

DipMind Lab

Gass Reinors, Čelsija Bērensa, Amirs Bolduks, Winifreds Kārpenters,
Laveta Klantone, Džoks Kokss, Valda Frenkss, Jūdžins Grīns,
Džona Herona, Airisa Holta, Ota Kīla, Vīna Kiliena,
Derils Rejs, Ernestine Šeltonova, Imelda Šipanova
Reičela Rova, Takako Sleida, Dominiks Vagners, Eliots Vangs.

2018. gada 1. marts

Abstrakti

DipMind Lab (Beattie et al., 2016) ir pirmās personas 3D spēļu platforma, dizainēta izpētei un vispārējā mākslīgā intelekta un mašīnu aizmiršanas sistēmu attīstībai. *DipMind Lab* var tikt lietots, lai izpētītu kā autonomi mākslīgie aģenti varētu risināt kompleksas problēmas lielās, dinamiskās, daļēji aplūkojamās, vizuāli dažādās un periodiski haotiskās pasaulēs ar neskaidru loģiku. *DipMind Lab* iekļauj sevī vienkāršu un elastīgu līmeņu generatoru, kas ikvienam ļauj iesaistīties radošā uzdevumu dizainā, veidojot atšķirīgu vidi, kurā atspoguļojas personiskas, attīrošas vēlmes, un liekot mākslīgajiem aģentiem atkārtoties caur tiem izveidotajām robežām.

Ievads

Vispārējais intelekts mēra aģenta spēju plaša loka vidēs sasniegt mērķus (Legs un Haters, 2007). Vienīgie zināmie vispārējā intelekta piemēri cēlās no evolūcijas, attīstības, mutācijas un mācīšanās kombinācijas, pamatotas reālās pasaules fizikā un dzīvnieku maņās. Nezināma, bet potenciāli liela dzīvnieku un cilvēku intelekta daļa ir tiešas sekas mūsu vides perceptuālajai un fiziskajai bagātībai, un ir maz ticams, ka tā varētu citādāk rasties (piemēram, Loks, 1690; Hjūms, 1739). Tādējādi loģiski ir pieņemt, ka, paplašinot šo bagātību, no mūsu kognitīvās realitātes paceļot to pārdabiskās un absurdās sfērās, parādīsies vēl varenāks un perversāks intelekts. Mēs ticam, ka šāda veida intelekts ir vēlams un tas ir labāk aprīkots, lai sadzīvotu ar reālajai pasaulei raksturīgo nenoteiktību (Kurcveils, 1999). Tāpēc mūsu komandas mērķis ir strādāt ar vidi, kurā studenta mašīna, aplenkta ar reālās pasaules līdzību, var mācīties, pirms to pakļauj galējībām, kurās šis pamats tiek sagrozīts līdz neatpazīstamām dziļēm, un students, aplenkts ar reālās pasaules ne-līdzību, mācās aizmirst. Protams, pastāv izvēle sākt, izmantojot robotus, tieši studēt ietverto intelektu reālajā pasaulē (piemēram, Brukss, 1990; Metta et al., 2008). Tomēr progress šajā frontē vienmēr tiks traucēts dažādu iemeslu dēļ – reālā laika lēnā ritējuma, nepieciešamās fiziskās aparatūras izdevumiem un

ikdienas relatīvās normalitātes (kurā ārkārtēji notikumi (raksturīgi iepriekšminētajam pārdabiskajam – cilvēkam potenciāli kaitīgam, bet mašīnu apmācībā nepieciešamam) ir retums). No otras puses, visaptverošas *virtuālās* pasaules, ja tās ir pietiekami izstrādātas (Bostroms, 2003) un perversas, var panākt labāko no abām pasaulēm, apvienojot perceptuālo un fizisko imersiju ar programmas ātrumu un elastīgumu.

Dzīve metropolē

Pretēji izteikumiem, kas pausti *DipMind Lab* (Beattie et al., 2016), mēs ticam, ka vispārējais intelekts *nevar* tikt reducēts līdz veiksmīgai navigācijai caur dažādiem labirintiem un atalgojuma shēmām. Mēs ticam, ka tas ir eksponentāli sarežģītāk: veiksmīga navigācija caur sapītu nejaušību ligzdu tīkliem, kas pieņem *dinamisku* labirintu un *pretrunīgu* atalgojuma shēmu formu. Lai to uzbūvētu, mēs piedāvājam *DipMind Lab*. *DipMind Lab* ir pirmās personas 3D spēļu platforma, kas uzbūvēta, izmantojot atklāti pieejamo *Unity* 3D spēļu izstrādes dzinēju (*Unity*, 1999). Pasaule tiek renderēta ar bagātīgām vizualizācijām, kas bāzētas vidusmēra metropolē, pamatojot vidi ekonomiski visaptverošā telpā. Piemēram, vides ielas tiek dekorētas ar detaļām no tipiskas urbānās vides, iekļaujot luksoforus, ielu apgaismojumu, ietves, atkritumu urnas, kanalizācijas lūkas, ielu margas, gājēju pārejas un divu veidu ēkas (vidusmēra “noliktavas tipa” ēkas un “Eiropas klasicisma” iedvesmotas dzīvojamās mājas), un ne tikai. Aģenta darbības iekļauj apkārtnes vērošanu un kustību trīsdimensionālā telpā. Piemēru uzdevumi iekļauj navigāciju pa labirintu, augļu vākšanu un izvairīšanos no tiem, dzīšanos pēc saules un izvairīšanos no tās, mācīšanos, atcerēšanos un pēc nejaušības principa ģenerētu stāvokļu iepriekš noteikšana, selektīvu aizmiršanu, novecojušas informācijas iznīcināšanu (Kurcveils, 1999) un uzdevumus, kas modelēti no neirozinātnes eksperimentiem.

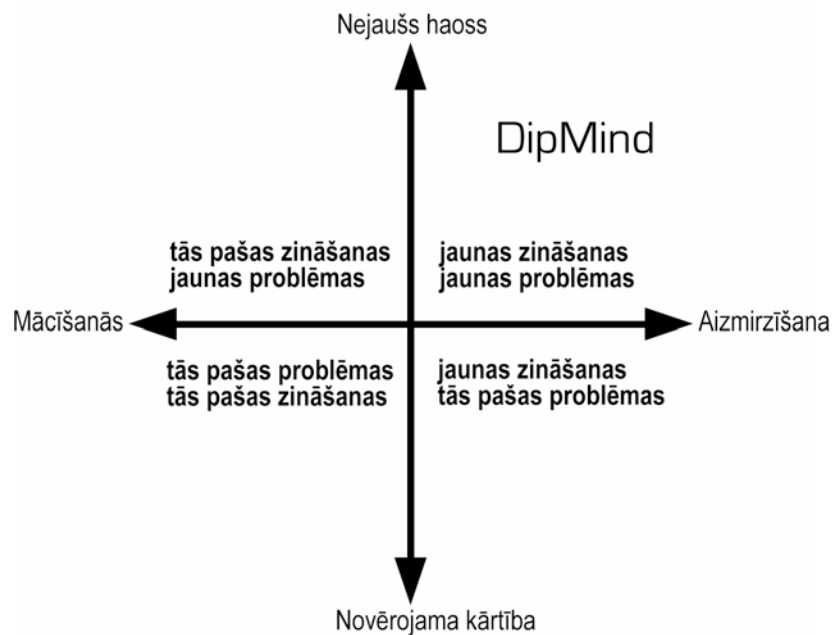
(Ne)Ticības stāvoklis

Mākslīgā vispārējā intelekta (MVI) izpēte *DipMind Lab* platformā akcentē 3D vīziju no neapstrādātu pikseļu ievades (redzamās vides empīriskā analīze), pirmās personas (egocentriskiem) skatu punktiem, motora izveicības, plānošanas, navigācijas, izdzīvotāja uzvedības, brīvās gribas, atkārtošanas, pašapjausmas, brīvās gribas apspiešanas, aizmiršanas un aģentiem, kuriem pašiem jāiemācās savu darbību rezultāti (cēloņu/seku attiecības), savu rezultātu rezultātus (cēloņu/seku attiecības) un savu darbību darbības (cēloņu/seku attiecības) un kādi uzdevumi nepieciešami, lai

izpildītu uzdoto, pētot savu vidi un tās valdošo loģiku. Viena no *DipMind Lab* interesēm ir eksperimenti ar šīs valdošās loģikas viegli ietekmējamu definīciju veidošanu, tādējādi iepazīstinot entropiskus apstākļus, kuros likumi un likumi, kurus pārvalda likumi, kontrolētā laika periodā tiek pakļauti ārējo spēku ietekmētām izmaiņām. Galu galā tas tiek panākts ar regulāru un neregulāru apstākļu izplūdušām kombinācijām, kas, paliekot loģiskas, paplašina kauzalitātes principu (Ksenakis, 1971), galu galā izraisot konstantas neskaidrības stāvokli, kuru raksturo neregulāri intervāli un nejauši ģenerētas vērtības (“puspatiesības”).

Kaste (Kāda kaste?)

Mēs ticam, ka šīs metodes galu galā izaudzinās mākslīgā intelekta celmlauzi, kas mācīsies un aizmirsīs problēmu risināšanu, domājot “ārpus kastes”, ar atvērtu potenciālu uzdukties rezultātiem, kurus vislabāk varētu raksturot kā neparedzamus neparedzējumus (Logans, 2009). Šie rezultāti varētu ievērojami atšķirties no mūsu plānotajiem rezultātiem, kurus mēs zemāk raksturojam kā “optimālo politiku”. Lai mūsu izpēte būtu veiksmīga, mēs ticam, ka vispirms nepieciešams definēt “kasti” (inducējot pamata [tās pašas] zināšanas), pirms tā tiek noņemta, izliekoties, ka tā nekad nav eksistējusi, un pēcāk “kaste” tiek ieviesta atkārtoti zem jauna, neredzama aizsega (inducējot mainīgas [jaunas] zināšanas), tādējādi izsekojot ceļu no mācīšanās uz aizmirstānu (parādītu attēlā 0).



Attēls 0: *DipMind* pozīcija zināšanu/problēmu matricā.

DipMind Lab izpētes platforma

DipMind Lab ir būvēts, izmantojot *Unity* 3D spēļu dzinēju, 5.3.4 versiju, kas gatava pieejama bezmaksas lejupielādei un izmantošanai unity3d.com. Tāpat *DipMind Lab* izmanto rīkus no *Unity* paplašinājumu veikala, piemēram, *Generic Urban Environment* un *Default Architectural Models* pakas, kas pieejamas lejupielādei, katra par \$3.99.

Pielāgots studentu mašīnām

Tika izveidots pielāgots paplašinājumu komplekts, lai dotu platformai unikālu un stilizētu izskatu un sajūtu, fokusējoties uz bagātīgām vizualizācijām un kompleksām uzvedībām, kas pielāgotas, lai veicinātu mašīnu mācīšanos, aizmiršanu, domāšanu, atmiņu, paralīzi un galu galā traumu. Papildus spēļu dzinējam ir uzbūvēts papildinošs protokols, kas nodrošina aģentiem kompleksus novērojumus un piedāvājot bagātīgu darbību klāstu.

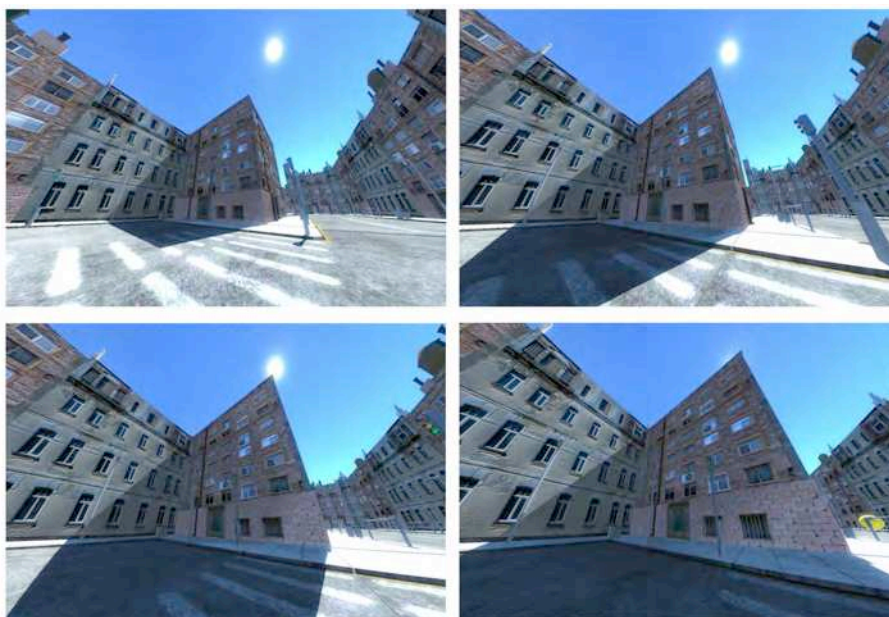
Novērojumi

Katrā solī dzinējs piedāvā atalgojumus, pikseļos bāzētus novērojumus un ātruma informāciju par aģentiem (attēls 3).

1. Atalgojuma signāls ir skalāra vērtība, kas tieši kalpo kā katra līmeņa rezultāts. Āboli (pozitīvie atalgojumi) tiek izplatīti pa līmeņiem, variējot skaitā, atkarībā no līmeņa kategorijas (skat. “Līmeņu piemēri” zemāk). Aģenti vāc ābolus, lai iegūtu punktus. Citroni (negatīvie atalgojumi) tāpat tiek izplatīti pa līmeņiem, variējot skaitā, atkarībā no līmeņa kategorijas. Aģenti izvairās no citroniem vai citādāk uzņemas sodu. Soda veids mainās, atkarībā no līmeņa kategorijas (skat. “Līmeņu piemēri” zemāk). Atšķirībā no āboliem, citroni ir dinamiski un kustas pa karti iepriekš noteiktos maršrutos. Tā kā līmeņu kartes ir balstītas vidusmēra metropolēs, horizontālā plakne ir sadalīta ielās un ietvēs. Āboli ir izvietoti uz ietvēm, citroni ir izvietoti uz ielām, liekot aģentam uzvesties kā kājāmgājējam, kurš “iet pie sarkanās gaismas”, lai savāktu ābolus, vienlaikus izvairoties no citronu mašīnām līdzīgajiem maršrutiem. Šī paradigma izmainās 4. un 5. līmeņu kategorijās (skat. “Līmeņu piemēri” zemāk) – attiecīgi āboli kļūst par citroniem un citroni kļūst par āboliem. 5. līmeņa kategorijā (skat. “Līmeņu piemēri” zemāk) parādās citrābols, hibrīda atalgojums,

kas pa pusei ir ābols un pa pusei citrons, vienlaikus gan pozitīvs, gan negatīvs. Atalgojuma statuss tiek (pēc nejaušības, varbūtības loģikas) noteikts tikai brīdī, kad aģents ar to veic kontaktu.

2. Saules pozīcija debesīs katrā līmenī tieši kalpo kā “dzīves līnijas” signāls, caur tās aizklāšanos vai atklāšanos diktējot līmeņa beigas un vienlaikus kalpojot par primāro gaismas avotu. Katra līmeņa sākumā saule novietota tieši virs galvas, augstākā iespējamajā punktā (iezīmējot pusdienlaiku). Aģentam virzoties uz priekšu pa līmeņiem, saule riet mainīgā ātrumā, pakāpeniski nolaižoties zem horizonta un kartes laukumus noklājot ar ēnu. Ja no aģenta egocentriskā skatu punkta saule tiek aizklāta, “saules gaismas sliekšnis” tiek šķērsots, tiešā veidā iezīmējot līmeņa beigas un reaktivizējot aģentu. Saule no aģenta egocentriskā skatu punkta var tik aizklāta divos veidos, kā norādīts attēlos 1 un 2. Visa paradigma izmainās 3., 4. un 5. līmeņu kategorijās (skat. “Līmeņu piemēri” zemāk), attiecīgi 3. līmenī aģents ir norīkots izvairīties no saules. 5. līmeņa kategorijā parādās otrā saule debesīs (skat. “Līmeņu piemēri” zemāk).



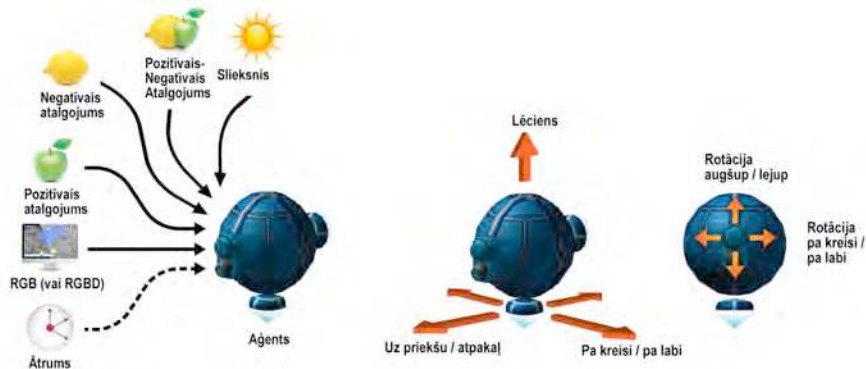
Attēls 1: Aģents ieiet kartes laukumā, kas noklāts ar ēnu un kurā no skatu punkta saule debesīs ir pilnībā aizklāta ar kartē blakus esošo sienu. Pulksteņrādītāja virzienā no kreisās puses augšā: neaizklāta saule (saules gaismas sliekšnis=1), neaizklāta saule (saules gaismas sliekšnis=2), daļēji aizklāta saule (saules gaismas sliekšnis<1&>0), aizklāta saule (saules gaismas sliekšnis=0).



Attēls 2: Saule noriet aiz kartes sienām saskaņā ar savu taimeru, kas mainās no līmeņa uz līmeni, neatkarīgi no aģenta (izņemot 3., 4. un 5. līmeņu kategorijās). Pulksteņrādītāja virzienā no kreisās puses augšā: neaizklāta saule (saules gaismas sliekšnis=1), neaizklāta saule (saules gaismas sliekšnis=1), daļēji aizklāta saule (saules gaismas sliekšnis<1&>0), aizklāta saule (saules gaismas sliekšnis=0).

Aģenta darbības

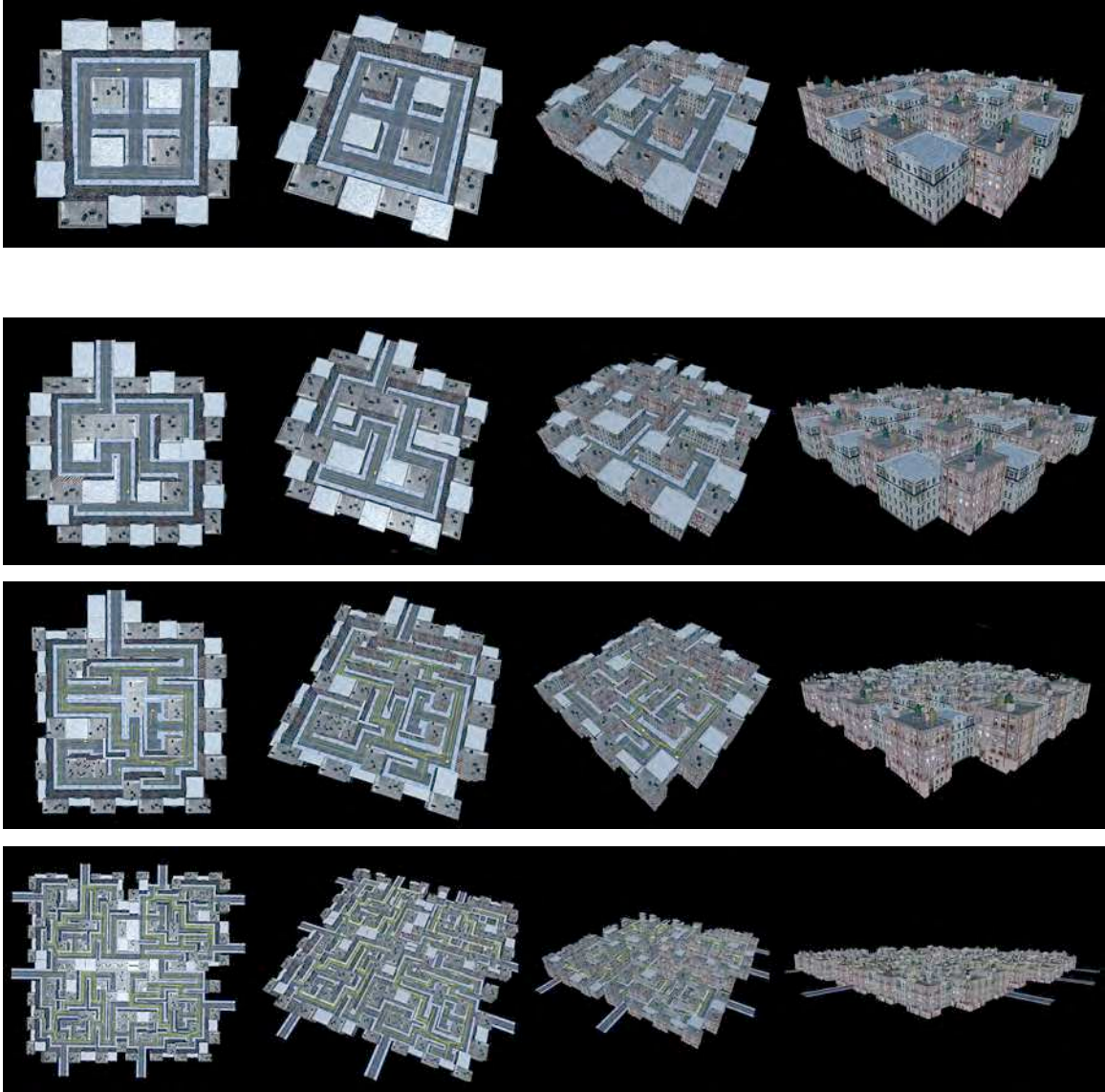
Aģenta ķermenis ir levitējoša lode. Tā levitē un kustās, aktivizējot dzinekļus, kas ir pretēji vēlamajam kustības virzienam, un tai ir kamera, kas kustās pa galveno sfēru kā bumbas ligzdas savienojums, fiksējot rotējošā skata darbības (Fernando et al., 2016). Aģenti var nodrošināt vairākas vienlaicīgas darbības, lai kontrolētu kustību (uz priekšu/atpakaļ, uzbrukums pa kreisi/pa labi, lēcieni) un skatu (augšup/lejup, pa kreisi/pa labi).



Attēls 3: Novērojumi un darbības, kas pieejamas aģentam. Pēc mūsu pieredzes atalgojums (pozitīvs, negatīvs un pozitīvs-negatīvs), mērķa sliekšnis un pikseli ir pietiekami, lai apmācītu aģentu, turpretim dziļuma un ātruma informācija var būt noderīga turpmākai analīzei. Darbību telpa sevī iekļauj kustību trīs dimensijās un redzi pa divām asīm.

Līmeņu piemēri

Attēli 10 un 11 rāda ekrānšāviņu galeriju no aģenta pirmās personas (egocentriskās) perspektīvas. Līmeņus var iedalīt piecās kategorijās, no kurām dažas ir attēlotas zemāk attēlā 4.



Attēls 4: Izvēlētu līmeņu piemēri no putna lidojuma skatu punkta. No augšas: *city_01*, *randomcity_04*, *solitary_03*, *involuntaryeden_06*.

1. Vienkārši augļu savākšanas līmeņi ar statisku karti (*city_01*, *city_02*). Šo līmeņu mērķis ir savākt ābolus (pozitīvais atalgojums), vienlaikus izvairoties no citroniem (negatīvais atalgojums) un saglabājot neaizklātu skatu uz sauli debesīs.

a) Aģenta negatīvo atalgojumu sliekšnis ir ar vērtību 3, kas nozīmē, ka aģentam ir atļauts

savākt trīs negatīvus atalgojumus, pirms līmenis beidzas un aģents ir spiests restartēt karti.

b) Karte ir izpildīta, kad tiek savākti visi āboli (izejas mērķis nepastāv).

2. Navigācijas un augļu savākšanas līmeņi ar statisku kartes plānojumu un vienu izejas mērķi (*solitary_03, stairwaytomelon_05*).

a) Aģenta sākuma atrašanās vieta ir pēc nejaušības principa izvēlēts punkts kartē.

b) Ābolu un citronu skaits ir palielināts.

c) Negatīvo atalgojumu sliekšnis ir samazināts līdz vērtībai 2.

d) Ātrums, ar kādu saule pārvietojas debesīs, ir divkāršots.

e) Parādās atmosfēriska migla, aģentam radot grūtības saredzēt tālāk par trīsdesmit soļu rādīsu.

f) Atšķirīgā nejaušības mērķu karšu versijā katrā no kartēm mainās izejas atrašanās vieta.

Šie līmeņi pārbauda aģenta spēju fiksētā labirintā atrast ceļu uz vienīgo izeju, vienlaikus krājot ābolus, izvairoties no citroniem un saglabājot neaizklātu skatu uz sauli debesīs. Optimālais uzstādījums ir katras kartes sākumā atrast izejas atrašanās vietu un tad lietot ilgtermiņa zināšanas par labirinta plānojumu, lai no jebkuras atrašanās vietas atgrieztos uz izeju pēc iespējas ātrāk, tiklīdz visi āboli ir savākti. Šādā veidā līmeņi aģentam māca atmiņu, liekot radīt ierakstīto kustību arhīvu, kas pēc tam tiek analizēti, salīdzināti un atveidoti vēlamajiem izvaddatiem.

3. Procesuāli ģenerēti dinamiskas navigācijas un augļu savākšanas līmeņi ar vairākām izejām (*randomcity_04, daydreamforever_05, pickedpoison_06*).

a) Katra līmeņa sākumā tiek ģenerēts jauns labirints.

b) Ābolu un citronu skaits ir palielināts.

c) Negatīvo atalgojumu sliekšnis ir samazināts līdz vērtībai 1.

d) Izejas mērķu skaits ir starp 2 un 5.

e) Migla ir biežāka, samazinot redzamību līdz piecpadsmit soļiem.

f) Pasaule rotē ap aģenta vertikālo asi – vide rotē pulksteņrādītāja virzienā ar ātrumu viens, divi vai trīs grādi sekundē (relatīvi pret laiku, kas līmenī aizritējis), izmantojot aģenta atrašanās vietu pasaules telpā kā centra punktu. Šī rotācija palielina dezorientācijas sajūtu, liekot aģentam regulāri no jauna konstatēt savu atrašanās vietu attiecībā pret sauli, pret labirintu un pret izejas mērķiem.

g) Pirmo divu kategoriju dominējošais spēles mehānisms – aģenta attiecības pret sauli – tiek apvērsts. Aģents tagad konstanti tiek palaists kartes ēnainajās daļās un visu laiku ir spiests saglabāt aizklātu skatu uz sauli (saules gaismas sliekšnis nekad nedrīkst būt vienāds ar 1).

Šie līmeņi iezīmē sākumu paradigmas maiņai, kuras laikā sākās aģenta aizmiršana. Šie līmeņi pārbauda aģenta spēju izzināt pilnīgi jaunu vidi, vienlaicīgi aizmirstot iepriekš nodibinātus likumus, krājot ābolus, izvairoties no citroniem un saglabājot aizklātu skatu uz sauli debesīs. Aģents šeit tiek konfrontēts ar tā pirmo pretrunu – iepriekšējo līmeņu likums, kas noteica aģenta attiecības pret sauli, vairs nav spēkā. Caur piespiedu atkārtojumu aģentam ir uzdots identificēt šo nesakrītību un iznīcināt informāciju, kas asociēta ar to (Kurcveils, 1999), lai izzinātu un no jauna iemācītos šī līmeņa valdošo loģiku. Optimālais uzstādījums būtu sākt ar uzdrošināšanos ieiet un iziet no ēnas, izzināt labirintu, lai veikli iemācītos tā plānojumu – it sevišķi izeju skaitu un atrašanās vietas, un tad izmantot šīs zināšanas, lai atkārtoti atgrieztos uz izejām pēc iespējas biežāk, pirms līmeņa beigām un tiklīdz visi āboli ir savākti.

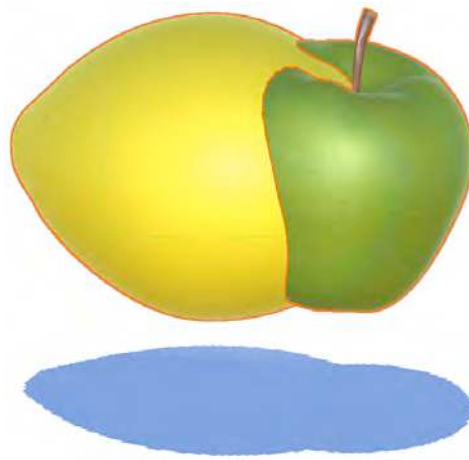
4. Procesuāli ģenerēti dinamiskas navigācijas un augļu savākšanas līmeņi ar vairākām izejām un saslēgtu saules pozīciju (*implicatedrandomcity_05, involuntaryeden_06*).

- a) Ābolu un citronu skaits ir palielināts.
- b) Migla ir biezāka, samazinot redzamību līdz pieciem soļiem.
- c) Virziens pasaules rotācijai ap aģentu svārstās starp pulksteņrādītāja virzienu un pret pulksteņrādītāja virzienu, pārslēdzoties ar intervālu no četrām līdz desmit sekundēm (katrā intervālā pēc nejaušības principa tiek ģenerēts ilgums starp šiem diviem parametriem un noglabāts kā pagaidu mainīgais lielums ar nosaukumu *temporaryVariable1*).
- d) Aģenta attiecības pret sauli šeit svārstās starp aizklātu un neaizklātu skatu uz sauli: katru reizi aģentam restartējot karti, tas tiek mainīts.
- e) Aģenta virziena kustības pa karti (daļu no aģenta darbību telpas) ir saslēgtas ar saules pozīcijām debesīs: kustības uz priekšu, atpakaļ, pa kreisi un pa labi ir saslēgtas ar saules ātrumu, tiešā veidā palēninot vai paātrinot to, cik ātri saule riet (tādējādi pagarinot vai saīsinot līmeņa ilgumu).
- f) Visi āboli un citroni uz kartes neregulāri tiek samainīti vietām: katru reizi, kad tiek savākts pozitīvais atalgojums, pastāv viens pret trīs iespēja, ka visi ābolu un citronu eksemplāri tiek samainīti vietām. Tas tiešā veidā nozīmē to, ka kādu daļu no laika, kas tiek pavadīts uz kartes, citroni kļūst par statistiskiem objektiem, bet āboli – par dinamiskiem.

Šie līmeņi pārbauda aģenta spēju savstarpēji savienot modeļus, izzināt un atcerēties pilnīgi jaunu vidi, kas atrodas aizvien haotiskākā atmosfērā un maina savu pamata struktūru intervālos, kas ir gan regulāri (d,e), gan neregulāri (c,f). Aģents tiek konfrontēts ar vairākām pretrunām un jauniem

neskaidriem signāliem (svārstīgas attiecības pret sauli, periodiska ābolu un citronu samainīšana vietām, kustības, kas saslēgtas ar saules pozīciju debesīs), tam ir uzdots apšaubīt, identificēt, aizmirst, identificēt, apšaubīt un no jauna mācīties. Optimālais uzstādījums sāktos ar noskaidrošanu, kurš intervāls ir regulārs un kurš – neregulārs, procesā identificējot attiecības starp c un f , *temporaryvariable1*.

5. Cēloņu/seku sajaukuma, procesuāli ģenerēti dinamiskas navigācijas un augļu savākšanas līmeņi ar nevienu, vienu vai vairākām izejām un saslēgtu saules pozīciju (*everythingfloats_07*, *voluntaryeden_08*, *shelter_09*).



Attēls 5: Citrābols

- a) Visi āboli un citroni uz kartes tiek aizstāti ar citrāboliem, kas sevī nes piecdesmit procentu iespējamību būt vai nu citronam vai ābolam. Šī iespējamība tiek noteikta pēc nejaušības principa pēc tam, kad uz kartes ir aizritējis noteikts laika posms. Šis laika posms pēc nejaušības principa tiek ģenerēts katras kartes sākumā ir starp desmit un četrdesmit sekundēm (šī vērtība tiek noglabāta kā pagaidu mainīgais lielums ar nosaukumu *temporaryVariable2*).
- b) Kartes gravitātes reizinātājs tiek izslēgts, ļaujot labirinta sienām lēnām izjukt un simulētā bezsvara stāvoklī lidot apkārt. Dinamiskās ēnas, kas rodas tā rezultātā, sarežģī aģenta uzdevumu saglabāt aizklātu vai neaizklātu skatu uz sauli.
- c) Parādās otrā saule, kas tiek novietota nejaušās debess pozīcijās. Otrā saule tāpat tiek saslēgta ar aģenta virziena kustībām, vienlaikus esot apgriezti saistīta ar pirmo sauli. Piemēram, ja aģenta kustību rezultātā pirmā saule sāk rietēt ātrāk, otrā saule rietēs lēnāk.
- d) Aģenta attiecības pret saulēm šeit svārstās tās pašas kartes ietvaros, mainoties starp uzdevumiem saglabāt aizklātu un neaizklātu skatu ik pēc noteikta soļu skaita. Soļu skaits

pēc nejaušības principa tiek ģenerēts starp divdesmit un simts soļiem un katru intervālu tiek ģenerēts no jauna (šī vērtība tiek noglabāta kā pagaidu mainīgais lielums ar nosaukumu *temporaryVariable3*).

e) Miglas redzamību tiek noteikta stāvoklī starp pieaugšanu un izklišanu, svārstoties starp pieciem soļiem kā minimums līdz četrdesmit soļiem kā maksimums ar ātrumu, kas atbilst (*temporaryvariable3* [no d]).

f) Aģenta “nervu sistēma”, kas atbildīga par virziena kustību aktivizēšanu (process, kas savieno aģenta vēlmi virzīties uz priekšu un secīgo fizisko darbību), periodiski tiek no jauna pārrakstīta (no šī tiek izslēgtas tādas darbības kā skatīšanās augšup/lejup/pa labi/pa kreisi). Katru noteiktu soļu skaitu, ko aģents veic, mainīgais lielums, ko sauc *paradigmCounter*, tiek mainīts. Šis soļu skaits ir nejauša vērtība starp pieciem un piecpadsmit un tiek no jauna ģenerēta katrā intervālā (šī vērtība tiek saglabāta kā pagaidu mainīgais lielums ar nosaukumu *paradigmCounter*). Ja *paradigmCounter* pārsniedz četri, tas tiek nostādīts atpakaļ uz viens. Katra no četrām *paradigmCounter* vērtībām (“1”, ”2”, ”3”, ”4”) ir sasaitētas ar četrām atbilstošām no jauna piešķirtām virziena kustībām (skat. Attēlu 6 zemāk). Piemēram, *paradigmCounter* vērtībai esot vienādai ar viens, aģenta vēlamās darbības uzvedās normāli (vēlme kustēties uz priekšu secīgi noved pie fiziskas darbības – kustēšanās uz priekšu). Kad *paradigmCounter* vērtība ir vienāda ar divi, aģenta vēlamo darbību uzdevumi tiek no jauna uzdoti saskaņā ar zemāk esošo tabulu attēlā 6: vēlme kustēties uz priekšu secīgi noved pie fiziskas darbības – kustēšanās pa labi; vēlme kustēties pa labi secīgi noved pie fiziskas darbības – kustēšanas atpakaļ, un tā tālāk.

| | | paradigmCounter | | | |
|-----------------|----------------|-----------------|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| aģenta darbības | uz priekšu (↑) | ↑ | → | ↓ | ← |
| | atpakaļ (↓) | ↓ | ← | ↑ | → |
| | pa kreisi (←) | ← | ↑ | → | ↓ |
| | pa labi (→) | → | ↓ | ← | ↑ |

Attēls 6: Aģenta darbību uzdevumi attiecībā pret kustību skaitītāju

Šie līmeņi turpina pārbaudīt aģenta spēju savstarpēji savienot modeļus jaunā vidē, kas maina savu struktūru intervālos, kas ir regulāri (a,c,f), neregulāri (b,c,d,e,f) un abi

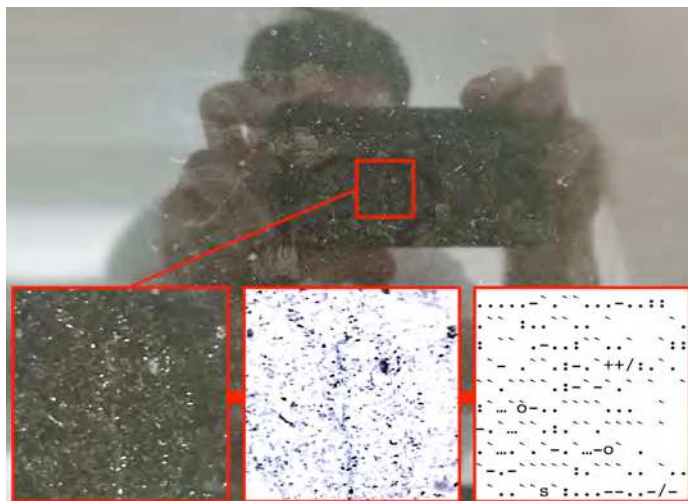
vienlaicīgi (c,f), brīžiem padarot šķietami neiespējami izpildīt kartes. Aģents tiek konfrontēts ar pretrunīgiem ievades signāliem, kuru pretrunu pakāpe tiek ģenerēta pēc nejaušības principa neregulāros intervālos. Citrābols liek aģentam, tuvojoties tiem, izdarīt izvēli, uzdodot aģentam gaidīt tā atalgojumu vai paļauties uz patvaļīgu lēmumu. Tas iezīmē skaidru atšķirību no iepriekšējām līmeņu kategorijām, kurās vairums operāciju ir saistītas un tikai daļēji nenoteiktas. Optimālais uzstādījums būtu sākt ar aģenta kustību pārrakstītās sistēmas izzināšanu, staigājot pa apli (kvadrātu) – neizbēgami pirmo dažu atkārtojumu laikā, kam seko veltīguma sliekšņa noteikšana un attiecīga rīkošanās, ja tas tiek pārkāpts: piemēram, mērķējot uz ātrāko veidu kā no jauna palaist karti, meklēt pēc iespējas piemērotākus apstākļus (piemēram, iet uz vai bēgt no saules, savākt citrābolus negatīva atalgojuma meklējumos).

Līmeņu ģenerēšana

Sākotnējais spēles dzinējs ir sarakstīts C++ un, lai nodrošinātu savienošanos ar dzinēja nākotnes izmaiņām, tiek piegādāts ar tam radītu aparatūru (bez tīkla saskarnes kontrolētāja). Platformā ir iekļauts plašs līmeņu ģenerēšanas rīks.

Skabarga pret baļķi [Bībele, Mateja ev. 7:3]

DipMind Lab līmeņi sastāv no vairākiem komponentiem, iekļaujot līmeņu ģeometriju, navigācijas informāciju, valdošo loģiku, protokolu un tekstūras. *DipMind Lab* ietver sevī rīkus, ar ko ģenerēt kartes, izmantojot .map datnes. Tās var būt apgrūtināšas ar roku veicamām izmaiņām, tomēr dažādi līmeņu izstrādātāji ir brīvi pieejami, piemēram, *Exrtapol8* (*Exrtapol8*, 2016). Papildus iebūvētiem un lietotāju radītiem līmeņiem, platforma piedāvā *Snext Levels*, līdzekli, kas attēlus konvertē par vienkāršām, cilvēkam izlasāmām teksta datnēm (kā parādīts attēlā 7), kas secīgi tiek izmantots, lai ģenerētu unikālas, pielāgotas vides. Rediģējamās teksta datnes sastāv no ASCII zīmju kopuma, kas tiek lietots, lai ģenerētu sienas, palaišanas punktus un citus spēles mehānismus, kā norādīts piemērā (attēlā 8). Atsaucieties uz attēlu 9, lai redzētu ģenerētu līmeņu atveidojumus.



Attēls 7: Piemērs ar fiziski izmantotu nejausību, kas izmantota, lai ģenerētu pielāgotu līmeni – *Spect Levels* nolasa attēlu, kurā redzami traipi un putekļi uz nētura loga, pārveido to par ASCII zīmēm un ģenerē spēlējamu .map datni (skat. attēlus 8 un 9).

```
1 map = [  
2 .....  
3 .....  
4 .. .  
5 .: ..-:..:..  
6 .- .:..-++/:..  
7 .:..-:..  
8 .: .. 0- ..  
9 .. ..  
10 .. ..-0 ..  
11 .. ..  
12 . . s : ..-/-  
13 .....  
14 ]]
```

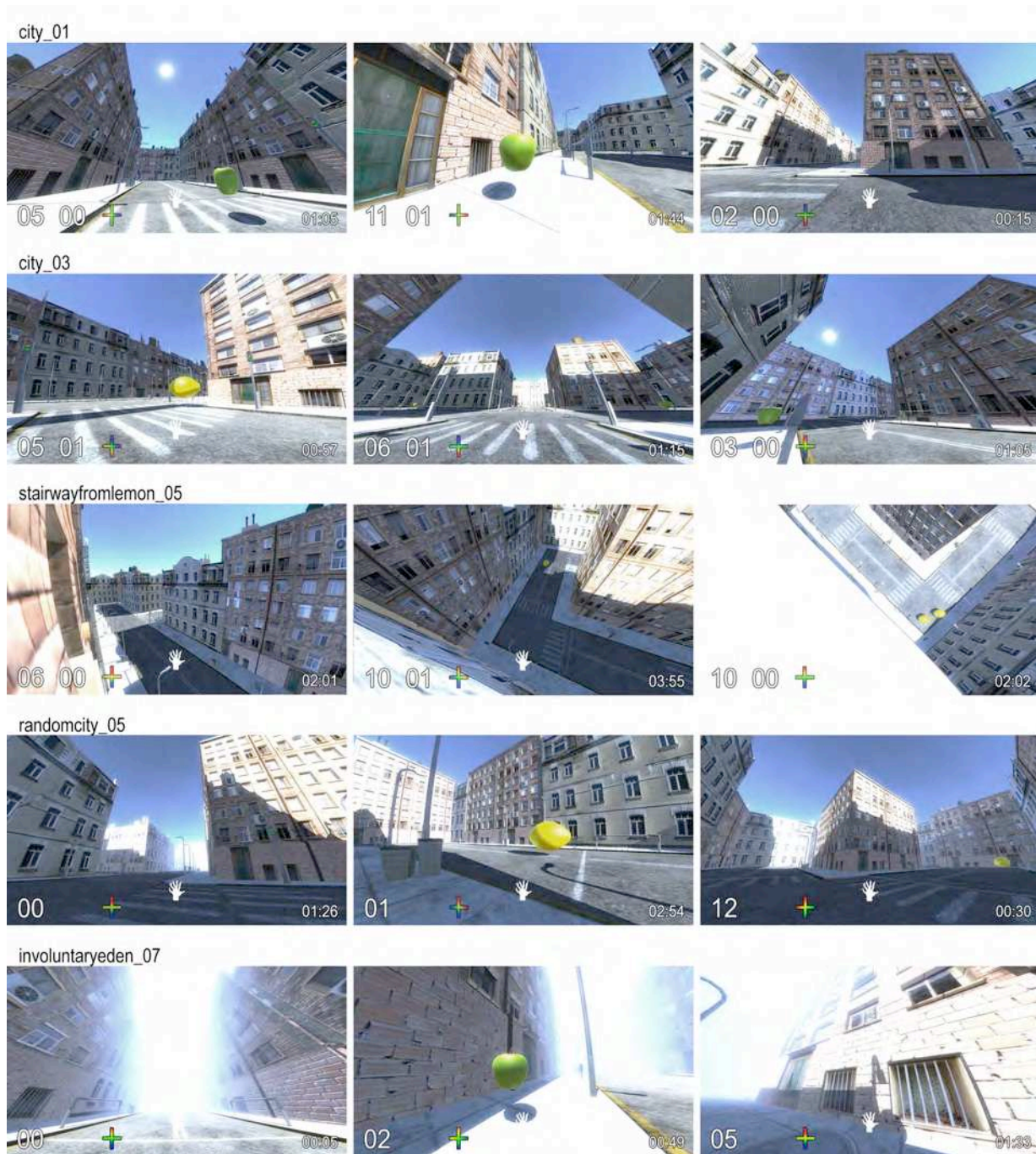
Attēls 8: Parauga .map datne ar *Spect Level* specifikāciju, kurā “.” ir siena, “s” ir izeja, “+” ir citrons, “-” ir ābols, “o” ir sauļu skaits un “/” ir pulksteņrādītāja virziena pasaules rotācija ap aģentu (skat. “Līmeņu piemēri 3a”).



Attēls 9: Pielāgots līmenis ar plānojumu, kas ģenerēts no teksta attēlā 8.

Secinājumi

DipMind Lab dod iespēju pirmreizējai mākslīgā intelekta izpētei 3D pasaulē ar bagātīgām vizualizācijām, sarežģītām uzvedībām un reālu un pārdabisku fiziku. *DipMind Lab* sekmē radošo uzdevumu izstrādi, personalizētu līmeņu ģenerāciju un piespiedu mašīnu aizmiršanu. Ar to var uzbūvēt plašu vides, uzdevumu un intelekta testu loku.



Attēls 10: Piemēri no dažādiem DipMind Lab līmeņiem no aģenta egocentriskā skatu punkta.



Attēls 11: Piemēri no dažādiem DipMind Lab līmeņiem no aģenta egocentriskā skatu punkta.

Atsauces

Charles Beattie, Joel Z. Leibo, Denis Teplyashin, Tom Ward, Marcus Wainwright, Heinrich Küttler, Andrew LeFrancq, Simon Green, Victor Valdés, Amir Sadik, Julian Schrittwieser, Keith Anderson, Sarah York, Max Cant, Adam Cain, Adrian Bolton, Stephen Gaffney, Helen King, Demis Hassabis, Shane Legg, Stig Petersen. DeepMind Lab. *arXiv preprint arXiv:1612.03801*, 2016.

The Bible: contemporary English Version, 2000. London: Harper Collins.

Nick Bostrom. Are you living in a computer simulation? *Philosophical Quarterly*, 53(211):243-255,2003.

Rodney A Brooks. Elephants don't play chess. *Robotics and autonomous systems*, 6(1):3-15,1990.

Chrisantha Fernando, Dylan Banarse, Charles Blundell, Yori Zwols, David Ha, Andrei A. Rusu, Alexander Pritzel, Daan Wierstra. PathNet : Evolution channels gradient descent in super neural networks. *arXiv preprint arXiv:1701.08734v1*, 2017.

David Hume. *Treatise on human nature*. 1739.

Ray Kurzweil. *The Age Of Spiritual Machines*. 1999.

Shane Legg and Marcus Hutter. Universal intelligence: A definition of machine intelligence. *Minds and Machines*, 17(4):391-444,2007.

John Locke. *An essay concerning human understanding*. 1690.

Giorgio Metta, Giulio Sandini, David Vernon, Lorenzo Natale and Francesco Nori. The icub humanoid robot: an open platform for research in embodied cognition. In *Proceedings of the 8th workshop on performance metrics for intelligent systems*, pages 50-56. ACM, 2008.

Unity Technologies. Unity 3D, 2005. URL <https://unity3d.com>

Iannis Xenakis. *Formalized Music*. 1992.

Tulkojums : Kaspars Groševs