

Kompresa konektivity trojúhelníkových sítí se známou geometrií s využitím neuronových sítí

Viktor Havlík¹

1 Úvod

Při práci s 3D objekty jsou jako struktury, používané pro jejich povrchovou reprezentaci, běžně voleny trojúhelníkové sítě. U nich jsou nejprve pomocí x , y a z souřadnic na povrch objektu namapovány body, které pak společně tvoří takzvanou geometrii sítě. Následně jsou body členěny do trojic, kdy každá z nich reprezentuje jeden trojúhelník. Tento způsob propojení vrcholů je označován jako konektivita sítě. Při vytvoření dostatečného množství těchto trojúhelníků vzniká celistvá trojúhelníková síť obalující celý objekt a popisující tak jeho povrch.

Tato práce se zabývá kompresí zmíněné konektivity trojúhelníkové sítě a navazuje na již existující, velice efektivní metodu Dvořák et al. (2023) založenou na principu kandidátních vrcholů a dává si za cíl její další zefektivnění. Toho se snaží dosáhnout za pomoci strojového učení. Práce se tak zaměřuje na několik klíčových částí původní metody a ty nahrazuje modelem umělé neuronové sítě. Cílem je zjistit, jak efektivně je model schopen, oproti statickým vzorcům výchozí metody, predikovat konektivitu trojúhelníkové sítě a zda-li tento přístup může vést k požadovanému zlepšení. Jak získané výsledky naznačují, je tomu skutečně tak a metoda je s využitím neuronové sítě schopna dosáhnout signifikantního zlepšení.

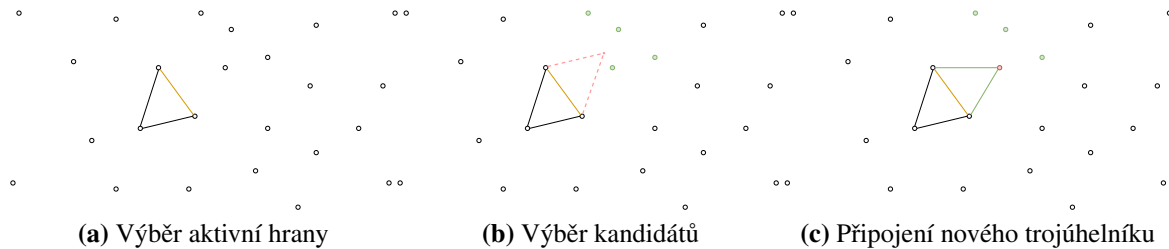
2 Princip fungování a popis algoritmu

Metoda vychází z předpokladu známé geometrie sítě (zná tedy rozložení bodů v prostoru) a jejím cílem je s využitím této znalosti snížit objem potřebných dat pro popis zbylé konektivity. Během procesu bude totiž spoléhat na hypotézu, že existuje korelace mezi pozicemi bodů a trojúhelníkovou sítí, kterou tvoří. Ta říká, že je výrazně vyšší pravděpodobnost, že body tvořící trojúhelník budou ležet ve svém relativně blízkém okolí, než daleko od sebe. Byl proto vytvořen model neuronové sítě, který je schopen tohoto faktu využít a z předaných bodů danou konektivitu predikovat.

Samotný algoritmus funguje na principu postupného průchodu sítí, který provádí jak kodér tak dekodér. Během něj zasílá kodér informace o topologii sítě dekodéru, který ji tak zpětně rekonstruuje. Postup je rozdělen do několika kroků: Vybrání *aktivní hrany*, ke které je nový trojúhelník připojen, vytvoření seznamu *kandidátních vrcholů* pro připojení a ohodnocení každého kandidáta pravděpodobností, se kterou tvoří vrchol připojovaného trojúhelníku. Na začátku, během inicializace, proběhne krátká synchronizace mezi kodérem a dekodérem zasláním polohy prvního trojúhelníku sítě, od kterého algoritmus započne. Následně jsou z prioritní fronty vybírány aktivní hrany, přes které je průchod sítí prováděn (Priorita hran v prioritní frontě je určena na základě jistoty, se kterou algoritmus ví jaký trojúhelník k hraně připojit.). Dekodér ke každé hraně vybere k -nejbližších vrcholů a pomocí neuronové sítě určí pravděpodobnost,

¹ student bakalářského studijního programu Informatika a výpočetní technika, obor Informatika, e-mail: vha-vlik@students.zcu.cz

se kterou každý z nich tvoří připojovaný trojúhelník. Seznam takto ohodnocených kandidátů poté seřadí. Kodér postup dekodéru po celou dobu emuluje a na konci získává stejně seřazený seznam jako dekodér. Zároveň také ví s jakým vrcholem v síti je připojovaný trojúhelník skutečně tvořen. Dekodéru tedy zasílá jeho index v seřazeném seznamu. Takto je postupováno dokud není zpracována celá síť. Celý postup je zobrazen na obrázku 1.



Obrázek 1: Princip připojení nového trojúhelníku

Klíčovou vlastností tohoto kódování je, že informace zasílané mezi kodérem a dekodérem (tj. indexy vrcholů v seznamu) jsou vždy celá, nezáporná čísla a při správné predikci pravděpodobnosti pomocí modelu neuronové sítě také silně vychýlená k nule. Nad touto sekvencí je tak možné provést další kódování pomocí aritmetického kodéru, který dokáže často se opakující symboly v sekvenci kódovat značně efektivněji na úkor těch méně častých. výsledná sekvence je uložena do souboru a obsahuje komprimovanou konektivitu celé sítě. V případě potřeby pak dekodér nejprve tuto sekvenci pomocí aritmetického kodéru dekomprimuje a následně výše zmíněným postupem konektivitu sítě zpětně rekonstruuje.

3 Dosažené výsledky

Během vývoje byla vytvořena řada modelů využívaných pro predikci konektivity trojúhelníkové sítě. Stejně tak bylo experimentováno s různými technikami výpočtu priority hran v prioritní třídě. Ve výsledku se podařilo navrhnout model a zvolit takovou strategii výpočtu, umožňující téměř **32% zlepšení**. Výsledky jsou porovnány v tabulce 1.

Tabulka 1: Výsledky komprese navržené metody. Sloupec *bpf* udává průměrný počet bitů potřebný na zakódování konektivity jednoho trojúhelníku sítě.

Konfigurace	bpf	Zlepšení
Referenční metoda	0,16063	
Navržená metoda	0,10925	31,99%

Literatura

Dvořák, J., Káčereková, Z., Vaněček, P., a Váša, L. (2023) *Priority-based encoding of triangle mesh connectivity for a known geometry*. Computer Graphics Forum, 42 (1), s. 60-71. Dostupné z DOI: <https://doi.org/10.1111/cgf.14719>.