

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

Zavod za elektroniku, mikroelektroniku, računalne i inteligentne sustave

Projektni zadatak iz predmeta

INTELIGENTNI MULTIAGENTSKI SUSTAVI

Pacman

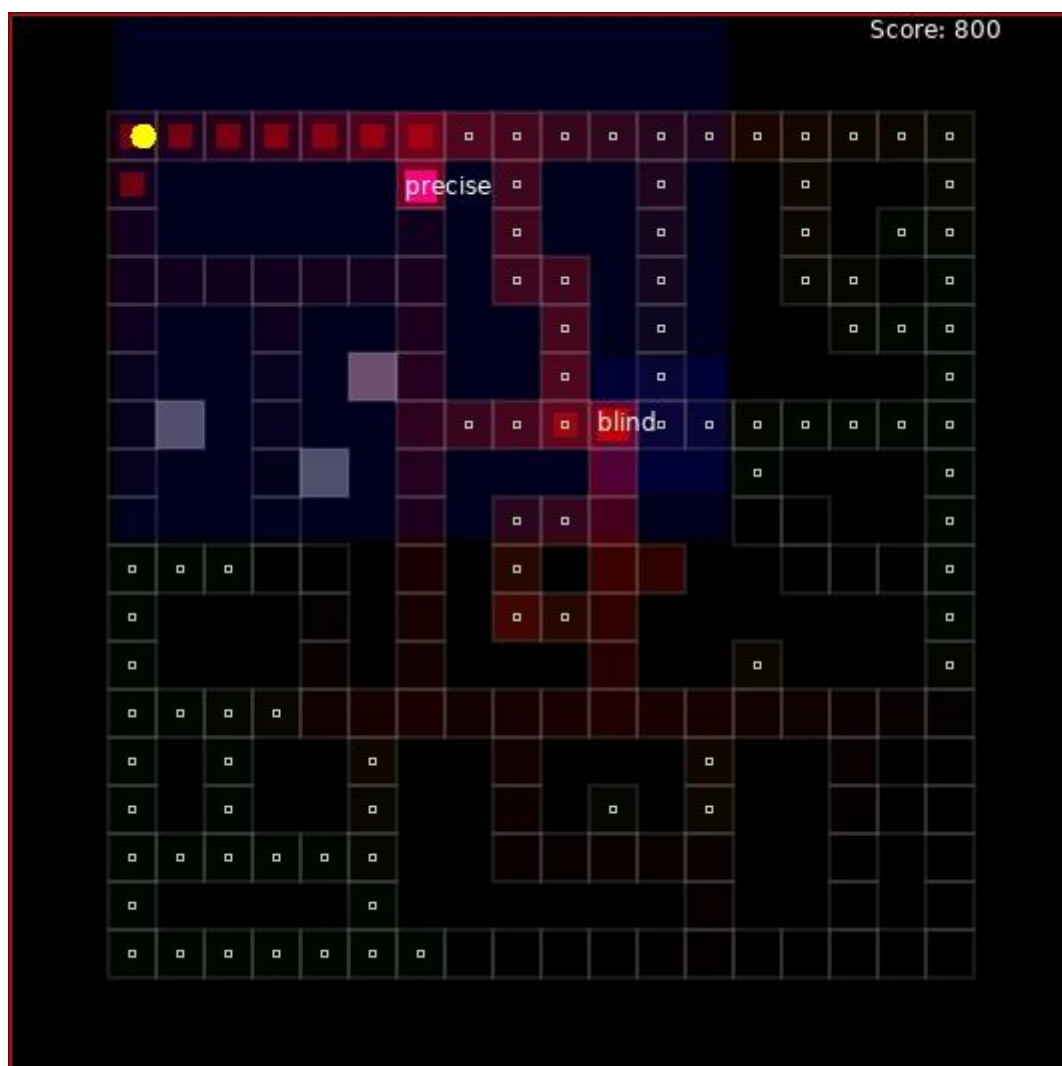
Siniša Biđin

Sonja Grđan

Zagreb, lipanj 2012.

Projektni se zadatak iz kolegija Inteligentni multiagentski sustavi odnosio na izradu autonomnih agenata u igri Pacman, odnosno implementaciju Pacmana i duhova koji su sposobni sami odigrati igru i pritom su vođeni strategijama koje povećavaju šanse za ostvarenje njihovih interesa. Za Pacmana je to pojestenost svih kolačića na karti, dok je uspjeh duhova definiran kao Pacmanov neuspjeh.

Za ostvarenje ovog projektnog zadatka napisana je posve nova implementacija igre Pacman u programskom jeziku Lua. Svijet u kojem se nalaze agenti Pacman i kodiran je na podesivu veličinu te se sastoji od prolaza, na kojima su ili kolačići ako Pacman onuda još nije prošao, ili su prazni ako je onuda već prošao, zidova koji onemogućavaju sve smjerove kretanja u svakom trenutku, i praznih polja za koje Pacman odluči da su slijepe ulice. Početna verzija svijeta veličine je 20 sa 20 polja, no pregledno je hardkodiran pa je veličina lako podesiva, kao i promjena lokacija vrsta polja (npr. zidova ili nedokučivih polja). Izgled igre prikazan je na slici 1. Žuta točkica je Pacman, ružičasta i crvena kockica su duhovi, a bijeli kružići označavaju nepojedene kolačiće. Preostale osobine igre vidljive na slici objašnjene su kasnije. Vidljivost je u svijetu definirana kao broj polja koje agent vidi u smjerovima gore, dolje, lijevo i desno, koji čine kvadrat unutar kojeg agent duh vidi agenta Pacmana i obrnuto, i Pacman vidi kolačiće. Vidljivost karte (zidova i puteva) za sve je agente stalno potpuna.



Slika 1. Izgled ostvarene igre Pacman.

Agenti duhovi načelno imaju dva stanja: `ne_vidim_Pacmana` i `vidim_Pacmana`. Uglavnom se u slučaju kada ne vide Pacmana pomiču nasumično, a u slučaju kad Pacmana vide, pomiču se prema Pacmanu odnosno nastoje ga uloviti. Igra ima podesiv broj duhova, kojih je definirano nekoliko vrsta ovisno o osobinama koje imaju:

1. Blind – ima vidljivost veličine 1 (na slici 1 označena prozirnim plavim kvadratom), pa zapravo nikad ne dolazi u stanje `vidim_Pacmana` (osim ako je Pacman do njega došao u bijegu od drugog duha), odnosno nikad nema priliku loviti Pacmana. Nasumično odabire smjer kretanja, pri čemu se ne može odlučiti kretati u smjeru suprotnom od onog u kojem je do tad išao. Odnosno, politika ovog agenta da se miče stohastički u obzir uzima jedino informacije o postojanju zidova i putova u svijetu. Maksimalnu

korisnost ovaj agent postiže ukoliko se sretne s Pacmanom, odnosno Pacman izgubi, no s obzirom na svoju jednostavnost zapravo nema mehanizme da to ostvari.

2. Precise – ima vidljivost 6 polja, pa osim stanja `ne_vidim_Pacmana` dolazi i u stanje `vidim_Pacmana`. U tom stanju pomoću Dijkstrinog algoritma odabire najkraći put do Pacmana, odnosno počinje ga loviti. Na slici 1 crvenim je kockicama od duha Precise prema Pacmanu označen put koji je duh našao Dijkstrinim algoritmom. Brzina Pacmana podešena je da bude malo veća od brzine ovog duha, pa ako Pacman uspije pobjeći duh Precise ponovno se vraća u stanje `ne_vidim_Pacmana`. Pretraživanje okoline može biti stohastičko i determinističko, ovisno o tome vidi li agenta Pacmana ili ne. Korisnost je kod ovog agenta to veća što je on bliže Pacmanu, budući da mu je politika uloviti Pacmana ako ga vidi.
3. Madhat – vidljivost mu je 5 polja, te je po ostalom sličan duhu Precise, osim što i u stanju `vidim_Pacmana` prema slučaju određuje hoće li se ponašati kao duh Precise ili nastaviti nasumično kretanje. Vjerojatnost da nastavi nasumično kretanje je 0.25.
4. Overlord – ima potpunu vidljivost svijeta, no zbog ravnoteže prilično je sporiji od Pacmana (u suprotnom Pacman nema šanse pobijediti). Stalno je u stanju `vidim_Pacmana`, kojeg konstantno ganja. Pretraživanje okoline je determinističko jer uvijek zna gdje je agent Pacman, a s obzirom na njega pretražuje.

Svim duhovima podesiva je brzina kojom se kreću i vidljivost svijeta.

Agent Pacman također ima podesivu brzinu i područje vidljivosti. Nema specifična stanja kao što to imaju agenti duhovi, nego u svakom trenu određuje korisnost polja na koja bi mogao otići sljedeće, pa na temelju takve korisnosti donosi odluku tako da odabire najkorisnije (ili u slučaju jednakih korisnosti bira prvo polje koje je evaluirao, koje je ovisno o smjeru u kojem se prije kretao). Privlačnost pojedinog polja određuje se na temelju kolačića i duhova u njegovoj blizini. Pacmanu su kolačići i duhovi vidljivi samo ako su u njegovom području vidljivosti, te tada imaju sljedeći utjecaj na vrijednost polja:

- Vidljivi duhovi negativno utječu na vrijednost polja, ovisno o tome koliko su blizu polju (negativnije ako su bliže) – na slici 1 negativan utjecaj duhova označen je

prozirno crvenom bojom putova, s time da taj utjecaj vrijedi samo ako su Pacmanu u području vidljivosti

- Vidljivi kolačići pozitivno utječu na vrijednost polja, ovisno o tome koliko su blizu polju (pozitivnije ako su bliže), ali i tome koliko je kolačića preostalo na svijetu (što ih je manje to preostali imaju pozitivniji učinak)

Agent Pacman uvijek odabire kretanje prema onom polju koje ima najpozitivniju vrijednost. Generalno, agent Pacman ima opreznu strategiju, pa prisutnost duhova budu negativnije nego što pozitivno vrednuje prisutnost kolačića. Točni parametri funkcije isprobavani su empirijski sve dok nije postignut funkcionalan omjer. Prilikom pretraživanja karte, agent Pacman pamti slijepe ulice te nikada ne ulazi dva puta u njih (sivo obojani kvadratići na slici 1). Pretraživanje okoline za Pacmana je najčešće determinističko, no u situaciji s manjim područjem vidljivosti kada se nađe u dijelu svijeta u kojem nema duhova ni kolačića može zapeti u petlji gibanja lijevo-desno ili gore-dolje, kada stohastički određuje smjerove gibanja jer su mu sva polja koja evaluira jednako privlačna. U takvim situacijama najčešće se približi neki duh koji Pacmana izbací iz ravnoteže i pomakne na neko novo polje.

Ponašanja agenata možemo prikazati i algoritamski:

Duh Blind:

Uvijek {

 Dohvati moguće smjerove kretanja

 Nasumično odaberi smjer kretanja

 Pomakni se u odabranom smjeru

}

Duh Precise:

Uvijek {

```
Ako ne vidiš Pacmana {  
  
    Dohvati moguće smjerove kretanja  
  
    Nasumično odaberi smjer kretanja  
  
    Pomakni se u odabranom smjeru  
  
}  
  
Ako vidiš Pacmana {  
  
    Odredi najkraći put do Pacmana  
  
    Pomakni se u smjeru najkraćeg puta  
  
}  
  
}
```

Duh Madhat:

```
Uvijek {  
  
    Ako ne vidiš Pacmana {  
  
        Dohvati moguće smjerove kretanja  
  
        Nasumično odaberi smjer kretanja  
  
        Pomakni se u odabranom smjeru  
  
    }  
  
    Ako vidiš Pacmana {  
  
        Odredi nasumičan broj [0,1]  
  
        Ako je veći od 0.25 {  
  
            Odredi najkraći put do Pacmana
```

```
        Pomakni se u smjeru najkraćeg puta
    }
    Inače {
        Dohvati moguće smjerove kretanja
        Nasumično odaberi smjer kretanja
        Pomakni se u odabranom smjeru
    }
}
}
```

Duh Overlord:

```
Uvijek {
    Odredi najkraći put do Pacmana
    Pomakni se u smjeru najkraćeg puta
}
```

Pacman:

```
Uvijek {
    Odredi vrijednost susjednih polja
    Pomakni se u smjeru najkorisnijeg od obližnjih polja
}
```

Simulacija

Simulacije su pokazale da se Pacman uspješno nosi s postojanjem dva do tri duha u svijetu, ukoliko ni jedan od tih duhova nije Overlord. Postojanje duha Overlord čini Pacmanovu pobjedu malo vjerojatnom, osim ako se Overlordu znatno smanji brzina. Pacmanova vidljivost svijeta prilično je važna kako Pacman ne bi zapeo u lokalnim petljama u kojima su mu sva polja koja evaluira jednake vrijednosti, stoga je potrebno da Pacman ima vidljivost barem 6 da bi igra trajala u razumnom vremenu (bez predugog čekanja da ga neki duh izbací iz mjesta na kojem je zapeo) i da bi Pacman pobjeđivao. Naravno, ako duhovi imaju veću vidljivost od Pacmana, Pacman ponovno vrlo rijetko pobjeđuje.

Uputa za korištenje programa

Za pokretanje priloženog programa potrebno je imati **LÖVE**, *game framework* pisan za programski jezik *Lua*. Potreban izvršni program moguće je naći i preuzeti sa službene stranice na <https://love2d.org/> ili preuzeti iz službenih repozitorija nekih od popularnijih distribucija operativnog sustava GNU/Linux. Zatim je izvršni program **love** potrebno pokrenuti nad direktorijem koji sadrži priloženi program.

Primjer pokretanja unutar operativnog sustava GNU/Linux:

```
$ ls
pacman
$ ls pacman
ai.lua conf.lua dijkstra.lua ghost.lua input.lua main.lua
pacman.lua update.lua breadth.lua const.lua helper.lua
load.lua world.lua
$ love pacman
simulacija igre pokrenuta
```