

Manuál: Syntéza komprimovaných dat

GeoSup: Databáze materiálových mikrostruktur pro aditivní výrobu

Ver. 1.0 (poslední aktualizace: prosinec 2018)

Martin Doškář, Daniel Rypl

Obsah

Manuál: Syntéza komprimovaných dat.....	
Úvod	1
Teorie.....	1
Popis řešení	1
Konzolové rozhraní.....	2
1. Povinné parametry	2
2. Volitelné/podmíněně povinné parametry	2
Grafické rozhraní	3

Úvod

Vyvíjená platforma nabízí databázi materiálových mikrostruktur obsahující jejich komprimovanou reprezentaci, která umožňuje vytvářet generické realizace těchto mikrostruktur o libovolné velikosti. Tento manuál popisuje nástroj pro tuto syntézu komprimovaných dat. Charakterizaci a návrhu jednotlivých modulů se věnují navazující nástroje vyvíjené v rámci platformy.

Teorie

Vyvíjená platforma staví na zobecnění periodické jednotkové buňky (PUC) pro reprezentaci materiálové mikrostruktury. Informace o materiálové mikrostrukturu, ať již zachycující náhodnost v existující mikrostrukturu či pokrývající optimalizované varianty navržené mikrostruktury, je uložena v souboru několika modulů tvaru rovnoběžnostěnu (ve většině případů čtverce ve 2D a krychle ve 3D) s předem definovanou kompatibilitou na hranách. Informace o materiálu je tak obsažena nejen v modulech, ale i v jejich vzájemné návaznosti. Požadavek kompatibility jednotlivých modulů je brán v úvahu již při jejich tvorbě, což usnadňuje jejich následné skládání do větších celků.

Oproti PUC přináší reprezentace pomocí souboru modulů několik výhod: (i) zrekonstruované, tj. vyskládané, realizace materiálové mikrostruktury vykazují menší periodické artefakty a lépe tak modelují běžně se vyskytující materiály, (ii) umožňují vytvářet stochastické realizace a studovat tak odezvu systému v závislosti na vlivu náhodnosti v materiálové mikrostrukturu, (iii) v případě optimalizovaných modulů a dláždících plánů zajišťuje tato reprezentace vyrobiteľnost a využívá výhod spojených s modulární výrobou.

V základním režimu je pro tvorbu dláždícího plánu plně dostačující pouze formální popis souboru modulů, tj. jejich počet a definice jednotlivých kódů na jejich hranách, resp. stěnách. Dláždící plán je následně tvořen sekvenčně: řádek po řádku ve tvaru pravidelné mřížky o uživatelem zadané velikosti plněna indexy jednotlivých modulů; v každém kroku je na základě již doplněných indexů v okolí pozice, na které se algoritmus právě nachází, vybrána ze souboru podmnožina potenciálních modulů kompatibilních s dříve umístěnými moduly. Výběr z této podmnožiny může být pak plně náhodný nebo mohou být preferovány moduly dle dodatečné informace. Jedním z příkladů může být výběr dlaždic na základě podobnosti jejich objemového zastoupení s místem v referenčním obrázku.

Na základě dláždícího plánu a dodaných vstupních dat o geometrii a rozložení materiálů v rámci jednotlivých modulů (v jednom z níže uvedených formátů) je pak vytvořena realizace materiálové mikrostruktury syntézou těchto informací.

Popis řešení

Nástroj zajišťuje hlavní funkcionalitu platformy: z komprimované reprezentace materiálové mikrostruktury vytváří realizace vyžadované velikosti (náhodné či dle zadaného plánu). Nástroj umožňuje dva režimy:

1. Syntézu komprimovaných dat (buď pro nově generované či poskytnuté dláždění)
2. Konverzi komprimovaných dat

Nástroj pracuje s několika úrovněmi vstupních a výstupních dat:

0. Dláždící plán – Tato volba slouží pouze jako indikátor ve vstupních parametrech `inputType` a `outputType` pro mód nástroje, který pouze generuje dláždící plán.
 1. Obrazová data – Tento vstup umožňuje pouze 2D data ve formátu BMP nebo PNG
 2. Indexy materiálových fází na pravidelné mřížce

3. Konečněprvková síť ve formátu Verbose JSON
4. Konečněprvková síť ve formátu Base64 JSON
5. Konečněprvková síť ve formátu VTK legacy
6. Konečněprvková síť ve formátu VTK XML base64
7. Konečněprvková diskretizace povrchu ve formátu Base64 JSON – Pouze výstupní formát cílený na urychlení zobrazování vytvořené geometrie
8. Povrchová reprezentace ve formátu STL – Pouze výstupní formát vhodný pro výrobu jednotlivých modulů či generovaných a vyskládaných geometrií např. pomocí 3D tisku

Nástroj pro syntézu komprimovaných dat je napsán v jazyce C++ dle poslední revize standardu ISO/IEC 14882:2017 jako konzolová aplikace. Grafické rozhraní pro tento nástroj je poskytnuto v rámci webového rozhraní platformy. Nástroj je psán s využitím paradigmatu objektové orientovaného programování (OOP); kromě standardního využití zapouzdření a jasně specifikovaných práv a působností je v rámci OOP s výhodou využito polymorfismu pro syntézu konečněprvkových sítí obsahujících libovolné tvary konečných prvků.

Konzolové rozhraní

Vstupním parametrem nástroje je cesta k JSON souboru obsahujícímu následující parametry nástroje (výchozí hodnoty jsou uvedeny v hranatých závorkách):

1. Povinné parametry

`mode` Celočíselný kód módu nástroje (syntéza = 0, konverze = 1)
`inputType` Celočíselný kód typu vstupních dat (index ze seznamu uvedeného výše)
`outputType` Celočíselný kód typu výstupních dat (index ze seznamu uvedeného výše)
`inputFolder` Cesta (absolutní/relativní) k adresáři se vstupními daty
`tilesetFile` Cesta (vč. jména) k definici setu dlaždic (relativně k `inputFolder` adresáři)

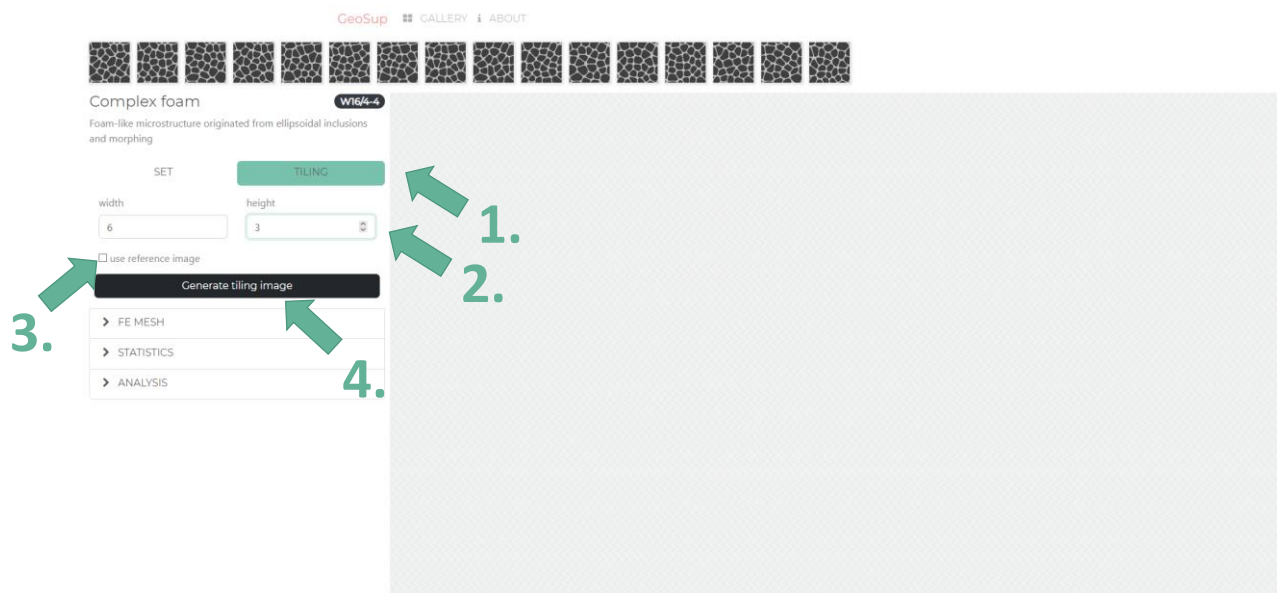
2. Volitelné/podmíněně povinné parametry

`tilingSize` Dvou nebo tříprvkové pole obsahující požadovanou velikost dlaždění
`existingTiling` Cesta (vč. jména) k souboru obsahujícímu již existující dlaždicí plán
`conversionMap` Pole obsahující hranice ve světlosti pixelu/voxelu, rozdělující jednotlivé fáze (vyžadováno v případě 1 = `inputType` < `outputType`)
`tileStencil` Název datových souborů pro jednotlivé dlaždice (pouze první společná část, která je následována podtržítkem, ID dlaždice a příponou dle typu)
`outputFile` Název výstupního souboru
`outputFolder` Cesta (absolutní/relativní) k adresáři s výstupními daty
`voxelSize` Dvou nebo tříprvkové pole udávající absolutní velikost pixelu/voxelu
`referenceImage` Cesta k referenčnímu obrázku (využití pouze pro 2D a `inputType` = 1)
`outputMeshFile` Název výstupního konečněprvkového souboru [„1.mesh.json“]
`outputMeshAttributeFile` Název pomocného výstupního konečněprvkového souboru [„1.attribute.json“]

Grafické rozhraní

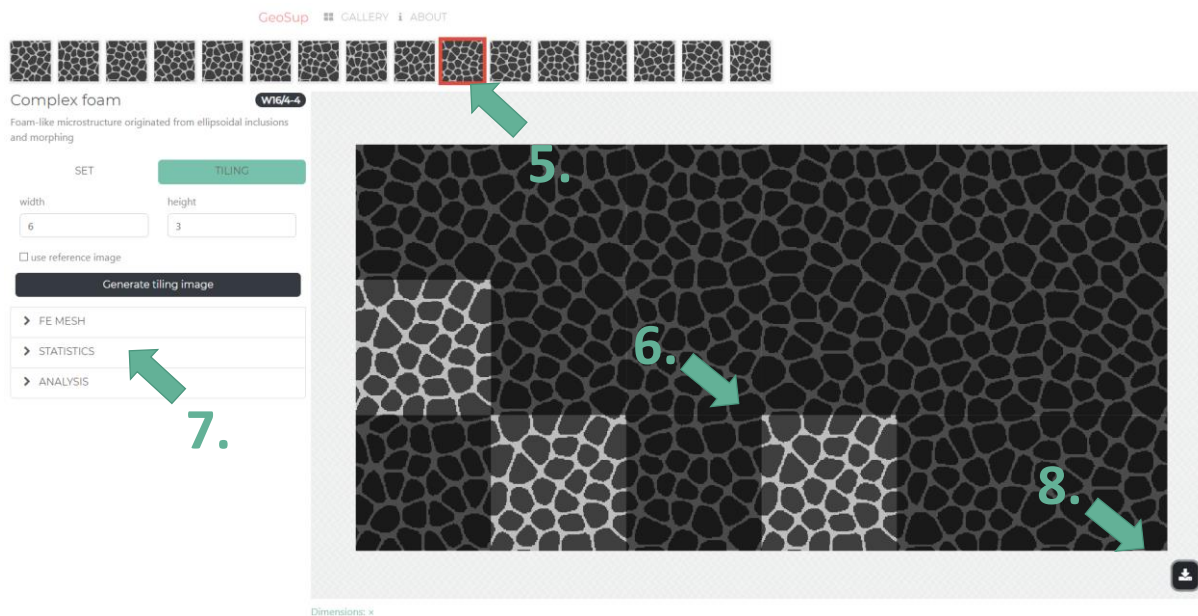
Grafické rozhraní pro nástroj na syntézu komprimovaných dat je zpřístupněno skrze webové rozhraní platformy. Popis rozhraní je uveden v popisku níže přiložených snímků obrazovky.

Krok 1: Generování dláždícího plánu a vizuální reprezentace



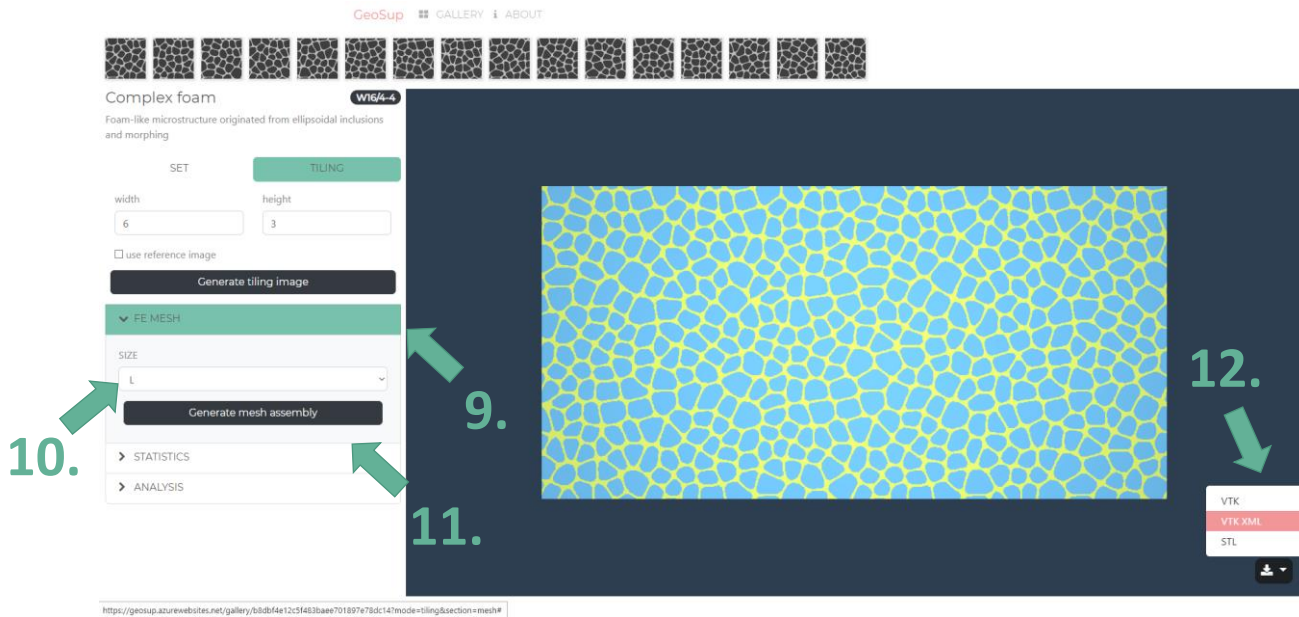
Obrázek 1: Základní rozhraní pro syntézu dat (volba Tiling, viz bod 1). Bod 2 - zadání velikosti výsledné mikrostruktury. Bod 3 - možnost zadat referenční obrázek pro tvorbu dláždění. Bod 4 – vygenerování nové realizace.

Krok 2: Inspekce vygenerované realizace



Obrázek 2: Inspekce vygenerované mikrostruktury. Kliknutí na část mikrostruktury zobrazí, o který modul se jedná (bod 5) a jeho opakování v mikrostrukturu (bod 6). Pro vygenerovanou mikrostrukturu je možno spočítat prostorové statistiky (bod 7) a mikrostrukturu uložit (bod 8).

Krok 3: Syntéza konečněprvkové diskretizace



Obrázek 3: Po rozkliknutí položky FE mesh (bod 9) je možné vybrat jemnost konečněprvkové diskretizace (bod 10) a vygenerovat syntetizovanou konečněprvkovou síť (bod 11). Tuto síť je možné následně uložit v několika běžných formátech (bod 12)