

Politechnika Warszawska
Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych

Warszawa, 14 marca 2017 r.

D z i e k a n a t

Uprzejmie informuję, że na Wydziale Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej odbędzie się w dniu 28 marca 2017 r. publiczna obrona rozprawy doktorskiej

mgr Grzegorza Jaśkiewicza

temat: „Programowanie w logice jako narzędzie planowania zachowań botów w grach FPS”

promotor – dr hab. inż. Jarosław Arabas, prof. Politechniki Warszawskiej

recenzenci:

dr hab. inż. Maciej Komosiński z Politechniki Poznańskiej

prof. dr hab. inż. Mieczysław Muraszkiewicz z Politechniki Warszawskiej

Obrona odbędzie się w dniu 28 marca 2017 r. w sali 116 na Wydziale Elektroniki i Technik Informatycznych – Gmach im. Janusza Groszkowskiego, Warszawa, ul. Nowowiejska 15/19; początek godz. 11.00 .

Po adresie: www.elka.pw.edu.pl/Wydzial/Rada-Wydzialu/Harmonogram-obron-doktorskich-streszczenia-i-recenzje zapewniony jest na stronie Wydziału dostęp do tekstów streszczenia rozprawy i recenzji, jak również do tekstu rozprawy umieszczonej w Bazie Wiedzy Politechniki Warszawskiej.

Dziekan



prof. dr hab. inż. Krzysztof Zaremba

mgr Grzegorza Jaśkiewicza rodzaj

pracy: rozprawa doktorska

temat: „Programowanie w logice jako narzędzie planowania zachowań botów w grach FPS” promotor – dr hab. inż. Jarosław Arabas, prof. Politechniki Warszawskiej

Streszczenie pracy

Praca ma na celu rozwój metodyki planowania zachowań botów z wykorzystaniem programowania w logice. Znane są podejścia w których programowanie w logice jest wykorzystywane do sterowania robotami lub też botami w symulowanym środowisku gry. Jednak zastosowanie tego podejścia w komercyjnej produkcji napotyka na szereg trudności praktycznych i koncepcyjnych. W pracy został przedstawiony sposób realizacji bota pozwalający na

- wielokrotne użycie zachowań botów, które zostały raz wytworzone, w innych grach FPS,
- dostosowywanie raz stworzonych botów do nowych warunków (np. przez wprowadzenie nowej planszy lub modyfikacji gry).

Koncepcja realizacji bota, przedstawiona w pracy, została zweryfikowana w praktyce w grze Counter-Strike. Jest to gra, która posiada dużą liczbę skomplikowanych zasad, które tworzą bardzo realistyczną rozgrywkę. Sama gra jest jedną spośród wielu modyfikacji gry Half-Life. Jest to najpopularniejsza spośród modyfikacji, skupiająca środowisko fanów, którzy przygotowują regularnie dodatkową zawartość do gry (najczęściej plansze). Uzyskana w ten sposób wielość wariantów gry pozwala na zaprezentowanie w pełni potencjału rozwiązania będącego przedmiotem rozważań w tej pracy. Counter-Strike jako gra wieloosobowa posiada również wiele implementacji botów, z czego znaczna ich część jest udostępniana jako oprogramowanie open-source, co umożliwia porównanie z istniejącymi rozwiązaniami, realizację koncepcji rozprawy doktorskiej oraz przeprowadzenie eksperymentów.

OPINIA

o rozprawie doktorskiej dla
Rady Wydziału Elektroniki i Technik Informatycznych
Politechniki Warszawskiej

Tytuł rozprawy: Programowanie w logice jako narzędzie planowania zachowań botów w grach FPS

Autor rozprawy: mgr Grzegorz Jaśkiewicz

1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy (teza rozprawy) i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez Autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?

Praca ma charakter koncepcyjny i implementacyjny. Rozdział „1.3. Cel, teza i układ rozprawy” dobrze opisuje układ rozprawy, natomiast cel i teza nie są w nim wyraźnie zarysowane. Znajduje się tam opis głównych dokonań Autora przedstawionych w dalszej części pracy i stąd pośrednio wynika cel i poszczególne zadania, ale cel i teza (lub cele i tezy) nie są w tym rozdziale jasno, w uporządkowany sposób wyartykułowane. Wydaje się, że za główny cel można uważać zaproponowanie nowej metodyki tworzenia botów o bogatej architekturze, umożliwiającej wnioskowanie w logice, która pozwoli na uzyskanie wysokiego zaangażowania graczy w grę FPS – tak można podsumować ogólną wymowę rozprawy. Jeżeli za główną tezę uznać zdanie „Będzie wykazane, że zastosowanie podziału [na reguły działania botów na planszy i zasady ogólne] przynosi pozytywne rezultaty takie jak poprawa wrażenia realizmu zachowań postaci w grze lub podniesienie komfortu gry, ponieważ programista może poświęcić więcej czasu na specjalizację zachowania botów”, to rozprawa nie wykazuje ściśle takiej tezy: nie dysponujemy porównaniem czasu programistów, a dwie porównywane implementacje różnią się w bardzo wielu aspektach – i również w tym, że zachowanie jednej jest najprawdopodobniej znane badanej grupie graczy, a drugiej – na pewno nie.

Jakkolwiek niewątpliwie używając metodyki zaproponowanej w rozprawie można tworzyć realistyczne zachowania botów, stwierdzenie z podsumowania rozdziału opisującego eksperymenty (6.5), że „można tworzyć bardziej realistyczne zachowania botów” (w porównaniu do istniejących botów) nie jest dla tej pracy najważniejsze ani szczególnie użyteczne. I tradycyjnymi technikami da się bowiem tworzyć „bardziej realistyczne zachowania botów” i zwiększać zaangażowanie graczy – zatem to, że za pomocą proponowanej metodyki można takowe tworzyć, samo w sobie nie wyróżnia jej na tle innych. Autor pisze na początku rozdziału 6.2 o sukcesywnym ulepszaniu własnego bota w konfrontacji z botem E[POD], dopóki wyniki nie będą satysfakcjonujące. Porównywanie się z jednym z od dawna istniejących i dobrze graczom znanych botów, i w dodatku sukcesywne poprawianie własnego podejścia, dopóki nie stanie się lepsze (podczas, gdy „przeciwnik” i jego autor nie mają możliwości zmian, a rozwój zakończył się w 2006 roku) nie służy w efekcie miarodajnemu

porównaniu dwóch metodyk tworzenia botów. Analogicznie, można by wkrótce stworzyć innego bota inną metodyką (na przykład programując go w C i opisując wszystkie zachowania tablicami) i przy odpowiednim nakładzie pracy oraz po kilku etapach ulepszeń uzasadniać, że ta metodyka pozwala na tworzenie bardziej realistycznych zachowań (niż κBot lub dowolny inny bot) i większego zaangażowania graczy. Eksperymenty potwierdziłyby obie te tezy sugerując, że są słuszne i proponowana metodyka jest lepsza, ale byłby to wyłącznie efekt porównania dwóch konkretnych implementacji w danym momencie czasu – a nie ogólny wniosek na temat możliwości i ograniczeń różnych metodyk tworzenia botów, ani też wniosek, że wybrana cecha użytej metodyki (np. opisywanie zachowań tablicami) *przynosi* pozytywne rezultaty.

W podobnym duchu Autor pisze: „W pracy pokazano, że specjalizacja zachowań botów, uwzględniająca warunki konkretnej planszy, prowadzi do zwiększenia zaangażowania graczy w grę na tej planszy i poprawia u nich wrażenia realizmu rozgrywki”. Tak jak poprzednio, należy tu zachować ostrożność: wyniki opisane w pracy nie dowodzą takiej zależności przyczynowo-skutkowej – może być wiele innych przyczyn zwiększenia zaangażowania graczy, takich jak choćby efekt nowości i odmienności zachowań bota od botów wcześniej istniejących i znanych graczom. Realizm rozgrywki nie musi pozytywnie korelować z zaangażowaniem, ani nie musi być jego przyczyną, ani też wysoka specjalizacja nie musi być przyczyną polepszonego wrażenia realizmu. Zweryfikowanie takich tez wymagałoby innych, odpowiednio skonstruowanych eksperymentów.

Sugestie zależności przyczynowo-skutkowych można by zastąpić *systematycznym porównaniem* (np. tabelarycznym) cech proponowanego podejścia i innych istniejących podejść po to, by pokazać jego odmienność oraz zalety i wady (takie jak na przykład obiektywnie potwierdzona możliwość osiągnięcia dużego zaangażowania graczy mniejszym niż w innych podejściach nakładem pracy, skalowalność, możliwość wielokrotnego użycia w różnych grach lub scenariuszach, prostota adaptacji, itp.). Autor pisze o niektórych zaletach – ale systematycznego porównania brakuje, podobnie jak brakuje uporządkowanej analizy wad i ograniczeń zaproponowanego podejścia.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł (w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle) świadczącej o dostatecznej wiedzy Autora? Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?

Rozprawa zawiera obszerną część omawiającą istniejące podejścia stosowane w sztucznej inteligencji do projektowania zachowań botów, a także przykłady działania i implementacji wybranych, istniejących botów. Miejscami odczuwalny jest brak cytowań, niemniej część przeglądu pracy świadczy o dużej wiedzy Autora w temacie, którym się zajmuje.

Teza z początku rozdziału 2 mówiąca o tym, że role botów w grze typu *single-player* (boty udają postacie ze świata przedstawionego) i *multiplayer* (boty naśladują graczy) mają odmienny (rozłączny) charakter, jest dyskusyjna – role botów w obu scenariuszach mogą się przenikać.

3. Czy Autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

Autor wykonał znaczną pracę koncepcyjną i implementacyjną tworząc program realizujący zaproponowany przez siebie model κBot oparty na modelu Wooldridge'a funkcjonowania agentów. Eksperymenty przeprowadzone przez Autora pozwoliły pozytywnie zweryfikować skuteczność κBota, zarówno w kwestii jego wydajności, jak i wrażenia graczy.

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek Autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

Samodzielnym i oryginalnym osiągnięciem Autora jest koncepcja, implementacja i eksperymentalna weryfikacja działania bota κBot przystosowanego do wykorzystania w grach FPS, w szczególności w grze Counter-Strike. Funkcje wnioskowania deliberatywnego i reaktywnego bota κBot mogą być (i były) realizowane w oparciu o wnioskowanie w logice. Jest to nowe, interesujące osiągnięcie w skali światowej.

5. Czy Autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników (zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy)?

Ogólna intencja Autora, idea i cel eksperymentów są zrozumiałe. W kilku kwestiach rozprawa pozostawia jednak wątpliwości:

- W opisie przykładu działania procesu decyzyjnego z rozdziału 4.3.4 przydałby się komentarz do akcji sprzątania pokoju Clear – wyjaśnienie, dlaczego w definicji celów g_{c1} i g_{c2} potrzebne były cele g_{n1} i g_{n2} .
- Na stronie 116 Autor zwraca uwagę na problem wykorzystania predykatów, które mają nieusuwalne skutki uboczne, oraz na wagę stosowania poprawnej kolejności takich predykatów w regułach. Przydałoby się tutaj omówienie sytuacji, kiedy w regule trzeba wykorzystać więcej niż jeden predykat o skutkach ubocznych, który może się nie powieźć.
- Na wykresach z rys. 6.8 i 6.9 „słupki” nie sumują się do 100%, choć oś pionowa jest nazwana „% obserwacji”. Trudno domyślić się właściwej interpretacji tych wyników, biorąc pod uwagę trzykrotnie różniące się skale pionowe obu wykresów, a równocześnie podobne przebiegi krzywych. Analogiczny problem występuje na histogramach z rysunku 6.10.
- Uśrednione wyniki zaprezentowane na stronie 140 są zbyt zagregowane. Nie wspominając o prostych statystykach służących naukowcom do porównywania istotności różnic, przydałoby się choćby ujawnienie odchyłeń standardowych albo wykresów punktowych pokazujących poszczególne wartości. Tę rolę mogłyby też spełnić histogramy, gdyby nie problem z ich interpretacją.
- W analizie porównawczej botów E[POD] i κBot prowadzonej w rozdziałach 6.2.3 i 6.3 można by przedyskutować następujące, proste wytłumaczenie preferencji ludzi: sposoby zachowania botów typu E[POD] są od wielu lat doskonale znane graczom w CS i dlatego w miarę przewidywalne, podczas gdy κBot prezentuje nowy repertuar zachowań i jako taki jest dla graczy-ludzi znacznie ciekawszy.
- Wedle definicji z pierwszej linii rysunku 2.3 słowo wejściowe zawiera wyróżniony symbol zakończenia, natomiast w opisie pod tym rysunkiem Autor pisze, że słowa składają się z symboli ze skończonego zbioru Σ (tj. bez symbolu zakończenia).
- Na (mało czytelnym) rysunku 6.6 nie jest oczywisty związek między centrami Amazon EC2 a serwerami κ-Labs. Legenda do rysunku sugeruje, że są to odmienne byty, podczas gdy z treści można wnioskować, że serwery κ-Labs działały na EC2.
- Brakuje w pracy podania specyfikacji serwerów klasy „mikro” z chmury obliczeniowej Amazon – w obliczu zaprezentowanych konkretnych wyników wydajnościowych taka informacja jest potrzebna.

Nawigacja po rozprawie jest niekiedy znacznie utrudniona. Na przykład na stronie 36 Autor pisze „przykład ten jest podobny do przykładu zaprezentowanego w rozdziale 2.2”. Tymczasem jesteśmy w rozdziale 2.2.4 (zatem wewnątrz rozdziału 2.2 zawierającego w swoich podrozdziałach bardzo wiele przykładów), a sam fragment rozdziału 2.2 (przed 2.2.1) nie zawiera żadnych przykładów. Podobnie na stronie 39 (i analogicznie na stronie 38) mamy „działanie tych funkcji nie jest zawarte w [tym] przykładzie, lecz jest ono analogiczne do funkcji `select_low_level_action` z przykładu 2.2”. W pracy jest rozdział 2.2, rysunek 2.2, oraz listing 2.2 – mówiąc o przykładzie 2.2 Autor ma tu prawdopodobnie na myśli przykład z listingu 2.2.

Jeśli tak, to trudno zrozumieć kolejne zdanie, w którym Autor pisze, że funkcje te wybierają funkcję realizującą akcję *złożoną*. Ze stron 26 i 27 wynika, że mamy akcje proste i złożone oraz decyzje nisko- i wysokopoziomowe, i dalej że decyzje niskopoziomowe wybierają akcje proste. Zatem nazwę funkcji „`select_low_level_action`” po pierwsze trudno dopasować do tego podziału („wybierz akcję niskopoziomową”? A może „wybierz niskopoziomowo akcję?”), a po drugie ta funkcja powinna wybierać (według str. 27) akcję *prostą*. Na stronie 33 w wyjaśnieniu roli funkcji `select_low_level_action` pojawia się z kolei termin „decyzja złożona”, zatem termin niewystępujący w podziale na akcje proste i złożone oraz decyzje nisko- i wysokopoziomowe. To zwiększa bałagan pojęciowy. W eliminacji takich niejasności pomogłoby adekwatne nazewnictwo funkcji w przykładach C++ – pasujące do zaproponowanego przez Autora podziału na akcje i decyzje oraz do wszystkich opisywanych metod koordynacji akcji.

Od strony redakcyjnej praca ma sporo niedociągnięć, z których część bardzo łatwo zauważyć – poniższa lista nie jest wyczerpująca, wymienia tylko pojedyncze przykłady usterek, po jednym z każdej kategorii:

- Pracę otwiera przydatny skorowidz nazw, skrótów i symboli, choć wyjaśnienie „VIP” zawiera inny niewyjaśniony skrót „AS”.
- Typograficznie łącznik jest czasem używany w roli myślnika, sporadycznie brakuje kropek, podwójne odstępy są wszędzie po każdej kropce (nie tylko na końcu zdania, ale też np. po skrótach).
- Występują proste błędy językowe, np. na stronie 14 – „kilkoro gatunków gier”, „która należy ona jednocześnie”; na stronie 15 – „gracze tworzą dowodzą armiami”, na stronie 16 – „powinien być stwarzać”, na stronie 18 – „jegp samego”, itd.
- Występują kolokwializmy, np. na stronie 22 „stworzenie takiego modu” – termin „mod” nie został wprowadzony, Autor używał zawsze słowa „modyfikacja”.
- Autor odwołuje się do tabel, które w podpisach są nazwane tablicami.
- Występują problemy interpunkcyjne (nadmiarowe przecinki).
- Pomieszane numery tabel w ostatnim zdaniu na stronie 140.
- W bibliografii, pozycja [1] zawiera tylko nazwę – bez roku, autora/autorów, adresu internetowego, ani żadnych dodatkowych informacji. Pozycja [23] jest również niekompletna.
- Na stronie 33, odwołanie do linii 1-9 z listingu 2.2 nie jest zgodne z obowiązującą tam numeracją linii.
- Na stronie 127 błędny opis (prawdopodobnie kopiuj-wklej) celu `ct_goal`.
- Brak średników na listingu 2.3.
- Odwołanie do błędnej etykiety (widoczne „??”) na stronie 140.
- Mało czytelne rysunki 6.1-6.5.
- Praca jest w całości napisana po polsku, zatem jedynym anglojęzycznym fragmentem jest półstronicowe streszczenie (*Abstract*), które zawiera proste usterki językowe.

6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?

Podsumowując powyższe szczegółowe uwagi, słabe strony rozprawy to brak precyzyjnie sformułowanej i uzasadnionej tezy, nieścisłości w niektórych eksperymentach i głównych wnioskach oraz niedbałość redakcyjna.

W rozprawie aż 70 stron opisuje bieżący stan wiedzy. Kolejne 46 stron poświęcono na opis własnej koncepcji (w tym opis już istniejącego podejścia i jego adaptacji), a tylko 16 stron – na eksperymenty. Środek ciężkości przypada zatem na opis istniejących już dokonań i implementacji. Zważywszy na interesującą tematykę pracy i na możliwość przeprowadzenia wielu nowatorskich eksperymentów, szkoda, że nie znalazły się one w rozprawie.

7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?

Zaproponowane i eksperymentalnie zweryfikowane w rozprawie podejście jest przydatne dla nauk technicznych. Aktualna tematyka i implementacyjny charakter pracy pozwalają na jej praktyczne wykorzystanie.

8. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:

- a) nie spełniająca wymagań stawianych rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy
- b) wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania
- c) spełniająca wymagania
- d) spełniająca wymagania z wyraźnym nadmiarem
- e) wybitnie dobra, zasługująca na wyróżnienie

Rozprawę zaliczam do kategorii (c) – rozprawa spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy. Wnoszę zatem o dopuszczenie mgr Grzegorza Jaśkiewicza do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Marek Komosiński

RECENZJA ROZPRAWY

Doktorskiej dla Rady Wydziału Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej

Tytuł rozprawy:	Programowanie w logice jako narzędzie planowania zachowań botów w grach FPS
Autor rozprawy:	mgr Grzegorz Jaśkiewicz
Promotor rozprawy:	dr hab. inż. Jarosław Arabas, prof. nzw. PW

A. Struktura rozprawy

Celem przedłożonej do recenzji rozprawy doktorskiej mgra G. Jaśkiewicza jest „*rozwój metodyki planowania zachowań botów z wykorzystaniem programowania w logice*” (str. 3, „Streszczenie”). Praca składa się z siedmiu rozdziałów, ponadto zawiera bibliografię złożoną z 69 pozycji, głównie anglojęzycznych. Dzieło, w postaci druku zwartej opatrzonego znakiem Wydziału Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej zawiera liczne diagramy, ryciny i tabele, liczy 154 numerowanych stron tekstu (nie posiada sygnatury ISBN). Do rozprawy dołączony jest skorowidz nazw, skrótów i symboli oraz streszczenia w języku polskim i angielskim; nie ma zaś spisu rysunków i tabel.

W rozdziale 1. rozprawy Autor podjął próbę krótkiego scharakteryzowania sztucznej inteligencji jako dyscypliny naukowej i na tym tle przedstawił charakterystyki gier komputerowych, zwłaszcza gier typu FPS (First Person Perspective) i *Counter-Strike*, po czym zaprezentował cel i tezę swych badań. W rozdziale 2. opisał techniki sztucznej inteligencji wykorzystywane do implementacji botów w grach FPS, skupiając się na hierarchii akcji i decyzji, metodach koordynacji akcji złożonych i planowania sekwencji akcji złożonych oraz na skryptowych językach programowania botów. Kolejny rozdział jest prezentacją sposobu działania botów w grze *Counter-Strike*; przedstawiono w nim także wybrane implementacje botów z wykorzystaniem technik planowania zachowań botów podanych w rozdz. 2 (boty w grze *Half-Life*, boty E[Pod] w grze *Counter-Strike*, boty RhoBot w grze *Deathmatch Classic*, boty MarineBot w grze *Firearms*).

Rozdziały 4., 5. i 6. są szczególnie ważne, gdyż to właśnie w nich Autor pomieścił główne wyniki swoich badań. W rozdz. 4. mgr G. Jaśkiewicz zaprezentował model formalny architektury agentowej (który jest adaptacją Wooldridge’a modelu działania agentów) do opisu

funkcjonowania agentów w grach FPS oraz zaproponował metodę projektowania botów, nazwanych *kBot*, i interakcji pomiędzy nimi korzystając z tego modelu. Rozdział 5. w całości poświęcony jest architekturze i implementacji sterownika *kBotów* dla gry *Counter-Strike*. Doktorant stworzył środowisko do przeprowadzenia eksperymentów z udziałem autorskich botów, co przedstawił w rozdz. 6, gdzie podano także miary użyte do oceny zaproponowanych rozwiązań. Rozprawę zamyka krótkie podsumowanie uzyskanych wyników i komentarz dotyczący ewentualnych dalszych prac.

B. Kontekst

Gry są zapewne tak stare, jak ludzka historia i cywilizacja, a ich znaczenie dla rozwoju społeczeństwa nigdy nie budziło wątpliwości, co niezwykle trafnie opisał Hermann Hesse w swej niezwykłej powieści „*Gra szklanych paciorków: próba opisu życia magistra ludzi Józefa Knechta wraz z jego spuścizną pisarską*”.

Rodowód gier komputerowych sięgający lat 50. i 60. ubiegłego wieku wywodzi się z uczelni amerykańskich, gdzie powstały pierwsze gry w rodzaju *Tennis for Two* i *Spacewar*. Pomimo tych nobilitujących korzeni, jeszcze do niedawna gry komputerowe były traktowane przez liczącą się część środowiska akademickiego wyłącznie jako obszar rozrywki, czasami jako narzędzie działań edukacyjnych. Panowało przekonanie, że do projektowania i implementacji gier wystarczy proste metody i narzędzia aplikacyjne.

Rozwój sprzętu informatycznego, upowszechnienie się komputerów osobistych, nowe, przyjazne dla użytkownika interfejsy, osiągnięcia w zakresie grafiki komputerowej, zwłaszcza grafiki 3D, oraz masowa produkcja automatów do gier i konsol stworzyły dla gier niezwykle lukratywny rynek. Równocześnie wyraźnie wzrosły oczekiwania i wymagania użytkowników gier, którym już nie wystarczyły zabawy zręcznościowe czy proste zagadki logiczne. Pojawiła się potrzeba narracji, fabuły i długofalowej akcji opartej na intensywnej interakcji gracza z aktorami gry i ewentualnie z innymi jej uczestnikami, także biorącymi udział w grze poprzez sieć/internet. Aby sprostać tym oczekiwaniom konieczne stało się nie tylko zwiększenie arsenału narzędzi do tworzenia gier, ale również opracowanie nowych metod o pochodzeniu *par excellence* informatycznym. Urealnienie gier w sensie uczynienia zjawiska „zanurzenia” w grze, w jej wirtualnym świecie, podobnym w sensie napięcia afektywnego do tego co, ma miejsce w świecie rzeczywistym kazało sięgnąć realizatorom gier do technik sztucznej inteligencji. Tym tropem poszedł mgr G. Jaśkiewicz w swej rozprawie doktorskiej.

Na marginesie tej recenzji wyrażam przekonanie, że tym czym była i jaka rolę pełniła dla szerokiej grupy czytelników epicka powieść w XIX wieku i w pierwszej połowie ubiegłego stulecia, tym dla dzisiejszych i przyszłych masowych odbiorców w coraz większym stopniu stają się zaawansowane komputerowe gry fabularne, które oprócz głównego wątku narracyjnego, być może o różnych scenariuszach rozwoju w zależności od wyników interakcji z użytkownikiem, zawierają także aspekty strategiczne, edukacyjne, zręcznościowe lub jeszcze inne.

Nie jest rzeczą tej recenzji komentowanie, a tym bardziej rozstrzygnięcie sporów towarzyszących grom komputerowym i zainteresowaniu nimi lub jego brakiem ze strony środowiska naukowego. Jej przedmiotem bowiem jest ocena zaproponowanych przez mgra G. Jaśkiewicza autorskich rozwiązań w zakresie wykorzystania programowania w logice do planowania zachowań botów biorących udział w grach FPS i empirycznego zweryfikowania tych rozwiązań. Podjętą przez niego próbę, jej realizację i weryfikację uważam za zasługującą na uwagę i godną poparcia.

C. Ocena rozprawy

1. *Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy (teza rozprawy) i czy zostało dostatecznie jasno sformułowane? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?*

Autor nawiązuje do prac z kilku dziedzin, m.in: sztucznej inteligencji, systemów agentowych, programowania w logice oraz gier komputerowych.

Znajdujące się na str. 23 akapity można uznać za wyrażające tezę rozprawy. Brzmi on następująco:

„Na podstawie rozprawy rozdzielono reguły działania na planszy oraz zasad ogólnych. Takie rozwiązanie ułatwia programowanie botów, ponieważ zdejmuje z programisty botów konieczność każdorazowego tworzenia wzorców właściwych dla wielu plansz. Będzie wykazane, że zastosowanie tego podziału przyniesie pozytywne rezultaty takie jak: poprawa wrażenia realizmu zachowania postaci lub podniesienie komfortu gry, ponieważ programista może poświęcić więcej czasu na specjalizację zachowania botów”.

„Narzędziem służącym do osiągnięcia specjalizacji zachowań botów zaprezentowanym w pracy, jest metodyka tworzenia botów z użyciem reguł decyzyjnych, zorganizowanych w grupy o różnych zakresach stosowalności. Na przykład wyodrębniona jest grupa reguł, która opisuje ogólne zasady gry oraz wyspecjalizowana grupa reguł stosowana tylko na konkretnej planszy. Specjalizacja jest przeprowadzana poprzez podanie przez programistę szczegółowych reguł, adekwatnych do sytuacji i miejsca”

Pomimo marnej polszczyzny i niezdiscyplinowanej narracji teza jest zrozumiała, zwłaszcza przy powtórnym jej przeczytaniu, już po zapoznaniu się z treścią rozprawy.

Praca ma charakter przede wszystkim pragmatyczny, jest oparta na własnych, oryginalnych pomysłach i własnej metodzie. Opracowane przez Autora propozycje mają także pewne walory teoretyczne, zwłaszcza tam, gdzie Autor zajmuje się metodyką planowania zachowań botów.

Za sprawą „konstrukcyjno---empirycznej” części pracy (rozdz. 5., 6.) dostrzegam duże możliwości użycia otrzymanych wyników w praktyce implementowania gier komputerowych FPS.

2. *Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł (w tym literatury światowej i stanu zagadnień w przemyśle) świadczącej o dostatecznej wiedzy autora ? Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący ?*

Bibliografia zawiera 69 pozycji, głównie anglojęzycznych, w tym jedną pozycję autorstwa mgra G. Jaśkiewicza: „*Procedural content generation in game development process*”, *Challenges of Modern Technology*, 3(3): 7---10, 2012.

Bibliografia jest relewantna do poruszanego w rozprawie tematu i jednocześnie --- jak sądzę --- wystarczająca w sensie referencji do istniejącej wiedzy z badanego zakresu. Przegląd literatury i wnioski stąd wysnute przez Doktoranta (głównie w rozdz. 1., 2. i 3.) są przekonujące i świadczą o dobrym rozeznaniu literaturowym. Wskazanie tych obszarów sztucznej inteligencji, które mogą dostarczyć inspiracji, metod i narzędzi do planowania zachowań botów oraz omówienie działań botów w grach typu *High---Life* dobrze pokazuje możliwości i trudności w obszarze badań Autora oraz uzasadnia podjęcie własnych badań przez mgra G. Jaśkiewicza.

3. *Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione ?*

Doktorant zaproponował autorskie, oryginalne podejście do wykorzystania programowania w logice na rzecz planowania zachowań botów w grach FPS. Przyjęta przez niego metoda polega m.in. na:

- (a) opracowaniu metody i narzędzi do planowania zachowań botów w grach FPS opartych na programowaniu w logice; podano sposób realizacji bota pozwalający na:
 - wielokrotne wykorzystanie raz wytworzonych botów w innych grach FPS,
 - adaptowanie botów do nowych warunków gry, np. po zmianie planszy,
- (b) opracowaniu koncepcji i realizacji *kBota*, którego zachowanie definiowane jest przez zbiór reguł opisujących sposób wykorzystania właściwości planszy,
- (c) opracowaniu architektury i programistycznej implementacji środowiska do przeprowadzenia eksperymentów i pomiarów wydajności/jakości zaproponowanej metody w grze *Counter---Strike*:
 - opracowanie wskaźników wydajności/jakości,
 - pozytywne empiryczne zweryfikowanie zaproponowanej metody, także w trybie gier prowadzonych online, i pomiar wskaźników wydajności/jakości.

Takie podejście i tę metodę pracy uważam za właściwe i owocne. Postawione zagadnienie badawcze zostało rozwiązane prawidłowo, dokonano także jego weryfikacji praktycznej

(rozdz. 6). Odnośnie do założeń przyjętych w sformułowaniu i podczas rozwiązywania zadania problemu można je uznać za uzasadnione i wystarczająco ogólne.

4. Czy tematyka rozprawy jest aktualna lub dostatecznie ważna ?

Zważywszy na żywo rozwijający się obszar, w tym rynek, gier komputerowych tematyka rozprawy jest ważna i aktualna. Żyjemy bowiem w świecie, w którym rywalizacja, potrzeba zwiększania produktywności pracy czy przyspieszania procesów edukacyjnych oraz narastające zapotrzebowanie na rozrywkę stale rosną. Stąd też organizowanie pracy oraz innych procesów społecznych na zasadach gamifikacji (ang. gamification), nazywanej także grywalizacją, staje się coraz częstsze i bez wątpienia będzie narastać. Siłą gamifikacji jest zwiększenie zaangażowania uczestników w proces/grę przez dostarczanie przyjemności i/lub nagród z pokonywania kolejnych osiągalnych wyzwań, z rywalizacji, a także ze współpracy.

Doktorant zaproponował ciekawe podejście do planowania zachowania botów w grach FPS, co – w moim przekonaniu – stanowi godny uwagi element w organizowaniu wybranych procesów produkcyjnych i społecznych na zasadach gamifikacji.

5. *Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową ?*

Oto najważniejsze osiągnięcia Autora:

- (a) zaproponowanie własnej metody i narzędzi do planowania zachowań botów w grach FPS opartych na technikach programowania w logice,
- (b) wykazanie, że specjalizacja zachowania botów za pomocą reguł decyzyjnych, uwzględniająca warunki specyficzne dla zadanej planszy prowadzi do zwiększenia poziomu zaangażowania graczy w grę (przy przyjętej przez Autora mierze zaangażowania) i wzmacnia wrażenie realizmu rozgrywki,
- (c) opracowanie architektury, algorytmu i implementacja *kBot*; tu uwagę zwraca to, że:
 - *kBot* korzysta z rozdzielonych mechanizmów wnioskowania deliberatywnego i reaktywnego,
 - sterowanie zachowaniem postaci realizowane jest za pomocą języka skryptowego opartego na logice,
 - zmiana definicji zachowania botów nie wymaga rekompilacji kodu źródłowego,
- (d) zaprojektowanie i realizacja środowiska do przeprowadzenia eksperymentów,
- (e) pozytywne potwierdzenie tezy rozprawy drogą eksperymentów.

Ujęcie zaproponowane przez Autora jest pod wieloma względami nowe, zwłaszcza w odniesieniu do planowania zachowań botów w grach FPS. Pozwala to na konstruowanie bardziej

realistycznych zachowań botów, a tym samym na zwiększenie zaangażowania graczy w prowadzone gry, co było zasadniczym celem podjęcia badań przez mgra G. Jaśkiewicza.

Propozycje i rozwiązania Doktoranta są na dobrym poziomie naukowym i spełniają przyjęte standardy.

6. *Czy autor wykazała umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników (zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy) ?*

Praca jest przygotowana logicznie. Jej układ edytorski uważam za czytelny. Język rozprawy, choć nie zawsze jest to polszczona dobrej próby, jest zrozumiały. Wywody przeprowadzone przez Autora są klarowne. Zastosowany aparat formalny jest adekwatny do charakteru zadania badawczego. Uzyskane w pracy wyniki są przekonujące, choć sposób ich przedstawienia nie zawsze spełnia wymagania dobrej prezentacji.

Praca jest przykładem solidnej „roboty inżynierskiej” opartej na metodzie, której istotnym czynnikiem jest empiryczna weryfikacja przyjętych założeń i rozwiązań.

7. *Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady ?*

Rozprawa jest autorską, integralną i funkcjonalnie kompletną propozycją wykorzystania metod i technik programowania w logice na rzecz planowania zachowań botów w grach FPS wraz z elementami prototypowych realizacji. Zaproponowane przez Autora rozwiązania, choć z pewnością istnieją ich alternatywy, traktuję całościowo i uważam za właściwe, a więc nie obciążone słabościami w zakresie metody i sposobu jej realizacji.

Oto mające mniejsze znaczenie uwagi krytyczne.

- i. Teza rozprawy nie została wystarczająco jasno i przekonująco sformułowana w rozdz. 1.3., o czym wspominałem w p. C.1.
- ii. Zbyt lapidarne są sugestie dotyczące dalszych prac, zwłaszcza w odniesieniu do uczenia maszynowego. „Połączenie” logiki z uczeniem się w obszarze gier jest ciekawym i – jak sądzę – trudnym zadaniem, gdyż techniki oparte na logice pozwalają odkrywać „tylko” wiedzę ukrytą w już istniejącym korpusie wiedzy, co oznacza, że uczenie się – czyli nabywanie nowej wiedzy – musi być poprzedzone akwizycją nowych faktów i zależności ze świata, w którym działa bot, oraz przeprowadzeniem procesu inferencyjnego z nadzieją odkrycia nowej wiedzy. A to jest procesem obciążonym niepewnością i zapewne nie natychmiastowym.
- iii. Polszczyzna rozprawy z pewnością zyskałaby na profesjonalnej redakcji tekstu.
- iv. Wciąż istnieje grupa sceptyków co do tego czy gry komputerowe powinny stanowić przedmiot „poważnych” badań w zakresie informatyki. Myślę, że krótka polemika z tego rodzaju poglądami powinna być się znaleźć we *Wprowadzeniu* lub w *Podsu---*

mowania rozprawy. Tam również warto było pomieścić informacje i komentarze dotyczące gamifikacji (grywalizacji).

8. *Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych ?*

Rozwiązania proponowane w rozprawie mogą być przydatne w pracach ukierunkowanych na tworzenie metod/narzędzi/systemów/platform informatycznych do projektowania i implementacji botów dla gier komputerowych z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji. Praca może także okazać się inspirująca dla twórców scenariuszy gier. Może także stanowić podstawę do prac teoretycznych i praktycznych nad modelami wspierania e-nauczania z wykorzystaniem gier.

9. *Do której kategorii recenzent zalicza rozprawę ?*

Praca zaliczam do grupy „spełniającej wymagania”.

D. Wniosek

Reasumując, wyrażam przekonanie, że Autor podjął ciekawy i aktualny, interdyscyplinarny temat badawczy, trafnie przedstawił tezę rozprawy, do jej uzasadnienia posłużył się właściwą metodyką, wykazując przy tym dobrą znajomość literatury przedmiotu i orientację w zakresie teoretycznych i praktycznych zagadnień dotyczących projektowania i implementacji botów w grach FPS z wykorzystaniem programowania w logice. Uzyskane przez niego wyniki mają przede wszystkim walor praktyczny, z ciekawymi wszakże elementami teoretycznymi. Rezultaty zaprezentowane w rozprawie są z pewnością dobrą podstawą do prowadzenia dalszych badań.

Stwierdzam, że pod względem merytorycznym i warsztatowym przedłożona do recenzji rozprawa spełnia wymagania, które dotyczą formy i zawartości rozpraw doktorskich podane w obowiązujących przepisach, co pozwalają mi wnioskować o dopuszczenie mgra Grzegorza Jaśkiewicza do kolejnego etapu przewodu doktorskiego.



.....
(M. Muraszewicz)