



**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar
Gépészmérnöki Mesterképzési Szak**

Emberi alany fejlesztése 3D scan felhasználásával

Madarász Benjámin

HXAMYJ

Szobácsi Richard Sándor

TPU9KQ

Kelt:2014-10-26

1. CÉLKITÚZÁS

Cél egy olyan termék kifejlesztése, amely keresett, izgalmas, jó és nem utolsó sorban hasznos. Az ipar a tömeggyártás helyett az egyedi gyártásra fektet nagyobb hangsúlyt. A termék személyre szabottsága tehát elsőrangú egy ilyen piacon.

Az általunk választott koncepció nem csak önmagában egyedi termék, de további egyedi termékek tervezésére is alkalmas.

A kitűzött cél egy olyan emberi testmodell megalkotása, amely teljesen egyénre szabott ergonómiai eszközök tervezésére alkalmas, mindemellett kielégíti egy átlagos ergonómiai modelltől elvárt igényeket: mozgatható, szép, felhasználóbarát.

További cél, hogy a modell arcszerkezete és alkata olyan minőségű legyen, hogy felismerhetően visszaadja a modell alanyául szolgáló személy megjelenését, ezzel nem csak a méreteket, de a kinézetet is egyedivé, vonzóvá téve a megrendelőnek.

Ezek megvalósításával egy olyan virtuális modellt kapunk, amely

- eszköz a személyre szabott, ergonómiai termékek tervezéséhez
- egyedi bemutatóeszközként szolgálhat
- animáció készítésére alkalmas
- ízlés szerint módosítható (öltöztethető)
- továbbfejleszthető a szoftveres rendszerekben (játékipar) és a fizikai megjelenésben (3D nyomtatás)

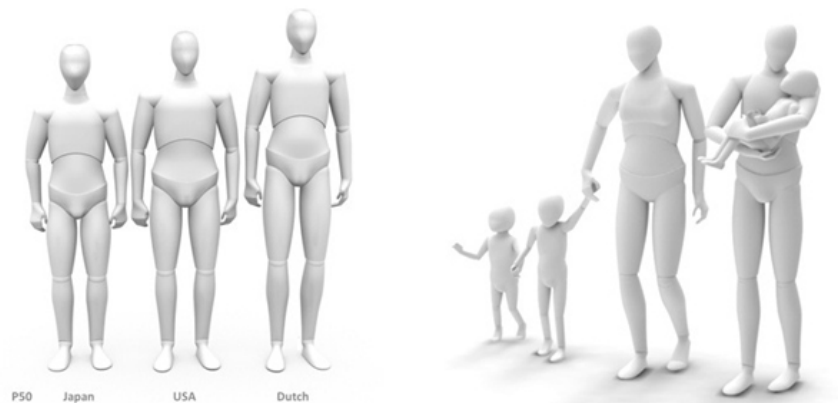
1.1. Konkurens termékek vizsgálata

A géptervezés során használt ismertebb tervezőprogramok némelyike tartalmaz efféle modult vagy kiegészíthető ilyen lehetőséggel, de ezek rendszerint nagyon drágák. Megjelenésüket tekintve vannak realisztikus kidolgozású és groteszk modellek is, amelyek inkább robotokra hasonlítanak. A legtöbb software-t nem arra a célra fejlesztették, hogy a kezelendő modell bemutatóeszközként szolgáljon, hanem arra, hogy antropometriai és egyéb vizsgálatokat lehessen végezni velük. Ebből kifolyólag az esztétika rendszerint háttérbe szorul és olyan megjelenésű modellek kerülnek a prezentációkba bemutatóeszközként, amelyek nem illenek a környezetükbe. Ezek közé sorolható például a CATIA-ba beépülő RAMSIS és a

MANNEQUIN. A másik végletet a POSER nevű software-el lehet jellemezni (3. ábra), amelynél a modellek fizikumának változtathatósága, a kiegészítő ruházatok és a modell animálhatósága magas szintű variálási lehetőségeket foglal magába. A modell antropometriai szempontból nem korrekt, ezért illesztésre nem alkalmazható, valamint csak nem mérnöki tervezőprogramokban lehet felhasználni (például: Maya, 3DS Max, Cinema 4D, LightWave).



1. ábra A BodyWorks Human2Go humanoid modellje [1].



2. ábra A Konings & Kappelhoff humanoid modellje [2].



3. ábra A POSER humanoid modellje [4].

2. MODELLKÉSZÍTÉS

Az alapkoncepció egy eddig nem létező, teljesen alapokról induló modell felépítése egyedi módszerrel, felhasználva a valóság virtualizálási lehetőségeit. Ennek megvalósítási lépéseit az alábbi pontok foglalják össze.

2.1. Pontfelhő

Pontfelhőnek hívják azt az adattartományt, melyet a szenzor felvételkor az adott tárgyról készít, és amit a későbbi feldolgozás során alakítható modellé állítunk össze. A pontfelhőre azért volt szükségünk, hogy később a már rendezett pontok felhasználásával felületeket definiálhassunk.

2.1.1. A megfelelő eszköz kiválasztása

A modell készítés első lépésében a pontfelhőt hoztunk létre, vagyis a fizikai világot virtualizáltuk. Erre a célra az ipar több megoldást is kínál az egészen a nagy pontosságú scannerektől a nagy sebességű hardverekig. A feladatunk nem igényelt részlet gazdag felvételeket, valamint az alany befoglaló méretei is viszonylag nagyok voltak. Továbbá a scannelési időt is optimálisnak kellett választani. Ezért választottuk a elvárásoknak remekül eleget tevő Windows felhasználói környezethez illeszthető Kinect scannert. Az eszközt arra fejlesztették ki, hogy képes legyen követni az emberi test mozgását a 3 dimenziós térben, ezzel szélesítve a játékipar palettáját. Azonban ez az eszköz remekül szolgál 3D scannerként is. A kamera infravörös fénysugarakat vetít az alanyra és a kivetített referencia pontokat követve a körbeforgatott tárgyról felvételsorozatot készít. A felvett adatokat KScan 3D szoftver illeszti össze. Ez a módszer számunkra teljesen megfelelt. A szenzor részletesebb adatai:

- (RGB) kamera, amely 3 csatorna adatot rögzít max. 1280x960 felbontásban, 12 kocka/sec sebességgel vagy 640x480 30 fps-el.
- Egy infravörös sugárzó és egy infravörös mélységérzékelő szenzor (max. 640x480 pixel 30 képkocka /sec).
- 4 mikrofon a hang rögzítésére, a hangforrás lokalizálására és irányának meghatározására.



4. ábra Kinect 3D scanner

2.1.2. A testrészek pontfelhőinek létrehozása

Egy szerkesztésre alkalmas testmodellhez szükséges pontfelhő elkészítése nem volt egy lépésben megvalósítható a Kinect segítségével. Több próbálkozást is tettünk erre úgy, hogy egy forgószékre állva, meghatározott szögelfordulásokat tettünk 2 másodpercenként. Legtöbb esetben az volt a probléma, hogy a scanner nem tudott elegendő referencia pontot felvenni azokon a testrészeken, amelyek nagyobb részletességet igényeltek. Emiatt az ujjakról készített pontokat nem tudta a program megfelelően egymásra forgatni, valamint az arc sem lett felismerhető. Ezekről a testrészekről sokkal részletesebb modellt is szerettünk volna készíteni.

Megoldásként azt találtuk ki, hogy a testet közelebbről, több részletben scanneljük be. Külön pontfelhőt készítettünk a fejről, a felsőtestről és az altestről. A felvételek elkészítéséhez egy forgószéket használtunk, amin a felsőtest és az altest scannelésekor állt az alany, a fej scannelésekor, pedig ült. A kézfej scannelésével is próbálkoztunk, de az emberi test fizikai adottságai miatt nem volt megfelelően kivitelezhető egy 360°-os körbeforgatás. A problémát úgy oldottuk meg, hogy Körtélyesi tanár úr papírral kitömött bőrkesztyűjét helyeztük a forgóasztalra és arról készítettünk felvételeket a pontfelhő megalkotásához. A lábfej ponthálójának készítésekor is hasonló problémába ütköztünk. Itt már nem kíséreltük meg a felvételkészítést egy valós emberi lábfejről, csupán egy cipőt helyeztünk a forgóasztalra és annak a pontfelhőjét hoztuk létre.



5. ábra Alsótest felvétele

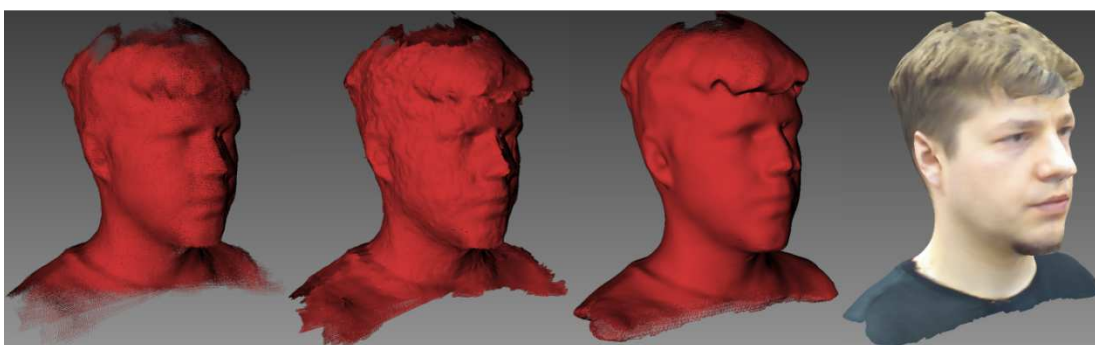


6. ábra Segédeszközök a testrészek pontfelhőinek elkészítéséhez

A KScan program segítségével a mintavételezett „nyers” pontfelhő rétegeket szükség esetén kézzel illesztettük a megfelelő helyre. A szükséges korrekciók elvégzése után a rétegeket összeigazítottuk, majd összekombináltuk. Az alábbi képsorokon jól megfigyelhetők a rendezetlen és a rendezett pontfelhőkre illeszthető felületek közti különbségek.



7. ábra Kéz pontfelhője



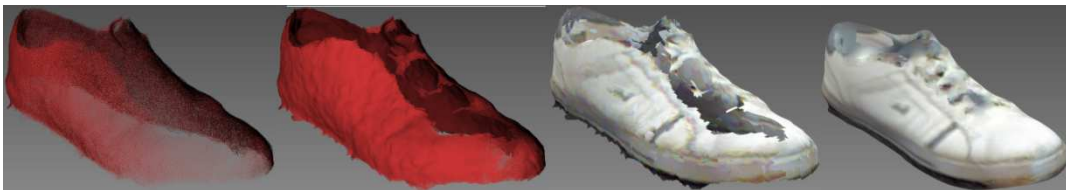
8. ábra A fej pontfelhője



9. ábra Felsőtest pontfelhője



10. ábra Altest pontfelhője



11. ábra Láb pontfelhője

Az egyes testrészek mintavételét a Kinect-től különböző távolságokra kellett végeznünk. Egyrészt az adott testrészek méreteiből adódóan, másrészt az eltérő részletesség igénye miatt. A felső-, és altestről elegendő volt a távoli mintavétel, mivel nem igényeltek nagy részletességet, ellenben a fejet a lehető legközelebből scanneltük, hogy a vonások jól felismerhetőek legyenek. Az eltérő leképezési távolságok miatt a pontfelhők feldolgozásakor eltérés keletkezett a modellek egymáshoz képesti méretarányában. Ezt a problémát sikeresen korrigáltuk a SolidWorks léptékezési parancsával.

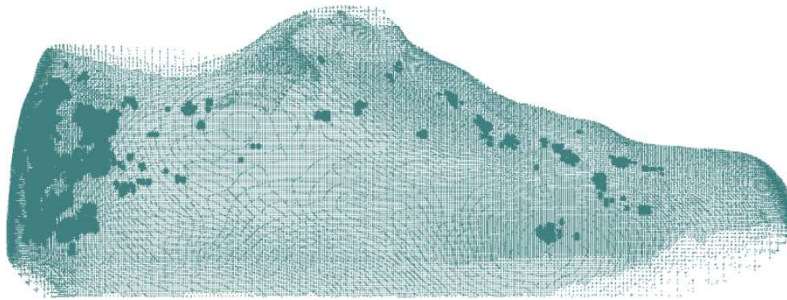
2.2. Feldolgozás SolidWorksben

A KScan programból ASCII típusú fájlként mentettük ki a testrészek végleges pontfelhőit, mert ezt a CAD rendszerek többsége támogatja. Az adatok további szerkeszthetőségét úgy értük el, hogy a fájlok kiterjesztését XYZ -re változtattuk, amelyet már a SolidWorks is képes volt beolvasni.

A pontfelhőkön olyan változtatásokat akartunk végezni, amelyek segítségével a pontfelhőkből szilárd testeket hozhatunk létre. Mesh Prep Wizard segítségével ezt el tudtuk végezni. Az alábbi képsor és a hozzá tartozó magyarázat bemutatja azokat a tapasztalatokat, amelyeket a szilárd testek létrehozását segítették.

2.2.1. A pontfelhő orientációjának meghatározása

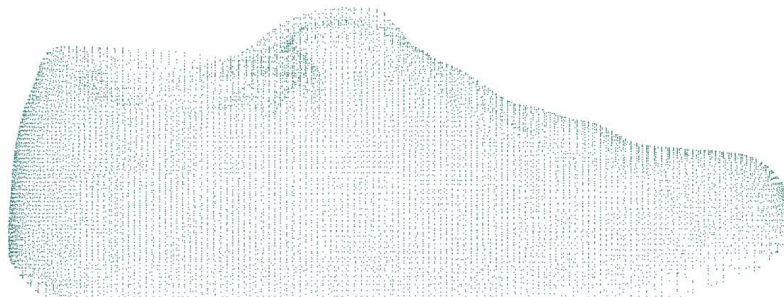
A „nincs”, az „automatikus”, a „referencia megválasztása” és a „numerikus bevitel” közül az utolsót találtuk célszerűnek, mivel egy adott nézet kiválasztását követően könnyedén pozícionálhatjuk a pontfelhőt a nekünk megfelelő módon. A másik hárommal úgy tűnt, lassabb a munkavégzés menete.



12. ábra Láb pontfelhője (SolidWorks)

2.2.2. Globális egyszerűsítés

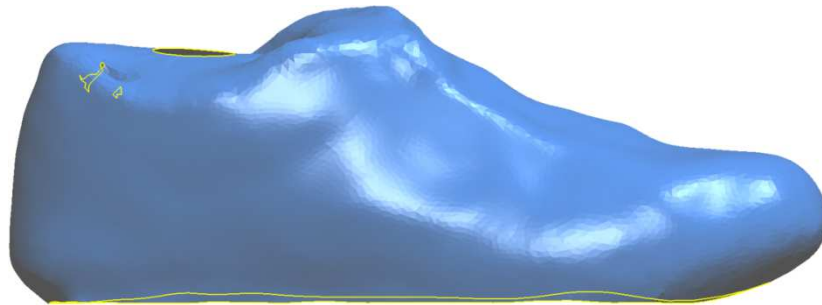
A pontfelhő pontjainak száma a felvételt követően, még mindig túl sűrű volt a feldolgozáshoz. A cél, hogy a pontok száma annyira alacsony legyen, amennyire modell pontossági igénye megengedi. A cipő, a felsőtest és az altest esetében ez körülbelül 10 – 25 000 pont körüli. A túl sok pont a felületillesztés során okozhat rengeteg hibát. További észrevétel volt, hogy a pontok elrendezése „Uniform” esetén optimális. Ilyenkor a pontok sorokba- és oszlopokba rendezettek lesznek. Általában így kevesebb hibát kellett javítani a felületillesztésnél, tehát jobb feldolgozhatóságot biztosít.



13. ábra Globális egyszerűsítés (SolidWorks)

2.2.3. Simaság beállítása

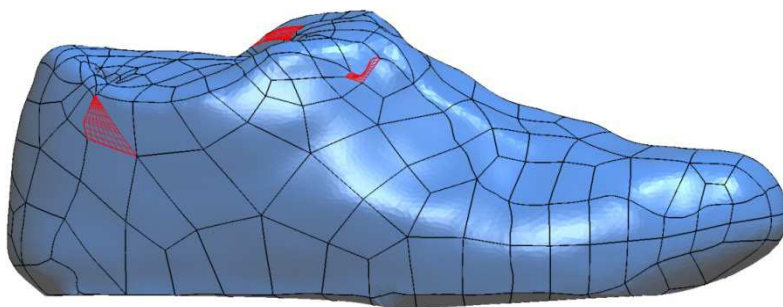
Hogy szebb legyen a felületi hiányosságok kitöltése, és kevesebb hiba alakuljon ki a felületillesztésnél, a háló globális simaságát és a peremek simaságát is a maximális értékre választottuk. Az anyagfolytonosság elsőszámú szempont volt, mivel a későbbiekben csak zárt felület alakítható testmodellé.



14. ábra Simaság beállítása (SolidWorks)

2.2.4. Felülethibák javítása

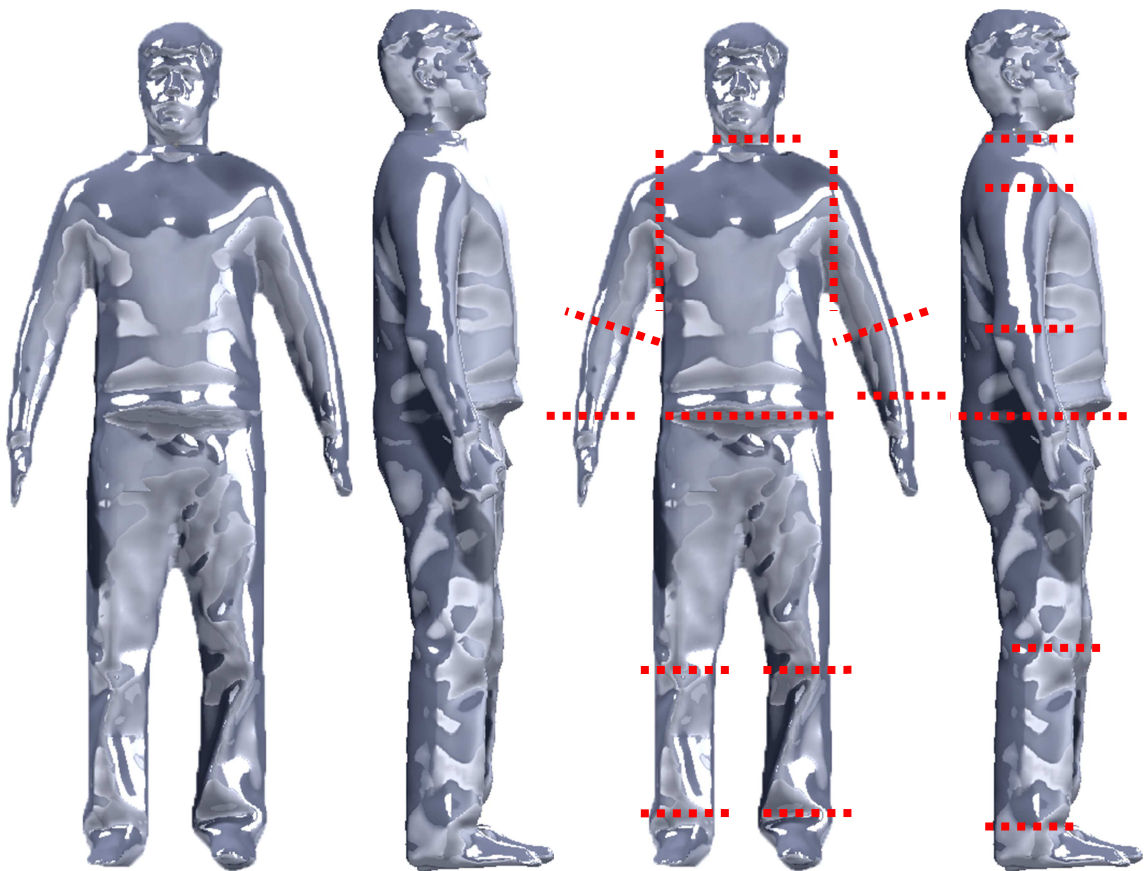
Mint már a fentiekben említettük, amennyiben minden felülethibát kijavítunk, biztosak lehetünk abban, hogy testmodellt fog generálni a program. A tapasztalat azt mutatta, hogy ha marad 1-2 hiba a felületen, akkor még van esély arra, hogy testmodellt kapjunk, 5 hiba felett viszont már biztos, hogy csak felület modell lesz az eredmény. Amennyiben sok hiba van a felületen, először mindenképpen a felület részletességének állítgatásával érdemes próbálkozni.



15. ábra Felület hibáinak javítása (SolidWorks)

2.3. Testmodell felosztása

A feldolgozást követően az egykori pontfelhőből testmodellt készítve következett a bescannelt részegységek egymáshoz illesztése, összeszerelése, mert a kezdeti modell értelem szerűen nem képes ez emberi mozgástartományok visszaadására. Ebben a pontban csak a főbb testrészek egymáshoz illesztése és megfelelő elhelyezése volt lényeges. Ezt követően a cél az volt, hogy a modell csuklópontjait minél pontosabban osszuk fel, vagyis a scannelt tartományok ízületek közti részegységekre való bontását elvégezzük.



16. ábra Egészalakos kezdeti testmodell és felosztása

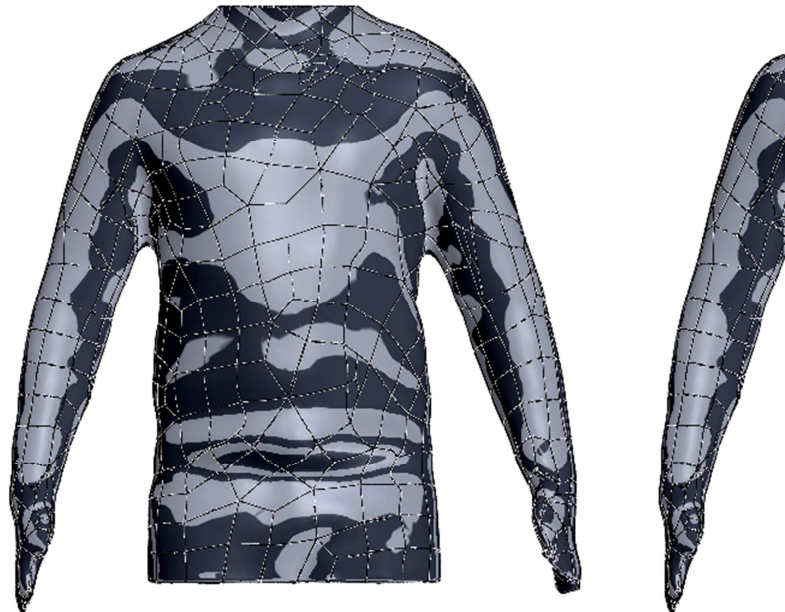
2.3.1. Testmodell részleteinek alakítása

A fentiekben említettük, hogy a részletgazdagság a felvételi tartomány és a felvételi sebesség függvénye. A scannelési módszerrel arányaiban pontos modelleket kaptunk, viszont részleteiben kisebb-nagyobb pontatlanságokat tapasztaltunk. A munkát nehezítette, hogy a felvétel ruhát viselő személyről készült, így a hajlatok még inkább takarásban voltak. Több testrész esetében –melyek a részletességet megkívánják, így az ujjak és hajlatok- a

pontfelhőre illesztett felület nem megfelelően adta vissza a valóságot. Mivel az ágyék, a hónalj és a kesztyű ujjai között a felületek összeragadtak, CAD modellező eszközökkel azt helyre kellett állítanunk elfogadható állapotra, hogy a későbbi csuklópontokat megfelelően ki tudjuk alakítani.

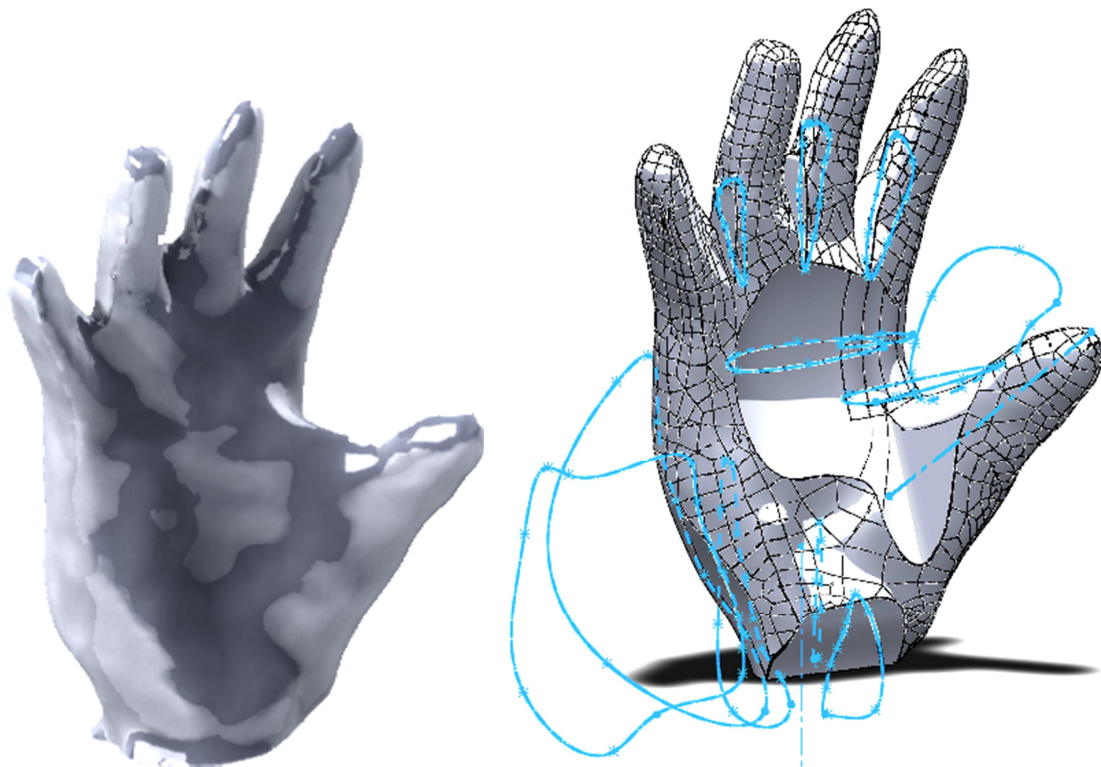


17. ábra Ágyék kiképzése (SolidWorks)



18. ábra Hónalj kiképzése (SolidWorks)

A hónalj kidolgozása több szempontból is lényeges volt számunkra, mivel segítségével a váll elfordulási középpontját kellőképp meg tudjuk becsülni. Az alábbiakban látszik majd az a megoldás, amivel ezt a tartományt és középpontot lemodelleztük egy gömbcsuklós kiképzéssel.



19. ábra Kéz kiképzése (SolidWorks)

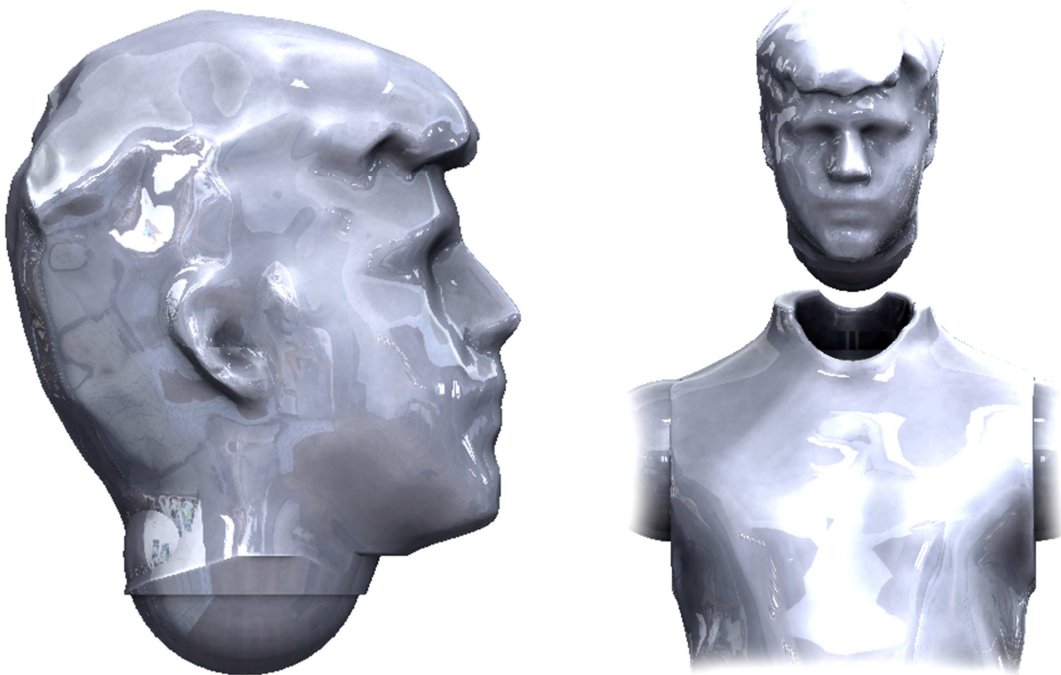
A felhasználói kapacitások nem tették lehetővé a további osztásokat, például a kéz ujjainak osztását, pedig így sokkal színvonalasabb és kifejezőbb beállításokat lehetett volna szimulálni, animálni a majdani kész modellel. A túlzott részletességet, illetve a beállítási bonyolultságot mérlegelve úgy döntöttünk tehát, hogy a kéz egy partícióként szerepel a munkánkban. Döntésünket megerősítette, hogy egyéb ergonómiai rendszerek sem alkalmaznak ekkora részletességet.

2.4. Csatlakozások és mozgástartományok

2.4.1. Csatlakozások

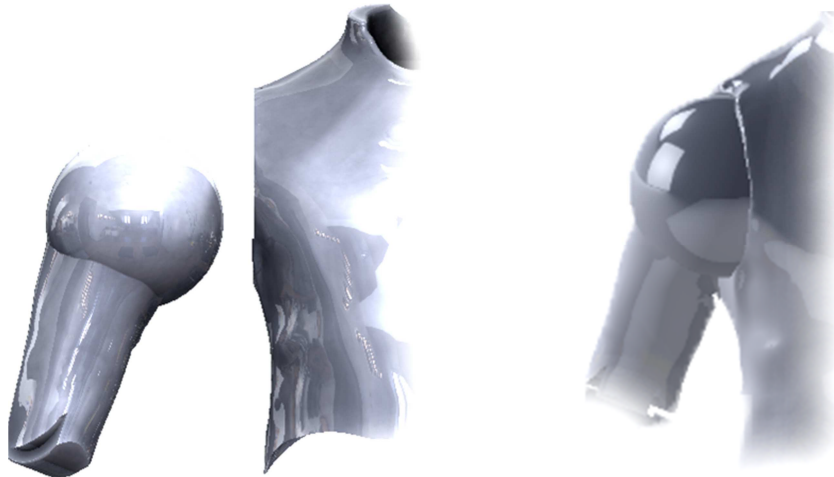
A csatlakozások kialakításával a minél nagyobb mozgástartomány elérése és a pontos pozícionálhatóság/mérhetőség volt a cél. Ezért a legtöbb esetben a gömbcsuklós megoldást választottuk. Ez megfelelő nagyságú sugár esetén úgy biztosította az esztétikumot, hogy a legnagyobb hajlítás vagy elfordulás esetén sem keletkezett rés a két „alkatrész” között. Így valóságghűbb megjelenés biztosítható akár behajlított testrészek esetén is. További előnye pedig az, hogy a gömbi felületeknek köszönhetően bármilyen irányban elfordíthatók a meghatározott intervallumokon belül. A végtagok csatlakozásainak kialakítását értelmetlen lett volna kétszer elvégezni, egyszerűen csak tükröztük az egyik oldalról a másikra. A nagyobb pontosság igényével azonban ez is szükséges lett volna.

A fej csatlakozásának kialakításánál az okozott nehézséget, hogy olyan környezetet kellett teremteni, amelyben a fej billenthetősége minden irányban megengedett, ugyanakkor esztétikus a megjelenése. Ezt úgy oldottuk meg, hogy a nyak alsó részén kialakított félgömb felületet a pulóver gallérja mögé rejtettük. A geometriát úgy kellett összehangolni a mozgástartománnyal, hogy billentésekor a fej és a felsőtest ne haladjon egymásba.



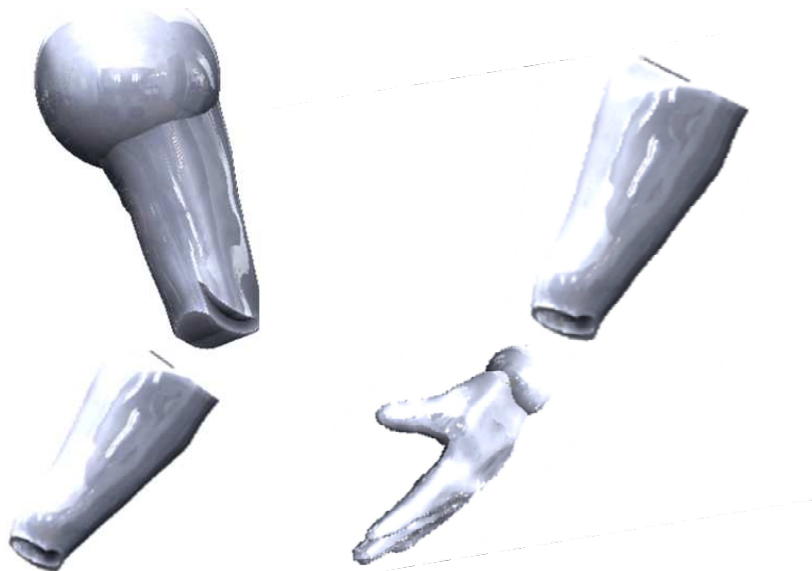
20. ábra Fej és csak kialakítása

A váll csatlakozásának kialakítása nem okozott különösebb nehézséget. A pozitív és negatív gömbi felületek megfelelő mozgásteret és esztétikumot adtak a modellnek.



21. ábra Váll és felsőtest kialakítása

A könyök kialakításánál, a többi csatlakozástól eltérően, tengely körüli elfordulást határoztunk meg. Az alkar körülbelül 160° -os elfordulásának lehetőségét, pedig csukló mozgathatóságai közé soroltuk. A geometriák kialakításánál szintén ügyelni kellett arra, hogy hajlítás során az alkar és a felkar ne haladjon egymásba.



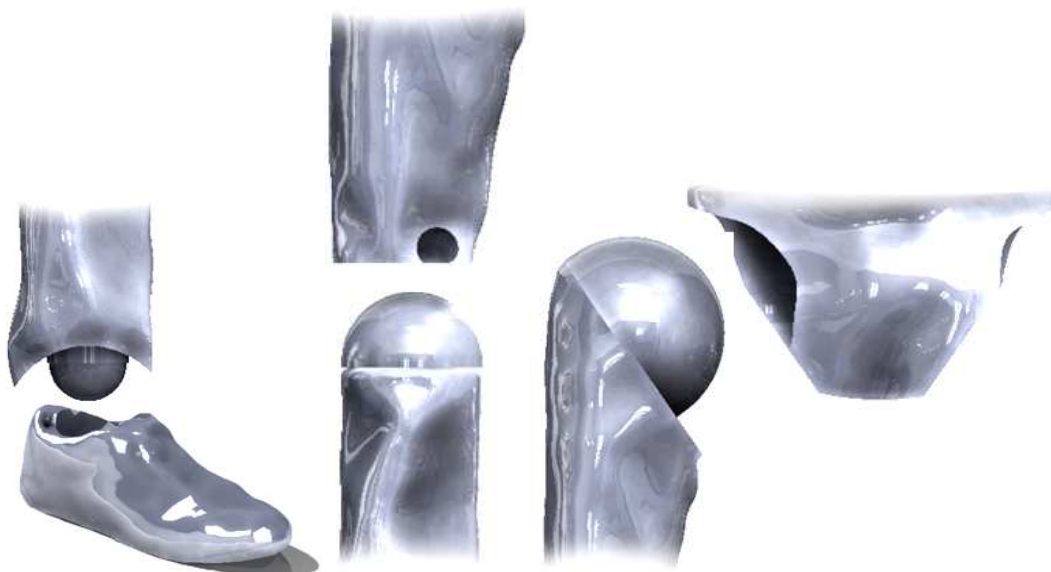
22. ábra Könyök és csukló kialakítása

A törzs mozgása eléggé összetett. A hasrészen képes a legnagyobb hajlásra, a hastól feljebb pedig fokozatosan csökken. Az oldalirányú hajlás már kisebb mértékű, hátrafelé pedig a legkisebb. A mozgathatóság ilyen szintű összetettségét 3 elem egymáson történő elhelyezésével oldottuk meg, gömbi felületek csatlakoztatásával.



23. ábra Törzs kialakítása

A boka a térd és a comb csatlakozásainak kialakításánál egyaránt gömbcsuklókat használtunk. Mindenhol a lehető legnagyobb gömböt hoztuk létre, a minél esztétikusabb megjelenés érdekében.



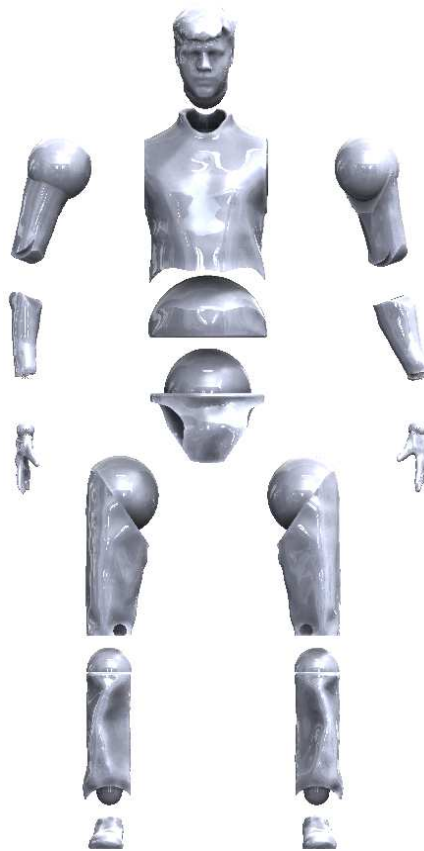
24. ábra Altesti csatlakozások kialakítása

2.4.2. Mozgástartományok

A testrészek egymáshoz illesztését a SolidWorks „társítás” parancsával végeztük. A pozitív és negatív gömbfelületeknek koncentrikussági kényszert adtunk. Ez természetesen nem volt elégséges, mivel így az illesztett testek szabadon elfordulhattak egy pont körül. Ezt a problémát a „haladó társítás” szögekkel kapcsolatos kényszerek specifikálásával oldottuk meg. A relatív méretek megadása érdekében a legtöbb esetben a testrészek saját síkjait határoztuk meg viszonyítási alapként. Az alábbi táblázat az állíthatósági paramétereket szemlélteti:

	<u>ROT X</u>	<u>ROT Y</u>	<u>ROT Z</u>
BOKA	$0^\circ \pm 20^\circ$	$0^\circ \pm 30^\circ$	-
TÉRD	$0^\circ - (-130^\circ)$	0°	0°
COMB	$0^\circ \pm 90^\circ$	-	$0^\circ \pm 45^\circ$
TÖRZS AL.	-	$0^\circ \pm 10^\circ$	$0^\circ \pm 5^\circ$
TÖRZS KÖZÉP.	$0^\circ \pm 10^\circ$	-	$0^\circ \pm 20^\circ$
TÖRZS FELSŐ	$0^\circ \pm 10^\circ$	$0^\circ \pm 20^\circ$	-
FEJ	$0^\circ \pm 30^\circ$	-	$0^\circ \pm 40^\circ$
VÁLL	-	$0^\circ \pm 60^\circ$	-
KÖNYÖK	$0^\circ + 100^\circ$	0°	0°
C SUKLÓ	-	$0^\circ \pm 60^\circ$	$0^\circ - (75)^\circ, 0^\circ + 10^\circ$

25. ábra Mozgástartományok összefoglaló táblázata

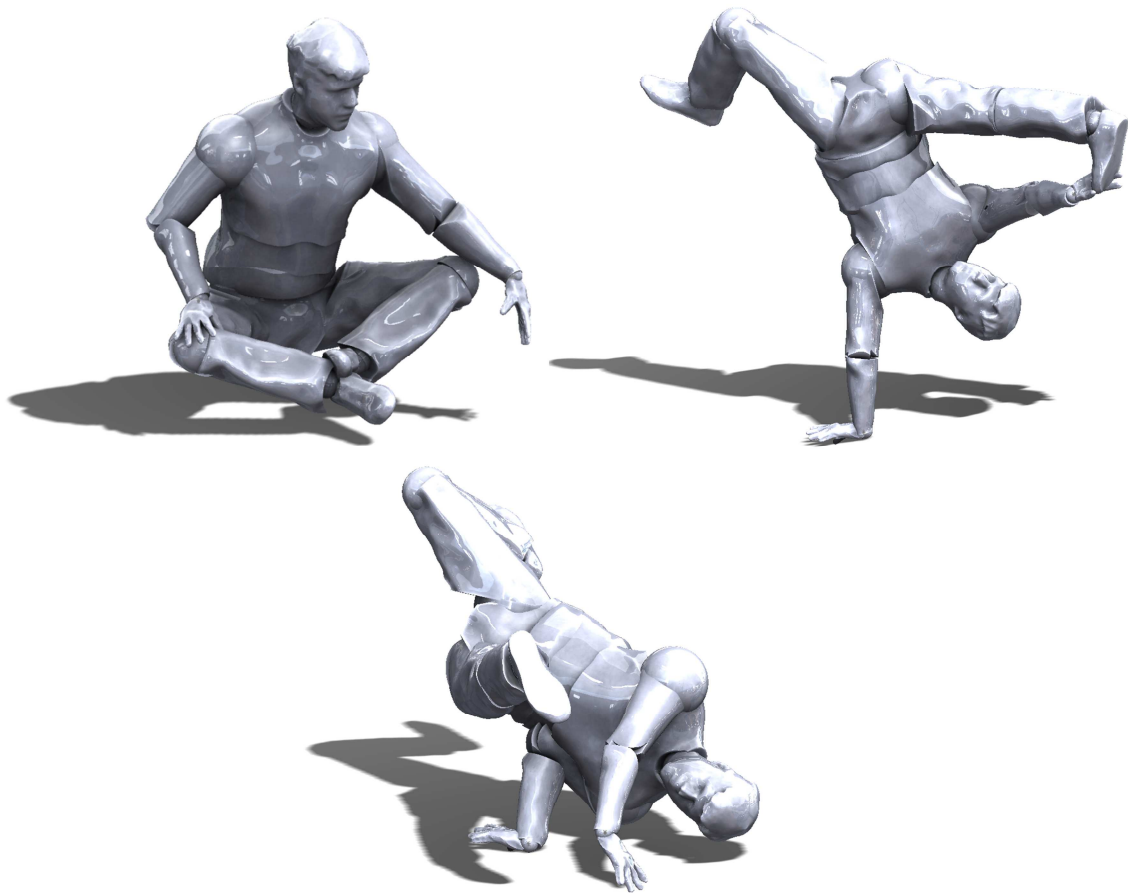


26. ábra A modell csatlakozópontokkal

2.5. Az elkészült modell

A cél egy mindenki számára használható modell alkotása volt. A tapasztalataink alapján kikísérleteztük a leggyorsabb és legbiztosabb pozicionálási technikát is. A testrészek pozicionálhatósága ennek az emberi testmodellek egyik gyenge pontja. Az alábbi használati útmutató felsorolja azokat az opciókat, amelyekkel lehetőségünk van beállítani a kívánt testhelyzetet.

- ▶ Jobbklikk testrészen (Float/Fix)
- ▶ Vonszolás/ kényszer paraméter (csak Floatban)
- ▶ Csípőhöz viszonyítva mindent beállítunk (lassan!!)
- ▶ Csípőtől kezdve Pozicionálás + Fix...
- ▶ Mentjük a pozíciót (File/Pack and go)
- ▶ Behíváskor a front, top és a right síkot kényszerezhetjük



27. ábra Pozícionált helyzetek

3. ALKALMAZHATÓSÁGI TERÜLETEK

3.1. Általános humanoid modell



28. ábra Különbféle öltözékek alkalmazása

Minden megrendelésre készülő projektet az egyes munkafázisok lezárásakor prezentálni kell a megrendelők számára. Ez minden emberi felhasználásra tervezett termékekre és környezetre is igaz, a hajszáritóktól a bányagépekig. Az efféle termékek prezentálása során azért fontos egy emberi szemléltetőeszköz alkalmazása, mert így érzékeltethetők leginkább az adott termék méretei. Egy embermodell beillesztésével általános méretviszonyítási alapot adunk a prezentációt hallgatók számára.

Egy termék értékesítésénél a formai kidolgozottság azért rendkívül fontos, mert azt a vásárló az árnál is előbb látja. A termékforma a vevő vásárlásról való meggyőzésének az első lépcsőfoka. Az általunk készített virtuális termék még kezdetleges, de az látható, hogy komoly lehetőségek rejlenek benne. Az embermodell bármilyen ruházattal felöltöztethető, az

adott környezetnek megfelelően. Szükség esetén mozdulatsorok is animálhatók a modell segítségével, amennyiben a tervezőprogram erre lehetőséget nyújt. A gépészeti tervezőprogramok közötti átjárhatóságot az IGES és STEP fájlformátumok biztosítják, ami a termék széleskörű felhasználhatóságát is lehetővé teszi.

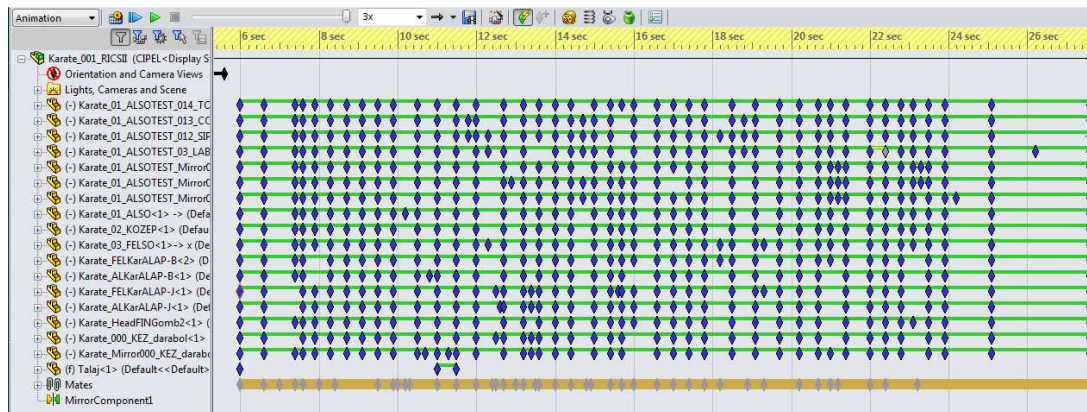
3.2. Animáció készítése

Az általunk tervezett modellel nem csak ergonómiai kísérleteket és látványtervi alkalmazásokat lehet véghezvinni, hanem alkalmas animációk készítésére is. Az alábbiakban ezt a módszert fogjuk közzétenni a SolidWorks program segítségével. Célunk volt bemutatni, hogy a modellünk látványos videókészítésre is alkalmas.

A SolidWorks különböző moduljai közül animáció készítésre is van lehetőség. Ezt általában gépek működésére, mechanizmusok mérésére és egyéb vizsgálatokra, prezentációra használják. Tény, hogy vannak egyéb felhasználóbarát szoftverek élőlények animálásának szempontjából, amelyek külön erre szakosodtak, de számunkra jelenleg csak ez a program állt rendelkezésre, valamint egy-egy mozdulat sebessége később számszerűsíthetően visszaolvasható megfelelő precíziással a programmal.

A Motion study fülre kattintva előugrik az összeállítás családfája, mely ez esetben a testrészeket jelenti. Az animációkészítés igen nagy hátránya volt, hogy szükséges volt feloldani a szögműszereket, mert a program nagy számuk miatt nem tudta kezelni őket. Így az alkatrészek kizárólag gömbműszerként kapcsolódtak. Ennek a problémának a részleteire későbbiekben kitérünk a tapasztalatok fejezetben.

A megjelölt időszalagon különböző időpontokban pozícionáltuk a megfelelő testrészeket. Az animátor a két pozíció között kiszámolta a geometriai egység útját és így a diszkrét képeket mozgó egészé alakította. A fő kritérium az volt, hogy a mozdulatpontokat minél sűrűbben helyezzük el egymáshoz képest, ezzel biztosítva a folytonos és kellő részletességű mozgásformát. A pontok közötti távolság pedig az adott mozdulat időtartamát befolyásolja.



29. ábra Az animáció időszalagja és a pozíciók

A modell mozgása elé rövid videó animációt toldottunk a nagyobb látvány elérése érdekében.

Az idősávon egyes időpontokban található olyan beállítás, ami csak egy-két testrésze jellemző, vagyis a függőleges oszlopokban csak egy két rombusz van. Ennek jelentése, hogy míg a többi testrész két mozdulatpont közötti kalkulált mozgásban van, addig ezeknél a testrészeknél szükséges volt beilleszteni egy újabb mozdulatpontot, hogy az a megfelelő ívben érkezzon következő helyzetébe. Gyakran előfordult ugyanis, hogy a perifériás egységek (kész, lábfej, alkar) kalkulált útjai eltértek az emberi kinematikától. Így azonban egy olyan kényszerpontot alkalmaztunk, amin az adott testrésznek mozgási pályája átmegy. Az animációs idősáv egy nem épp egyszerű akrobatikus mutatványt kódol:



30. ábra Egy-két gömbkényszerekkel beállított pozíció (animált)

Látható, hogy szorgalmasabb munkával hihetetlen látvány tárulhat föl előttünk. Nagyobb gépkapacitások esetén az animáció bővíthető, alakítható akár második alannyal is. Egyedisége azonban nem az animálhatóságában áll, hanem abban, hogy mindezt kezdetekről építettük fel, 3D-s scan technikával.

3.3. Személyre szabott ergonómia

A modellünk sajátossága tehát, hogy a tömeggyártást jellemző átlagolt méretek fölé emelkedik az egyénre szabott méreteivel. Célunk a modellalkotásnak a bemutatása, és termékesítése.

Mind az irodai munkákra, mind otthonteremtésben alkalmazható lenne a gyors alak és méretfeldolgozással készült modell, mely segítségével székeket, asztalokat és egyéb ergonómiailag fontos eszközöket tervezhetünk. A módszer, miszerint a tervezést egy ergonómiai felmérés (scannelés) előzi meg, forradalmi jelentőségű egy olyan piacon, ahol az egyediség, praktikusság és a kényelem a fő szempontok.



31. ábra Ergonómiai eszközök [5]., [6]., [7].,

4. TAPASZTALATOK

4.1. Ergonómiai modell

A szögkényszerekhez kötött modell esetleges hibákat is eredményez. A hibáknak két típusa volt:

- Gyors mozgatkör térd, alkar visszacsuklik
- Paraméteres megadás hibás (Valami Fix)

A periférián lévő testrészek nagy relatív elmozdulása a törzshöz közelebbi egységekhez képest a kényszerezett síkok megcserélődését okozza, ami úgy jelenik meg, mint kifordult könyök vagy térd. A megváltozott rendszer okára nem jöttünk rá, a program véletlenül kezelte. Azonban könnyen orvosoltuk a jelenséget a kényszerek menüben található reverse paranccsal. Továbbá a lassabb mozgásokkor sokkal ritkábban tapasztaltunk efféle módosulást.

Egy adott pozícióba rendezéshez a fentiekben már megemlített sorrendet kell betartani, vagyis a csípőtől a végtagok felé kell a kívánt helyzetbe hozni a modellt, valamint minden egyes beállítás után az adott testrészt fixre kell állítani, hogy z utána következő ne vonszolja magával. Egy adott testrész pozícióját nem csak vonszolással, hanem paraméteresen, szögekkel definiálva is módosítani lehet. Ebben az esetben viszont gyakran kaptunk hibaüzenetet, melynek oka a fent említett fixen hagyott alkatrész volt. Ezt floatra állítva tudjuk már számszerűsíteni a helyzetet. Ezt követően is célszerű a már beállított egységet újból rögzíteni.

Ezeket a hibákat leszámítva a modell jól működött, a mozgástartományok rendben voltak.

4.2. Animációs modell

Az animáció szempontjából is sok tapasztalatra tettünk szert. Időbe telt, míg rájöttünk ennek könnyen kezelhető módszerére.

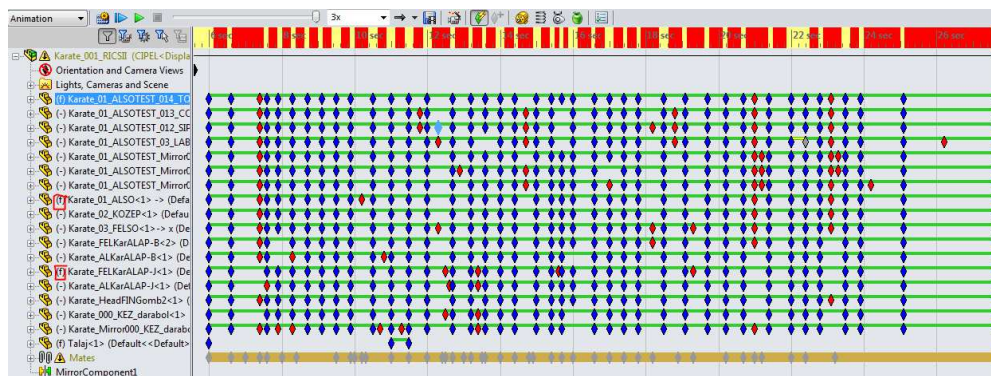
Sajnos a Motion Study nem tette lehetővé, hogy az animáció készítésben a szögkényszereket megtartsuk. Voltak kísérletek sokkal kevesebb alkatrészszerű modellek esetében, hogy megtudjuk, hogy kezeli a SolidWorks síkok szögkényszereit animációban.

Azonban még egyszerű szerkezeteknél is zsákutcába futottunk, bár a beállítás helyes volt, és az alkatrészek is float állapotban voltak. Gyaníthatóan a szögményszerek szélső határán a program nem tudta kiszámítani, milyen pályán mozogjon tovább az adott testrész.

A szögményszerek megszüntetésével az animáció sokkal kezelhetőbbé és gyorsabbá vált. Az itt definiált pozíciókat is megfelelő módszerrel volt célszerű beállítani. A helyes műveleti sorrend a következő volt:

- adott időpontra váltás az időszávon
- a kívánt pozíció beállítása (csípőtől végtagokig fix állapotra váltással)
- a beállított testhelyzetben minden testrész float állapotának ellenőrzése visszaállítása

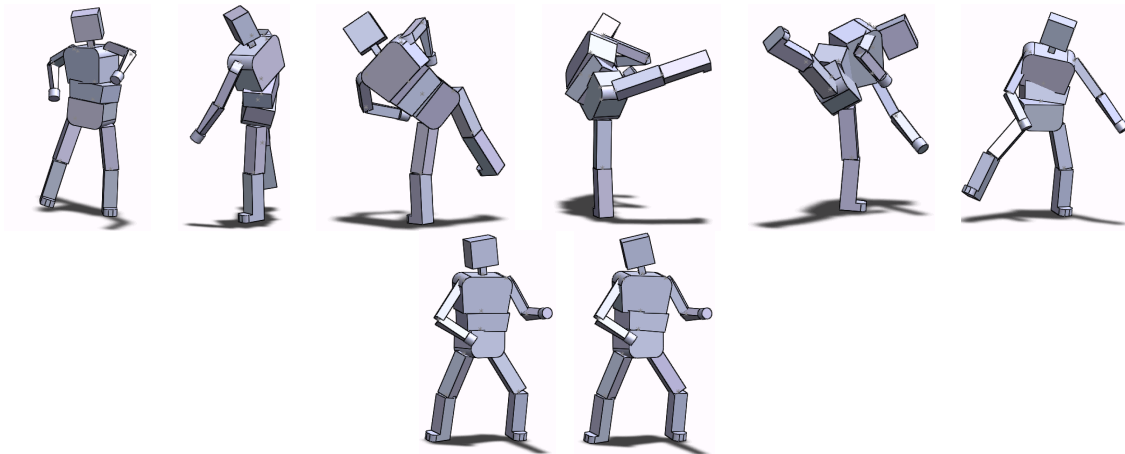
Az utóbbi pont lényeges, hisz az animátor egy fix állapotú testrészt egész animáció alatt fixen kezel, nem csak az adott helyzetben. Ilyen esetben a pozíciók közti átmenet kalkulálása hibát mutat:



32. ábra Fix testrészeket tartalmazó animáció

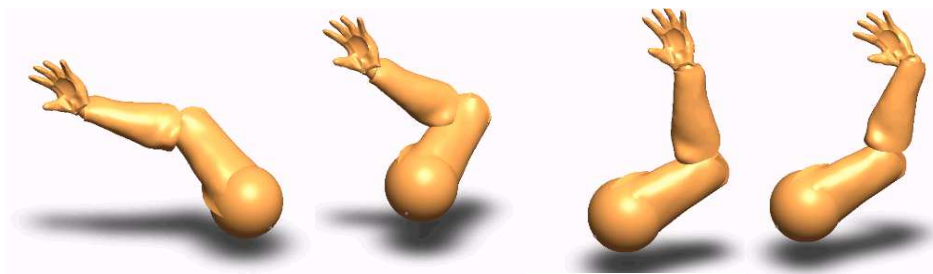
Megjegyzendő, hogy hasonló hibákat jelzett a program a szögményszerek esetén is.

Az animációt egy próbabázzsal készítettük elő, melynek célja a mozgásforma bemutatása. Ennél a modellnél gömbkényszerek helyett pontkényszerek voltak adottak, így könnyebben ismerkedhettünk meg a szoftver adottságaival is, illetve magát a modellt is könnyebben tudtuk kezelni.



33. ábra Próbabáb animáció pontkényszerekkel

A próbaanimáció sikeres lefutását követően ugyanezt a vizsgálatot megtettük a modell karjával, melyben már gömbkényszerek voltak definiálva. Ezt azért tettük, hogy lássuk mire számíthatunk a főmodellnél.



34. ábra Integető kéz gömbkényszerekkel

Egy testhelyzet beállítása a szögekényszerek nélkül meglehetősen bonyolult volt, hisz a gömbkényszerek miatti pont körüli szabad rotációból adódóan egy testrész pozícionálása gyakran összeomláshoz vezetett. A teljes modellnél ezért gyakran szükség volt a kényszerek megbontására és újra definiálására, hogy a modell mozgatása a megfelelő helyzetbe átlátható legyen. Az itt szerzett tapasztalatokat hasznosítottuk az egész modell animációjában is.



35. ábra Összeomlott kényszerekkel ellátott animációs modell

5. TOVÁBBFEJLESZTÉSI LEHETŐSÉG

5.1. 3D nyomtatás

Jelenleg a 3D nyomtatás iparága folyamatos fejlődést mutat, feltárva a benne rejlő lehetőségeket. Már nem csak különféle polimereket képesek nyomtatni, hanem egyes fém típusokat, sőt egyes ételeket is. A színes 3D nyomtatók megjelenése szintén jelentősen megnövelte az érdeklődők táborát. Nagy sikert aratott az emberekről készített mini-modell (angol elnevezése: Mini Me). Mindössze 12 perc alatt mintát vesznek egy 3D scannerrel a megrendelőről, majd színes 3D nyomtatóval elkészítik a 6 inch (15,2 cm) magasságú mini szobrát.



36. ábra A 3D nyomtat lehetőségei

Az általunk tervezett modell csatlakozásainak áttervezésével olyan egyedi szobrocskák lennének készíthetők, amelyek fejét és végtagjait a megrendelő kedve szerint változtathatja. Egy ilyen terméket körülbelül 60 angol fontért értékesítenek, ugyanezért az összegért pedig egy mozgatható változat is kivitelezhető. Egy ilyen termék változatos dísz tárgya lehet bármelyik családnak.

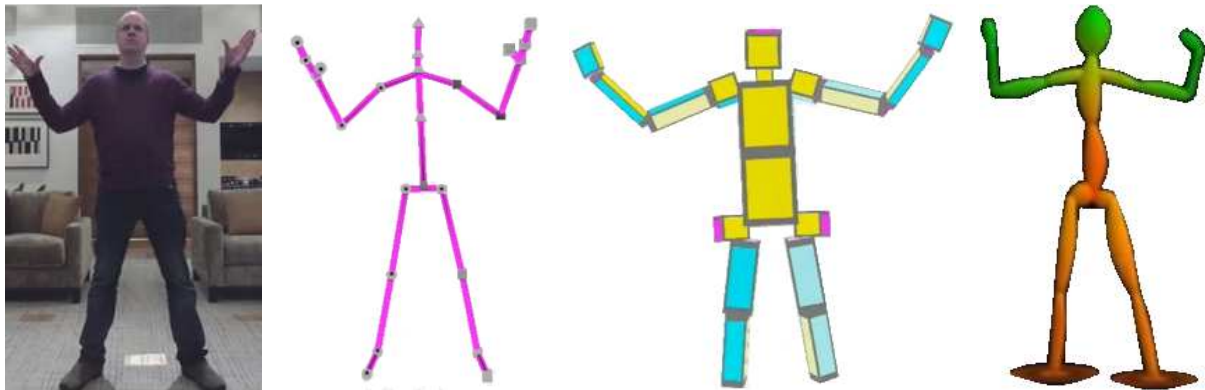
5.2. Kinecttel vezérelt mozgatható modell

Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy a modell segítségével egy animáció elkészítése meglehetősen körülményes és hosszadalmas folyamat. Ezt az időt úgy lehetne lecsökkenteni, hogy a mozgatható embermodellt összekapcsoljuk a Kinect szenzorral. Erre a technikára már több software fejlesztő is gondolt (ANSUR, JACK), de ezek rendszerint

virtuális valóság eszközök alkalmazásával érik el a kívánt eredményt, amelyek meglehetősen drágák. Az újabb Kinect típusok már kiválóan követik a test mozgását, képesek megállapítani az egyes végtagok irányát, valamint a test feltételezett súlypontja alapján a végtagok terheltségét is meg tudja állapítani (jobb szélső kép [3]). A balról a harmadik képen az egyes színek az adott végtag orientációját jelzik.

Mint látható, ez a fejlesztési törekvés megvalósítható virtuális valóság eszközök nélkül is. A nagyobb kihívást a virtuális embermodell prezentálandó eszközzel vagy térrel való összekapcsolása jelenti, ugyanis a Kinect felhasználói felületére nem illeszthető más modell. Ennek a célnak az eléréséhez szükség van a Microsoft Kinect szoftverfejlesztőivel való kooperatív munkára is.

Egy a fentihez nagyon hasonló célkitűzés az, hogy a scannelt és mozgatható embermodellt számítógépes játékok karakterévé tegyük. Ezek a játékok rendszerint akkor sikeresek, ha sikerül elérniük azt, hogy a játékos beleélje magát a karakter szerepébe. Ez pedig úgy érhető el a legkönnyebben, ha a játékos saját magát látja a képernyőn. Mivel ezek általában „kosztümös” karakterek ezért elképzelhető, hogy esetenként elegendő lenne csak az arcról mintát venni.



37. ábra Mozgásfelismerő program [3].

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Célunk egy olyan termék megalkotása volt, amely a piacon egyedülálló, és igen keresett. Ezt legjobban a személyre szabottság igényének kielégítése tette lehetővé. Azonban a személyre szabottság nem lehetséges személyes alany nélkül. Így tűztük ki, hogy az ergonómia tudományán belül a tervezéshez alkotunk egy olyan eszközt és módszert, melyek továbbfejlesztésével személyesebb termékek állíthatók elő.

Az alanyról részletes és jó minőségű felvételt készítettünk, majd kialakítottuk a digitális pontfelhőjét. A pontfelhőn további módosításokat és egyszerűsítéseket végeztünk a jobb feldolgozhatóság érdekében. Ezt követően alkalmazva a CAD rendszerek adta lehetőséget a pontfelhőre felületeket illesztettünk, amiket megfelelő minőségben állítottunk elő. A jobb alakíthatóság érdekében testmodellé konvertáltuk és megterveztük a csuklópontok helyét és kiképzését. Ezután mozgási tartományokat definiáltunk, melyekben egy pozíció szögállásai leolvashatók és állíthatók, ezzel biztosítva a pontosságot.

A kész modellt úgy tettük esztétikailag vonzóvá, hogy az a továbbiakban egyéni ízlés szerint módosítható. Eközben összehasonlítottuk más piacon megtalálható modellekkel is.

A modellel animációt is készítettünk, amellyel bizonyítottuk az efféle felhasználási lehetőséget.

Ezt követően megállapítottunk olyan továbbfejlesztési lehetőségeket, amelyekkel a folyamat gyorsítható és több iparágban (lakberendezés, reklám, játékipar, dekoráció) alkalmazható.

Az általunk elvégzett egyéni munka az egyedülálló valódi scannelt méreteken alapuló modell felállítása és használata animáció készítésre, továbbá továbbfejlesztési javaslatok megállapítása és piackutatás a termék felhasználását illetően. A scannelt és mozgatható modell alkalmas ipari és szórakoztatóipari felhasználásra is, a nyomtatástól a szoftveres beépülésig.



38. ábra Köszönjük a figyelmet

A felhasznált linkek:

- [1]. <http://www.zetec.co.nz/bodyworks/products.htm>
- [2]. <http://www.3dhumanmodel.com/#models>
- [3]. www.pcguru.hu/hirek/xbox-one-kinect-technikai-bemutato/24801+&cd=1&hl=hu&ct=clnk&gl=hu
- [4]. <http://www.windows8downloads.com/win8-posser-bdngxqria/>
- [5]. <http://my-netti.com/products/netti-wheelchairs/netti-iii-comfort-hd>
- [6]. <http://solarelements.biz/office-furniture/ergonomic-ball-office-chairs.html>
- [7]. <http://www.dileoffice.com/w/67/ergonomia/lang/en>