

**Franc Solina**

Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani

## USTVARJALNOST V ZNANOSTI IN UMETNOSTI CREATIVITY IN SCIENCE AND ARTS

### POVZETEK

Članek primerja kreativno delo na področju znanosti in umetnosti na osnovi avtorjevih lastnih izkušenj. Na področju znanosti avtor deluje na področju računalniškega vida, najbolj ga zanima modeliranje 3D oblik iz globinskih slik. Hkrati je že pred leti začel sodelovati tudi z novomedij-skimi umetniki pri produkciji interaktivnih umetniških instalacij, ki so tudi uporabljale metode računalniškega vida. Postopoma je tudi sam začel razvijati lastne umetniške instalacije. Pred desetimi leti pa se je lotil tudi kiparstva v lesu in kamnu z uporabo neposrednega rezbarjenja. Svoje skulpture si je prizadeval obogatiti v virtualni dimenziji s pomočjo video projekcije. Avtor opisuje, kako so njegove izkušnje iz računalniškega vida pri modeliranju 3D oblik vplivale na njegovo kiparstvo, in primerja, kako se kreativnost izraža na obeh področjih. Čeprav je običajno velik razkorak med znanostjo in umetnostjo, pa ima kreativno delovanje na obeh področjih presenetljivo veliko skupnih potez.

*Ključne besede: računalniški vid, kiparstvo, kreativnost, 3D modeli*

### ABSTRACT

The article compares creative work in science and art, based on the author's own experience. The author's scientific activity in computer vision is geared towards 3D modelling from range images. At the same time, he is also engaged in the production of interactive art installations that also require computer vision methods. Gradually, he developed his own art installations. Ten years ago, however, he started to make sculptures out of wood and stone using the direct carving method. He enhanced his sculptures with a virtual dimension, using video projection. The author describes how his experience in computer vision with modelling of 3D shapes influenced his sculptures and he compares how creativity plays out in both domains. Although there is usually a large divide between science and art, creative work in both domains has surprisingly many common features.

*Key words: computer vision, sculpture, creativity, 3D models*



## 1 UVOD

Kreativnost je težko definirati, kar kaže že razvoj, kako se je pojem kreativnosti obravnaval skozi zgodovino, vse od antike naprej [21]. Beseda kreativnost izhaja iz latinske besede *creare*, kar pomeni narediti oz. ustvariti [20]. Pomen besede kreirati se je skozi zgodovino vse bolj premikal od pojma zgolj nekaj narediti k pojmu ustvariti, kjer je pomembno, da imamo najprej neko novo idejo in nato to idejo poskušamo tudi udejanjiti [6]. Kaj je tisti prvotni izvor kreativnosti, je seveda stvar različnih interpretacij. Krščanska tradicija nenazadnje govori, da je bog ustvaril oziroma kreiral naš svet in da je to izraz božje volje. Danes si kreativnost običajno razlagamo kot zmožnost, da nekdo zazna fizični svet ali svet idej okoli sebe na povsem nov način, da odkrije neke do sedaj skrite vzorce in jih poveže v nove rešitve. Zato govorimo o kreativnosti zlasti na področju umetnosti in znanosti, saj naj bi delo umetnikov in znanstvenikov odlikovala prvenstveno nova umetniška dela oziroma nova znanstvena spoznanja.

Še v času renesanse je bila kreativnost na področju umetnosti in znanosti dokaj tesno povezana, saj so številni posamezniki, tu je treba omeniti vsaj Leonarda Da Vincija [13], osebno povezovali znanstveni in umetniški pristop pri svojem ustvarjalnem delu. Nadaljnji razvoj znanosti pa je vedno bolj spodbujal specializacijo in delitev posameznih znanstvenih disciplin, ne pa tudi povezovanja znanosti in umetnosti. Različne raziskave so to delitev še utrjevale, na primer študije razlik med desno in levo polovico človeških možganov [3]. Desni del možganov naj bi bil namenjen predvsem emocijam, intuitivnosti in posledično kreativnosti, levi del možganov pa naj bi podpiral bolj analitične sposobnosti, kot so učenje, pomnjenje in procesiranje informacij. Na osnovi individualnih razlik med desnim in levim polom možganov naj bi bil zato nek posameznik bolj nadarjen bodisi za umetnost bodisi za znanost oziroma za bolj integralen ali za bolj analitičen pogled na svet. Ta dihotomija se je na nek način zrcalila celo v akademskih sporih med različnimi področji (humanistika oz. družboslovje proti naravoslovju oz. tehniki), kot je to bilo na primer v tako imenovani Sokalovi aferi [24], kjer so naravoslovci družboslovcem očitali delovanje v nasprotju z znanstvenimi načeli.

Vendar sodobne raziskave kreativnosti, predvsem Mihalyja Csikszentmihalyija [4], odkrivajo enotne psihološke procese, ki potekajo med ustvarjanjem. Za psihološko stanje posameznika, ki opravlja neko kreativno delo, je značilna optimalna pozornost in vključenost v proces – to stanje opisujemo z besedo *zanos* ali po angleško *flow* [4]. Da posameznik vstopi v stanje zanosa, si lahko pomaga z ustreznim okoljem, glasbo in diskusijo o načrtovanem delu in cilju, kar so še posebej preučevali v kontekstu terapije s pomočjo umetnosti [2, 11]. Ustrezno okolje je pomembno za kreativni proces zato, da lahko posameznik v kreativnem procesu vztraja čim dlje, da ga pri tem nič ne moti in da se lahko povsem posveti in potopi v sam ustvarjalni proces.

Pri pripravi ustreznega delovnega okolja pogosto uporabljamo princip *mise-en-place* [22], ki sicer prvotno izhaja iz kuhinje. Za pripravo neke jedi, kar običajno zahteva nek proces, ki ne trpi prekinitev, je zaželeno, da imamo še pred pričetkom kuhanja pripravljene – pred seboj na mizi – vse sestavine in vse pripomočke. Ta princip seveda velja tudi na številnih drugih delovnih področjih, ne samo v kuhinji. Svoje koncentracije in osredotočenosti na kreativni postopek ne želimo prekinjati s tem, da vmes še iščemo neka orodja ali komponente, ki jih potrebujemo pri delu.

Sodoben hiter razvoj, predvsem informacijske tehnologije oziroma računalništva, pa od številnih razvijalcev in zahtevnih uporabnikov predpostavlja poglobljeno poznavanje tehnološke plati; v praksi to pomeni vsaj znanje programiranja kot tudi kreativne uporabe te tehnologije. Tehnologija se namreč razvija tako hitro, da ni možno pričakovati, da se potrebna znanja za uporabo te tehnologije oblikujejo v neka specifična orodja, ki bi jih potencialni uporabniki lahko uporabljali brez globljega razumevanja tehnologije. Zato samo tisti, ki znajo to tehnologijo tudi razvijati, lahko zaslutijo, kako bi se dalo to tehnologijo kreativno uporabiti še na druge in povsem nove načine. Značilen primer so razvijalci računalniških iger, ki so v veliki večini po svojem osnovnem poklicu programerji. Zato so se po svetu že pred dvajsetimi leti začeli pojavljati interdisciplinarni študiji, ki kombinirajo tako tehnološko znanje na nekem področju kot kreativno uporabo tega znanja, pogosto za ustvarjanje umetniških produktov. Tako je, na primer, področje novih medijev. Med prvimi takimi študiji je nastal študij *Digital Media Design* [5] na Pensilvanski univerzi v Filadelfiji, ki ga sestavlja približno polovica računalniških in inženirskih predmetov ter polovica umetniških predmetov. V Sloveniji je temu še najbližje študij *Videa* in novih medijev na Akademiji za likovno umetnost in oblikovanje v Ljubljani [19].



## 2 LASTNA IZKUŠNJA

O kreativnost v znanosti in umetnosti želim spregovoriti tudi z vidika lastne izkušnje. Računalništvo je moj osnovni poklic. Po študiju elektrotehnike na Univerzi v Ljubljani sem se izpopolnjeval še na doktorskem študiju računalništva na Pensilvanski univerzi v ZDA. Specializiral sem se za računalniško interpretacijo slik oziroma videa – temu raziskovalnemu področju pravimo računalniški vid. To pomeni, da z različnimi računskimi metodami skušamo ugotoviti, kaj oziroma kakšni objekti so na neki sliki, kakšno obliko imajo, kje se nahajajo v fizičnem prostoru, skušamo ugotoviti njihovo identiteto, med drugim prepoznati tudi ljudi itd. Že med svojim doktorskim študijem sem se ukvarjal predvsem s tridimenzionalno interpretacijo slikovnih informacij in pri tem začel uporabljati posebne vrste geometrijskih modelov, to so superkvadrki [8]. Superkvadrki so posplošitev Laméjevih krivulj v treh dimenzijah. Za modeliranje zaobljenih oblik jih je v računalniško grafiko vpeljal Barr [1], v računalniški vid pa Pentland [12]. Sam sem razvil metodo za njihovo rekonstrukcijo iz globinskih slik v svojem doktorskem delu [16].

Ena od prednosti superkvadrkov je, da lahko z le eno enačbo opišemo zelo različna osnovna geometrijska telesa, od krogle do kocke, valja itd. S superkvadrki želimo obliko nekega predmeta modelirati nekako celostno in abstrahirano, brez nepomembnih podrobnosti, ki so sicer lahko pomembne za identifikacijo predmeta. Na Sliki 1 so vidni kamniti sarkofagi, katerih obliko smo najprej zajeli pod vodo s pomočjo večslikovne fotogrametrije in nato oblak 3D točk modelirali s superkvadrki.

**Slika 1: Sarkofagi na ostankih potopljene rimske ladje pri otoku Braču, modelirani s superkvadrki [9]. Modeliranje oblakov 3D točk z bolj kompaktnimi geometrijskimi modeli ni aktualen izziv le v arheologiji in dediščinski znanosti, temveč tudi v robotiki.**



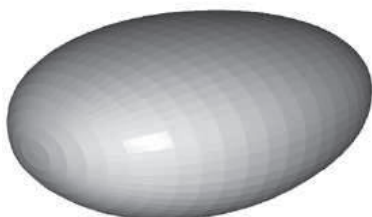
Zanimivo je, da se po skoraj dvajsetletnem premoru, ko smo se v našem laboratoriju nehali intenzivno ukvarjati z rekonstrukcijo in segmentacijo superkvadrkov [8], zopet ukvarjamo z njimi, saj skušamo s pomočjo globokih nevronske mreže rekonstrukcijo in segmentacijo superkvadrkov zelo pohitriti [10].

Z umetnostjo sem se začel bolj resno ukvarjati, ko sem pred petindvajsetimi leti začel sodelovati s Srečom Draganom, prvim slovenskim videostom, pri produkciji novomedijskih interaktivnih instalacij [17]. Kmalu sem pod njegovim vplivom začel ustvarjati tudi lastne umetniške instalacije. Najbolj uspešna je bila instalacija 15 sekund slave [14], ki avtomatično tvori pop-art portrete obiskovalcev galerije. Bolj po naključju in potrebi, da z rokami počnem še kaj več kot samo tipkati in sedeti za računalniškim zaslonom, sem se pred desetimi leti lotil tudi kiparjenja v kamnu in lesu. Po nekaj delavnicah pod mentorstvom akad. kipark Alenke Vidrgar in Dragice Čadež Lapajne sem začel samostojno ustvarjati. Moja dosedanja kiparska produkcija je bila nedavno predstavljena na moji samostojni razstavi, ki je bila jeseni 2020 v Galeriji DLUL v Ljubljani [15].



Tako kot računalniško programiranje tudi kiparjenje zahteva koncentracijo in razmislek, še posebej pri tehniki neposrednega rezbarjenja (angl. direct carving), ki jo pretežno uporabljam. Medtem ko programiranje v raziskovalnem delu omogoča enostavno eksperimentiranje in številne poskuse, pa enkrat odbitega kamna ni več možno prilepiti nazaj. Toda moje raziskovalno delo na področju računalniškega vida mi je dalo neko izkušnjo, zaradi katere predmete okoli sebe vidim predvsem volumetrično – enostavno si lahko zamislím, kako bi jih modeliral s superkvadríki. Kot zanimivost naj omením, da je superkvadríke oziroma superelipse za oblikovanje pohištva in v arhitekturi uporabljal že danski matematik, oblikovalec, pisatelj in pesnik Piet Hein [23]. Tudi pri kiparjenju iščem abstraktne in čiste geometrijske forme, ki me spominjajo na superkvadríke, kot npr. na Slikah 2 in 3.

**Slika 2: Skulptura z naslovom Taschenleerer/Žepni odlagalnik je nastala iz skale vidne na levi. Zunanja lupina Taschenleererja ima obliko superkvadríka (spodaj).**



Večina mojih skulptur ne nastane iz nekaj pravilnih blokov kamna, ampak iz skal ali velikih prodnikov. Skalo za Taschenleerer sem našel v kamnolomu Lesno

Brdo; v oči mi je padla izrazito temna, skoraj črna barva skale, saj črn apnenec ni značilen za Lesno Brdo. Skratka, ko imam pred seboj neko skalo, skušam v njej odkriti skrito pravilno formo, ki bi zahtevala čim manjše odvzemanje materiala. Ta proces lahko opišem kot neke vrste odkrivanje in raziskovanje možnosti, ki jih določen kos materiala ponuja. Že originalna skala, iz katere je nastal Taschenleerer, je na sredini nakazovala neko vdolbino (Slika 2). To vdolbino sem na skulpturi še poudaril, celotno obliko pa zaokrožil v dopadljivo simetrično formo. Globalna oblika bi se kaj lahko modelirala s superkvadríkom (Slika 2). Uporabil sem tudi različno obdelavo kamna, zunanja površina je polirana, da izpostavi strukturo kamna, vertikalna stran konkavnega sredinskega dela skulpture pa je štokana z zobatim dletom. Običajno svojim skulpturam poiščem ustrezno ime šele potem, ko jih dokončam, ali med delom, ko se je dokončna oblika že oblikovala v moji glavi. Nemške besede Taschenleerer prej nisem poznal, sopomenke pa obstajajo tudi v italijanščini in francoščini. Zdela se mi je zanimiva, malo enigmatična, toda povedna za mojo skulpturo, saj vdolbina na sredini lahko služi tudi za odlaganje drobnarij, ki jih običajno nosimo v žepu. Lidija Golc, ki je pisala o moji kiparski razstavi [7], je s pomočjo Frana [6] za Taschenleerer definirala ustrezno slovensko pomenko, ki prej še ni obstajala – žepni odlagalnik.



**Slika 3: Skulptura z naslovom Okno je nastala iz skale na levi. Končana skulptura tudi spominja na obliko superkvadrata.**



Svoje znanje s področja računalništva skušam kombinirati s kiparstvom. Preučujem, kako je možno neko skulpturo obogatiti z virtualno vsebino [18]. V preteklosti so umetniki kamnite skulpture pogosto postavili v kontekst vode: bodisi mirne vode, v kateri se je skulptura zrcalila, bodisi tekoče vode v obliki različnih fontan, kar je vneslo element dinamike. V seriji skulptur Svetlobni vodnjak – do sedaj sem v tej seriji izdelal dve skulpturi: Sonce in Galaksija – sem uporabil globinski senzor Kinect, da bi lahko zajel 3D obliko skulpture. Na osnovi teh 3D informacij o obliki je možno nato izračunati, kako bi se gibale dežne kapljice, ki bi padale na skulpturo. Ker gre le za navidezne ali virtualne vodne kapljice, jih ponazorimo s svetlobnimi pikami, ki jih na skulpturo projiciramo z video projektorjem. Te svetlobne pike se tudi dejansko obnašajo kot vodne kapljice, saj po površini skulpture drsijo v smeri največjega naklona (Sliki 4 in 5). Ker Kinect neprestano zajema globinsko informacijo, je instalacija pravzaprav interaktivna. Z roko ali drugim predmetom lahko sežemo v projekcijski snop in tako manipuliramo in preusmerjamo tok svetlobnih pik.

**Slika 4: Video posnetka virtualne dinamične obogatitve skulptur: levo Sonce, desno Galaksija. Na skulpturi Sonce se kapljice, ki padajo enakomerno na celotno površino, združujejo v poglobljenih sončevih žarkih in nato odtekaajo preko roba skulpture. Na skulpturi Galaksija pa se kapljice združijo v vrtinec in na koncu odtečejo skozi odprtino na sredini spirale.**



**Slika 5: Virtualno obogatena skulptura z naslovom Galaksija iz serije Svetlobni vodnjak uporablja globinski senzor Kinect in video projekcijo svetlobnih pik, ki se obnašajo kot vodne kaplje.**



### 3 ZAKLJUČEK

Kaj je torej po mojih izkušnjah skupnega pri kreativnosti v računalništvu in kiparstvu? Ustvarjalno delo na obeh področjih zahteva koncentrirano, pretežno individualno delo. Pri programiranju in akademskem pisanju se radi izoliramo od ostalega okolja; če programerji niso sami v prostoru, si pogosto nadenejo slušalke. Kipar, ki obdeluje kamen, zaradi prahu in zaradi izolacije od hrupa nosi masko in slušalke. To ga že dovolj izolira od okolice, da nek pogovor ni mogoč. Ključnega, pomena je, da se lahko znanstvenik/umetnik potopi v stanje zanosa, saj na tak način postane najbolj produktiven. Vendar je na obeh področjih nujna tudi občasna komunikacija z ožjim in širšim strokovnim okoljem. Če ne iz drugega razloga, pa zaradi potrjevanja, da smo na pravi poti.

### 4 LITERATURA

1. Alan H. Barr. 1981. "Superquadrics and angle-preserving transformations". *IEEE Computer Graphics and Applications* 1(1): str. 11–23. doi: 10.1109/MCG.1981.1673799.
2. Gioia Chilton. 2013. "Art therapy and flow: A review of the literature and applications". *Art Therapy* 30(2): str. 64–70. doi: 10.1080/07421656.2013.787211.
3. Michael C Corballis. 2014. "Left brain, right brain: facts and fantasies". *PLoS Biol* 12(1): e1001767. doi: 10.1371/journal.pbio.1001767.
4. Mihaly Csikszentmihalyi. 2019. *Zanos: psihologija optimalnega izkustva*. Ljubljana: Umco.
5. Digital Media Design on University of Pennsylvania. url: <https://catalog.upenn.edu/undergraduate/programs/digital-media-design-bse/> (pridobljeno 27. 2. 2021).
6. Fran, slovarji Inštituta za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU. url:
7. <https://www.fran.si> (pridobljeno 26. 2. 2021).
8. Lidija Golc. 2020. Obisk galerije v času novokoronavirusa ali govorica oblike in njenih mankov. *Vrabec anarhist*. url: <http://vrabecanarhist.eu/lidija-golc-franc-solina-ocena/> (pridobljeno 27. 2. 2021).
9. Aleš Jaklič, Aleš Leonardis in Franc Solina. 2000. Segmentation and recovery of superquadrics. *Zv. 20. Computational Imaging and Vision*. Springer. doi: 10.1007/978-94-015-9456-1.
10. Aleš Jaklič in sod. 2015. "Volumetric models from 3D point clouds: The case study of sarcophagi cargo from a 2nd/3rd century AD Roman shipwreck near Sutivan on island Brač, Croatia". *Journal of Archaeological Science* 62: 143–152. doi: 10.1016/j.jas.2015.08.007.
11. Tim Oblak in sod. 2021. "Learning to Predict Superquadric Parameters From Depth Images With Explicit and Implicit Supervision". *IEEE Access* 9: 1087–1102. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3041584.
12. Erika Pavlin in sod. 2015. "From illustrations to an interactive art installation". *Journal of Information, Communication and Ethics in Society* 13(2): 130–145. doi: 10.1108/JICES-02-2014-0007.
13. Alex P. Pentland. 1986. "Perceptual organization and the representation of natural form". *Artificial Intelligence* 28(3): 293–331. doi: 10.1016/0004-3702(86)90052-4.
14. Heather Pringle. 2013. "The origins of creativity". *Scientific American* 308(3): 36–43. url: <http://www.jstor.org/stable/26018024>.
15. Franc Solina. 2004. "15 seconds of fame". *Leonardo* 37(2): 105–110.
16. doi: 10.1162/0024094041139274.
17. Franc Solina. 2021. *Skulpture/Sculptures 2012-2020*. 2. izd. Društvo likovnih umetnikov Ljubljana, Založba UL FRI. doi: 10.51939/0001.
18. Franc Solina in Ruzena Bajcsy. 1990. "Recovery of parametric models from range images: the case for superquadrics with global deformations". *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 12(2): 131–147. doi: 10.1109/34.44401.
19. Franc Solina in Srečo Dragan. 2014. "Novomedijski umetniški projekti kot most med realnim in virtualnim svetom". V: *Robotika in umetna inteligenca*. Ur. Tadej Bajd in Ivan Bratko, str. 187–230. Ljubljana: Slovenska matica.
20. Franc Solina in Blaž Meden. 2017. "Light fountain—a virtually enhanced stone sculpture". *Digital Creativity* 28(2): 89–102. doi: 10.1080/14626268.2016.1258422.



21. Video in novi mediji na ALUO. 2021. url: <https://www.aluo.uni-lj.si/studijski-program/slikarstvo/dodiplomski-studijski-program/#video-in-novi-mediji> (pridobljeno 27. 2. 2021).
22. Wikipedia contributors. 2021. Creativity – Wikipedia, The Free Encyclopedia. url: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Creativity&oldid=1009004546> (pridobljeno 26. 2. 2021).
23. Wikipedia contributors. History of the concept of creativity – Wikipedia, The Free Encyclopedia. 2021. url: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=History\\_of\\_the\\_concept\\_of\\_creativity&oldid=1006909227](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=History_of_the_concept_of_creativity&oldid=1006909227) (pridobljeno 26. 2. 2021).
24. Wikipedia contributors. Mise en place – Wikipedia, The Free Encyclopedia. 2020. url: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Mise\\_en\\_place&oldid=993310199](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Mise_en_place&oldid=993310199) (pridobljeno 13. 3. 2021).
25. Wikipedia contributors. Piet Hein (scientist) – Wikipedia, The Free Encyclopedia. 2021. url: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Piet\\_Hein\\_\(scientist\)&oldid=1011172605](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Piet_Hein_(scientist)&oldid=1011172605) (pridobljeno 12. 3. 2021).
26. Wikipedia contributors. Sokal affair – Wikipedia, The Free Encyclopedia. 2021. url: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Sokal\\_affair&oldid=1008466243](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Sokal_affair&oldid=1008466243) (pridobljeno 26. 2. 2021).

