

THREE-DIMENSIONAL ANTHROPOMETRICAL MODELING

TRĪSDIMENSIJU ANTROPOMETRISKĀ MODEĻŠANA

I.Dāboliņa, A. Viļumsone

Atslēgas vārdi: antropometrija, 3D mērījumi, balstvirsmā

Šobrīd pasaulē tiek meklētas principiāli jaunas apģērba projektēšanas metodes, kuras, izmantojot skaitļojamo tehniku, spētu nodrošināt katram patērētājam vispiemērotākā apģērba izveidošanu. Līdz šim apģērba konstruēšanas praksē tiek izmantotas tuvinātas virsmu izklāšanas metodes ko mēs pazīstam kā piegrieztņu sistēmas. Progresīvākās no tām ir balstās uz zināšanām par cilvēka ķermeni un tekstilmateriālu īpašībām. Tomēr, tā kā tiek veidots nepastāvoša telpiska modeļa (apģērba) izklājums plaknē (konstrukcija), atgriezeniskā transformācija (gatavs apģērba modelis) nedod gaidīto rezultātu bez papildus koriģējošām darbībām (laikošana un piegrieztņu labošana). Rūpnieciskajās datorsistēmās tiek realizēta apģērba projektēšana 2D vidē; pastāvošie 3D risinājumi ir paredzēti tikai plaknē veidoto piegrieztņu kontrolei uz virtuāla manekena. Bez tam sistēmas vēl nespēj kompleksi atspoguļot visu parametru ietekmi- cilvēku individuālo figūru daudzveidīgo virsmu aprakstu, telpisko virslaižu (attālumi no cilvēka ķermeņa līdz apģērba iekšējai virsmai) definēšanu, tekstilmateriālu formveidojošo īpašību aprakstu.

Pētījumā paredzēts izstrādāt cilvēka virsvidukļa torša daļas matemātisko modeli balstoties uz antropometrisko punktu koordinātēm. Skenējot cilvēka ķermeni kopumā bieži antropometriski svarīgi punkti tiek noteikti nepareizi, vai arī netiek noteikti vispār. Savukārt iezīmētus (marķētus) punktus sistēmas spēj identificēt ar precizitāti, kas daudzkārt pārsniedz apģērba projektēšanā lietotās pielādes.

Antropometrisko punktu 3D koordināšu iegūšanai lietotā sistēma

Antropometrisko punktu 3D koordināšu noteikšanai lietota sistēma gaitas pārbaudēm rehabilitācijas centrā, izmantojot iekārtu Qualisys ar PRO Reflex kamerām. Gaitas datoranalīze ir instrumentāla izmeklēšanas metode, kuras laikā tiek savākta kvantitatīva informācija par atsevišķu cilvēka ķermeņa segmentu kustībām ar mērķi izprast gaitas traucējumu izcelsmi.

Nepieciešamības gadījumā kameras var pārvietot citā telpā vai veikt mērījumus brīvā dabā. Katra videokamera spēj izstarot un uztvert atpakaļ no reflektējošiem marķieriem atstaroto infrasarkanās gaismas kūli (1.att).

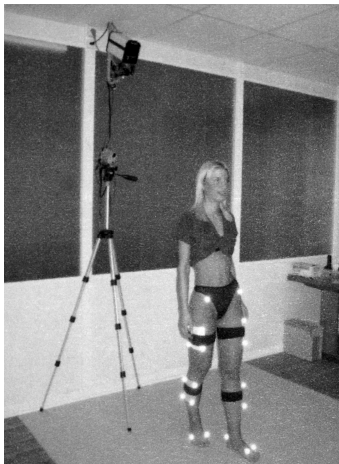
Digitālās kameras ieraksta kustības trīs dimensijās, un no iegūtajiem datiem ar datorprogrammas palīdzību iespējams izveidot virtuālu modeli, kuru tālāk analizē.

Sistēmas aprīkojumā ietilpst:

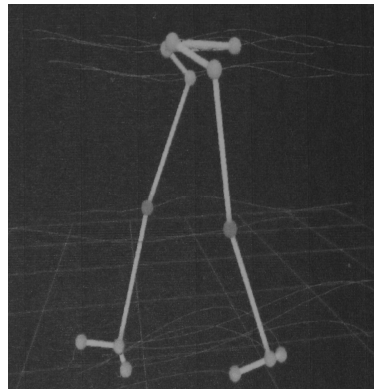
- Sešas videokameras
- Spēka platforma
- Elektromiogrāfs
- Dators iegūto mērījumu reģistrēšanai

Sistēmas palīgīdzekļi:

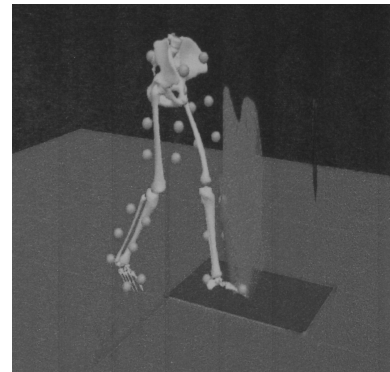
- Marķieri (viegli, sfēriski, no atstarojoša materiāla, diametrā 7mm, 10mm, 15mm, 20mm)
- Infrasarkanās gaismas kūlis (lietotās kameras spēj izstarot un uztvert atstaroto gaismas kūli)
- Marķieri pie ķermeņa pievienoti ar abpuslīpošu līmlenti.



a) Reflektējošo marķieru izvietojums uz ķermeņa
1.att. Antropometrisko punktu 3D koordināšu iegūšanai lietotās sistēmas darbība[26]



b) Cilvēka apakšējo ekstremitāšu modelis



c) Virtuālais modelis gaitas analīzē

1.att. Antropometrisko punktu 3D koordināšu iegūšanai lietotās sistēmas darbība[26]

Antropometrisko punktu 3D koordināšu iegūšana

Cilvēka ķermeņa balstvirsmu raksturo antropometriskie punkti: skauņa, sānkakla, pleca, lāpstiņu punkti un citi.



a



b

2.att. Skenēšanas process

Skenēšanas procesā ar viegliem sfēriskiem marķieriem tika marķēti apmērāmā cilvēka antropometriskie punkti (2.att.), kuri tika izvēlēti vadoties pēc ekstrēmuma principa. Reljefas virsmas šķelšanai tiek izmantoti tie punkti un to savienojumi, kas veido virsotnes, vai zemienu, bez tam tika izveidota punktu marķēšanas sistēma – pēc cilvēka ķermeņa reljefa galējiem izvirzījumiem vai iedobēm. Šāds princips daļēji atbilst arī antropometrijā lietotajam. Punkti marķēti ar marķieriem, kuru diametrs ir 15mm, atslēgkaulu un kakla pamata punktu marķēšanai izmantoti mazāki marķieri – 7 mm. Šāda izvēle ir izdarīta, jo pārāk tuvu esošu lielu punktu centrus sistēmai ir grūti nolasīt, punkti var saplūst vai netikt nolasīti vispār. Minimālais attālums starp punktiem ir 5 cm.

Eksperimenta rezultāti un to interpretācija



3. att. Ķermeņa koordināšu sistēma

Lai izskaitļotu cilvēka antropometrisko punktu koordinātes matemātiski, ir nepieciešams izveidot vai pieņemt jau esošu koordināšu sistēmu. Skenēšanas procesā izmantotā sistēma lieto matemātiskā un ģeometrijā vispārpieņemto koordināšu sistēmu, kurā ir X,Y,Z ass. Punkti tiek nolasīti un matemātiski izteikti ciparos, piešķirot tiem + vai – zīmi atkarībā no tā, kādā virzienā no koordināšu ass atrodas punkts.

Par Y asi tiek pieņemta vertikāle, tas ir cilvēka stājas vertikālais virziens (ķermeņa mediālā ass). Kā X un Z ass trīsdimensionālai cilvēka ķermeņa balstvirsmas atveidošanai tiek pieņemtas abas pārējās dimensijas – platums un dziļums. Koordināšu tīkla ass saistībā ar cilvēka ķermeni parādītas 3.attēlā.

Cilvēka ķermeņa antropometrisko koordināšu iegūšanas sistēma uzskaita ne tikai koordināšu skaitlisko novietojumu, bet arī uztver pašas sistēmas darbību nodrošinošos aspektus. No sistēmas iegūtajos datos tiek parādīts kameru skaits, uz cilvēka ķermeņa izvietoto marķieru skaits un citi papilddati. Pēc tam tiek uzrādīti marķieriem piešķirtie nosaukumi – savirknēti secīgi sākot no augstāk izvietotā punkta. Pēc nosaukumiem seko koordināšu ciparapzīmējumi, kas izkārtoti tādā pašā secībā kā uzrādītie marķieru nosaukumi, tādejādi ir iespējams sistematizēt šos datus konkrēti apzinot katra

marķiera koordinātes trīsdimensionālajā telpā. Marķieru koordināšu ciparapzīmējumi sakārtoti secīgi X, Y un Z asīm viens pēc otra skaitļu virknē.

No sistēmas iegūtie dati:

- NO_OF_FRAMES 1
- NO_OF_CAMERAS 6
- NO_OF_MARKERS 27
- FREQUENCY 240
- NO_OF_ANALOG 0
- ANALOG_FREQUENCY 0
- DESCRIPTION --
- TIME_STAMP 2005-07-13, 14:03:24 18912.64709743
- DATA_INCLUDED 3D
- MARKER_NAMES K_121/16_Kakla_sanu L_121/16_Kakla_sanu
 K_14_Pleca L_14_Pleca K_352_Paduses_priekskrokas
 L_352_Paduses_priekskrokas K_353_Kruts_sakuma L_353_Kruts_sakuma
 K_36_Krutsgala L_36_Krutsgala K_361_Kruts_pamata
 L_361_Kruts_pamata K_46_Vidukla_limena_iesanu
 L_46_Vidukla_limena_iesanu K_441_Vidukla_limena_sanu
 L_441_Vidukla_limena_sanu K_171_Atšlegkaula L_171_Atšlegkaula
 17_Priekskakla_pamata 11_Skausta
 21_Lapstinu_augšlimena_medialais_punkts K_332_Paduses_mugurkrokas
 L_332_Paduses_mugurkrokas 31_Starplapstinu
 K_32_Lapstinas_virsotnes L_32_Lapstinas_virsotnes 411_Josmas
 -238.176 -18.552 1369.899 -99.086 -9.466
 1355.601 -349.443 10.971 1321.478 -1.407 17.936 1305.981 -
 319.865 53.761 1236.001 -41.114 69.910 1229.565 -247.109 92.744
 1246.640 -110.595 103.073 1244.936 -265.320 149.673
 1166.466 -82.635 144.097 1156.017 -246.754 130.186
 1105.034 -98.786 124.115 1103.746 -242.495 139.029
 1010.791 -106.859 136.793 1014.910 -317.592 47.593
 1028.027 -37.957 38.492 1023.577 -204.240 45.889 1312.585
 -151.537 55.753 1308.229 -177.423 51.784 1301.453 -168.441
 -70.214 1363.087 -175.835 -90.624 1315.708 -332.510
 -83.632 1220.003 1.139 -67.419 1206.983 -170.962 -
 100.452 1219.353 -241.714 -108.954 1183.974 -89.067 -
 109.024 1180.334 -181.935 -51.611 1012.665

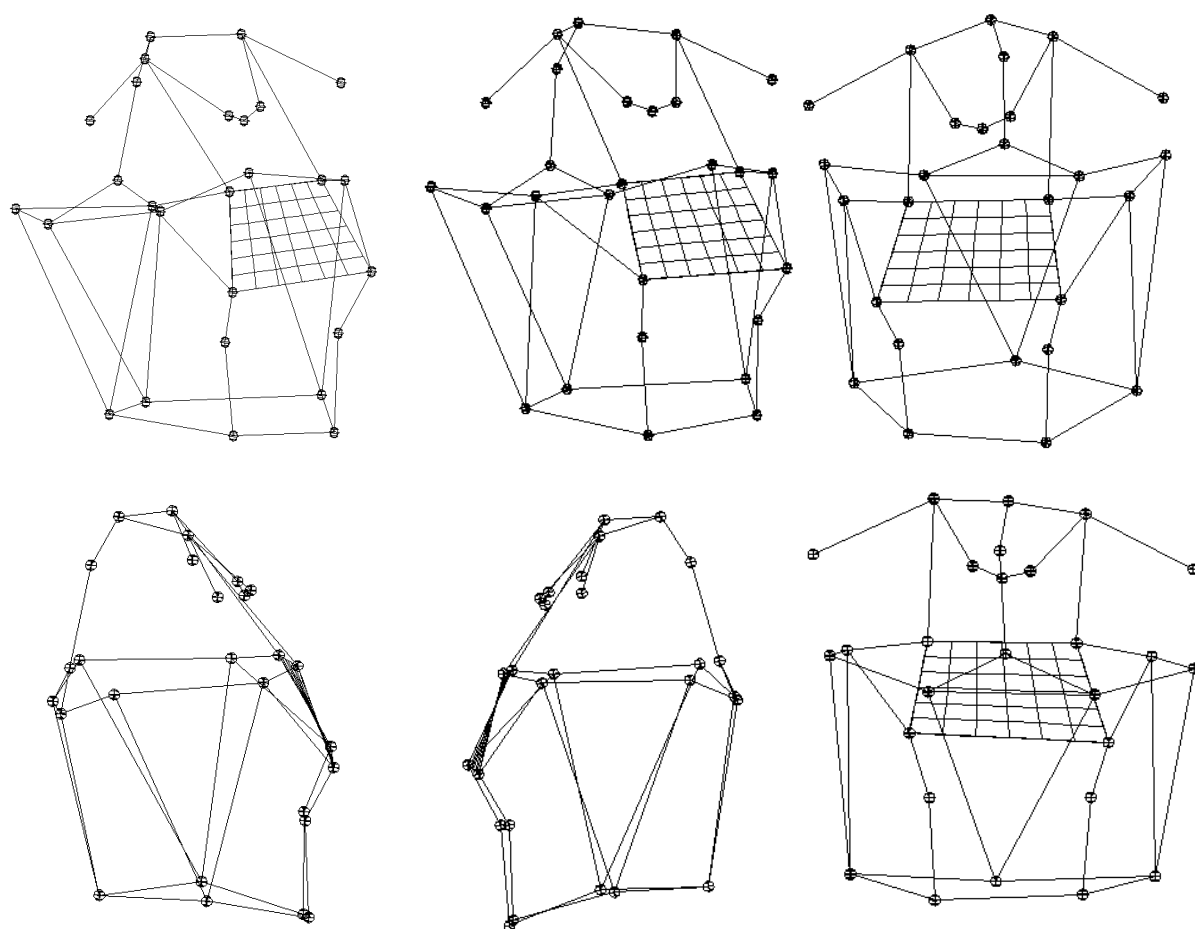
1.tabulā parādītas uz cilvēka ķermeņa antropometriskajiem punktiem izvietoto marķieru koordinātes sakārtotas ērti pārskatāmā tabulā, kur katra marķiera burtciparu apzīmējumam un nosaukumam uzrādītas tam atbilstošās koordinātes X, Y un Z asīs.

Pēc šādas tabulas var apstrādāt datus un tos ieviest jebkurā trīsdimensionālā datorsistēmā, kura darbojas pēc koordināšu sistēmas principa.

Koordinātes

Punkta nosaukums	X	Y	Z
K_121/16_Kakla_sānu	-238.176	-18.552	1369.899
L_121/16_Kakla_sānu	-99.086	-9.466	1355.601
K_14_Pleca	-349.443	10.971	1321.478
L_14_Pleca	-1.407	17.936	1305.981
K_352_Paduses_priekškroka	-319.865	53.761	1236.001
L_352_Paduses_priekškroka	-41.114	69.910	1229.565
K_353_Krūts_sākuma	-247.109	92.744	1246.640
L_353_Krūts_sākuma	-110.595	103.173	1244.936
K_36_Krūtsgala	-265.320	149.673	1166.466
L_36_Krūtsgala	-82.635	144.097	1156.017
K_361_Krūts_pamata	-246.754	130.186	1105.034
L_361_Krūts_pamata	-98.786	124.115	1103.746
K_46_Vidukļa_līmeņa_iesānu	-242.495	139.029	1010.791
L_46_Vidukļa_līmeņa_iesānu	-106.859	136.793	1014.910
K_441_Vidukļa_līmeņa_sānu	-317.592	47.593	1028.027
L_441_Vidukļa_līmeņa_sānu	-37.957	38.492	1023.577
K_171_Atslēgkaula	-204.240	45.889	1312.585
L_171_Atslēgkaula	-151.537	55.753	1308.229
17_Priekškakla_pamata	-177.423	51.784	1301.453
11_Skausta	-168.441	-70.214	1363.087
21_Lāpstiņu_augšlīmeņa_mediālais_punkts	-175.835	-90.624	1315.708
K_332_Paduses_mugurkroka	-332.510	-83.632	1220.003
L_332_Paduses_mugurkroka	1.139	-67.419	1206.983
31_Starplāpstiņu	-170.962	-100.452	1219.353
K_32_Lāpstiņas_virsotnes	-241.714	-108.954	1183.974
L_32_Lāpstiņas_virsotnes	-89.067	-109.024	1180.334
411_Josmas	-181.935	-51.611	1012.665

Analizējot izstrādāto tabulu, tika izveidots cilvēka ķermeņa balstvirsmas modelis projektēšanas sistēmā AutoCAD, kas dažādos rakursos parādīts 4.attēlā. Integrētā grafiskā pakete AutoCAD ir trīsdimensionāla sistēma, kas paredzēta inženiertehniskiem projektēšanas risinājumiem. Standarta paketē iekļautajā programmatūrā nav pietiekoši daudz projektēšanas iespēju, lai tālāk apstrādātu tik sarežģīti aprakstāmu virsmu kā cilvēka ķermenis.



4.att. Matemātiskais modelis dažādos rakursos

Tomēr programmatūras AutoCAD pakete ir atvērta (open source), lai tajā ar lietojumprogrammatūras palīdzību aprakstītu nepieciešamos algoritmus un izvērstu plaknē vismaz vienkāršotu cilvēka ķermeņa virsmas matemātisko modeli.

Šāds modelis pilnībā neapraksta cilvēka ķermeņa virsmu, jo tajā nav ieviestas līknes, kuras daudz vairāk raksturīgas cilvēka ķermenim. Līkņu aproksimācijai nepieciešams daudz vairāk punktu, kā arī jau pieminētā specializētā programmatūra ar līkņu iepriekšēju definēšanu un aproksimācijas iespējām. Neskatoties uz to, izmantojot iegūto modeli, varam definēt virzienus un punktu starpvirsotņu līnijas (5.att.), pa kurām būtu vēlams „sagriezt” iegūto cilvēka antropometrisko punktu matemātisko koordināšu karkasu, lai no trīsdimensionāla modeļa iegūtu divdimensionālu tā izklājumu.

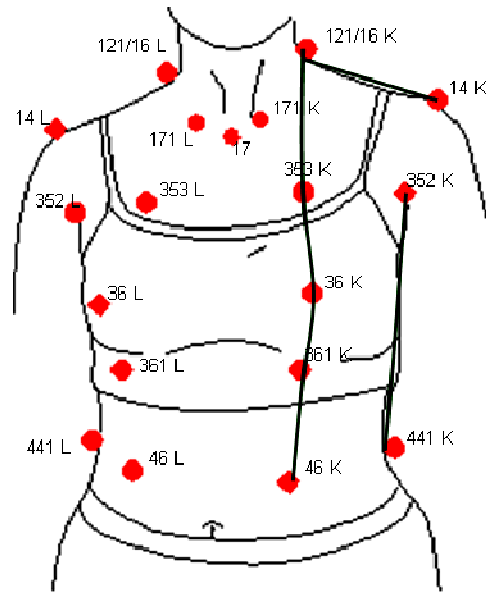
- 3D karkasu nepieciešams sagriezt pa punktiem:

Vertikāles

- 121/16 – 353 – 36 – 361 – 46
- 352 – 441
- 11 – 21 – 31 – 411
- 121/16 – 32

Horizontāles

- 121/16 - 14



5.att. 3D transformācija 2D

Šādi sagriežot koordināšu punktu karkasu, tiktu iegūtas bāzes līnijas tradicionālas plakniskas konstruēšanas tīklam, kuru tālāk, konstruktīvi apstrādājot, var modelēt par apģērba detaļām.

Kopsavilkums

Šobrīd pasaulē tiek meklētas principiāli jaunas apģērbu projektēšanas metodes, kuras, izmantojot skaitļojamo tehniku, spētu nodrošināt katram patērētājam vispiemērotākā apģērba izveidošanu. Liela nozīme ir automātiskai precīzu mēru iegūšanai 3D vidē.

Darba eksperimentālajā daļā, ar līdz šim tikai medicīnā lietotas iekārtas palīdzību, marķēti cilvēka ķermeņa antropometriskie punkti, nolasītas to koordinātes un izveidots cilvēka ķermeņa balstvirsmas matemātiskais modelis. Pēc eksperimenta veikšanas, kurā punkti tika apzīmēti (marķēti) pēc ekstrēmu principa, marķētie punkti (raksturlīniju kontūrpunkti) apzīmēti saskaņā ar bijušo SEPP dalībvalstu vienotās apģērbu konstruēšanas metodikā (SEPP VAKM) pieņemtajiem konstruktīvo punktu nosacījumiem skaitliskajiem (ciparu) apzīmējumiem. Eksperimenta datus izdarītas izmaiņas, lai turpmākajos pētījumus būtu iespējams vieglāk tos sistematizēt.

Noteiktas balstpunktus savienošās līknes, kuras var tikt izmantotas koordināšu punktu karkasa sagriešanai, lai to konstruktīvi apstrādājot, varētu modelēt par apģērba detaļām.

Darba turpināšanai ir nepieciešams izveidot vai piemeklēt datorprogrammu, kas būtu atbilstošāka sarežģītās cilvēka ķermeņa balstvirsmas izklāšanai plaknē, vai arī tūlītējai apģērbu projektēšanai 3D vidē.

Literatūra

1. I. Krieviņš. Apģērbu antropometriskie parametri. - Rīga, RTU, 2002
2. Cynthia L. Istook, Su-Jeong Hwang; 3D body scanning systems with application to the apparel industry; Journal of Fashion Marketing and Management. Henry Stewart Publications 1361-2026 (2001) Vol. 5, 2, 120±132
3. Tae Jin Kang and Sung Min Kim Department of Fiber & Polymer Science, Seoul National University, Seoul, Korea „Optimized garment pattern generation based on three-dimensional

anthropometric measurement”; Emerald International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 12 No. 4, 2000, pp. 240-254. # MCB University Press, 0955-6222

4. М.И.Сухарев А.М.Бойцова „Принципы инженерного проектирования одежды” Москва, издательство „Легкая и пищевая промышленность” 1981.г. 272 стр.

Inga Dāboliņa Riga Technical university, Institute of Textile Materials Technologies and Design, Āzenes 14, Riga LV-1048, Latvia, PhD student, sc.assistant, Mg.sc.ing., ingada@gmail.com

Ausma Viļumsone Riga Technical university, Institute of Textile Materials Technologies and Design, Āzenes 14, Riga LV-1048, Latvia, professor, Dr.sc.ing., aumav@cs.rtu.lv

I.Dāboliņa, A. Viļumsone. Trīsdimensiju antropometriskā modelēšana

Darbā atzīmēts, ka apģērbu projektēšanai izmantojamās metodes balstās uz zināšanām par cilvēka ķermeņa izmēriem un formu. Ķermeņa mēru iegūšanai izmantojamās skenēšanas sistēmas ne vienmēr nodrošina precīzu rezultātu iegūšanu bez antropometrisko punktu marķēšanas. Atzīmēts, ka cilvēka figūru daudzveidība un mainība prasa pastāvīgu projektēšanas metožu pilnveidošanu. Viens no progresīvākajiem apģērbu projektēšanas attīstības virzieniem ir trīsdimensiju modeļu veidošana un to virsmas izklāšana plaknē. Rakstā apskatīta cilvēka virsvidukļa torša daļas virsmas matemātiskā modeļa iegūšanas metode, izmantojot antropometrisko punktu koordinātes. Eksperimentālo datu iegūšanai lietota gaitas datoranalīzes iekārta Qualisys ar PRO Reflex kamerām, kuras izstaro un uztver atpakaļ no marķieriem atstaroto infrasarkanā staru kūli. Izveidotā virsmas modeļa balstpunkti ir apzīmēti saskaņā ar SEPP vienotās apģērbu konstruēšanas metodē izmantojamo ciparu sistēmu. Izdalītas virsmas līnijas, pa kurām karkass ir jāsadala, lai modelētu apģērba detaļas.

I.Dāboliņa, A. Viļumsone. Three-Dimensional Anthropometrical Modeling

There is mentioned that the methods for garment designing is based in the knowledge about the form and measurements of human body. The scan systems for gaining human body measurements not always provide precise results without marking of anthropometrical points of human body. The conclusion that the changeability and variety of forms of human body require continual improvement of designing methods. One of the most progressive research branches in the garment designing field is to create 3dimensional models and its lay out in the plain. Paper studies the method for obtaining human body torso mathematical model, within usage of coordinates of anthropometrical points. The system Qualisys PRO Reflex cameras is used for experimental data investigation. PRO Reflex cameras sends infrared light beam to the markers and receives it back with information about coordinates of marker. The points of created bearing surface mathematical model have been designated in accordance with the former SEPP member state united cloth designing method constructive point conditional digital designations. As a conclusion of the paper the bearing-point connecting lines are determined which can be used for cutting the coordinate point carcass to process it constructively and design cloth details.

И.Даболина, А.Вилюмсоне. Трехмерное антропометрическое моделирование

В работе отмечено, что методы проектирования одежды основываются на знаниях о размерах и форме тела человека. Системы сканирования тела не обеспечивают получение точных значений размерных признаков без маркировки антропометрических точек. Отмечено также, что многообразность и изменчивость фигур требует постоянного совершенствования методов проектирования. Одним из наиболее прогрессивных направлений развития методов проектирования одежды является создание трехмерных моделей и разворачивание их поверхности на плоскость. В статье рассмотрен метод получения математической модели поверхности верхней части туловища человека на основе координат антропометрических точек с целью использования ее для проектирования одежды. Экспериментальные данные были получены с использованием устройства для анализа походки Qualisys с камерами PRO Reflex, которые излучают и считывают от маркеров отраженный пучок инфракрасного света. Опорные точки полученной модели поверхности обозначены в соответствии с цифровой системой обозначений единой методики конструирования одежды СЭВ. Выделены линии поверхностей по которым следует разрезать кркасс для моделирования деталей одежды.