

NÁVRH VARIABILNÉHO ANATOMICKÉHO MODELU HLAVY PRE EDUKAČNÉ ÚČELY

Ing. Monika Michalíková, PhD.

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra biomedicínskeho inžinierstva, Letná 9, 04200, Košice, Slovensko
e-mail: monika.michalikova@tuke.sk

Ing. Bibiána Ondrejová

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra biomedicínskeho inžinierstva, Letná 9, 04200, Košice, Slovensko
e-mail: bibiana.ondrejova@tuke.sk

Ing. Branko Štefanovič

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra biomedicínskeho inžinierstva, Letná 9, 04200, Košice, Slovensko
e-mail: branko.stefanovic@tuke.sk

Dr.h.c.mult. prof. Ing. Jozef Živčák, PhD., MPH

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra biomedicínskeho inžinierstva, Letná 9, 04200, Košice, Slovensko
e-mail: jozef.zivcak@tuke.sk

Abstract

This article focuses on the design and creation of educational head models with the possibility of replacing selected anatomical parts with various individual models. Variable head models can be obtained from individual 3D scans of the subject's head or from freely available general models. For this study, an approach using selected models representing both male and female gender was chosen. Individual removable face parts with different variations were designed in Autodesk Meshmixer software. Subsequently, a database of various shape modifications of the anatomical models was created which is as a visual and practical teaching equipment for educating students. **Key words:** additive manufacturing, head model, modeling, facial differences

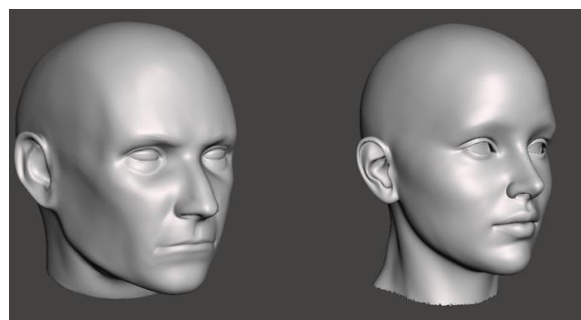
ÚVOD

Prístupy vo vzdelávaní sú rôzne a neustále sa zdokonaľujú o nové vzdelávacie metódy, ktorých súčasťou sú aj rôzne učebné pomôcky a predmety. Model, ktorý je predmetom tejto štúdie, je primárne určený na edukačné a prezentačné účely. Slúži nielen ako názorná, ale aj praktická výuková pomôcka pre vzdelávanie žiakov, študentov, učiteľov ale aj ďalších odborníkov (lekári, fyzioterapeuti a podobne).

Tento spôsob vzdelávania pomáha rýchlejšie a efektívnejšie spracovávať informácie, zlepšuje záujem a pozornosť, uľahčuje vnímanie informácií zlepšením predstavy o tvare a funkcii jednotlivých častí [1]. Výrazne pomáha formovať a rozvíjať pamäť, myslenie, zmysly, kreativitu, objasňuje problematiku, či dopĺňa ďalšie informácie. Navrhovaný model je možné jednoducho modifikovať tak, aby sa jeho využitie rozšírilo aj na odbornejšie oblasti vzdelávania, prezentácie a propagácie.

Zvláštnosťou každého človeka je jeho jedinečný vzhľad. Tvár a jej časti sa morfológicky líšia veľkosťou a proporčne. Hlava je špecifická aj svojimi viditeľnými rozdielmi ako je farba pleti, farba očí, vlasov, ochlpenia na tvári, ktoré sú často rôzne upravované. Tieto špecifické vlastnosti možno zaradiť do určitých skupín, ktoré závisia od pohlavia alebo sociálneho pôvodu populácie [2].

Modely hlavy je možné získať niekoľkými spôsobmi. Jedným zo spôsobov je stiahnutie plateného alebo voľne dostupného databázového modelu alebo 3D skenovanie hlavy subjektu s následnou úpravou. Prístup pomocou 3D skenera závisí od niekoľkých kritérií, ako je účel skenovania, požiadavka na určitú presnosť, rozlíšenie, zachytenie textúry a farby [3]. V tejto štúdii bol zvolený prístup modifikácie modelu hlavy získaný z voľne dostupných databáz (obr. 1). Na viacerých komerčných fórach a webových stránkach existuje množstvo 3D modelov, ktoré sú zvyčajne dostupné vo formátoch ako .obj, .max, .fbx, .stl, .c4d, .blend a ďalšie.



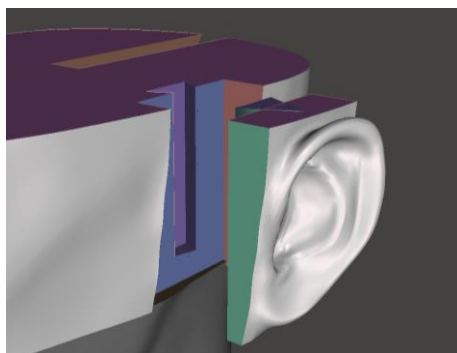
Obr. 1 Vybraný model hlavy oboch pohlaví

NÁVRH VARIABILNÉHO MODELU HLAVY

Samotný návrh modelu variabilných častí hlavy bol zhotovený pomocou modelovacieho softvéru Autodesk Meshmixer (Autodesk, Inc., San Rafael, USA), ktorý je voľne dostupný. V tomto softvéri boli vykonané základné úpravy modelu.

Dodatočné prvky, ktoré boli pripevnené k odnímateľným častiam modelu, boli vytvorené v programe SolidWorks (Dessault Systems SolidWorks Corporation, Waltham, USA). Tieto diely boli určené na vloženie segmentov očí, uší, úst a nosa do základnej konštrukcie hlavy. Model hlavy bol rozrezaný v priečnej rovine na tri časti, ktoré boli navrhnuté tak, aby do seba zasunutím zapadli (obr. 2).

Po návrhu viacerých variantov, sa pristúpilo k samostatnému riešeniu pre mužskú a ženskú hlavu. Návrh vkladacieho systému pre mužskú hlavu bol navrhnutý na princípe zasúvania hranolu s trojuholníkovým prierezom, ktorý bol pripevnený k príslušnej časti modelu hlavy. Tento hranol bol vytvorený pomocou programu SolidWorks so základňou rovnostranného trojuholníka. Najvhodnejší návrh pre model ženskej hlavy bol kombináciou súčiastky rovnakého hranola, ktorý bol zrezaný pod uhlom 25° , pretože lepšie vyhovoval polohe uší a dĺžke zvukovodu. Ucho a hranol boli spojené do jedného celku a uložené ako samostatný objekt. Model mužskej hlavy bol symetrickejší, takže bolo možné zrkadliť oblasť ucha a vytvoriť tak rovnaký model aj pre opačné ucho.

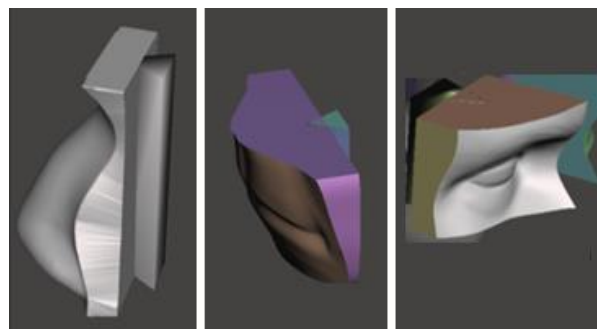


Obr. 2 Vytvorenie odnímateľnej ušnej časti

Následne bolo ucho so zavádzacím prvkom zväčšené v každej osi o 0,4 mm a v modeli hlavy bol vytvorený otvor na jeho vsunutie. Rovnaký postup sa zopakoval na druhej strane s odzrkadlenou časťou ucha. Po vytvorení otvoru na druhej strane hlavy sa model hlavy rozdelil vodorovným rezom na dve časti. Dodatočne bolo potrebné vytvoriť zásuvný systém pre segmenty hlavy. Na vrchnú časť bol pripevnený aj trojuholníkový hranol s prispôbenými rozmermi.

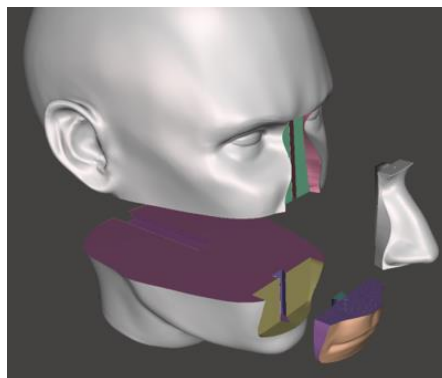
Osadenie segmentu nosa v základnom modeli bolo navrhnuté v troch variantoch. Ako najvhodnejší sa ukázal variant so zásuvným prvkom trojuholníkového prierezu. Rozmery prvku boli upravené podľa rozmerov modelu nosa a po vhodnom umiestnení boli oba prvky v softvéri spojené.

Model nosa s výsuvným prvkom bol zväčšený v každej osi o 0,4 mm a v modeli hlavy bol vytvorený otvor so zväčšenými rozmermi nosa. Nos sa vkladá na svoje miesto tak, že sa najprv vysunie spodná časť hlavy a následne sa zospodu vsunie nos, ktorý je v modeli pridržiavaný na mieste zasunutím spodnej časti základne. (obr. 4).



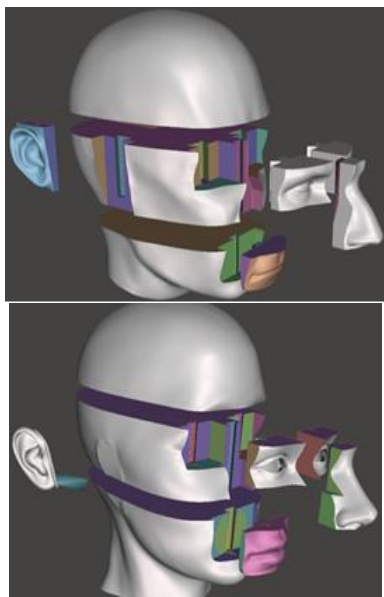
Obr. 3 Trojuholníkový prierez zásuvného prvku jednotlivých segmentov

Výsuvný model úst bol zakomponovaný do nosného dizajnu, ktorý bol vytvorený v spodnej časti výsuvnej hlavy (obr. 4). Horná hranica modelu úst bola určená priečnym rezom, ktorý rozdeľoval hlavu na dve časti. Postup pri vytváraní ústnej časti bol rovnaký ako pri návrhu uší. Dizajn funguje tak, že sa najprv vysunie spodná časť modelu hlavy, do ktorej sa vloží oblasť úst a následne do hornej model nosa.



Obr. 4 Odnímateľné časti nosa a úst

Variant modelu oka bol založený na rovnakom princípe ako predchádzajúce dizajny s výsuvným nosom a ústami. Dizajn funguje tak, že sa najprv vysunie vrch hlavy smerom dozadu, do vytvorených otvorov v strednej časti základného modelu sa vložia oči a vrch hlavy sa posunie naspäť smerom dopredu (obr. 5).

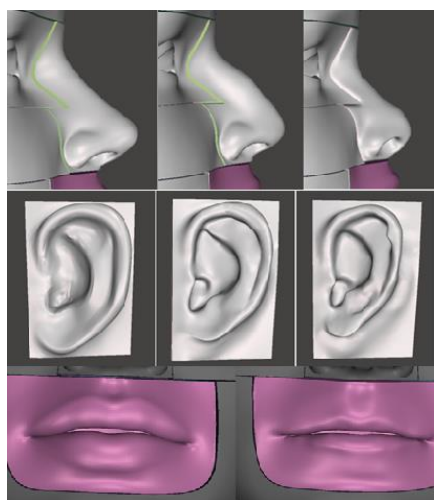


Obr. 1 Výsledný variabilný model hlavy muža a ženy

NÁVRH DATABÁZY VYBRANÝCH ANATOMICKÝCH PRVKOV

Databáza jednotlivých anatomických prvkov bola vytvorená na základe pôvodných prvkov, ktoré boli rôzne upravované. Zmeny boli vykonané pomocou modelovacieho softvéru Meshmixer, ktorý bol použitý aj na vytvorenie odnímateľných častí modelu popísaných v predchádzajúcej časti. Vybrané anatomické prvky, ako sú oči, uši, ústa a nos, boli morfológicky upravené. Pri pretváraní týchto častí bolo dôležité, aby bol výsledok realistický. Zároveň bol kladený dôraz na to, aby hranice odnímateľných častí hlavy neboli zmenené.

Na obr. 6 sú znázornené konkrétne návrhy jednotlivých anatomických častí, ako aj pôvodné štruktúry, na základe ktorých bola databáza vytvorená.



Obr. 2 Ukážky databázy pre mužský a ženský model

Opísanými postupmi separácie jednotlivých lokalít, či už z voľne dostupných modelov hláv alebo jednotlivo 3D skenerom digitalizovaných ľudských subjektov, je možné obnovovať a rozširovať databázu jednotlivých prvkov.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na základe popísaných oblastí tváre a ich možných morfológických alternatív bol vytvorený variabilný model hlavy s možnosťou výmeny vybraných anatomických segmentov. 3D model hlavy je možné získať pomocou 3D skenovania alebo z voľne dostupných databáz. Z viacerých možných variantov voľne dostupných modelov, zdieľaných na webe, boli vybrané práve dva modely hlavy s typickými znakmi muža a ženy. Pre každé pohlavie bolo potrebné vybrať presne jeden model, pretože tvorba variabilných náhrad vybraných anatomických prvkov tváre je pre každé pohlavie špecifická. Modely boli vhodné vzhľadom na dostatočné zastúpenie pohlavia a ich individuálnych črt tváre. Následne boli individuálne upravené v softvéri Meshmixer. Vznikol upevňovací systém fungujúci na princípe vkladania trojuholníkového hranolu do otvorov rovnakého tvaru. Odsadenie medzi vkladacím prvkom a otvorom bolo vo všetkých prípadoch 0,4 mm. Hranol bol pripevnený na vopred vybraných anatomických prvkoch, ktorými sú oči, nos, ústa a uši. Model hlavy ako upevňovací systém je rozdelený na tri hlavné časti, do ktorých sa vkladajú jednotlivé prvky. V softvéri SolidWorks bol vytvorený trojuholníkový hranol a ďalšie upevňovacie prvky.

Vymeniteľné anatomické časti boli následne niekoľkokrát upravované, na základe čoho vznikli variabilné náhrady. Tieto náhradné diely sa od seba líšia zmenami veľkosti a povrchu plôch. Finálny model bol vyrobený aditívnou technológiou, poskladaný a následne bolo možné vzniknuté diely rôzne kombinovať. Tento postup môže zmeniť celkový vzhľad modelu.



Obr. 3 Prototypový model zhotovený 3D tlačou metódou FDM.

Výsledný model má potencionálne uplatnenie v rôznych oblastiach a odvetviach a splniť svoj prezentačný a najmä vzdelávací účel. Oblasť použitia anatomických modelov hlavy vo všeobecnosti zahŕňajú disciplíny ako antropometria, kriminológia, ergonómia, archeológia, rekonštrukčné techniky, umenie a architektúra, zdravotníctvo a módny priemysel.

ZÁVER

Hlavným cieľom predloženého článku bolo navrhnúť edukačný model hlavy s možnosťou nahradiť vybrané anatomické segmenty rôznymi individuálnymi modelmi. Základ modelu variabilnej hlavy bol získaný z voľne dostupných databáz. Zvolené boli modely reprezentujúce mužské aj ženské pohlavie, vystihujúce ich typické črty. Jednotlivé odnímateľné časti tváre s rôznymi variantmi boli navrhnuté v softvéri Autodesk Meshmixer. Následne bola vytvorená databáza tvarových modifikácií anatomických segmentov, ktorá slúži ako názorná a praktická výuková pomôcka pre vzdelávanie študentov. Oblasť, v ktorých sa dá model hlavy použiť, je mnoho a ich vzhľad je väčšinou prispôbený ich účelu.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporená Agentúrou na výskum a vývoj na základe zmluvy č. APVV-19-0290 a projektom KEGA 044TUKE-4/2022.

Literatúra

- [1] Vijayalakshmi M.: Modern Teaching Techniques in Education, Educational Technology in Teacher Education in the 21st Century, Government College of Education for Women, Coimbatore, February 2019
- [2] Fetter. V., Prokopec. M., Suchý. J., Titlbachová. S.: Antropologie. Academia. nadavatelství Československé akademie věd. Praha. 1967.
- [3] Bednarčíková, L., Michalíková, M., Danko, M., Hudák, R., Živčák, J.: Základy skenovania pre protetické a ortotické aplikácie, Faculty of Mechanical Engineering, Technical University of Kosice, Kosice, 2019.