

Jak řídit živoucí svět v počítačové hře

Petr Smrček

Warhorse Studios

2018



Kingdom Come: Deliverance

- RPG
- Open world
- Realističnost
- Posázaví

- CryEngine



KCD: AI challenge

- ~600 současně aktivních NPC
- Zaměstnání, domov, denní cyklus
- Reakce



Agenda

- Navigace
- Percepce
- Behaviorální stromy
- Vazby mezi objekty

- Optimalizace světa
- Přesnost vs. zábava



Navigace



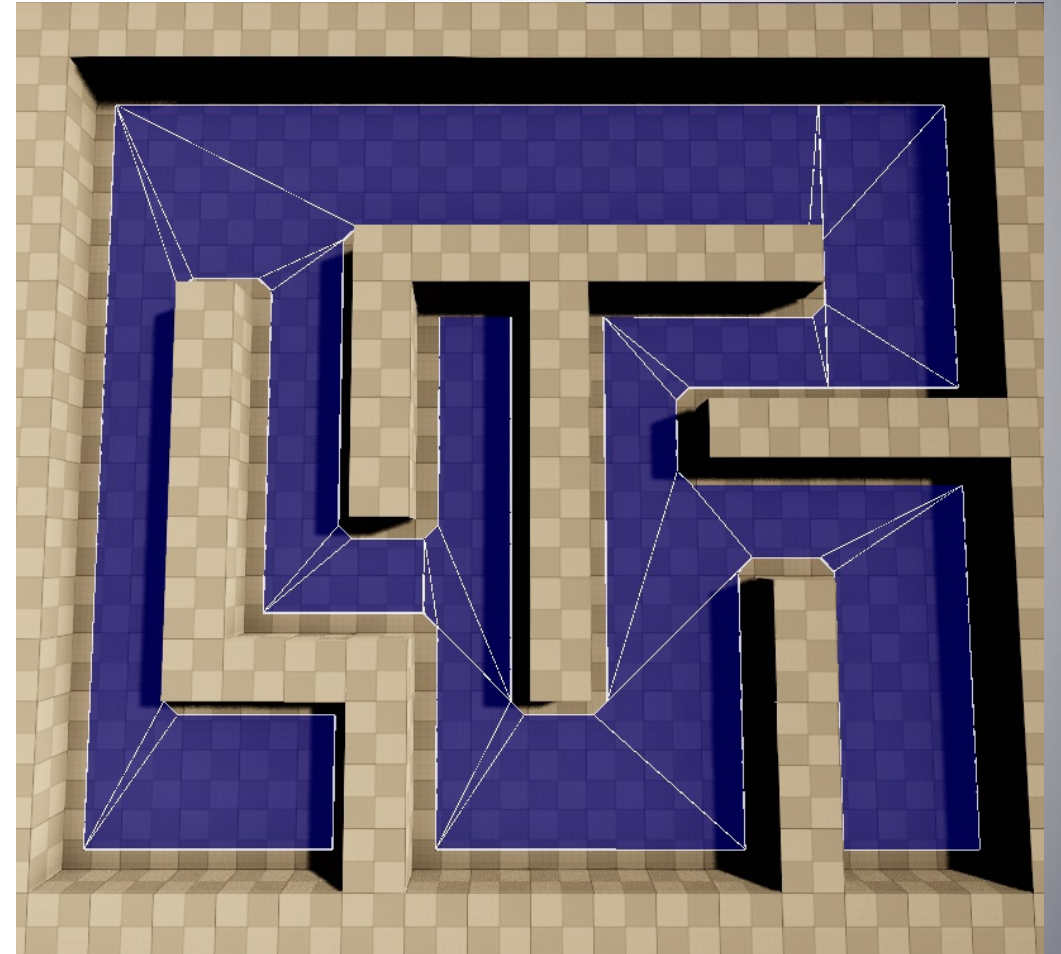
Pohyb

- Pohyb z bodu A do bodu B
- Překážky
 - Zed'
 - Les
 - Prudký svah
- Ostatní NPC



Navmesh

- Predpočítaná struktura
- Speciální podlaha
- Mezera u stěn
 - Šířka NPC
- Standardní řešení
- ~100 MB (4x4 km)
- ~1.5h výpočet



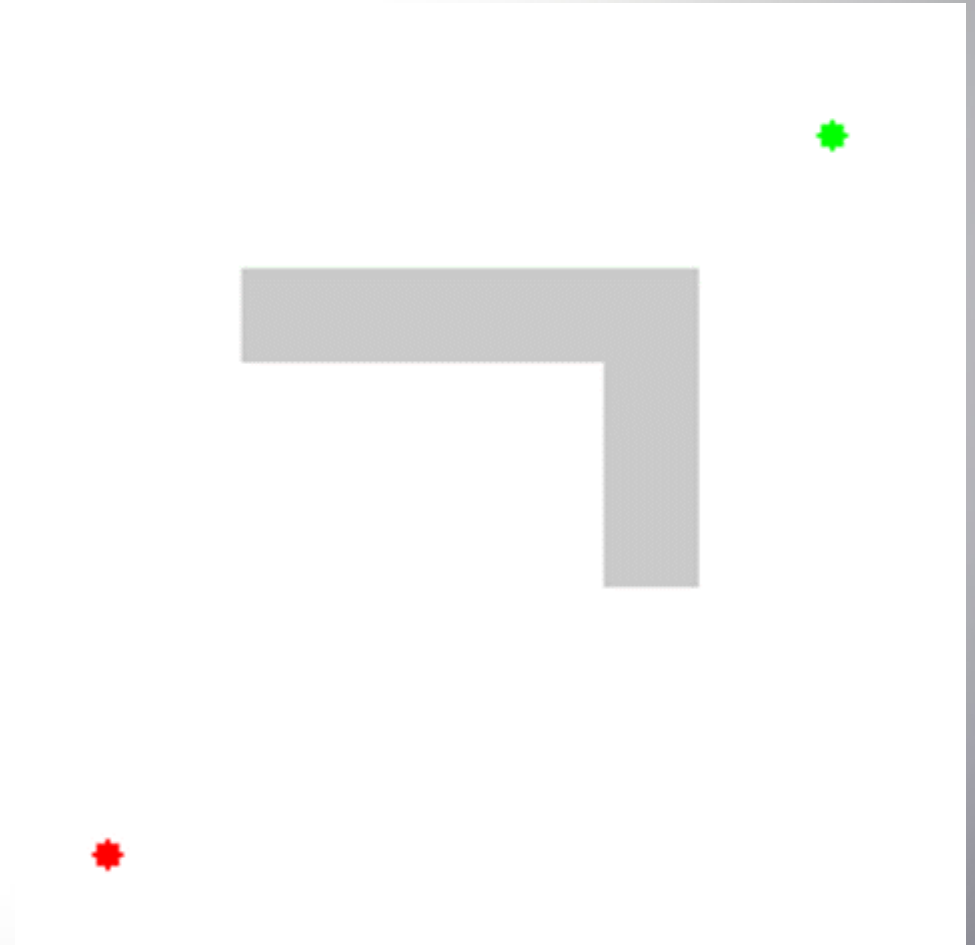
Pathfinding

- Nalezení nejkratší cesty v grafu
 - Váhy hran – vzdálenost
 - Euklidovský prostor
- Algoritmus A*
 - Vychází z Dijkstrova algoritmu



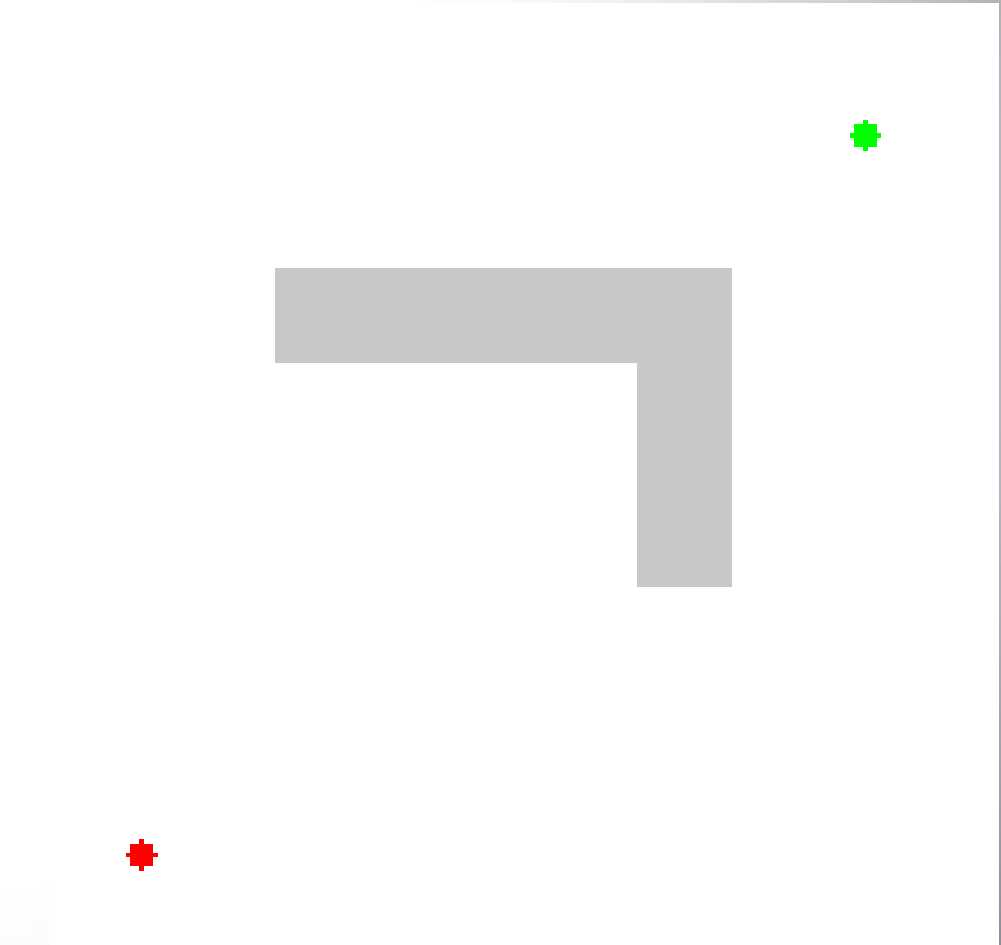
Dijkstrův algoritmus

- Nejkratší cesta do každého uzlu
- V každém kroku přidá 1 uzel
- Šíří se jako vlna



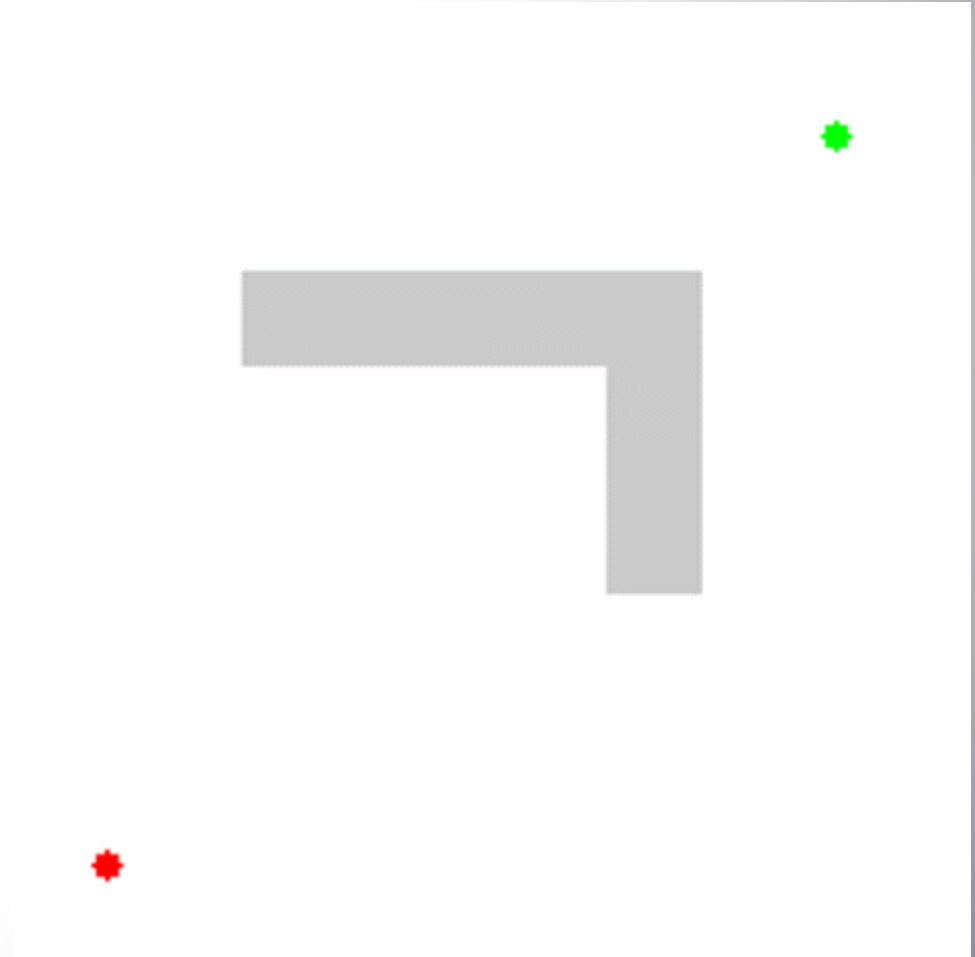
Dijkstrův algoritmus

- Nejkratší cesta do každého uzlu
- V každém kroku přidá 1 uzel
- Šíří se jako vlna



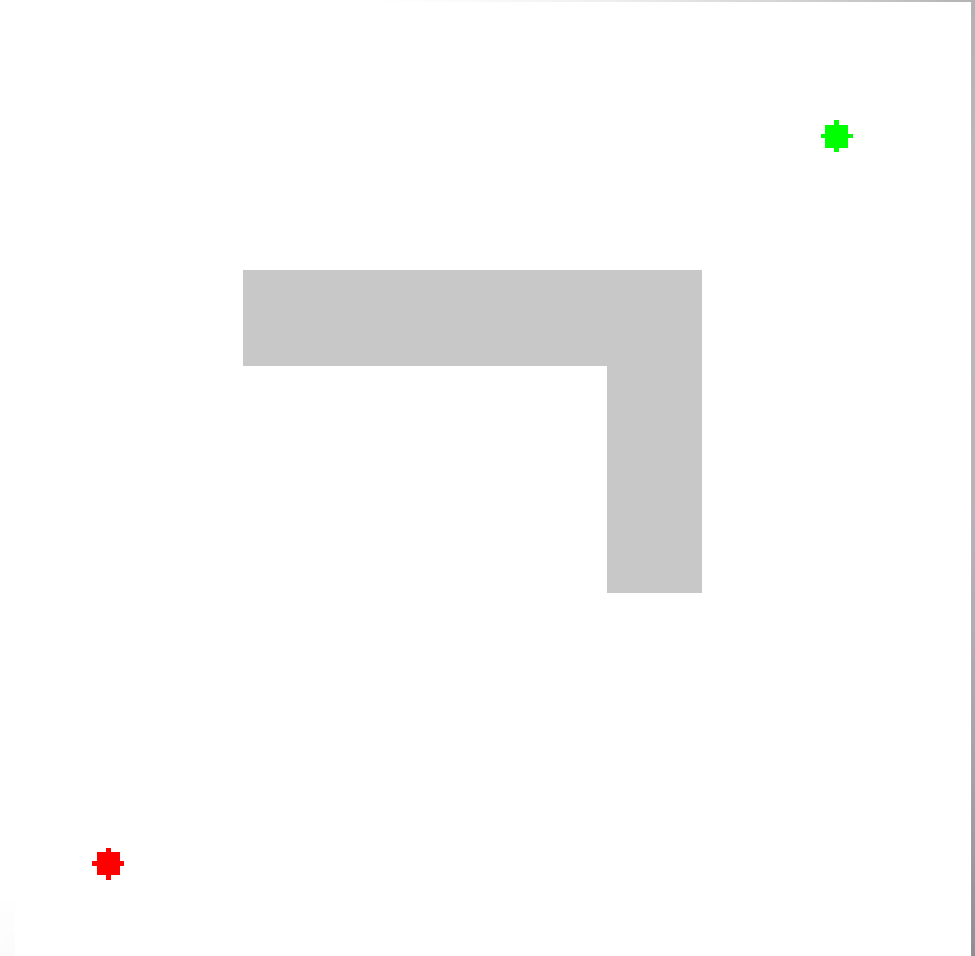
A*

- Navíc heuristika
- Odhad vzdálenosti do cíle



A*

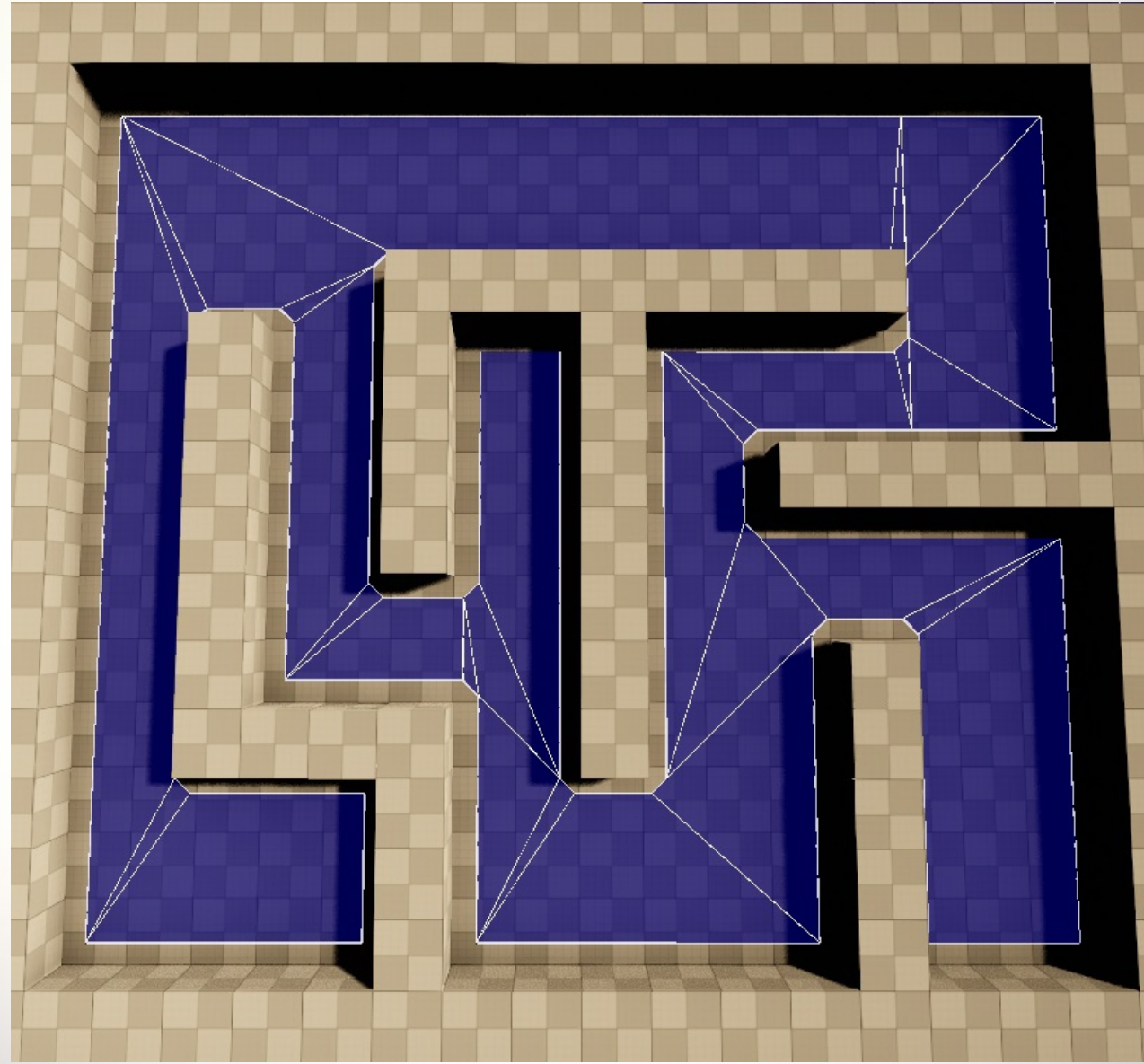
- Navíc heuristika
- Odhad vzdálenosti do cíle



Navmesh: Pathfinding

- A*
- Polygony uzly
 - Alternativně hrany, popř. hybrid





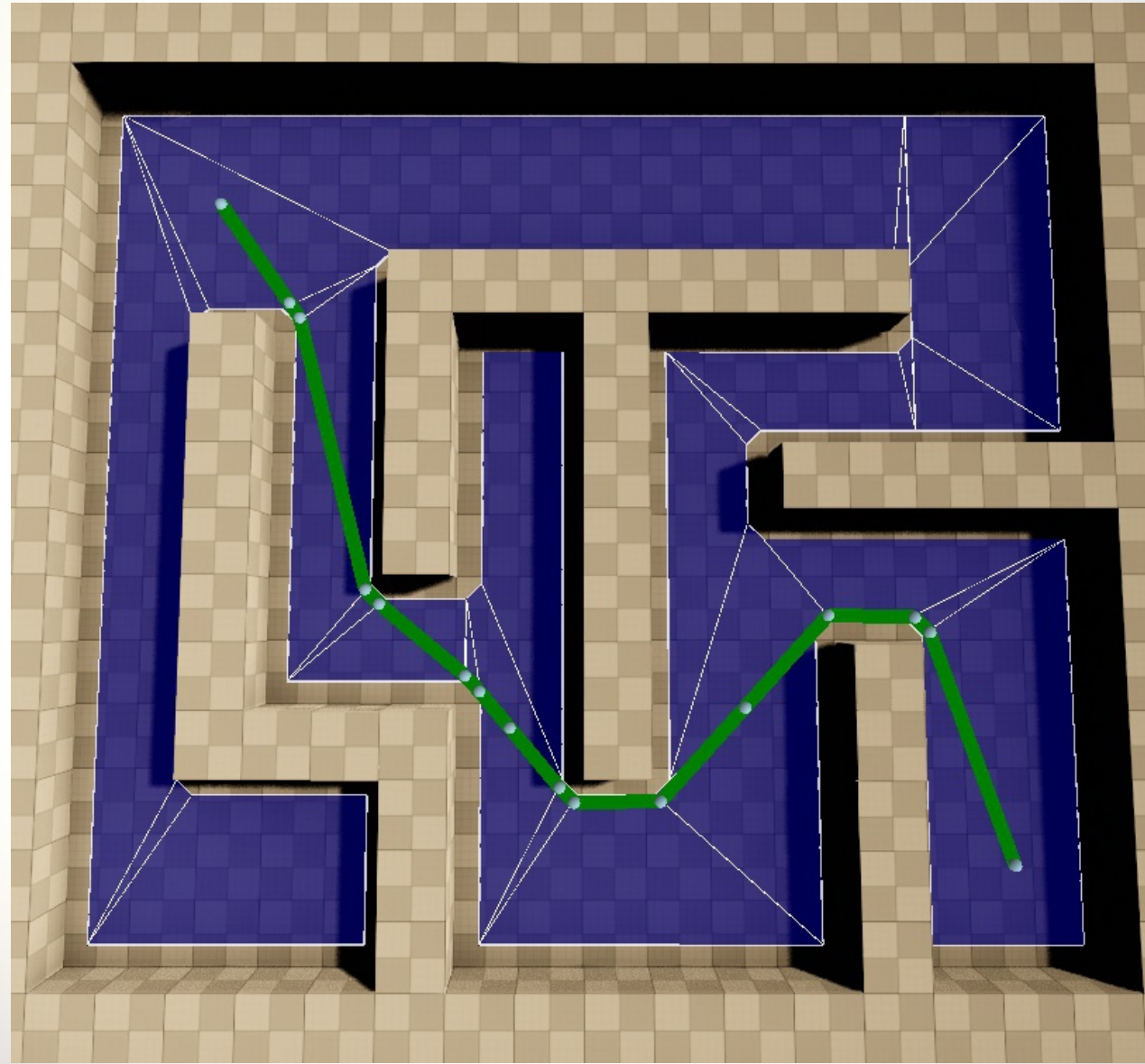


Navmesh: Pathfinding 2

- A* vytvoří tunel
- String pulling

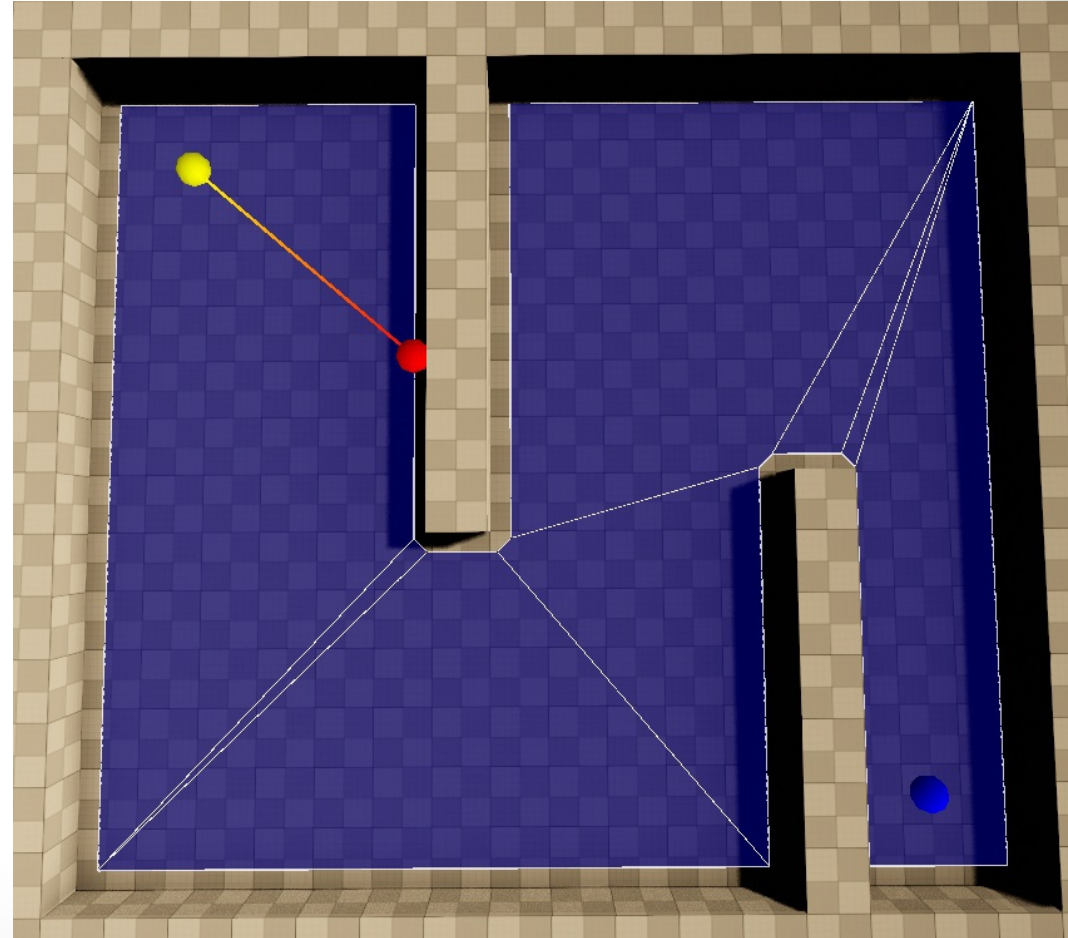






Navmesh: Raycast

- Combat
- Levnější
- Formace



Cesty

- Pouze delší úseky
- Lze zakázat



ORCA

- Pohyblivé překážky
- ~10m okolí
- Dočasně přebere řízení
- Optimal Reciprocal Collision Avoidance



Percepce



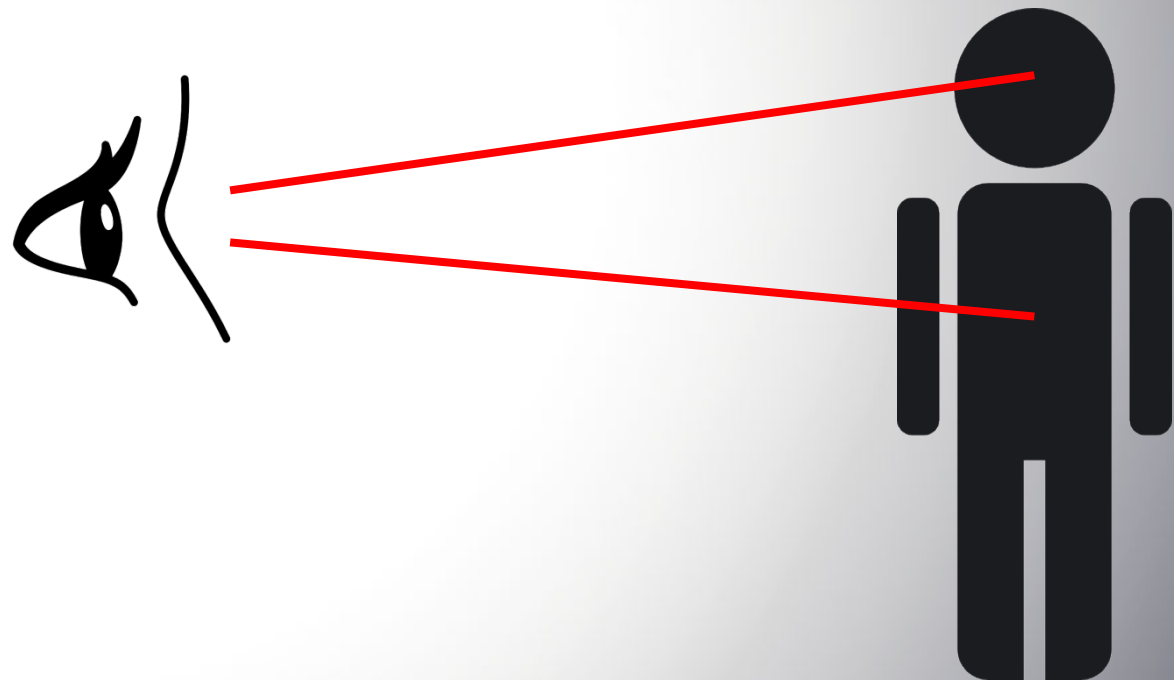
Percepce

- Vnímání NPC navzájem
- Vizuální a sluchová
- Crime system
- Stealth



Zrak

- Výběr nejvýznamějšího cíle
 - Nepřítel
 - Podezřelý
 - Důležitost
- Raycast
- Filtrování
- Čas



Sluch

- Zdroj - akce
- Tlumení prostředím
- Čas



Informace

- Vytvořená percepce
- Sdílení
 - Nahlášení zločinu
 - Křik při panice
- Reputace



Řízení NPC

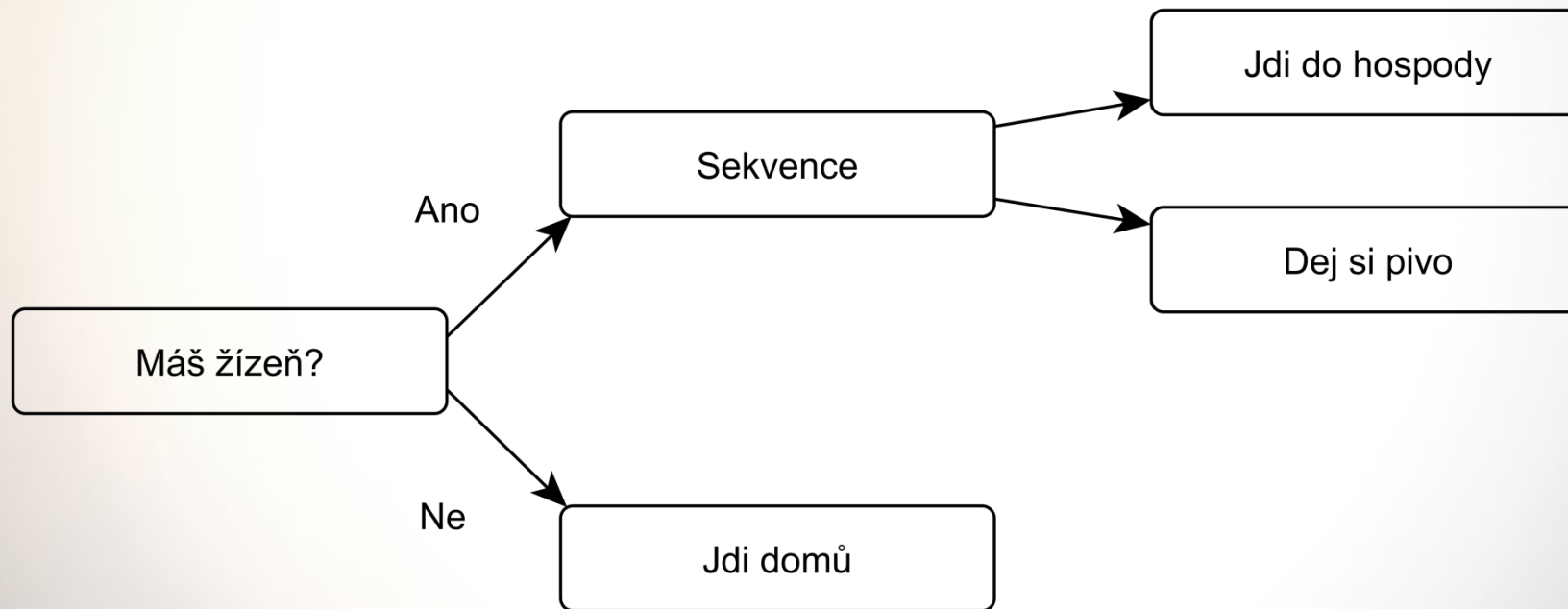


Chování

- NPC vykonávají chování
 - Kovář
 - Obchodník
 - Úkolové NPC
 - Voják v bitvě
- Logika rozhodování
 - Behaviorální stromy



Behaviorální stromy



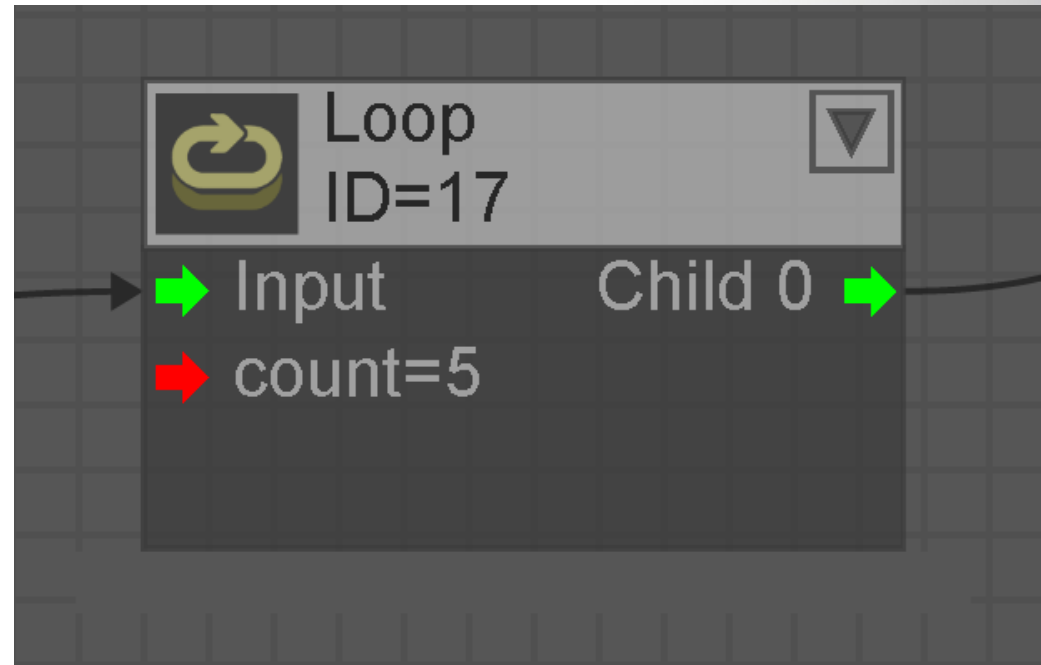
Behaviorální stromy

- Mozek každé NPC
- Skriptovací jazyk
- Flow control



Uzel BS

- Vstup
- Výstupy
- Atributy



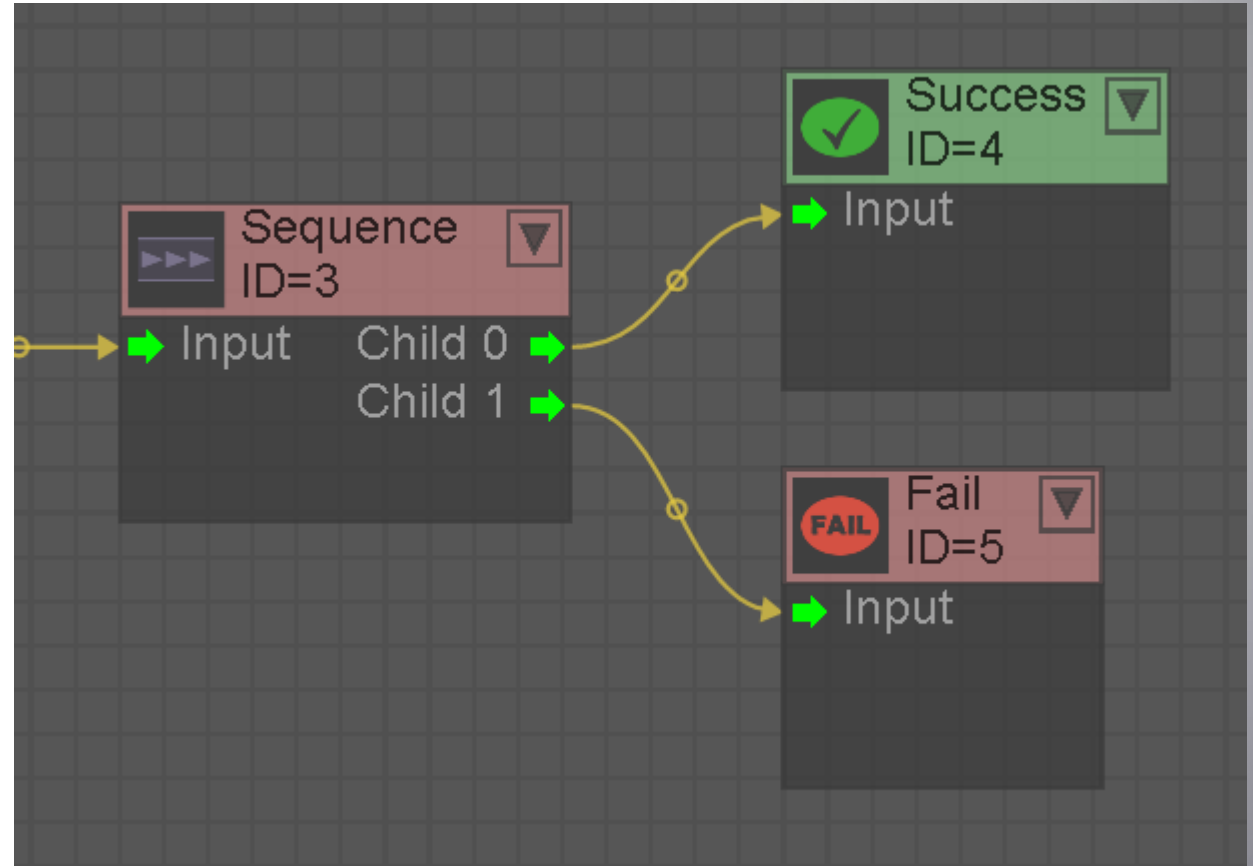
Uzly BS

- Akční
 - Move
 - Play Animation
- Dekorátory
 - Loop
 - Efekt
- Kompozity
 - Sekvence
 - Parallel



Stav uzlu

- Veřejný
- Výsledek
- Úspěch / neúspěch
- Stále běží



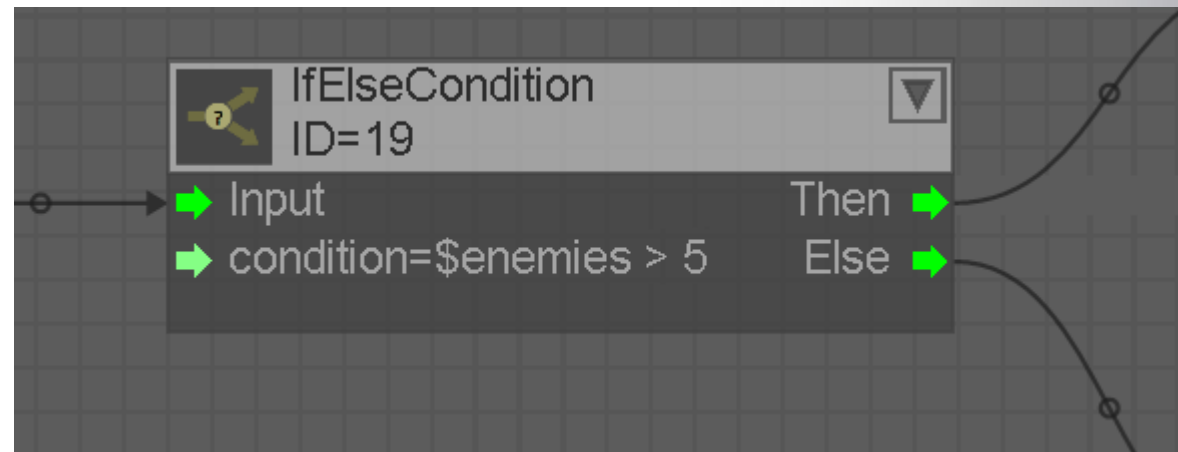
Řetězení

- Funkce
- Příklad
 - Kořenové chování
 - Zábava
 - Hospoda
 - Popíjení
 - Najdi lavici



Proměnné

- Deklarace v kořenu stromu
- Konfigurace atributů
- Uzel s podmínkou
- Složené typy



Přerušeni

- Konec
 - Rána pěstí
 - Začátek úkolu
 - Úklid
- Pauza
 - Dialog
 - Cutscéna



Smart object

- Dveře, kamna, židle
- Návod k interakci
- Kolekce chování

- Smart area
 - Hospoda



Scheduling

- ~600 NPC, náročný výpočet
- Přerušování mezi uzly
- Několik NPC za frame
- Round robin
- Vzdálenost, Speciální priorita



Vztahy mezi objekty



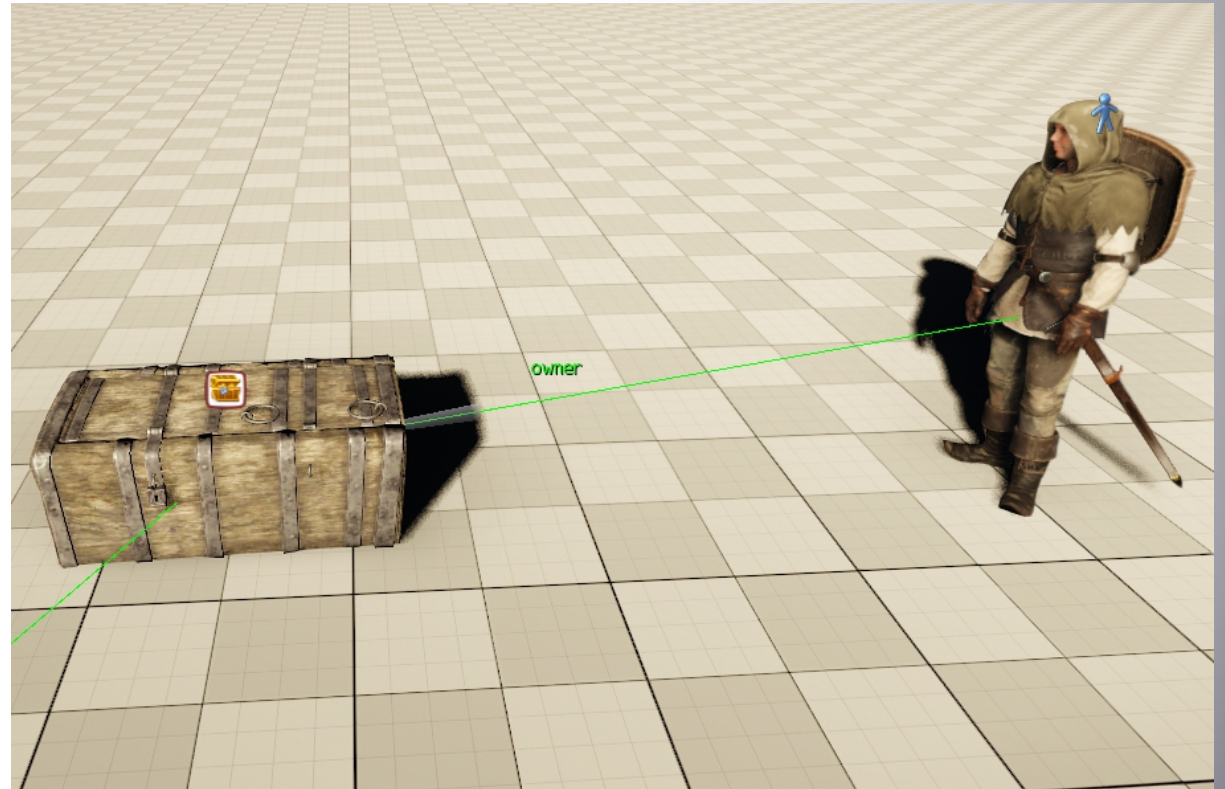
Vztahy mezi objekty

- Můj kůň, postel
- Můj dům
 - Obchodníci v mém městě



Link

- Vazba mezi objekty
- Název (typ)
 - „home“, „owner“
- Data
 - Detaily vztahu
(jak velká hrozba?)
- Orientovaný graf



GraphSearch

- Uzel BS
- Plní proměnné
- Filtrování
 - Podle linku
 - Podle cíle
 - Maximální hloubka



Modelová situace



Modelová situace

- Je večer, Hynek dopracoval
 - Vybere si chování „hospoda“
 - Najde hospodu ve své vesnici
 - Najde cestu
 - Dojde tam, cestou se vyhne pár opilcům
 - Hospoda mu určí místo
 - Židle ho posadí



Modelová situace

- Před hospodu přijde hráč
 - Někoho před hospodou omráčí
 - Pro hynka je v tu chvíli nejdůležitější
 - Po pár vteřinách ho uslyší
 - Přeruší popíjení
 - Vyběhne ven a pozná hráče
 - Začne volat „Pomoc, vražda!“
 - Celá hospoda to uslyší
 - Rozeběhnou se pro strážce



Optimalizace



Limity Hardwaru

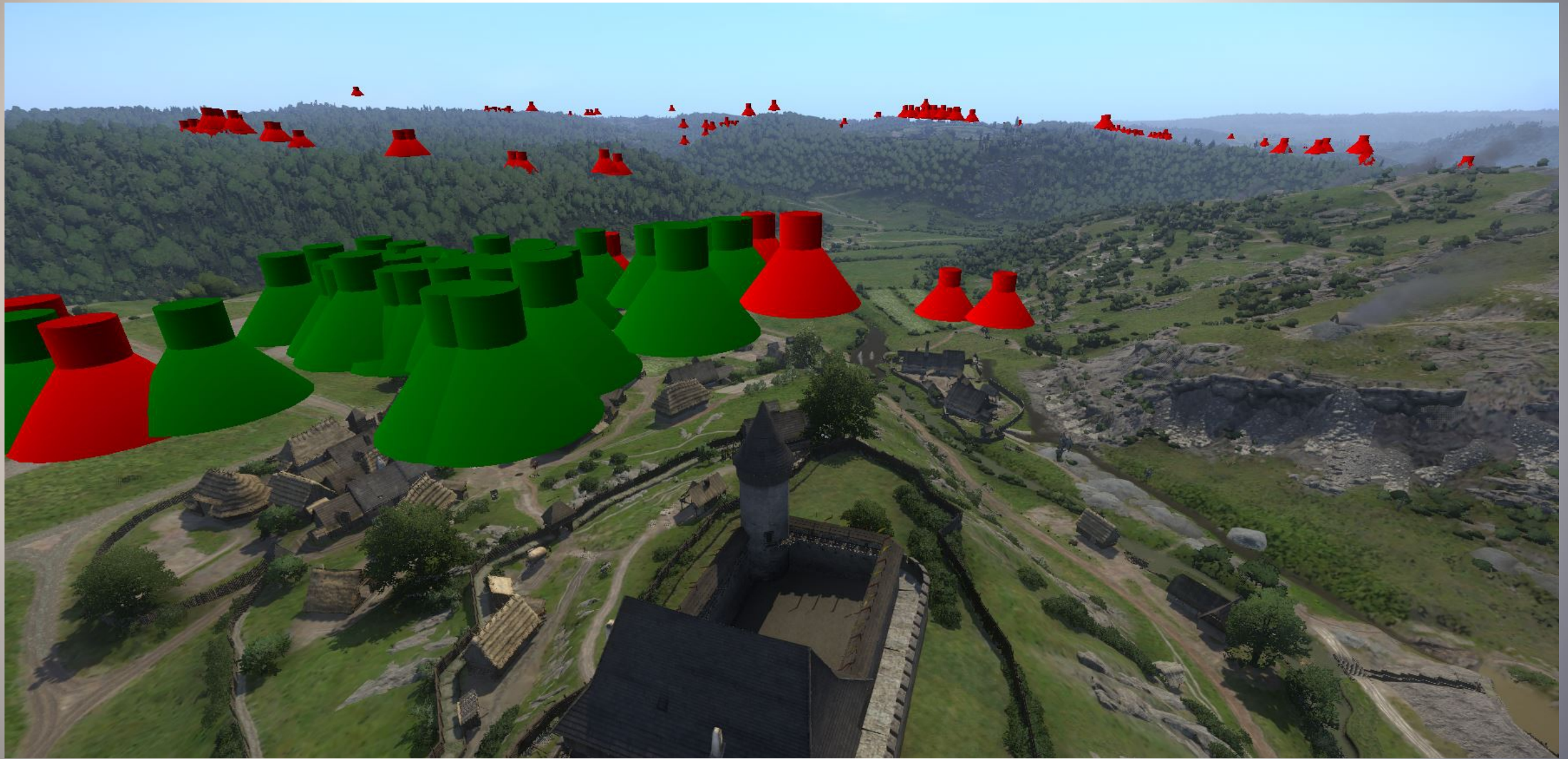
- Problém zejména konzole
- Výkon
 - 60FPS -> ~17ms/frame
- Paměť
 - Konzole limit ~5GB



NPC LOD

- Level of Detail
- Optimalizace světa
 - Vypnutá fyzika
 - Vypnuté vykreslování
 - Zjednodušené behaviorální stromy
- ~50 NPC detailních
 - Zbytek LOD





NPC LOD - následky

- Dočasný zákaz LOD
- Hystereze rozhraní
- Jezdec na koni
- Protivníci v souboji
- Třídy ekvivalence



Navmesh

- ~100 MB
- Dodatečné info
 - Materiál
 - Schůdnost
- Koňská navmesh
- Snažší neřešit



Přesnost vs. zábava



Illusion of Intelligence

- Chytřejší algoritmus = zlepšení AI?
- HALO
- Výrazné zlepšení AI!
 - Nepřátelé měli pouze víc HP
 - Vydrželi déle
- Časová investice



Chytřejší nepřátelé

- Machine learning
 - Kdy zaútočit
 - Kdy šetřit staminu
 - Jak daleko se držet
- Jednoduchý skript zábavnější
 - Snažší údržba a změny



Formace

- Společný pohyb více NPC



Ladění Formací

- Záseky
- Šíření problému
- Witcher 3 – strážní v Novigradu
- Poměr práce / dojem



Iterativní vývoj

- Psí DLC - Work in progress!
- Povel „k noze!“
 - Formace, drží se u nohy
 - Funguje skvěle, dokud se hráč nechce podívat
- Důležitý je reálný výsledek



Historická přesnost

- Úzké prostory
 - Souboj
 - Animace
 - Vyhýbání se
- Členité překážky
 - Zasekávání
 - Hráč nedosažitelný



Akta: KCD

- Test: hraní několik hodin v kuse
- Ztrácejí se NPC
- Nehody
- Vypnuté zranění z pádu a nárazu



Kvíz

- Co se rozbilo?



Děkuji za pozornost

Prostor pro dotazy

