

# Računalniška orodja v fiziki - Celični avtomati

Primož Cigler (28090039)

10. maj 2010

## **Povzetek**

Celični avtomati so matematični objekti, ki živijo v diskretnih časovnih enotah, življenje vsake celice v naslednjem koraku pa je odvisno od celice same in sosednjih celic. Na začetku določimo pogoje, ki določajo kdaj celice preživijo in kdaj umrejo.

Predstavljajo lahko različne fizikalne modele, zato so tudi uporabni.

# 1 Naloga

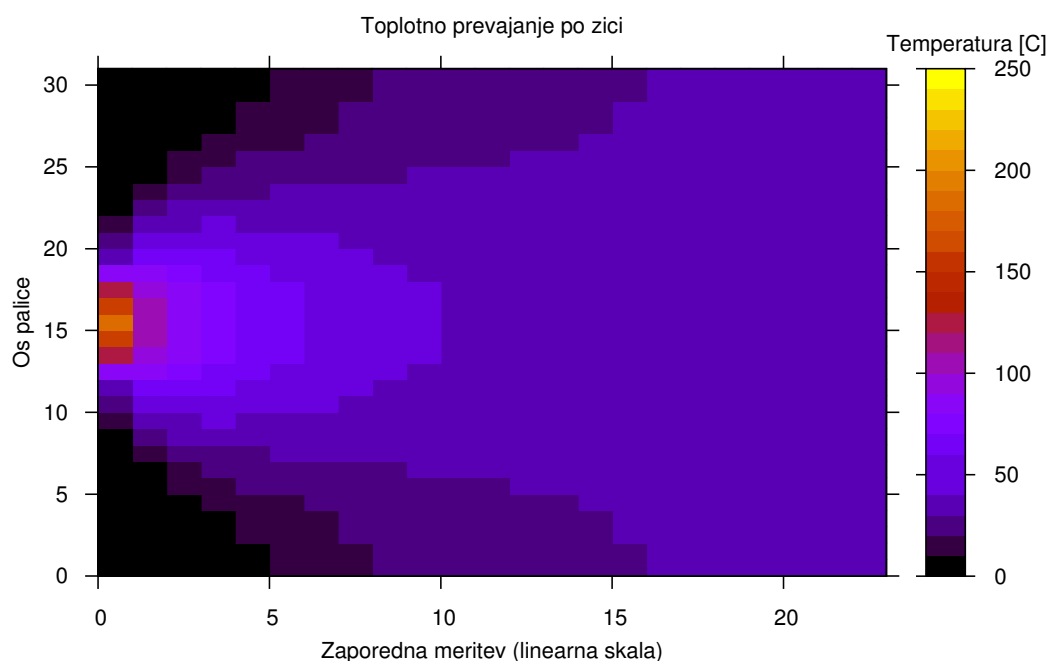
Prevajanje toplote po dobro prevodni, navzven izolirani palici, simuliramo z 1-dimenzionalnim celičnim avtomatom. Nova vsebina (n.pr v obsegu celih števil do 216) je enaka povprečni vrednosti desne in leve sosede. Kako se razširi točkasto segretje, v katerem v začetku zavzameta srednji celici maksimalno vrednost, vse druge pa so na 0? Končni celici v verigi sta lahko hlajeni (stalno na 0) ali izolirani (imata samo notranjo sosedo). Zadoščajo verige z manj kot 20 celicami.

## 1.1 Rešitev

V programskem spletnem jeziku sem napisal naslednjo kodo, ki je simulirala prevajanje toplote po prevodni palici po pravilu, ki je določeno v navodilu (povprečna vrednost). Podatke je program izvozil v datoteko, iz katerih sem kasneje z znanjem iz 8. naloge narisal graf.

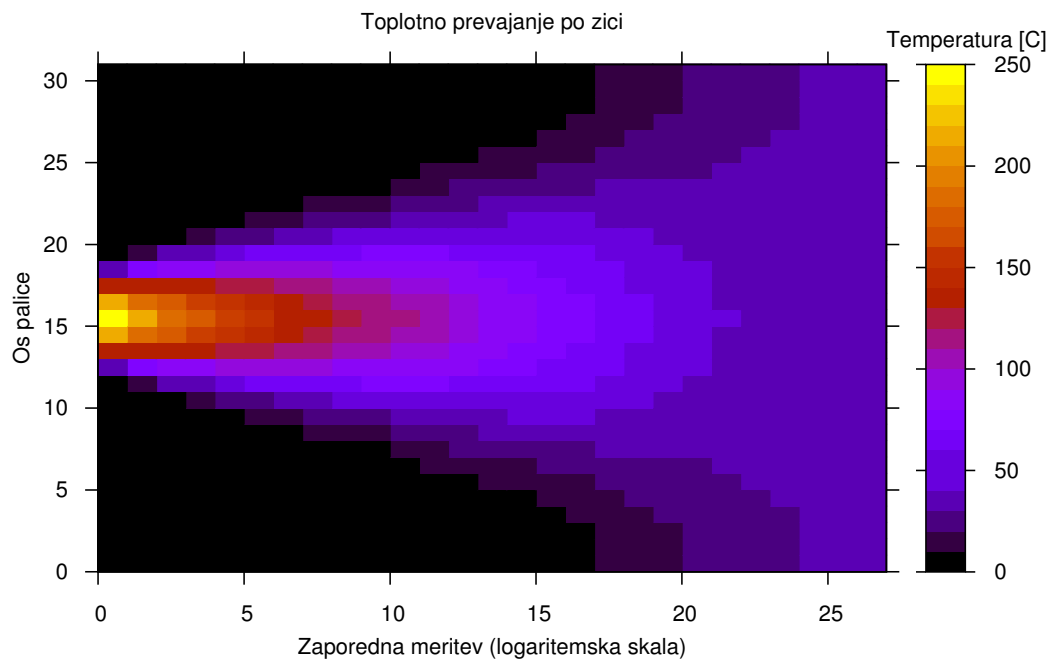
Izbral sem 32 celic, od teh sem prvi dve na začetku nastavljal na vrednost 500, zaradi lažjega odčitavanja pa sem graf narisal od 2. koraka dalje (ko imajo 4 celice temperaturo 250 °C).

Najprej sem simuliral primer, ko sta konca palice izolirana. Pričakujem, da bo vsak del palice po določenem času imel enako temperaturo.



Graf 1: Graf z linearno časovno skalo za prevajanje toplote po žici z izoliranima koncema. Vsaka različna barva predstavlja razliko 10 °C.

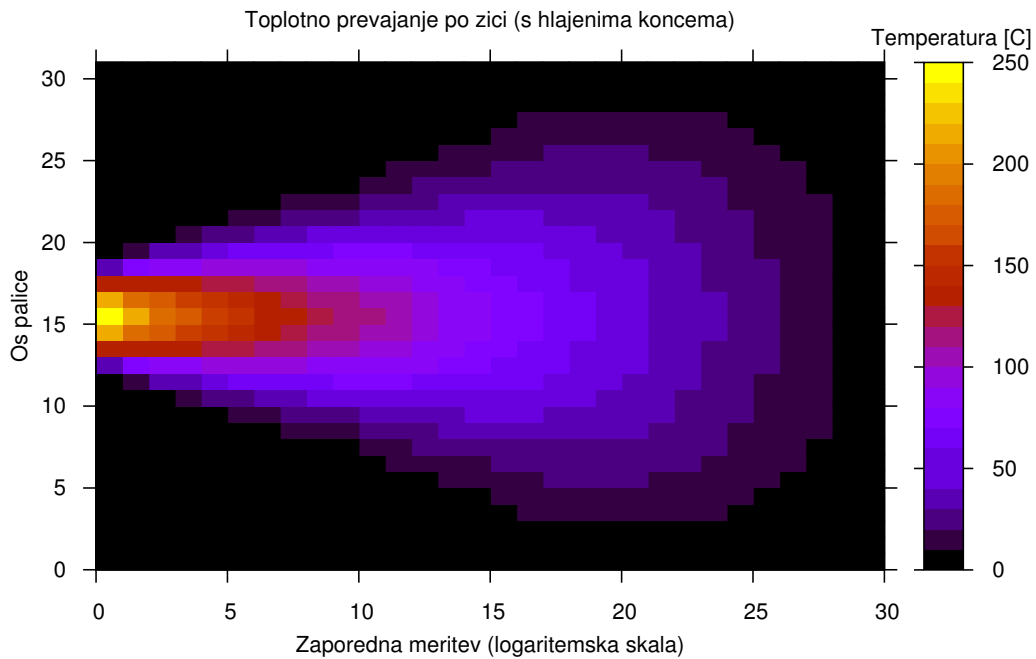
Ko sem narisal graf sem videl, da je prevajanje toplote od začetka zelo hitro, čez čas pa se ustali. Na takšen način izgubimo zanimivi začetni del, ko se toploha hitro širi. Težavo sem rešil tako, da sem logaritmsko izpisoval podatke iz simulacije (od začetka na gosto, potem pa vedno bolj na redko). Dobil sem naslednji graf:



Graf 2: Graf z logaritemsko časovno skalo za prevajanje toplote po žici z izoliranimi koncema. Vsaka različna barva predstavlja razliko 10 °C.

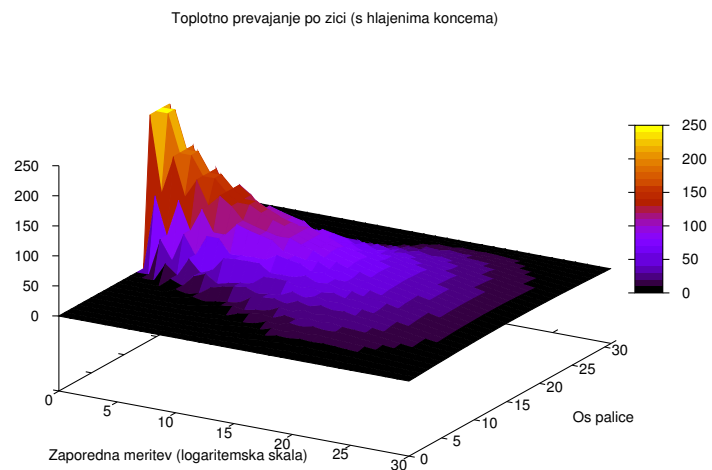
Na tem grafu je veliko bolj razločno, kako se toplota širi od začetka, ko so razlike v kratkih časovnih korakih velike, po daljšem času pa nimamo več tako velikih razlik. Logaritemska skala se mi zdi veliko primernejša za prikaz tega primera, si pa težje predstavljamo kako se toplota v realnosti "razlije", ker čas v realnosti teče (približno) linearno.

V drugem delu prve naloge sem temperaturo na koncih palice ves čas držal na 0 °C. Pričakujem, da bo toplota počasi "odtekla" iz palice in bo po dolgem času celotna palica imela temperaturo 0 °C.



Graf 3: Graf z logaritemsko časovno skalo za prevajanje toplote po žici s hlajenima koncema. Vsaka različna barva predstavlja razliko 10 °C.

Iz grafa vidimo, da je na začetku graf precej podoben drugemu, po dolgem času pa temperatura po celotni palici pade na 0 °C. Za tretji primer sem narisal še 3-D graf, ki nam bolj nazorno prikaže, kako se temperatura spreminja, vendar ni primeren za odčitavanje.



Graf 4: 3-D graf z logaritemsko časovno skalo za prevajanje toplote po žici s hlajenima koncema. Vsaka različna barva predstavlja razliko 10 °C.

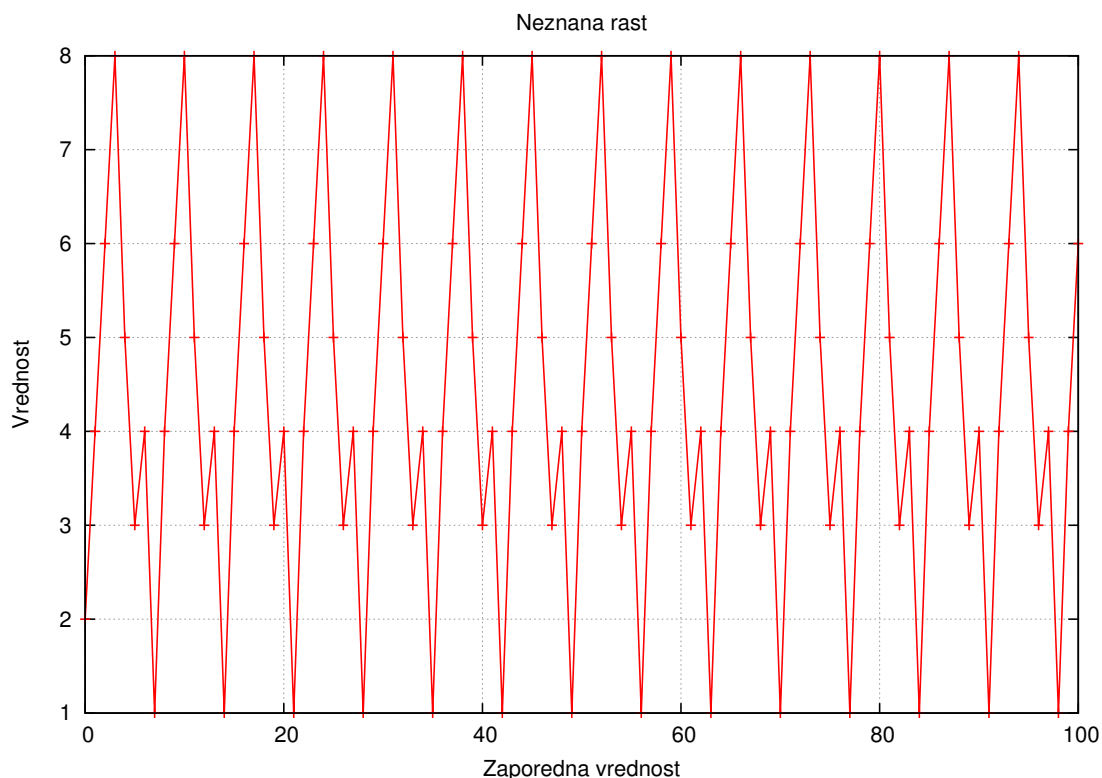
## 2 Naloga

Kakšen fizikalni proces predstavlja 1D celični avtomat s pravilom, da se vsebina celice v vsakem koraku poveča za toliko, kolikor je razlika med to celico in desno sosedo? Začni s poljubno začetno sliko, verigo pa lahko skleneš v obroč, da ni potrebe za robnim pogojem.

### 2.1 Rešitev

Spet sem v PHP-ju napisal program z začetno sliko (v mojem primeru 2, 4, 6, 8, 5, 3, 4, 1) in s pogojem, kakor piše v navodilih. Ugotovil sem, da ta algoritem v vsakem naslednjem koraku premakne vrstni red elementov za eno polje v levo, zato se vzorec začne periodično ponavljati (razen prvega člena).

Iz podatkov sem narisal spodnji graf:



Graf 5: Graf za neznan fizikalni proces

Periodično ponavljanje se na grafu lepo vidi. Ta celični avtomat po mojem predstavlja valovanje, ki se širi v eni dimenziji, bodisi merimo odmik od osi, bodisi jakost.

## 3 Naloga

Pokaži, da se v avtomatu Life začetna kombinacija (glider) premika po mreži.

### 3.1 Rešitev

Tudi v tretjem delu naloge sem se poslužil PHP-ja. Kreiral sem matriko 50 x 50 polj, določil "Life" pogoje in zagnal program. PHP ima enostaven vmesnik za delo s slikami, zato sem kreiral

500 x 500 veliko polje in za vsako 1-ko v matriki je program narisal rdečo piko velikosti 10 x 10 slikovnih točk na sliki, ostalo pa pustil črno. Takšno sliko je izvozil v vsakem koraku (png).

Nato sem slike s programom Makeavi zložil v animacijo. Datoteke ne morem vstaviti v to poročilo (.pdf), sem jo pa pripel v e-mailu (animacija.avi). Mislim da je iz animacije precej očitno, da se glider premika po polju.

Zanimivo je tudi opazovati, kaj se zgodi, ko glider pride na rob polja. Vzpostavi namreč stabilno obliko kocke. Z robnimi pogoji se sicer nisem ukvarjal, vendar mislim da imajo vse nove spremenljivke v PHPju vrednost 0, tako da so v bistvu izven definirane matrike same ničle.