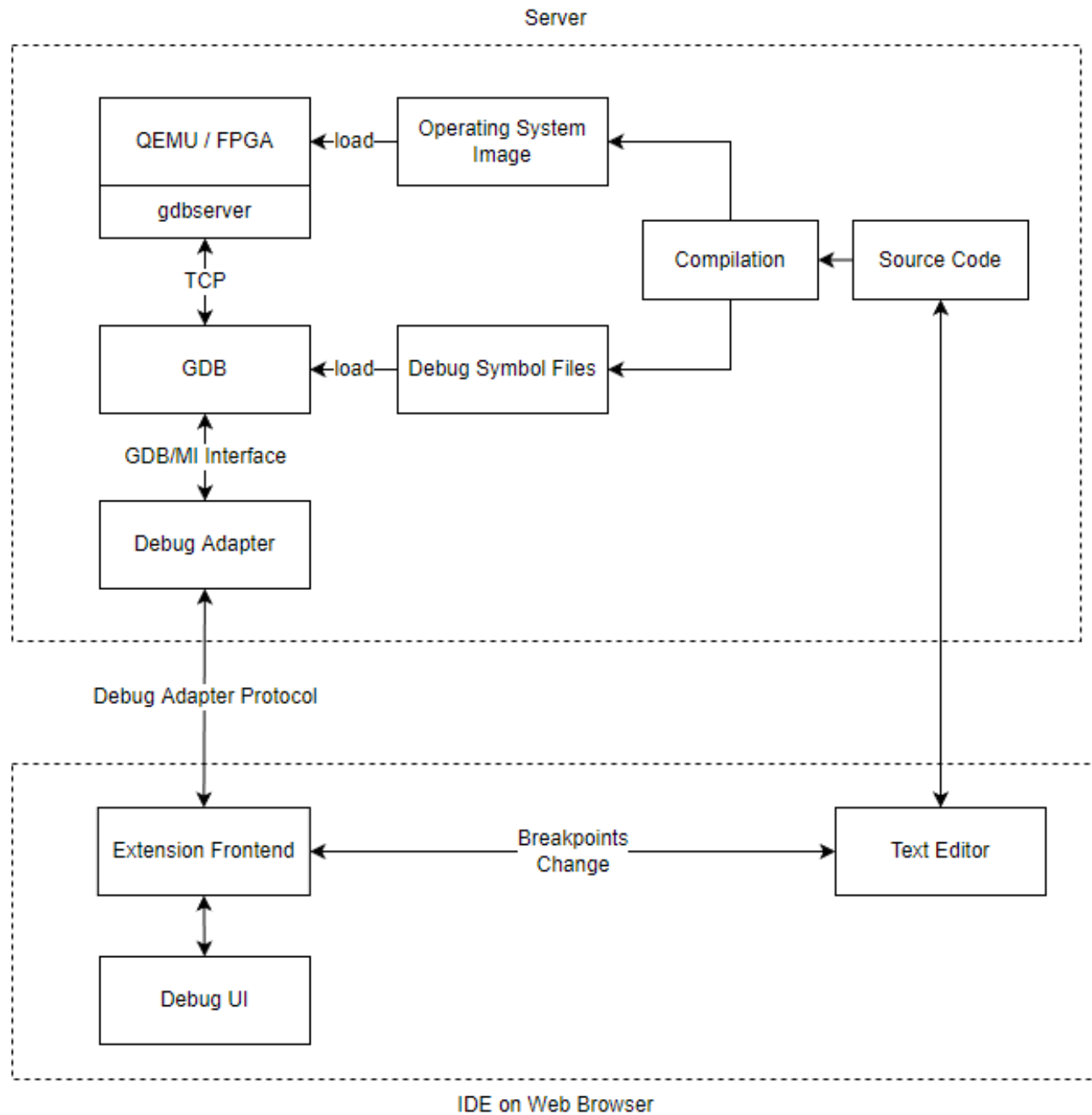
服务器

- 基于 openvscode-server 提供网页版 vscode
- 提供qemu、rust工具链、gdb
- 自动编译、加载内核和 GDB



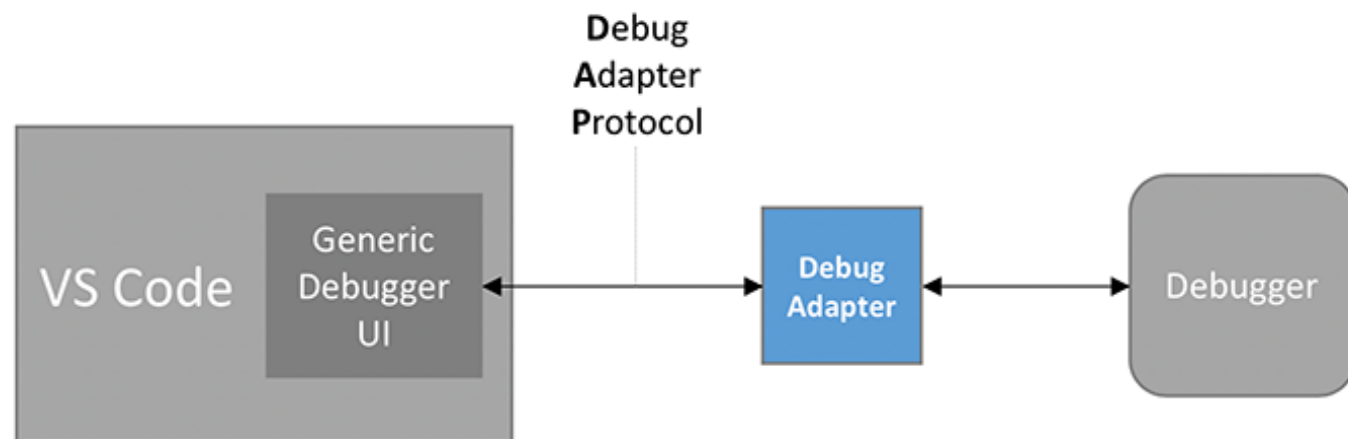
符号信息的获取

- `Cargo.toml` 编译参数
 - `debug=true`
 - `opt-level=0`
 - 修改easy-fs-fuse
 - `USER_HEAP_SIZE`
 - ...
- `linker.ld`
 - 保留*.debug段



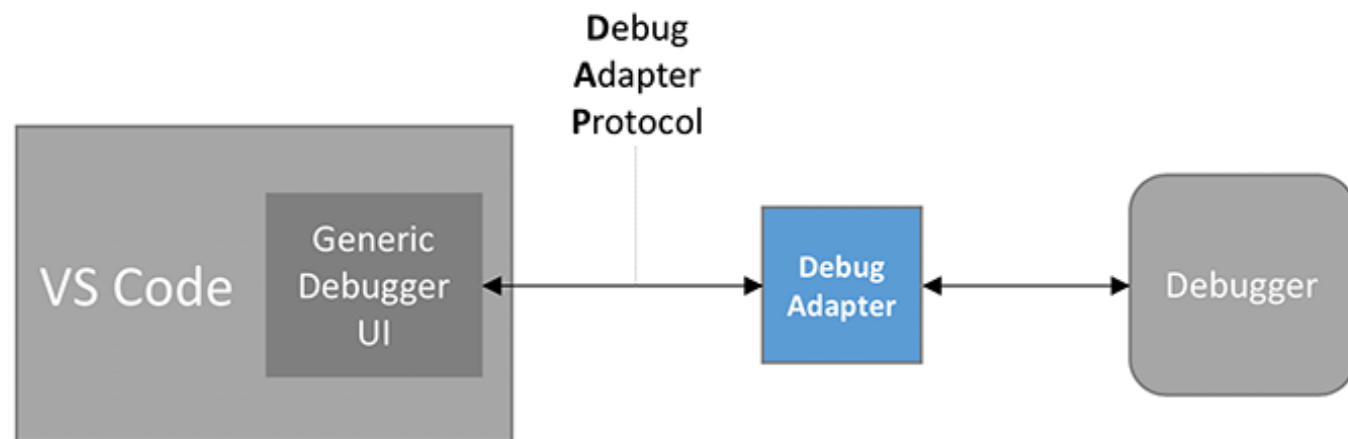
Debug Adapter

- 负责协调VSCode和GDB的独立进程。
- 消息类型
 - Request
 - Response
 - Event
- Debug Adapter Protocol
 - 大量customRequest



用户端

- Extension Frontend
 - 消息监听与转发
 - Debug UI
 - WebView

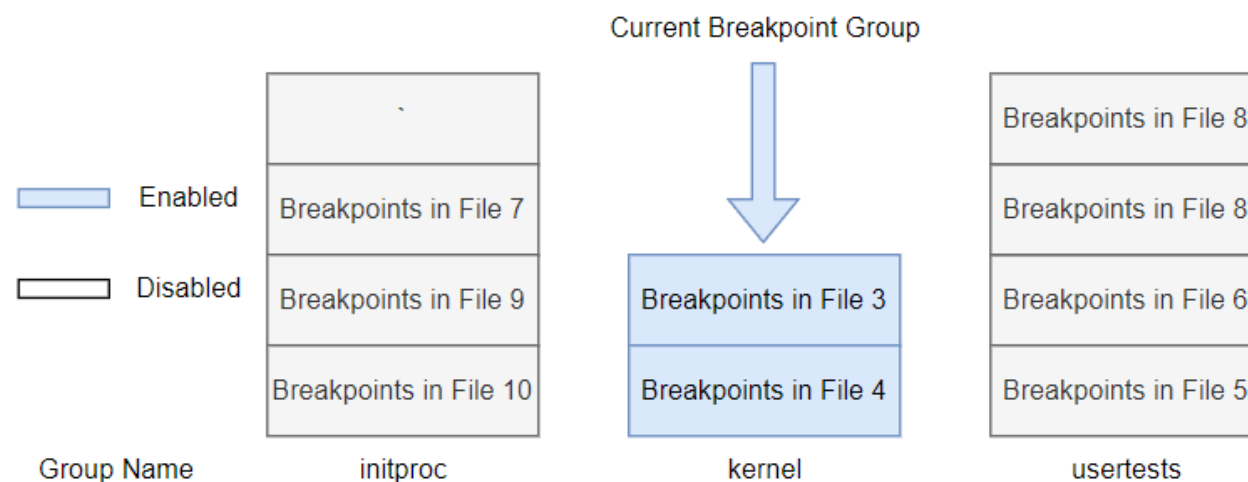


内核态用户态的断点冲突

- GDB限制：无法在内核态设置用户态代码的断点
 - 可能与页表刷新有关
- 解决思路：暂存断点，待时机合适再设置断点

断点组

- 在内核即将进入用户态，以及trap_handler处设置断点
- “进出口断点”被触发时清空断点，设置新断点
- 缓存暂时无法设置的断点，待时机合适再设置
- 扩展：内存信息也可以如此“切换”



特权级切换处理

- 切换符号表文件
 - `add-file` -> GDB
- 切换断点组
- 更新当前所在特权级
 - risc-v处理器无寄存器能显示反映当前特权级
 - 借助“边界”断点、地址空间、文件名判断

局限

- gdb的bug
 - Self变量
 - Vec, VecDeque
 - 可查看但输出信息有误
- lazy_static!宏
- 被内联展开的函数

扩展

- 支持其他OS
 - 获取符号表信息（例如vmlinux）
 - 确定内核“出入口”断点
 - 修改当前特权级判断逻辑
 - 修改断点组判断逻辑
- 观察其他内核数据结构
 - i. 添加 `customRequest` ，
 - a. 收集数据：GDB命令（mi2.ts）
 - b. 返回信息：Events/Responses
 - ii. 插件进程解析Events/Responses并转发至WebView（extension.ts）
 - iii. 添加WebView界面(extension.ts)

todos

- 更多os
- 更多内核数据结构
 - 如进程控制块
- WebView -> TreeView

谢谢！

