

Středoškolská technika 2024

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Techniky 3D fraktálu v prostředí Blender

Rostislav Brož

Gymnázium Zikmunda Wintra

náměstí Jana Žižky 186, 269 01 Rakovník

Anotace

Tato práce seznamuje s 3D softwarem Blender a jeho podstatnými prvky pro tvorbu 3D fraktálních spirál. Zabývá se možnostmi, jak je co nejefektivněji tvořit a ukazuje postup. Své uplatnění může nalézt především v umělecké scéně.

Klíčová slova

3D, fraktál, Blender, spirála, geometry nodes

Annotation

This work introduces the 3D software Blender and its essential elements for creating 3D fractal spirals. It deals with how to create them as efficiently as possible and shows the procedure. It can find its application mainly in the art scene.

Keywords

3D, fractal, Blender, spiral, geometry nodes

Obsah

1	Ú	vod		3			
2	31) sof	tware (zejména Blender)	4			
	2.1	Ro	zhraní	4			
	2.2	Pipeline					
	2.	2.1	Pipeline v Blenderu	5			
	2.3	Render					
	2.	Render v Blenderu	6				
	2.4	Už	źité nástroje Blenderu	7			
3	М	letoda	a pro vytváření 3D fraktálních spirál	11			
	3.1	Co) je to fraktál	11			
	3.2	Fra	aktálové spirály	11			
	3.3	Ob	ojekt a křivka	11			
	3.4	Ge	cometry nodes	12			
4	V	ýsled	lky	18			
5	Zá	Závěr					
6	Ро	Použitá literatura					
7	Se	eznan	n obrázků	22			

1 Úvod

V dnešním světě 3D grafika hraje důležitou roli v mnoha oborech a uplatňuje se především v architektuře, designu a praktickém mapování terénu. Příkladem může být metaverse [1], síť 3D virtuálních světů. Velkým krokem vpřed je zjednodušení práce, kdy dřív bylo nutné manuální rýsování a byl dáván větší důraz na prostorové chápání. Dnes toho využívají počítačové programy, které mají tu schopnost pomyslnou prostorovou realitu zobrazit na našich obrazovkách podle zadávacích schémat, kdy podle určité proměnné můžeme předvést různé výsledky a ty porovnávat podle našich potřeb.

3D programy se liší různými účely, které vývojář či vývojová skupina chtějí využít k navrhžení svých řešení, a právě v rámci svého uživatelského rozhraní zde nabízejí účinné možnosti, které efektivně zjednodušují práci nebo nabízí těžko proveditelné akce. Způsoby pro tvorbu 3D objektů mohou být přenosem skenu ze skutečnosti nebo zjednodušené programování svého výtvoru (modelu), na které bych se zaměřil v dalším textu.

Téma jsem si vybral z důvodu dozvědět se ze samostatných pokusů a hledání možností, jak efektivně a případně i umělecky tvořit trojrozměrné fraktální spirály ve 3D grafickém počítačovém programu Blender a jakým způsobem.

2 3D SOFTWARE (ZEJMÉNA BLENDER)

Obecně je to software s navržením pro tvorbu, manipulaci a následným renderováním 3D grafiky. Umožňuje uživateli modelovat a animovat objekty a jeho prostředí v trojrozměrném prostoru. Příkladem 3D softwaru může být pro průmyslový design - Fusion 360, jednoduchost se simulací fyziky - Google SketchUp a nebo níže blíž popsaný Blender [2].

Blender je volně dostupný a disponuje všemi již zmíněnými vlastnostmi. Také má nízké hardwarové nároky. Umožnuje rychlé a intuitivní kroky v rozhraní díky klávesovým zkratkám a jeho možného přenastavení.

2.1 Rozhraní

Po spuštění programu:

🔊 File	Edit Render Window Help 🛛 Layout Modeling Sculpting UV Editing Tey 🖧 Scene 🗕 🕫 🕒	×	🖾 🗸 ViewLayer	Ċ×
de 🗸 V	iew Select 🗚 dd Object 🛛 迄 Global 🗸 🔗 v 🥥 🚓 🗸 💿 /🧲 🛛 😤 v 🐼 v 🙆 v 🗊 🕀 💽 🔍 🔍 v	Ē=>	- ■ - ⊃	
	Doptions V		Scene Collection	
-	User Perspective		Collection	
Ŀ.	(114) Scene Collection Cube.004	0.	fraktál	
\oplus			► 🥥 BezierCircle	\sim
\leq	o sector and the sector of the			
* - [†] ,-≯	÷		► 🔽 7iodpodučor	
G		9,		
3		έY	Cube.004	\$
			T Add Mod	mer
42		2		
1				
		18		
† =1		S		
Ξ.				

Obr. 1: Rozhraní Blenderu, Zdroj: Vlastní obsah

- 1. Trojrozměrné pole (v poli je krychle, kterou protínají osy X a Y)
- 2. Tabulka objektů (zde nalezneme naši krychli a vše co jsme přidali do pole)
- 3. Obecné nástroje
- 4. Systémové nastavení
- 5. Změna rozhraní na jinou preferenci modelace 3D grafiky
- 6. Prostředky (properties): materiál, svítivost, modifikátor, atd.
- Pro zobrazení pole a jeho objektů z vizuálního hlediska (mřížky, solidní hledisko (na obr.1.), materiální a vyrenderovaný)

2.2 Pipeline

Pipeline v oblasti 3D grafiky je podstatnou částí procesování. Umožnuje vykonávat více operací současně (zvyšuje instrukční průchod), ale nesnižuje čas pro provedení instrukce od začátku do konce (instrukční latenci).[3] Fáze zpracování je rozdělena do několika stupňů, kdy 5 je standard. Prvním krokem je vždy načtení instrukce z paměti a posledním většinou zápis do registru nebo paměti.

Cílem je organizovat a zefektivnit složité procesy jejich rozdělením do ovladatelných a vzájemně propojených fází, kde se výstup jedné fáze stává vstupem pro další. To pomáhá při automatizaci pracovních postupů, zlepšení efektivity a zajištění konzistence při zpracování dat nebo úkolů.

2.2.1 Pipeline v Blenderu

Pipeline a jeho pracovní postupy jsou navrženy tak, aby usnadnily práci menším tvůrčím skupinám (10–20 lidí) a také, aby umělci mohli vytvářet a dodávat obsah co nejrychleji a napřímo. Také se snaží co nejvíce snížit užívání mezipaměti.[4]

2.3 Render

Jakožto uživatelé 3D grafiky chceme z modelu výslednou formu (obrázek nebo 3D výtisk modelu). Render právě převádí model z rozhraní na "skutečný " model podle určitých parametrů. Jinými slovy je to vizualizace vytvořených dat na formu přibližující se fotografii př. Obr.2..



Obr. 2: 3D model a render z něj [5]

U takového vyobrazení je nutno, aby program disponoval množstvím nasimulovaných pravidel, které opisují do čím dál větší míry skutečnost. Dnes je tím milníkem GPU [6].

2.3.1 Render v Blenderu

K renderování máme 3 možnosti enginů: EEVEE, Workbench a Cycles, kde poslední z nich je ve vykreslování nejpodrobnější a nejuvěřitelnější, a právě s tímto enginem budeme pracovat. Bližší informace naleznete na oficiálních stránkách Blenderu - Rendering: rendering and beyond[5]

Cycles je založený na funkci ray tracingu [7], která spolupracuje na geometrii (př. křivky vlasů), subdivision a displacement (poloha nerovností na objektu), shading (shadery a světla vázány uzly "nodes"), osvětlení (bodové světlo), interaktivnost (rychlejší úpravy), vrstvení a průchody (lapání stínů), kamera a efekty (perspektiva), motion blur (křivky objektů), intenzita (kouř a oheň), textury (obrázkové textury).[8]

2.4 Užité nástroje blenderu

Zde si představíme nástroje, které jsem užil pro kreaci modelu (můžete je přeskočit) a nezbytné prvky pro tvorbu spirály a poté fraktálního vyobrazení. Dále také využití barevného spektra na model a osvětlení. Vše je prezentováno na verzi Blender 4.0.



Obr. 3: Postup modelace objektu, Zdroj: Vlastní obsah

Základní operace a orientace v rozhraní (1)

Patří zde pohyb v rozhraní (Shift+MMB), jeho otáčení (MMB) a přibližování (MMB scroll), vkládání objektů (Shift+A) a jejich základním změnám – posun (G), zvětšení (S), rotace (R) + pomocí os X,Y,Z (X,Y,Z)

Pro začátečníky doporučuji shlédnout na kanále "youtube" sérii tutoriálů od uživatele Blender Guru - Blender 3.0 Beginner tutoriál [9], který mimo jiné seznamuje uživatele s každou další hlavní aktualizační verzí. Dále pro "nutné" zjednodušení práce je zde využívání klávesových zkratek od stejného uživatele - Blender 3.0 Shortcuts v1.2 [10].

Modifiers (2)

Pomocí modifiers modifikujeme objekty, např. Boolean (nastavení union) –sjednotí dva překrývající objekty a vymaže jejich vnitřky.



Obr. 4: Modifikátor Boolean, Zdroj: Vlastní obsah

Sculpting (3)

Pro složitější tvarování objektu, které simulují práci podobnou sochaření. Doporučení - levým klikem myši na objekt a zvolením funkce Shade Smooth vyhladíme hrany.

Geometry nodes (a)

Geometry nodes patří též do modifiers jako výše zmíněný Boolean, akorát je mnohokrát komplexnější. Umožňuje zjednodušené a přehledné scriptování, pomocí tabulek nesoucích instrukci nebo vlastnost a jejich propojení, u kterého je podstatné jeho řazení. Přikládám materiál pro bližší pochopení tohoto prvku: *I wish I knew this before using Geometry Nodes* od uživatele RabbitHole Syndrome [11].



Obr. 5: Geometry nodes, zjednodušené vysvětlivky, Zdroj: Vlastní obsah

A – rozhraní geometry nodes

B – prvky nesoucí vlastnost (BB, objekt (1.B) se promítne (2.B))

C – spoj, kde můžeme napojovat nová B, zpravidla u obr.4: 1.B se nepromítne, dokud není připojený ku 2.B

D – patří mezi modifiers a operuje se s ním jenom v rozhraní pro geometry nodes

Shading

Shading má stejná schémata jako geometry nodes, ale pracuje v barevném či v materiálním spektru. Má také vlastní rozhraní.



Obr. 6: Shading nodes a jeho výsledek, Zdroj: Vlastní obsah

Světlo

Světlo přidáme stejným způsobem jako jakýkoliv základní objekt. V properties navíc můžeme ladit jas.

Render

Volba enginů – cycles, F12 – spustí render snímek



Obr. 7: Nastavení enginu v properties pro render, Zdroj: Vlastní obsah

3 METODA PRO VYTVÁŘENÍ **3D** FRAKTÁLNÍCH SPIRÁL

V tomto oddílu si ukážeme, jak na tvorbu fraktálních spirál. Metodu dle obtížnosti jsem hledal nejkratší a nejjednodušší cestou přes geometry nodes systém.

3.1 Co je to fraktál

Fraktál je geometrický objekt, který je sobě podobný – znamená to, že pokud daný útvar pozorujeme v jakémkoliv měřítku či rozlišení, pozorujeme stále opakující se určitý charakteristický tvar (motiv).[12] Fraktály mají složité a rozmanité tvary, za kterými často bývá jednoduchý předpis pravidel. S fraktály se přirozeně můžeme setkat i ve volné přírodě (př. kapradina).

3.2 Fraktálové spirály

Jedná se o spojení dvou aspektů, spirál/spirály a fraktálu. Spirála je křivka, která se od určitého bodu soustavně vzdaluje.[13] Častěji bývá jenom částí fraktálu, ale není jako celek – v tomto případě v umělé tvorbě je to častěji přirozený efekt.

3.3 Objekt a křivka

- 1. Rozhodneme se, s jakým objektem budeme operovat. Berme také do úvahy starší počítačové sestavy, kde je větší problematika vyrenderování rozmanitosti a složitosti objektu.
 - A) Zkušební model, bez úprav:
 - Shift+A > mesh (zvolíme libovolné trojrozměrné geometrické těleso)
 - B) Model podle žádaných úprav:
 - Podle ukázky byly zvoleny operace modeling a sculpting
 - v properties zas modifier



Obr. 8: Zkušební model, Zdroj, Vlastní obsah

2. Přidáme zaoblenou křivku (mesh > Curve > circle), (popřípadě zvětšit)



Obr. 9: Vložená křivka, Zdroj: Vlastní obsah

3.4 Geometry nodes

Jak na fraktál...

- 1. U křivky zvolíme geometry nodes
- 2. Rozložíme ji do bodů (pomocí Curve to Points)

			🗸 🗸 🗸 🗸	to Points		✓ Grou	p Output
				Points	•	Geomet	
				Tangent	•	0	
				Normal	•		
				Rotation	•		
∽ Grou	p Input]	Count				
	Geometry	•——	Curve				
		¢ –	Count				
		ĵ –	Count				

Obr. 10: Napojení Curve to Points, Zdroj: Vlastní obsah



Obr. 11: Rozložení křivky do bodů, Zdroj: Vlastní obsah

Curve to Points lze také upravovat na 3 možné varianty bodování (3. neboli Evaluated má problém s větším prolínáním těchto bodů, jelikož jeho princip leží na rozlišení NURBS [14])



Obr. 12: Typy řazení bodů do křivky, Zdroj: Vlastní obsah

- A. Určujeme počet bodů
- B. Měníme vzdálenost mezery mezi body (čím menší, tím víc bodů)
- Dosadíme za body náš objekt přidáme Object Info, kde zadáme název objektu a nastavíme na Relative (nyní nese informaci o našem objektu v relativní formě, neboli si zanechá stejnou velikost a jeho střed bude totožný s objektem)
- Propojíme tento prvek a Curve to Points přes Instance on Points, jak je ukázáno na obr.
 13. (objekt je dosazený za jednotlivé body, Instance on Points dostalo informaci o řazení bodů a jejich podobě, zde si také můžeme upravovat velikost a rotaci)



Obr. 13: Dosazení objektu za body, Zdroj: Vlastní obsah

Spojíme funkci Index s velikostí (Scale) u Instance on Points (tato funkce je hodnota od 0 až n (n – počet bodů) a popořadě v tomto spojení se zvětšuje o tyto hodnoty (př. 0 – nezobrazí se, 1 – nezměněná velikost, 2 – dvakrát větší)

	✓ Instance on P	oints	✓ Group Οι	itput
	Inst	ances •-•	Geometry	
	Points	C		
\$	Selection			
	Instance			
	Pick Instance	•		
	Instance Index			
•	Rotation:			
	Х	0°		
		0°		
\checkmark Index		0°		
Index	Scale			

Obr. 14: Funkce Index, Zdroj: Vlastní obsah



Obr. 15: Výsledek Indexu, Zdroj: Vlastní obsah

Flexibilní úpravy

- A) Rotace bodů rovnoměrně měnná vzhledem k poloze na křivce:
- ✓ Instance on Points Curve to Points Instances 🤇 Points Points Tangent 🔷 Selection Normal Instance Rotation Pick Instance 0 Count Instance Index Curve Rotation Scale
- 6. U Curve to Points a Instance on Points spojíme Rotation s Rotation

Obr. 16: Měnná rotace bodů na křivce, Zdroj: Vlastní obsah

- B) Možnost základních úprav bodu:
- Spojíme Geometry s Geometry u Object Info a Transform Geometry (i když stále závisí na poloze a rotaci prvotního objektu mimo kružnici, který ji ovlivňuje, daleko lepší je mít vše pohromadě a mít tak celistvý souhrn u jednoho Meshe (v tomto případě náš fraktál))



Obr. 17: Transform Geometry, Zdroj: Vlastní obsah

- C) Prostor pro vložení materiálu:
- 8. Přidáme Set Material mezi Instance on Points a Group Output (v Set Material si potom můžeme vložit připravený materiál, který se aplikuje na celek)



Obr. 18: Místo pro aplikování materiálu, Zdroj: Vlastní obsah

Materiál (barva)

9. Na libovolném objektu vytvoříme nový materiál

Př. z obr. 6:



Př. 19: Aplikovaný materiál, Zdroj: Vlastní obsah

Možné rozšíření počtu křivek



Obr. 20: Rozšíření počtu a úprava geometrie, Zdroj: Vlastní obsah

Na obr. 20 jsem A1 až D1 zkopíroval a připojil hned za ně, F – Index jsem dle uvážení přemístil k rozšířené sekci a upravoval především funkce E1 a E2



Obr. 21: Rozšíření fraktálu, Zdroj: Vlastní obsah

4 VÝSLEDKY

Samozřejmostí je také vhodné zakomponování světla a kamery. Zde si ukážeme příklady (snímky renderu, cycles), které jsem pomocí metody pro tvorbu 3D fraktálních spirál dosáhl.



Obr. 22: Glipoth_spiral, Zdroj: Vlastní obsah

U obr. 21 a 22 jsem využil dodatečné objekty, které mi program vhodně neumožní spojit k celku > problém lze vyřešit zapojením několika Object Info funkci do Join Geometry



Obr. 23: Spojení několika objektů, Zdroj: Vlastní obsah



Obr. 24: Glipoth_spiral2, Zdroj: Vlastní obsah



Obr. 25: Glipoth_spiralv2, Zdroj: Vlastní obsah

5 Závěr

V úvodu jsem si vytkl jako cíl najít a efektivně aplikovat metodu pro modelaci 3D fraktálních spirál, kde tohoto cíle jsem dosáhl pomocí skládání objektů na kružnici a jejich paralelního zvětšování pomocí funkce geometry nodes. Tato metoda se též vyznačuje flexibilitou, která dává přístup pro násobné rozvětvení spirály, neboli obohacení o dodatečné spirály vycházející z jednoho bodu atd. Na počátku jsem si také zvolil cíl, aby prvky nebyly surově vytažené bez vizuálních úprav, kdy jsem na závěr aplikoval funkci shading pro barevné spektrum a v práci nejméně zmíněné tvarové úpravy opakujícího se prvku. Modelace pouze vychází z jednoho aspektu, který jsem neměnil.

Za výsledkem stojí tedy jedna metoda, avšak způsobů může být více, které se mi však u úloh nepodařilo nalézt. Z hlediska renderu a náročnosti práce jsem velice spokojený. Cycles předvádí neskutečné a realistické výsledky. Použití osvětlení ještě více oživovalo snímek a to dodávalo efekt užitého materiálu. Tvarová pestrost se mnohokrát značně projevila při fraktálovém rozšíření křivek narozdíl od původní formy úlohy. Při těchto výsledcích do značné míry musíme počítat s překrýváním objektů, které jsem nehodlal měnit dle zajímavé deformace geometrie.

8. POUŽITÁ LITERATURA

[1] *Metaverse*. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Metaverse. [cit. 2023-11-30].

[2] *Blender*. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 18.4 . 2023. Dostupné z: <u>https://cs.wikipedia.org/wiki/Blender</u>. [cit. 2023-12-10].

[3] *Pipelining*. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Pipelining. [cit. 2023-11-30].

[4] *Pipeline Overview*. Online. Blender Studio. 22.06.23n. l. Dostupné z: https://studio.blender.org/pipeline/pipeline-overview/introduction. [cit. 2023-11-30].

[5] *3d model and rendr.jpg*. Online. In: Wikipedie. 2010. Dostupné z: <u>https://commons.wikimedia.org/wiki/File:3d_model_and_rendr.jpg#/media/Soubor:3d_model_and_rendr.jpg</u>. [cit. 2023-12-11].

[6] *GPU*. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 9.8. 2023. Dostupné z: <u>https://cs.wikipedia.org/wiki/GPU</u>. [cit. 2023-12-11].

[7] *Sledování paprsku*. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 19.1. 2023. Dostupné
z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Sledov%C3%A1n%C3%AD_paprsku. [cit. 2023-12-11].

[8] *Rendering*. Online. Blender. Dostupnéz: <u>https://www.blender.org/features/rendering/#freestyle</u>. [cit. 2023-12-11].

[9] *Blender 3.0 Beginner Tutorial - Part 1* [@Blender Guru]. Online. 3.12. 2021n. l. Dostupné z: Andrew Price, <u>https://youtu.be/nIoXOplUvAw</u>. [cit. 2023-12-07].

[10] *Blender 3.0 Shortcuts v1.2.* PDF. Dropbox. 2021, 26.11. 2021. Dostupné z: <u>https://www.dropbox.com/s/jg4fs4i8zw5bxt7/Blender%203.0%20Shortcuts%20v1.2.pdf?dl</u> =0. [cit. 2023-12-08].

[11] *I wish I knew this before using Geometry Nodes (Blender)* [@Rabbit Hole Syndrome]. Online. 2022. Dostupné z: youtube, <u>https://youtu.be/VISs430PAeU</u>. [cit. 2023-12-08].

[12] *Fraktál*. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 3. 1. 2022. Dostupné z: <u>https://cs.wikipedia.org/wiki/Frakt%C3%A11</u>. [cit. 2023-12-08].

[13] *Spirála*. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 3. 8. 2023. Dostupné z: <u>https://cs.wikipedia.org/wiki/Spir%C3%A11a</u>. [cit. 2023-12-12].

[14] *NURBS*. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 22. 5. 2023. Dostupné z: <u>https://cs.wikipedia.org/wiki/NURBS</u>. [cit. 2023-12-13].

9. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Rozhraní Blenderu	4
Obr. 2: 3D model a render z něj [4]	6
Obr. 3: Postup modelace objektu	7
Obr. 4: Modifikátor Boolean	8
Obr. 5: Geometry nodes, zjednodušené vysvětlivky	9
Obr. 6: Shading nodes a jeho výsledek	9
Obr. 7: Nastavení enginu v properties pro render	10
Obr. 8: Zkušební model	11
Obr. 9: Vložená křivka	12
Obr. 10: Napojení Curve to Points	12
Obr. 11: Rozložení křivky do bodů	12
Obr. 12: Typy řazení bodů do křivky	13
Obr. 13: Dosazení objektu za body	13
Obr. 14: Funkce Index	14
Obr. 15: Výsledek Indexu	14
Obr. 16: Měnná rotace bodů na křivce	15
Obr. 17: Transform Geometry	15
Obr. 18: Místo pro aplikování materiálu	16
Obr. 19: Aplikovaný materiál	16
Obr. 20: Rozšíření počtu a úprava geometrie	17
Obr. 21: Rozšíření fraktálu	17
Obr. 22: Glipoth_spiral	18
Obr. 23: Spojení několika objektů	18
Obr. 24: Glipoth_spiral2	19
Obr. 25: Glipoth_spiralv2	19