

# Emulátor systému NEC PCEngine

Baklářská práce

Ondřej Baláž

*Softwarové technologie a management  
obor: softwarové inženýrství*



Katedra počítačů  
Fakulta elektrotechnická  
České vysoké učení technické v Praze

3. února 2010

- prostudování architektury systému NEC PCEngine
- emulace videoherního systému NEC PCEngine
  - emulace procesoru
  - emulace grafického subsystému
  - případně emulace zvukového generátoru
- přenositelnost kódu
  - zatím GNU/Linux a Microsoft Windows
  - ohled na mobilní zařízení (Android, Symbian, Nintendo DS, ...)
- modularita výsledného programu

## Emulátor

Nástroj napodobující nejen vnější, ale také vnitřní chování emulovaného systému. Zpravidla jde o software umožňující spouštění nemodifikovaných programů pro hardwarově neslučitelný systém.

### Využití emulátorů v praxi:

- vývoj software i hardware (vestavěné systémy, jednočipy)
- zpětná kompatibilita (Apple, Sony, Nintendo)
- komerční využití (např. účetnictví Účto, MRP)
- analogie s virtuálními stroji a interpretry

# Systém NEC PCEngine

NEC PCEngine je videoherní systém 3. generace kompletně vyvinutý firmou NEC v roce 1987.

## Specifikace

- hybridní architektura 8/16bit
- 8KB RAM a 64KB VRAM
- programy uloženy v ROM osazené na výměnných modulech
- zvukový a obrazový výstup na televizor
  - rozlišení obrazu až 512x240x9 bit
  - FM syntéza zvuku
- 8-mi tlačítkový ovladač



# Architektura systému NEC PCEngine

Základ systému je tvořen trojicí procesorů propojených řídicí sběrnici.

## CPU HuC6280 (8 bit)

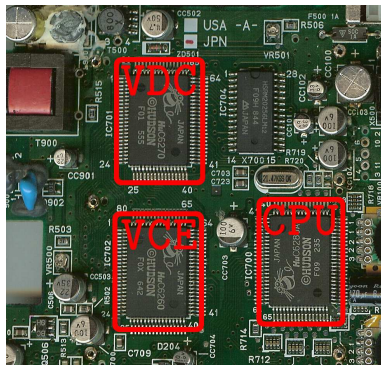
- hlavní procesor
- klon WDC 65c02
- periférie  
PSG, MMU, časovač, ...

## VDC HuC6270 (16 bit)

- grafický koprocessor

## VCE HuC6260 (16 bit)

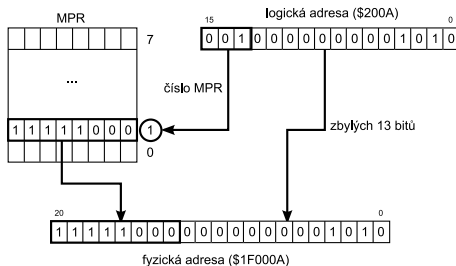
- enkodér barev



# Speciální vlastnosti systému NEC PCEngine

## CPU HuC6280

- veškerá paměť přístupná pouze pomocí 8-mi mapovacích registrů
  - lze adresovat až 2 MB fyzické paměti (256 8 KB velkých bank)
  - fyzická adresa 21 bitů
  - logická adresa 16 bitů
- možnost změny taktovací frekvence za běhu (7.16MHz/3.58MHz)
- řada nových instrukcí a adresních módů oproti WDC 65c02



## Grafický systém VDC HuC6270 a VCE HuC6260

- navrženo pro výstup na televizor
  - vykreslování po řádcích (tzv. „scanlines“)
  - synchronizace logiky programu pomocí „vertikální synchronizace“
  - standard NTSC
- vzhledem k velikosti VRAM nemá systém *framebuffer*
- odkazové tabulky deskriptorů *BAT* a *SAT*
- rozdělení obrazu na 2 roviny
  - dlaždice pozadí
  - sprajty
- planární mód uložení obrazových dat

## Interpretační emulace

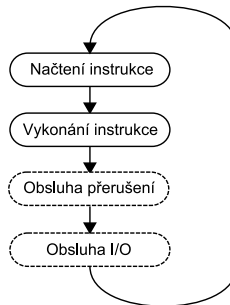
Interpretace načtených instrukcí emulovaného programu na datové struktuře představující procesor.

## Paměť

- prealokované bloky paměti
- problém s endiánitou → *union*

## Časování

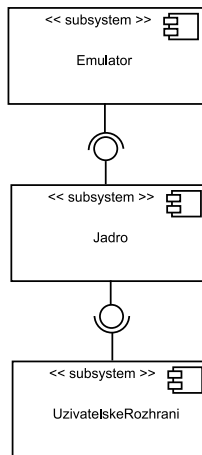
- přesnost CPU na cykly
- synchronizace CPU  
cykly/snímek





## Hlavní myšlenky

- oddělení logických celků
  - uživatelské rozhraní
  - emulátor
  - jádro
- modularita
  - společné rozhraní modulů
  - přenositelnost
- objektový přístup



## Chyby a důležitost lazení a testování

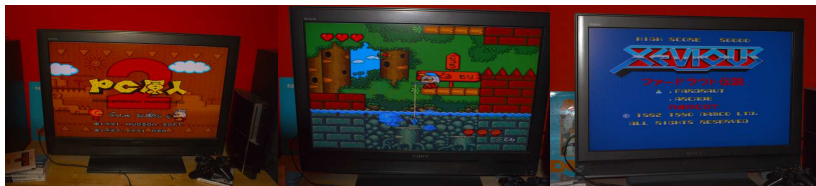
- oficiální dokumentace není dostupná, neoficiální je neúplná s řadou nepřesností či chyb
- programy využívají chybného chování původního hardware
  - je nutné emulovat i chyby původního hardware
- interpretační emulátory se ladí „snadno“ (datové struktury)

## Způsob testování naimplementovaného emulátoru:

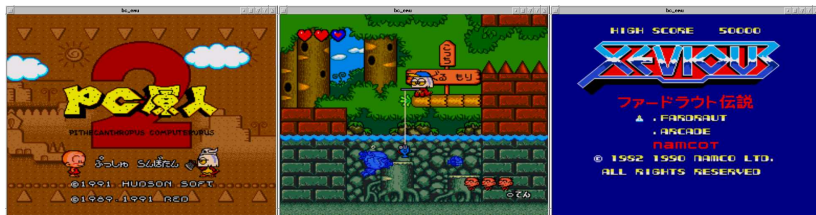
- krátké assemblerové programy pro ověření funkčnosti CPU
- obrazy původních programů pořízené pomocí zařízení PCEPro32
- volně dostupné „homebrew“ programy

# Snímky obrazovky

Fotografie televizoru s výstupem skutečného systému:



Snímky obrazovek stejných programů v emulátoru:



# Naimplementovaný emulátor

## Vlastnosti

- modul emulace systému NEC PCEngine
- moduly uživatelského rozhraní
  - libSDL
  - libSDL s grafikou akcelerovanou pomocí OpenGL
- podporuje platformy
  - x86/x86\_64 - GNU/Linux, Microsoft Windows
  - ARM7/ARM9 - Nintendo DS\*



## Výsledky práce

- funkční emulátor systému NEC PCEngine
- testem ověřená podpora původních programů
- přenositelnost na úrovni zdrojového kódu podpořená:
  - zvolenou architekturou programu
  - použitím jazyka C
- řada znovupoužitelných rutin pro interpretační emulaci
- rozšiřitelnost v oblasti uživ. rozhraní a emulovaných systémů
- ucelená dokumentace architektury NEC PCEngine

## Směr dalšího vývoje

- nástroj pro lazení emulovaného programu
- zdokonalení kódu emulace PSG
- obecné konfigurační rozhraní