مجله علوم و فناوری نساجی
دوره جدید، شماره ۸، شماره پیاپی ۲۴
صفحه ۵۰-۳۹، ۱۳۹۷
ISSN: ۲۱۵۱-۷۱۶۲

مروری بر کاربرد بینایی ماشین در صنعت پوشاک

A Review for Application of machine vision in Apparel industry

ملیحه دهقان[۱]، مرتضی ودود[۱،۲*]، پدرام پیوندی[۱،۲]، مهدی رضاییان[۲،۳]

۱ دانشکده مهندسی نساجی، پردیس فنی و مهندسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران، صندوق پستی ۷۴۱-۸۹۱۹۵
۲ هسته علمی بینایی ماشین در صنعت نساجی و پوشاک، دانشگاه یزد، یزد، ایران، صندوق پستی ۷۴۱-۸۹۱۹۵
۳ دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، پردیس فنی و مهندسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران، صندوق پستی ۷۴۱-۸۹۱۹۵

چکیده

در سال‌های اخیر با رشد علم و فناوری و ایجاد بازارهای رقابتی در صنعت پوشاک، لزوم کنترل کیفیت، اندازه‌گیری پارامترهای کمی و کیفی و پیش‌بینی خواص محصول نهایی اهمیت به سزایی پیداکرده است. امروزه کارخانه‌های تولیدی به دنبال استفاده از روش‌های بینایی ماشین و الگوریتم‌های مختلف پردازش تصویر هستند، چراکه در این روش‌ها نه‌تنها نیازی به استفاده از دستگاه‌های گران‌قیمت و پیچیده نیست، بلکه با استفاده از یک رایانه و یک دوربین، می‌توان به نتایج بسیار مطلوب در کمترین زمان ممکن دست‌یافت و همچنین خطاها را به حداقل ممکن رساند. در این مقاله، پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه استفاده از بینایی ماشین در صنعت پوشاک مانند اندازه‌گیری بدن انسان و تهیه سایز مناسب بدن، تبدیل الگوی کاغذی به الگوی دیجیتالی قابل تصحیح و سایزبندی، طراحی و طبقه‌بندی مد و پوشاک، پرو مجازی لباس، تشخیص عیوب پوشاک به‌طور خودکار، کاربرد دوربین حرارتی در بررسی راحتی پوشاک مرور شده است.

کلمات کلیدی
پردازش تصویر،
اندازه‌گیری بدن،
دیجیتالی‌کردن الگو،
طراحی مد،
راحتی پوشاک

مقدمه

از دیرباز تابه‌حال، پارچه به‌عنوان یک سازه دوبعدی نقش مهمی را در زندگی بشـــر ایفا کرده است، چراکه به دلیل ساختار و عناصر سازنده خاص آن و امکان سه‌بعدی شدن مطلوب، تأمین یکی از نیازهای اساسی بشر یعنی پوشاک را سبب گردیده است. تنوع‌طلبی انسان و پیشرفت‌های صنعت نســـاجی باعث شده است که پوشاک با طرح‌ها و رنگ‌های مختلـــف به‌منظور جلب رضایت مصرف‌کننده تولید شوند، این امر مستلزم استخراج و بررسی پارامترهای مربوط به پوشـــاک است که توسط طراحان ماهر قبل از تولید آن انجام می‌گیرد [۱].

صنعت پوشـــاک به‌عنوان یکـــی از مهم‌ترین صنایع در جوامع امروزی شناخته‌شده اســـــت. پژوهش‌ها نشان می‌دهد، پوشـــاک تا حد زیادی در ایجاد اعتمادبه‌نفس و اعتبار شـــخصیتی افراد مؤثر است [۲-۳]. امروزه دقت و ســـرعت در طراحی و دوخت پوشاک بسیار مهم است و تولیدکنندگان به‌منظور حفظ استمرار تولید و افزایش بازدهی ترجیح می‌دهند از روش‌های کم‌هزینه و کارآمد برای تولید پوشاک موردنظر استفاده کنند. از آن‌جایی که روش‌های دستی، دقت پایین و امکان خطای بالایی دارند، درنتیجه روش‌هـــای کامپیوتری می‌توانند کمک بزرگی برای تسهیل سرعت در تولید پوشاک نمایند [۱].

بینایی ماشین فن‌آوری جایگزینی یا تکمیل بازرسی‌های دســـتی و اندازه‌گیـــری بـــا دوربین‌هـــای دیجیتـــال و پردازش‌تصویر است. بینایی ماشین با کارایی بالا و موفقیت در توسعه صنعت ظهور کرده است و با توجه به افزایش

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

استفاده از آن، سهم قابل‌توجهی در تضمین رقابت در توسعه مدرن ایجاد می‌کند. به‌طورکلی می‌توان گفت بینایی ماشین شامل تصویربرداری و پردازش و تحلیل تصویر است [۴].

مروری بر پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه پوشاک

مهم‌ترین موارد استفاده از بینایی ماشین در صنعت پوشاک عبارت از: اندازه‌گیری بدن انسان و تهیه سایز مناسب بدن، تبدیل الگوی کاغذی به الگوی دیجیتالی قابل تصحیح و سایزبندی، طراحی مد و پوشاک، طبقه‌بندی مد و پوشاک، پرو مجازی لباس، تشخیص عیوب پوشاک به‌طور خودکار و بررسی راحتی حرارتی پوشاک است.

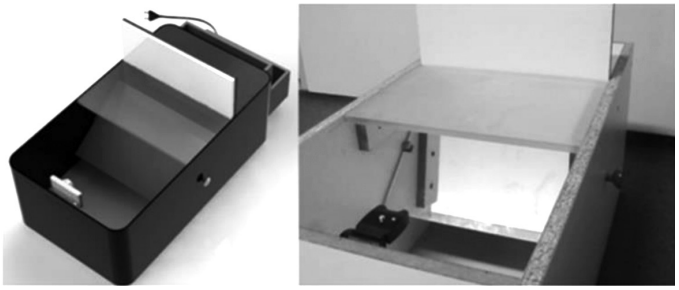
اندازه‌گیری بدن و تهیه سایز مناسب بدن

مرحله اول در تولید پوشاک، اندازه‌گیری بدن است و راه‌های مختلفی برای آن وجود دارد. یکی از روش‌ها اندازه‌گیری بدن به‌صورت خودکاراست، آزمایش‌ها و پروژه‌های انجام‌شده در نقاط مختلف جهان با نصب دستگاه‌های اسکن کامل بدن در مکان‌های مختلف مانند مراکز خرید، بوتیک‌ها و یا مراکز اختصاصی اسکن در حال اجرا است و تمام سخت‌افزار، نرم‌افزار و راه‌حل‌های موردنیاز مانند دستگاه‌های اسکن کامل بدن، نرم‌افزار برای اندازه‌گیری‌های خودکار بدن و راه‌حل‌های بر پایه وب برای ارائه لباس، در دسترس است. بااین‌حال، راه‌حل‌های کامل در این زمینه هنوز موفقیت تجاری مورد انتظار را پیدا نکرده است. بنابراین، گسترش بزرگی از این فناوری‌ها در آینده نزدیک انتظار می‌رود.

آپوزو و همکاران در سال ۲۰۰۷ خلاصه‌ای از روش‌های اسکن سه‌بعدی بدن برای صنعت مد و پوشاک را بیان کردند. در گزارش آن‌ها روش‌های مختلف برای اندازه‌گیری بدن انسان بیان‌شده است که می‌توان به سه گروه عمده: اسکن لیزری، طرح الگوهای نور سفید، پردازش‌تصویر و مدل‌سازی تقسیم کرد.

در شکل ۱ اندازه‌گیری ابعاد بدن با روش پردازش تصویر نشان داده‌شده است که در این روش، اندازه‌گیری‌های سه‌بعدی انجام نمی‌شود و اطلاعات سه‌بعدی از تصاویر دوبعدی تولیدشده و استخراج می‌گردد. مزیت بزرگ روش‌های پردازش‌تصویر و مدل‌سازی، قیمت بسیار پایین‌تر نسبت به اندازه‌گیری واقعی سه‌بعدی است [۵].

شکل۱- استفاده از روش پردازش تصویر در اندازه‌گیری ابعاد بدن [۵].



شکل۲- دستگاه مورداستفاده در اندازه‌گیری ابعاد پا [۷].

رکن‌آبادی و همکاران در سال ۲۰۱۲ سیستم اندازه‌گیری بدن در لباس را ارائه دادند. سه نوار که بر روی آن دو شکل مختلف دایره با شعاع ۱ سانتی‌متر و مستطیل با ابعاد ۳×۴ سانتی‌متر با یک‌رنگ درخشان چاپ‌شده است در اطراف سینه، کمر و باسن تحت کشش کنترل‌شده قرار می‌گیرند. در روش پردازش تصویر ارائه‌شده با توجه به ثبات فاصله بین شکل‌های چاپ‌شده و تغییر هر شکل روی نوارها، اندازه‌گیری بدن صورت می‌گیرد [۶].

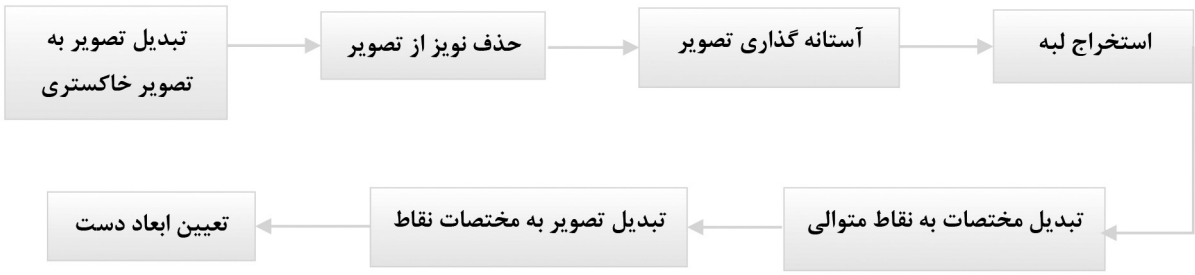
سیکارووودی در سال ۲۰۱۷ یک دستگاه و الگوریتم برای به دست آوردن اندازه‌گیری ابعاد پا معرفی نمود. این دستگاه به دست آوردن مقیاس تصویر و پردازش‌تصویر را با گرفتن یک تصویر از جانب پا و زیر پا به‌طور هم‌زمان تسهیل می‌کند. مطابق شکل ۲ دستگاه شامل یک شیشه شفاف در کف، یک پس‌زمینه سفید و یک دوربین دیجیتال در مقابل آن‌ها است. همچنین در این روش، با استفاده از منابع نور می‌توان به‌طور دلخواه روشنایی تصاویر را تنظیم نمود [۷].

کیپلاسی و همکاران در سال ۲۰۱۷ برای اندازه‌گیری‌های بدن زنان، از سیستم تصویربرداری کینکت برای اسکن سه‌بعدی بدن استفاده نمودند. در کل، ۳۶ متغیر اندازه‌گیری بدن برای تحلیل داده‌ها انتخاب گردید. در ادامه متغیرهای کلیدی ازجمله قد، دور سینه، دور کمر، دور شکم و دور باسن برای سایزبندی انتخاب شدند. این متغیرها برای اندازه‌گیری لباس بسیار مهم هستند. روش خوشه‌بندی برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با هدف دسته‌بندی اندازه‌های بدن مورداستفاده قرار گرفت. در این تحقیق سه خوشه از پیش تعیین‌شده برای به دست آوردن سایز کوچک (S)، متوسط (M) و بزرگ (L)، درنظرگرفته شدند [۸].

دهقان و همکاران در سال ۱۳۹۵ در اندازه‌گیری بدن با پردازش‌تصویر، اندازه‌گیری ابعاد دست جهت منسوجات دست پوشی را انجام دادند. ابعاد اصلی و کلیدی دست شامل طول، عرض و دوردست است. این تحقیق با تصویربرداری از ۳۰ جفت دست و تعیین ابعاد آن‌ها با استفاده از روش پردازش تصویر صورت گرفت. روش پردازش تصویر ارائه‌شده، مراحل مختلفی را شامل می‌شود که در شکل۳ نشان داده‌شده است [۹].

تبدیل الگوی کاغذی به الگوی دیجیتال قابل تصحیح و سایزبندی

یکی از مراحل مهم تولید پوشاک ساخت الگو است. دستگاه‌های کامپیوتری می توانند محصولات دوبعدی و سه‌بعدی را تصویر کنند. چنین عملیات کامپیوتری به‌طور قابل‌توجهی کاهش زمان و هزینه‌های لازم برای طراحی محصول را شامل می شود. نرم افزار طراحی مدرن



شکل ۳- نمودار اندازه‌گیری ابعاد دست [۹].

کامپیوتری، امکان اجتناب از عملیات کوچک و کاردستی، افزایش دقت، بهره‌وری و سازماندهی اطلاعات را فراهم میکند. استفاده از دستگاه‌های طراحی لباس، اگرچه به‌طور قابل‌توجهی توسعه یک محصول را تسهیل می کنند، دانش و مهارت کاربر هنوز بسیار مهم است.

دستگاه فتودیجیتایزرجمینی بخشی از نرم‌افزار جمینی است که کمک می‌کند الگو کاغذی به شـــکل الکترونیکی تبدیل شود (شکل ۴). برای این کار یک دوربین عکاسی و یک میز عکاسی نیازاست. دوربین به یک رایانه وصل می‌شود، پس از ضبط، تصویر طی پردازش‌های نرم‌افزاری، به فایل قابل ویرایش توســـط نرم‌افزار تبدیل می‌گردد [۱۰]. از قابلیت‌های دستگاه‌های فتودیجیتایزر می‌توان به این نکته اشاره کرد که تمامی نقاط علامت‌گذاری شده روی الگوها اعم از چرت‌ها، درز، خط تراز، آوازمان و ... به‌صورت خودکار توسط نرم‌افزار تشخیص داده خواهند شد [۱۰].

فواید دیجیتالی کردن الگو با دوربین

- الگو می‌تواند بســـیار سریع در قالب الکترونیکی تبدیل شود، زیرا کاربر فقط عکس می گیرد و تبدیل به‌صورت خودکار توسط نرم‌افزار انجام خواهد شد. به‌عنوان‌مثال در کار با یک دیجیتایزر برای یک مدل با ۷ قطعه، ۳۰ دقیقه طول می‌کشد، درحالی‌که تنها چند ثانیه برای دیجیتالی کردن با دوربین یا اسکنر استفاده می‌شود [۱۰].
- شکل هندســـی الگوها می‌تواند در بسیاری از فرمت‌های فایل مانند GEM، DXF، TMP، Assyst ZIP، EXP، IBA ذخیره گردد. به همین دلیل الگوهای دیجیتالی را می‌توان در دستگاه‌های مختلف بارگذاری کرد [۱۰].

شکل۴- روش دیجیتالی کردن الگو توسط دوربین [۱۰].

- کاهش ریسک طراحي الگوي جدید [۱۰]

لیم و همکاران در ســـال ۲۰۱۲ از دستگاه دیجیتایزر گربر در تهیه الگو اســـتفاده کردند. هـــدف از این مطالعه فرآیند تولید خـــودکار الگو برای تولید پوشاک با استفاده از سیستم CAD است. به‌منظور ایجاد الگوهای سایزبندی شده، الگوهای پایه با استفاده از سیستم گربر دیجیتالی شده و نقاط تغییر بحرانی بر اساس اندازه‌گیری‌های مهم بدن برای طراحی الگو مشخص‌شده‌اند. سپس، جداول سایز برای واردکردن سایزهای استاندارد ساخته‌شده است. در فرایند تولید پوشاک، سیستم طراحی CAD صرفاً برای الحاق و ارزیابی الگوها استفاده می‌شود [۱۱].

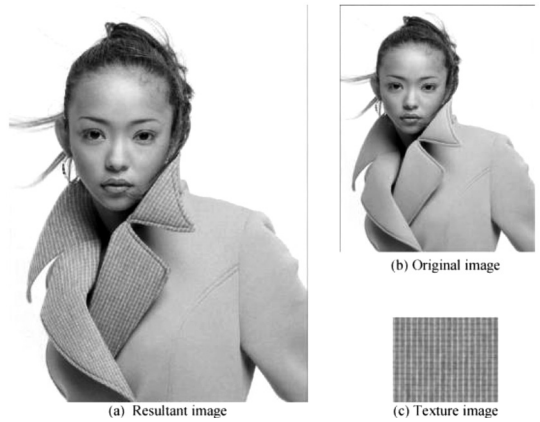
طراحی مد و پوشاک

کلمـــه طراحی Design برگرفتـــه از کلمـــه Designare در زبان لاتین می‌باشد که به معنی علامت‌گذار نقشه است. معنی کلمه طراحی باگذشت زمان تغییر نموده و از این میان فقط معنی فراگیر فرآیند نقشه‌کشـــی و ساماندهی باقیمانده است، در حال حاضر کلمه Design نه‌تنها به معنی نقشه‌کشـــی بلکه نتایج طراحی حاصل از نقشـــه را نیز شامل می شود؛ بنابراین می‌توانیم بگوییم، طراحی مد به معنی Fashion Design انتخاب از بین انواع گوناگون لباس می باشد. اخیراً نرم‌افزارهای کامپیوتری برای کمک و تسریع کارها طراحی‌شده‌اند که می‌توانند تصاویر و رنگ پارچه‌ها و شکل‌ها را از طرح اولیه دریافت کنند و به کمک منوهای قابل انتخاب، تغییرات دلخواه را ایجاد نمایند.

وانگ و همکاران در ســـال ۲۰۰۳، روش اضافه شـــدن تصویر طرح بافت بر روی تصاویر محصولات نســـاجی را پیشـــنهاد نمودند. این روش برای پوشـــاندن بافت بر روی انواع لباس و روتختی به کار می‌رود و می‌توان از آن در نمایشـــگاه محصولات پوشـــاک و طراحی داخلی استفاده کرد. در این روش مطابق شـــکل ۵ قسمتی از تصویر (یقه) به‌عنوان ناحیه هدف درنظرگرفته می‌شـــود و یک طرح بافت بر روی این ناحیه قرار می‌گیرد. کاربر در صورت لزوم می‌تواند تراکم طرح بافت را تنظیم نماید [۱۲].

چِن و همکاران در ســـال ۲۰۰۶ روشی را برای آموزش تعدادی از اجزای پوشـــاک (مثل یقه و شانه) ایجاد کرده و ترکیب‌های مختلفی برای انواع شکل‌بندی‌های پوشـــاک تولید کردند. در این روش نیاز به پس‌زمینه و پوشاک ســـاده دارد و از نظر تنوع در مدل‌های پوشاک دارای محدودیت است [۱۳].

ژو و همکاران در ســـال ۲۰۱۳ لباس سه‌بعدی را فقط توسط یک تصویر



شکل ۵- ایجاد شبکه بافت بر روی یقه [۱۲].

با اســـتفاده از نرم‌افزار متلب مدل‌ســـازی نمودند. با توجه به یک تصویر ورودی، ابتدا حالت و ژســـت مانکن برآورد شـــد. سپس، با توجه به زاویه دید، یک چارچوب محوری برای پوشاک موردنظر ایجاد شد و طرح‌های لباس دوبعدی استخراج گردید. با استفاده از طرح‌های استخراج‌شده، یک مدل اولیه لباس به دســـت آمد. برای بهبود مدل اولیه، از جزئیات مانند چین‌وچروک و سایه اســـتفاده گردید و درنهایت جزئیات به لباس اولیه اضافه شد [۱۴].

چن و همکاران در سال ۲۰۱۵ روشی جهت دیجیتالی کردن لباس‌های واقعی و ایجاد مدل‌سازی باکیفیت بالا معرفی نمودند. این مطالعه بر روی ایجاد یک مدل لباس ســـه‌بعدی قابل‌قبول با ویژگی‌های طراحی و اندازه موردنظر تمرکز دارد. در زمان مدل‌سازی، لباس با دستگاه کینکت اسکن گردید. طبقه‌بندی از اجزای پوشاک (مانند یقه، آستین، جیب، کمربند و دکمه‌هـــا) و ویژگی‌های طراحی آن (ازجمله نوع یقه، نوع آســـتین) از تصاویر RGB صورت گرفت و بر اســـاس این طبقه‌بندی پایگاه داده الگو ســـه‌بعدی قابل تنظیم برای اجزای پوشاک در نظر گرفته شد. درنهایت لباس موردنظر بر اساس اصول مدل‌سازی مبتنی بر مونتاژ توسط طراح حرفه‌ای پوشاک با نرم‌افزار تجاری مارولوس دیزاینر طراحی گردید [۱۵].

زینل‌پور و همکاران در ســـال ۱۳۹۶ تولید، ارزیابی و تشخیص استتار با اســـتفاده از روش‌های پردازش تصویر را بررسی کردند. در مقاصد نظامی برای تغییر شـــکل دادن نیروها و تجهیزات در برابر شناسایی دشمن از اســـتتار به‌عنوان فریب نظامی استفاده می‌شود. در زمان‌های قدیم تولید طرح‌های اســـتتاری توســـط هنرمندان و به‌طور دستی انجام میشد که بسیار زمان‌بر و پرهزینه بود. امروزه با پیشرفت فناوری و اهمیت داشتن استتاری مناسب، اســـتفاده از روش‌های پردازش تصویر نظیر فیلترهای بهبود تصویر، فیلترهای تشـــخیص لبه، شکل‌شناسی ریاضی، استفاده از روش خوشه‌بندی k-means و نیز استفاده از فرکتال سبب افزایش دقت و سرعت تولید این‌گونه طرح‌ها می‌شود [۱۶].

زارع‌زاده و همکارش در ســـال ۱۳۹۷ ســـامانه طراحی سه‌بعدی لباس با استفاده از الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای و خوشه‌بندی فازی را ارائه دادند. با استفاده از الگوریتم ژنتیک طرح‌های لباس شنا ایجاد می‌شود. طرح‌های لباس بر روی آدمک قرارگرفته و با چرخش آدمک، تمام قسمت‌های لباس برای کاربر قابل دید است. برای کاهش خستگی کاربر از روش خوشه‌بندی fcm استفاده‌شده و کل جمعیت به ۸ خوشه تقسیم می‌شود. کاربر تنها نماینده هر خوشـــه را ارزیابی می‌کند و برازندگی دیگر اعضا بر اســـاس میزان شباهت و برازندگی نماینده هر خوشه که توسط کاربر تعیین شده، محاسبه می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از الگوریتم‌های ژنتیک تعاملی و خوشه‌بندی فازی در طراحی لباس‌های شنا سه‌بعدی مؤثر است و نتایج مثبت بر کاهش خستگی کاربر قابل شهود است. همچنین نشان می‌دهد که میزان رضایت از این سامانه زیاد بوده و می‌تواند باعث تسهیل طراحی و ارتقای سطح آن و کمک به طراحان شود [۱۷].

طبقه‌بندی مد و پوشاک

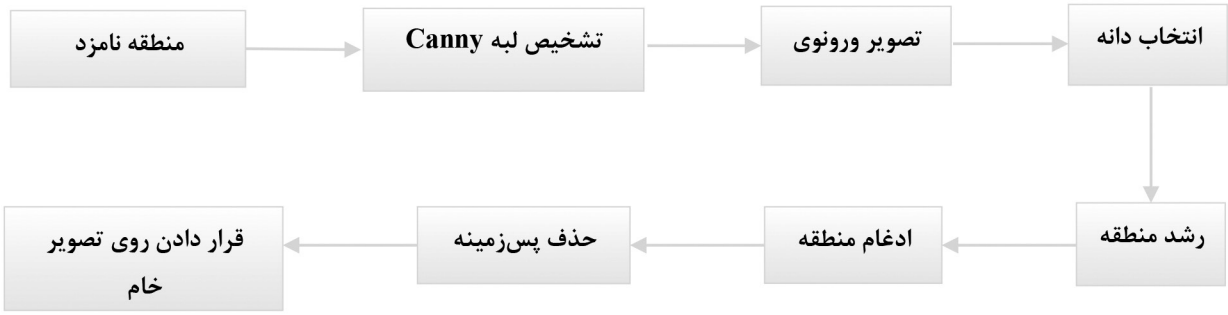
امروزه صنعت پوشـــاک و مد صنعتی جهانی اســـت و اکثر کشورها روی این صنعت سرمایه‌گذاری می‌کنند. در سال‌های اخیر با گسترش تجارت الکترونیک و با توجه به مزیت‌های آن مثل قابل‌اســـتفاده بودن کالاها با هزینه کمتر، انتخاب گسترده‌تر و صرفه‌جویی در زمان، انبوه مردم مایحتاج خود را از وبگاه‌ها و فروشگاه‌های اینترنتی به‌جای مغازه‌ها تهیه می‌کنند. این موضوع، نیاز به سامانه‌ای را ایجاد کرده که بتواند پوشاک را شناسایی و تصاویر پوشاک را به‌عنوان شیء نرم بازیابی کرده و آنها را دسته‌بندی کند تا جست‌وجوی مردم در بازه محدودتری انجام شود. هرچند برای چشم انسان شناسایی سبک و مدل پوشاک آسان است، اما شناسایی آن به‌طور خودکار برای برنامه‌های رایانه‌ای مسئله کم‌اهمیتی نیست.

بوراس و همکاران در سال ۲۰۰۳ سامانه بازیابی پوشاک را بر اساس رنگ بافت و ترکیب ساختاری پوشاک پیشـــنهاد دادند. هرچند در این روش قابلیت جداسازی پیش‌زمینه (لباس) و پس‌زمینه (غیر لباس) انجام‌شده اســـت اما این الگوریتم دقت کافی ندارد و نیاز به پژوهش بیشتری برای جداسازی اجزای منحصربه‌فرد پوشاک وجود دارد [۱۸]. همچنین هوو و همکاران در سال ۲۰۰۸ سامانه‌ای را برای جداسازی پوشاک از بالاتنه با استفاده از پردازش تصویر ارائه دادند [۱۹].

سِنگ و همکاران در سال ۲۰۰۹ از بینایی ماشین برای شناخت طبقات و ویژگی‌های پوشاک در انواع کاربردها ازجمله شناخت سلیقه مشتری و پیشنهاد لباس استفاده کرده‌اند. در این سامانه از روش‌های پردازش تصویر استفاده‌شده است [۲۰].

یانگ و همکاران در ســـال ۲۰۱۱ برای شناسایی پوشاک در دوربین‌های نظارتی، از شناسایی و ردیابی چهره برای تعیین محل چهره انسان استفاده کردند. مراحل شناســـایی لباس در شکل ۶ نشان داده‌شده است. در این سیســـتم داده‌های ویدئویی با ۹۳۷ نفر و ۲۵۴۴۱ مورد از پوشاک، مورد ارزیابی قرار گرفت [۲۱]. همچنین گالاهر و همکاران توانستند پوشاک را با استفاده از شناساگرهای پوست متمایز و شناسایی کنند [۲۲].

تســـای و همکاران در سال ۲۰۱۱ یک سامانه بازیابی بصری را بر اساس تصویر پوشاک توسعه دادند که ویژگی‌های تصاویر را استخراج میکند و با اســـتفاده از فنون پردازش تصویر با جست‌وجوی طرح بافت، مدل یقه و رنگ پوشاک تصاویر مشابه با تصویر مورد جست‌وجو را می‌یابد [۲۳]. همچنین تســـای و همکاران در سال ۲۰۱۳ سامانه جست‌وجوی بصری پوشاک را با به‌کارگیری طرح و مدل پوشاک پیشنهاد دادند، این سامانه



شکل۶- نمودار تقسیم‌بندی لباس [۲۱].

پس از استخراج ویژگی‌ها و به‌کارگیری روش‌های بازیابی تصویر، بر اساس طرح و مدل پوشـــاک، تصاویر مشابه با پوشاک مدنظر فرد را پیدا میکند [۲۴].

منفردی و همکاران در ســـال ۲۰۱۴ یک روش کلی برای تقســـیم‌بندی خودکار پوشـــاک و طبقه‌بندی رنگ در پایگاه داده‌های فروشگاه‌های مد با بهره‌برداری از نوع پوشـــاک و اطلاعات رنگی پیشـــنهاد دادند. مراحل تقسیم‌بندی پوشاک و طبقه‌بندی رنگ در شکل ۷ نشان داده‌شده است [۲۵].

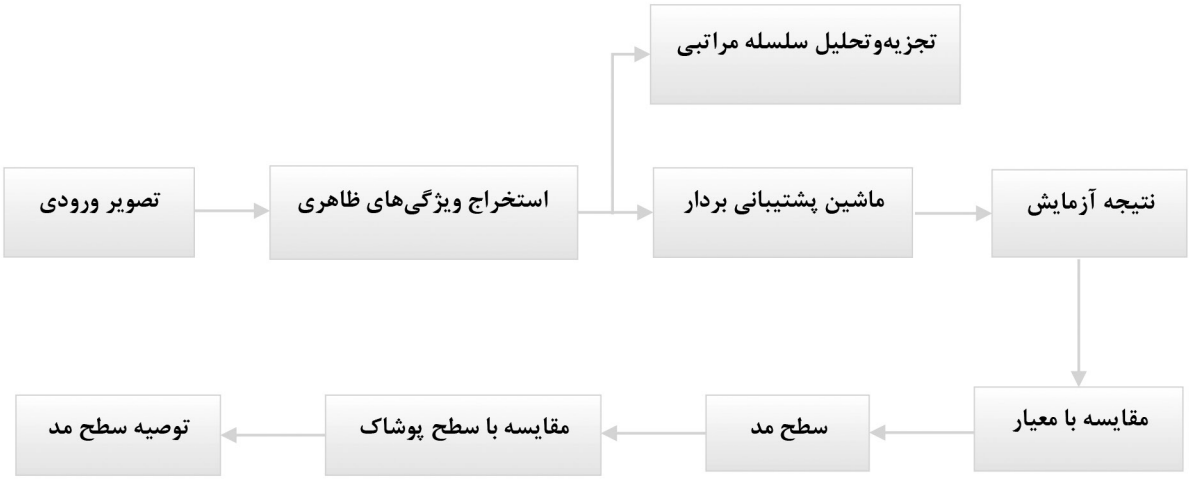
لاو و همکاران در ســـال ۲۰۱۶ بر روی بهینه‌سازی طبقه‌بندی مد برای ارائه تصاویر و پیدا کردن موارد مشابه به یک آیتم موردنظر پرداختند. در این پژوهش برای طبقه‌بندی مد از شـــبکه عصبی پیچشی استفاده شد. انواع دسته‌بندی مد عبارت‌اند از: (۱) طبقه‌بندی نوع لباس (۲) طبقه‌بندی ویژگی‌های لباس (۳) بازیابی لباس از طریق نزدیک‌ترین همسایگان و (۴) تشخیص شیء لباس انجام گرفت [۲۶].

ژانگ و همکاران در سال ۲۰۱۷ روش ارزیابی مد، بر اساس ویژگی ظاهری را ارائه دادنـــد. ابتدا، پایگاه داده تصاویر افـــراد ایجاد گردید. ویژگی‌های ظاهری مانند آرایش ابرو، ســـایه چشم، رنگ گونه، رنگ لب، رنگ ناخن، گل ســـینه، کلاه، لوازم جانبی دست و رنگ مو را با توجه به ویژگی‌های چهره شخصیت‌ها استخراج نمودند. سپس، سطح مد مصرف‌کنندگان از طریق ماشین بردار پشتیبانی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی طبقه‌بندی گردید. مراحل طبقه‌بندی مد در شکل ۸ نشان داده‌شده است [۲۷].

شیندلر در سال ۲۰۱۸ از شـــبکه‌های عصبی مصنوعی پیچشی [۲۸] برای طبقه‌بندی تصویر مد و پوشاک برای بهبود داده‌های الکترونیکی در برنامه‌های تجارت الکترونیک استفاده نمود. مدل‌ها در سه دسته مختلف شناسایی افراد، طبقه‌بندی محصول و جنس مورد ارزیابی قرار گرفتند. این مطالعه بر روی وظیفه طبقه‌بندی تصویر مد تمرکز دارد. عکس‌های لباس و پوشاک به مجموعه‌ای از مقوله‌های پیشنهادی مانند لباس، دامن، شلوار جین یا کفش ورزشی طبقه‌بندی شدند [۲۹].

زارع‌نژاد و همکاران در سال ۱۳۹۱ خوشه‌بندی تصاویر پوشاک با استفاده از الگوریتم K-means را انجام دادند. خوشـــه‌بندی پوشـــاک شامل: ۱-

شکل۷- نمودار تقسیم‌بندی پوشاک و طبقه‌بندی رنگ [۲۵].



شکل ۸- نمودار طبقه‌بندی مد بر اساس ویژگی ظاهری ضعیف [۲۷].

آماده‌سازی تصویر ۲- استخراج ویژگی ۳- خوشه‌بندی و ۴- ارزیابی عملکرد است. مراحل خوشه‌بندی در شکل ۹ نشان داده‌شده است [۳۰]. مزدک و همکاران در سال ۱۳۹۱ به استخراج و طبقه‌بندی طرح سنگ‌شور شلوار جین با روش خوشه‌بندی k-means پرداختند. عکس‌برداری از نمونه‌ها در شرایط نوری یکسان، در یک اتاقک کاملاً تاریک و تحت نوردهی مستقیم به نمونه‌ها صورت گرفت. خوشه‌بندی طرح‌های سنگ‌شور شلوار جین، مراحل مختلفی را شامل می‌گردد که شکل ۱۰ آن را توصیف می‌کند. مرحله خوشه‌بندی طرح‌های سنگ‌شور برای قسمت پشت و جلو شلوار ۱۰۰ بار تکرار شد و هر بار مقدار DB (شاخص دیویس- بولدین) نیز محاسبه و ذخیره گردید. در پایان با توجه به کمترین مقدار DB بهترین خوشه‌بندی طرح‌های سنگ‌شور انتخاب شد [۳۱].

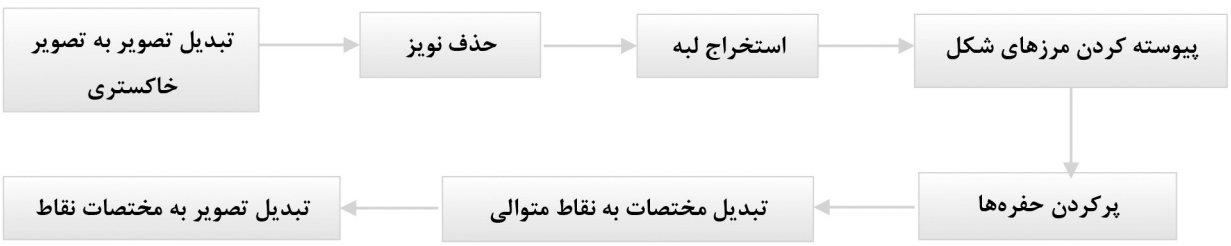
زارع نژاد و همکاران در سال ۱۳۹۱ با استفاده از الگوریتم K-means تعداد ۱۰۰ طرح مانتو را بر اساس اصول شباهت و نزدیکی آن‌ها گروه‌بندی کردند. طرح‌های مانتو جهت بررسی به یک کارشناس خبره نشان داده‌شده است و در چهار گروه اصلی تقسیم‌بندی شدند که شامل: مانتو مجلسی، رسمی، اسپرت، غیررسمی است. این دسته‌بندی برای کاربران در حالت عادی زمان‌بر و خسته‌کننده است و هزینه زیادی نیز صرف می‌شود، بنابراین با استفاده از الگوریتم کمکی مثل K-means سعی شد تا نرم‌افزار طراحی به‌صورت خودکار طرح‌ها را بر اساس میزان نزدیکی و شباهت آن‌ها دسته‌بندی نموده و به کاربر نشان دهد [۳۲].

الگوریتم K-means طرح‌های مانتو را به ۴ دسته تقسیم کرد. نتایج حاصل از الگوریتم K-means با نتایج حاصل از کارشناس خبره مقایسه شدند و ۸۰٪ نتایج دو روش باهم سازگاری داشتند [۳۲].

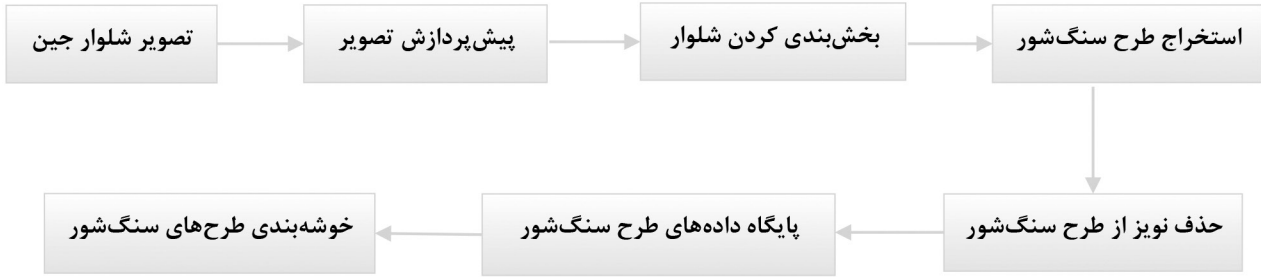
پرو مجازی لباس

اتاق پرو مجازی درواقع محصولی برای تعویض و مشاهده انواع لباس بدون نیاز به پوشیدن آنها است. با قرار گرفتن هر شی در مقابل آینه، دستگاه‌های تشخیصی در ابتدا انسان بودن آن را موردبررسی قرار می‌دهند. سپس ابعاد بدن فرد، توسط سنسورهای پیشرفته سه‌بعدی اسکن خواهد شد و نقشه سه‌بعدی بدن تهیه میشود. آنگاه اطلاعات به‌دست‌آمده توسط فرآیندهای پیچیده‌ای مورد تحلیل قرارگرفته و امکان قرارگیری مدل‌های سه‌بعدی لباس بر روی فرد، میسر خواهد شد. دستگاه‌های طراحی‌شده، به‌طور مداوم موقعیت فرد را ارزیابی میکنند و بدین ترتیب امکان جابه‌جایی در هر سه محور سه‌بعدی فراهم خواهد شد. نمایی از اتاق پرو مجازی در شکل ۱۱ نشان داده‌شده است [۳۳].

هوسویزنر و همکاران در سال ۲۰۱۱ روشی را پیشنهاد دادند که به کاربران امکان می‌دهد تا با استفاده از مجموعه‌ای از دوربین‌ها، لباس‌های قبلاً ثبت‌شده سه‌بعدی را به‌طور واقعی بپوشند. با استفاده از الگوریتم‌های مبتنی بر تصویر، می‌توان بازسازی سه‌بعدی مدل‌های پوشاک را موردبررسی قرارداد. در این روش پایگاه داده، ظاهر لباس ثبت‌شده را ذخیره می‌کند و



شکل ۹- نمودار خوشه‌بندی تصاویر پوشاک [۳۰].



شکل ۱۰- نمودار خوشه‌بندی طرح سنگ‌شور شلوار جین [۳۱].

می‌توان آن را برای دیگر کاربران مورداستفاده قرارداد. از رندر تصویر برای ارائه لباس، از زاویه دید دلخواه استفاده‌شـــده است. با استفاده از تصاویر واقعی لباس، به‌جای مدل‌های مجازی، ارائه تصویر واقع‌گرایانه را می‌توان به دست آورد. در این روش می‌توان انواع پوشاک را مورداستفاده قرارداد و حتی چندین قطعه پوشاک را ترکیب کرد. قابل‌ذکر است در این روش پردازشی نیز برای ردیابی بدن انسان لحاظ شده است [۳۳].

شیخ و همکاران در سال ۲۰۱۴ مطالعه‌ای بر روی اتاق پرو مجازی باهدف بهبود خرید الکتریکی انجام دادند. این کار تجربه خرید مشتریان برای پرو لباس و یا ترکیب و مطابقت با لوازم جانبی در فروشگاه را تسهیل می‌نماید. این سیستم‌عامل‌ها نه‌تنها ابزار تصمیم‌گیری قدرتمند برای خریدار آنلاین هستند، بلکه به عامل سرگرمی در خرید نیز کمک می‌کنند. گام‌های لازم در طراحی اتاق پرو مجازی در شکل ۱۲ نشان داده‌شده است [۳۴].

هسو و همکاران در سال ۲۰۱۵ پژوهشی بر روی طراحی و پرو تی‌شرت انجام دادند. رویکرد طراحی این سیســـتم شامل سه قسمت اصلی است. اول، اطلاعات مربوطه از دوربین جمع‌آوری و موقعیت لباس شناســـایی می‌گردد. دوم، داده‌های بازیابی شـــده را پـــردازش و رنگ لباس باوجود چین‌ها و سایه‌ها تغییر داده‌شده و در مرحله بعد، درحالی‌که کاربر به‌طور دلخواه حرکت می‌کند، تصاویر بر روی کاربر طراحی‌شـــده و تغییر شکل آن‌ها شبیه‌سازی می‌گردد [۳۵].

شکل ۱۱-اتاق پرومجازی [۳۳].

ترامان و همکاران در ســـال ۲۰۱۵ یک روش جدید Retexturing برای اتاق پرو مجازی با استفاده از دوربین کینکت ارائه نمودند. Retexturing فرآینـــد جایگزینی بافت در یک تصویر با یک بافت جدید اســـت. روش پیشـــنهادی شامل سه مرحله است: مرحله تقســـیم‌بندی: فردی که در تصویر قرار دارد، در فاصله ۲،۵ متر تا دوربین می‌ایســـتد. این بدان معنی است که امکان نادیده گرفتن تمام اشیائی که دورتر یا نزدیک‌تر هستند، وجـــود دارد. مرحله تغییر بافت: بازخوانی مختصات دامنه بافت برای هر پیکسل، در محدوده موردنظر محاسبه می‌گردد. مرحله سایه: تصویر بافت نمونه‌برداری شـــده و سایه روی اطلاعات رنگی اعمال می‌گردد تا تصویر واقعی‌تر به نظر برسد [۳۶].

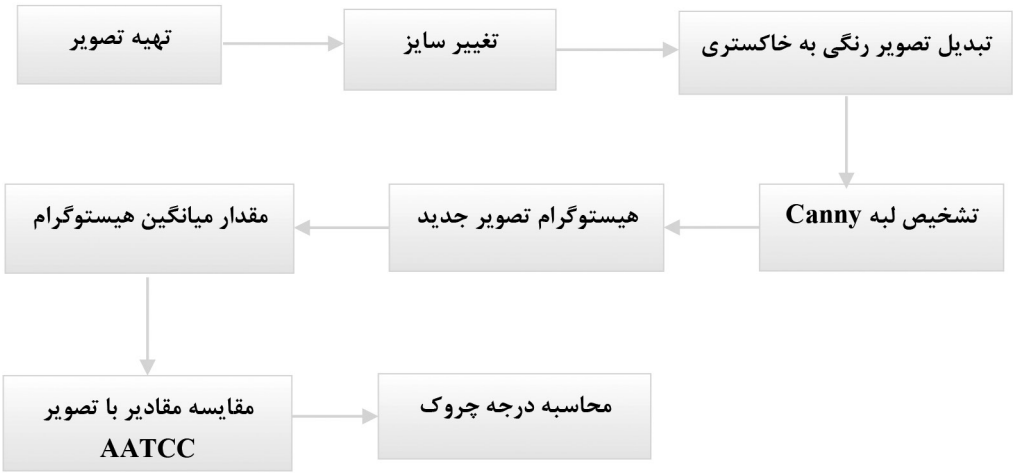
راج و همکاران در ســـال ۲۰۱۸ چارچوبی برای انتقال پوشـــاک بین دو تصویر از افراد با حالت و ژست بدنی دلخواه و لباس متفاوت بیان کردند. در این روش از شبکه عصبی استفاده شد. مراحل انتقال پوشاک به‌صورت: (۱) جدا کردن ویژگی‌های لباس از ژســـت و شکل بدن، (۲) سنتز واقعی بافت پوشاک روی بدن جدید است [۳۷].

تشخیص عیوب پوشاک

در صنعت نساجی، کنترل کیفیت در محصولات تولیدی موردنیاز است، به‌طوری‌که کنترل کیفیت مزیت رقابتی در صنعت نســـاجی است. این کار در طول سال‌ها با بازرسی بصری توسط کارکنان، مشاهده محصول، تجزیه‌وتحلیل آن، طبقه‌بندی آن و کشـــف نواقص آن انجام‌شده است. بااین‌وجود، ممکن است افراد به دلیل عوامل مختلف مانند، حواس‌پرتی و خستگی اپراتور و انجام یک کار تکراری، چندین اشتباه را نادیده بگیرند و این موضوع باعث خســـارت یا کاهش سود در هنگام فروش محصولات میشود. لازم است که روش‌هایی برای افزایش کارآیی این فرآیندها ارزیابی شود و بر استفاده از دستگاه‌های خودکار برای پیدا کردن جزئیات کوچک که مسئولین بازرسی قادر به مشاهده آنها نیستند، تمرکز شود [۳۸].

بِهرا و همکاران در سال ۲۰۰۸ برای بررسی رفتار چین‌وچروک پارچه‌ها تکنیک پردازش‌تصویر دیجیتال را ابداع کردند. نمونه‌های مختلف پارچه با استفاده از این روش ارزیابی‌شده و نتایج با استاندارد AATCC مقایسه می‌شـــوند. نتایج نشان می‌دهد روش ارائه‌شده همبستگی خوبی با روش معمول برای ارزیابی چین‌وچروک پارچه دارد. مراحل بررسی چروک در شکل ۱۳ نشان داده‌شده است [۳۸].

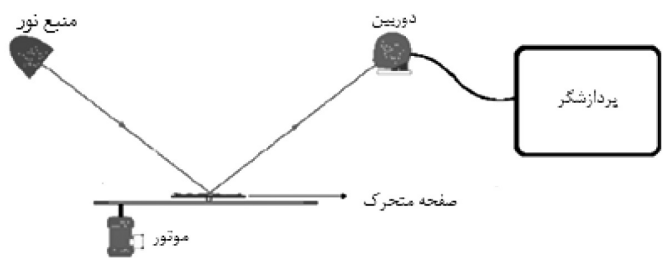
شکل ۱۲- نمودار طراحی اتاق پرو مجازی [۳۴].



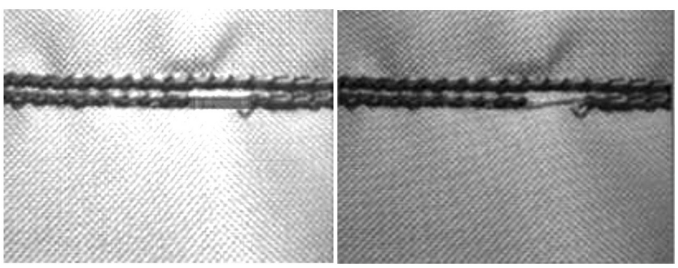
شکل۱۳- نمودار تشخیص چروک پارچه [۳۸].

بنجی در سال ۲۰۰۸ سامانه‌ای را طراحی نمود که برای مشکل ارزیابی کیس‌خوردگی دوخت استفاده شـــد که در آن ارزیابی ناهمواری سطح پارچه به‌وســـیله روش پردازش تصویر انجام شد. در این تحقیق ارزیابی دقیق کیس‌خوردگی بر پایه مورفولوژی تصویرحاصل شد. استفاده از این روش باعث صرفه اقتصادی و دقت بیشتر شده است [۳۹].

میرجلیلی و همکارش در سال ۲۰۱۰ از روش پروفیل نوری با استفاده از پردازش‌تصویر برای ارزیابی و تجزیه‌وتحلیل چین‌وچروک پارچه استفاده نمودند. تجهیزات مورداستفاده شامل یک کامپیوتر، منبع نور، دوربین CCD (مـــدل TM 9701) و یک صفحه متحـــرک برای حرکت نمونه پارچه در زیر منبع نور است که در شکل۱۴ نشان داده‌شده است. نمونه پارچه در یک اتاق تاریک قرار داده‌شـــده و یک تصویر از ســـطح پارچه گرفته‌شده است. قبل از اینکه نمونه پارچه چروکیده شود، مشخصات نور آن یک خط مستقیم است، اما وقتی‌که پارچه چروکیده شود، مشخصات نور آن از یک سری از خطوط منحنی تشکیل‌شده است، از تفاوت بین دو خط، برای تعیین درجه چروک استفاده‌شـــده اســـت [۴۰]. سان و

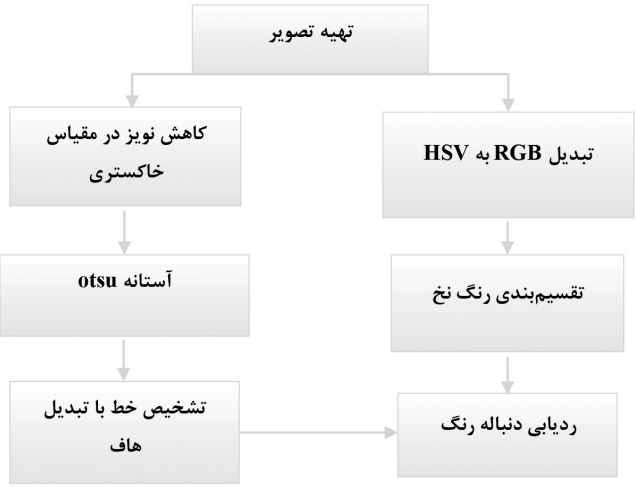


شکل۱۴- روش اندازه‌گیری چروک پارچه [۱۴].



(ب) (الف)

شکل۱۵- تشـــخیص بخیه معیوب با روش تبدیل هاف (الف): تصویر اصلی از درز (ب): تشخیص ناحیه معیوب [۴۲]



شکل۱۶- نمودار تشخیص عیب بخیه دوخت [۴۲].

همکاران در سال ۲۰۱۱ روش دیگری را ارائه دادند که با استفاده از ضرایب موجک اصلاح‌شده و ماشین بردار پشتیبانی بهینه‌شده مطالعاتی در زمینه طبقه‌بندی ظاهر چروک پارچه داشتند [۴۱].

براد و همکاران در سال ۲۰۱۴ الگوریتمی برای شناسایی خودکار نقص‌های موجود در طی مرحله دوخت کیسه هوا ارائه دادند. به‌منظور کنترل درز، از تبدیل هاف مطابق شکل ۱۵ بهره گرفته‌شده است و به‌این‌ترتیب، درز مورد ارزیابی قرارگرفته و آن قسمت که دوخت بر روی آن اجرا نشده است به‌عنوان ناحیه معیوب شناسایی می‌گردد. مراحل پردازش‌تصویر تشخیص عیب بخیه دوخت در شکل۱۶ ارائه‌شده است [۴۲].

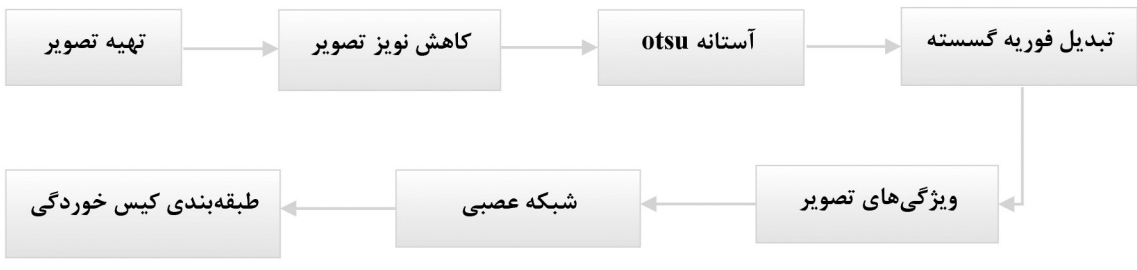
رالوکا و همکاران در سال ۲۰۱۴ پژوهشی باهدف ارزیابی کیس‌خوردگی درز انجام دادند. تحقیق ارائه‌شده یک روش خودکار برای ارزیابی و طبقه‌بندی نقص‌های کیس‌خوردگی است که در مرحله کنترل و بازرسی محصول تشخیص داده می‌شود. روش پردازش تصویر استفاده‌شده مراحل مختلفی را شامل می‌گردد که در شکل ۱۷ نشان داده‌شده است [۴۳].

شریف و همکاران در سال ۲۰۱۸ از شبکه عصبی برای تشخیص عیوب پوشاک استفاده کردند. نمودار مراحل تشخیص عیب در شکل ۱۸ نشان داده‌شده است [۴۴].

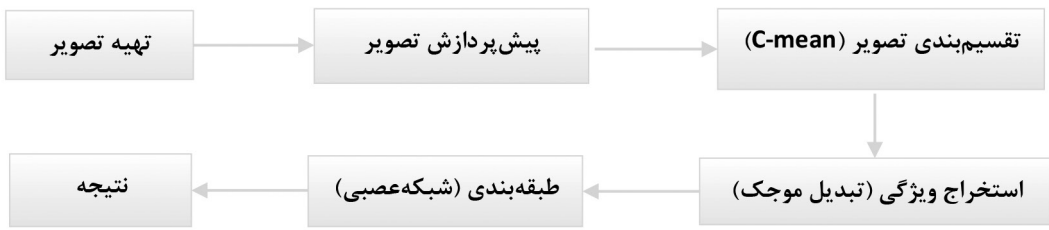
باغشاهی و همکاران در سال ۱۳۹۳ راهکاری برای ارزیابی کیس‌خوردگی پارچه‌های ساتن ارائه کردند، که بر پایه پردازش‌تصویر است. در این تحقیق برای ارزیابی کیس‌خوردگی و طبقه‌بندی آن از روش بررسی مورفولوژی فراکتال استفاده‌شده است. بدین‌صورت که پس از جمع‌آوری نمونه‌ها و عکس‌برداری، عملیات فیلتراسیون گسترش و فرسایش با استفاده از عضو ساختاری مسطح لوزی شکل با اندازه‌های متفاوت انجام‌شده است [۴۵].

با توجه به اینکه تفاضل یک تصویر فرسایش یافته از نسخه‌ی گسترش‌یافته‌ی آن منجر به تولیدگرادیان مورفولوژیکی می‌شود، درنتیجه پس از فیلتراسیون از ترکیب فیلترهای گسترش و فرسایش سطح کیس خورده، درواقع تغییرات محلی سطوح خاکستری در تصویر اندازه‌گیری می‌شود که به عبارتی این تغییرات تعداد عنصر ساختاری منطبق شده بر تصویر نهایی را نشان می‌دهد، سپس نمودار فراکتال این اثر که لگاریتم سطح تصویر برحسب لگاریتم اندازه‌ی عنصر ساختاری است، رسم می‌شود. شیب این نمودار مساحت قسمت کیس‌خورده را ارائه می‌دهد و درنهایت با استفاده از مدل آماری بیز طبقه‌بندی صورت گرفته و درجات کیس خوردگی‌ها مشخص می‌شود [۴۵].

عباسی و همکاران در سال ۱۳۹۴ مروری بر پژوهش‌های انجام‌شده



شکل۱۷- نمودار تشخیص کیس خوردگی درز [۴۳].



شکل۱۸- نمودار تشخیص عیوب پوشاک [۴۴].

در زمینه کاسه‌ای شدن پارچه‌ها انجام دادند. در پژوهش‌های مرور شده، مشاهده شد که مدل‌سازی با شبکه عصبی و فازی به دلیل دقت بیشتر این روش‌ها نسبت به سایر روش‌های مدل‌سازی و پیچیده بودن پارامترهای بررسی‌شده در مسئله کاسه‌ای شدن، برای پیش‌بینی رفتار کاسه‌ای شدن پارچه کارآمدتر از سایر روش‌ها است [۴۶].

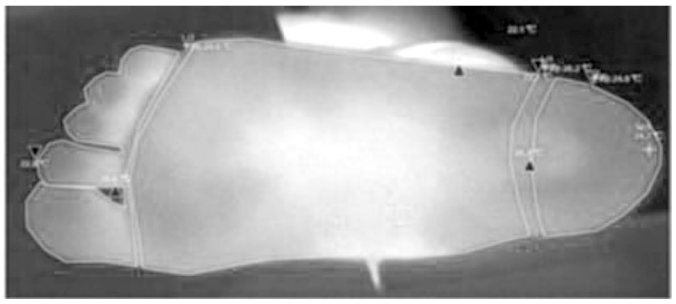
زنگی و همکاران در سال ۱۳۹۷، از سیستم دوربین سه‌بعدی (کینکت) جهت عکس‌برداری از پارچه‌های چروک استفاده کردند. عکس‌های سه‌بعدی، دارای شاخص‌های عمق و ارتفاع برای چروک در پارچه می‌باشند. برنامه‌ای جهت پردازش‌تصویر در محیط متلب نوشته شد تا اثر هر یک از پارامترهای جنس نخ پود، تراکم پود و طرح بافت بررسی شود. ۲۷ نوع پارچه‌ی پنبه‌ای، پلی‌استری و ویسکوز پلی‌استری با نوع بافت‌های مختلف و از هر جنس ۳ نمونه مطابق استاندارد AATCC 128 برش و چروک داده‌شده، سپس نتایج به‌دست‌آمده از پردازش‌تصویری، پس از کالیبراسیون، با مدل‌های سه‌بعدی بصری ارائه‌شده در استاندارد (رپلیکا) مقایسه گردید. درنهایت، نتایج با کمک تحلیل آماری به این صورت گزارش شد که جنس نخ پود تأثیر ناچیزی بر میزان چروک دارد؛ درحالی‌که هر چه تراکم بیشتر شود، میزان چروک کم‌تر می‌شود و هرچه طرح بافت فشرده‌تر باشد، میزان چروک بیشتر خواهد بود [۴۷].

بررسی راحتی حرارتی پوشاک

اجسام مختلف از خود انرژی حرارتی ساطع میکنند و جهت مشاهده تصویرگرمای ساطع شده، از دوربین حرارتی (شکل۱۹) استفاده میشود و امواج مادون قرمز را که با چشم غیرمسلح قابل‌مشاهده نیست و فقط شدت آن بالا باشد را دریافت و دما را شناسایی کرده و به یک تصویر قابل‌دیدن تبدیل میکند. هر چه یک شی داغ‌تر باشد، اشعه‌ی مادون‌قرمز ساطع‌شده از آن نیز بیشتر است.

در واقع این قابلیت فراهم می‌شود که مقدار گرما به‌وسیله یک تصویر خوانده شود. هر پیکسل در تصویر، در حقیقت به معنای یک مقیاس سنجش دما میباشد. تصاویر ایجاد شده در اصل تصاویری خاکستری هستند که با کمک پردازشگر داخل دوربین به تصویر رنگی تبدیل می‌شوند [۴۸].

شکل۱۹- دوربین حرارتی [۴۸].



شکل۲۰- تصویر حرارتی جوراب پنبه‌ای، هر چه تصویر روشن‌تر باشد، درجه حرارت بالاتر است [۴۸].

بوجی و همکاران در سال ۲۰۱۵ به بررسی ویژگی راحتی حرارتی و رطوبتی جوراب بر اساس تکنولوژی تصویربرداری حرارتی مادون‌قرمز پرداختند. بر اساس دستگاه تصویربرداری حرارتی مادون‌قرمز، توزیع دما از سطح پا پس از استراحت از دویدن با سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت با پوشیدن جورابی از الیاف مختلف پنبه/ مخلوط پنبه، پلی‌استر/ بامبو اندازه‌گیری شد؛ و احساس راحتی گرمایی و رطوبتی پاها با جوراب از الیاف مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت [۴۸].

لی و همکاران در سال ۲۰۱۶ یک الگوریتم جدید برای تخمین عایق لباس با استفاده از یک دوربین مادون‌قرمز ارائه دادند. الگوریتم پیشنهادشده می‌تواند میزان عایق بودن لباس را در لحظه از رابطه دمای پوست و دمای لباس که توسط دوربین به‌طور مستقیم قابل‌اندازه‌گیری است، تخمین بزند. به‌منظور بررسی الگوریتم پیشنهادی، سه مجموعه لباس فصلی تابستانه، بهاره / پاییزه و زمستانه، انتخاب شد. آزمایش‌ها در وضعیت نشسته و استراحت در اتاق تحت زمان ۳۰ دقیقه در شرایط محیطی انجام شد. فرض شده است که تفاوت میزان عایق بودن لباس ناشی از اثر لایه هوا بین لباس است. نتایج تجربی نشان می‌دهد که با افزایش ضخامت لایه هوا، میزان عایق بودن لباس بیشتر است [۴۹].

نتیجه‌گیری

این مطالعه با موضوع بررسی و مروری بر کاربرد بینایی ماشین در صنعت پوشاک مطرح شده است. امروزه، بینایی ماشین در علوم و فناوری‌های مختلف کاربرد دارد و صنایع نساجی از آن دسته صنایعی است که موردتوجه و علاقه‌ی زیاد سرمایه‌گذاران قرار دارد. در سال‌های اخیر با توجه به ضروری بودن دقت و سرعت به‌منظور حفظ استمرار تولید و افزایش بازدهی، استفاده از روش‌های کامپیوتری ازجمله بینایی ماشین به‌عنوان جایگزینی برای روش‌های دستی رواج یافته است. اگرچه تحقیقات مرور شده در این مقاله به‌خوبی استفاده از بینایی ماشین با ویژگی‌های منحصربه‌فردی نظیر دقت بالا و صرفه‌جویی در هزینه‌ها را برای بسیاری از کاربردها نشان می‌دهد، اما همچنان برخی موارد مانند اندازه‌گیری بدن بدون نیاز به برهنه شدن فرد، دیجیتالی کردن الگوی کاغذی و مطالعه راحتی پوشاک در ابعاد مختلف با استفاده از دوربین حرارتی نیازمند تحقیق و مطالعه بیشتر است.

مراجع

۱. فصاحت ف، کاربرد پردازش تصویر در ارزیابی مواد نساجی و استخراج پارامترهای پارچه، سمینار کارشناسی ارشد، دانشگاه یزد، (۱۳۹۲)

2. Callis.C, Appearance programs with female chronic psychiatric hospital patients: A comparison of six-week and nine-week treatment interventions. Journal of rehabilitation, Vol.48, No.4, pp. 34, (1982)

3. W.James.The Principles of Psychology, Holt, Rinehart and Winston, New york, uSA, (1890)

4. Kirtan B. Patel. M. B, Zalte. S. R, Panchal, A Review: Machine vision and its Applications, IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering, Vol. 7, Issue 5, pp. 72-77, (2013)

5. Apuzzo. N, 3D body scanning technology for fashion and apparel industry, International Society for Optics and Photonics, In Videometrics ix, Vol. 6491, pp. 64910, (2007)

6. Roknabadi. A. D, Latifi. M, Saharkhiz. S, & Aboltakhty. H, Human body measurement system in clothing using image processing, World Applied Sciences Journal, Vol.19, No.1, pp.112-119, (2012)

7. Sikaroudi. A. M. E, Ghaffari. S, Yousefi. A, & Naeini. H. S, Foot anthropometry device and single object image thresholding, An International Journal (SIPIJ), Vol.8, No.3, pp.1-12, (2017)

8. Capelassi. C. H, Carvalho. M. A, El Kattel. C, & Xu, B. Sizing for the apparel industry using statistical analysis–a Brazilian case study. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 254, No.17, pp. 17-20, (2017)

۹. دهقان ن، پیوندی پ، استفاده از پردازش تصویر به‌منظور اندازه‌گیری ابعاد دست جهت منسوجات دست پوش، دهمین کنفرانس مهندسی نساجی ایران، (۱۳۹۵)

10. Gemini Photo Digitizer, www.geminicad.com, (2010)

11. Lim.H, Automatic Pattern Generation Process for Made-to-Measure, Journal of Textile and Apparel, Technology and Management, Vol 7, No.4, pp.1-11, (2012)

12. Wang. P, Zhang. M. M, Xin. J. H, Pan. Z. G. & Shen, H. L, An image-based texture mapping technique for apparel products exhibition and interior design. Displays, Vol. 24, No.4, pp.179-186, (2003)

13. Chen H., Xu Z.J., Liu Z.Q., and Zhu S.C., Composite templates for cloth modeling and sketching, Proceedings of the IEEE Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 943-950, (2006)

14. Zhou. B, Chen. X, Fu. Q, Guo. K, & Tan. P, Garment modeling from a single image. In Computer graphics forum Vol. 32, No.7, pp. 85-91, (2013)

15. Chen. X, Zhou. B, Lu. F, Wang. L, Bi. L, & Tan. P, Garment modeling with a depth camera,ACM Transactions on Graphics (TOG), Vol.34, No.6, pp. 203-211, (2015)

۱۶. زینلپور م، پیوندی پ، ایزدان ح، مروری بر روش‌های تولید، ارزیابی و تشخیص الگوی استتاری، مجله علوم و فناوری نساجی و پوشاک، (۱۳۹۶)

۱۷. زارعزاده ط، پیوندی پ، کاهش خستگی کاربر در طراحی سه‌بعدی لباس با استفاده از الگوریتم ژنتیک محاورهای و خوشه‌بندی فازی، یازدهمین کنفرانس ملی نساجی ایران، (۱۳۹۷)

18. Borràs A., Tous F., Lladós J., and Vanrell M., High-level clothes description based on colour- texture and structural features, 1st ed, Iberian Conference on Pattern Recognition and Image Analysis, (2003)

19. Hu H.Y. and Lin X., Clothing segmentation using foreground and background estimation based on the constrained delaunay triangulation, Pattern Recogn, Vol.41, pp.158-159, (2008)

20. Tseng C.H., Hung S.S., Tsay J.J., and Tsaih D., An efficient garment visual search based on shape context, WSEAS transactions on Computers, pp.119-124, (2009)

21. Yang. M, Yu. K, Real-time clothing recognition in surveillance videos, 2011 18th IEEE International Conference In Image Processing (ICIP), (2011)

22. Gallagher A.C, Chen T., Clothing cosegmentation for recognizing people, Proceedings of CVPR, IEEE Computer Society, pp.1-8, (2008)

23. Tsay J.J., Lin C.H., Tseng C.H., and Chang K.C., On visual clothing search, Proceedings of the International Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence, IEEE Computer Society, pp.206-211, (2011)

24. Tsay.J, Lin. C.H., Lai T.Y., Visual clothing search by shape and style, Inform. technol. J, (2013)

25. Manfredi. M.C, Grana.S, Calderara.R, A complete system for garment segmentation and color classification, Machine Vision and Applications, Vol.25, pp.955-969, (2014)

26. Lao. B, Jagadeesh. K, Convolutional neural networks for fashion classification and object detection, (2015)

27. Zhang, Y. Liu, X. Shi, Y. Guo, Y. Xu, C. Zhang, E, & Fang, Z, Fashion Evaluation Method for Clothing Recommendation Based on Weak Appearance Feature. Scientific Programming, (2017)

(2008)
40. Mirjalili. S. A, & Ekhtiyari. E, Wrinkle assessment of fabric using image processing, Fibres & Textiles in Eastern Europe, Vol.18, No.5, pp.82-85, (2010)
41. Sun.M, Yao.B. Xu .B. Fabric wrinkle characterization and classification using modified wavelet coefficients and support-vector-machine classifiers, Textile Research Journal, Vol.81, pp.902–913, (2011)
42. Brad. R, Barac. L, & Brad. R, Defect Detection Techniques for Airbag Production Sewing Stages, Journal of Textiles, (2014)
43. Raluca. B. R. A. D, Eugen. H. Ă. L. O. I. U, & Remus, B. R. A. D, seam puckering evaluation method for sewing process, Annals of the University of Oradea. Fascicle of Textiles, Vol.15, No.3, pp23-28, (2014)
44. Sheriff.M, neural network based clothes manufacturing defect detection, International Journal of Pure and Applied Mathematics, Vol.118, No.20, pp.335-341 (2018)
۴۵.باغشاهی ن، پیوندی پ، ارزیابی کیس خوردگی دوخت بر روی پارچه با استفاده از پردازش مورفولوژیکی تصویر، نهمین کنفرانس مهندسی نساجی ایران، (۱۳۹۳)
۴۶.عباســـی ز، پیوندی پ، نمیرانیان س، مروری بر رفتار کاسه‌ای شدن منسوجات بر اساس پارامترهای ساختاری پارچه، مجله علوم و فناوری نساجی، صفحه ۱۷-۹، (۱۳۹۴)
۴۷.زنگی ف، روزی‌طلب ن، پیوندی پ، ودود م، ارزیابی چروک با استفاده از دســـتگاه عمق سنج، یازدهمین کنفرانس ملی مهندسی نساجی، (۱۳۹۷)
48. Baozhu.k, Binqing.w, Study on the Thermal-wet Comfort Property of Socks Based on Infrared Thermal Imaging Technology, International Journal of Business and Social Science, Vol. 6, No. 9(1), pp.106-111, (2015)
49. Lee. J. H, Kim. Y. K, Kim, K. S, & Kim, S Estimating clothing thermal insulation using an infrared camera, Sensors, Vol. 16, No.3, pp.341-355, (2016)

۲۸.پورذاکرس، مفاهیم هوش مصنوعی و شبکه های عصبی مصنوعی و ژنتیک الگوریتم، انتشارات ندای سبزشمال، چاپ اول، (۱۳۸۵)
29. Schindler. A. Lidy. T, Karner. S, & Hecker. M, Fashion and Apparel Classification using Convolutional Neural Networks. arXiv preprint arXiv, (2018)
۳۰.زارع نژاد ز، پیوندی پ، خوشـــه‌بندی تصاویر پوشـــاک با استفاده از پردازش تصویر و الگوریتم k-means، مجله علوم و فناوری نساجی، صفحه ۱۰-۳، (۱۳۹۱)
۳۱.مزدک ز، پیوندی پ، اســـتفاده از روش خوشه‌بندی k-means در استخراج و طبقه‌بندی طرح سنگشورپوشاک جین، اولین کنفرانس بازشناسی الگو و تحلیل تصویر ایران، (۱۳۹۱)
۳۲.زارع نژاد ز، پیوندی پ، استفاده از الگوریتم k-means در دسته‌بندی طرح لباس (مطالعه موردی چادر)، ششمین کنفرانس داده‌کاوی ایران، (۱۳۹۱)
33. Hauswiesner. S, Straka. M, & Reitmayr. G, Image-based clothes transfer, (2011)
34. Shaikh. A. A, Shinde. P. S, Singh. S. R, Chandra. S, & Khan. R. A, A review on virtual dressing room for e-shopping using augmented reality, Int. J. Soft Comput. Eng. (IJSCE), Vol.4, No.5, pp.98-102, (2014)
35. Hsu, C. Y, Yen. C. H, Ma. W. C, & Chien. S. Y, TDTOS–T-shirt Design and Try-On System
36. Traumann. A, Anbarjafari. G, & Escalera.S, A new retexturing method for virtual fitting room using kinect 2 camera, In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition workshops, pp. 75-79, (2015)
37. Raj, A. Sangkloy, P. Chang, H. Hays, J. Ceylan, D. & Lu, J, SwapNet: Image Based Garment Transfer. In European Conference on Computer Vision, pp. 679-695, (2018)
38. Behera. B. K, & Mishra. R, Measurement of fabric wrinkle using digital image processing, indian journal of fabric & textile research, Vol.33, pp.30-36, (2008)
39. Binjie.x, Baciu. G, Hu. J, Image-Based Evaluation of Seam Puckering Appearance, Journal of Electronic Imaging,

Journal of
Apparel and Textile Science
and Technology

Renewed Period of Publication,
No. 8, Winter 2018,
Issue No. 24, 39-50
ISSN: 2151-7162

A Review for Application of machine vision in Apparel industry

Malihe dehghan[1], Morteza vadood[1,2*], Pedram payvandy[1,2], Mehdi Rezaeian[2,3]

1. Department of Textile Engineering, Enginering Integrated, Yazd University, Yazd, Iran, P.O. Box: 89195-741
2. Head of Machin Vision in Textile & Apparel Industtry Center of Excellence, Yazd University, Yazd, Iran, P.O. Box:89195-741
3. Department of Electrical and Computer Engineering, Enginering Integrated, Yazd University, Yazd, Iran, P.O. Box: 89195-741

Abstract

In recent years, by developing science and technology and creating competitive markets in the apparel industry, the necessity of quality control, the quantitative and qualitative parameters measurement and the prediction of the final product properties have been found to be of great importance. Today, factories are looking for machine vision and image processing algorithms to create the final products virtually for pre-evaluation. These methods can use an inexpensive computer and a camera to visualize the final product very accurately and in a short time. In this study, the machine vision-based researches in the apparel industry were reviewed. This includes measuring the human body and preparing proper body size, converting the paper pattern into a correctable and sizable digital pattern, designing and classifying the fashion and apparel, the virtual digital clothing and fitting room, determining the clothing defects, using a thermal camera for estimating clothing insulation and comfort.

Keywords

Image processing,
Body measurement,
Pattern digitization,
Fashion design,
Comfort clothing

(*) Address Correspondence to M. vadood, Email: mortezavadood@yazd.ac.ir