

# Razhroščevalnik

Seminarska naloga pri predmetu Sistemska programska oprema  
Mentor: doc. Tomaž Dobravec

Jan Mrak

Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani

14. januar 2025

## Povzetek

Predstavitev implementacije in delovanja razhroščevalnika na različnih platformah in za različne jezike.

## 1 Uvod

Razhroščevalnik je program, ki nam omogoča testiranje in upravljanje nekega drugega programa. Omogoča nam branje in pisanje spomina in registrov, poljubno ustavljanje programa, izvajanje po vrsticah ali ukazih in drugo. Poznamo različne razhroščevalnike, kot so GDB, LLDB, x64dbg, ki so bolj generalni. Obstajajo pa tudi drugačni razhroščevalniki, kot je Valgrind, ki nam omogoča pregled nad pomnilnikom procesa in recimo zaznava uhajanje spomina (angl. memory leak).

## 2 Razhroščevalnik na sistemu Linux

Na Unix in Unix-like sistemih je ponujen sistemski klic

```
long ptrace(enum __ptrace_request op, pid_t pid, void *addr, void *data);
```

, ki nam omogoča, da lahko dostopamo do procesa podanega s `pid`. Da pa bo sistemski klic uspel, mora proces, do katerega želimo dostopati, dovoliti dostop do njega. To pa lahko naredi s klicem sistemske funkcije `ptrace`:

```
// pid, addr in data argumenti so ignorirani  
ptrace(PTRACE_TRACEME, 0, NULL, NULL);
```

Po tem bo razhroščevalnik lahko dostopal do tega procesa.

Razhroščevalnik lahko sam ustvari proces, ki potem pokliče `ptrace` z argumentom `PTRACE_TRACEME`,

```
int pid = fork();  
if (pid == 0) {  
    ptrace(PTRACE_TRACEME, 0, NULL, NULL);  
    execve(...);  
}
```

lahko pa se priklopi na nek obstoječi proces z uporabo `PTRACE_ATTACH`, ki pošlje signal `SIGSTOP`, da se proces ustavi, ali pa `PTRACE_SEIZE`, ki ne ustavi procesa.

```
ptrace(PTRACE_ATTACH, pid, NULL, NULL);  
// ali  
ptrace(PTRACE_SEIZE, pid, NULL, PTRACE_O_flags);
```

Če želimo ustaviti proces, ga lahko ustavimo kadarkoli s klicem `ptrace` in za argument `op` izberemo `PTRACE_INTERRUPT`. Ko pa proces ustavimo, imamo na voljo veliko različnih možnosti za upravljanje s procesom.

Možnosti za pridobivanje in upravljanje z informacijami:

- `PTRACE_PEEKDATA` ali `PTRACE_PEEKTEXT`, ki nam omogočata, da beremo iz procesovega spomina
- `PTRACE_POKEDATA` ali `PTRACE_POKE TEXT`, ki nam omogočata, da pišemo v spomin procesa
- `PTRACE_GETREGS` ali `PTRACE_GETFREGS`, ki nam omogočata, da preberemo splošno namenske registre ali registre za delanje s plavajočo vejico
- `PTRACE_SETREGS` ali `PTRACE_SETFREGS`, podobno kot pri prejšnjem primeru, dobimo dostop do registrov in v njih lahko zapišemo vrednosti
- `PTRACE_GETSIGINFO`, ki pridobi informacije o signalu, ki je ustavil proces
- `PTRACE_PEEKSIGINFO`, enako pridobi informacije o signalu, vendar ga ne vzame iz vrste signalov

Možnosti za upravljanje poteka procesa:

- `PTRACE_CONT`, ki znova zažene ustavljen proces, da nadaljuje z delovanjem
- `PTRACE_SINGLESTEP`, ki izvede le en ukaz
- `PTRACE_SYSCALL`, ki se vede kot `PTRACE_CONT`, vendar se proces, ki ga razhroščijemo ustavi tik pred vstopom v sistemski klic, oziroma ob izstopu sistema klica
- `PTRACE_KILL`, ki procesu pošlje signal `SIGKILL` in ga tako prisilno zaključi
- `PTRACE_INTERRUPT`, ki ustavi proces

Obstaja še veliko drugih možnosti za delo s procesom, ki pa so razložene v priročniku man za `ptrace` [2].

## 2.1 DWARF format

Razhroščevalnik nam ponavadi ponujajo tudi neke dodatne možnosti in olajšave pri razhroščevanju programa, ki pa so omogočene kadar imamo na voljo informacije o programu oz. razhroščevalne informacije (angl. debug information). Te možnosti so lahko, premikanje po vrsticah kode, namesto samo po ukazih, razstava (angl. disassembly) ukazov in drugo. To pa nas pripelje do

datotečnega formata razhroščevalnih informacij DWARF (Debugging With Arbitrary Record Formats) [1], ki je široko uporabljen na Unix, Linux in drugih operacijskih sistemih.

DWARF uporablja vnose razhroščevalnik informacij (angl. Debugging Information Entry ozirom DIE) za definicijo nizko nivojske predstavitve izvirnega programa. Vsak vpis je sestavljen iz identifikacijske oznake in nizem atributov. Oznaka nam pove, kateremu razredu pripada ta vpis, atributi pa opisujejo latnosti tega vpisa.

Primeri oznak so:

- DW\_TAG\_array\_type
- DW\_TAG\_label
- DW\_TAG\_class\_type
- DW\_TAG\_condition
- DW\_TAG\_const\_type
- DW\_TAG\_constant

Razhroščevalne informacije so predstavljene kot drevo, katerega vozlišča so DIE vpisi, tako ima lahko vsak vpis svoje otroke, kar pomeni da je trenutno vozlišče odvisno od svojih otrok. Zapisani so kot sploščeno drevo, in sicer tako da, če vozlišče nima otrok, je naslednji vpis njegov sorojenec, če pa im otroke, je naslednji vpis njegov otrok. Veriga sorojencev se knoča praznim vpisom.

```
// recimo, da ima vozlišče dva otroka  
vozlišče, otrok, otrok, null
```

DIE vpisi se ponavadi nahajajo v zaglavju izvedljive ali objektne datoteke, pod razdelkom `.debug_info` in/ali razdelkom `.debug_info.dwo`. Te informacije nam lahko povejo na primer, imena spremenljivk in funkcij, ali kateri ukazi se nanašajo na katero vrstico v izvorni kodi, ali kje v kodi se nahajajo vstopi v funkcije in sše veliko več.

### 3 Razhroščevalnik na sistemu Windows

Microsoft Windows tudi ponuja razhroščevalni vmesnik, imenovan `debugapi` [5], le ta pa nam podaja nekaj funkcij za uporabo.

- `CheckRemoteDebuggerPresent` programu pove, ali je v teku razhroščevanje nad podanim procesom
- `ContinueDebugEvent` nadaljuje izvajanje procesa
- `DebugActiveProcess` omogoči razhroščevalniku, da se priklopi na aktiven proces
- `DebugActiveProcessStop` ustavi razhroščevanje procesa
- `DebugBreak` ustavi izvajanje procesa

- `IsDebuggerPresent` preveri, ali razhroščevalnik (v uporabniškem načinu) opravlja trenutni proces
- `WaitForDebugEvent` ali `WaitForDebugEventEx` počaka, da se zgodi razhroščevalni dogodek v razhroščevanem procesu
- ...

Ostale funkcionalnosti pa ponuja tudi Win32 API [3]. Med njimi tudi `Memoryapi` [4], ki nam omogoča dostop do pomnilnika procesa.

Delovanje in implementacija razhroščevalnika, je podobna tej s `ptrace`, vendar ta bi delovala le na operacijskem sistemu Windows.

### 3.1 PDB

## 4 Razhroščevalnik za jezik Java / Python ?

### Literatura

- [1] Dwarf debugging standard website. [Online] Dosegljivo: <https://dwarfstd.org/>. Zadnji obisk 14. 1. 2025.
- [2] `ptrace(2)` - linux manual page. [Online] Dosegljivo: <https://man7.org/linux/man-pages/man2/ptrace.2.html>. Zadnji obisk 14. 1. 2025.
- [3] Win32 api. [Online] Dosegljivo: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/api>. Zadnji obisk 14. 1. 2025.
- [4] Windows memora api. [Online] Dosegljivo: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/api/memoryapi>. Zadnji obisk 14. 1. 2025.
- [5] Windows debugging api. [Online] Dosegljivo: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/api/debugapi/1>. Zadnji obisk 14. 1. 2025.