

Simulátor hradlové sítě – žáci

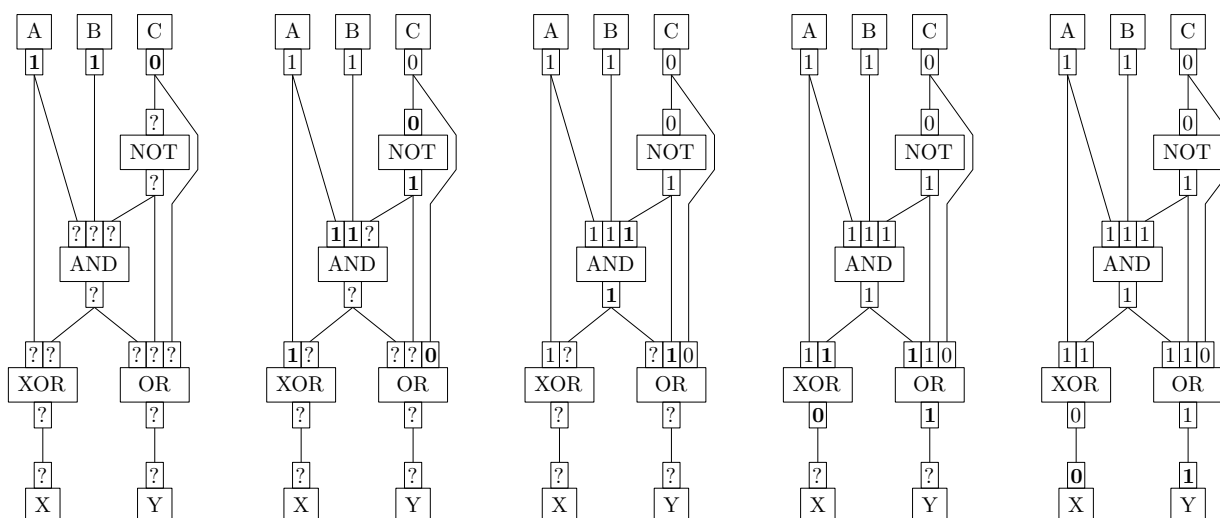
Vaším úkolem je naprogramovat simulátor hradlové sítě.

Hradlová síť se skládá ze vstupních portů, výstupních portů, drátů a hradel. Každé hradlo má své vstupní a výstupní porty a každý drát vede ze vstupního portu sítě nebo výstupního portu hradla do výstupního portu sítě nebo vstupního portu jiného hradla. Dráty jsou navíc zapojeny tak, že v síti není žádný cyklus a do každého výstupního portu sítě a vstupního portu hradla vede právě jeden drát.

Výpočet hradlové sítě probíhá po krocích. Na začátku výpočtu má každý vstupní port sítě uživatelem danou hodnotu, nula nebo jedna, a ostatní porty nemají hodnotu žádnou. V jednom kroku výpočtu se pak nejprve po drátech přenesou hodnoty a poté se hradlům, jejichž všechny vstupní porty už mají nějaké hodnoty, nastaví hodnoty výstupních portů (opět nula či jedna). Výpočet končí, když všechny výstupní porty sítě získají nějakou hodnotu.

V síti se vyskytují hradla několika typů:

- AND: hradlo s $N \geq 1$ vstupními porty a jedním výstupním portem, který je jedna, pokud jsou všechny vstupní porty jedna, jinak nula.
- OR: hradlo s $N \geq 1$ vstupními porty a jedním výstupním portem, který je jedna, pokud má alespoň jeden vstupní port hodnotu jedna, jinak nula.
- XOR: hradlo s $N \geq 1$ vstupními porty a jedním výstupním portem, které je jedna pokud lichý počet vstupních portů má hodnotu jedna, jinak má hodnotu nula.
- NOT: hradlo s jedním vstupním a jedním výstupním portem, jehož výstupní port má obrácenou hodnotu než port vstupní.



Příklad výpočtu hradlové sítě se vstupními porty A B C a výstupními porty X Y

Popis formátu hradlové sítě

Každá hradlová síť je uložena v samostatném souboru v XML formátu. Hradlovou síť popisuje element `<net>`, který obsahuje popis hradel a vstupních a výstupních portů sítě:

- nejprve všechny vstupní porty, každý uložen jako element `<input>` s atributy `id`, `x`, `y`, `w`, `h`,
- poté všechna hradla, každé hradlo je uložena jako element `<gate>` s atributy `type`, `x`, `y`, `w`, `h`, který obsahuje vnořené elementy popisující porty tohoto hradla, nejprve všechny vstupní porty jako `<input id=...>` a poté výstupní porty jako `<output id=...>`,
- nakonec výstupní porty, každý uložen jako element `<output>` s atributy `id`, `x`, `y`, `w`, `h`.

Pro zjednodušení načítání můžete počítat s tím, že na každé řádce je jen jeden element, pořadí atributů je pevné a hodnoty atributů jsou uzavřeny do apostrofů. Budete-li však umět načíst libovolné XML, dostanete drobný bodový bonus.

Napojení drátů je určeno atributem `id`, jehož hodnota je libovolný neprázdný textový řetězec. U vstupního portu sítě a výstupního portu hradla znamená atribut `id` jedinečný název tohoto portu. U výstupního portu sítě a vstupního portu hradla jde o název portu, ze kterého vede do tohoto portu drát. Atributy `x`, `y`, `w` a `h` jsou přirozená čísla, která udávají pozici (souřadnice `x` a `y`) a velikost (`w` – šířka, `h` – výška) portů a hradel.

Typ hradla je buď AND, OR, XOR nebo NOT, bez ohledu na velikost písmen.

Příklad uložení hradlové sítě z minulého příkladu

```
<net>
<input id='a' x='10' y='10' w='5' h='5' />
<input id='b' x='20' y='10' w='5' h='5' />
<input id='c' x='30' y='10' w='5' h='5' />
<gate type='and' x='15' y='50' w='15' h='5'>
  <input id='a' />
  <input id='b' />
  <input id='notc' />
  <output id='and' />
</gate>
<gate type='not' x='25' y='30' w='15' h='5'>
  <input id='c' />
  <output id='notc' />
</gate>
<gate type='xor' x='5' y='70' w='15' h='5'>
  <input id='a' />
  <input id='and' />
  <output id='x' />
</gate>
<gate type='or' x='25' y='70' w='15' h='5'>
  <input id='and' />
  <input id='notc' />
  <input id='c' />
  <output id='y' />
</gate>
<output id='x' x='10' y='90' w='5' h='5' />
<output id='y' x='30' y='90' w='5' h='5' />
</net>
```

Soutěžní úkol

Implementujte následující režimy programu. Jsou hodnoceny nezávisle na sobě.

- **Vyhodnocení [40% bodů]:** V tomto režimu program vyžaduje dva vstupní soubory. První z nich je soubor s popisem hradlové sítě, druhý je soubor se vstupy. Můžete předpokládat, že síť na vstupu je korektní. Program načte popis hradlové sítě, řekněme, že má I vstupních a O výstupních portů. Poté zpracovává soubor se vstupy. Každý řádek souboru se vstupy obsahuje přesně I znaků 0 nebo 1, to jsou hodnoty vstupních portů v pořadí, v jakém se objevily v popisu sítě. Postupně pro všechny řádky souboru se vstupy program provede výpočet hradlové sítě a na standardní výstup vypíše řádek obsahující O hodnot 0 nebo 1, hodnoty výstupních portů sítě po ukončení výpočtu, v pořadí v jakém se objevily elementy `<output>` v popisu sítě.
- **Interaktivní vyhodnocování [20% bodů]:** Vstupní soubory jsou stejného typu jako v předchozí úloze, jenom soubor se vstupy obsahuje jediný řádek, tj. jediný vstup. Vaším úkolem je graficky (použijte atributů x , y , w , h) zobrazovat jednotlivé kroky výpočtu, stejným způsobem jako je zobrazeno na příkladu v zadání. Mezi jednotlivými kroky výpočtu je možno přecházet vpřed i zpět. Pokud dráty zobrazíte tak, aby nepřekrývaly hradla, získáte body navíc.
- **Editace [40% bodů]:** V tomto režimu program vyžaduje jeden vstupní soubor s popisem hradlové sítě. Implementujte postupně tyto operace:
 - 1) načtení hradlové sítě: pokud je vstupní formát souboru chybný, síť obsahuje cyklus, identifikátory hradel nejsou jedinečné či hradla mají špatný počet vstupních / výstupních portů, ohlašte chybu a program ukončete,
 - 2) zobrazení hradlové sítě: použijte atributů x , y , w , h z popisu sítě,
 - 3) uložení hradlové sítě: po provedení editačních operací je možné síť kdykoliv uložit,
 - 4) editace portů a hradel: umožněte přidávání a odebrání vstupních a výstupních portů sítě a hradel, změnu jejich pozice a velikosti,
 - 5) editace drátů: umožněte odebrání a přidávání drátů v síti. Uživatel by měl tyto operace provádět vizuálně, neměl by vědět o existenci identifikátorů portů. Pokud by přidáním drátu vznikl cyklus nebo dva dráty vedly do jednoho portu, operaci neprovedte.