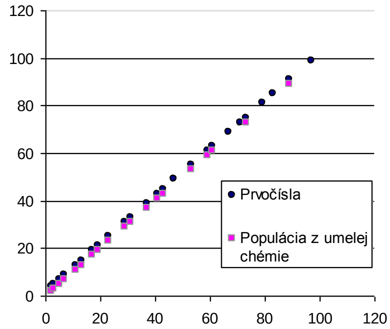
Problémy na 9. cvičenie

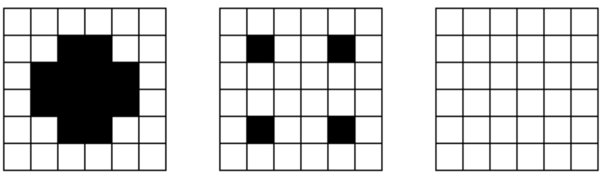
1. V umelej „čísladeliacej chémii“ vygenerujte populáciu prvočísel. Spočiatku populáciu o 100 jedincoch tvorí náhodne vygenerované celé čísla z intervalu od 2 po 100. Urobte v populácii 10000 čísladeliacich reakcií. Pre výslednú populáciu zobrazte v grafe porovnanie výsledných čísel v populácii so všetkými prvočíslami z intervalu od 2 po 100 (sú to 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79, 83, 89, 97) podobne ako na nasledujúcom obrázku.



Zistite vzájomné závislosti percenta prvočísel v populácii, počtu chýbajúcich prvočísel, množstve prvočísel v populácii v závislosti na veľkosti prvočísel na veľkosti populácie a počte reakcií.

2. Hra LIFE má pravidlá:
1. STABILNÝ STAV: Keď má daná bunka dvoch živých susedov (nech už je sama živá či „mŕtva”), ostáva v rovnakom stave ako predtým aj v ďalšej generácii.
2. RAST: Keď má bunka presne troch živých susedov, bude v ďalšej generácii živá bez ohľadu na jej momentálny stav.
3. SMRŤ: Keď má bunka počet susedov 0, 1, 4 - 8, bude v nasledujúcej generácii „mŕtva”. Bunka teda „zomrie na podchladenie alebo na prehriatie, keď má primálo alebo priveľa susedov”.

Pomocou hillclimbingu nájdite taký *najmenší* (teda používajúci najmenší počet živých buniek) netriviálny obrazec, ktorý pri hre Life kompletne zanikne už po prvej iterácii. Rovnako nájdite obrazec zanikajúci po dvoch generáciach. Netriviálnosť spočíva v tom, že aspoň jedna bunka musí vymrieť na základe “prehriatia“, teda preto, lebo má 4 alebo viac susedov. (V prípade zániku po 2 generáciach v každej z generácii musí nejaká bunka vymrieť z prehriatia. Ako príklad uvádzame obrázok, kde obrazec vymiera po dvoch iteráciach (ale v druhej nie z prehriatia).



Štruktúra hry Life vymierajúca už po dvoch generáciach.

3. **Logistická rovnica** je tzv. diferenčná rovnica $x_{i+1} = r\, x_i\, (1- x_i)$, ktorej premenná x_i môže vyjadrovať napríklad veľkosť populácie v časovom okamihu *i*. Veľa druhov

zvierat plodí potomkov iba v určitej časti roku. Preto v tomto prípade prechod z počtu zvierat x_i v jednom roku na počet zvierat x_{i+1} v druhom roku je prirodzenejší ako (diferenciálna) rovnica opisujúca veľkosť populácie v každom časovom okamihu. Keďže nie všetky samice budú mať potomkov, avšak niektoré ich môžu mať viac, zväčšenie populácie bude nejakým násobkom r súčasnej populácie, kde r označuje rýchlosť rastu alebo plodnosť ($r \in (0,4)$). Keď je populácia malá, môže rasť lineárne $x_{i+1} = r\, x_i$, člen $r\, x_i^2$ je taký malý, že ho môžeme zanedbať, ale pri veľkej populácii nastáva nedostatok zdrojov a priestoru a veľkosť populácie sa znižuje kvadraticky úmerne jej premnoženiu.

a) Pre $1<r \leq 3$ vypočítajte hodnotu, na ktorej sa ustáli veľkosť populácie, ktorej rast sa riadi logistickou rovnicou.

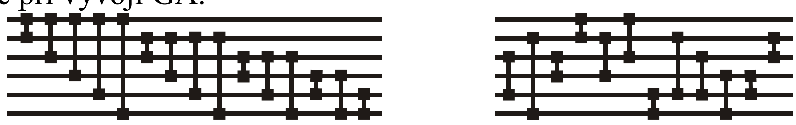
b) Pre $x_0 = 0.01$ a sadu hodnôt $r = 2.9$, 3.1, 3.56 vytvorte graf závislosti veľkosti populácie (ktorá sa riadi logistickou rovnicou) od generácie pre 30 generácií.

c) Pre $x_0 = 0.01$ a počiatočnú hodnotu $r = 2.8$, ktorá je pri každej generácii menená podľa vzorca $\min(\max((r+N(0,0.1)),0),4)$, kde $N(0,0.1)$ je náhodné číslo z normálneho rozdelenia s nulovou strednou hodnotou a varianciou 0.1, vytvorte graf závislosti veľkosti populácie (ktorá sa riadi logistickou rovnicou) od generácie (pre 100 generácií).

4. Podrobne vysvetlite, ako podľa priložených návodov na www „ručne“ generovať Mandelbrotovu množinu a ukážte postupnosť jej generovania od hrubých obrysov napr. pomocou uvedeného návodu v Matlabu
http://www.wikihow.com/Plot-the-Mandelbrot-Set-By-Hand
http://www.mathworks.com/moler/exm/chapters/mandelbrot.pdf

alternativne zadanie
Zvoľte si model na základe logistickej rovnice podľa vlastného výberu ako napr.
http://www.math.utah.edu/~gustafso/2250logistic.pdf
alebo
http://epublications.bond.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1063&context=ejsie&sei-redir=1#search=%22logistic+difference+equation+exercise%22
ako rozširovanie chorôb, harvesting, apod. a spracujte ho

5. Pomocou koevolučného genetického algoritmu používajúceho populáciu sietí a kopopuláciu permutácií nájdite triediacu sieť pre triedenie 8, 9,10 čísel s čo najmenším počtom porovnaní. Zobrazte graf, koľko sietí z celkového počtu 8! najlepší jedinec v tej ktorej generácii skutočne usporiada správne, túto hodnotu ale nepoužívajte pri vývoji GA.



Priamym výberom　　　Výsledok evolúcie

Obrázok Korektné siete na triedenie sady čísel podľa veľkosti. Jeden z často používaných algoritmov na triedenie, tzv. triedenie priamym výberom, dokáže zoradiť 6 čísel s použitím 15 porovnaní, zatiaľ čo jednej z minimálnych korektných sietí napravo stačí iba 12 porovnaní. Takýchto minimálnych korektných sietí existuje viac (môžeme napríklad prehodiť prvé dve porovnania).