



MEZZOTINT

Mezzotint je technika hĺbkotlač, pri ktorej sa vytvára kresba vyškrabávaním. Reálny proces pozostáva zo 4 krokov:

vytvorenie platne - využíva sa medenná alebo mosadzná doska, približne 2 mm vysoká. Kovovými nástrojmi sa do nej vyhlbujú vzory s rôznou hĺbkou rezu.

natieranie platne farbou - na celý povrch platne sa naniesie vysoko viskózna tlačiarenská farba.

stieranie farby z platne - na miestach, ktoré majú byť svetlejšie sa farba nasáva do handry. Podľa hĺbky rezov a drsnosti priestoru platne sa líši množstvo odsatej farby.

otlačenie farby z platne na papier - fixovaný papier na platni s farbou prejde pod prítlačovým valcom a farba sa postupne vsaje a zaschne do papiera.

VIRTUÁLNY MODEL MEZZOTINTU

Virtuálny model mezzotintu sa skladá zo 4 vrstiev, a to platňa, farba, handra a papier. Pri týchto vrstvách sú využité mierky uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka jednotiek modelu	
Mierka pre výškové mapy	0,01 mm ² = 1 px
Mierka pre tretí rozmer (výšku)	0,01 mm = 1

Tabuľka 1: Mierky využité vo virtuálnom modeli mezzotintu.

MODEL PLATNE

Model platne reprezentujeme výškovou mapou float hodnôt v rozmedzí 0-255, v skutočnosti to predstavuje 2.55 mm vysokú platňu. Vizualizácia je 8-bitový obrázok. Úroveň šedej predstavuje skutočnú výšku platne, to znamená, že čím je vybraný pixel tmavší tým je jeho výška nižšia. Povrch platne upravujú diskkrétne modely nástrojov. Počiatočné hodnoty platne nie sú stanovené na maximum, pretože niektoré nástroje zachovávajú objem platne, to znamená, že keď povrch platne v niektorých miestach znížia, na inom mieste sa musí tento objem vytlačiť. Podľa ostroti nástroja sa objem zachová alebo zreže. Nástroje, ktoré zachovávajú objem platne využívajú profil otočeného mexického klobúka (obrázok 1).



Obrázok 1: Obrátený mexický klobúk vyzerajúci ako zárez do platne.

Ďalší nástroj, ktorý zachováva objem platne, znižuje lokálne maximá a zároveň zvyšuje lokálne minimá, tým povrch platne vyhladzuje. Ostatné nástroje povrch platne lokálne nerovnomerne znižujú a slúžia na mierne zdrsnenie povrchu platne.

MODEL FARBY

Model farby je reprezentovaný ako výšková mapa float hodnôt 0-255. Vizualizácia farby je pomocou 32-bitového obrázka. Využíva sa alfa kanál červenej farby, aby bolo možné vidieť vrstvu platne pod farbou. Pri natretí farby na platňu sa zvolí výška náteru. Výška náteru je hodnota od globálneho maxima platne po povrch farby. Výška farby na vybranom mieste $I_{i,j}$ je teda hodnota od výšky platne $P_{i,j}$ po povrch farby.

MODEL HANDRY

Na simuláciu odsávania farby využívame pružinový model, ktorý štvorokolie v bode prítlaču sťahuje k sebe. Model sa prispôbuje povrchu platne a neodsáva farbu z priestorov, kam sa nezmestí. Hodnota modelu $C_{i,j}$ je deformovaná tak, aby sa zachovala rovnováha síl:

$$F_0 + F_4 = 0,$$

$$F_0 = k_0 (C_{min} - C_{i,j}),$$

$$F_4 = k_4 (C_{i-1,j} + C_{i+1,j} + C_{i,j-1} + C_{i,j+1} - 4C_{i,j}),$$

kde F_0 označuje silu, ktorá pôsobí priamo na výšku vybraného pixelu. F_4 označuje sily, ktoré pôsobia na štyroch susedov $C_{i,j}$. Parameter k_0 je rezistencia látky v priloženom mieste a k_4 je rezistencia látky v štyroch okolitých bodoch [Tasaki et al., 2004]. S využitím prelošých vzťahov sme odvodili výpočet nového $C'_{i,j}$:

$$C'_{i,j} = \min\left\{\frac{k_4 (C_{i-1,j} + C_{i+1,j} + C_{i,j-1} + C_{i,j+1}) + k_0 C_{i,j}}{k_0 + k_4}, \frac{k_0 C_{i,j}}{k_0 + 4k_4} I(x)\right\}$$

MODEL PAPIERA

Model papiera je definovaný svojou výškou, absorbovanou zaschnutou a povrchovou nezaschnutou farbou. Pri otláčaní farby na papier simulujeme vizkóznú difúziu [Ďurikovič and Páleníková, 2017], to znamená, popis pohybu farby po povrchu a do vnútra štruktúry papiera.

$$(I - v \delta t \nabla^2) \vec{u}(\vec{x}, t + \delta t) = \vec{u}(\vec{x}, t), \quad (5)$$

kde $u(x)$ je hľadaná rýchlosť toku farby, x je pozícia vo vrstve farby, t je čas simulácie, I je matica identity a v je konštantná viskozita farby. Parameter δt je časový krok simulácie, ∇^2 je Laplaceov operátor. Po diskretizácii rovnice 5 v priestore a čase, použitím diskkrétnej formy Laplaceovho operátora dostaneme diagonálne dominantnú lineárnu sústavu rovníc s pásovou maticou. V našom modeli funkcia $u(x)$ reprezentuje výšku farby na papieri. Pre výpočet sústavy použijeme Jacobiho iteračnú metódu, ktorej počiatočné hodnoty v čase $t=0$ sú všetky 0. Na okraji papiera reálne nemáme farbu, preto je $u(x)$ nulové na okraji simulačnej oblasti papiera. Jeden krok k -tej iterácie Jacobiho metódy má po úprave nasledovný tvar:

$$u_{i,j}^k = \frac{u_{i-1,j}^{k-1} + u_{i+1,j}^{k-1} + u_{i,j-1}^{k-1} + u_{i,j+1}^{k-1} + \alpha u_{i,j}^k}{\beta},$$

kde $u_{i,j}$ je množstvo farby a exponent k označuje číslo iterácie.

$$\alpha = \frac{\delta u^2}{v \delta t},$$

kde $u_{i,j}$ je množstvo farby a exponent k označuje číslo iterácie. kde δu je veľkosť jedného pixla. Parameter $\beta = s + a$, kde s označuje počet nezaschnutých buniek v okolí. Farba zasychá postupne v každom kroku iterácie tak, že na pozícii i,j zmenší množstvo tekutej farby o konštantu zasychania τ .

REFERENCIE

- [Tasaki et al., 2004] Tasaki, D., Mizuno, S., and Okada, M. (2004). Virtual drypoint by a model-driven strategy. *Comput. Graph. Forum*, 23(3):431–440.
- [Ďurikovič and Páleníková, 2017] Ďurikovič, R. and Páleníková, Z. (2017). Real-time watercolor simulation with fluid vorticity within brush stroke. In 2017 21st International Conference Information Visualisation (IV), pages 158–163.