

Cenovno ugodna naprava za DLP stereolitografijo

Joško Valentinčič^{1,*} – Matej Peroša¹ – Marko Jerman¹ – Izidor Sabotin¹ – Andrej Lebar^{1,2}

¹Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

²Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Slovenia

Smer razvoja stereolitografije temelječe na digitalnem procesiranju svetlobe (angl. Digital Light Processing, DLP) je krajšanje izdelovalnih časov in večanje natančnosti izdelave. V primerjavi s tehnologijo ciljnega nalaganja (angl. Fused Deposition Modelling, FDM) je izdelava z DLP- stereolitografijo bistveno bolj natančna in površine izdelkov imajo boljše hrapavost. Vendar so naprave za stereolitografijo bistveno dražje in prav zato se ne tako množično uporabljajo kot naprave za ciljno nalaganje.

V prispevku obravnavamo tri glavne izzive cenovno ugodne DLP-stereolitografije: neenakomerno jakost osvetlitve komercialnih DLP-projektorjev, smer osvetlitve in izbiro optimalnih izdelovalnih parametrov. V ta namen smo izdelali dve prototipni napravi za DLP-stereolitografijo; ena osvetljuje gladino fotopolimerne tekočine in izdelek se med nastajanjem potaplja v bazen, druga osvetljuje dno bazena in izdelek se dviga iz dna bazena običajno tudi nad gladino fotopolimera. Obe napravi uporabljata enako programsko in strojno opremo. NC-kodo za izdelavo se pripravi v programski opremi Creation Workshop (DataTree3D Ltd., USA) na osebнем računalniku, ki je povezan z mikrokontrolnikom Arduino Mega 2560. Slednji posreduje ukaze gonilniku Gecko (Geckodrive Inc., USA), ki poganja koračni motor z ločljivostjo 1,8°. Ker ima vreteno korak navoja 2 mm, je ločljivost osi z enaka 0,01 mm. Obe napravi uporabljata DLP-projektor Acer P1500 z ločljivostjo 1920 × 1080 točk in svetilnostjo 3000 lumnov. Uporabljali smo fotopolimer Deep Black (Fun ToDo, Netherlands).

S fotografiranjem izvora svetlobe in ustrezno obdelavo slike v programskem okolju Matlab smo ugotovili, da je jakost svetlobe občutno manjša na robovih projicirane svetlobe, kar je verjetno posledica optičnega sistema DLP-projektorja. Zato smo v programskem okolju Microsoft Visual studio C++ izdelali masko in jo uporabili v programu Creation Workshop (DataTree3D Ltd., USA) pri pripravi NC-kode. Masko smo uporabili pri obeh načinih osvetljevanja fotopolimera, izdelali testne izdelke in jih primerjali tako vizualno kot tudi s stališča natančnosti izdelave. Izkaže se, da se boljše rezultate doseže pri osvetljevanju dna bazena, kjer polimerizacija poteka brez prisotnosti kisika. Za ta primer DLP-stereolitografije smo določili optimalne izdelovalne parametre. Pri planiranju preizkusov smo uporabili ortogonalne matrike in rezultate obdelali po Taguchiju z metodo odzivnih površin (angl. Surface Response Methodology).

Materialni stroški izdelave naprave za DLP stereolitografijo niso presegali 1500 €. Z uporabo maske smo dosegli enako kvaliteto tiskanja po celotni izdelovalni površini. Maska deluje tako, da zmanjša jakost osvetlitve na mestih, kjer je osvetlitev močnejša. S tem so se izdelovalni časi močno povečali; čas potreben za osvetljevanje enega sloja je 16,5 s. Ostala optimalna izdelovalna parametra sta: debelina sloja 0,06 mm in čas med dvema osvetlitvama 4 s. Pri osvetljevanju dna bazena smo s temi parametri dosegli natančnosti izdelave 30 μm v smeri x, 10 μm v smeri y in 80 μm v smeri z. Zaradi dolgih časov osvetljevanja sloja razvita naprava ni primerna za profesionalno uporabo. Za ta namen je treba uporabiti boljši sistem osvetljevanja, kar bistveno poveča ceno naprave. Poleg tega so še tudi druge možnosti za izboljšanje naprave: povečanje ločljivosti osvetljevanja (zmanjšanje velikosti pike) z uporabo optičnega sistema, ki pomanjša sliko projiciranja, in izboljšanje vzporednosti med platformo, kjer nastaja izdelek in dnom bazena.

Ključne besede: DLP-stereolitografija, maska, osvetljevanje, ortogonalne matrike, metoda odzivnih površin