

Wiarygodne boty

Metody budowy i oceny

Przemek Szalaj

Plan

- “Creating a Personality Systemn for RTS Bots”
- “Human-like Combat Behaviour via Multiobjective Neuroevolution”
 - Schrum, Karpov, Miikkulainen
- “Believable Bot Navigation via Playback of Human Traces”

Wstęp

- Motywacja
 - Branża gier komputerowych
 - Naukowcy
- Dlaczego ludzie?
 - Grają lepiej
 - Gra z człowiekiem jest bardziej znacząca
 - Czynniki społeczne/socjalne
- Dlaczego boty?
 - Trening
 - Dostępność

Gry RTS - mechanika

- Surowce
- Jednostki
 - Robotnicy
 - Militarne
 - Transportowe
 - Zwiadowcy
 - Medycy
- Budynki
 - Militarne
 - Ekonomiczne
 - Fortyfikacje

Gry RTS - mechanika

- Technologie
 - Modyfikowanie współczynników
 - Siła ataku i obrony, szybkość...
 - Nowe umiejętności
 - Nowe obiekty
- Drzewa zależności
 - Drzewo technologii
 - Zależności absolutne i relatywne
- Zasada kamień-nożyczki-papier



AGE
EMPIRES
THE AGE OF KINGS

1999 AD — AGE OF EMPIRES II: THE AGE OF KINGS

Gry RTS – fazy gry

- Otwarcie
 - Niewielka ilość surowców
 - Podstawowe jednostki i budynki
 - Symetryczne warunki
 - Kolejka budowania
- Środkowa
 - Rozwój (technologiczny, terytorialny)
 - Tworzenie armii, atakowanie przeciwnika
 - Obrona, fortyfikowanie baz
- Końcówka

Gry RTS

- Typy graczy
 - Amatorzy
 - Normalni gracze
 - Eksperci

Gry RTS - eksperci

- Przewagi ekspertów
 - Znajomość dobrych strategii i taktyk
 - Zdolności manualne (wsp. APM)
 - Wykorzystywanie cech gry oraz jej błędów
- Zaawansowane techniki
 - Wymagające zręczności
 - Metoda Patrolu, metoda Chińskiego Trójkąta
 - Wykorzystujące cechy silnika gry
 - Stacking
 - Nadużywanie obiektów gry
 - Tworzenie murów/palisad wokół surowców

Starcraft - Stacking



Gry RTS – poziom trudności

- Metody
 - Modyfikacja współczynników
 - np. zadawanie większych obrażeń
 - Oszukiwanie
 - np. niekończące się zasoby
 - Modyfikacja zachowania bota
 - np. częstsze i silniejsze ataki
- Automatyczna adaptacja
 - Mała interaktywność

Starcraft

- Klasyczna, bardzo popularna gra
 - Zawodowi gracze, ligi, kanały telewizyjne...
 - Dostępność graczy-ekspertów
- 'Prostota'
 - Dwa typy minerałów
 - Dobrze zdefiniowane regiony mapy i bazy
- 'Złożoność'
 - Trzy unikalne rasy
 - Unikalne jednostki
 - Unikalne umiejętności/czary

Starcraft

- Wprowadzone ograniczenia
 - Wybrana rasa - Zergowie
 - Dostępne jednostki
 - Drony, Overlordy
 - Zerglingi, Hydraliski, Mutaliski
 - Ignorowanie umiejętności
 - Brak desantów

868

578

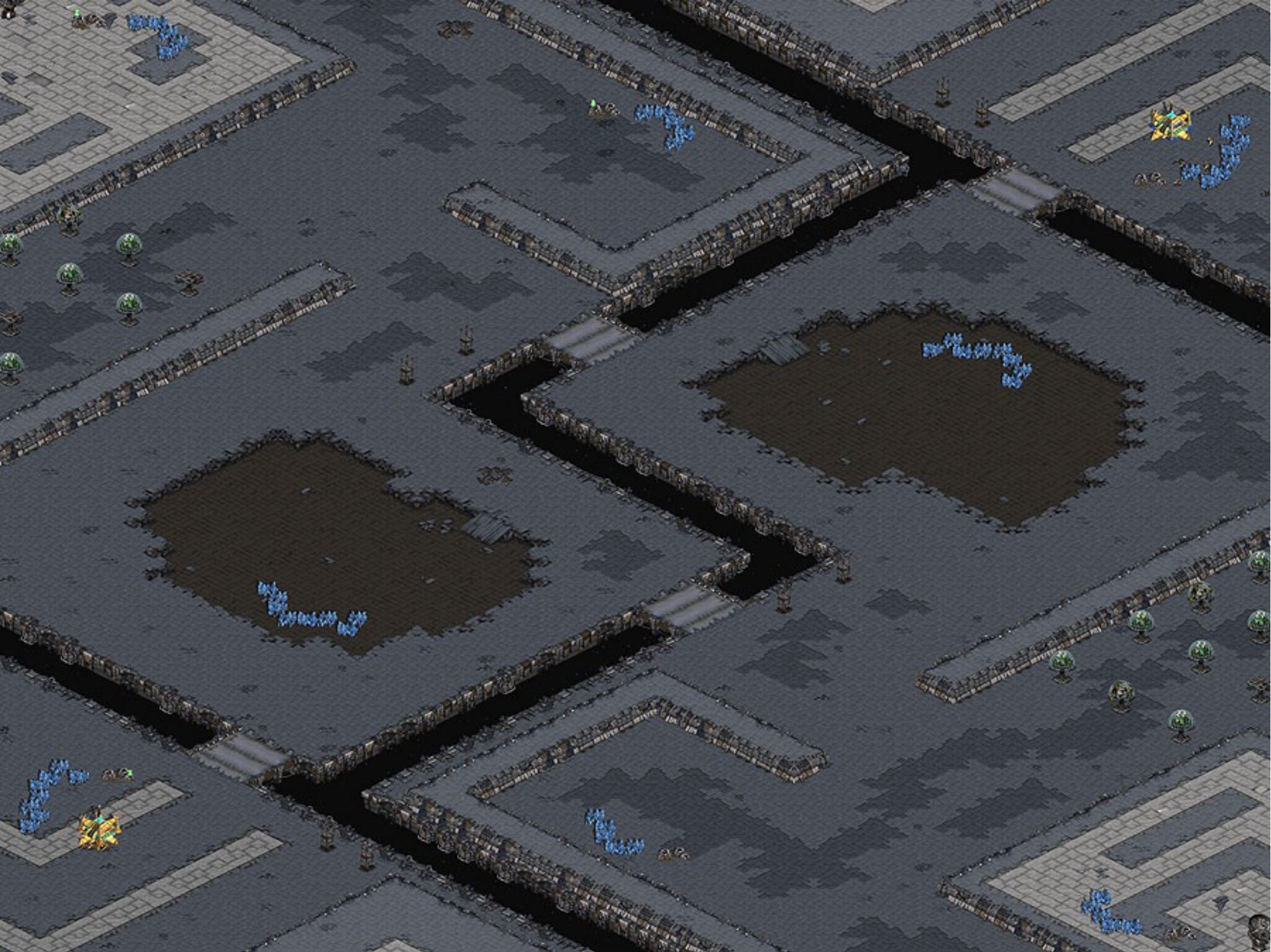
26/33

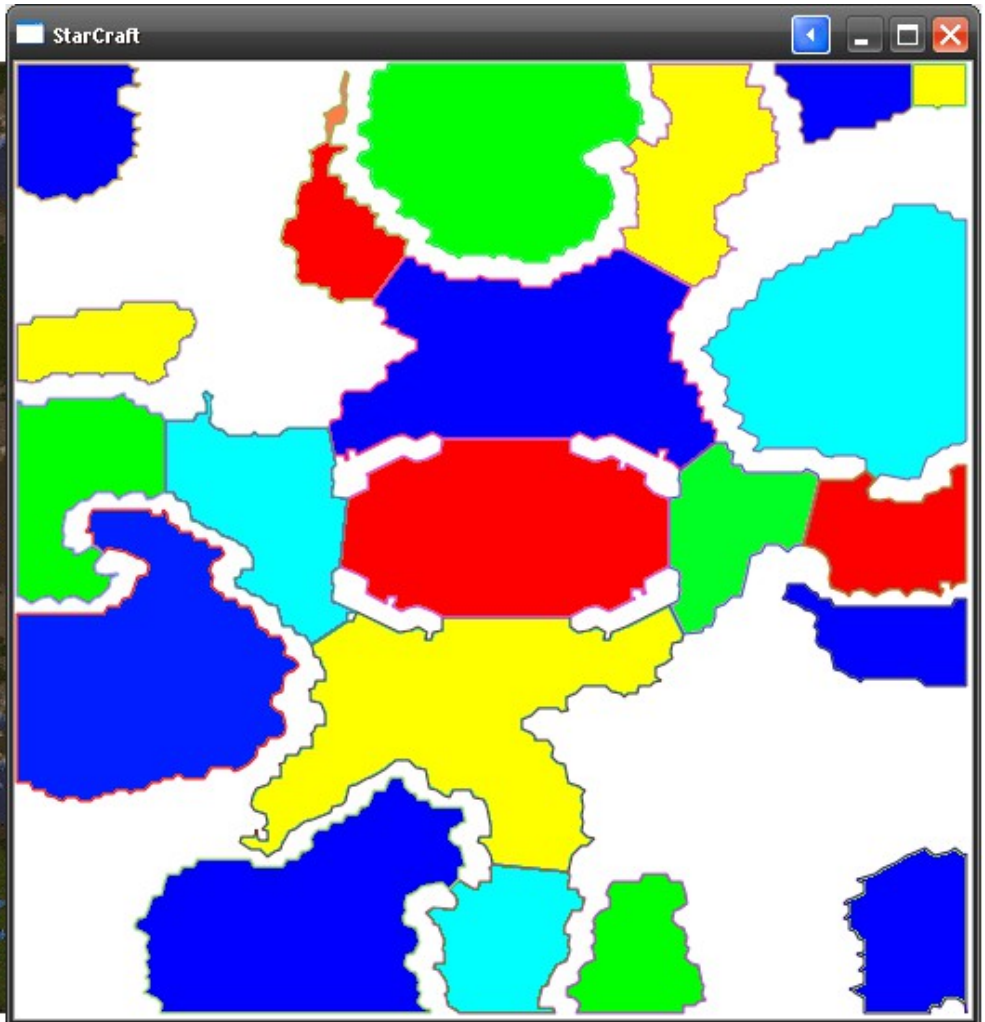


Zerg Larva

25/25

MENU





System osobowości - cele

- Różnorodność
 - Style gry
 - Umiejętności
- Dostosowywanie poziomu trudności
- Uniwersalność
- Kontrola zachowań

System osobowości - cele

- Różnorodność
 - Style gry
 - Umiejętności
- Dostosowywanie poziomu trudności
- Uniwersalność
- Kontrola zachowań

Idea

- Identyfikacja typowych zadań
 - Budowa jednostek
 - Atakowanie bazy przeciwnika
 - Budowa fortyfikacji
 - Zakładanie nowych baz
- Polityki
 - Opisują sposób wykonania zadania
 - Rozróżnienie czynności wykonywanej po raz pierwszy, od tej powtarzanej
 - np. pierwszy atak a kolejne ataki

Przykładowe polityki

- Tworzenie robotników
 - Ilość konieczna do zakończenia otwarcia
 - Docelowa ilość
 - Szybkość tworzenia
- Atakowanie przeciwnika
 - Kiedy należy przeprowadzić atak
 - Kiedy można przeprowadzić atak
 - Siła armii

Warunki

- Proste warunki liczbowe
 - Ilość <czegoś>
 - Robotników, wież, zasobów, itd.
 - Czas który upłynął od <czegoś>
 - Początek gry, ostatni atak, ostatnie utworzenie bazy
- Abstrakcyjne warunki
 - Bycie zaatakowanym
 - Końcowa faza gry
 - “Konieczność dziejowa” - powody strategiczne

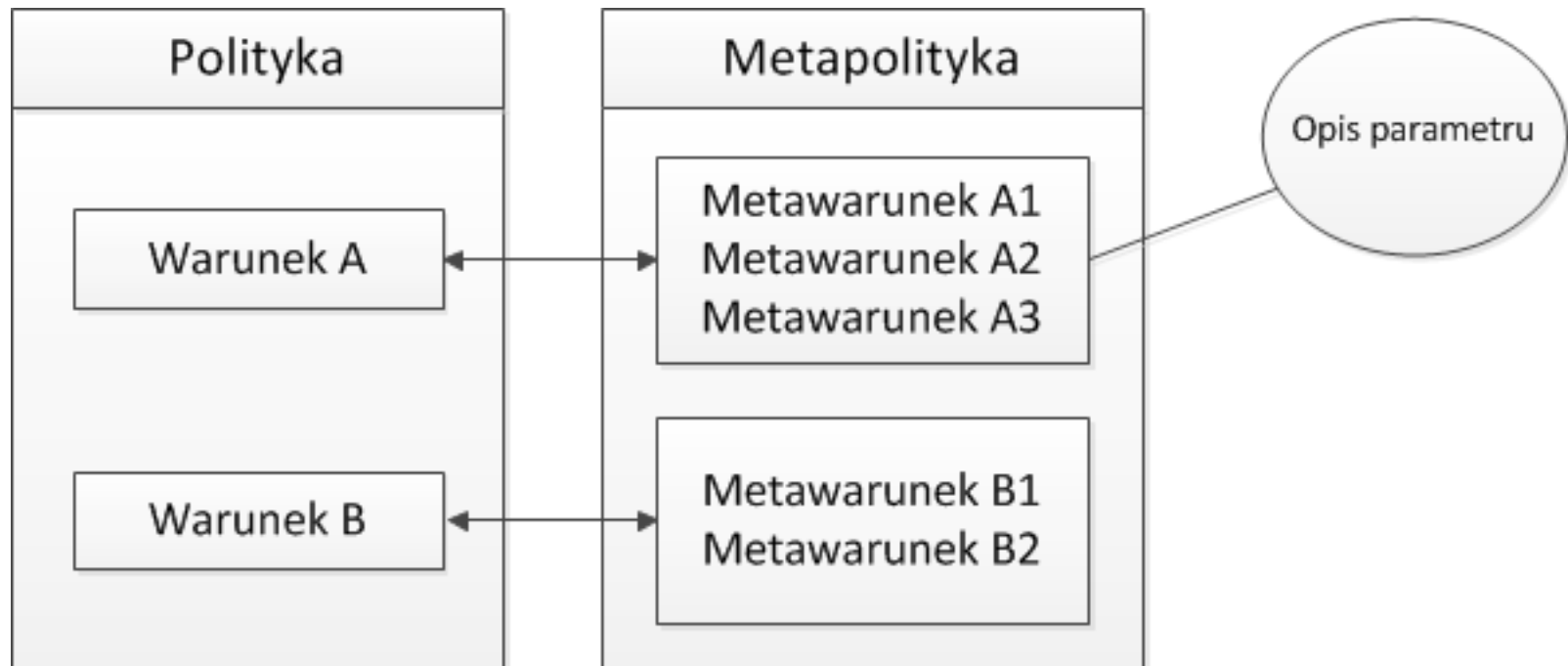
Warunki (cd)

- Warunki odnoszące się do świata gry
 - Ilość jednostek posiadanych przez przeciwnika
- Złożone warunki
 - Łączenie prostych warunków spójnikami logicznymi
- Normalizacja

Profil

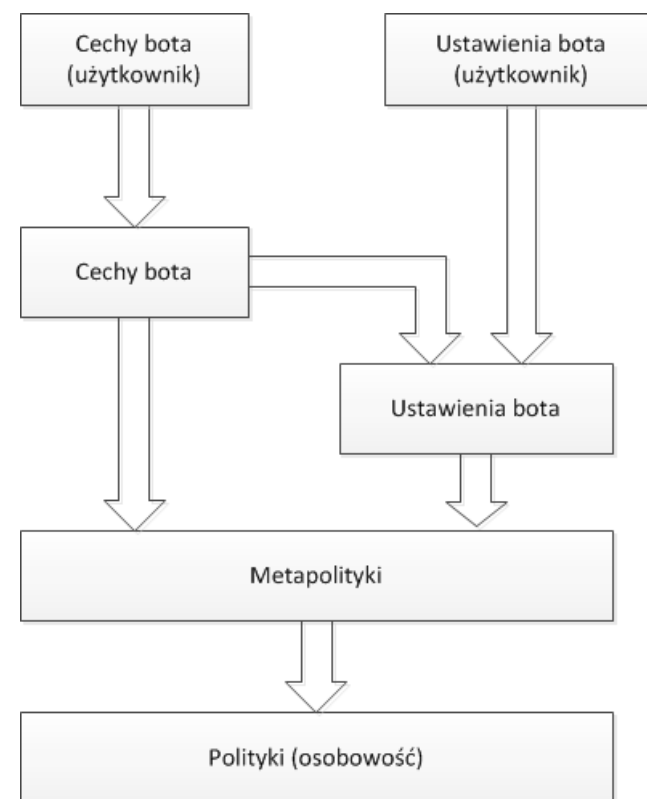
- Wyróżniona polityka
- Opisuje ogólne właściwości bota
 - Odwaga
 - Ekspansywność
 - Ilość/jakość
 - Preferencje wobec jednostek
 - ...

Budowa systemu



Tworzenie osobowości

- [Zdefiniowanie metapolityk]
- Ustawienie wybranych cech i ustawień przez użytkownika
- Uzupełnienie cech
- Uzupełnienie ustawień
- Tworzenie polityk



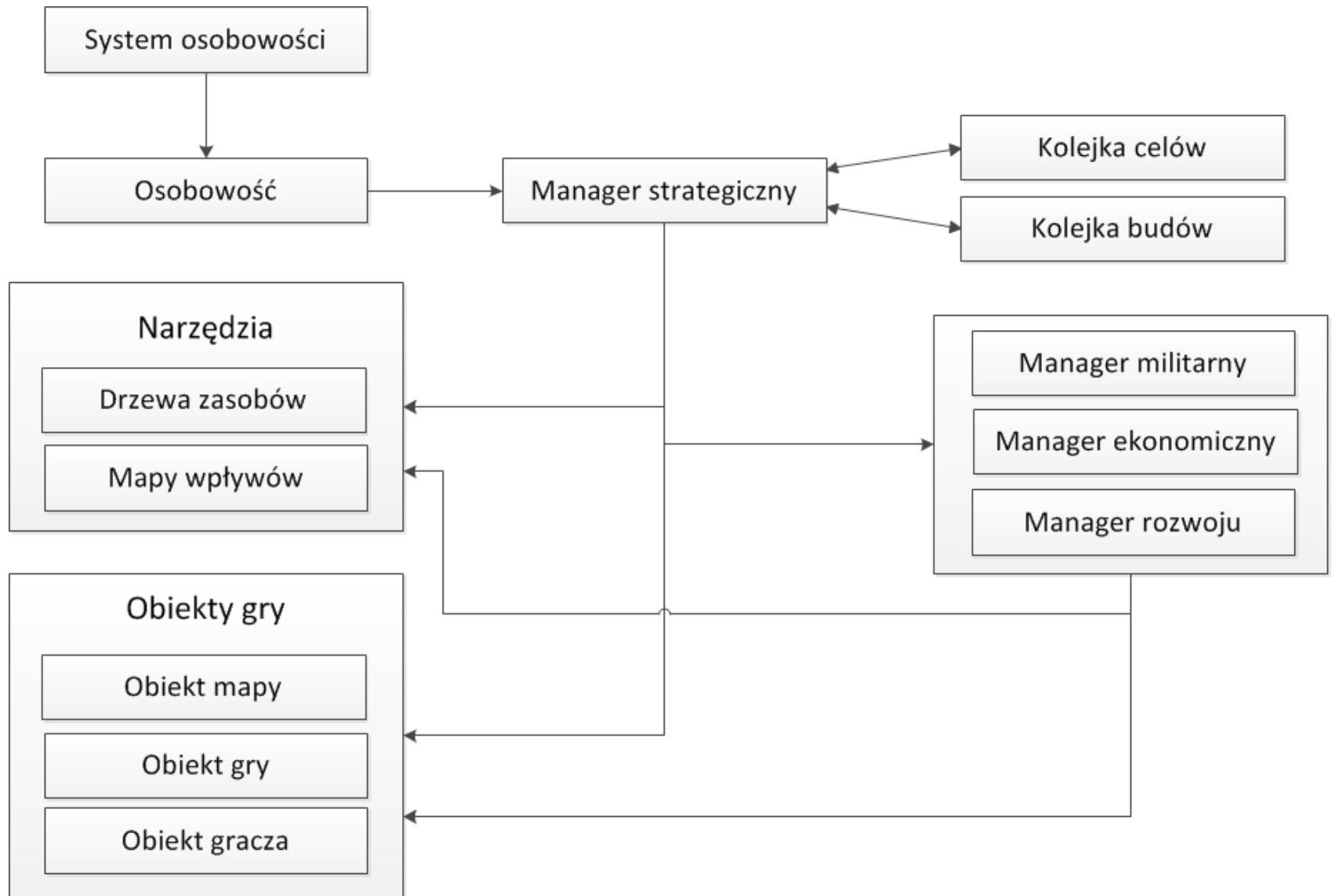
Wykorzystane cechy bota

- Poziom trudności
- Agresywność
- Obrona
- Ilość/jakość
- Ekonomia
- Technologia
- Ekspansywność
- Szybki rozwój
- Tworzenie Spire

Wykorzystane polityki

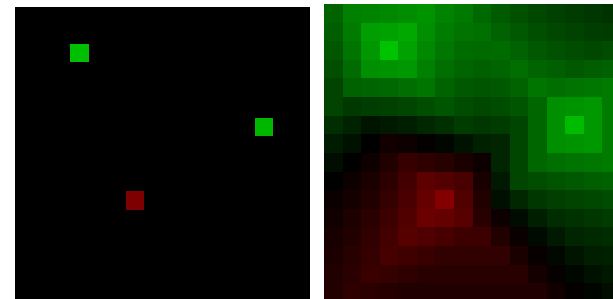
- UNITS
- BASE_FORTIFICATION
- RESOURCE_BASE_FORTIFICATION
- RESOURCES_BASES (F,N)
- ATTACK_ENEMY (F,N)
- RESEARCH_TECH (F,N)
- BUILD_HATCHERY (F,N)

Struktura bota



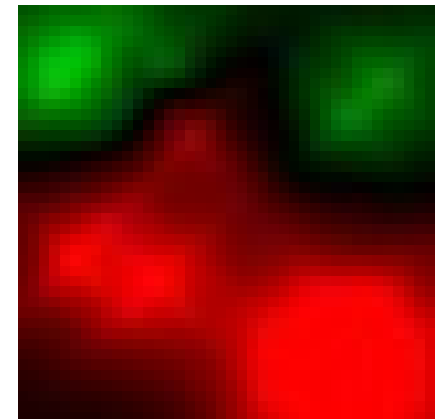
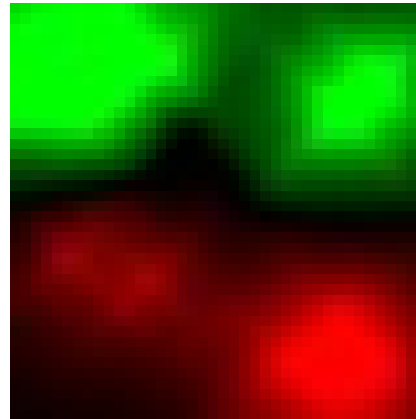
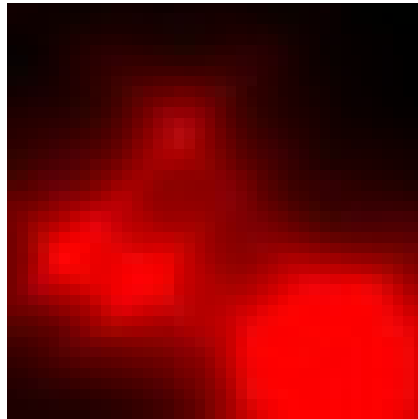
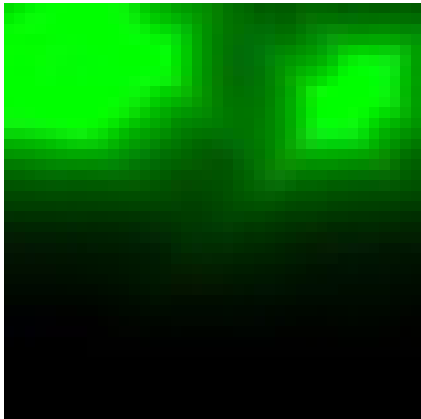
Mapy wpływów

- Tworzenie
 - Dodanie jednostkowych informacji o świecie
 - Rozmycie
 - Uwzględnianie ukształtowania terenu
- Zastosowanie
 - Poglądowe informacje o świecie
 - Strefy wpływów
 - Centrum bazy/armii



Mapy wpływów

- Zmiana wag



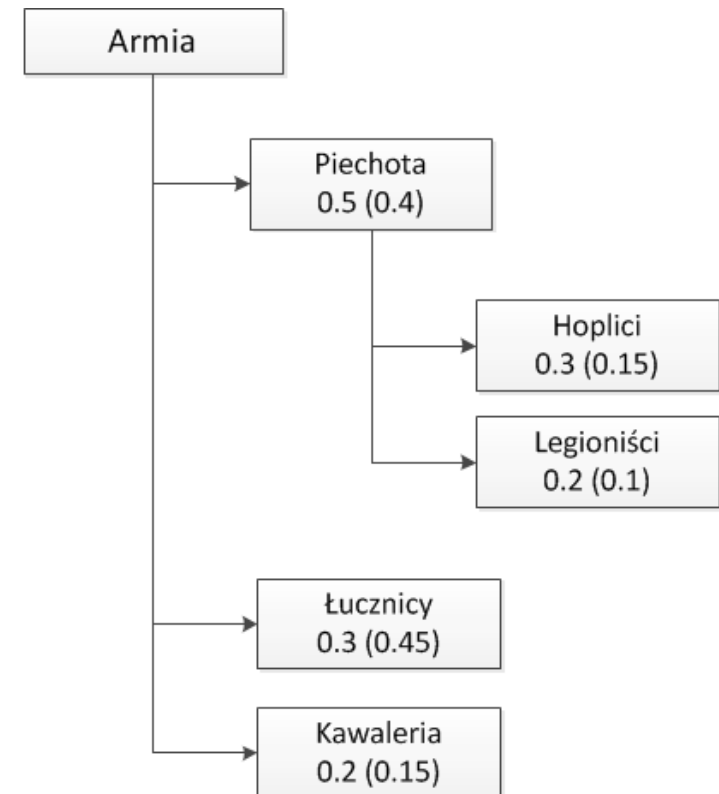
Drzewa zasobów

- Tworzenie

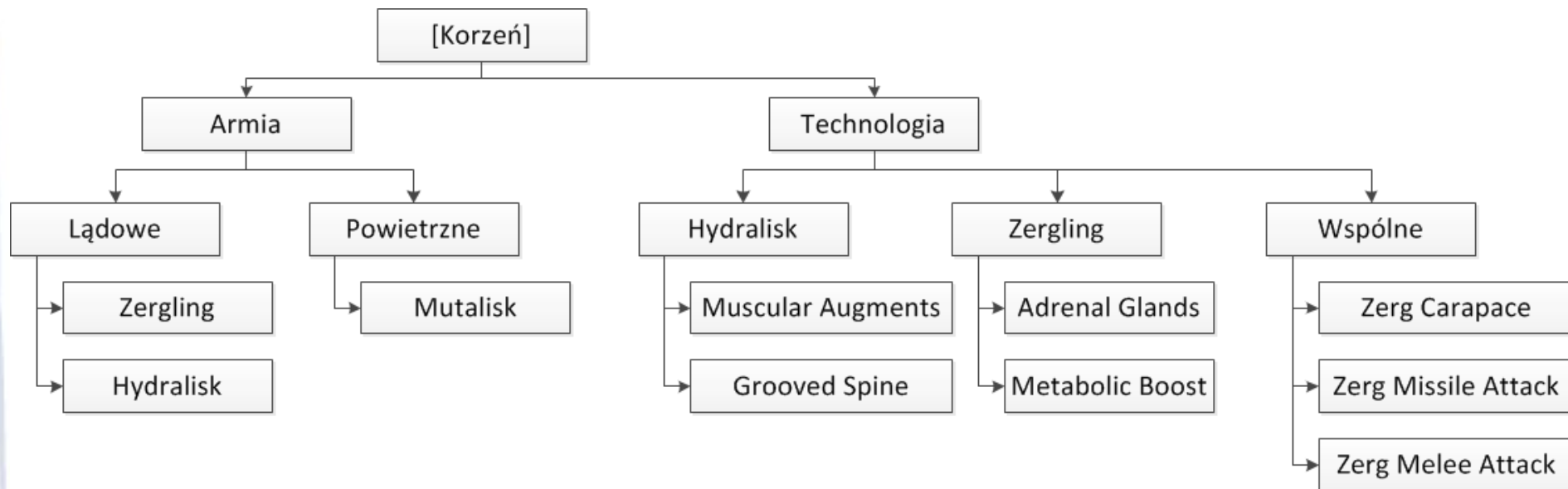
- Określenie struktury
- Aktualizacja liści
- Aktualizacja węzłów wewnętrznych

- Zastosowanie

- Wybór tworzonych obiektów
- Dodatkowe informacje o przebiegu gry
 - np. efektywność jednostek



Drzewa zasobów



Cele

- Typ
 - BUILD_UNIT, BUILD_BUILDING, MORPH_BUILDING
 - RESEARCH_TECH
 - GATHER_ARMY
 - REACH_LOCATION
 - SECURE_LOCATION
- Priorytet
- Podcele
 - Kontener celów (“zbuduj wieżę”)
 - Cel abstrakcyjny (SECURE_LOCATION)
- Blokowanie

Kolejka celów

- Cele rozpatrywane jeden po drugim
- Powiązanie z kolejką zleceń
- Przeglądanie istniejących celi
- Możliwe ulepszenia
 - Efektywniejsze planowanie i wykonywanie
 - Usuwanie nieaktualnych celi
 - Dynamiczne priorytety
 - Obliczane przy dodawaniu celu
 - Modyfikowane w razie potrzeby

Wyniki

- Modelowanie strategii
 - Wiedza ekspercka
 - Wysokopoziomowe zadania
 - Ogólne określanie ilości
 - “z dwie, trzy grupki”
 - Zdefiniowana początkowa faza gry
 - Wnioski
 - Myślenie w kategoriach 'zadań' wydaje się rozsądne
 - Brak możliwości dokładnej kontroli np. typów jednostek czy technologii (osobna polityka?)
 - Potrzeba głębszej analizy gry i adaptacji
 - np. założenie bazy przez przeciwnika

Wyniki

- Testowanie efektywności
 - Gra z natywnym botem Starcrafta
 - Wnioski
 - Duże różnice pomiędzy rasami
 - Definiowanie osobnych metapolityk dla poszczególnych ras

Rasa przeciwnika	Pierwsza seria	Druga seria
Zerg	8	9
Protoss	7	9
Terran	3	8

Wyniki

- Testowanie wiarygodności
 - Zagadnienia
 - Czy bot jest wiarygodny?
 - Czy różnorodność botów jest dostrzegalna?
 - Metoda
 - 4 boty (referencyjny i 3 testowe)
 - 5 meczy
 - Kwestionariusz (skala Likerta)
 - Podobieństwo do poprzedniej gry
 - Określenie wiarygodności poszczególnych aspektów gry
 - Określenie cech bota

Wyniki

- Testowanie wiarygodności
 - Eksperyment przerwany
 - Bot zbyt łatwy do pokonania
 - Konieczność poprawienia mechanizmów AI
 - Wnioski
 - Relatywność odbieranych wrażeń
 - Słabe ataki w słabe miejsca
 - Warunki relatywne, nie absolutne
 - Naśladowanie graczy

Unreal Tournament 2004

- Deathmatch
 - Time limit, frag limit
- Różne rodzaje broni
 - Tryb podstawowy i alternatywny
 - Ładowanie pocisków
 - Shield Gun
 - Szybkość strzelania
 - Zasięg
 - Trajektoria pocisków
 - Tyb obrażeń

BotPrize

- Zasady
 - 'Judging gun'
 - Obrażenia zmniejszone do 40%
 - 5 botów, 1-2 natywne boty, 6-7 ludzi
 - 3 wybrane mapy
 - 12 meczy po 15 minut

BotPrize - wyniki

Bot	Humanness
Native UT2004 Bot	35.3982
Conscious-Robots	31.8182
UT^2	27.2727
ICE-2010	23.3333
Discordia	17.7778
w00t	9.3023

Most human humans

player	affiliation	humanness %
Mads Frost	IT University Copenhagen	80.0000 %
Simon and Will Lucas	University of Essex	59.0909 %
Ben Weber	UC Santa Cruz	48.2759 %
Nicola Beume	TU Dortmund University	47.0588 %
Minh Tran	Edith Cowan University	42.3077 %
Gordon Calleja	IT University Copenhagen	38.0952 %
Mike Preuss	TU Dortmund University	35.4839 %

Most human bots

bot name	humanness %
ICE-CIG2011	37.5000 %
NeuroBot	35.7143 %
Conscious-Robots	26.6667 %
UT^2	21.4286 %

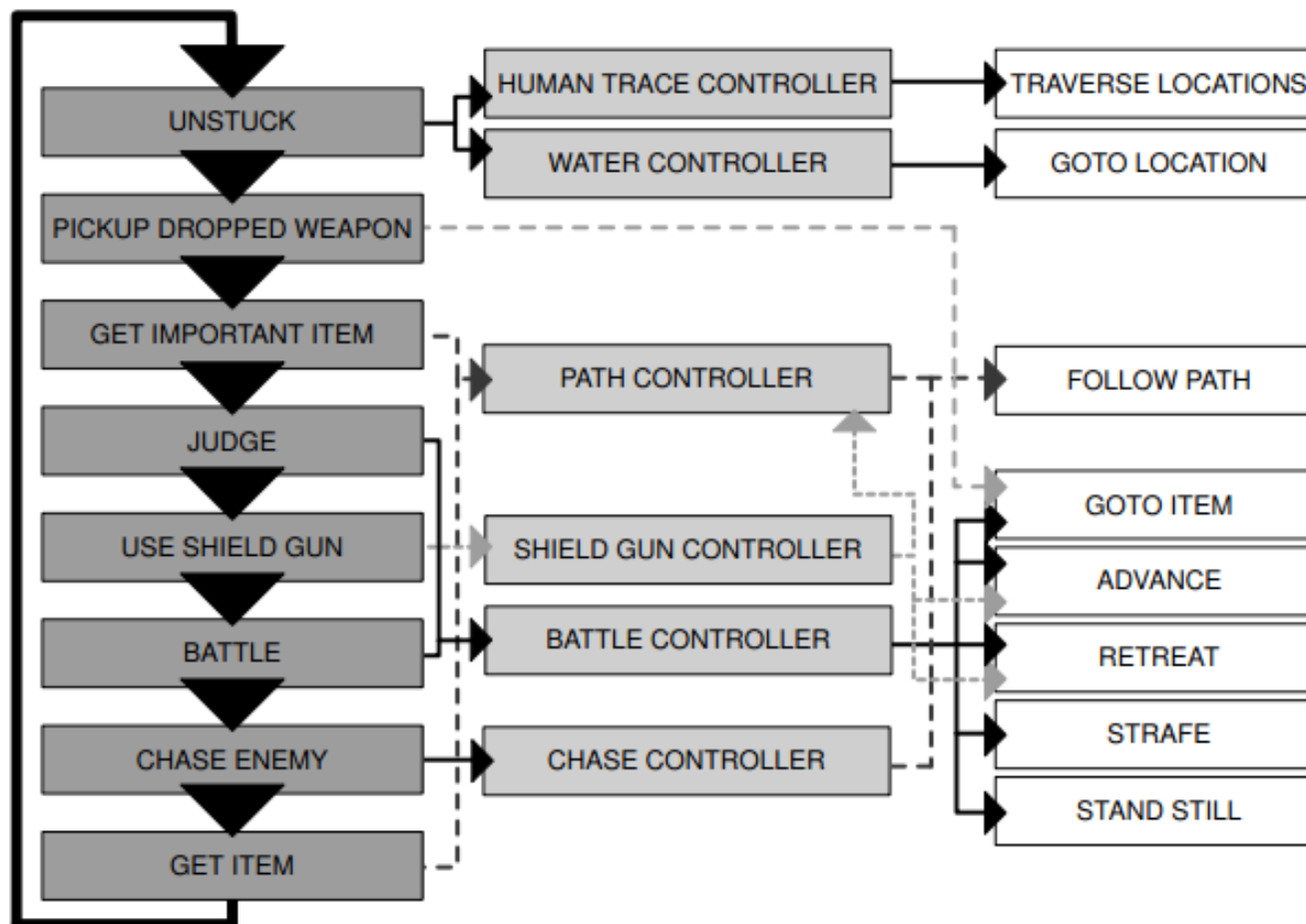
Most human humans

player name	humanness %
KyeongJong Lee	66.6667 %
Daniel Beard	60.0000 %
HyunSoo Park	50.0000 %
Mike Preuss	50.0000 %
Geoffrey Hingston	20.0000 %

UT²

- Schrum, Karpov, Miikkulainen
- Drugie miejsce w konkursie (2010)
- Neuroewolucja, EMO (Evolutionary Multiobjective Optimization)

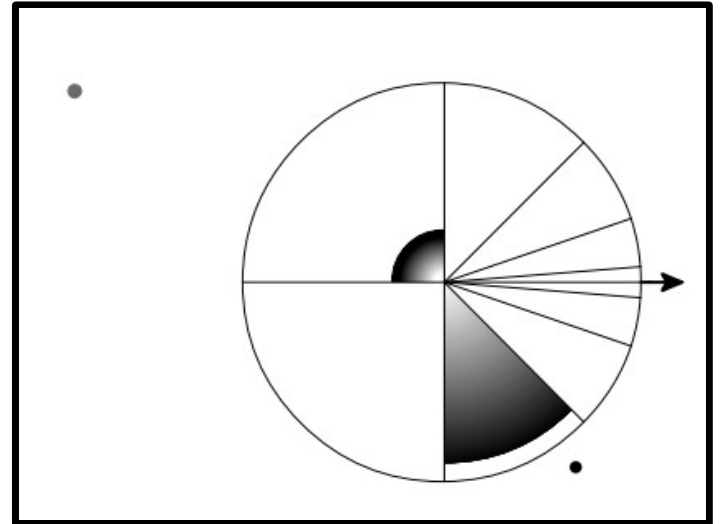
UT² - budowa



UT² – kontroler walki

Wejście:

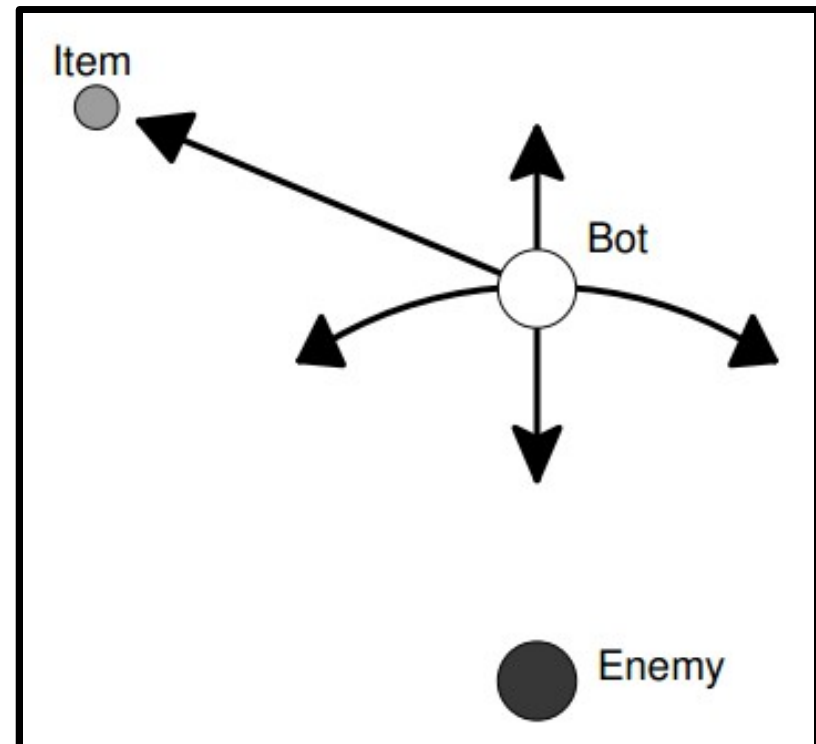
- 10 sensorów przeciwnika
- 22 sensory geometrii mapy
- sensory 'muszki', przyjmowania obrażeń, ruchu, strzelania, zadawania obrażeń, krawędzi
- 8 sensorów broni (czy snajperska, obrażenia, szybkość itp.)
- 6 sensorów najbliższego przedmiotu
- 4 sensory najbliższej apteczki



UT² – kontroler walki

Wyjście:

- 6 wyjść dla różnych rodzajów ruchu
- Czy skakać?
- Czy strzelać?
- Który tryb broni?



UT² – filtrowanie akcji

- Poruszanie się
 - Nie skaczemy jeżeli stoimy w miejscu
 - Nie podchodzimy zbyt blisko przy broni dalekiego zasięgu
 - Nie idziemy po przedmioty których nie potrzebujemy
- Używanie broni
 - Celowanie
 - Dodanie szumu
 - Przewidywanie położenia
 - Uwzględnienie trajektorii
 - Broń automatyczna – wymuszanie serii
 - Ładowanie pocisków – sztuczne przetrzymywanie
 - Ograniczenie dostępnych broni na podstawie odległości

UT² - ewolucja

- Funkcje przystosowania
 - Zadane obrażenia
 - Celność (trafienia/ilość strzałów)
 - Otrzymane obrażenia
 - Kolizje z planszą
 - Kolizje z agentami
- Meta funkcja - różnorodność

UT² - wyniki

- Błędy
 - Strzelanie do przedmiotów (bot)
- Mierzenie z broni snajperskiej
 - Długotrwałe, ignorowanie otoczenia (człowiek)
 - Krótkotrwałe (bez wpływu)
- Kolizje z planszą
 - Niepotrzebne kolizje, nawet jeżeli pojedyncze (bot)
- Sędziowanie
 - Brak reakcji na próby oceniania (bot)
 - Poprawne ocenianie (człowiek)
 - ... choć zwycięzca nie oceniał

UT² - pomysły

- Uczenie
 - Szerszy zakres botów
 - Szerszy zakres map
- 'Świadomość' przeciwników
- Imitacja
 - Sensory stanu przeciwnika
- Wyodrębnienie podzadań
 - Szybsza nauka
 - Wymagana wiedza ekspercka

Human Trace Controller

- Element UT²
- Rozwiązywanie artefaktów nawigacyjnych
- Baza 'ludzkich' ścieżek
- Nawigacja w UT2004
 - goTo()
 - Navigation graph

HTC - dane

- Nagrywanie gier

- Death match
- Judging match
- Uzupełnianie 'rzadkich' obszarów

Level	Unique Players	Events	Pose Samples
Colosseum	6	4318	40474
GoatswoodPlay	7	6085	40961
IceHenge	4	8927	29736
Total	17	19330	111171

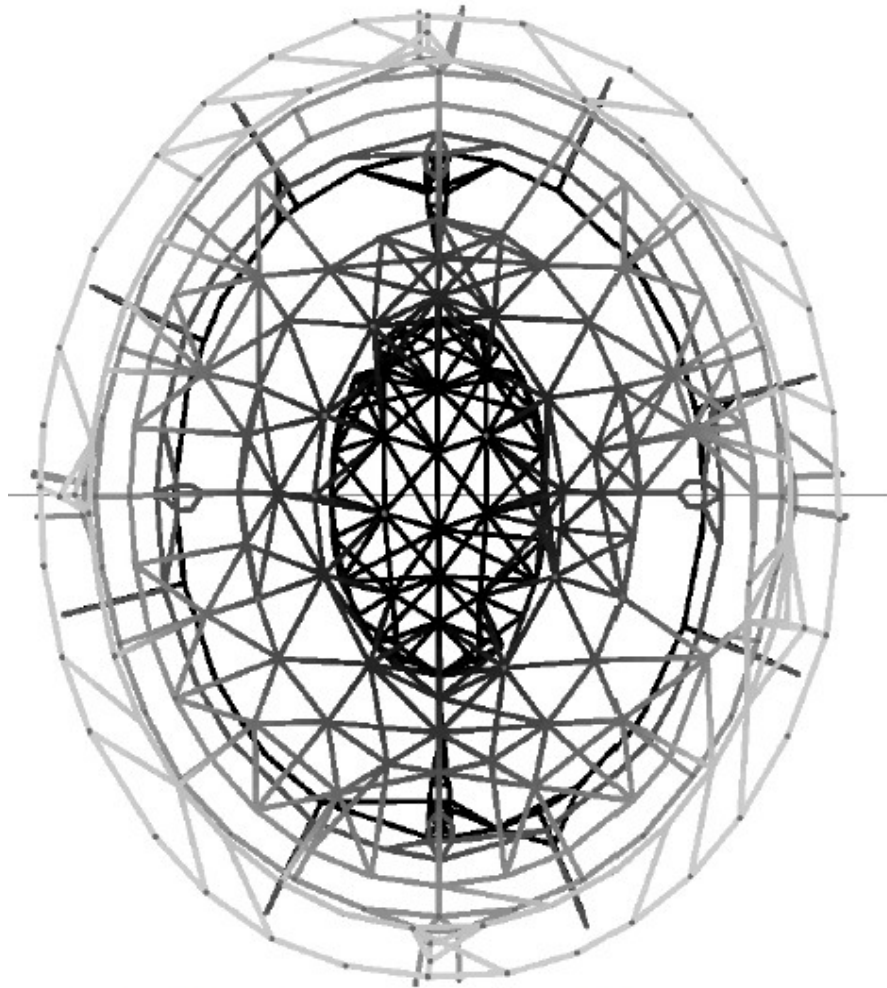
- Zebrane dane

- Pozycja (położenie, orientacja, prędkość, przyspieszenie)
- Zdarzenia (skoki, doznawanie obrażeń)

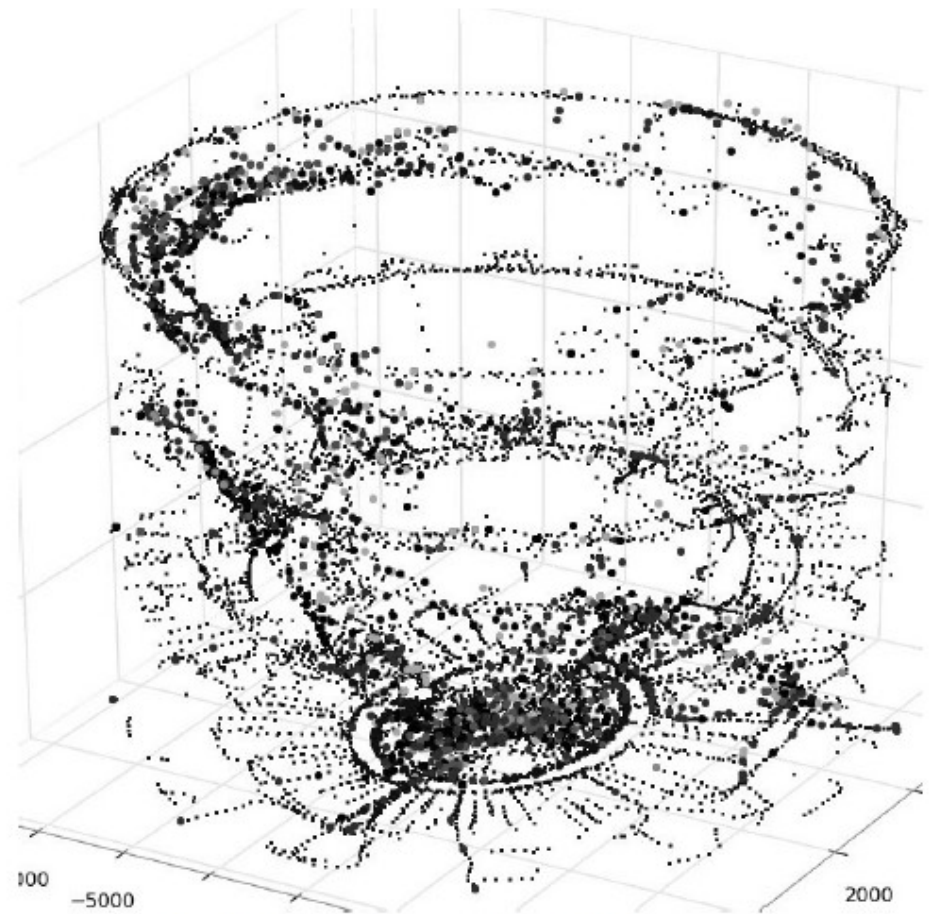
- Indeksowanie

- Octree, kd-tree

HTC - dane



(a) Navigation graph for Colosseum



(b) Human traces for Colosseum

HTC - konflikty

- Wykrywanie konfliktów
 - COLLIDING - zderzenia ze sceną
 - BUMPING - zderzenia z obiektami
 - SAME_NAV - pozostawanie w jednym obszarze
 - STILL - pozostawanie w jednym miejscu
 - OFF_GRID - duża odległość od siatki

HTC – konflikty

- Rozwiązywanie konfliktów
 - Nowa ścieżka
 - Wybór punktu startowego
 - Najbliższy
 - Losowy
 - Kontynuacja ścieżki
 - Warunki
 - Ścieżka jest “świeża”
 - Bot jest odpowiednio blisko
 - Brak przerw w ścieżce
 - Wybranie kolejnego punktu
 - Interpolacja między punktami

HTC - wyniki

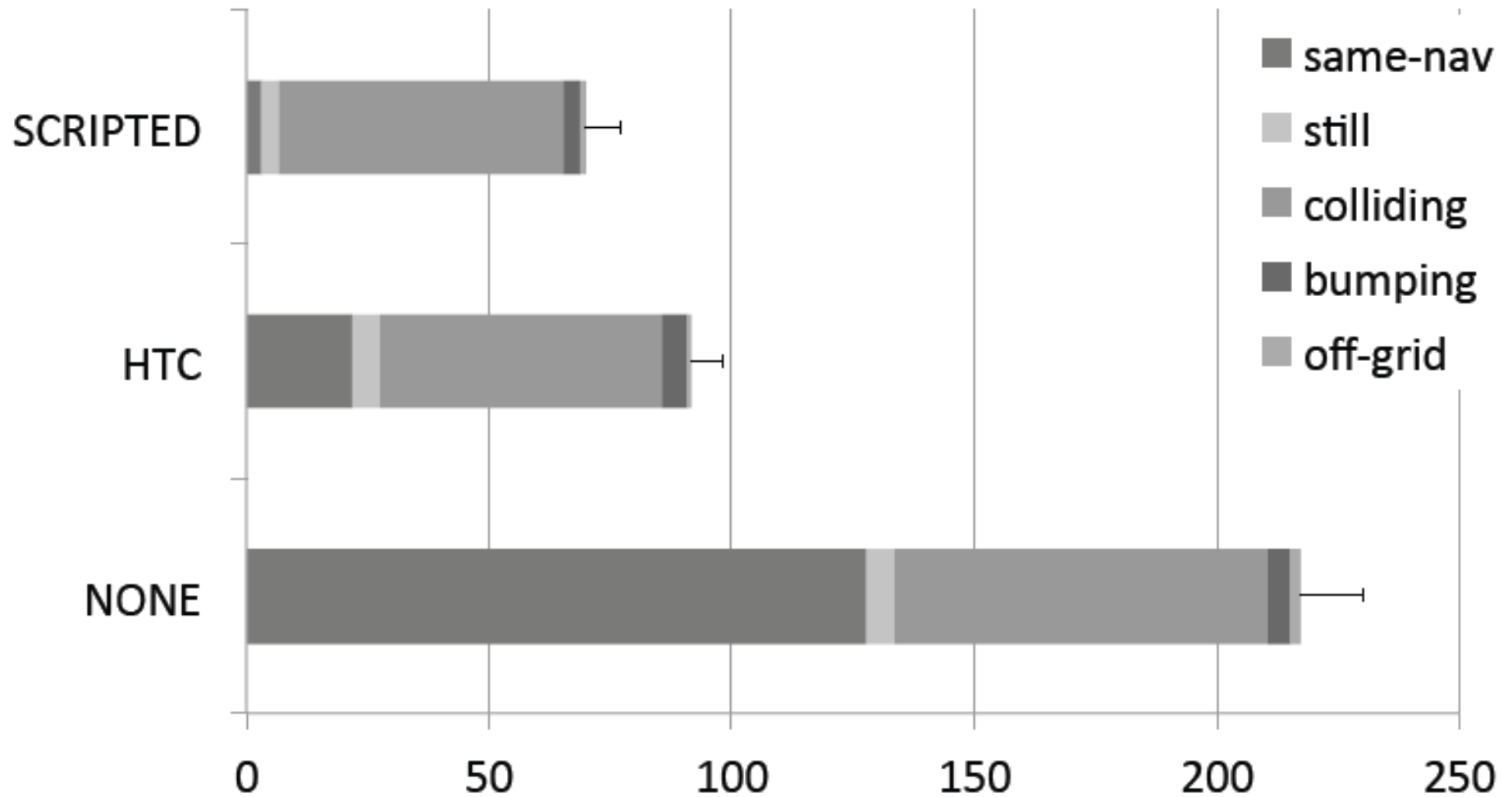
- Problemy
 - Gęstość danych
 - Różnice między botami a ludźmi
 - Postrzeganie środowiska
 - Różnice w sposobie kontrolowania
 - Różnice w zachowaniach (?)
 - Np. niewielkie przeszkody
 - Cechy środowiska
 - Woda
 - Modyfikuje prędkość poruszania
 - Wykorzystywana jako zasłona oraz do ucieczki

HTC - poprawki

- Scripted unstuck controller
 - Brak ścieżek lub ich niepoprawność
 - Eksploracja
- Filtrowanie ścieżek
 - Wybranie tylko gładkich fragmentów

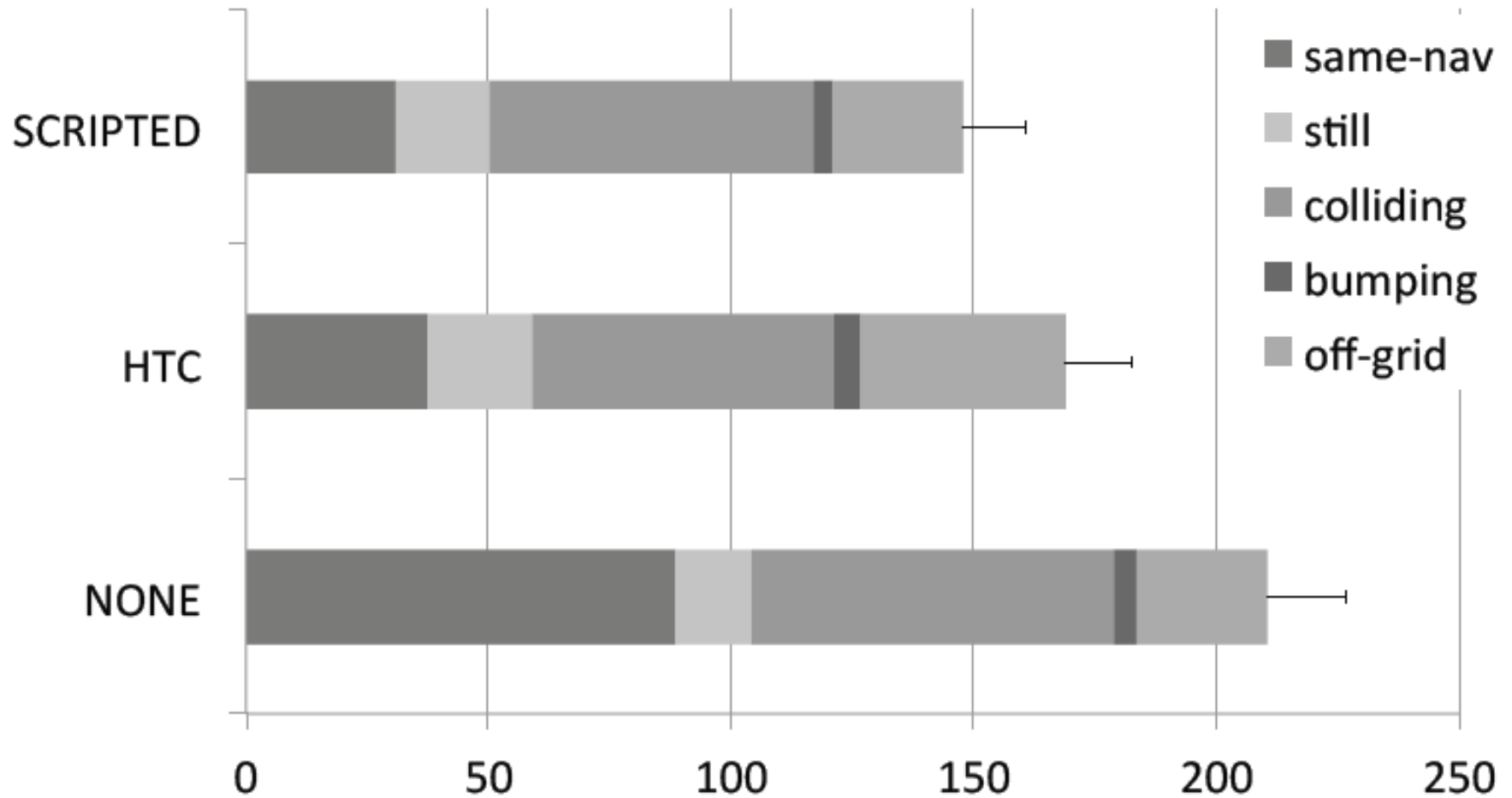
HTC - wyniki

Collisions on Colosseum

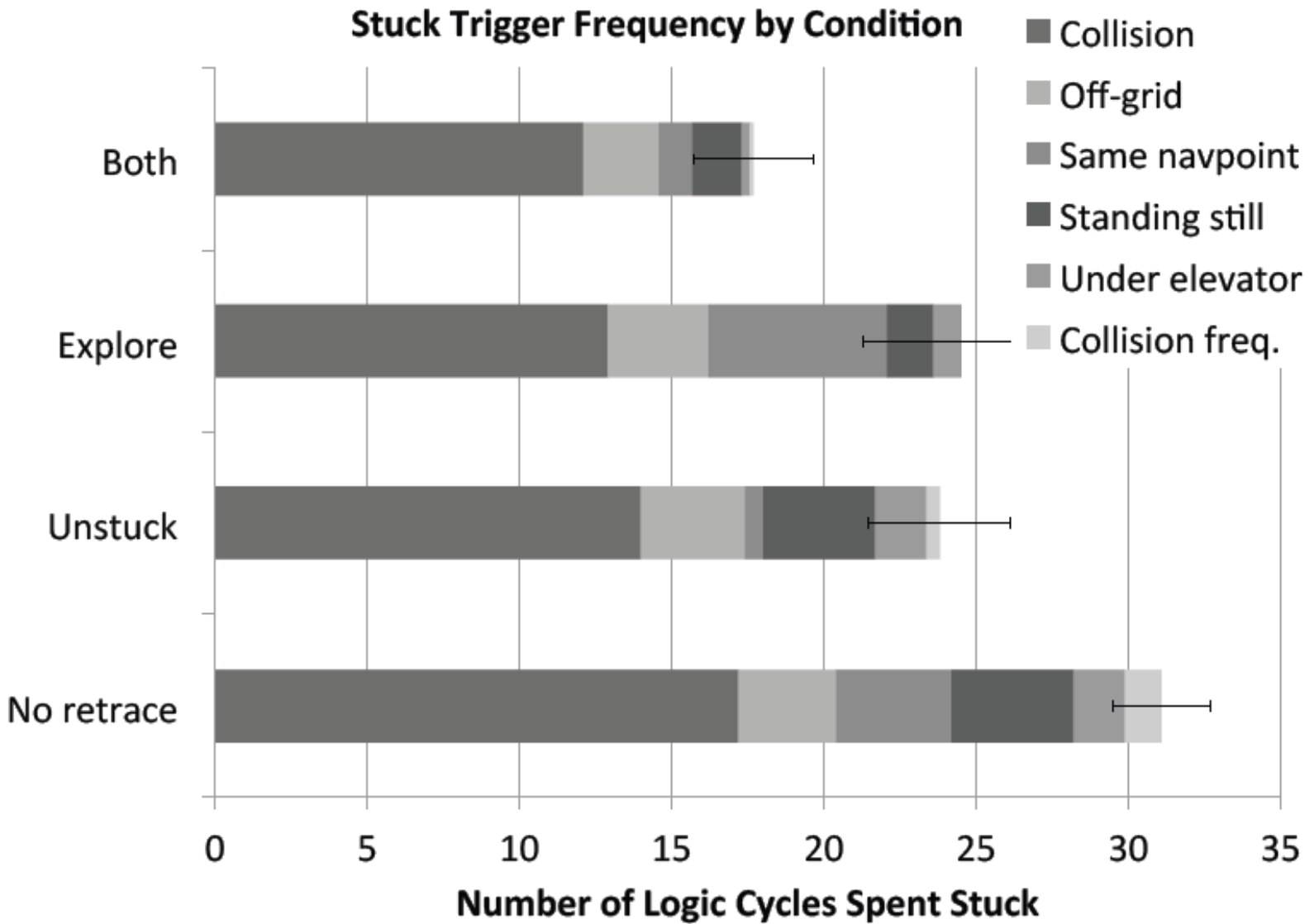


HTC - wyniki

Collisions on GoatswoodPlay



HTC - wyniki



HTC – future work

- Poprawa siatki nawigacyjnej
- Generalizacja rozwiązywania konfliktów
 - Egocentryczne sensory
 - Uczenie zamiast indeksowania
- Mapowanie akcji człowiek-bot
 - Unikanie pocisków?
- Ocena wiarygodności
- Przewidywanie ruchu przeciwnika