

**Szegedi Tudományegyetem**

**Informatikai Intézet**

**Az emulátor fejlesztési folyamat bemutatása a  
Nintendo Game Boy konzolon**

Diplomamunka

*Készítette:*

**Krizsák Tibor**

informatika szakos

hallgató

*Témavezető:*

**Dr. Tanács Attila**

egyetemi adjunktus

Szeged

2018

# Tartalomjegyzék

Feladatkiírás . . . . .	3
Tartalmi összefoglaló . . . . .	4
Bevezetés . . . . .	5
<b>1. Egy találó cím</b>	<b>6</b>
1.1. Alcím . . . . .	6
1.1.1. Al-al cím . . . . .	7
Nyilatkozat . . . . .	8
Köszönetnyilvánítás . . . . .	9
Irodalomjegyzék . . . . .	10

# Feladatkiírás

A Nintendo Game Boy egy 1989-ban bemutatott, 8 bites kézi videojáték-konzol. A konzolban egy Zilog Z80 (az Intel 8080 "utódja") processzor működik, kiegészítve néhány specifikus utasítással.

A feladat egy emulátor fejlesztési fázisainak bemutatása a Nintendo Game Boy hardveren, valamint a kész emulátor tesztelése. Az emulátor Rust nyelven legyen megvalósítva, illetve a tesztelés a más Zilog Z80 emulátor fejlesztők által készített teszt ROM-okon történjen.

# Tartalmi összefoglaló

- **A téma megnevezése :**

Egy emulátor fejlesztési fázisainak bemutatása a Nintendo Game Boy hardveren keresztül, Rust nyelven implementálva.

- **A megadott feladat megfogalmazása :**

A feladat egy Nintendo Game Boy emulátor implementálása, és fejlesztési fázisainak bemutatása. A bemutatás során a CPU utasításait, a GPU renderelésének működését, a memóriakezelést, és a megszakítás-vezérlést kell érinteni, illetve az egyéb kisebb, de a működéshez elengedhetetlen megoldások is megemlítesre kerülnek. Ahhoz, hogy ezek megfelelően működjenek, a CPU frekvenciájára, illetve a képfrissítési gyorsaságra is tekintettel kell lenni.

- **A megoldási mód :**

Az emulátor fejlesztő közösség által összegyűjtött - reverse-engineered - információkra, illetve a processzor gyártója által kiadott technikai dokumentációra hagyatkozva felépítettem és implementáltam a CPU struktúráját, uasításkészletét, majd a többi modult, részegységet. Meghatároztam a modulok közti kommunikációt, időzítéseket, adatfolyamot. A videojáték-, illetve teszt ROM-ok byte-jait sorra beolvasva az emulátor meghatározza a megfelelő műveletet, meghatározott időközönként renderel, illetve kezeli a megszakításokat.

- **Alkalmazott eszközök, módszerek :**

Az emulátor Linux rendszeren, Rust nyelven került implementálásra, a `rustc` fordító, illetve a `cargo` package manager segítségével. A rendereléshez a `minifb` libraryt használtam, ami egy nagyon egyszerű framebuffer használatát teszi lehetővé. A fejlesztésre került egy debugger eszköz, illetve egy memória térkép eszköz is, ami nagyban megkönnyítette a hibakeresést.

- **Elért eredmények :**

Az implementált emulátor képes futtatni Memory Banking nélküli videojáték ROM-okat, az inputra az elvárásoknak megfelelően reagálva. A processzor műveletek és a renderelés az eredeti konzollal megegyező eredményt adnak. A közösségi Game Boy teszt ROM-ok szinte mindegyikét sikerrel végrehajtja.

- **Kulcsszavak :**

Nintendo, Game Boy, emulátor, fejlesztés, Rust

# Bevezetés

A számítástechnikában az emuláció fogalma nem új keletű. Különböző területeken, különféle problémák megoldására használnak emulátorokat, ugyancsak különböző okokból. A nyomtatóktól kezdve, a DOS-kártyákon keresztül, a többmagos rendszertervezésen át egészen a videojáték konzolokig terjed a paletta - nem túlzás azt állítani, hogy az emulátorok ott vannak a mindennapjainkban.

Ezen diplomamunka a videojáték konzolok emulátorainak fejlesztésére fókuszál. Többféle cél állhat a háttérben ha valaki ilyen emulátor fejlesztésére adja a fejét: a régi hőskorbéli konzolok digitális megőrzése vagy életre keltése, későbbi szoftverfejlesztés az emulált hardveren, esetleg hobbiként. Az utóbbi évek tendenciája azt mutatja hogy ez utóbbi ok egyre gyakoribb - az emulátor fejlesztői közösség napról napra nagyobb és aktívabb, szokások és kisebb fejlesztői folklór alakult ki az emulátor készítését illetően - a dolgozat ennek bemutatására helyezi a hangsúlyt.

Az emulátor fejlesztés szemléltetése Nintendo Game Boy kézi videojáték konzolon keresztül fog történni, amely a maga idejében egy igazán sikeres konzol volt, és tulajdonképpen kultusz épült köré. A 8 bites architektúrájából adódóan kevésbé bonyolult felépítéssel rendelkezik, népszerűségéből adódóan jól dokumentált, így az emulálásának implementációjához nincs szükség túl sok reverse-engineering gyakorlatra.

A dolgozat első néhány fejezetében az emulátorokról, a Nintendo Game Boy hardveréről, specifikációjáról, illetve a későbbi fejlesztés workflow-járól fog szó esni. Ezekben a fejezetekben van megfogalmazva, illetve leírva az, hogy pontosan mi az az emulátor, milyen hardver emulációjáról van szó, és hogy az emuláció teljes implementálásáig milyen pontokon keresztül vezet az út. A következő nagyobb logikai egység az implementáció. Ennek részeként először bemutatásra kerülnek az alkalmazott eszközök, technológiák, majd az emulátor pontos és elvárt specifikációjának leírását az igazi implementációs szakasz követi.

A processzor modellezése a regiszterek, flagek, és egyéb jellemzők megtervezésével kezdődik, majd következő lépésként az utasításkészlet megvalósításával folytatódik. A CPU-hoz szorosan kapcsolódó memória ez után kerül tárgyalásra. A memória ismertetése után az időzítők, majd a PPU felépítése és működése szerepel. Az implementáció ezen pontján a boot ROM már futtathatóvá válik, erről is esik majd néhány szó. A fejlesztési részt a joypad jellemzői és megoldásai zárják.

A dolgozat zárásaként bemutatásra kerül az emulátor használata, illetve a fejlesztésből adódó dependenciák, majd végül a teszt ROM-ok jellemzői, futtatásuk, és a futtatási eredményeik.

# **1. fejezet**

## **Egy találó cím**

Ez pedig már az első fejezet, ...

### **1.1. Alcím**

Ebben alfejezetek is lehetnek

### **1.1.1. Al-al cím**

Sőt al-al fejezetek is.

# Nyilatkozat

Alulírott ..... szakos hallgató, kijelentem, hogy a dolgozatomat a Szegedi Tudományegyetem, Informatikai Intézet ..... Tanszékén készítettem, ..... diploma megszerzése érdekében.

Kijelentem, hogy a dolgozatot más szakon korábban nem védtem meg, saját munkám eredménye, és csak a hivatkozott forrásokat (szakirodalom, eszközök, stb.) használtam fel.

Tudomásul veszem, hogy szakdolgozatomat / diplomamunkámat a Szegedi Tudományegyetem Informatikai Intézet könyvtárában, a helyben olvasható könyvek között helyezik el.

Szeged, 2018. február 17.

.....  
aláírás



# Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani **X. Y-nak** ezért és ezért . . .

# Irodalomjegyzék

- [1] J. L. Gischer, The equational theory of pomsets. *Theoret. Comput. Sci.*, **61**(1988), 199–224.
- [2] J.-E. Pin, *Varieties of Formal Languages*, Plenum Publishing Corp., New York, 1986.