

City Wars

Kratko poročilo

Jure Babnik

April 2022

1 O igri in pravila igre

Igra je zasnovana na podoben način kot brskalniške igre *Travian*, *Ikariam* in *Vojna plemen*, nekaj navdiha pa jemlje tudi iz drugih strateških iger. Igralec v igri razvija svoje mesto tako, da zgradi nove ali izboljša že obstoječe zgradbe, poleg tega pa lahko izuri vojsko. Za to potrebuje surovine, ki jih lahko pridobiva s pomočjo določenih zgradb, ali pa jih ukrade iz nasprotnikovih mest. S svojo vojsko lahko napade druga mesta in jih tudi osvoji. Za zmago je potrebno nadzorovati več kot polovico vseh mest na svetu.

Za razliko od zgoraj omenjenih iger, ki se igrajo v realnem času, City Wars temelji na potezah; vsi igralci poteze opravijo istočasno, izvedejo pa se ko se vsi igralci odločijo za svojo potezo. V vsaki potezi ima igralec v vsakem mestu na voljo do največ **tri** različne akcije, ki vključujejo gradnjo/nadgradnjo zgradb, urjenje vojske ali napade na druga mesta. Na voljo je 15 različnih zgradb, kjer vsaka od njih opravlja določeno funkcijo in prinese določene koristi, ter 5 različnih enot, ki imajo različne kvalitete (napadalna/obrambna moč, hitrost, nosilnost plena).

1.1 Surovine

V igri so tri različne surovine; hrana, železo in zlato. Vse tri se uporabljajo pri gradnji in urjenju. Poleg tega vojska potrebuje hrano za preživetje. Vsaka enota porabi eno enoto hrane na potezo. Hrane in železa je na voljo veliko več, kot zlata (zlato služi bolj kot denar, in ne kot surovina/material).

1.2 Poteze in akcije

Vsak igralec ima na voljo 3 akcije vsako potezo (v primeru, da ima pod nadzorom več mest, lahko začne 3 akcije v vsakem mestu). Na voljo so 4 tipi akcij:

- Gradnja - igralec na prazno mesto postavi novo zgradbo
- Nadgradnja - igralec lahko nadgradi (izboljša) že obstoječo zgradbo, do največ stopnje 5
- Urjenje vojske - igralec lahko usposobi dodatne enote (če so v mestu na voljo primerne zgradbe)

Zgradba	Enota	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
Pehota	Barake	3	3	2	2	1
Ostrostrelec	Strelišče	3	3	2	2	1
Tank	Tovarna	10	6	4	2	1
Vohun	Agencija	10	6	4	2	1
General	Vojaška akademija	10	6	4	2	1

- Napad - igralec lahko pošlje enote v napad nad drugo mesto

Vsaka akcija se prične po zaključku poteze. Gradnja in nadgradnja se izvedeta v eni potezi, kar pomeni, da so novonastale oz. nadgrajene zgradbe na voljo že v naslednji potezi. Napadi in urjenja pa imajo različen čas trajanja. Čas trajanja (izražen v številu potez) urjenja enot je odvisen od stopnje zgradbe, v kateri se enote urijo, ne pa od količine enot. Prikazan je v spodnji tabeli. Trajanje napadov pa je odvisno od oddaljenosti destinacije ter hitrosti najpočasnejše enote, ki sodeluje v napadu.

Poteze so simultane. Vsi igralci istočasno opravljajo svojo potezo. Ko končajo, potezo zaključijo. Ko vsi igralci zaključijo svojo potezo, se prične njihova izvedba. Za razliko od spletnih brskalniških iger, ki potekajo v realnem času, je pri moji igri pomemben vrstni red izvajanja potez. Poteze mest se izvajajo ena za drugo, vrstni red pa je pred izvedbo vsakega kroga premešan.

1.3 Zgradbe

Mesta se pojavljajo v treh velikostih, ki omejujejo največje število zgradb. Najmanjša mesta dovoljujejo 6 zgradb, srednje velika 9, in največja 12, vsako pa vsebuje še dodatno gradbeno polje, namenjeno zidu. Ob začetku igre vsak igralec začne v vasi z 12 polji za grajenje.

Igralci lahko gradijo poljubne zgradbe na poljubnih mestih, edina izjema je zid, ki ima posebej določeno mesto. Ni ga mogoče zgraditi na katerokoli drugo mesto, prav tako pa ni nobene druge zgradbe mogoče zgraditi na mesto, ki je namenjeno zidu. Zgraditi je mogoče le eno zgradbo posameznega tipa. Ker je v igri več različnih zgradb kot je gradbenih polj (tudi v največjih mestih), eno izmed strateških ugank predstavlja tudi izbira zgradb, saj v igri ni mogoče rušenje. Pred gradnjo je zato treba svojo odločitev dobro premisliti.

Vsako zgradbo je mogoče nadgraditi do stopnje 5. Nadgradnja je dražja z vsako stopnjo, vendar pa višji nivo zgradbe prinaša določene koristi.

Različne zgradbe imajo različne koristi:

- Kmetija (*Farm*) - proizvodnja hrane
- Rudnik železa (*Iron Mine*) - Proizvodnja železa
- Rudnik zlata (*Gold Mine*) - Proizvodnja zlata
- Skladišče (*Warehouse*) - Poveča največjo dovoljeno količino surovin
- Zid (*Wall*) - Obrambni bonus
- Barake (*Training Camp*) - Urjenje pehote
- Bivališča (*Housing*) - Poveča največjo dovoljeno količino vojske

Enota	Napadalna moč	Obrambna moč	Hitrost premikanja	Nosilnost	Hrana	Železo	Zlato
Pehota	50	25	4	100	35	15	0
Ostrostrelec	10	70	3	75	30	25	0
Tank	150	190	1	200	150	200	5
Vohun	1	10	7	0	100	10	3
General	0	0	1	0	1000	100	100

- Bunker (*Bunker*) - Skrije surovine pred roparji
- Strelišče (*Range*) - Urjenje ostrostrelcev
- Banka (*Bank*) - Poveča največjo dovoljeno količino zlata
- Trezor (*Vault*) - Skrije zlato pred roparji
- Pekarna (*Bakery*) - Dodatna proizvodnja hrane
- Agencija (*Agency*) - Urjenje vohunov
- Tovarna (*Factory*) - Izdelava tankov
- Vojaška akademija (*Military HQ*) - Urjenje generalov

Vsaka izmed zgradb prinese določeno število točk. Višja stopnja zgradbe prinese več točk. Bolj napredne zgradbe, kot sta agencija in vojaška akademija prinesejo več točk kot bolj osnovne, kot sta kmetija in skladišče.

1.4 Vojska

V igri je na voljo 5 različnih enot. Vsaka enota ima določeno ceno urjenja oz. izdelave. Poleg tega ima vsaka izmed enot naslednje attribute:

- Napadalna moč
- Obrambna moč
- Hitrost premikanja (izražena v poljih na potezo, ki jih lahko prehodi)
- Nosilnost (koliko surovin lahko nosijo)

Spodnja tabela prikazuje vse attribute enot in ceno njihovega urjenja oz. izdelave.

Vohun se uporablja za ocenjevanje nasprotnikove vojaške moči, saj lahko opazijo sovražnikove enote, brez da bi nasprotnik opazil njih. Posebno funkcijo pa ima tudi general, ki v primeru vojaške zmage zavzame nasprotnikovo mesto in igralcu omogoči nadzor nad njim.

1.5 Napadi

Igralec ima na voljo 4 različne tipe napadov:

- Polni napad (*Attack*) - enote napadejo z namenom, da pobijejo nasprotnikovo vojsko
- Roparski napad (*Raid*) - enote napadejo z namenom, da ukradejo surovine

- Vohunjenje (*Espionage*) - enote napadejo z namenom, da odkrijejo nasprotnikove vojaške sposobnosti (količino vojske)
- Prevzem (*Conquest*) - enote napadejo z namenom, da pobijejo nasprotnikovo vojsko in prevzamejo nadzor nad mestom

Po vsakem napadu obe mesti prejmeta poročilo, v katerem so napisani podatki o napadalni in obrambni vojski, skupaj z izgubami obeh strani. V polnih napadih in prevzemih se vojaki pobijejo, dokler ne ostanejo le še pripadniki ene strani. Pri roparskih napadih se pobijejo v manjšem številu, izgube pa so sorazmerne z razmerjem moči napadalcev in branilcev. V kolikor katere napadalčeve enote preživijo, ukradejo tudi nekaj surovin in jih prinesejo v mesto, od koder prihajajo. Na enak način se enote spopadajo tudi pri vohunjenju, vendar pa v primeru, ko obrambno mesto nima prisotnega nobenega lastnega vohuna, do spopada sploh ne pride (v tem primeru branilec sploh ne prejme poročila o bitki).

Za vohunjenje so primerni le vohuni; zato je vohunjenje mogoče izvesti le, če so v poslani vojski prisotni samo vohuni, za prevzem pa more vojska vsebovati vsaj enega generala.

1.6 Začetki igre

Ob začetku igre vsak igralec začne na naključno izbranem položaju na zemljevidu. Vsi igralci pričnejo z velikim mestom (12 gradbenih polj, praznih). Na voljo imajo tudi nekaj surovin ter kapacitete skladišča in bivališč. Poleg tega se tudi v praznih mestih proizvaja nekaj hrane in železa, vendar pa gre za simbolične količine. Namen tega je predvsem preprečiti, da bi se igralci žataknili in ostali brez surovin, vojske in proizvodnje surovin in tako ne bi mogli napredovati.

V začetku igre je najbolj pomembno čim hitreje postaviti zgradbe, ki proizvajajo surovine. Omogočajo namreč hitrejši nadaljni razvoj. V začetni fazi nihče nima dostopa do močnejših enot, kot so tanki, vohuni in generali, zato je edina prava nevarnost izguba majhne količine surovin v primeru napada. Igralci skušajo čim hitreje razviti svoje mesto do točke, kjer lahko večino svojih surovin namenijo vojski in začenejo napadati nasprotnike, v začetnih fazah predvsem NPC mesta.

V začetkih se igralci srečujejo s strateškimi težavami predvsem znotraj svojega mesta, saj ni dovolj prostora za vse zgradbe. Določene zgradbe so nujne, (npr. skladišče, rudnik zlata, banka, itd.), saj brez njih ni mogoče zgraditi določenih drugih zgradb. Tudi vojaška akademija je zelo pomembna, saj brez nje ni mogoče izuriti generalov, posledično pa je nemogoče zavzemati druga mesta in zmagati igro.

1.7 NPC mesta

Na svetu se ob začetku igre pojavijo tudi tako imenovani NPC-ji (*Non-Playable Character*). Vsak izmed njih je označen z zaporedno številko in prične tekmo z enim, naključno postavljenim mestom. Razvijajo se samodejno (gradijo zgradbe, urijo vojsko, vendar ne napadajo). Njihov namen ni konkurenca igralcem, pač pa pomoč; razvijajo se počasneje od ostalih igralcev (več o njihovem obnašanju kasneje), zato so šibkejši in so lahka tarča za plenjenje in prevzem.

Vojaška nadvlada nad drugimi nasprotniki je precej zahtevna. Tudi če igralec uspešno porazi enega nasprotnika, bo imel ob bojevanju določene izgube, kar pomeni nazadovanje v primerjavi z ostalimi nasprotniki. NPC mesta so odlična tarča, še posebej v zgodnejši fazi igre, predvsem zaradi dveh razlogov:

1. So šibkejši od nasprotnikov, zato je bojevanje proti njim manj zahtevno kot bojevanje proti ostalim nasprotnikom
2. Omogočajo relativno poceni razširitev imperija, kar predstavlja hitrejši nadaljni razvoj, poleg tega pa ima tudi različne strateške prednosti

1.8 Poznejše faze igre

V srednji fazi igre imajo igralci že dobro razvita mesta in pričnejo zavzemati nova mesta. Uganka upravljanja s prostorom je bolj ali manj rešena. Na tej točki je prioriteta urjenje vojske in vojaška nadvlada. Igralci napadajo in zavzemajo druga mesta in tako širijo svoj imperij. Pomembna je strateška izbira tarč, predvsem glede na njihovo moč in lokacijo. Z večanjem števila mest pod nadzorom se veča tudi število strateških potez, kot so usklajeni napadi.

Cilj igre je nadzorovati vsaj polovico vseh mest na svetu. Zato je proti koncu igre pomembno slediti ne le številu svojih mest, pač pa tudi številu mest nasprotnikov, kar pa predstavlja še en strateški faktor pri izbiri tarč napadov, hkrati pa poskrbeti za zadostno obrambo.

2 Jezik in knjižnice

Odločil sem se za uporabo programskega jezika *Python*, saj mi je najbolj domač, igra pa ne zahteva nobenih naprednih grafičnih elementov in je knjižnica *Pygame* več kot dovolj uporabna za moje potrebe. Vse uporabljene slike sem našel na portalu *Flaticon*, dostopnem na naslovu <https://www.flaticon.com/>.

3 Obašanje NPC in AI

V načinu za enega igralca se na svetu pojavljata dva tipa nasprotnikov, poimenovana NPC in AI. NPC je preprostejši izmed dveh, saj njegova naloga ni konkurirati za zmago, zato se razvijajo počasneje in ne predstavljajo resnejše grožnje. Resnejšo konkurenco pa predstavljajo AI nasprotniki. Za razliko od NPC mest, lahko sprožijo tudi napade, razvil pa sem tudi preprosto logiko odločanja, s katero lahko (vsaj okvirno) presodijo, katere izmed potez so bolj koristne in katere so manj.

V principu je odločanje obeh dokaj podoben; V obeh primerih program najprej poišče vse možne trojice potez, z upoštevanjem vseh omejitev kot so surovine, gradbena mesta, itd. Izbira trojice potez je različna pri obeh tipih, razložena spodaj.

3.1 NPC

Odločanje NPC mest je precej preprosto. V funkciji, ki išče teoretične možne akcije, so le-te odkrite v sledečem vrstnem redu:

- gradnja,
- nadgradnja,
- urejenje vojske.

Akcije so zložene v seznam, nato pa program sestavi vse možne kombinacije 0-3 akcij. Možne poteze nato spravi v seznam in nato program izbere eno izmed njih. Ne smemo pozabiti, da je ena izmed akcij vedno lahko tudi "prazna", torej da se ne izvede nobena akcija. Program to seveda upošteva. Pomembno je, da so poteze, ki vključujejo prazne akcije, poiskane pred ostalimi, torej se v seznamu nahajajo pred njimi.

Ko imamo seznam možnih potez, je potrebno le še izbrati eno izmed njih. Ker smo poteze iskali v takem vrstnem redu, se bolj produktivne poteze znajdejo bolj pri koncu seznama. Med potezami z enakim številom akcij, želimo prioritizirati gradnjo ter nadgradnjo pred urjenjem vojske, saj ne želimo pretirane vojaške sposobnosti NPC mest, hkrati pa želimo prioritizirati manj produktivne poteze, saj želimo, da so NPC mesta "nekaj korakovža ostalimi igralci. Izbira poteze je naključna, pri določanju točne porazdelitve pa nisem izgubljal veliko časa, saj v resnici ni tako pomembna. Edina zahteva je, da se "nagiba"bolj proti elementom v začetku seznama, raje kot proti tistim na koncu. Odločil sem se za precej preprosto formulo:

$$P(x_i) = \frac{n-i}{\sum_{i=1}^n i}$$

, kjer x_i označuje dogodek, da izberemo i -to možno potezo, glede na vrstni red v seznamu, n pa skupno število potez. Lahko tudi malce lepše zapišemo:

$$P(x_i) = \frac{2(n-i)}{n(n+1)}$$

Implementacija je veliko bolj preprosta, kot se zdi. Funkcija *choices* iz knjižnice *random* podpira tudi relativne uteži. Zgornje verjetnosti sem v resnici dobil na zelo preprost način; ustvaril sem seznam zaporednih naravnih števil dolžine n in ga obrnil. Dobljen rezultat predstavlja relativne uteži posameznih potez po vrsti.

3.2 AI

Obnašanje AI pa je povsem druga zgodba. Pred začetkom projekta si nisem niti približno mislil, da bi lahko bilo tako zahtevno in sem zelo zadovoljen, da sem sploh uspel sestaviti delujočega računalniškega nasprotnika.

Možne akcije poišče na enak način kot NPC, potem pa upošteva še dejstvo, da lahko tudi napade. Potem pa nastopi ključna razlika: AI ovrednoti vsako možno potezo, jih razvrsti po koristnosti, nato pa iz njih spet po naključju izbere eno izmed njih. Tokrat spet želimo, da izbere eno izmed verjetnosti v začetku seznama in se kar se da izogiba vrednosti pri koncu, z izjemo kakšne "napake"v smislu slabe poteze vsake toliko časa. Izbira primerne porazdelitve je bila precej velika težava. Po nekaj poskusih sem prišel do slednje formule:

$$P(x_i) = \frac{4(n-i)^3}{n^2(n+1)^2}$$

Čeprav se formula zdi precej zahtevna, je bila implementacija precej preprosta in je potekala na podoben način kot pri NPC, le da sem namesto seznama prvih n naravnih števil zgeneriral seznam prvih n kubov, nato pa seznam spet obrnil, in nov seznam nato predstavlja relativne uteži.

Vrednotenje samih potez je bilo še veliko bolj zahtevno kot sama izbira. Poteka v dveh delih; prvi del ovrednoti prispevek grajenja, nadgradnje in urjenja vojske, drugi del pa ovrednoti korist napadov. Sestavlil sem funkcijo, ki oceni koristnost (*utility*) trenutnega stanja posameznega mesta. Želimo, da model upošteva naslednje faktorje:

- točke,
- vojaško moč (napadalno in obrambno)
- surovine in proizvodnjo
- prosta bivališča

Vrednotenje sem implementiral tako, da najprej ustvarim kopijo mesta, v njem izvedem izbrano akcijo, in ocenim koristnost stanja po izvedenih akcijah. Postopek ponovim za vsako možno potezo in jih razvrstim po vrsti. Algoritem ni pretirano zakompliciran (linearna zahtevnost glede na število možnih potez), poleg tega pa je bilo pisanje zelo preprosto. Glavna težava je računalniku dopovedati, kako koristen je posamezen element. Na grobo:

- korist točk je linearna, saj sem točke že kar se da uravnotežil,
- mejna korist enot pada, saj je razlika med 0 in 100 enot bistveno večja kot med npr. 2000 in 2100,
- mejna korist surovin pada, saj želimo imeti čim več surovin, vendar želimo tudi, da jih porabimo in se razvijamo najprej
- korist proizvodnje je linearna
- korist prostih bivališč je linearna

Že v prvih testiranjih pa sem naletel na naslednje težave:

1. Računalnik se pogosto "žatakne", in ne zgradi vojaške akademije. To je velika težava, saj ne more prevzeti nobenega drugega mesta in se naprej razvijati. Tako ostane brez možnosti za zmago in ne predstavlja nobene grožnje za nasprotnike. To težavo sem odpravil tako, da sem koristnosti dodal bonus v primeru, ko je na voljo vsaj ena prosta lokacija za grajenje. Edina zgradba, katere doprinos točk na stopnji 1 preseže bonus je vojaška akademija, v primerjavi z gradnjo ostalih zgradb pa je tako vedno boljša alternativa tudi poteza s "prazno"akcijo kot nadomestilo. Tako je AI nakonjen grajenju, z izjemo primera, ko bi zapolnil zadnji prostor za grajenje. Tu se izogiba gradnje katerekoli druge zgradbe z izjemo vojaške akademije, seveda pa vsake toliko časa izbere tudi slabo potezo in stori napako, kar nenazadnje tudi želimo.

2. Ker sta vhodna podatka le bojna moč vojske, računalnik ne zna ovrednotiti vohunov, saj ne razume unikatnega bonusa, ki ga omogočajo, osnovna napadalna in obrambna moč vohunov pa sta relativno nizki. Zato sem dodal bonus za vohune, ki poskrbijo, da si računalnik želi uriti tudi vohune, da zaščitijo svojo vas pred tujimi vohunjenji.
3. Zaradi istega razloga kot pri vohunih, računalnik nikoli ni izuril nobenega generala. Prav tako sem dodal bonus za generale, ki pa ni linearen, temveč mejna korist upada. To je smiselno, saj si želimo imeti vsaj enega, da lahko zavzamemo novo mesto, vsak naslednji pa je manj koristen. Na noben način pa jih ne želimo proizvajati v nedogled, saj porbaljajo prostor in hrano za bivanje ter surovine za izdelavo.
4. Ker je v igri zlato bolj redko kot ostale surovine, računalnik pa vse surovine vrednoti enako, so pogosto zanemarjali proizvodnjo zlata. Zato sem moral poskrbeti, da zlato cenijo bolj kot ostale surovine.

Pristal sem pri sledeči formuli za koristnost mesta:

$$U = points + (iron + food)^{\frac{1}{4}} + 10gold + 2.5res.prod. + 1000goldprod. + bonus$$

, kjer je bonus sestavljen iz $100 + 10\sqrt{n_s pies}$ v primeru, ko je v mesto prisoten vsaj en vohun, 200 v primeru, ko je v mestu prisotno vsaj en prazen gradbeni prostor, ter dodatnih $200\sqrt{n_g generals}$ v primeru, ko je v mestu prisoten vsaj en general.

4 Vmesnik

Za uporabniški vmesnik sem uporabil knjižnico *pygame*. Igra nima nobenih dinamičnih elementov (pravzaprav nima nobenega gibanja) in uporabnik vse nadzoruje le z miško. Zato je tudi gumb na miški tudi edini gumb, ki ga igra zazna kot vnos (z izjemo vpisovanja besedila na določenih korakih). Oblikoval sem nekaj različnih pogledov. Nekateri izmed njih so si v principu zelo podobni oz. so zasnovani po isti logiki. Različni pogledi so npr.:

- Začetni meni in nastavitve igre
- Pogled mesta
- Pogled zemljevida
- Pogled poročil
- Pregled nad mesti

4.1 Začetni meni

City Wars

New Game (Singleplayer)

New Game (Multiplayer)

Load Game

Exit Game

V začetnem meniju igralec izbere ali želi igrati novo igro (zaenkrat je na voljo le način za enega igralca), ali pa želi naložiti že obstoječo igro, ki je lokalno shranjena. Pred začetkom nove igre izbere svoje ime in število nasprotnikov (med 0 in 9).

4.2 Pogled mesta

Current turn: 58

Current

Upgrade Bank. X
Completed: turn 59

Attack: (-4, -2) X
Army:
Infantryman: 3,
Sniper: 0,
Tank: 0,
Spy: 0,
General: 0
Completed: turn 59

Ongoing

Train 60 x Infantryman.
Completed: turn 60.

Next Turn

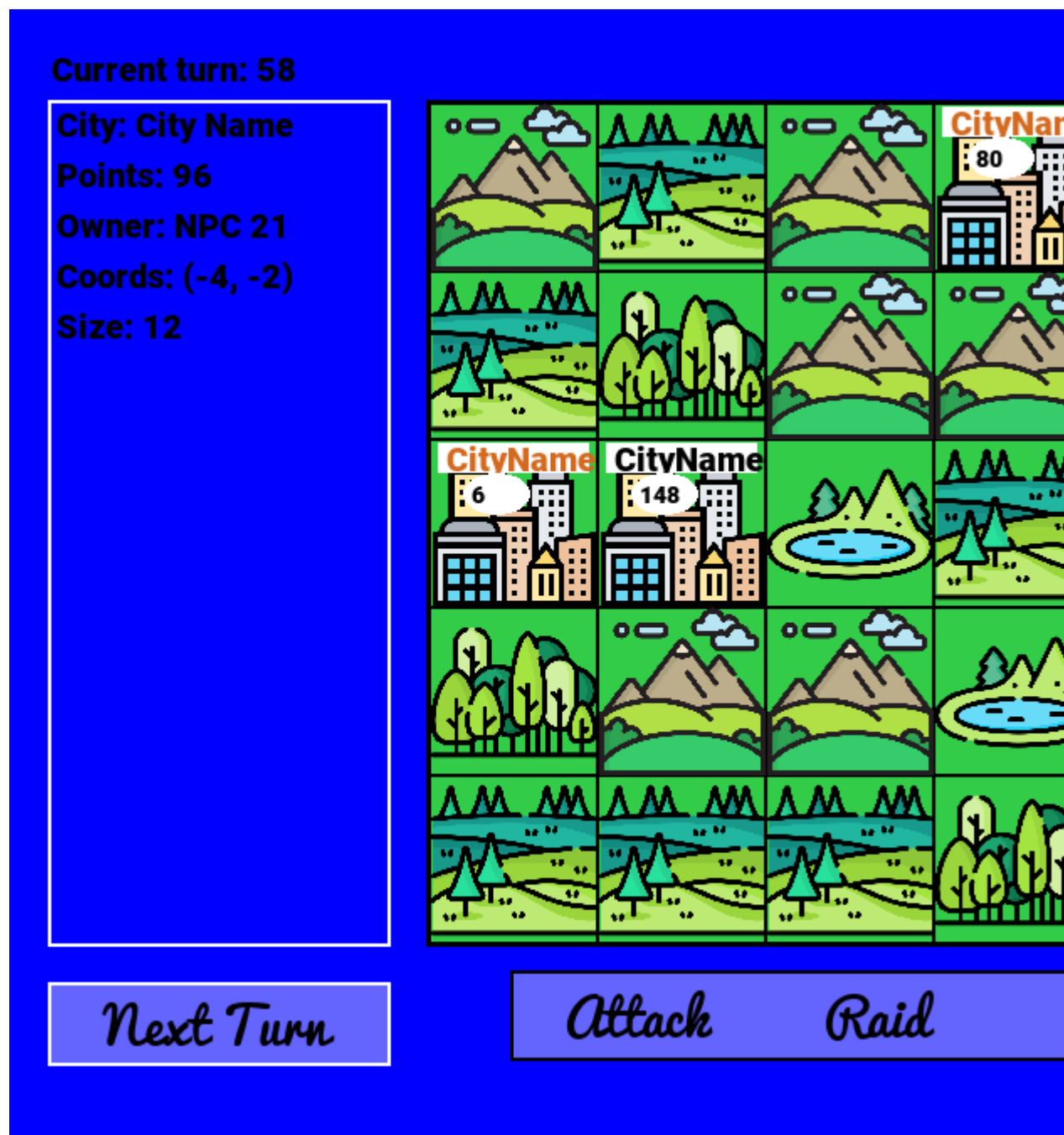
Points: 148



Build

V pogledu mesta igralec začneja vse akcije (z izjemo napadov). V tem pogledu so na voljo osnovne informacije o mestu.

4.3 Pogled zemljevida



V pogledu zemljevida igralec pošilja napadalne ukaze. Poleg tega so v tem pogledu na voljo informacije drugih mestih na svetu. Igralec lahko premika zemljevid s puščicami v desnem spodnjem kotu.