

Izdelava litofana

z uporabo 3D-tiska

Jure Klokočovnik, Deja Muck • Univerza v Ljubljani, NTF, Katedra za informacijsko in grafično tehnologijo, Snežniška 5, 1000 Ljubljana



Področje 3D-tehnologij pridobiva pomembnost z vsakim dnem. Razvija se tudi tehnologija 3D-tiska, ki vstopa tudi v domača gospodinjstva in ni uporabljena samo v industrijske namene. Na Naravoslovnotehniški fakulteti smo to pokazali tudi z izdelavo 3D-tiskanega litofana, ki ga lahko natisne prav vsak z namiznim 3D-tiskalnikom, saj smo tudi sami uporabili cenovno dostopen tiskalnik.

Glavni namen je bil izdelati enobarvno in barvno 3D reliefno reprodukcijo oziroma litofan na podlagi digitalne fotografije. To smo storili s pomočjo različnih programskih orodij in tehničnih naprav. Vse od Photoshopa in Blenderja do kapljičnega, elektrofotografskega in 3D-tiskalnika in različnih kemikalij. Prvi cilj je bil izdelati kakovosten enobarvni litofan s spreminjanjem določenih parametrov

pri izdelavi in tisku reliefne reprodukcije. Analizirali smo natisnjene litofane in določili tistega, ki se je izkazal kot najbolj kakovosten. Drugi cilj je bil enobarvnemu litofanu dodati barvo. To smo izvedli z uporabo kapljičnega in elektrofotografskega tiskalnika. Na koncu smo analizirali, kateri od izbranih načinov daje najboljše barvne litofane, ki se tudi po barvi najbolj približajo resničnemu umetniškemu originalu. Tretji cilj pa je bil preveriti, kako določena vrsta svetila vpliva na barve, ko svetloba potuje skozi litofan.

Uvod

Ljudje nenehno ustvarjamo in oblikujemo nove umetnine in objekte. V tehnološki dobi lahko te stvaritve pretvorimo iz realnega sveta v računalniški svet in nazaj v realni oziroma materialni, fizični svet. Vse to počnemo za ohranjanje umetnin in kulturne dediščine, podvajanje določenih predmetov, upodabljanje stvaritev za lažjo predstavo na računalniških ekranih in zaradi mnogo drugih razlogov.

Eden od načinov reproduciranja umetniških del je tudi pretvorba v reliefno obliko in izdelava kakovostnega litofana. Litofan je prosojna plošča, na kateri je oblikovana slika s pomočjo različnih debelin te plošče na določenih točkah. Svetloba, ki potuje od zadnje strani plošče skozi ploščo, prikaže čisto sivinsko sliko na sprednji strani te plošče. Moč prosojnosti narekuje material plošče in vir svetlobe, ki prihaja od zadaj. Brez osvetlitve od zadaj je motiv na litofanu neprepoznaven.

Začetki litofanov segajo v zgodnje 19. stoletje v Francijo, kjer je baron Paul de Bourguignon iz Rubellesa leta 1827 izdelal prvi litofan v Evropi. Odkrili so tudi litofane v obliki porcelanastih vaz na Kitajskem in sklepajo, da je bila ta tehnika uporabljena na Kitajskem mnogo pred prihodom v Evropo. Evropejci pa smo jo pozneje izpopolnili in jo bolj pogosto uporabljali, tudi za reprodukcije znanih portretov in slik. Uporabljali so prav tako ročno izklesan porcelan in pozneje izdelali metodo kalupov v kombinaciji z uporabo voska, ti kalupi pa so bili primerni za približno 20 hitrih reprodukcij.



Višja tehnološka učinkovitost priprave v ofsetnem tisku z novim 46-palčnim sistemom CTP znamke Cron

Cron: CTP novosti za format 70/100

Pet velikostnih različic Cronovih CTP osvetljevalk pokriva celoten spekter v izdelavi vseh pomembnih formatov tiskarskih plošč: 35 x 50 cm, 50 x 70 cm, 70 x 100 cm ter formatov 6 in 7. Cron je svoje namestitve uspešno izvedel že v vseh razredih formatov po vsej Evropi, vključujejo pa sisteme s termičnimi (830 nm) ali UV diodami (405 nm). Cron ponuja tudi CTP rešitev za format 70 x 100 cm, ki je na novo zasnovan z integrirano izhodno enoto in uporabniškim vmesnikom z na dotik občutljivim zaslonom za boljšo interakcijo med uporabnikom in sistemom.

Cron na trgu CTP naprav ponuja privlačno razmerje med ceno in zmogljivostjo, s kompaktno in uporabniku prijazno zasnovo sistemov za različne formatne razrede izdelave plošč oziroma tiskarskih form. Zato se priljubljenost in tržna sprejemljivost Cronovih sistemov povečujeta po vsem svetu. Atécé Graphic Products, ki dobavlja tudi tiskarske plošče Blackwood in potrošni material, je ekskluzivni partner za prodajo in servis.

Na novo zasnovano za 46-palčno proizvodnjo

Za enega bolj uveljavljenih formatov plošč 70 x 100 cm Cron zdaj ponuja izjemno tehnično novost. Serija CTP sistemov Cron 46 inch za obdelavo plošč največjega formata 1133 x 940 mm je

> se nadaljuje na strani 20

www.graficar.si

Izdelava litofanov pa je z vstopom 3D-tiskalnikov v domača gospodinjstva doživela ponovni preporod v 21. stoletju. Za izdelavo litofanov ne potrebujemo veliko mojstrskega znanja, potrebno pa je znanje 3D-modeliranja in tiskanja. 3D-tisk omogoča izdelavo litofanov, saj lahko oblikuje relief sloj za slojem. Prav tako trenutna programska oprema omogoča prenos vsake 2D digitalne slike v 3D-model, primeren za tisk. Ta programska oprema temelji na vrednostih sivine barvne fotografije. Barvno fotografijo spremenijo v sivinsko, to nato invertirajo in s tem pridobijo vrednosti nanosa filameta. Programi za izdelavo slik to zaznavajo kot vrednosti od 0 do 255, 3D-tiskalnik pa kot višino določene točke na litofanu. Ko gledamo litofan z očmi, jim je črna barva fizično bližja in bela ravno obratno. Trenutno prevladuje izdelava enobarvnih litofanov, mi pa smo si zadali cilj, da izdelamo tudi barvni litofan, saj na tem področju ni veliko raziskanega.

Motiv litofana in materiali

Za reproduciranje z uporabo litofana smo si izbrali sliko Zvezdna noč (angl. The Starry Night) slikarja Vincenta van Gogha, saj je znana slika, pri kateri sta uporabljeni kontrastni barvi, rumena in modra. Zaradi izrazitega kontrasta smo lažje analizirali reproduciranje barve na litofanu. Prav tako že slika sama izraža določen relief, ki bo dodatno izražen na končnem litofanu. Na sliki pa so nekateri deli precej detailni, kar je preizkus za kakovost našega 3D-tiskalnika in za različne nastavitve pri tisku in oblikovanju. Pri raziskavi smo uporabili: 3D-tiskalnik Creality Ender 3, namizni kapljični tiskalnik

HP, namizni elektrofotografski tiskalnik HP, namizni računalnik, Adobe Photoshop 2020, Blender 2.8, Ultimaker Cura, PLA filament, aceton, akrilni prozorni lak, LED- in halogensko svetilo.

Spreminjanje kontrasta

Izbrano originalno digitalno sliko je pred nadaljnjo uporabo za 3D-tisk priporočljivo obdelati. Lahko odstranimo neželene artefakte ali pa spremenimo nekatere parametre, ki nam omogočijo kakovostnejši končni litofan. Tipično za litofane je, da delujejo na principu kontrasta oz. razmerju med svetlimi in temnimi točkami na sliki. Prav zato smo tudi mi povečali kontrast slike. Tako bo končni litofan bolj reliefen in s tem bodo bolj vidne tudi razlike med njegovimi svetlimi in temnimi deli. Poudariti je treba, da je spreminjanje nastavitve odvisno od vsakega motiva posebej.

Izdelava 3D-modela litofana

Za izdelavo litofana smo se odločili uporabiti brezplačen program Blender, različico 2.8. Ta program omogoča izdelavo 3D-objektov, kar je tudi naš litofan. Postopek izdelave modela litofana je kar zahteven. Temelji predvsem na matematičnih pretvorbah. Tako se barvna slika pretvori v sivinsko in s tem dobi program podatke o vrednosti vsakega piksla posebej, med 0 in 255. Na podlagi tega se izračuna višina določenega piksla na motivu. S pomočjo nastavitve v Blenderju smo tako izdelali motiv, ki ni več v 2D-obliki, ampak je reliefen. Svetle točke so nižje kot temnejše. Nato smo dodali litofanu še debelino, saj je potrebna za končno izdelavo s 3D-tiskalnikom. Na tej točki smo izdelali



Slika 1: Originalni motiv



Slika 2: Obdelani motiv

litofan v obliki kvadraste ploščice, kar je bilo za našo raziskavo idealno. Za konec smo samo še določili smeri osi, nato pa izvozili datoteko 3D-modela v format .stl.

Nastavitve za 3D-tisk

Zadali smo si cilj proučiti vpliv treh različnih parametrov na potek tiska in kakovost oz. uporabnost končnega litofana. Najprej smo se posvetili enobarvnemu litofanu in skušali ugotoviti najboljše nastavitve za kakovostno reprodukcijo. Za spreminjanje nastavitve smo se odločili uporabiti program Ultimaker Cura, saj ponuja vse funkcije, ki jih potrebujemo in je uporabniku prijazen.

Gostota zapolnitve (angl. Infill) je bila pri vseh različicah litofanov enaka, to je 100 %. Tako smo se odločili, saj je litofan odvisen od odboja in prepuščanja svetlobe, kar bi manjša vrednost gostote zapolnitve spremenila. PLA filament pa smo izbrali zaradi kakovostnih lastnosti in enostavnosti tiskanja, prav tako pa je biorazgradljiv polimer. Filament je bele barve, saj mora litofan prepuščati svetlobo in to najbolj deluje pri belih polimerih. Uporaba prozornega filameta ne bi dala ustreznih rezultatov, ker ne bi prišlo do ločevanja temnih in svetlih delov motiva.

Primerjali smo tri različne parametre. Prvi je bila orientacija litofana med tiskom. To smo najprej primerjali, saj je najbolj osnovna in temeljna nastavitve. Litofan smo tiskali v ležečem in pokončnem položaju. Končne ugotovitve te primerjave so, da za kakovostno in natančno reprodukcijo priporočamo izbiro pokončnega tiska in ne ležečega, saj so razlike občutne in jih ni



Slika 3: Ležeči tisk

vredno zanemariti. Nam osebno pa se zdi ležeč položaj zanimiv predvsem v likovnem smislu, saj oddaja svoj čar mozaične sestavljanke, kar je po svoje tudi zanimivo.

Nadaljevali smo s spreminjanjem debeline najtanjšega dela litofana oz. preprosto povedano debeline hrbtišča. S tem smo želeli ugotoviti, katera debelina hrbtišča litofana (0,5; 1,0; 2,0 mm) nam omogoča najboljše reproduciranje, kakovost in prosojnost litofana. Debelina hrbtišča je pomembna, saj je ploščica hitro lahko pretanka ali predebela. Najbolj očitna, takoj vidna razlika je v barvi motiva. Bel polimer se je s povečevanjem debeline hrbtišča pomikal proti rumenkastemu oziroma oranžastemu tonu barve. To je posledica neprosojnosti belega filameta PLA, ki ob povečevanju debeline hitro začne ustavljati svetlobo, ki potuje skozi polimer. Najtanjši litofan je sicer res najbolj prepuščal svetlobo in se najhitreje natisnil, vendar je bila ploščica preprosto pretanka za naš 3D-tiskalnik, saj so se pokazali artefakti, ker je bila stena



Slika 4: Pokončni tisk

pretanka. Debelejši litofan je prepuščal premalo svetlobe in preveč porumenel ob osvetlitvi. Tako je bil zmagovalec sredinski (slika 6) z debelino 1 mm.

Zadnja primerjava v tem sklopu pa je bila med različnimi debelinami slojev (angl. Layer Height) in kakovostmi tiska. Debelino slojev smo želeli primerjati, saj znano lahko vpliva na kakovost odtisov; želeli smo preizkusiti, pri kateri stopnji pride do vidnih sprememb oziroma ali sploh pride do sprememb v motivu. Zanimalo nas je tudi, ali bo imel pri višjih vrednostih debeline slojev tiskalnik kakršne koli težave s tiskanjem tako tankih struktur. Primerjali smo debeline slojev 0,12 mm; 0,20 mm in 0,28 mm. Rezultati so pokazali, da je najboljša nastavitve najmanjša, saj so se pri večjih dveh nastavitvah pokazale plastnice. Vidne plastnice ne samo da motijo oko, temveč tudi poslabšajo natančnost motiva. Motile pa niso samo plastnice, temveč tudi artefakt v obliki navpične črte na desni strani litofana. Tega ni opaziti na najmanjši nastavitvi.



Slika 5: Hrbtišče 0,5 mm



Slika 6: Hrbtišče 1,0 mm



Slika 7: Hrbtišče 2,0 mm

nadvse primerna novost za področje industrijskega ofsetnega tiska.

Na voljo sta dva modela, prvi je izredno kompakten H+ z vgrajenim samodejnim nakladalnikom za 200 plošč debeline 0,30 mm, drugi je model G+, ki ga je mogoče povezati s številnimi drugimi samodejnimi nakladalniki plošč. Zanj so namreč na voljo nakladalniki s kapaciteto do 500 plošč ali večkasetni samodejni nakladalniki s tremi ali petimi kasetami s kapaciteto po 50 plošč debeline 0,30 mm oziroma po 100 plošč debeline 0,15 mm.

Za največjo učinkovitost je zdaj na voljo tudi avtomatski nakladalnik palet s 1500 ploščami. Pri tem je pomembno omeniti, da vsi nakladalniki omogočajo tudi samodejno odstranjevanje vmesnih listov.

Samodejni nakladalnik palet plošč Krause APL 165 je zasnovan z dvema conama za hrambo palet z do 500 ploščami formata največ 1860 x 1420 mm. Prav tako popolnoma samodejno odstranjuje vmesni papir in podaja plošče v CTP sistem.

Z vgrajenim računalnikom in zaslonom na dotik

Osvetljevalke Cron sprejemajo rastrsko obdelane 1-bitne podatke TIFF, ki jih na novih 46-palčnih osvetljevalkah upravljamo s pomočjo programske opreme Cron-Laboo, ki je del na dotik občutljivega upravljalnega zaslona. Ta je lahko priročno nameščen na desni ali levi strani sistema, odvisno od njegove postavitve v prostoru ter s tem lažjega dostopa in praktičnega upravljanja.

Osvetljevalke z dvema bobnoma za vrhunsko zmogljivost

Kot absolutno najbolj zmogljiv model 46-palčnih sistemov CTP so Cronove osvetljevalke na voljo tudi z zasnovo

> se nadaljuje na strani 22

www.graficar.si



Slika 8: 0,12 mm

Končna ugotovitev je, da v našem primeru 0,12 mm debelina slojev daje najboljše rezultate in ni vredno uporabljati drugih dveh nastavitvev, če želimo kakovostno in natančno reprodukcijo originalne slike, predvsem v detajlih motiva.

Barvna reprodukcija

Natisnjene litofane smo želeli tudi obarvati. To smo storili s tremi različnimi metodami. Prva je vključevala kapljični tisk na navaden pisarniški papir. Izbrali smo jo predvsem zaradi preprostosti in dostopnosti. Druga in tretja metoda pa sta si precej podobni, natisnili smo sliko prav tako na pisarniški papir, vendar tokrat z elektrofotografskim tiskalnikom. Ti dve metodi sta temeljili na prenosu tonerja s papirja na litofan, medtem ko je prva metoda enostavnejša in prenos barve na litofan ni bil potreben. Barvo smo prenašali enkrat z acetonom in drugič s pomočjo akrilnega laka.

Rezultati so bili nekako usklajeni z našimi pričakovanji, ko smo videli, kako slabo se je



Slika 9: 0,20 mm

barva prenesla s papirja na litofan z uporabo druge metode acetona. Premalo barve na litofanu se kaže v tem, da se barve na osvetljenem litofanu sploh ne opazi. Opazi se samo temna lisa na levi strani litofana, kjer se je preneslo največ črne barve, in otežuje pot svetlobi, da bi prodrla na drugo stran. Prav tako se je litofan deformiral, saj je potekla reakcija med acetonom in polimerom, prav zato odsvetujemo to metodo. Preprosta prva metoda je pokazala dober rezultat glede na vloženi trud v primerjavi z drugima metodama, predvsem v nasičenosti barv. Zelo lepe so zvezde in modro nebo, vendar se v temnejših delih detajli popolnoma izgubijo in motiv postane popolnoma nejasen. Prav tako se v primerjavi z zadnjo metodo modri predeli slike zlivajo in bele linije ne pridejo do izraza v končni upodobitvi. Najboljša od vseh pa je zadnja metoda, z uporabo akrilnega laka. Barva na zadnji strani prepušča popolnoma dovolj svetlobe, da se detajli ne izgubijo, kar je posledica tega, da ni več papirja, ki bi dodatno zaustavljal svetlobo. Barve so



Slika 11: Metoda kapljični tisk



Slika 12: Metoda aceton



Slika 10: 0,28 mm

sicer bolj blede kot pri prvi metodi, vendar so zato bolj natančno reproducirane, saj se ne prelivajo med seboj. Prav tako tretja metoda omogoča ogled slike z druge strani pri dnevni svetlobi, česar drugi dve metodi ne, res pa je, da je ta slika zrcalna.

Osvetljevanje

Osvetlitev litofanov je ključni del upodobitve motiva. Brez osvetlitve sami motivi na litofanih niso prepoznavni, saj vidimo samo bel polimer, ki je reliefen, ne pa motiva, ki ga želimo prikazati. Zato smo primerjali dva najbolj pogosta tipa osvetlitve, LED- in halogenska svetila. Ne glede na tip svetila pa je najpomembnejše, da litofan osvetljujemo od zadaj in ne od spredaj, saj lahko samo tako vidimo končni motiv na njem. Pomembno je tudi okolje, v katerem osvetljujemo, saj v presvetlem ne bomo videli učinka osvetlitve od zadaj. Zato je priporočljiv ogled motivov v temnejših prostorih.

Uporabljeno LED-svetilo je oddajalo nevtravno belo svetlobo s približno 4500 do



Slika 13: Metoda akrilni lak

5000 K, halogenska žarnica pa veliko bolj toplo svetlobo s približno 2700 K. Ti svetili smo izbrali tudi zaradi občutne razlike v temperaturi barve, saj smo želeli primerjati prav vpliv barvne temperature na končno upodobitev motiva tako na barvnem kot na enobarvnem litofanu.

Iz tega eksperimenta smo izvedeli, da je LED-osvetlitev za osvetljevanje litofanov veliko bolj primerna kot pa halogenska in posledično tudi navadna volframova žarnica. Načeloma to velja za vsa svetila, tudi za LED, ki imajo barvno temperaturo



Slika 14: LED - enobarvni litofan



Slika 16: LED - barvni litofan

okoli 3000 K. Ugotovili smo, da je nevtralna bela svetloba najbolj primerna, saj daje dobre rezultate tako pri enobarvnih kot pri barvnih litofanih in ne spreminja barvnega tona polimeru ali pa nanešeni barvi. Prav tako se LED-svetila ne segrevajo čezmerno, kot se halogenske žarnice, in pri tem ni nobenih težav z morebitno deformacijo litofana ob dolgem osvetljevanju z LED-svetilom.

Zaključek

Z izdelavo naših litofanov smo pokazali, da je 3D-tiskalnik primerno orodje za reproduciranje umetniških del v reliefni obliki, ki je značilna za litofane. Z ustreznimi nastavitvami parametrov (gostota zapolnitve, debelina sloja, debelina hrbtišča) pri procesu tiska in pokončno orientacijo lahko izdelamo kakovostne litofane. Če po končanem 3D-tisku litofan primerno obdelamo, npr. z akrilnim lakom, lahko dosežemo tudi barvno reproduciranje ob uporabi LED nevtralnega svetila.



Slika 15: Halogen - enobarvni litofan



Slika 17: Halogen - barvni litofan

Vsekakor velja raziskave nadaljevati, saj z reliefnimi reprodukcijami, na katerih je zasnovana izdelava litofana, posežemo hitro na področje taktilnega reproduciranja, kjer lahko omogočimo čutenje umetnine tudi slepim in slabovidnim.