

ارائه روش اندازه گیری ابعاد دست جهت تهیه دستپوش با استفاده از دوربین سنجش عمق

Proposing a method for measuring the hand dimensions to prepare the glove using depth camera

محبوبه افضلی^۱، پدram پیوندی^۲، رستم نمیرانیان^۲

۱- یزد، موسسه آموزش عالی امام جواد، کارشناسی ارشد طراحی پارچه و لباس، صندوق پستی: ۸۹۱۵۸۷۳۷۶۳

۲- یزد، دانشگاه یزد، مجتمع فنی و مهندسی، دانشکده مهندسی نساجی، صندوق پستی: ۸۹۱۹۵-۷۴۱

چکیده

از نقطه نظر علم بیومکانیک بین صدمات اسکلتی عضلات دست و ریسک فاکتورهای شغلی مختلف، رابطه مستقیم وجود دارد، بنابراین استفاده از یک دستپوش متناسب با دست افراد امری ضروری می باشد. برای تهیه دستپوش متناسب، ابتدا باید مدل سه بعدی دست تهیه شود. هدف از این تحقیق به دست آوردن مدل سه بعدی دست با استفاده از دوربین سنجش عمق می باشد. در این راستا شکل سه بعدی دست ۶۰ نمونه زن و مرد حاصل شد. افراد، پشت و روی دست چپ و راست خود را در مقابل دوربین سنجش عمق در یک فاصله ثابت قرار دادند. دوربین مختصات سه بعدی دست افراد را به صورت ابر نقاطی با مختصات سه بعدی ارائه می دهد. سپس با ترکیب داده های مربوط به پشت و روی دست فرد و با در نظر گرفتن یک نقطه مرجع ثابت، شکل سه بعدی دست تهیه گردید. اندازه های مربوط به دست از جمله دور انگشتان، بلندی انگشتان، دور مچ، عرض کف دست، دور کف دست و بلندی دست از شکل سه بعدی دست استخراج گردید. به منظور بررسی صحت اندازه گیری، اندازه گیری ابعاد دست توسط روش دستی نیز انجام شد و با اندازه های به دست آمده از دوربین سنجش عمق مقایسه گردید. نتایج نشان داد که اندازه های ابعاد دست به روش دستی با اندازه های استخراج شده از شکل سه بعدی مطابقت خوبی دارد و میانگین خطای به دست آمده برای بعد دور و طول به ترتیب برابر با ۴/۱۳ و ۳/۲۶ درصد می باشد. بنابراین روش اندازه گیری با دوربین سنجش عمق به دلیل سرعت و دقت بالا روش مناسبی است که می تواند جایگزین روش دستی شود. در نهایت با استفاده از اندازه های استخراج شده دو نمونه دستپوش طراحی شد.

۱- مقدمه

می پذیرد. این روش ها ساده و کم هزینه هستند ولی انجام آن ها بسیار زمانبر بوده و فرد آزمایش کننده باید مهارت کافی را داشته باشد و ممکن است در حین اندازه گیری به دلیل فشار ابزار اندازه گیری بر نسوج نرم (بدن)، خطاهایی ایجاد شود.

معرفی داده هایی که مربوط به اندازه های دست است به منظور توسعه یک سیستم سایزبندی مناسب برای طراحی الگو دستپوش متناسب می باشد. در سال ۱۹۸۶، روبینت و آنیس، یک سیستم اندازه آنتروپومتری برای دستکش های محافظ در برابر مواد شیمیایی ارائه دادند. این سیستم بر اساس ۹ اندازه دست (طول و دور دست) ارائه شده است [۱]. در سال ۱۹۹۱، ارتش ایالت متحده آمریکا، اطلاعات آماری جامعه ای مربوط به ۸۶ ابعاد از اندازه های مربوط به

کار با ابزار دستی نامناسب از جمله ریسک فاکتورهای شغلی است که می تواند عوارض صدمات اسکلتی دست را تشدید نماید. اگر چه طراحی اغلب ابزارهای دستی متداول سیر تحول چند ساله داشته، اما توسعه روزافزون تکنولوژی گاهی طراحی سریع و کارآمد یک ابزار تخصصی جدید را ضروری می سازد. با توجه به اهمیت ارگونومیک بودن ابزار کار، وجود بانک اطلاعات آنتروپومتری در هر جامعه لازم است. زیرا برخی ابعاد بدن در جوامع مختلف ممکن است با گذشت زمان دچار تغییر شوند، بنابراین ایجاد روش های آنتروپومتری ساده و سریع تر محققان را ترغیب به جمع آوری این اطلاعات خواهد نمود. آنتروپومتری مستقیم به وسیله کولیس و متر نواری انجام

کلمات کلیدی

مدل سه بعدی دست،
دوربین سنجش عمق،
کینکت
دستپوش

دست استخراج گردید و با اندازه‌های به دست آمده توسط روش دستی مقایسه گردید.

۲- روش تحقیق

۲-۱ نمونه افراد

افراد مورد مطالعه در این پژوهش از بین بانوان و آقایان رده سنی مختلف انتخاب شده است. تعداد ۳۰ زن و ۳۰ مرد به عنوان نمونه انتخاب شدند. افراد انتخابی در رده‌های سنی مختلف با مشاغل مختلف انتخاب شدند تا دستکش‌هایی که طراحی می‌شود، شامل عموم مردم و کارکنان مشاغل مختلف می‌باشد.

۲-۲ سیستم اسکن

در این تحقیق از دوربین سنجش عمق کینکت Xbox one برای تهیه شکل سه بعدی دست افراد استفاده شد. دوربین سنجش عمق کینکت شامل یک دوربین رنگی می‌باشد که اطلاعات مربوط به رنگ تصویر را می‌گیرد و یک دوربین مادون قرمز که اطلاعات عمق را می‌گیرد. اطلاعات رنگ و عمق با یکدیگر ترکیب شده و مدل سه بعدی نهایی تشکیل می‌شود. شماتیک سیستم اندازه‌گیری تصویر عمق از دست در این تحقیق در شکل ۱ نشان داده شده است. افراد، پشت و روی دست چپ و راست خود را هر کدام به طور جداگانه در مقابل دوربین سنجش عمق در یک فاصله ثابت ۱ متر قرار دادند. به منظور کم کردن تاثیر نویزهای پس زمینه از یک صفحه پس زمینه سفید استفاده شد.

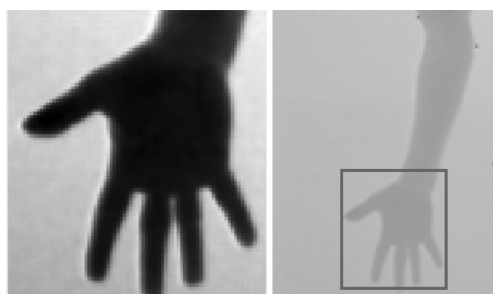
۲-۳ استخراج مدل سه بعدی دست از تصاویر تهیه شده

با استفاده از دوربین سنجش عمق، تصاویر عمق از قسمت پشت و جلو دست افراد تهیه شد. مراحل استخراج مدل سه بعدی دست از تصویر عمق در فلوچارت شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۱- شماتیک سیستم اندازه‌گیری تصویر عمق از دست

دست (۱۰۰۳ مرد و ۱۳۰۴ زن) را منتشر کرد [۲]. دهقان و پیوندی در سال ۱۳۹۵ [۳]، یک روش مبتنی بر پردازش تصویر برای اندازه‌گیری ابعاد دست از جمله طول، دور و عرض دست ارائه دادند. جهت ارزیابی روش ارائه شده از ۳۰ جفت دست استفاده شد. امروزه بیشتر مطالعات آنترپومتری با روش‌های تصویربرداری و آنالیز با کامپیوتر انجام می‌شود که یکی از این روش‌ها، روش اسکن سه بعدی می‌باشد. با توجه به مطالعات انجام شده، اختلاف معناداری بین روش‌های مستقیم و روش اسکن سه بعدی بدن مشاهده شده است. تکنولوژی و روش‌های جدید تهیه مدل سه بعدی بدن انسان توسط سیستم‌های اسکن سه بعدی از جمله دوربین سنجش عمق بطور مستمر در حال پیشرفت می‌باشد. سیمونس و همکارانش در سال ۲۰۰۳ [۴]، اندازه‌های استخراج شده از مدل سه بعدی بدن با استفاده از اسکنر سه بعدی و اندازه‌هایی که به صورت دستی گرفته می‌شود را با یکدیگر مقایسه نمودند. نتایج نشان داد که استفاده از اسکنر سه بعدی بدن می‌تواند به تناسب لباس طراحی شده کمک نماید. آپیکای در سال ۲۰۱۰ [۵]، با استفاده از اسکنر سه بعدی، مدل سه بعدی بدن را تهیه نمود. همچنین با استفاده از مدل‌های سه بعدی استخراج شده، تناسب لباس‌های مختلف بر روی مدل سه بعدی افراد توسط نرم افزارهای شبیه سازی ارزیابی گردید. ویس و همکارانش در سال ۲۰۱۱ [۶]، روشی برای تهیه مدل سه بعدی بدن با استفاده از یک دوربین سنجش عمق ارائه نمودند. همچنین آنها اندازه‌های بدن از جمله (طول بازو، دور سینه و غیره) را از مدل سه بعدی بدن استخراج نمودند. تانگ و همکارانش در سال ۲۰۱۲ [۷] روشی برای مدلسازی سه بعدی بدن با استفاده از سه دوربین سنجش عمق (کینکت) ارائه نمودند. آنها از دو دوربین برای گرفتن مدل سه بعدی در قسمت بالا و پایین بدن استفاده نمودند. همچنین از یک دوربین دیگر برای گرفتن مدل سه بعدی قسمت میانی بدن در سمت مخالف استفاده نمودند. کویی و همکاران در سال ۲۰۱۳ [۸]، روشی برای مدلسازی بدن انسان با استفاده از یک دوربین سنجش عمق مطرح نمودند. در روش پیشنهادی کاربر در فاصله‌ی ۲ متری و به حالت T در مقابل سنجنده قرار می‌گیرد و در حالی که ۳۶۰ درجه به دور خود می‌چرخد در مدت ۲۰ تا ۳۰ ثانیه مورد اسکن قرار می‌گیرد. زو و همکارانش در سال ۲۰۱۳ [۹]، یک تکنیک برای اندازه‌گیری بدن انسانی که لباس پوشیده بود و در حال حرکت می‌باشد با یک دوربین سنجش عمق ارائه دادند. در این تحقیق، تکنیکی بر مبنای پردازش تصویر ارائه شد که در این تکنیک بدون در نظر گرفتن تاثیر لباس، ابعاد بدن اندازه‌گیری گردید. چن و همکارانش در سال ۲۰۱۴ [۱۰]، از دو دوربین سنجش عمق برای تهیه مدل سه بعدی بدن استفاده نمودند. یک دوربین برای گرفتن تصویر پشت و یک دوربین برای گرفتن تصویر جلویی بدن به صورت همزمان استفاده شد. ویو و همکارانش در سال ۲۰۱۷ [۱۱]، از یک دوربین سنجش عمق برای گرفتن مدل سه بعدی بدن استفاده نمودند. در طول اسکن، شخص بر روی چرخانک ایستاده و ۳۶۰ درجه می‌چرخد، و دوربین نیز به صورت عمودی حرکت می‌کند تا کل بدن را اسکن نماید. با توجه به نتایج تحقیقات پیشین مبنی بر قابل قبول بودن دقت داده‌های استخراج شده از دوربین سنجش عمق، شکل سه بعدی دست تعدادی زن و مرد با استفاده از دوربین سنجش عمق تهیه شد. اندازه‌های مورد نیاز برای طراحی دستپوش از مدل سه بعدی



الف ب

شکل ۴- الف) جداسازی ناحیه دست از تصویر اصلی ب) تصویر دست

پشت و جلو با استفاده از نقطه مرجع به دست آمد. نقطه مرجع، نقطه با کمترین مختصات عمق (مختصات در جهت Z) در نظر گرفته شد. شکل ۶، شکل ادغام شده ابر نقاط داده‌های سه بعدی مربوط به قسمت پشت و جلو دست را نشان می‌دهد.

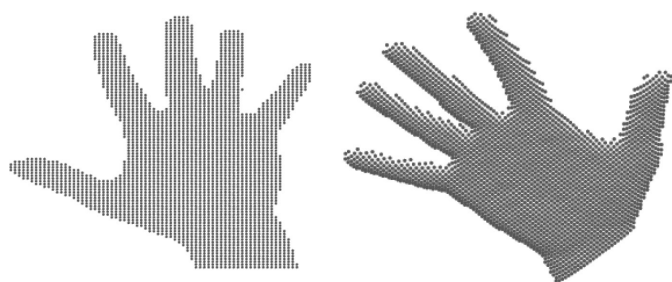
۵- در این مرحله با توجه به مختصات سه بعدی داده‌های مربوط به دست، مدل سه بعدی دست به صورت مش‌های مثلثی حاصل شد. مدل سه بعدی دست به صورت مش‌های مثلثی و به صورت سطح تکسچره شده در شکل ۷ نشان داده شده است.

۳- تجزیه و تحلیل داده‌ها

بعد از تهیه مدل سه بعدی دست، باید اندازه‌های مربوط به دست از جمله دور انگشتان، بلندی انگشتان، دور میچ، عرض کف دست، دور کف دست و بلندی دست تعیین شود. بنابراین ابتدا خطوط کانتور در مدل سه بعدی دست حاصل می‌شود.

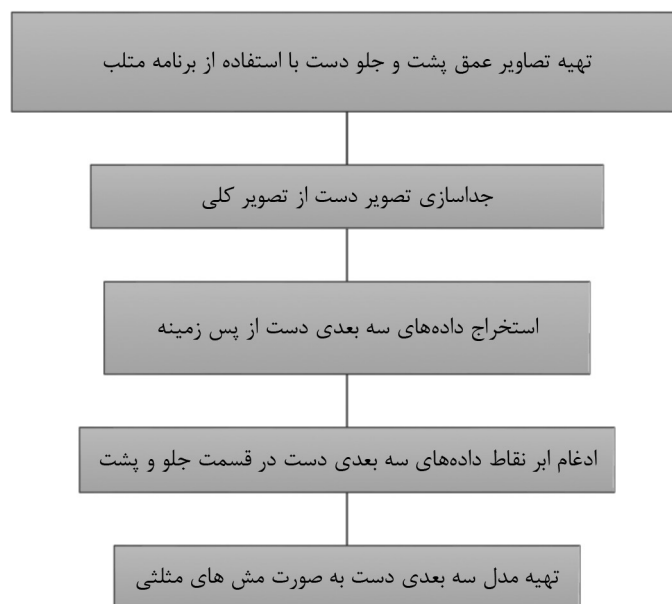
۳-۱ استخراج خطوط کانتور از مدل سه بعدی دست

برای تعیین خطوط کانتور، ابتدا مدل سه بعدی دست با صفحاتی موازی با صفحه $X-Z$ در ارتفاع‌های مختلف برش داده می‌شود. جهت محورهای اصلی در مدل سه بعدی دست در شکل ۸ نشان داده شده است. سپس نقاط تقاطع بین صفحه و مثلث‌های مدل در هر ارتفاع محاسبه می‌شود.



الف ب

شکل ۵: ابر نقاط داده‌های سه بعدی دست الف) دید سه بعدی ب) دید از جلو



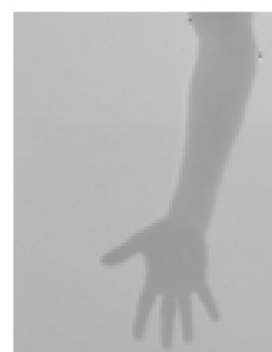
شکل ۲- فلوچارت روش استخراج مدل سه بعدی دست

۱- با استفاده از برنامه متلب تصویر عمق مربوط به پشت و جلو دست افراد تهیه می‌شود. شکل ۳ یک نمونه تصویر عمق مربوط به دست را نشان می‌دهد.

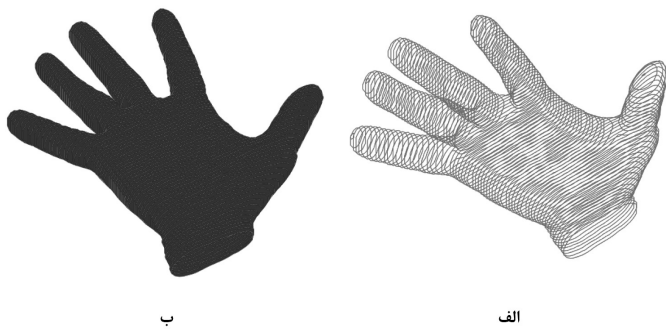
۲- با توجه به اینکه تصویر عمق نشان داده شده در شکل ۳ شامل نواحی اطراف دست نیز می‌باشد، ناحیه مربوط به دست از تصویر اصلی جدا شد، این تصویر در شکل ۴ نشان داده شده است.

۳- در این مرحله باید داده‌های دست از پس زمینه جدا شود. به منظور استخراج داده‌های دست از پس زمینه از آستانه‌گیری عمق استفاده شد. در روش آستانه عمق، داده‌ها با عمق بیشتر از یک حد آستانه (که این حد با توجه به فاصله فرد تا دوربین سنجش عمق مشخص می‌شود) به عنوان داده‌های مربوط به پس زمینه در نظر گرفته می‌شود. ابر نقاط داده‌های سه بعدی مربوط به دست برای یک نمونه در شکل ۵ نشان داده شده است.

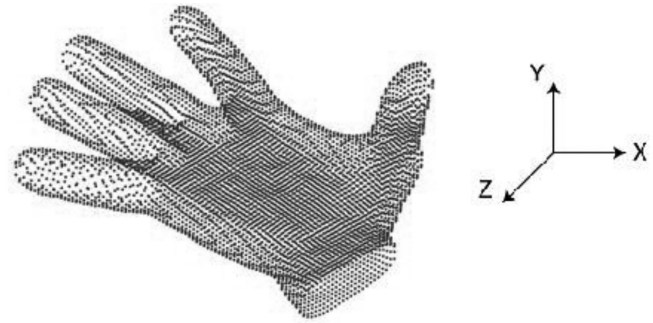
۴- در این مرحله، داده‌های سه بعدی در قسمت جلو و پشت با یکدیگر ادغام شده تا یک شکل نهایی به دست بیاید. بدین منظور یک نقطه مرجع ثابت در نظر گرفته شده و مختصات داده‌های سه بعدی در هر دو تصویر



شکل ۳- تصویر عمق تهیه شده توسط دوربین سنجش عمق و برنامه متلب



شکل ۹: الف) خطوط کانتور ب) خطوط کانتور به همراه مدل سه بعدی دست



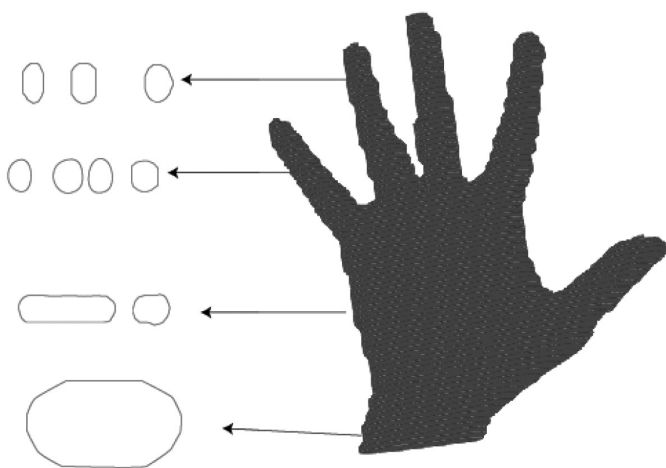
شکل ۶: شکل ادغام شده ابر نقاط داده‌های سه بعدی مربوط به قسمت پشت و جلو دست

که در معادله ۱، n تعداد نقاط در خطوط کانتور، و w و h به ترتیب مختصات نقاط در جهت محور X ، Y و Z می‌باشد. با توجه به طول خطوط کانتور، اندازه‌های مربوط به دور انگشتان، دور میچ و دور کف دست استخراج شد. اندازه‌های استخراج شده بر روی مدل دست در شکل ۱۱ نمایش داده شده است. سایر پارامترها یعنی بلندی انگشتان، بلندی دست و عرض دست با توجه به مختصات نقاط مربوطه در مدل سه بعدی دست حاصل شد. نقاط مذکور عبارتند از: اندازه‌گیری بلندی انگشتان: نقاط انتهایی انگشتان، نقاط جداشونده

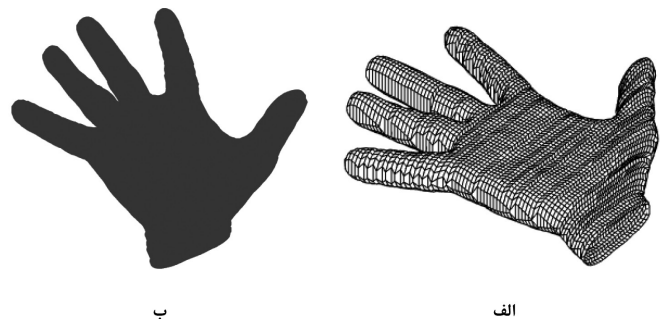
در مرحله بعد، با استفاده از نقاط تقاطع، خطوط کانتور بر روی سطح مدل به دست می‌آید که در شکل ۹ نشان داده شده است. با توجه به شکل دست، تعداد خطوط در ارتفاعات مختلف، متفاوت می‌باشد، به طور مثال، در ناحیه میچ تنها یک خط کانتور و در ناحیه انگشتان تعداد خطوط کانتور از ۲ تا ۴ متغیر می‌باشد. شکل ۱۰ خطوط کانتور در ارتفاعات مختلف را نشان می‌دهد.

۲-۳ استخراج اندازه‌های دست

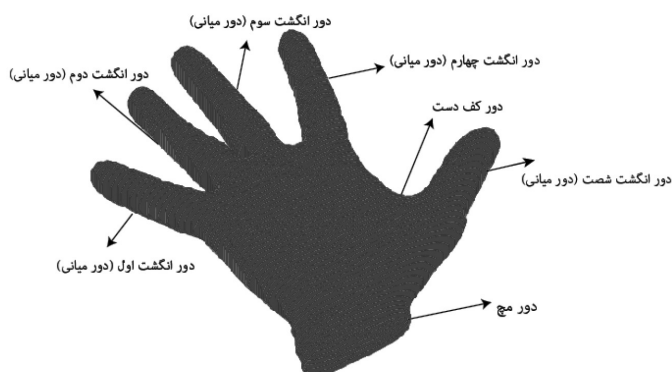
بعد از تعیین خطوط کانتور در مدل سه بعدی دست، طول خطوط کانتور در هر ارتفاع با استفاده از معادله ۱ محاسبه می‌شود.



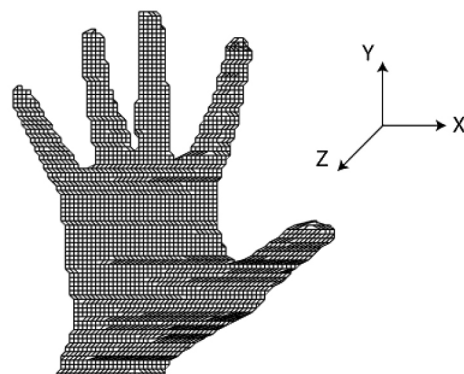
شکل ۱۰: تعداد خطوط کانتور در ارتفاعات مختلف



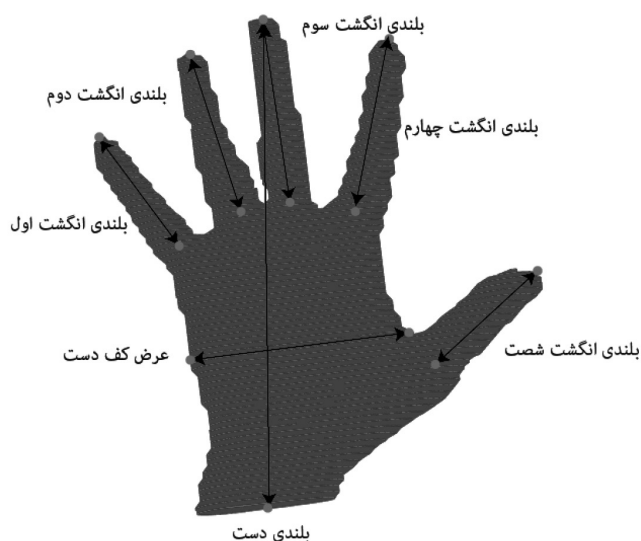
شکل ۷: مدل سه بعدی دست الف) مش‌های مثلثی ب) سطح تکسچره شده



شکل ۱۱: اندازه‌گیری دور میچ، دور کف دست و دور انگشتان در مدل سه بعدی دست



شکل ۸: جهت محورهای اصلی در مدل سه بعدی دست



شکل ۱۲: اندازه‌گیری بلندی دست، بلندی انگشتان و عرض دست

مقدار اختلاف بین اندازه‌های به دست آمده توسط روش دستی و اندازه‌های حاصل از دوربین سنجش عمق برای تمام نمونه‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

با توجه اطلاعات به دست آمده و خطای اندازه‌گیری مشاهده می‌شود که اندازه‌های ابعاد دست به روش دستی با اندازه‌های استخراج شده از شکل سه بعدی مطابقت خوبی دارد و مقدار درصد خطای به دست آمده

انگشتان از کف دست.

اندازه‌گیری بلندی دست: نقاط انتهایی انگشت وسط (انگشت سوم) و نقطه مرکزی میچ.

اندازه‌گیری عرض دست: نقاط مربوط به دو انتهای دست بعد از جدا شدن انگشت شصت از کف دست.

نقاط مذکور و اندازه‌های مربوطه در شکل ۱۲ نشان داده شده است.

۳-۳ اندازه‌گیری ابعاد دست به روش دستی

به منظور بررسی صحت اندازه‌گیری توسط دوربین سنجش عمق، اندازه‌گیری ابعاد دست توسط روش دستی و با متر نیز انجام شد که در شکل ۱۳ نشان داده شده است.

۳-۴ مقایسه اندازه‌های دستی با اندازه‌های استخراج شده از مدل سه بعدی دست

اندازه‌های به دست آمده توسط روش دستی با اندازه‌های استخراج شده از شکل سه بعدی دست با استفاده از معادله ۲ با یکدیگر مقایسه شد و مقدار خطا محاسبه گردید.

(۲)

که در معادله ۲، $E(\%)$ درصد خطا، طول اندازه‌گیری توسط متر و طول اندازه استخراج شده از روی شکل سه بعدی می‌باشد.

جدول ۱: مقایسه اندازه‌های به دست آمده توسط روش دستی و اندازه‌های استخراج شده از مدل سه بعدی

شماره	میانگین دور انگشتان		بلندی دست		عرض دست		دور میچ		دور کف دست		میلگین خطا
	دستی	کینکت	دستی	کینکت	دستی	کینکت	دستی	کینکت	دستی	کینکت	
۱	۴/۸۸	۴/۸۲	۶/۱۴	۶/۱	۸/۹	۸/۴	۱۴/۷	۱۵/۱	۱۷/۷	۱۸/۱	۲/۸۳
۲	۴/۹۳	۴/۹	۶/۱۳	۶/۲	۸/۵	۸/۲	۱۵/۴۲	۱۵	۱۸/۷	۱۹/۱۹	۲/۷۸
۳	۴/۶۶	۴/۷	۶/۵۲	۶/۶	۸/۷	۸/۹	۱۵/۷	۱۵	۱۷/۵	۱۷/۳۲	۲/۵۲
۴	۴/۵	۴/۴	۵/۵۲	۵/۵۴	۷/۸	۷/۷	۱۴/۴۵	۱۴	۱۶/۷	۱۵/۹۸	۲/۹۳
۵	۴/۵	۴/۴	۶/۳	۶/۲	۸/۷	۸/۳	۱۴/۴	۱۴/۲	۱۷/۶	۱۷/۹	۲/۲۲
۶	۴/۷	۴/۷۲	۶/۲	۶/۳	۸/۳	۸/۱	۱۴/۸	۱۳/۹	۱۸/۲	۱۸/۹	۲/۷۶
۷	۵/۴	۵/۳	۶/۲	۶/۱۶	۸/۹	۸/۹	۱۶/۷	۱۷/۲	۲۰/۱	۲۱/۱	۳/۰۸
۸	۴/۲۱	۴/۲۲	۵/۵۱	۵/۵۸	۸/۷	۸/۳	۱۴/۵	۱۴/۸	۱۸/۳	۱۸/۷	۲/۷۵
۹	۴/۷	۴/۵	۶/۱۳	۶/۰۴	۸/۷۸	۸/۵	۱۴/۹	۱۵/۲	۱۸/۹	۱۹/۱۲	۲/۳۶
۱۰	۴/۹۸	۵/۰۴	۶/۵۹	۶/۵۴	۸/۴۶	۸/۳	۱۵/۶	۱۶/۱۸	۱۹/۵	۱۹/۸	۲/۱۲
۱۱	۴/۴۷	۴/۴۸	۶/۵۱	۶/۴۲	۷/۹	۷/۹	۱۳/۸	۱۴/۲	۱۷/۹	۱۸/۳	۲/۳۸
۱۲	۵/۴۷	۵/۳۴	۷/۰۵	۷/۰۴	۹/۴	۹/۱	۱۵/۷	۱۶/۰۴	۱۹/۹	۲۰/۳	۲/۲۳
۱۳	۵/۶	۵/۴۲	۶/۱۶	۶/۱۸	۸/۸	۸/۸	۱۶/۳	۱۶/۷	۲۰/۳	۲۱/۱	۲/۶۴
۱۴	۵/۱۶	۵/۱۲	۶/۹۹	۶/۸۸	۸/۷	۸/۶	۱۵/۶	۱۵/۹	۱۹/۱	۲۰/۱	۲/۹۳
۱۵	۴/۹۳	۵/۱	۶/۱۴	۶/۰۸	۸/۳	۸/۸	۱۵/۲	۱۵	۲۰/۲	۲۰/۹	۲/۸۵
۱۶	۵/۵۲	۵/۴	۵/۵۵	۵/۵۲	۸/۷۳	۸/۵	۱۵/۶	۱۶/۳	۱۹/۲	۱۹/۹	۲/۹۲
۱۷	۴/۵۶	۴/۷۵	۶/۸	۶/۷	۸/۷	۸/۹	۱۵/۷	۱۵/۴۹	۱۹/۳	۱۹/۸	۲/۱۹

۲/۶۱	۱۹/۸	۱۹/۴	۱۶	۱۵/۵	۸/۴	۸/۷	۱۷/۳	۱۷/۲	۶/۴۶	۶/۳۸	۴/۸۸	۵/۰۶	۱۸
۲	۱۹/۷	۱۹/۲	۱۴/۷	۱۴/۹	۹/۴	۹/۲	۱۹/۲	۱۹/۱	۷/۰۱	۷	۴/۷	۴/۸	۱۹
۱/۸۱	۲۰/۹	۲۰/۶	۱۶/۴	۱۶/۲	۹/۱۷	۹	۱۶/۸	۱۶/۷	۶/۲۵	۶/۱۸	۵/۲۳	۵/۳	۲۰
۲/۳۱	۱۸	۱۸/۷	۱۶/۷	۱۶/۴	۸/۳	۸/۲	۱۶/۲	۱۵/۹	۵/۴۶	۵/۵	۴/۷۳	۴/۷۸	۲۱
۱/۷۵	۱۸/۷	۱۹	۱۵/۷	۱۵/۶	۸/۵	۸/۷	۱۷/۸	۱۷/۷	۶/۵۱	۶/۶۴	۵	۴/۸۴	۲۲
۲/۵۷	۱۹/۲	۱۸/۶	۱۵/۶	۱۵/۱	۸/۳	۸/۱	۱۶/۳	۱۶/۲	۵/۸	۵/۹	۴/۵۹	۴/۶۱	۲۳
۲/۳۲	۱۸/۵	۱۸/۳	۱۵/۳	۱۵/۱	۸/۷	۸/۶	۱۷/۱	۱۶/۹	۵/۹۵	۵/۸۸	۴/۶۸	۴/۷۲	۲۴
۱/۹۷	۱۸/۹	۱۸/۷	۱۴/۹	۱۴/۷	۸/۳	۸/۱	۱۶/۱	۱۵/۹	۵/۷۲	۵/۶	۴/۵	۴/۴۱	۲۵
۱/۶۲	۲۰/۱	۱۹/۸	۱۵/۸	۱۵/۶	۹/۲	۹/۱	۱۷/۲	۱۷/۱	۶/۲	۶/۱۸	۵/۰۱	۴/۹۸	۲۶
۱/۵۷	۱۹/۱	۱۸/۹	۱۵/۷	۱۵/۶	۸/۴	۸/۶	۱۷/۴	۱۷/۳	۶/۱۳	۶/۱	۴/۶۶	۴/۷۴	۲۷
۱/۴۴	۱۹/۹	۱۹/۸	۱۶/۱	۱۵/۱۹	۹/۲۳	۹/۱	۱۹/۳	۱۹/۱	۶/۷۸	۶/۹	۵/۲۹	۵/۲۸	۲۸
۱/۶۷	۱۸/۳	۱۸/۴	۱۴/۶۲	۱۴/۹	۸/۵۲	۸/۴	۱۸/۴	۱۸/۳	۶/۳	۶/۳۲	۴/۶۴	۴/۶۸	۲۹
۱/۷۲	۲۱/۵	۲۱/۳	۱۶/۷۸	۱۶/۴	۹/۳۱	۹/۲	۱۸/۷	۱۸/۴	۶/۶۶	۶/۷	۵/۲۱	۵/۳	۳۰
۲/۹۴	۲۲/۱۴	۲۳	۱۸/۲	۱۸/۴	۹/۵۱	۹/۸	۱۹/۵	۱۹/۹	۶/۷۵	۶/۹۸	۵/۸۳	۵/۹	۳۱
۳/۱۲	۲۰/۹	۲۱/۸	۱۶/۴	۱۵/۸	۹/۲۳	۹/۷	۱۹/۲	۱۹/۴	۶/۷۲	۶/۹۲	۵/۳۳	۵/۳۸	۳۲
۳	۲۲/۷	۲۴	۱۸/۶۵	۱۸/۴	۱۰/۲	۱۰/۶	۱۹/۹	۱۹/۷	۷/۱۵	۷/۲۴	۵/۹۴	۵/۹۲	۳۳
۲/۳۲	۲۱/۳	۲۰/۷	۱۵/۹۸	۱۵/۷	۹/۳۴	۹/۱	۱۸/۵	۱۸/۴	۶/۳	۶/۳۴	۵/۲۷	۵/۳	۳۴
۲/۸	۲۱/۴۶	۲۲/۵	۱۷/۳	۱۷/۵	۱۰/۳	۱۰/۱	۱۹/۷	۱۹/۵	۶/۴	۶/۴۸	۵/۶۵	۵/۸	۳۵
۲/۵۲	۲۰/۹	۲۱/۳	۱۵/۹	۱۶/۵	۸/۵	۸/۷	۱۷/۳	۱۷/۶	۶/۳۳	۶/۴	۵/۱۹	۵/۲۴	۳۶
۲/۷۳	۲۱/۴۶	۲۱/۹	۱۶/۷۸	۱۶/۳	۹/۲۵	۹/۶	۱۹/۳	۱۹/۸	۷/۱۲	۷/۲۴	۴/۹۲	۵/۰۸	۳۷
۲/۹۵	۲۱/۱۳	۲۱/۸	۱۷/۳	۱۷/۹	۹/۱۷	۹/۳	۱۸/۳	۱۸/۴	۶/۴۴	۶/۵۶	۵/۶۶	۵/۷	۳۸
۲/۱۶	۲۱/۷	۲۲/۱	۱۹/۰۴	۱۸/۷	۹/۴۵	۹/۸	۲۰/۴	۲۰/۳	۷/۵۱	۷/۵۴	۵/۸۵	۵/۹۶	۳۹
۲/۷۳	۲۲/۸۷	۲۳/۴	۱۸/۳	۱۸/۵	۱۰/۴	۱۰/۹	۲۰/۲	۲۰/۶	۷/۵۵	۷/۵۸	۶/۰۳	۶/۰۴	۴۰
۲/۶۴	۲۲/۸۱	۲۳/۱	۱۸/۸۴	۱۸/۷	۱۰/۳	۱۰/۹	۱۸/۷	۱۸/۷	۶/۷۴	۶/۸۸	۶/۰۴	۶/۱۸	۴۱
۲/۸۲	۲۲/۹	۲۲/۴	۱۶/۳۴	۱۷	۹/۶۳	۹/۹	۱۸/۶	۱۸/۹	۶/۹۸	۶/۹۶	۵/۲۸	۵/۳۶	۴۲
۲/۷۴	۲۱/۱۳	۲۰/۷	۱۷/۵۴	۱۷	۹/۱۸	۹	۱۹/۴	۱۹/۱	۷/۰۸	۷/۲۲	۵/۲۲	۵/۲۴	۴۳
۲/۶۶	۲۱/۱۶	۲۰/۱۹	۱۶/۶۸	۱۶/۶۳	۹/۱۶	۹	۱۸/۳	۱۸/۷	۶/۸۳	۶/۸	۵/۲۹	۵/۴۲	۴۴
۳/۰۷	۲۲/۱	۲۱/۱۷	۱۷/۸	۱۷/۳	۹/۳۲	۹/۶	۱۹/۸	۱۹/۱	۶/۶۶	۶/۷۴	۶/۰۲	۵/۹۸	۴۵
۲/۴۷	۲۲/۱۳	۲۱/۱۷	۱۶/۲۲	۱۶/۸	۹/۷۱	۹/۹	۱۹/۲	۱۹/۴	۵/۹۵	۶/۱	۶/۹	۶/۷۴	۴۶
۲/۹۴	۲۱/۹۷	۲۳/۱	۱۸/۷۴	۱۸/۳	۱۰/۳	۱۰/۱	۱۹/۱	۱۹/۴	۶/۷۸	۶/۸	۶/۱۶	۶/۲۴	۴۷
۳/۳	۲۰/۱۷	۱۹/۷	۱۴/۹	۱۵/۶	۹/۴۳	۸/۹	۱۹/۳	۱۹	۷/۱۹	۷/۱۸	۵/۲۶	۵/۲	۴۸
۲/۸۲	۲۲/۳	۲۱/۱۸	۱۸/۶	۱۸	۹/۸۹	۹/۵	۱۸/۹	۱۸/۷	۶/۰۲	۵/۹۴	۶/۲۳	۶/۲۲	۴۹
۳/۶۳	۲۲/۱	۲۱/۱۳	۱۷/۱	۱۶/۲	۹/۵۱	۹/۱	۱۹/۰	۱۸/۹	۶/۸۸	۶/۹	۵/۲۵	۵/۰۶	۵۰
۲/۵۵	۱۹/۰۶	۱۹/۵	۱۶/۷	۱۶/۴	۸/۷۸	۸/۲	۱۸/۰	۱۸/۲	۶/۲۸	۶/۲۴	۴/۸۸	۴/۹۴	۵۱
۲/۳۰	۲۰/۱۷	۲۱/۲	۱۶/۵۴	۱۶/۲	۹/۲	۹	۱۸/۶	۱۸/۴	۶/۴۷	۶/۳۸	۵/۵۱	۵/۶۲	۵۲
۱/۹۱	۲۳/۱۳	۲۲/۵	۱۷/۳۴	۱۷/۶	۹/۲	۹/۵	۱۷/۶	۱۷/۷	۶/۱۶	۶/۲۴	۶/۱۶	۶/۲	۵۳
۲/۳۱	۲۲/۰	۲۱/۲	۱۶/۳۵	۱۶	۸/۷۱	۸/۹	۱۹	۱۹/۲	۶/۵۱	۶/۵	۵/۳	۵/۵	۵۴
۳/۰۵	۲۱/۱۷	۲۰/۶	۱۶/۱۳	۱۵/۸	۹/۰۲	۹	۱۸/۹	۱۸/۷	۶/۴۷	۶/۴۶	۵/۰۸	۵/۱۶	۵۵
۲/۷۴	۲۲/۱۹	۲۳/۵	۱۷/۸	۱۷/۶	۱۰/۶	۱۰/۲	۱۹/۴	۱۹/۷	۶/۹۴	۶/۹۶	۵/۸۹	۵/۸۲	۵۶
۳/۰۵	۲۱/۹	۲۳/۱	۱۸/۰۹	۱۷/۵	۹/۷۸	۱۰	۲۰/۰	۱۹/۶	۷/۰۷	۷/۱۶	۵/۵۵	۵/۶۲	۵۷
۳/۰۸	۲۲/۱۳	۲۱/۱۸	۱۶/۱۲	۱۵/۶	۹/۷۱	۹/۲	۱۷/۱	۱۶/۹	۵/۹۷	۵/۹۴	۵/۳۸	۵/۴۴	۵۸
۲/۶۲	۲۱/۹۱	۲۲/۳	۱۷/۲	۱۶/۶	۱۰/۲	۹/۹	۱۸/۵	۱۸/۳	۶/۵۳	۶/۴۸	۵/۸۳	۵/۷۸	۵۹
۲/۵۲	۲۲/۶	۲۳/۲	۱۷/۸	۱۷/۶	۹/۳	۹/۹	۱۸/۹	۱۸/۶	۶/۵۱	۶/۴۶	۵/۸۲	۵/۸۸	۶۰



الف

ب

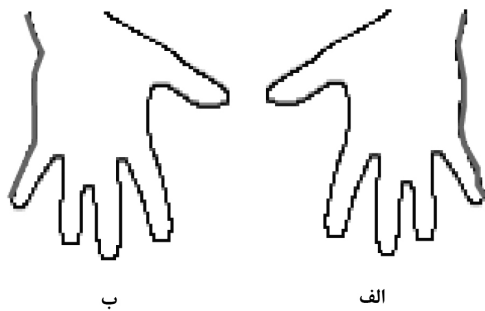
ج



شکل ۱۳: اندازه‌گیری ابعاد دست به روش دستی و متر (الف) اندازه‌گیری عرض کف دست (ب) اندازه‌گیری دور انگشتان (ج) اندازه‌گیری دور کف دست (د) اندازه‌گیری بلندی دست (ه) اندازه‌گیری دور مچ دست (و) اندازه‌گیری بلندی انگشتان

کم می‌باشد. بنابراین روش اندازه‌گیری با دوربین سنجش عمق به دلیل سرعت و دقت بالا روش مناسبی است که می‌تواند جایگزین روش دستی شود. به منظور بررسی اینکه آیا پارامترهای اندازه‌گیری شده اعم از (دور انگشتان، بلندی انگشتان، دور کف دست، عرض دست، دور مچ و بلندی دست) بر روی میزان خطا تاثیر معنادار دارد یا خیر، از تجزیه و تحلیل واریانس استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است. همانطور که از جدول ۲ مشاهده می‌شود هیچ کدام از پارامترهای اندازه‌گیری شده بر روی میزان خطا تاثیر معناداری ندارد.

دستی	کینکت	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات		
۰/۲۷۴	۱/۳۲	۱/۶۲	۴	۶/۵۱۶	بین گروه‌ها	دور انگشتان
		۱/۲۳	۵۵	۶۷/۸۸	داخل گروه‌ها	
			۵۹	۷۴/۴	مجموع	
۰/۳۳	۱/۱۷	۰/۵۸۳	۴	۲/۳۳	بین گروه‌ها	بلندی انگشتان
		۰/۴۹۶	۵۵	۲۷/۸	داخل گروه‌ها	
			۵۹	۲۹/۶۲	مجموع	
۰/۴۵	۰/۹۲	۱۲۳/۲۹	۴	۴۹۳/۱	بین گروه‌ها	بلندی دست
		۱۳۲/۷۶	۵۵	۷۳۰۲/۱	داخل گروه‌ها	
			۵۹	۷۷۹۵/۱۵	مجموع	
۰/۴۳	۰/۹۶	۲/۱۷	۴	۸/۷	بین گروه‌ها	عرض دست
		۲/۲۶	۵۵	۱۲۳/۴	داخل گروه‌ها	
			۵۹	۱۳۳/۰۵	مجموع	
۰/۱۷	۱/۶۴	۲/۷۴	۴	۱۰/۹۵	بین گروه‌ها	دور مچ
		۱/۶۶	۵۵	۹۱/۷۵	داخل گروه‌ها	
			۵۹	۱۰۲/۷	مجموع	
۰/۸۹	۰/۲۷	۰/۵۹	۴	۲/۳۶	بین گروه‌ها	دور کف دست
		۲/۱۵	۵۵	۱۱۸/۷	داخل گروه‌ها	
			۵۹	۱۲۰/۷۴	مجموع	



شکل ۱۶: نحوه به دست آوردن الگو لبه الف (جلوی دست ب) پشت دست



شکل ۱۷: الگو لبه انگشت اول



ب



الف

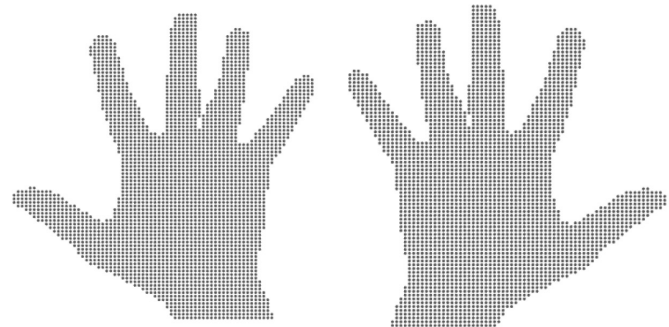
شکل ۱۸: نمونه دستپوش های تهیه شده برای الف (یک نمونه مرد ب) یک نمونه زن

مربوط به جلو پشت دست، یک شکل سه بعدی نهایی به دست آمد. با استخراج خطوط کانتور از شکل سه بعدی دست، اندازه های مورد نیاز برای طراحی دستپوش حاصل شد. به منظور بررسی صحت اندازه های به دست آمده، اندازه های دست به روش دستی و متر توسط افراد خبره نیز تهیه شد و با اندازه های حاصل از دوربین سنجش عمق مقایسه گردید.

نتایج نشان داد که میانگین خطای به دست آمده برای بعد دور و طول به ترتیب برابر با ۴/۱۳ و ۳/۲۶ درصد می باشد. در نهایت از اندازه های استخراج شده برای طراحی الگو دستپوش استفاده شد. سرعت، راحتی و دقت بالا روش ارائه شده، نشان داد که روش پیشنهادی می تواند جایگزین مناسبی با روش های اندازه گیری دستی باشد. همچنین از این روش می توان برای رسیدن به یک جدول اندازه گیری استاندارد آنتروپومتری دست نیز استفاده کرد.

تشکر و قدردانی

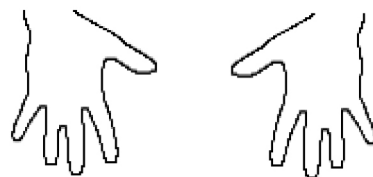
در این مطالعه از تجهیزات موجود در هسته علمی بینایی ماشین در صنعت نساجی و پوشاک دانشگاه یزد برای تصویر برداری استفاده شده است. نویسندگان بر خود لازم می دانند مراتب تشکر صمیمانه خود را از هسته علمی اعلام دارند.



ب

الف

شکل ۱۴: تصویر دو بعدی دست الف (جلوی دست ب) پشت دست



ب

الف

شکل ۱۵: استخراج لبه های تصویر دست الف (جلوی دست ب) پشت دست

۳-۵ استخراج الگو دستپوش

از شکل سه بعدی دست برای تهیه الگو دستپوش استفاده شد. برای تهیه الگو دستپوش بدین صورت عمل شد:

- ۱- با صفر در نظر گرفتن مختصات Z تمام داده ها، تصویر دو بعدی دست در پشت و جلوی دست حاصل شد. شکل ۱۴ یک نمونه تصویر دو بعدی مربوط به پشت و جلو دست برای نمونه ۱ را نشان می دهد.
- ۲- با استفاده از فیلتر لبه، نقاط مرزی و لبه های تصویر دو بعدی از تصویر پشت و جلوی دست استخراج می شود (شکل ۱۵). این تصاویر به عنوان الگوهای پشت و روی دست استفاده گردید.
- ۲- با تعیین مختصات Z و Y نقاط در لبه ها، الگو کناره انگشتان به دست می آید. به طور مثال برای به دست آوردن الگو کنار انگشت اول مختصات نقاط نشان داده شده در شکل ۱۶ در جهت Z و Y در نظر گرفته شد که این الگو در شکل ۱۷ نشان داده شده است. برای سایر لبه ها نیز به همین صورت عمل شد. بعد از تهیه الگو، دستپوش برای یک نمونه زن و مرد تهیه شد. دستپوش های تهیه شده در شکل ۱۶ نشان داده شده است.

نتیجه گیری

این تحقیق به منظور تهیه مدل سه بعدی دست و استخراج اندازه های مورد نیاز برای طراحی ارگونومیک دستپوش ارائه گردید. ابتدا تصویر سه بعدی دست (تصویر جلو و پشت) مربوطه به ۳۰ نمونه زن و ۳۰ نمونه مرد با استفاده از دوربین سنجش عمق تهیه شد. با ادغام تصاویر

منابع:

1. Robinette. K.M. James. F.A. Anthropology Research Project INC Yellow Springs OH. Handbooks and manuals 1986.
2. Greiner. T. M. Hand anthropometry of US army personnel. Army Natick Research Development and Engineering Center MA. 1991.
3. دهقان. ندا. پیوندی. پ. استفاده از پردازش تصویر به منظور اندازه گیری ابعاد دست جهت تولید منسوجات دست پوش. دهمین کنفرانس ملی مهندسی نساجی ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۹۵.
4. K.P. Simmons. C.L. Istook. Body measurement techniques. Comparing 3D body-scanning and anthropometric methods for apparel applications. J. fashion. Market. Manag.. 7. 306-332. 2003.
5. P.R. Apeagyei. Application of 3D body scanning technology to human measurement for clothing Fit. I. J. Digi. Cont. Tech. App.. 6. 2-9. 2010.
6. A. Weiss. D. Hirshberg. M.J. Black. Home 3d body scans from noisy image and range data. In 13th International Conference on Computer Vision. Spain. 2011.
7. J. Tong. J. Zhou. L. Liu. Z. Pan. H. Yan. Scanning 3D Full Human Bodies Using Kinects. IEEE. T. VIS. COMPUT. GR.. 18. 643-650. 2012.
8. Y. Cui. W. Chang. T. Noll. D. Stricker. KinectAvatar: Fully Automatic Body Capture Using a Single Kinect. Asian Conference on Computer Vision. Korea. 2012.
9. H. Xu. Y. Yu. Y. Zhou. Y. Li. S. Du. Measuring Accurate Body Parameters of Dressed Humans with Large-Scale Motion Using a Kinect Sensor. Sensors.. 13. 11362-11384. 2013.
10. Y. Chen. G. Danga, Z.Q. Chengb. K. Xua. Fast capture of personalized avatar using two Kinects. J. MANUF. SYST.. 33. 233-240. 2014
11. G. Wu. D. Li. Y. Zhong. P. Hu. A study on improving the calibration of body scanner built on multiple RGB-Depth cameras. INT. J. CLOTH. SCI TECH.. 29. 314-329. 2017.

Proposing a method for measuring the hand dimensions to prepare the glove using depth camera

Mahboobeh Afzali¹, Pedram Payvandy^{*2}, Rostam Namiraniyan²

1- Masters student in textile and clothing design, Imam Javad University, P.O. Box: 8915873763, Yazd, Iran

2- Department of Textile Engineering, Yazd University, P.O. Box: 89195-741, Yazd, Iran

Abstract

From the point of view of biomechanics, there is a direct relationship between skeletal injuries of hand muscles and risk of various occupational factors. Therefore, it is necessary to use a hand fitting glove. To design a fitting glove, 3D hand model should be obtained. The purpose of this paper is to get the 3d hand model by depth camera. In this regard, 3d hand shape of 30 women and men were captured. Volunteers placed their left and right hands on the back and face in front of the depth camera at a fixed distance. Three-dimensional coordinates of the hand were presented as cloud points. Then, 3D hand shape was prepared by combining data on the back and face of the individual hand and considering a fixed reference point. Dimension hands such as finger circumference, finger length, wrist circumference, palm width, palm circumference, and hand height were extracted from the 3D shape of the hand. In order to investigate the accuracy of the measurement, the dimensions of the hand were measured by manual method and compared with the dimensions obtained from the depth camera. The result showed that the hand dimensions by manual method are in good agreement with the dimensions extracted from the 3D hand shape. The average error obtained for the circumference and length is 4.13 and 3.26 percent, respectively. Therefore, the method of measuring with a depth camera is a suitable method that can replace with the manual method due to its high speed and accuracy. Finally, two gloves were designed using the extracted dimensions.

Keywords

3D hand model,
depth camera,
Kinect,
Glove

(*) Address Correspondence to P. Payvandy, E-mail: peivandi@yazd.ac.ir