

Webový editor a simulátor hradlových sítí

Jan Horák

Vedoucí práce: RNDr. Martin Kruliš, Ph. D.

CÍL PRÁCE

Vytvořit webovou aplikaci, která by mohla sloužit jako pomůcka při studiu principů hradlové logiky.

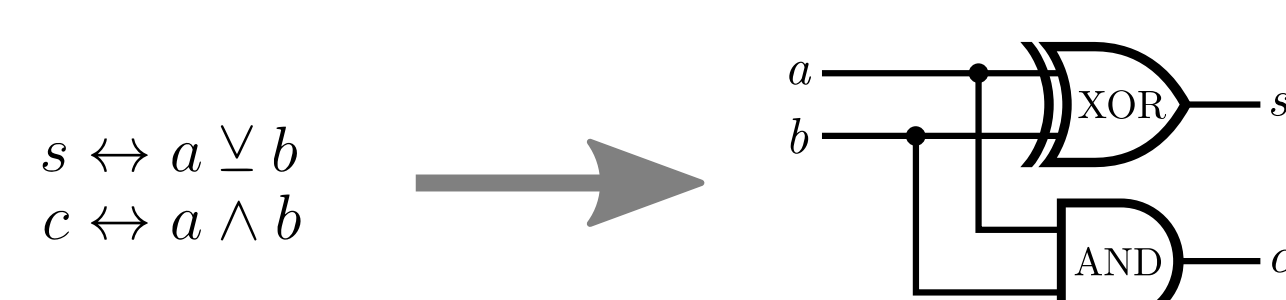
Stanovili jsme si základní požadavky, které aplikace měla splňovat:

- Lze ji jednoduše spustit bez nutnosti instalace.
- Umožní práci se základními typy hradel, jejich propojování pomocí vodičů a nastavování vstupních hodnot hradlové sítě.
- Dokáže takto vytvořený obvod odsimulovat a zobrazit hodnoty jednotlivých vodičů. Dokáže detekovat oscilaci a korektně ji zobrazit.
- Obsahuje funkce pro import a export sítí ve srozumitelném formátu.
- Obsahuje knihovnu logických obvodů, které lze do sítě importovat v podobě hradlové sítě nebo jako samostatnou komponentu.
- Nabídne uživateli tutorial, který jej uvede do používání aplikace.
- Je navržena tak, aby ji bylo možno snadno dále rozšiřovat, její zdrojový kód je přehledný a dostupný případným zájemcům o další vývoj.

ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Nezbytnými součástkami pro konstrukci počítačů a dalších digitálních zařízení jsou digitální integrované obvody, které umožňují zařízením pracovat s binárními informacemi. V digitální technice je nositelem takové informace většinou elektrické napětí, kde jsou hodnoty reprezentovány pomocí dvou napěťových úrovní. Tyto dvě úrovně reprezentují hodnoty 1 a 0 používané v digitální logice. Fyzická realizace logické funkce je označována jako hradlo či logický člen.

Příklad převodu logických formulí na hradlovou síť. Formule popisují sčítání dvou jednobitových čísel. Proměnná s značí součet, c je tzv. carry, tedy přenos jedničky na vyšší řád.



POUŽITÁ TECHNOLOGIE

Na základě tržního podílu prohlížečů na stolních počítačích jsme se rozhodli cílit na moderní verze prohlížečů Google Chrome a Mozilla Firefox.

V projektu zároveň dodržujeme zvyklosti a standardy pro vývoj moderních webových aplikací. K sestavování projektu byl použit nástroj Gulp, ke správě balíčků Yarn, pro verzování jsme použili Git.



Pro lepší podporu aplikace ve starších prohlížečích je součástí procesu kompilace kódu do starší verze jazyka ECMAScript 5.1 a doplnění CSS kódu o vlastnosti specifické pro jednotlivé prohlížeče. Veškerý kód je minifikován.

ŘEŠENÍ

Uživatel pomocí kontextové nabídky přidává komponenty na editační plochu tvořenou mřížkou. Editační plocha je neomezená, lze ji posouvat, přibližovat a oddalovat.

- Special elements
- New gate
 - Add a network
 - Add a blackbox
- NOT gate
AND gate
OR gate
NAND gate
NOR gate
XOR gate
XNOR gate

Přidané komponenty lze pravouhře otáčet. Uživatel je může propojovat klikáním na vstupní a výstupní piny.

Po vybrání pinů, které mají být propojeny, se aplikace pokusí nalézt co nejpřehlednější cestu pro vodič. Jako metriku přehlednosti jsme zvolili součet ohybů vodiče a počtu křížení s jinými vodiči. Metrika je následně použita v modifikaci algoritmu A*.

Aplikace používá statickou simulaci hradlové sítě. Místo toho, aby byly v pravidelně simulovány všechny komponenty, simulace probíhá pouze v případě, kdy dojde ke změně hodnoty na některém výstupním pinu. Od tohoto pinu je pak hradlová síť simulována pomocí algoritmu založeného na prohledávání grafu do šířky. Algoritmus zároveň detekuje cykly, u kterých vyhodnotí, zda jsou stabilní či zda v nich dochází k oscilaci.

Vstupní prvek nastavuje hodnotu připojeného pinu

Logická „1“ je znázorněna zeleně

Oscilace je značena modře

Logická „0“ je znázorněna červeně

Neznámý stav je znázorněn šedě

Výstupní prvek zvýrazňuje hodnotu připojeného pinu

Černé skříňky jsou bezstavové komponenty. Uživatel je může importovat ze souboru nebo z knihovny hradlových sítí, která je součástí aplikace.

Pomocí tlačítek v pravém spodním rohu aplikace může uživatel exportovat hradlovou síť do souboru, zobrazit tutorial (který se zobrazí i při první návštěvě aplikace) a zobrazit podrobnější nápovědu k ovládání aplikace.

Hradlová síť pro sčítání dvou čtyřbitových čísel sestavená v naší aplikaci. Na obrázku je součet čísel 3 (1100) a 6 (0110), výsledek je 1001, tedy 9.

Ukázka RS klopného obvodu sestaveného v naší aplikaci.

Aplikace nasazená na webu

janjaromirhorak.github.io/hradla

Zdrojový kód aplikace

github.com/janjaromirhorak/hradla