

K a d a d i z a j n m i j e n j a (n e č i j i) svijet



RAZGOVARA
IVAN DOROTIĆ



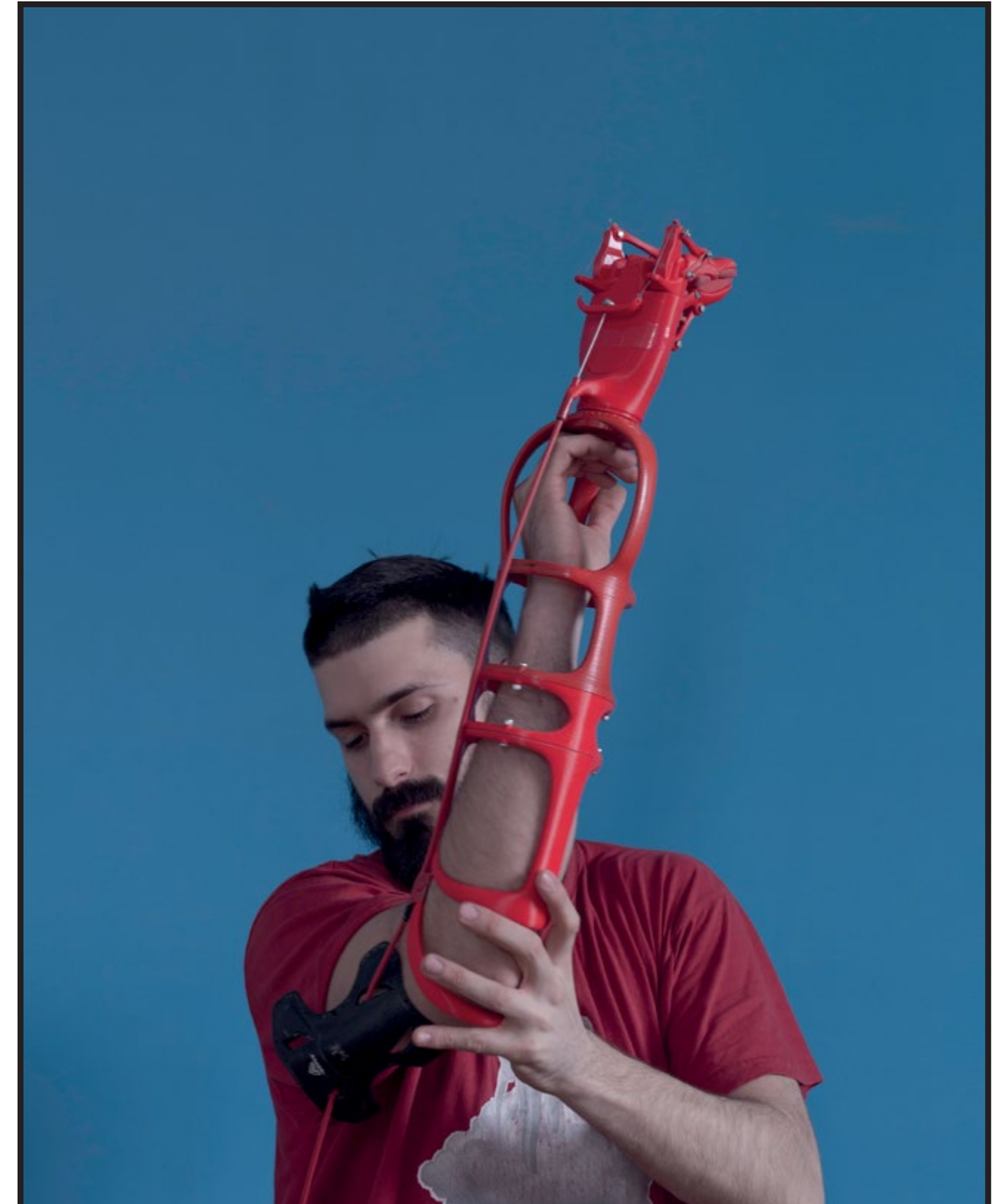
PORTRETIRA
LILI ZANETA

*Inovativni projekt
mladog dizajnera
Andreja Đukića spaja
suvremenu tehnologiju
i dizajn kreirajući
funkcionalnu, estetski
prihvatljivu i financijski
dostupnu, protetičku
ruku za pomoć ljudima s
oštećenim ekstremitetima*

Malo je projekata u domaćem dizajnu koji do
korijena ulaze u onu društveno najzanimljiviju i meni
najrelevantniju nišu produkt dizajnerske prakse, pri kojoj
su estetika i vizualna komponenta samo završni i “nužni”
elementi — dok sama bit projekta ima potencijal da zaista
duboko mijenja svakodnevicu — i to na beskrajno bolje.
Za mladog produkt-dizajnera Andreja Đukića, njegovom
starijem bratu, inače mom dobrom prijatelju i grafičkom
dizajneru Zoranu Đukiću, često znam reći kako će Andrej
(nekome) promijeniti svijet!

Produkcija dizajnerske prakse može direktno ili indirektno dotaknuti, pomoći, nadopuniti, uljepšati, olakšati ili pojednostaviti vaš ili nečiji tuđi život. Ali, kada se dogode oni projekti koji sadrže potencijal da korisniku zaista iz temelja mijenjaju funkcioniranje i osnovne životne potrebe, onda nam ne preostaje ništa drugo nego da takve inicijative svesrdno podržimo.

Andrej Đukić ambiciju za “guranje” vlastitih autorskih i naglašeno eksperimentalnih dizajnerskih projekata iznad nivoa svakodnevnog, dekorativnog ili samo funkcionalnog, očekivano, vuče iz osobnog iskustva. Njegov su talent, sklonost eksperimentu, ali i fokus na koncizno istraživanje polja interesa generiranog iz vlastitog problema, prepoznali još na Studiju dizajna, gdje je 2016. godine dobio Godišnju nagradu za svoj projekt Integrirane transradijalne proteze šake. Sve ono što je uslijedilo, i u kojem je smjeru odvelo Andrejevu praksu, istraživanja i odlučno definiran dizajnerski put, saznat ćete na sljedećim stranicama. Isčitavajući ovaj razgovor, u kojem Andrej opširno i detaljno, baratajući s impresivnom količinom informacija i saznanja neophodnih za ovakav nivo fokusa, pojašnjava svoj projekt, s moguće impresivno dalekosežnim posljedicama, vjerujte mi da možda listate jedan od prvih intervju a čovjeka o čijem ćemo stvarateljskom putu još puno slušati.



***“Istraživanje
anatomije bilo
mi je inspiracija
za jednu od
ključnih inovacija
karakterističnih za
moj projekt.”***



Ivan Dorotić: Za početak ukratko objasnimo što točno radiš, koliko dugo to već traje, koji je za tebe cilj projekta te kako je sve skupa započelo?

Andrej Đukić: Cilj mi je napraviti protetičku ruku koja će se moći proizvesti uz minimalne troškove, a koja će po funkcionalnosti, estetici i ergonomiji parirati modelima koji su sada na tržištu ili ih čak u nekim aspektima nadmašiti. Na ovom projektu radim godinu i pol dana. Projekt je počeo na Studiju dizajna kao moj diplomski rad pod mentorom prof. Mladenom Orešićem i asistenticom Andreom Hercog.

Izuzetno mi je bilo važno što Studij dizajna ima 3D printer jer sam tamo napravio prve funkcionalne modele. Tijekom istraživanja sam pronašao fakultet TU Delft u Nizozemskoj, odličan faks za STEM polja, gdje je razvijena čašica (element proteze kojim se ona spaja na tijelo) koju sam prenamijenio za svoj dizajn. Odlučio sam se prijaviti za diplomski studij na TU Delftu, smjer Integrirani Produkt dizajn koji spaja *cutting edge* tehnologije i dizajn. Nadao sam se da ću paralelno uz studij moći raditi na projektu, ali su mi fakultetske obaveze oduzimale previše vremena pa sam odustao od studija. U međuvremenu sam kupio 3D printer i trenutno usavršavam prototip, plan mi je prijaviti se na odjel za biomehatroniku u Delftu gdje bih mogao naučiti više o protetici.

Ivan Dorotić: Zašto si se odlučio baviti baš ovom temom? Znam da je svojevrсни okidač za čitav projekt bilo i tvoje osobno iskustvo odnosno vlastiti zdravstveni problem. Koliko ti je to bilo važno za istraživanje, eksperimente, realizaciju...?

Andrej Đukić: Ozljedio sam hrskavicu u gležnju što je trajan problem jer hrskavica ne zacjeljuje sama. Operacije, koje se trenutno nude, prema mom mišljenju, formiranom nakon što sam istražio desetak dugogodišnjih studija na tu temu, rade više štete nego koristi. Na kraju svih tih operacija pacijenta ponekad čeka fuzija zgloba ili amputacija. Ozljeda je za mene značila radikalnu promjenu u načinu života: lagano šepam, ne mogu trčati ni skakati, a ako želim ispružiti stopalo, moram si pripomoći rukama da bih zaobišao ozlijeđeno područje hrskavice. Ne mogu se više baviti sportom što je do tada zauimalo veliki dio mog vremena i fokusa. Ono što sam osvijestio kao najveću promjenu u čitavoj ovoj situaciji, jest činjenica da se svi ti neki ozbiljni zdravstveni problemi ne događaju nekom drugom, nego se baš mogu dogoditi i jesu se dogodili meni. Koliko god to možda apsurdno zvučalo, nikad nisam ozbiljno uzeo u obzir mogućnost da doživim neki trajni *setback* u kvaliteti života. To iskustvo mi je rasplamsalo empatiju i jasno ocrtalo neki put kojim, i profesionalno, želim ići u životu. Prvih par dana nakon ozljede mi je bilo užasno bolno hodati, a s obzirom na to da nikad nisam volio štake, složio sam si od dječjeg romobila i štake svoju verziju pomagala - *I-WALK* ortoze. Taj jednodnevni projektić mi je poslužio kao uvod u svijet ortoza i proteza. Pronašao sam na internetu *TED talk* Hugh Herra, voditelja MIT-ovog odjela za biomehatroniku, koji je kao mladić izgubio obje noge u alpinističkoj nesreći — i to je bilo to! Prva ideja mi je bila raditi protezu za nogu, ali dok sam proučavao to područje, shvatio sam da je ustvari dizajn proteza za nogu pomalo preambiciozan projekt jer su moguće ozbiljne negativne posljedice na ostale zglobove čim se imalo poremeti prirodan hod. U isto vrijeme sam uvidio potencijal za dizajn nove protetske ruke jer postoji ogroman jaz između popularne percepcije protetskih ruku i stvarnosti.

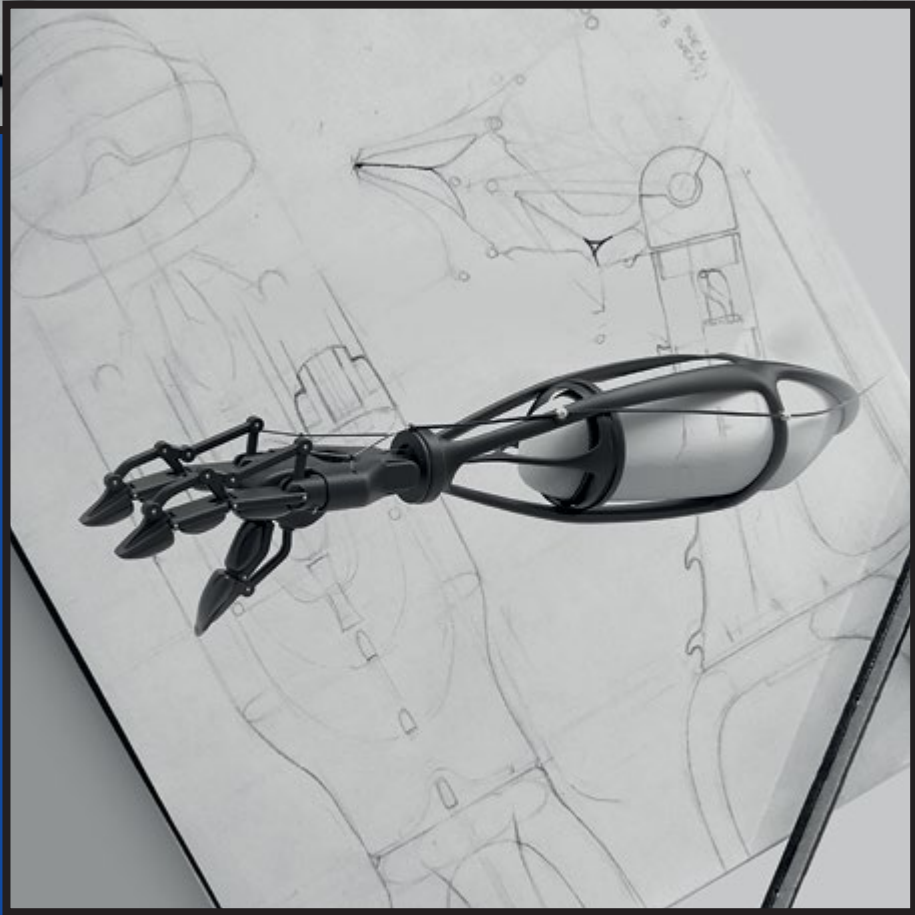
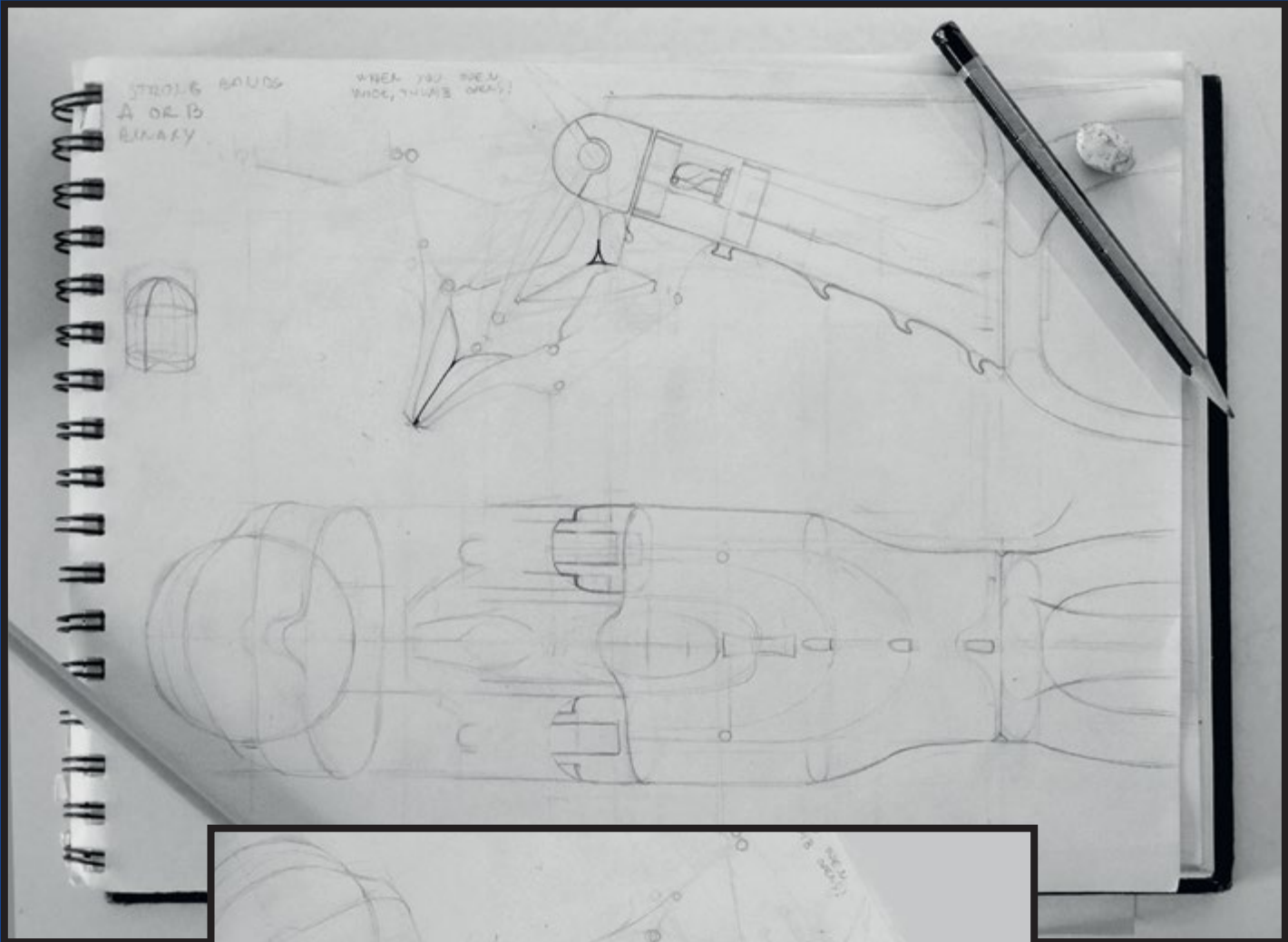
Ivan Dorotić: Kako sam ističeš, postoje nedovoljno iskorišteni potencijali u razvoju mehaničkih proteza. Kažeš da se na tom polju nije ništa značajno unaprijedilo posljednjih pedeset godina, a istovremeno smatraš da mehaničke proteze imaju znatan potencijal i velike mogućnosti u odnosu na robotske. Pojasni nam malo situaciju na tržištu, kako je komentiraš i koje bi primarne probleme istaknuo?

Andrej Đukić: Pokušat ću sve objasniti uz primjere iz općepoznatih činjenica iz svijeta protetike. Protetske ruke dijele se na mehaničke (*body powered*) i robotske (mioelektrične). Mehaničke proteze su uglavnom u obliku kuke i kontroliraju se širenjem ramena, što napinje takozvani *bowden* kabel (kabel za kočnice bicikla) te taj kabel onda otvara ili zatvara protezu ovisno o dizajnu, odnosno radi li se o *voluntary opening* ili *voluntary closing* modelu. Robotske proteze se pak gotovo isključivo kontroliraju mioelektričnim sistemom što znači da na koži na području podlaktice stoje dvije elektrode koje registriraju električne impulse u mišićima podlaktice i onda izvode korespondirajuće pokrete. To korisniku daje dva moguća *inputa* — otvori/zatvori — i onda se kombinacijom signala mogu mijenjati hvatovi ruke.

U svijetu je situacija takva da većina ljudi s amputacijom ne nosi i ne koristi nikakvu protezu, a većina onih, koji nose protezu, nose isključivo estetsku imitaciju ljudske ruke. Od tog manjeg broja ljudi, koji nose funkcionalne proteze, mehaničke proteze su nešto popularnije od robotskih.

Robotske proteze su većinom antropomorfne i ne zahtijevaju korištenje mišića korisnika, već njihova energija dolazi iz baterije. Skuplje i sofisticiranije verzije imaju različite hvatove koje korisnik najčešće može mijenjati drugom rukom ili aplikacijom na mobitelu. Sofisticirane robotske ruke su sposobne donekle imitirati funkcije ljudske ruke, a najveći problem je što trenutno ne postoji pouzdano sučelje koje bi sve naredbe, koje živčani sustav šalje, pretvorile u pokret. Robotske proteze su sporije — često postoji lagani *delay* od trenutka kad korisnik pošalje signal do trenutka kad proteza reagira, većinom nisu vodootporne i u slučajevima kad se korisnik oznoji, signali, koje elektrode primaju, postaju manje pouzdani. Problem je također što baterija ima ograničeni kapacitet i nakon toga se mora puniti ili zamijeniti.

Mehaničke proteze su lakše jer ne sadrže teške baterije i motore, dugotrajnije su i otpornije jer ne sadrže osjetljivu elektroniku, lakše su za savladati, primjerene su za obavljanje težih fizičkih zadataka, otporne na vodu i prašinu te prikladne za bavljenje sportom. One su u trenutnom popularnom *split hook* obliku usavršene tijekom Drugog svjetskog rata. Nedugo zatim je izumljeno mioelektrično sučelje za proteze što je omogućilo razvoj robotskih proteza. Od tada je fokus inženjera u ovom polju gotovo potpuno usmjeren na robotska rješenja jer je postalo očito da je to budućnost protetike. Robotske su proteze užasno puno uznapredovale u međuvremenu, ali nažalost su i dan danas, pola stoljeća kasnije, mehaničke proteze po funkcionalnosti superiornije robotskim protezama kao što je Bob Radocy pokazao kada je pobijedio na *Cyathlon* natjecanju 2016. sa svojom prilagođenom protetskom kukom.





“Idealna kombinacija proteze, zbog mnoštva psiholoških razloga, bi trebala biti donekle antropomorfnog oblika, ali opet distinktna od ljudske ruke.”

Ivan Dorotić: Za tvoj rad je jako važan segment produkcije i distribucije, odnosno baziranja koncepta na ideji da na koncu bude svojevrsni *open source*. Postoji li šansa da korisnici mogu čak sami *isprintati* 3D print proteze po tvojim nacrtima/uputama? Koliko ti se u ovoj fazi razvoja projekta to čini tehnički moguće ili nemoguće, postoji li na svijetu već takvih projekata i što priječi veću primjenu ovakvih primjera?

Andrej Đukić: Ne vjerujem da će baš biti moguće toliko *otvoriti* situaciju da si ljudi mogu sami isprintati ruku jer postoji nekoliko sofisticiranih koraka u procesu, kao što su primjerice 3D skeniranje bataljka, dizajniranje čašice, imajući na umu neke anatomske principe, i još niz elemenata, ali definitivno bi se dalo ljude naučiti o procesu do te mjere da mogu samostalno raditi. Danas postoji mnoštvo projekata za 3D printane *low cost* proteze diljem svijeta. Što se tiče mehaničkih proteza, najpopularniji je *E-nable* koji povezuju ljude s 3D printerima s ljudima s amputiranim rukama. Danas se proizvode uglavnom dva modela: model za ljude sa zapešćem bez prstiju i model za ljude s amputacijom na području podlaktice. Ovaj model za ljude sa zapešćem bez prstiju funkcionira tako da, kada savinu dolje zapešće i protezu, to napne male sajle, koje su povezane s podlakticom, što zatvori ruku. To bi značilo da moraju savinuti ruku dolje da bi je zatvorili. Model za ljude s amputacijom na podlaktici funkcionira tako da oni aktiviraju svoju protezu na način da savinu lakat, kao recimo da dižeš uteg bicepsom; ruka se zatvori kada je lakat savinut. Ti modeli ruku imaju pet prstiju i nažalost nisu veoma funkcionalni, a principi, koje oni koriste, uglavnom su preuzeti iz lutkarske industrije. Korištenje ovakvih modela je uglavnom fokusirano na djecu gdje je puno bitniji taj socijalni aspekt da proteza izgleda *fora* i djeluje kao da funkcionira tako da se djecu ne stigmatizira. Postoji par projekata gdje se rade robotske *low cost* printane proteze, ali se one nikada neće mjeriti sa skupim modelima. Uglavnom, postoji jako puno entuzijazma oko *jeftinih* 3D printanih varijanti i svi se vole naslikavati s time jer mediji lako padaju na takve prizore, ali trenutno ne mogu reći da postoji neki *low cost* program koji proizvodi bilo što funkcionalno usporedivo s klasičnim protezama koje slaže profesionalni protetičar, a proizvodi tih par kompanija (*Hosmer* i *TRS* za mehaničke, *Otto Bock* i *Ossur* za robotske).

Ivan Dorotić: Prijeđimo onda na tvoje rješenje. Ispričaj nam koliko si se angažirao u istraživanju anatomije i do čega je to dovelo kod realizacije tvoje ideje odnosno današnjeg prototipa?

Andrej Đukić: Zapravo je upravo moje istraživanje anatomije bilo inspiracija za jednu od ključnih inovacija karakterističnih za moj projekt. Ljudi s amputacijom u području podlaktice zadržavaju određeni raspon rotacije zapešća u području podlaktice. Raspon preostale rotacije ovisi o duljini preostalog uda. Shvatio sam da se zbog popularnog oblika čašice korisnicima uvelike onemogućava rotacija podlaktice što znači da korisnici moraju puno više koristiti rame da bi kompenzirali nedostatak funkcionalnog zapešća. Moja ideja je bila da se korisnicima može omogućiti ne samo rotacija zapešća, nego se ista može potencirati jednostavnim sustavom zupčanika. S obzirom na to da je dizajn potpuno nove čašice dug i zahtjevan proces, koji zahtijeva mnoštvo dugotrajnih testiranja, odlučio sam pronaći postojeći dizajn čašice koji bi se mogao preinačiti na način da ljudima, koji imaju značajnu količinu supinacije i pronacije podlaktice, omogućava da taj pokret prenesu u pokret proteze. Naišao sam na spomenuti dizajn čašice *Delft open fitting* što je čašica namijenjena ljudima koji imaju kratak bataljak. S obzirom na to da se ova vrsta čašice fiksira na lakat, to ostavlja potpuno slobodnu rotaciju podlaktice — jer se ona ne događa ni u laktu ni u zapešću, već dužinom podlaktice gdje se dvije kosti podlaktice smiču jedna oko druge.

Napravio sam prototip čašice i testirao je prvo na sebi, a onda kasnije i na pravom korisniku, Hrvoju Kovaču kojemu je prije par godina amputirana šaka. Zamolio sam profesora Mladena Šercera s FSB-a da 3D skeniramo Hrvojev bataljak tako da mu mogu dizajnirati i isprintati čašicu koja mu ergonomski odgovara. Onda smo čašice testirali i preinačili sve dok on nije bio zadovoljan. S obzirom na to da je Hrvoju amputirana samo šaka, ima gotovo potpunu normalnu rotaciju podlaktice tako da u njegovom slučaju nije bilo potrebno dizajnirati sustav zupčanika. Ovaj princip se može jednako uspješno koristiti i za mehaničke i za robotske proteze. U dvije godine istraživanja nisam našao ni natruhu ičeg sličnog da se koristi danas u protetici. Onda sam krenuo istraživati patente te sam pronašao patent jednog američkog inženjera iz 1948. godine koji je patentirao nešto slično, ali taj izum nikad nije zaživio.

Mehaničke i robotske proteze još uvijek dijele problem sučelja u širem smislu komunikacije s protezom. Modeli jednih i drugih proteza trenutno funkcioniraju tako da primaju binaran signal — *open/close*. U mehaničkim protezama tu funkciju rade mišići leđa koji napinju kabel koji otvara ili zatvara protetsku ruku, ovisno o dizajnu proteze.

Što se tiče same ruke, meni je bilo bitno odmaknuti se što je više moguće od sterilne mehaničke kuke koja ima toliko negativnih konotacija i generalno izaziva odbojnost korisnicima i svima drugima. Druga krajnost, koja mi nije bila cilj, imitacije su ljudske ruke, pasivne ili aktivne estetičke proteze koje imaju kontraproduktivan efekt pojašnjen terminom *Uncanny valley*. Radi se o psihološkom fenomenu vezanom za estetiku koji je primijećen paralelno u robotici i 3D animaciji. Generalno, što je objekt antropomorfniji, to jest sličniji ljudima, on će nam se činiti privlačnijim i poželjnijim, no kad se izgled previše približi stvarnome, a ipak je jasno da se radi o *podvali*, taj objekt postaje odbojan i zastrašujući. Smatram da bi idealna kombinacija proteze, zbog mnoštva psiholoških razloga, trebala biti donekle antropomorfnog oblika, ali opet distinktna od ljudske ruke.

Proučavajući istraživanja i studije o hvatovima zdrave ljudske ruke, definirao sam par ključnih pozicija koje su pokrivale većinu ljudskih potreba. S obzirom na to da su *input* informacije i dalje ograničene na mišiće leđa i mišiće podlaktice, bilo mi je bitno naći shematski oblik ruke koji bi odgovarao ograničenoj interakciji koju korisnik ima s protezom, a ipak bi nudio korisniku par tih ključnih hvatova.

Također sam istraživao kako izgledaju industrijske robotske ruke, kakve se koriste u tvornicama gdje je funkcionalnost prioritet, i došao do zaključka da je standard u industriji konfiguracija s dva ili tri prsta (za sofisticiranije zadatke).

Odlučio sam pojednostavniti standardni antropomorfni dizajn robotskih proteza na troprstu ruku s dva aktivna podaktuurana prsta i jednim pasivnim podaktuuranim *palcem*. Podaktuurani znači da su sposobni za kretanje u više stupnjeva slobode nego što imaju aktuatora ili pokretača. Ljudski prsti su također donekle podaktuurani. To im omogućuje da se prilagode obliku stvari, koje hvataju, bez da čovjek mora aktivno prilagođavati hvat. To sam u istraživanju i testiranju definirao kao optimalnu shemu za funkcionalnost koja i dalje komunicira da se radi o ruci, a ne kuki.

Proteza je trenutno 3D printana od PLA plastike — biorazgradive plastike koja se koristi i za proizvodnju usadaka u tijelu. U budućnosti će vjerojatno biti riječ o nekom malo otpornijem materijalu. Prsti imaju mekane *jagodice* od fleksibilnog materijala koji je presvučen gumom što im daje više moći prijanjanja nego što ima ljudska koža.



“Nikad nisam ozbiljno uzeo u obzir mogućnost da doživim neki trajni setback u kvaliteti života. To iskustvo mi je rasplamsalo empatiju i jasno ocrtalo neki put kojim, i profesionalno, želim ići u životu.”

Ivan Dorotić: Kakve su reakcije korisnika na prototip? Kakav si *feedback* dobio, koliko ti je taj proces upotrebe sa stvarnim korisnikom bio značajan za unaprjeđenje i promjene?

Andrej Đukić: Hrvoje je veoma zadovoljan. O *feedbacku* mogu pričati tri dana, ali to su uglavnom tehničke stvari, nikome zanimljive. Suradnja s njim je neprocjenjiva za projekt i uvidi, koje je podijelio sa mnom, uvelike su odgovorni za trenutni dizajn.

Ivan Dorotić: Razmišljaš li o emotivnom kontekstu koji projekt zasigurno ima? Činjenica je da funkcionalni projekt može potpuno promijeniti nečije stanje. Koliko si ovdje svjestan uloge dizajnera koji eksperimentira i stvara inovaciju koja potencijalno potpuno mijenja svakodnevnicu života ljudi s amputacijama i ograničenim mogućnostima, a istovremeno stvara i nešto što je znatno dostupnije i jeftinije od sadašnjih opcija?

Andrej Đukić: Pa to mi je ustvari glavna motivacija u cijeloj priči, oduvijek sam imao tu unutarnju dilemu. OK — napravim neki projekt pa čak i da je najuspješniji na svijetu, proizvede se u milijun primjeraka — no kome je to ustvari značajno promijenilo život? Još kad uzmem u obzir utjecaj na okoliš, pitanje je je li moj rad na kraju imao neto negativan ili pozitivan učinak. Protetika se ipak čini kao dosta *black and white* priča (smijeh). Ono što mi je pak odbojno kod protetike, jest tajnovitost kad se priča o cijenama proteza. Nakon amputacije mnogi pacijenti primijete da je gotovo nemoguće nazvati kompaniju, koja proizvodi ili čak prodaje proteze, i dobiti barem okvirnu cijenu proizvoda. Sofisticirane robotske ruke, kakve se često u medijima pokazuju kao sam vrhunac tehnologije, koštaju na desetke tisuća dolara. Primjerice mioelektrična kuka presvučena u umjetnu ljudsku kožu, kakvu je recimo Hrvoje dobio sa standardnim zdravstvenim osiguranjem, košta 14 tisuća eura. Pokušao sam kupiti mehaničku kuku u Hrvatskoj — samo ovaj nastavak koji mi je poslužio za testiranje. Obavio sam valjda dvadeset telefonskih poziva prije nego što sam uspio nagovoriti jednog prodavača da mi kaže cijenu osnovne kuke, koja je ništa više nego specijalizirana kliješta, i iznos je bio 6000 kn. Materijal za moju protezu košta ispod 50 €, printa se otprilike jedan dan na 3D printeru, spoji se i gotovo.

Ivan Dorotić: Kad govorimo o ovakvom projektu, on je zasigurno primarno unaprjeđenje kvalitete života, ali jednako tako, osim nužne funkcionalnosti, mora imati taj estetski segment. Kako to komentiraš i koje probleme tu uviđaš kao najvažnije?

Andrej Đukić: Pa svakako je zanimljivo pitanje estetskog oblikovanja proteze jer je to jedan od od najvažnijih aspekata proteze za samog korisnika, osobito iz razloga jer oblik proteze na neki način komunicira stav same osobe prema svojoj ozljedi. Pasivna proteza, koja imitira izgled normalne ljudske ruke, na primjer, komunicira (između ostalog) želju da se sakrije ono što se doživljava kao mana ili nedostatak. Ponekad se u kliničkoj literaturi korištenje pasivne proteze smatra prvim korakom prihvatanja traumatičnog gubitka uda što bih ja definirao kao poricanje.

Također smatram da, kada govorimo o estetici, treba ostaviti mjesta korisnicima da prilagode izgled i tako učine protezu *svojom*, bilo da govorimo o uzorcima, teksturama, perforacijama ili boji proteze.

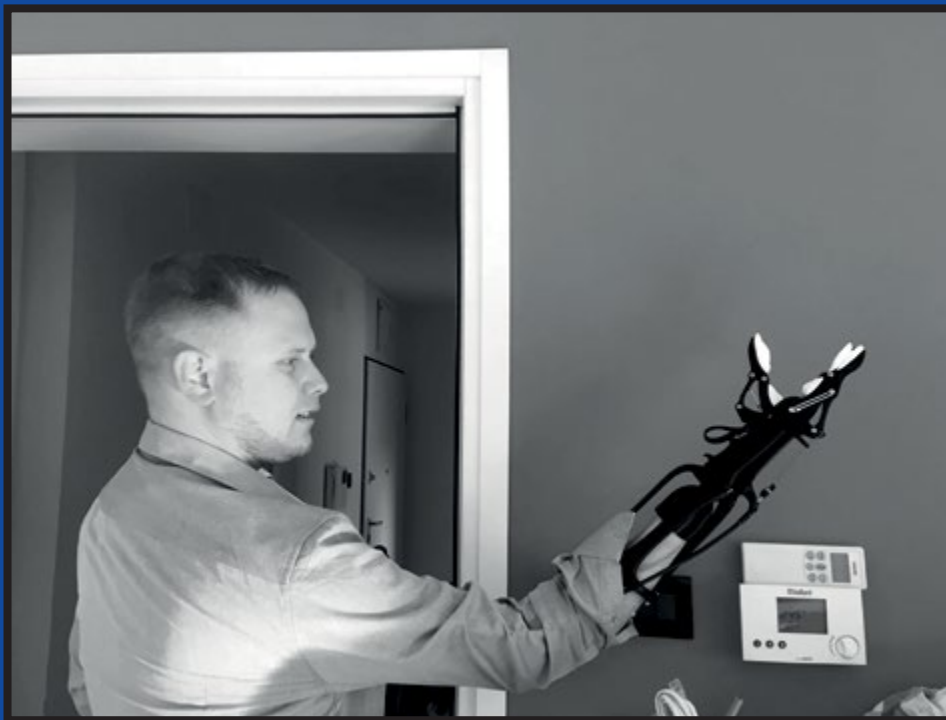
Nadalje smatram da proteza karakterom treba odgovarati ostatku tijela, a ne biti uvreda tijelu zato sam u dizajnu koristio gotovo isključivo mekane organske oblike. I na kraju bi proteza trebala, koliko je god to moguće, biti antropomorfna. Bilo bi idealno da korisnik s dizajnerom može definirati konačni oblik proteze, naravno unutar određenih parametara koji nisu nauštrb funkcionalnosti same proteze.

Ivan Dorotić: Na kraju razgovora reci mi koji je trenutni plan s projektom, kako vidiš njegov daljnji razvoj, a kako svoju daljnju afirmaciju?

Andrej Đukić: Moj trenutni cilj je usavršiti prototip i onda pokrenuti *crowdfunding* projekt gdje će ljudi moći donirati proteze ljudima koji ih trebaju. Planiram svoj dizajn proteze objaviti kao javni dokument s 3D modelima spremnim za print, s detaljnim objašnjenjima i instrukcijama tako da je inženjeri i generalno ljudi pametniji od mene mogu optimizirati, redizajnirati i slično. Imam već na umu par ideja za nove modele za ljude koji imaju amputirane prste ili samo amputaciju šake i slično, tako da se planiram još barem par godina baviti dizajnom proteza.

Razgovor je vođen u travnju 2018.

Fotografije (osim portreta): iz arhive Andreja Đukića



“Materijal za moju protezu košta ispod 50 €, printa se otprilike jedan dan na 3D printeru, spoji se i gotovo.”