Dokumentace aplikace Image inpainting

Obsah

Spuštění a požadavky 3
Používání aplikace 4
Jak načíst obrázek 5
Jak vytvořit masku 6
Jak dokreslit obrázek 12
Úprava masky 15
Náhodná maska 16
Kvantitativní vyhodnocení 17
Jak ukládat obrázek 19
Manipulace s obrázky 20

Spuštění a požadavky

Image inpainting je aplikace umožňující interaktivní dokreslování obrazu pomocí různých začleněných metod na dokreslování obrazu. Vznikla v rámci bakalářské práce s názvem *Desktopová aplikace na interaktivní dokreslování obrazu* na Fakultě informatiky Masarykovy univerzity v roce 2023. V případě dotazů můžete kontaktovat autora pomocí *e-mailu*.

Požadavky

Aplikace byla vytvořena pomocí balíčků ze souboru *requirements.txt*. Pro bezproblémový běh a používání aplikace se doporučuje instalovat balíčky ve stejných verzích, které byly použity při vývoji a testování. Pozdější verze těchto balíčků mohou vyžadovat řady implementačních změn.

> **Tip:** Požadované balíčky je možné nainstalovat příkazem *pip install -r requirements.txt* zadaným v příkazovém řádku z kořenového adresáře aplikace. Pro úspěšnou instalaci balíčků byl použit pip 21.1.1 a Python 3.8.10.

Spuštění aplikace

Aplikaci lze spustit příkazem *python image_inpainting.py* zadaným do příkazového řádku z kořenového adresáře aplikace.

Používání aplikace

Postup použití

Základní schéma plánovaného používání aplikace je vyobrazeno na následujícím obrázku:

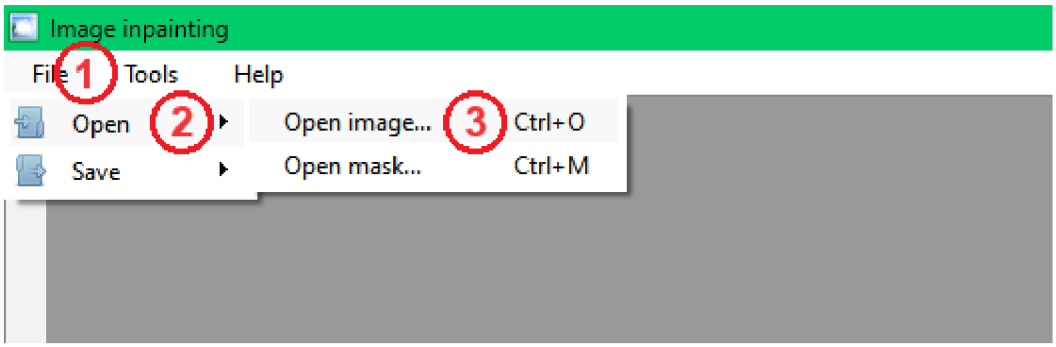
Princip použití aplikace spočívá jednoduše ve třech základních krocích, které jsou doplněny o doprovodnou funkcionalitu:

1. načtení obrázku z lokálního úložiště (viz *Jak načíst obrázek*)
2. vytvoření masky různými možnostmi nad načteným obrázkem (viz *Jak vytvořit masku*)
3. dokreslení zamaskovaných oblastí konkrétní metodou (viz *Jak dokreslit obrázek*)
4. (volitelné) zobrazení kvantitativního vyhodnocení dokresleného obrázku (viz *Kvantitativní vyhodnocení*)

Jak načíst obrázek

Načítání obrázku

Načítání vstupního obrázku do aplikace lze provést pomocí kroků znázorněných níže. Tlačítkem *Open image...* (nebo zkratkou *Ctrl+O*) se objeví dialogové okno, které umožňuje procházet souborový systém a vybrat žádaný obrázek.



Požadavky na obrázek

Aplikace neumožňuje načítat libovolné obrázky, protože začleněné metody dokážou pracovat jen s určitým typem obrázků. Požadavky na vstupní obrázek jsou následující:

- dimenze obrázku ideálně 256 x 256 pixelů, případně lze použít i větší 512 x 512 pixelů, ale při větším obrázku jsou metody na dokreslování obrazu pomalejší
- formát obrázku musí být RGB
- ověřené a bezproblémové jsou obrazové soubory s příponami *.png, *.jpg, *.jpeg, *.tiff a *.bmp

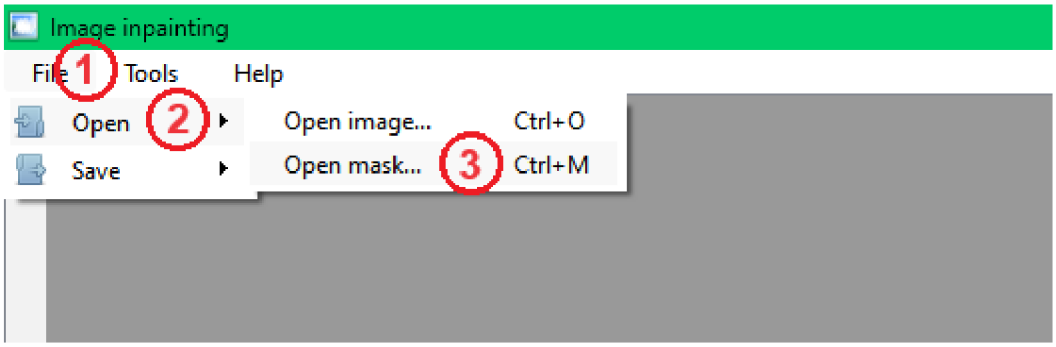
Jak vytvořit masku

Vytváření masky

Interaktivní tvorba masky je jednou ze základních a nezbytných funkcionalit této aplikace. Maska v procesu dokreslování značí oblasti, které se mají dokreslovat. Vytvoření masky je umožněno pouze, pokud je již načtený vstupní obrázek (viz *Jak načíst obrázek*) a lze provést třemi rozdílnými způsoby.

1. Načítání masky

První způsob je obdobný načítání vstupního obrázku:



Požadavky na masku

Pro správné fungování aplikace a načítání masky jsou na masku kladeny následující požadavky:

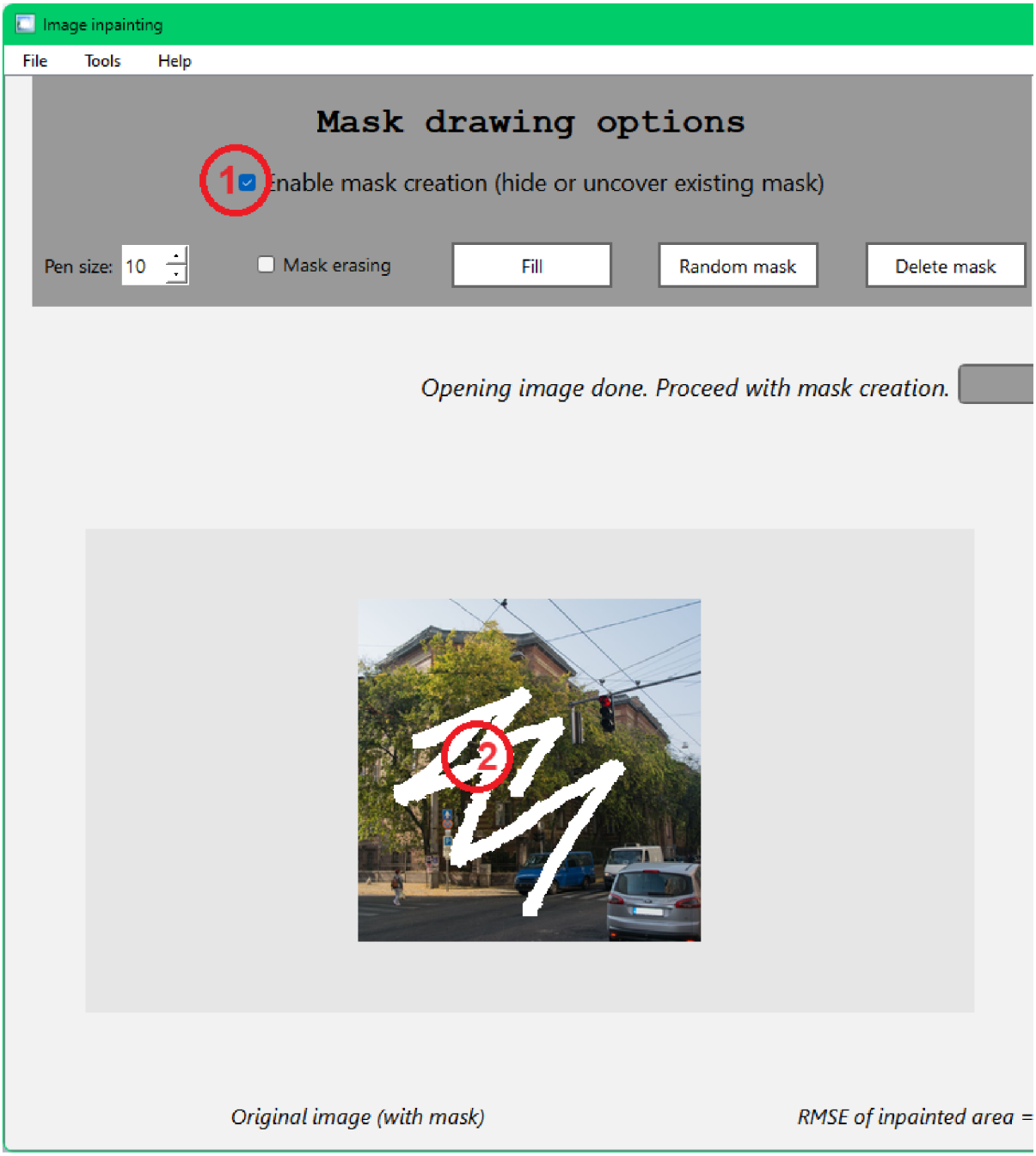
- obrazová velikost stejná jako načteného obrázku v aplikaci
- formát masky musí být binární, šedotónový nebo RGB obrázek
- ověřené a bezproblémové jsou obrazové soubory s příponami *.png, *.jpg,

*.jpeg, *.tiff a *.bmp

Vzor masky s dimenzí 256 x 256 pixelů. Všechny nenulové intenzity pixelů (bílá barva) značí oblast, která má být dokreslena:

2. Nakreslení masky

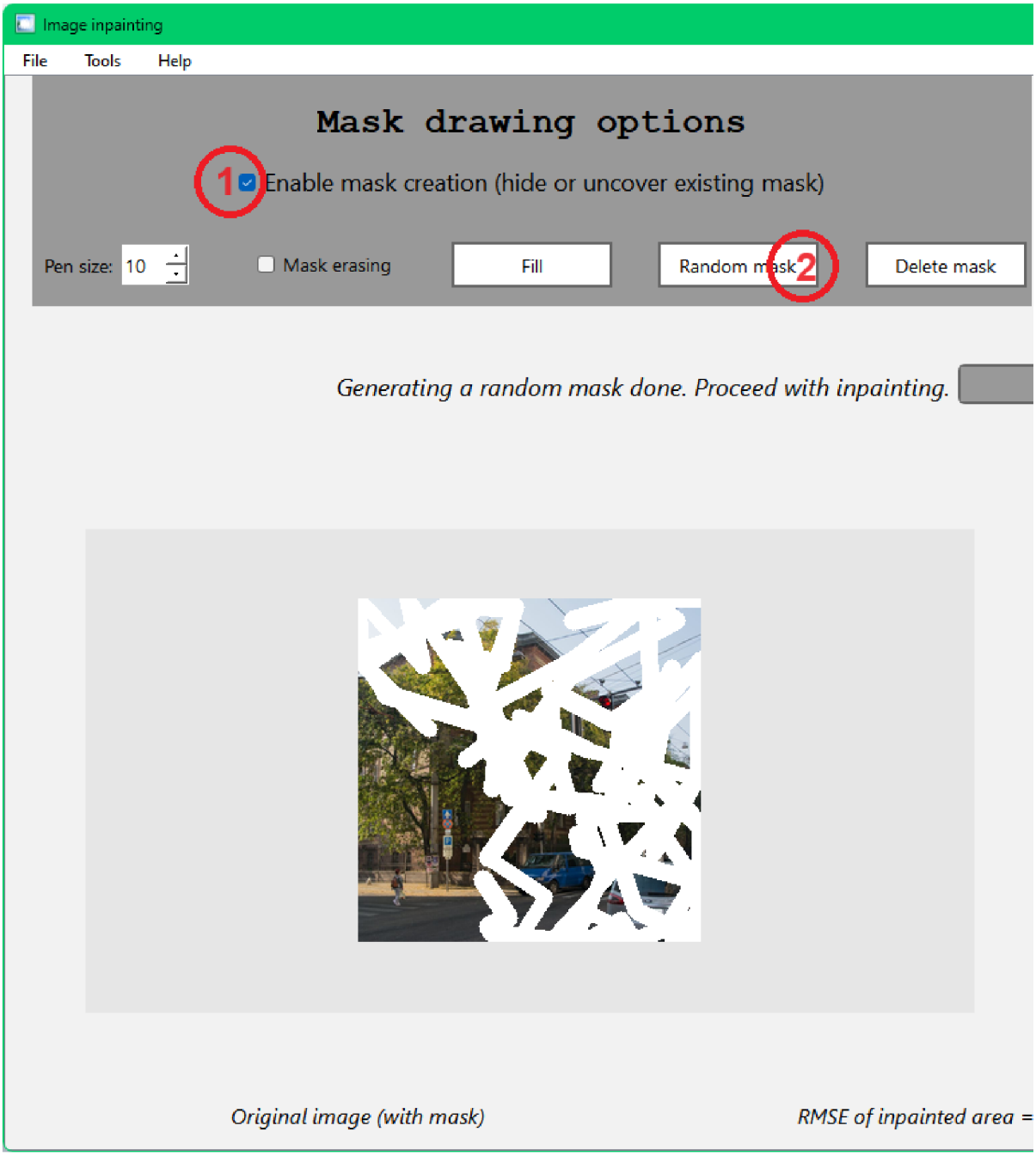
Další možností je interaktivní nakreslení masky nad vstupním obrazem přímo v aplikaci:



V prvním kroku je potřeba zakliknout políčko *Enable mask creation*, které zobrazí nabídku funkcionality na tvorbu/úpravu masky (viz *Úprava masky*). Odkliknutí tohoto políčka následně funguje jako dočasné schování masky, pokud je již nějaká maska zobrazena. Opětovné zakliknutí políčka zobrazí schovanou masku. Se zakliknutým políčkem je nyní možné interaktivně kreslit masku přejetím myši po obraze a současným držením levého tlačítka myši.

3. Generování náhodné masky

Poslední způsob je generování náhodné masky. V tomto případě je také potřeba mít zakliknuté políčko *Enable mask creation* a poté již jenom zmáčknout tlačítko *Random mask*:

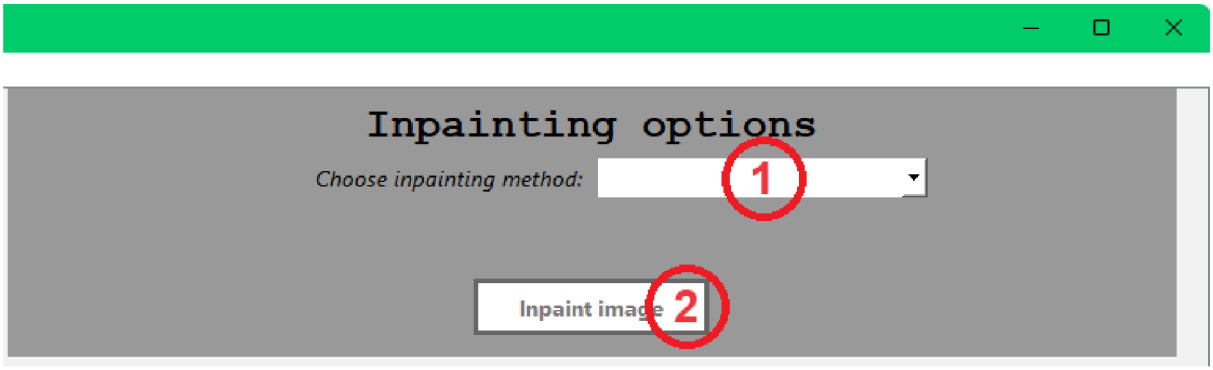


U tvorby náhodné masky je možné určité parametry explicitně nastavit (viz *Náhodná maska*).

Jak dokreslit obrázek

Dokreslování obrazu

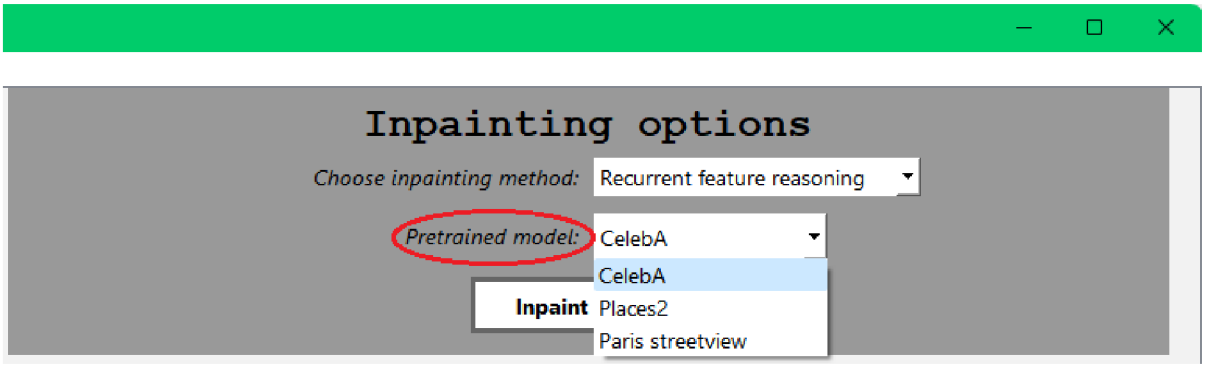
Po načtení vstupního obrázku a vytvoření masky je všechno připravené pro samotné dokreslení.



Pro základní dokreslení je potřeba v prvním kroku vybrat jednu ze tří začleněných metod a v druhém kroku zmáčknout tlačítko *Inpaint image*, po kterém se obrázek dokreslí zvolenou metodou a po chvíli se zobrazí v aplikaci. Pro pokročilejší dokreslení je vhodné ještě upravit parametry jednotlivých metod. V následujících sekcích jsou tyto parametry stručně popsány.

1. Metoda Recurrent Feature Reasoning

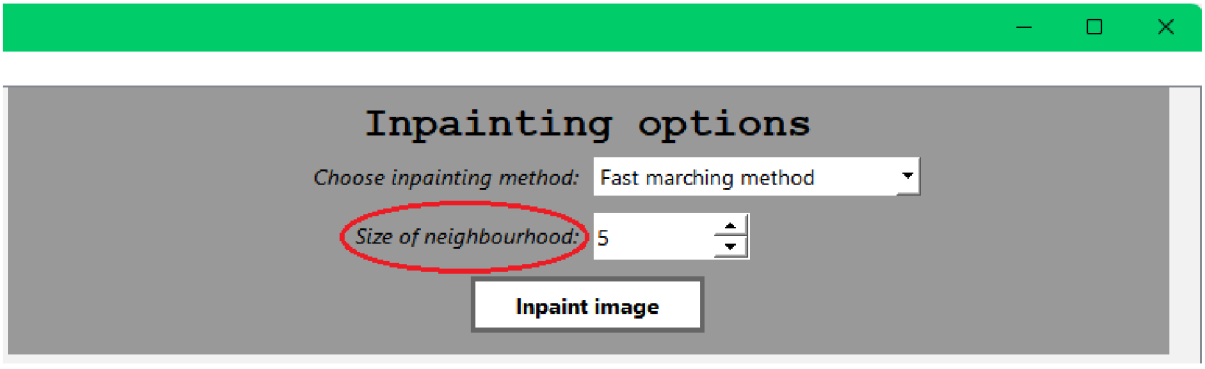
Metoda Recurrent Feature Reasoning je založená na konvoluční neuronové síti. V rámci tvoření této aplikace byly touto metodou natrénovány tři rozdílné modely specifikující se na různé datové sady. Nastavitelný parametr této metody v aplikaci je výběr z těchto tří natrénovaných modelů:



- Model *CelebA* se specializuje na dokreslování lidských tváří.
- Model *Places2* je natrénovaný na datové sadě obsahující fotky ze všech možných míst - vhodný na dokreslování např. přírody.
- Model *Paris streetview* se zaměřuje na fotky z měst.

2. Metoda založená na Fast Marching algoritmu

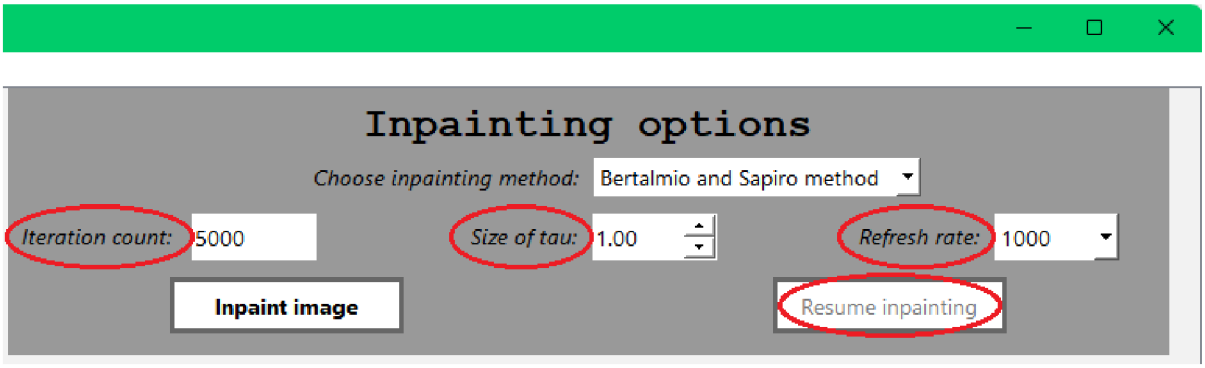
Metoda založená na Fast Marching algoritmu vychází z šíření odhadu hladkosti obrazu podél gradientu obrazu. Hladkost obrazu je odhadnuta jako vážený průměr nad známým okolí pixelu, který je zrovna dokreslován.



Parametr *Size of neighbourhood* určuje průměr okolí, ze kterého se odvozuje dokreslovaný pixel.

3. Metoda od Bertalmia a Sapira

Metoda od Bertalmia a Sapira odhaduje variaci hladkosti, která je dána diskretizací 2D Laplaciánu, a promítne se do směru izofotů. Tato projekce se používá k aktualizování hodnot obrazu uvnitř oblasti, která má být dokreslena.



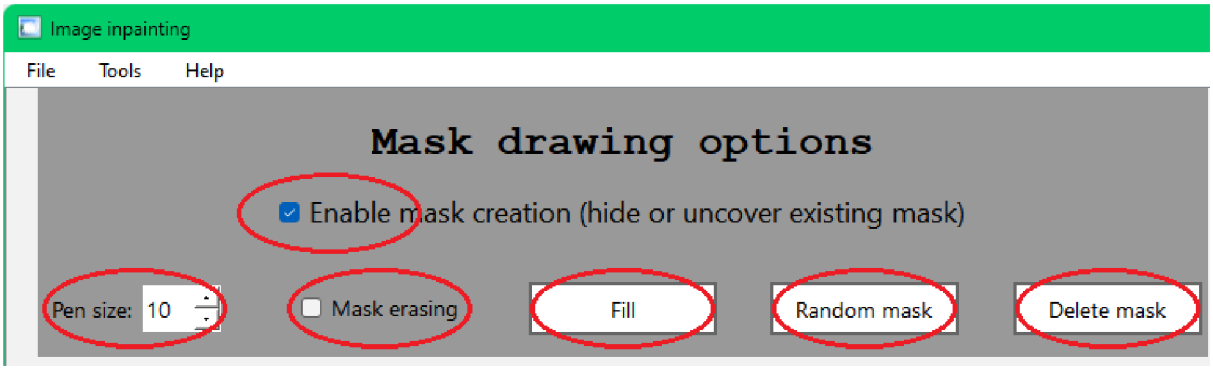
- Parametr *Iteration count* určuje celkový počet iterací dokreslovacího cyklu.
- Parametr *Size of tau* představuje časový krok.
- Parametr *Refresh rate* udává počet iterací, po kterých se v aplikaci vizuálně zobrazí dokreslovaný mezivýsledek.

Tlačítko *Resume inpainting* se odblokuje až po prvním kompletním dokreslení touto metodou. V případě neuspokojivého výsledku je možné spustit zmáčknutím tohoto tlačítka další dokreslování (klidně s jinými parametry), které nezačne dokreslování zcela od začátku, ale naváže na momentálně dokreslený výsledek.

Úprava masky

Možnosti úpravy masky

V aplikaci je umožněna běžná základní funkcionalita k úpravě a kreslení masky:

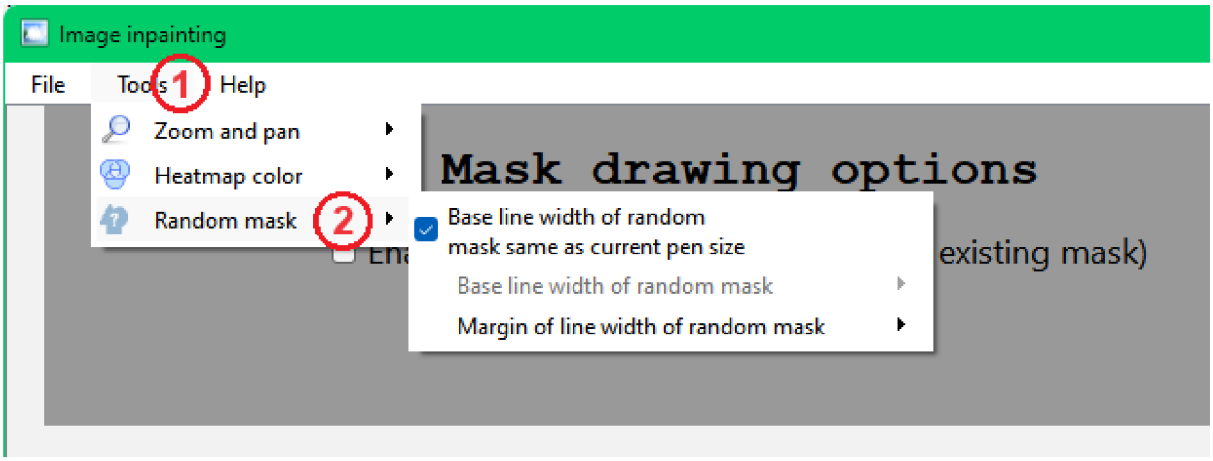


- Políčko *Enable mask creation* slouží pro zobrazení celého nastavení kreslení masky a také pro dočasné schování masky, pokud je již nějaká dokreslena. Více popsáno v *Kreslení masky*.
- Parametr *Pen size* určuje šířku pera, kterým je maska kreslena.
- Políčko *Mask erasing* slouží k mazání masky, pokud je zakliknuto. Maže se pohybem myši nad nakreslenou maskou a současně podrženým levým tlačítkem myši.
- Tlačítko *Fill* funguje jako výplň. Když jsou v masce nějaké uzavřené kontury, tak zmáčknutím tohoto tlačítka a následně klepnutím do uzavřené oblasti v masce se tato oblast celá vyplní.
- Tlačítko *Random mask* generuje náhodnou masku (viz *Generování náhodné masky*).
- Tlačítko *Delete mask* smaže momentální masku.

Náhodná maska

Možnosti nastavení generování náhodné masky

V rámci generování náhodné masky je v aplikaci možnost nastavit či změnit určité parametry:



- Zakliknuté políčko *Base line width of random mask same as current pen size* znamená, že algoritmus pro tvorbu náhodné masky použije jako základní šířku čáry v tvořené masce momentální hodnotu parametru *Pen size* (popsaného v *Úprava masky*).

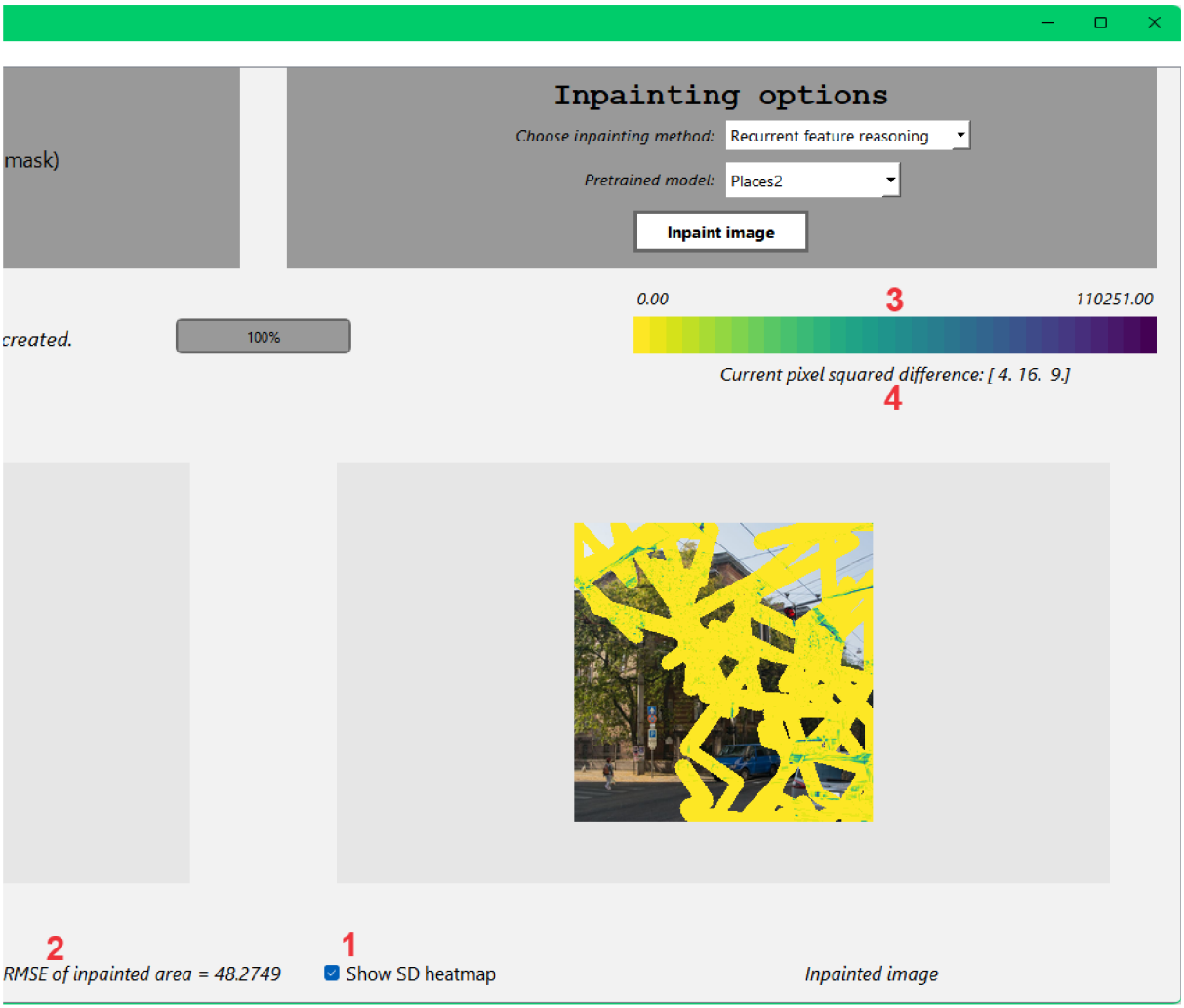
- Parametr *Base line width of random mask* lze nastavit pouze v případě, kdy není zakliknuté políčko popsané v odrážce výše. Tento parametr poté explicitně určuje základní šířku čáry v tvořené masce.

- Parametr *Margin of line width of random mask* značí hodnotu náhodného rozpětí šířky čáry v tvořené masce. Výsledná šířka čar v náhodné masce je poté u každé čáry zvolena náhodně z rozmezí *základní šířka* až *základní šířka + margin*.

Kvantitativní vyhodnocení

Kvantitativní vyhodnocení pomocí teplotní mapy

Nad dokresleným obrázkem je možné zobrazit teplotní mapu rozdílů čtverců dokreslených pixelů.



- Zakliknutím políčka *Show SD heatmap* (označené číslicí 1 na obrázku) se nad dokresleným obrázkem vizuálně zobrazí teplotní mapa rozdílů čtverců jednotlivých dokreslených pixelů.

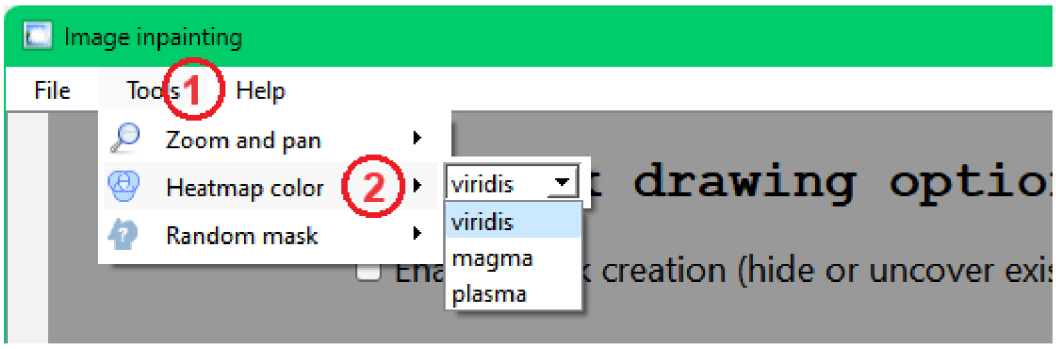
- Hodnota *RMSE of inpainted area* (označená číslicí 2 na obrázku) představuje celkovou hodnotu RMSE mezi dokreslenými oblastmi a odpovídajícími oblastmi z původního obrázku.

- Číslice 3 na obrázku označuje legendu zobrazené teplotní mapy. Součástí této legendy jsou i dvě hodnoty - ta levá představuje nejmenší rozdíl čtverců mezi dokreslenými pixely a ta pravá naopak největší rozdíl. Barevné reprezentace ostatních rozdílů čtverců mezi pixely jsou určeny z legendy proporčně podle těchto dvou hodnot.

- Hodnota *Current pixel squared difference* (označená číslicí 4 na obrázku) znamená rozdíl čtverců dokresleného pixelu, nad kterým je zrovna kurzor myši, a odpovídajícího pixelu z původního obrázku.

Barva teplotní mapy

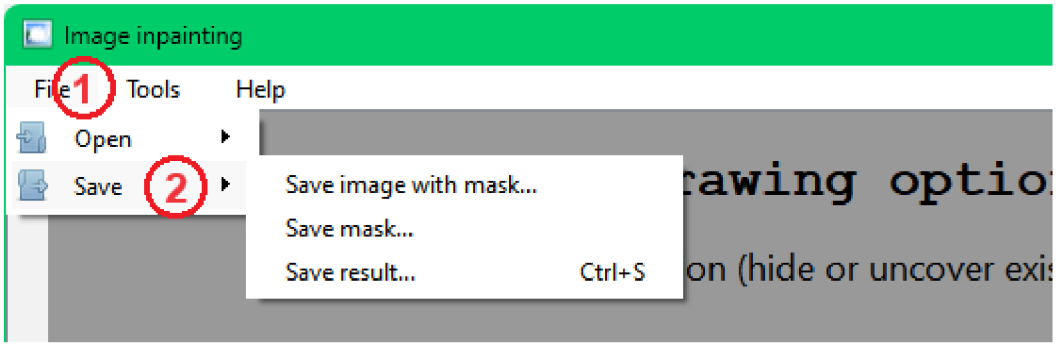
Aplikace také umožňuje výběr z tří barevných variant teplotní mapy, kdyby se momentální varianta podobala nějakým intenzitám v obrázku.



Jak ukládat obrázek

Ukládání obrázku

Aplikace umožňuje ukládání tří druhů obrázků v průběhu používání aplikace:



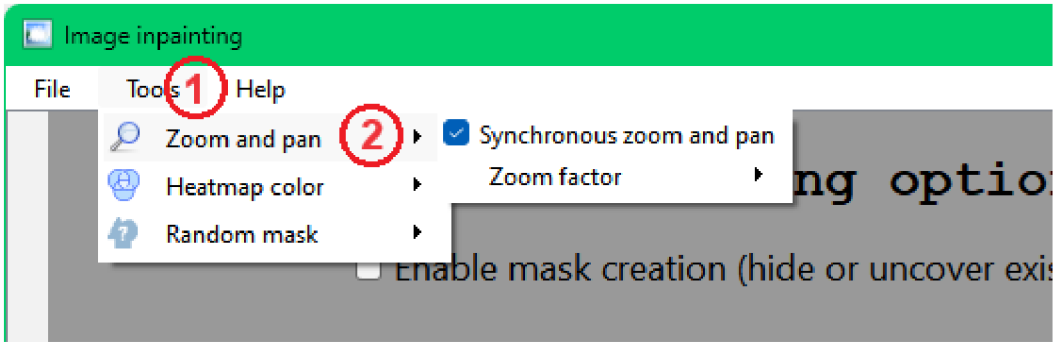
- Tlačítko *Save image with mask...* uloží vstupní obrázek se zamaskovanými oblastmi, pokud je načtený vstupní obrázek. Tyto oblasti ze vstupního obrázku jsou v uloženém obrázku již ztraceny.
- Tlačítko *Save mask...* uloží momentální masku z aplikace, pokud je načtený vstupní obrázek.
- Tlačítko *Save result...* uloží výsledný dokreslený obrázek, pokud je již nějaký obrázek dokreslený.

Každé ze tří tlačítek otevře dialogové okno, které umožňuje procházet souborový systém a vybrat adresář a jméno pro uložení. Všechny obrázky jsou uloženy ve formátu osmibitového RGB.

Manipulace s obrázky

Přibližování a posouvání obrázků

V aplikaci je zprostředkována základní funkcionalita pro manipulování s obrázky. To je často potřebné z důvodu malých dimenzí obrázků pro přesnější tvorbu masky nebo pro přesnější prohlížení dokreslených výsledků. Konkrétně je možné obrázky přibližovat a následně s nimi posouvat do stran, aby šly vidět všechny části zvětšených obrázků.



- Zakliknuté políčko *Synchronous zoom and pan* znamená, že manipulace vstupního obrázku s maskou a výsledku (pokud je dokreslený) probíhají synchronně.

- Parametr *Zoom factor* je nastavitelná hodnota, která určuje kolikanásobně se zvětší, resp. zmenší, obrázek při jednom kroku přibližování.