

# Deserted Fields: Procedurální generování herního světa v Unity

Jan Štefan Hodák

## Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem a implementací procedurálně generovaného světa v rámci 2D top-down survival RPG hry v engineu Unity. Hlavním problémem, který práce řeší, je vytvoření hratelného a smysluplného prostředí, které při každém spuštění nové hry nabízí unikátní zážitek bez nutnosti ruční tvorby map. Zvolená metodika využívá vícestupňovou pipeline, kde algoritmus Poisson Disk Sampling a Voroného teselace definují základní oblasti světa, zatímco pomocí Perlinova šumu je určena jejich výška a vlhkost pro určení biomů. Dále, systém je doplněn o specifické algoritmy pro umístění vegetace a výstavbu vesnic, což vede k výsledkům s vysokou mírou variability. Přínosem práce je demonstrace funkčního spojení geometrických a šumových funkcí do jednoho celku, který slouží jako efektivní nástroj pro tvorbu variabilního herního obsahu v moderním vývoji.

\*[xhodakj00@stud.fit.vutbr.cz](mailto:xhodakj00@stud.fit.vutbr.cz), Faculty of Information Technology, Brno University of Technology

## 1. Introduction

V žánru her o přežití a RPG je klíčovým prvkem průzkum neznámého prostředí. Ruční tvorba map však neumožňuje nekonečnou variabilitu a po prvním průchodu hrou ztrácí svět pro hráče moment překvapení. Tento projekt umožňuje autonomně vytvářet rozsáhlé herní světy, které nejsou jen náhodným shlukem prvků. Význam práce spočívá v demonstraci, že i v rámci 2D pixel-artu lze dosáhnout vysoké míry uvěřitelnosti.

Práce řeší návrh systému v Unity pro generování 2D světů. Jádrem je integrace biomů, říčních sítí, osad a dalších struktur do jednoho celku. Úspěšné řešení musí ze zadaného seedu sestavit mapu, kde na sebe biomy plynule navazují, řeky respektují převýšení a vesnice disponují smysluplnou uliční sítí.

Procedurální generování ve hrách se vyvinulo od jednoduchých rule-based přístupů založených na pseudonáhodnosti k pokročilejším metodám, jako jsou noise-based techniky, které jsou sice efektivní pro terén, ale postrádají sémantické porozumění struktuře světa [1]. Následně se objevily search-based přístupy formulující generování jako optimalizační problém, což umožňuje cílenou tvorbu obsahu, ale za cenu složitého návrhu hodnotících funkcí a vysokých výpočetních nároků [2]. Constraint-based a grammar-based metody zajišťují strukturální korektnost generovaného obsahu, avšak

omezují jeho variabilitu [1]. Nejnovější směry zahrnují využití strojového učení, které zvyšuje variabilitu a schopnost napodobit styl, ale trpí nízkou kontrolovatelností a závislostí na datech [3]. Současný state of the art spočívá v hybridních přístupech kombinujících tyto techniky s cílem vyvážit kontrolu, variabilitu a kvalitu výsledného obsahu, přičemž klíčovým problémem již není samotné generování, ale vytváření smysluplného herního zážitku [1, 3].

Navržené řešení využívá vícestupňovou pipeline postavenou na Poissonově kruhovém vzorkování a Voroného teselaci, které rozděluje prostor na organické oblasti. Klima je simulováno kombinací šumových funkcí, na které navazuje model hydrologie tvořící řeky na hranách grafu. Finální vrstvu tvoří osídlení, kde jsou pomocí upravené náhodné procházky modelovány sítě cest a následně na základě prostorových omezení rozmístěny budovy.

Hlavním přínosem je funkční generátor propojující abstraktní algoritmy s 2D Tilemapou v Unity. Významným úspěchem je metoda výstavby vesnic, která díky prioritizaci směru při generování cest vytváří uvěřitelnou strukturu namísto chaotického shluku objektů.

## 2. Úvod a cíl práce

Jak je zmíněno v horní části plakátu, hlavním cílem tohoto projektu nebylo pouze vytvořit algoritmus pro tvorbu prostředí, ale také vytvořit hru, která se v daném prostředí odehrává. Tento doprovodný text detailněji přibližuje, co přesně můžete vidět na ukázkách a jak se takový svět dá vytvořit.

## 3. Gameplay a herní prostředí

Základní herní smyčka stojí na třech pilířích: průzkum, sběr surovin a budování / vylepšování. Hráč prozkoumává biomy, čímž získává přístup ke lepším materiálům a zároveň čelí novým nepřátelům. Získané zdroje následně investuje do stavby a vylepšování vybavení, což mu umožňuje pronikat do náročnějších částí mapy. Tento zacyklený proces zajišťuje, že vygenerovaný svět neslouží jen jako pasivní kulisa, ale aktivně a přirozeně pohání hráčskou progresi.

Největší část plakátu věnuji reálným záběrům ze hry. Tyto snímky nereprezentují jen grafickou stránku, ale především výsledek systému v praxi.

Na obrázku **Uživatelské rozhraní** můžeme vidět základní mechaniky, které se týkají předmětů, hráčova inventáře a různých menu v inventáři.

Na obrázku **Ostrovní biomy** jsou tři z osmi biomů, které se ve hře nacházejí. Další biomy pláže je na obrázku **Místo objevení hráče**, na které se hráč objeví na začátku hry, jelikož dle příběhu ztroskotal na ostrově.

Hráč má možnost stavět vlastní struktury a výrobní stanice jako je vyobrazeno na obrázku **Hráčská základna**. Je zde také vidět kompletní herní UI overlay. Součástí UI je minimapa, která lze otevřít, čímž se zobrazí **Herní mapa**. S mapou lze libovolně posouvat a přibližovat a také umisťovat vlastní body.

Na ostrově může hráč najít také různé struktury, dvě z nich jsou na obrázku **Náhodné struktury**. Kromě těchto struktur jsou na ostrově také malé vesnice, viz **Herní prostředí** níže. Vesnice je složena z mnoha různých domů, detail jednoho z nich je na obrázku **Dům z vesnice**.

Aby ostrov nepůsobil prázdně, nachází se na něm také zvířata a jiní **Nepřátelé** kteří jsou vůči hráči agresivní.

## 4. Generování světa

Ve spodní třetině plakátu je znázorněn postup samotného generování herního světa. Proces generování je rozdělen na čtyři navazující části.

**Vytvoření grafu** Prvním krokem je abstrakce světa pomocí grafu. Nejprve jsou pomocí algoritmu Poisson disk sampling vytvořeny body sloužící jako středy pro následnou Voronného teselaci. Takto vytvořené buňky reprezentují jednotlivé oblasti herního světa.

**Šumové mapy** Každé z oblastí jsou přiřazeny hodnoty pro výšku a vlhkost pomocí Perlinova šumu s rozdílnými parametry pro obě hodnoty. Pokud by se takto vygenerované hodnoty použily dále, nevzniknul by ostrov, ale pouze výřez pevniny. Proto je potřeba upravit výšku jednotlivých oblastí, aby se buňky na krajích mapy dostaly pod úroveň vody a buňky blíže ke středu naopak vystoupili nahoru. Toto je docíleno upravenou čtvercovou vyhlazovací funkcí.

**Biomy a řeky** Po určení výšky a vlhkosti je každé oblasti určen biomy podle **Tabulky pro určení biomů**. Následně jsou vybrány potenciální oblasti pro prameny řek. Řeky vždy pramení na rohu oblastí a následně jsou vedené po hranách buněk, přičemž vždy směřují k sousednímu bodu s nejnižší výškou, dokud nedosáhnou oceánu. Pokud by nastala situace, kdy řeka nedotekla do oceánu a nemá kam dál proudit, dostala se do lokálního minima, je z jedné ze sousedních oblastí vytvořeno jezero.

**Vytvoření prostředí** Po dokončení terénu a definici biomů přechází generátor k umisťování objektů.

Vesnice jsou jedním z komplexnějších prvků generátoru. Nevyžadují pouze umístění objektů, ale i vytvoření uvěřitelné uliční sítě. Jsou vytvořeny pomocí kombinace algoritmů náhodné procházky a algoritmu kombinujícího náhodné pokládání s prvky omezovacích algoritmů.

Každá z náhodných struktur má vlastní seznam biomů, kde se může nacházet a počet, kolik jich ve světě má být. Podlé těchto informací je algoritmus následně umístí do daných neobsazených biomů v požadovaném počtu.

## Literatura

- [1] Shaker N., Liapis A., and Togelius J. *Procedural Content Generation in Games*. Springer, 2016.
- [2] Togelius J., Yannakakis G. N., Stanley K. O., and Browne C. Search-based procedural content generation: A taxonomy and survey. *IEEE Trans. Comput. Intell. AI Games*, 3(3):172–186, 2011.
- [3] Summerville A., Snodgrass S., Guzdial M., Holmgård C., Hoover A. K., Isaksen A., Nealen A., and Togelius J. Procedural content generation via machine learning (pcgml). *IEEE Transactions on Games*, 10(3):257–270, 2018.