مجله علوم و فناوری نساجی
دوره ۸، شماره ۴، شماره پیاپی ۳۲
صفحه ۱۳-۵، ۱۳۹۸
ISSN: ۲۱۵۱-۷۱۶۲

ارائه روش اندازه‌گیری 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]، پدرام 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: ۷۴۱-۸۹۱۹۵

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 می‌باشد. برای تهیه دستپوش متناسب، ابتدا باید مدل سه بعدی دست تهیه شود. هدف از این تحقیق به دست آودن مدل سه بعدی دست با استفاده از دوربین سنجش عمق می‌باشد. 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 سه‌بعدی دست افراد را به صورت ابر نقاطی با مختصات سه‌بعدی ارائه می‌دهد. سپس با ترکیب داده‌های مربوط به پشت و روی دست فرد و با در نظر گرفتن یک نقطه مرجع ثابت، شکل سه‌بعدی دست تهیه گردید. اندازه‌های مربوط به دست از جمله 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 اندازه‌گیری، اندازه‌گیری ابعاد دست توسط روش دستی نیز انجام شد و با اندازه‌های به دست آمده از دوربین سنجش عمق مقایسه گردید. نتایج نشان داد که اندازه‌های 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 می‌باشد. بنابراین روش اندازه‌گیری با دوربین سنجش عمق به دلیل سرعت و دقت بالا روش مناسبی است که می‌تواند جایگزین روش دستی شود. در نهایت با استفاده از اندازه‌های استخراج شده دو نمونه دستپوش طراحی شد.

کلمات کلیدی
مدل سه بعدی دست،
دوربین سنجش عمق،
کینکت،
دستپوش

۱- مقدمه

کار با ابزار دســـتی نامناسب از جمله ریسک فاکتورهای شغلی است که می‌تواند عوارض صدمات اسکلتی دست را تشـــدید 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 می‌سازد. 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 اســـت با گذشت زمان دچار تغییر شوند، بنابراین ایجاد روش‌های آنتروپومتری ســـاده و سریع‌تر محققان را ترغیـــب به جمـــع آوری این اطلاعـــات خواهد نمود. آنتروپومتری مستقیم به وسیله کولیس و متر نواری انجام می‌پذیرد. این روش‌ها ساده و کم هزینه هستند ولی انجام آن‌ها بسیار زمانبر بوده و فرد آزمایش کننده باید مهارت کافی را داشته باشد و ممکن است در حین اندازه‌گیری به دلیل فشار ابزار اندازه‌گیری بر نسوج نرم (بدن)، خطاهایی ایجاد شود.

معرفی داده‌هایی که مربوط به اندازه‌های دســـت است به منظور توسعه یک سیستم سایزبندی مناسب برای طراحی الگو دستپوش متناسب می‌باشد. در سال ۱۹۸۶، روبینت و آنیس، یک سیستم اندازه آنتروپومتری برای دستکش‌های محافظ در برابر مواد شیمیای 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 جامعه‌ای مربوط به ۸۶ ابعاد از اندازه‌های مربوط به

*مسئول مکاتبات،پیام نگار: peivandi@yazd.ac.ir

دســـت (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 آنتروپومتری با روش‌های تصویربرداری و آنالیز با کامپیوتر انجام می‌شود که یکی از این روش‌ها، روش اســـکن سه‌بعدی می‌باشد. باتوجه به مطالعات انجام شده، اختلاف معناداری بین روش‌های مســـتقیم و روش اسکن سه‌بعدی بدن مشاهده شده است. تکنولوژی و روش‌های جدید تهیه مدل سه بعدی بدن انسان توسط سیستم‌های اسکنر سه بعدی از جمله دوربین سنجش عمق بطور مستمر در حال پیشرفت می‌باشد. سیمونس و همکارانش در سال ۲۰۰۳ [۴]، اندازه‌های اســـتخراج شده از مدل سه بعدی بدن با استفاده از اســـکنر ســـه 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. آپیگای 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 ســـه بعدی افراد توســـط نرم افزارهای شبیه سازی ارزیابی گردید. ویس و همکارانش در ســـال 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 ســـینه 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 انســـان با استفاده از یک دوربین ســـنجش 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 اســـکن قرار می‌گیرد. زو و همکارانش در سال ۲۰۱۳ [۹]، یک تکنیک برای اندازه‌گیری بدن انسانی که لباس پوشیده بود و در حال حرکت می‌باشـــد 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 ســـال ۲۰۱۷ [۱۱]، از یک دوربین ســـنجش 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 سه‌بعدی دست تعدادی زن و مرد با استفاده از دوربین سنجش عمق تهیه شـــد. اندازه‌های مورد نیاز برای طراحی دستپوش از مدل سه بعدی دست اســـتخراج 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 مختلف‌می‌باشد.

۲-۲ سیستم اسکن

در این تحقیق از دوربین ســـنجش عمق کینکت Xbox one برای تهیه شکل سه بعدی دست افراد استفاده شد. دوربین سنجش عمق کینکت شـــامل 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 شـــده و مدل ســـه 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 اســـتفاده 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 اندازه گیری تصویر عمق از دست

شکل ۲- فلوچارت روش استخراج مدل سه بعدی دست

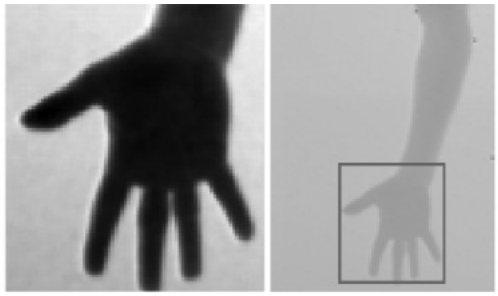
۱- با استفاده از برنامه متلب تصویر عمق مربوط به پشت و جلو دست افراد تهیه می‌شود. شـــکل ۳ یک نمونه تصویر عمق مربوط به دست را نشان می‌دهد.

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 دســـت 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



الف ب

شکل۴- 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.

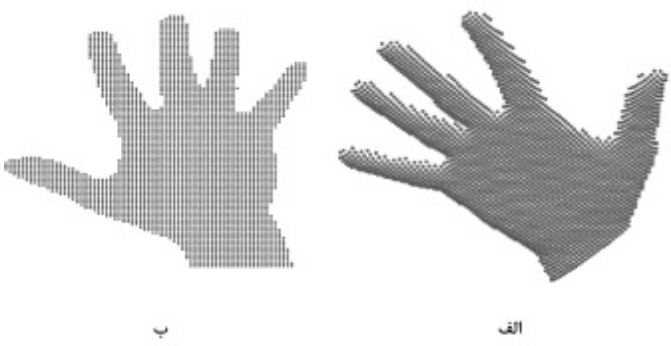
۵- در این مرحله با توجه به مختصات سه بعدی داده‌های مربوط به دست، مدل سه بعدی دســـت به صورت مش‌های مثلثی حاصل شد. مدل سه بعدی دست به صورت مش‌های مثلثی و به صورت سطح تکسچره شده در شکل ۷ نشان داده شده است.

۳- تجزیه و تحلیل داده‌ها

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

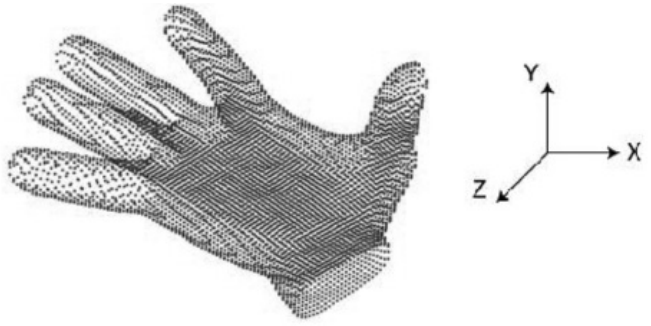
۳-۱ استخراج خطوط کانتور از مدل سه بعدی دست

برای تعیین خطوط کانتور، ابتدا مدل سه‌بعدی 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.



ب الف

شکل ۵: ابرنقاط داده های سه بعدی دست الف)دید سه بعدی ب) دید از جلو



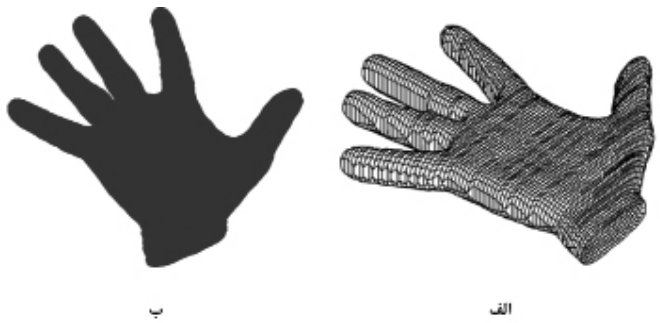
شکل ۶: شکل ادغام شده ابر نقاط داده‌های سه بعدی مربوط به قسمت پشت و جلو دست

در مرحله بعد، با استفاده از نقاط تقاطع، خطوط کانتور بر روی سطح مدل به دســـت 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 مچ 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.

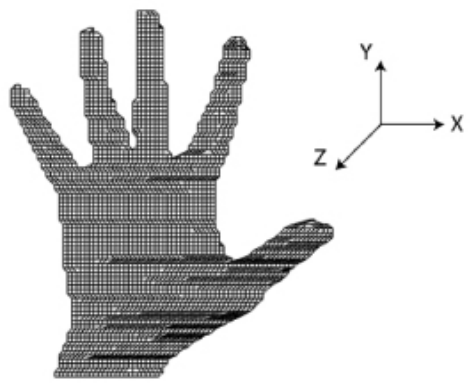
۳-۲ استخراج اندازه های دست

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

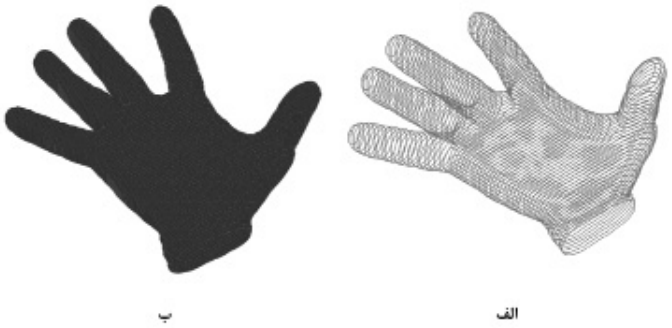
(۱)



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



شکل ۸: جهت محورهای اصلی در مدل سه بعدی دست

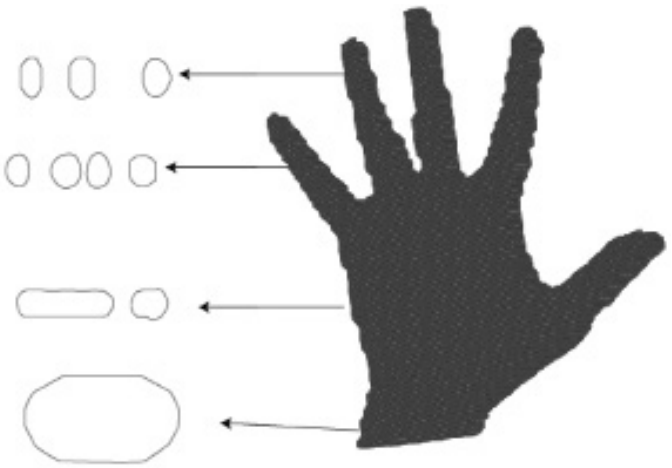


شکل ۹: الف) خطوط کانتور ب) خطوط کانتور به همراه مدل سه بعدی دست

کـــه در معادلـــه ۱، n تعداد نقاط در خطوط کانتـــور، و و و به ترتیب مختصات نقاط در جهت محور X، Y و Z می‌باشد.

با توجه به طول خطوط کانتور، اندازه‌های مربوط به دور انگشتان، دور مچ 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 انگشـــتان: نقاط انتهایی انگشـــتان، نقاط جداشونده



شکل ۱۰: تعداد خطوط کانتور در ارتفاعات مختلف

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

انگشتان از کف دست.
اندازه‌گیری بلندی دست: نقاط انتهایی انگشت وسط (انگشت سوم) و نقطه مرکزی مچ.
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 اندازه گیری توسط متر و طول اندازه استخراج شده از روی شکل سه بعدی می‌باشد.

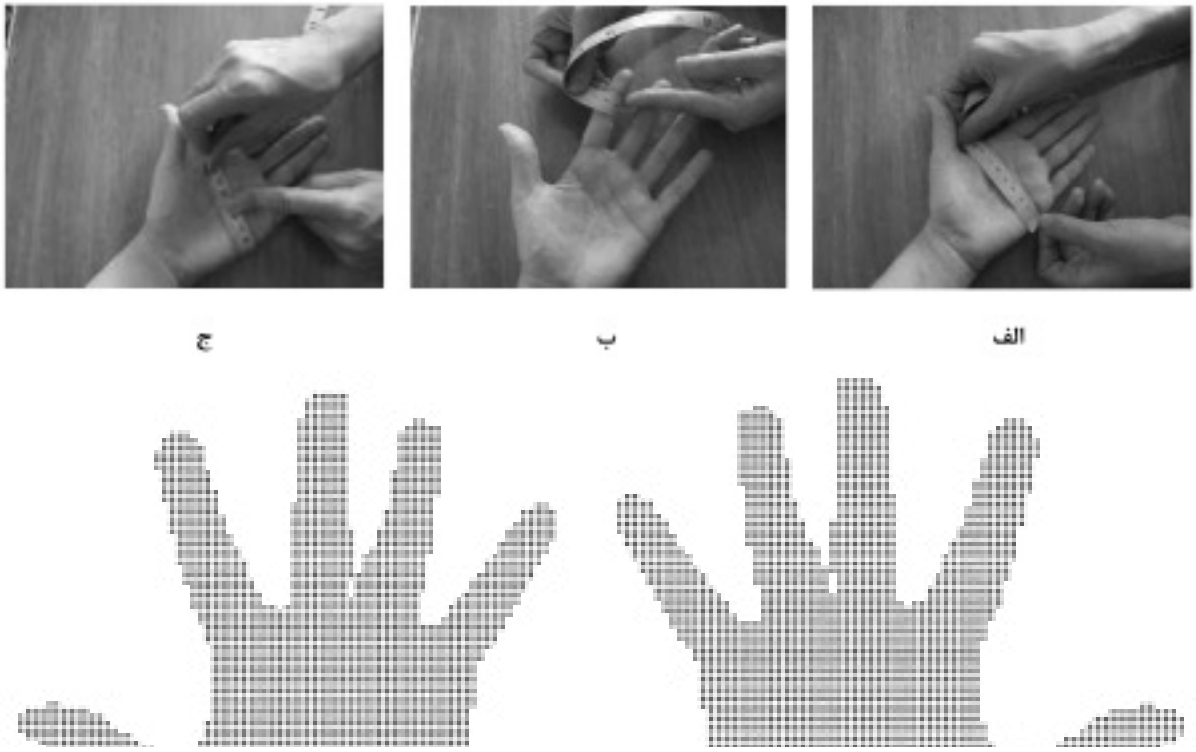
شکل ۱۲: اندازه‌گیری بلندی دست، بلندی انگشتان و عرض دست

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

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

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

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

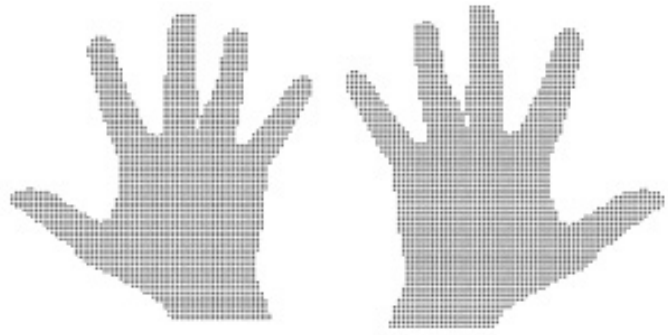


شکل ۱۳: اندازه گیری ابعاد دست به روش دستی و متر الف) اندازه‌گیری عرض کف دست ب) اندازه‌گیری دور انگشتان ج) اندازه‌گیری دور کف دست د) اندازه‌گیری بلندی دست ه) اندازه‌گیری دور مچ دست و) اندازه‌گیری بلندی انگشتان

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 اندازه گیری شده اعم از (دور انگشتان، بلندی انگشتان، دور کف دست، عرض دست، دور مچ و بلندی دســـت) 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.

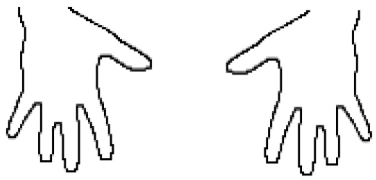
همانطور که از جدول ۲ مشـــاهده می‌شـــود هیچ کـــدام از پارامترهای اندازه‌گیری شده بر روی میزان خطا تاثیر معناداری ندارد.

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



الف ب

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



الف ب

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

۳-۵ استخراج الگو دستپوش

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

۱- با صفر در نظر گرفتن مختصـــات Z تمام داده‌ها، 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 می‌دهد.

۲- با اســـتفاده از فیلتر لبه ، نقاط مرزی و لبه‌های تصویر دو بعدی از تصویر پشت و جلوی دست استخراج می‌شود (شکل ۱۵). این تصاویر به عنوان الگوهای پشت و روی دست استفاده گردید.

۲- بـــا تعیین مختصات Z و Y نقاط در لبه‌ها، الگو کناره انگشـــتان به دست می‌آید. به طور مثال برای به دست آوردن الگو کنار انگشت اول مختصات نقاط نشـــان داده شده در شکل ۱۶ در جهت Z و Y در نظر گرفته شـــد که این الگو در شکل ۱۷ نشان داده شده است. برای سایر لبه‌ها نیز به همین صورت عمل شـــد. بعد از تهیه الگو، دستپوش برای یک نمونه زن و مرد تهیه شـــد. دستپوش‌های تهیه شده در شکل ۱۶ نشان داده شده است.

الف ب

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

شکل ۱۷: الگو لبه انگشت اول

الف ب

شکل ۱۸: نمونه دستپوش‌های تهیه شده برای الف) یک نمونه مرد ب) یک نمونه زن

نتیجه‌گیری

این تحقیق به منظور تهیه مدل سه بعدی دست و استخراج اندازه های مورد نیاز برای طراحی ارگونومیک دســـتپوش ارائه گردید. ابتدا تصویر سه بعدی دســـت (تصویر جلو و پشت) مربوطه به ۳۰ نمونه زن و ۳۰ نمونه مرد با استفاده از دوربین سنجش عمق تهیه شد. با ادغام تصاویر مربوط به جلو پشت دست، یک شکل سه بعدی نهایی به دست آمد. با استخراج خطوط کانتور از شکل سه بعدی دست، اندازه‌های مورد نیاز برای طراحی دستپوش حاصل شد. به منظور بررسی صحت اندازه‌های به دست آمده، اندازه‌های دست به روش دستی و متر توسط افراد خبره نیز تهیه شـــد و با اندازه‌های حاصل از دوربین ســـنجش 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 می‌باشـــد. در نهایت از اندازه‌های استخراج شده برای طراحی الگو دستپوش استفاده شد. سرعت، راحتی و دقت بالا روش ارائه شـــده، نشـــان داد که روش پیشنهادی می‌تواند جایگزین مناســـبی با روش‌های اندازه‌گیری دستی باشد. همچنین از این روش می‌توان برای رســـیدن به یک جدول اندازه‌گیری استاندارد آنتروپومتری دست نیز استفاده کرد.

تشکر و قدردانی

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

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.
۳. دهقان. ندا. پیوندی. پ. اســتفاده از پردازش تصویر به منظور اندازه‌گیری 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.