

خوشه‌بندی تصاویر پوشاک با استفاده از پردازش تصویر و

K-means الگوریتم

Garment Images Clustering Based on Image Processing Techniques and K-Means Algorithm

زهرة زارع‌نژاد، پدرام پیوندی*

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

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۸/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۳/۲۳

چکیده

امروزه صنعت پوشاک و مد صنعتی جهانی است و اکثر کشورها روی این صنعت سرمایه‌گذاری می‌کنند. در سال‌های اخیر با گسترش تجارت الکترونیک و با توجه به مزیت‌های آن مثل قابل استفاده بودن کالاها با هزینه کمتر، انتخاب گسترده‌تر و صرفه‌جویی در زمان، انبوه مردم مایحتاج خود را از وب‌گاه‌ها و فروشگاه‌های اینترنتی به جای مغازه‌ها تهیه می‌کنند. این موضوع، نیاز به سامانه‌ای را ایجاد کرده که بتواند پوشاک را شناسایی و تصاویر پوشاک را به عنوان شیء نرم‌بازیایی کرده و آنها را دسته‌بندی کند، تا جست‌وجوی مردم در بازه محدودتری انجام شود. هر چند برای چشم انسان شناسایی سبک و مدل پوشاک آسان است، اما شناسایی آن به‌طور خودکار برای برنامه‌های رایانه‌ای مسئله کم‌اهمیتی نیست. در این مقاله، سامانه‌ای برای بازیابی تصویر بر مبنای توصیف آن ارائه شده است که با استفاده از پردازش تصویر و روش خوشه‌بندی K-means پوشاک را خوشه‌بندی و انواع مختلف پوشاک را بر اساس مقدار شباهت آنها از هم جدا کرده است. نتایج نشان می‌دهد، این سامانه از کارایی و دقت زیاد، ۶۷ درصد، برخوردار است و می‌تواند در خوشه‌بندی انواع مختلف پوشاک مفید واقع شود.

مقدمه

صنعت پوشاک به عنوان یکی از مهم‌ترین صنایع در جوامع امروزی شناخته شده است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد، پوشاک تا حد زیادی در ایجاد اعتماد به‌نفس و اعتبار شخصیتی افراد مؤثر است [۱، ۲]. افراد، پوشاک را به عنوان ابزاری برای تأیید خود یا نمایش موقعیت اجتماعی خود به کار می‌برند. در حال حاضر با توجه به اهمیت پوشاک و افزایش خریدهای اینترنتی نیاز به سامانه‌های کمک‌طراحی پوشاک بیشتر شده است.

به‌تازگی کاربرد فناوری رایانه در زمینه نساجی به‌طور گسترده در حال توسعه است و استفاده از رایانه نه فقط در زمینه سخت‌افزاری بلکه در کاربردهای نرم‌افزاری به مقدار زیادی ارتقا یافته است، البته بیشتر این کاربردها

در صنعت نساجی روی فرایندهای تولید و بهبود کیفیت متمرکز شده‌اند [۳]. سامانه‌های تشخیص عیوب خودکار در فرایندهای کنترل کیفیت در راستای افزایش کیفیت محصول به عنصری اساسی تبدیل شده است. همچنین، استفاده از نرم‌افزارهای کمک‌طراحی در زمینه پوشاک و به‌ویژه طراحی لباس توجه زیادی را به خود جلب کرده است. اولین سامانه کمک‌طراحی بر اساس نظریه تکامل بود که می‌توانست توسط افراد غیر حرفه‌ای استفاده شود. سپس، سامانه کمک‌طراحی مد بر اساس الگوریتم ژنتیک را Kim و همکاران [۴] ارائه دادند. آنها سامانه کمک‌طراحی مد را بر اساس کدگذاری مدل لباس پیشنهاد دادند که لباس را به سه بخش بالاتنه، یقه و آستین تبدیل می‌کرد. Sano و همکاران [۵] سامانه کمک‌طراحی سه‌بعدی

کلمات کلیدی

خوشه‌بندی تصاویر پوشاک، پردازش تصویر، شباهت، الگوریتم K-means

* مسئول مکاتبات، پیام‌نگار: peivandi@yazd.ac.ir

- در سامانه‌های کمک‌طراحی پوشاک به عنوان ابزاری برای تعیین تصاویر پوشاک مشابه برای ارزیابی طرح‌های پوشاک [۱۷].
- بررسی بانک اطلاعات داده نظیر اینترنت و ارزیابی تصاویر پوشاک موجود در آن و شناسایی روند مد با استفاده از دسته‌بندی تصاویر پوشاک [۱۸].
- در سامانه‌های ست کردن لباس به عنوان ابزاری برای جست‌وجو کردن پوشاک مشابه و جایگزینی پوشاک [۱۹] و
- در موتورهای جست‌وجوی تصاویر برای پیدا کردن تصاویر مشابه با تصاویر درخواستی کاربر [۱۴].

بازیابی تصویر

مسئله مهم در دسته‌بندی پوشاک چگونگی بازیابی تصویر است. در گذشته توصیف پوشاک بر اساس متن بوده است. اما، این روش برای بازیابی پوشاک مفید نیست. زیرا، ویژگی‌های متن چندان دقیق نیستند و بین کاربر و شناخت و پیش‌بینی کاربر عدم تطابق، ایجاد می‌شود. بازیابی پوشاک از پایگاه داده، مبتنی بر بازیابی بر اساس دسته‌بندی‌های شکل مسطح و مدل هاست.

فرایند شناسایی پوشاک دارای مشکلاتی مانند موارد زیر است:

- ماهیت اجتماعی تعریف مسئله،
- تأخیر الگوریتم‌ها در پاسخ‌دادن و
- پیچیدگی مشکلات ظاهری که در شناسایی پوشاک رخ می‌دهد.

به عنوان مثال، تغییرات داخلی زیاد و تغییر شکل پوشاک مشکلات ماهیت اجتماعی اهمیت این مسئله را مشخص می‌کند که چگونه انسان‌ها معنی اجتماعی پوشاک را درک می‌کنند و چگونه آن را به ماشین آموزش می‌دهند؟

به علت اینکه پوشاک الزاماً شیء نرم است و قابلیت خم شدن، تابیدن و تغییر شکل دارد، الگوریتم‌های انعطاف‌ناپذیر در به‌دست آوردن تصاویر لباس ناتوان هستند. همچنین، تغییر شکل تولیدشده ممکن است، تحت تأثیر نور، روی لباس‌ها سایه‌های مختلفی ایجاد کند یا سطح، شامل انواع مختلفی از طرح بافت و قطعات تزئینی باشد که همه اینها در تجزیه و تحلیل تصویر اثر بسزایی دارد. در این موارد اجزای کلیدی، سامانه دسته‌بندی پوشاک و الگوریتم‌های سنجش شباهت پوشاک هستند. مشکل دیگری که در برنامه‌های رایانه‌ای وجود دارد این است که برای تعیین تصویر لباس چه ویژگی‌هایی باید شناخته شوند و افراد به چه ویژگی‌هایی بیشتر توجه دارند؟ مثلاً آیا تعیین فاصله صحیح بین دکمه‌های لباس در دید افراد مهم است، یا خیر؟ پس از بررسی ویژگی‌های بخش‌های لباس، چگونه معین شود که کدام تصاویر ذخیره‌شده مشابه هستند؟ آیا پیراهن آبی به پیراهن سبز شبیه است یا به تی‌شرت آبی شباهت دارد؟ شکل پوشاک طبق طبقه آن‌ها و سبک اجزا معین می‌شود (مثل خط گردن، آستین، طرح‌های داخلی و سر آستین).

سه چالش مهم در نشان دادن پوشاک وجود دارد که شامل موارد زیر است:

- تغییر شکل‌های هندسی: پوشاک شکل ثابتی ندارد و بسیار تغییرپذیر است.
- تغییرپذیری نورسنجی: انواع رنگ‌ها، آثار سایه‌زدن و بافت‌ها

پیشنهاد دادند که شامل اندازه‌گیری قالب بدن مشتری و شبیه‌سازی لباس است. این سامانه می‌توانست لباس‌های یوکاتای ژاپنی را شبیه‌سازی کند. در موارد بسیاری مدل‌های پوشاک با نمونه‌هایی که از پیش آموزش داده شده‌اند، مقایسه و اطلاعات آن‌ها از تصاویر استخراج می‌شود. برای مثال Sprague و همکاران [۶] یک مدل پیراهن زنانه و یک مدل پیراهن مردانه را به ترتیب به الگوریتم آموزش دادند. سپس با تطبیق دادن مدل‌ها با نمونه‌های آموزش داده‌شده و جداسازی شده، آن‌ها را شناسایی کردند. بخش‌بندی تصویر مسئله‌ای مهم در برنامه‌های رایانه‌ای است که پژوهش‌های زیادی طی دهه گذشته روی آن انجام شده است [۷].
Chang و همکاران [۸] الگوریتمی را برای جداسازی تصاویر پوشاک با به‌کارگیری رنگ و بافت در یک سامانه کمک‌طراحی با استفاده از رایانه پیشنهاد دادند. Borràs و همکاران [۹] سامانه بازیابی پوشاک را بر اساس رنگ، بافت و ترکیب ساختاری پوشاک پیشنهاد دادند. این الگوریتم دقت کافی نداشت. هر چند بهبودهای زیادی در جداسازی پیش‌زمینه (لباس) و پس‌زمینه (غیر لباس) انجام شده است، اما هنوز نیاز به پژوهش بیشتری برای جداسازی اجزای منحصر به فرد پوشاک وجود دارد.

Chen و همکاران [۱۰] روشی را برای آموزش تعدادی از اجزای پوشاک (مثل یقه و شانه) ایجاد کرده و ترکیب‌های مختلفی برای انواع شکل‌بندی‌های پوشاک تولید کردند. در این روش مدل‌های بیشتری می‌توان به کار برد، اما این روش نیاز به پس‌زمینه و پوشاک ساده دارد و از نظر تنوع در مدل‌های پوشاک دارای محدودیت است. Lin و همکاران [۱۱] سامانه دسته‌بندی لباس را با استفاده از الگوریتم ژنتیک ارائه دادند. در این سامانه، پوشاک مختلف بر اساس نوع و رنگ آن‌ها کدگذاری و در پایگاه داده ذخیره شدند و مقدار شباهت آن‌ها با یکدیگر بررسی شده و دسته‌بندی شدند. Gallagher و همکاران [۱۲] توانستند پوشاک را با استفاده از شناساگرهای پوست متمایز و شناسایی کنند. همچنین، Hu و همکاران [۱۳] سامانه‌ای را برای جداسازی پوشاک از بالاتنه با استفاده از پردازش تصویر ارائه دادند. Tseng و همکاران [۱۴] از بینایی رایانه‌ای برای شناخت طبقات و ویژگی‌های پوشاک در انواع کاربردها از جمله شناخت سلیقه مشتری و پیشنهاد لباس‌های مشابه استفاده کرده‌اند. در این سامانه از روش‌های پردازش تصویر استفاده شده است.

Tsay و همکاران [۱۵] یک سامانه بازیابی بصری را بر اساس تصویر پوشاک توسعه دادند که ویژگی‌های تصاویر را استخراج می‌کند و با استفاده از فنون پردازش تصویر با جست‌وجوی طرح بافت، مدل یقه و رنگ پوشاک تصاویر مشابه با تصویر مورد جست‌وجو را می‌یابد. همچنین، Tsay و همکاران [۱۶] سامانه جست‌وجوی بصری پوشاک را با به‌کارگیری طرح و مدل پوشاک پیشنهاد داده‌اند، این سامانه پس از استخراج ویژگی‌ها و به‌کارگیری روش‌های بازیابی تصویر، بر اساس طرح و مدل پوشاک تصاویر مشابه با پوشاک مدنظر فرد را پیدا می‌کند.

هدف از این پژوهش، طرح‌ریزی سامانه بازیابی تصویر بر مبنای توصیف تصویر است که بر اساس آن بتوان پوشاک را دسته‌بندی کرد و انواع مختلف پوشاک را بر اساس مقدار شباهت آن‌ها از هم جدا کرد که در موارد زیر می‌تواند کاربرد داشته باشد:

در نهایت تصمیم‌گیری صحیح است. هدف از پردازش تصویر استخراج ویژگی‌های مورد نیاز برای رسیدن به اهداف از پیش تعیین شده است. ابتدا آماده‌سازی تصویر روی تصاویر پوشاک انجام می‌شود که در نتیجه آن آثار بافت، چین و چروک، سایه‌زدن و طرح‌های داخلی تا حدی برطرف می‌شود. باید توجه داشت که این فرایند عوارض جانبی مثل از دست‌دادن اطلاعات حاشیه دوخته‌شده و خطوط کوک را در بردارد. گام بعدی تبدیل ماتریس تصاویر به بردار تصاویر است که فقط حاوی خطوط دور تا دور شکل و عاری از هر گونه جزئیات است.

در فرایند آماده‌سازی ابتدا تصاویر به تصاویر سطح خاکستری تبدیل می‌شود. تصاویر رنگی را می‌توان به تصاویر سطح خاکستری تبدیل کرد. در صورت پیچیده‌نبودن تصویر، با تبدیل آن به تصویر سطح خاکستری منحنی‌های حاصل در پردازش بسیار مفید واقع می‌شود. شکل ۲ نمودار مراحل آماده‌سازی تصویر را نشان می‌دهد.

گام اول در پیش‌پردازش، پس از تبدیل تصاویر به تصاویر سطح خاکستری، حذف نویزهاست. این عمل، تصاویر حاصل را که در اطراف مرزها نویز دارند، بازسازی می‌کند که طی آن پیکسل‌ها و مناطق کوچک ایزوله و منفرد حذف می‌شوند. یکی از نویزهای معروف نویز فلغل-نمکی است. در این طرح با اعمال فیلتر میانه این نوع نویزها حذف شد.

مرحله بعدی تشخیص تصویر اصلی از پس‌زمینه و استخراج لبه‌های تصویر است. آشکارسازی لبه یکی از مفاهیم مهم پردازش تصویر بوده و هدف آن نشان‌گذاری نقاطی از یک تصویر است که در آن‌ها شدت روشنایی به تندی تغییر می‌کند. نظریه پایه در بیشتر روش‌های استخراج لبه محاسبه یک عملگر مشتق محلی است، تغییرات تند در ویژگی‌های تصویر معمولاً نماینده رویدادهای مهم و تغییر ویژگی‌های محیط است. آشکارسازی لبه معمولاً برای تشخیص لبه‌های یک شیء از بین چند شیء دیگر استفاده می‌شود. تغییرات فیزیکی به شکل تغییر رنگ و تغییر شدت روشنایی به شکل لبه در تصویر نمایان می‌شود. در محیط با مقادیر پیوسته، مشتق، تغییرات ناگهانی و شدت آن را مشخص می‌کند و در محیط گسسته، محاسبه تغییرات نسبت به پیکسل‌های مجاور، تقریبی از مشتق را نمایان می‌سازد.

در این طرح، برای استخراج لبه شکل‌ها از الگوریتم مشتق‌گیر نوع اول استفاده شده است. این روش لبه‌ها را با تخمین‌زدن مشتق پیدا می‌کند که لبه‌ها را در آن نقاطی برمی‌گرداند که گرادیان تصویر در آن نقاط بیشینه باشد.

یک مقدار آستانه برای این روش مشخص شده و از همه لبه‌هایی که قوی‌تر (بیشتر) از این مقدار آستانه نیستند، چشم‌پوشی می‌شود. همچنین، می‌توان لبه‌های افقی و عمودی را بر گرداند. نمونه‌ای از تصویر تی‌شرت و مراحل انجام پردازش تصویر آن در شکل ۳ به ترتیب نشان داده شده است.

گام بعدی حذف خطوط اضافی و نویزهای تصادفی، همچنین پیوسته‌سازی مرزهای تصویر است. این خطوط اضافی باعث می‌شود، تصویر به‌طور دلخواه نشان داده نشود. حفره‌های موجود در دور تا دور تصویر سبب می‌شود که در مقایسه با تصویر اصلی فضاهای خالی در مرزهای خارجی تصویر نمایان شده که باعث عدم وضوح تصویر می‌شود. از



شکل ۱- مشکلات تطبیق لباس.

- آرایش مکانی: چگونگی ترکیب طرح‌های لباس مانند ژاکت، لباس، تی‌شرت، جیب، زیپ، بلوز، کت، جایی که اجزای لباس دوباره شکل‌گیری می‌شود و سبک‌های جدید تشکیل می‌شود [۱۴].
نمونه‌ای از مشکلات تطبیق لباس در شکل ۱ نشان داده شده است.

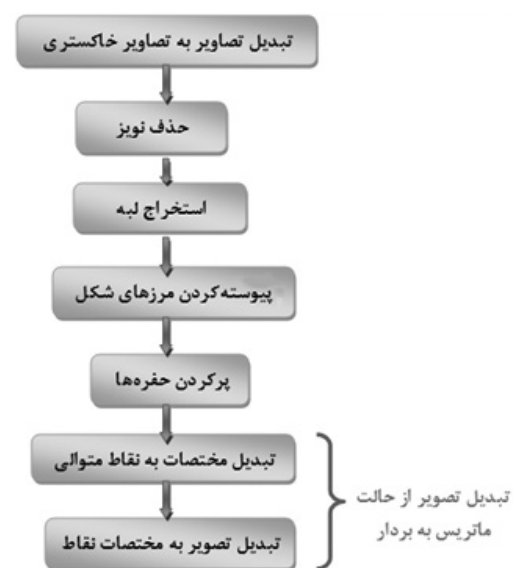
روش پژوهش

خوشه‌بندی پوشاک شامل مراحل زیر است:

- آماده‌سازی تصویر،
- استخراج ویژگی،
- خوشه‌بندی و
- ارزیابی عملکرد.

آماده‌سازی تصویر

در هر سامانه و با هر عملکردی برای تصمیم‌گیری به داده‌های ورودی نیاز است. این ورودی‌ها می‌تواند تصاویر ارسالی از یک دوربین باشد. امروزه پردازش تصویر بهترین ابزار برای استخراج ویژگی‌ها و تحلیل موقعیت و



شکل ۲ - نمودار مراحل آماده‌سازی تصویر.

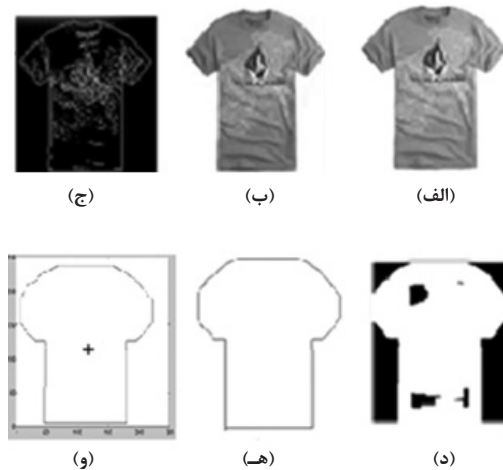
- محاسبه مرکز ثقل،
- محاسبه فاصله‌ها و زوایا و
- نرمال‌سازی.
به علت اینکه تصاویر پوشاک ممکن است، نسبت به تغییراتی مثل انتقال، دوران و تغییر اندازه، حساسیت نشان دهند و این تغییرات باعث تغییر در پردازش و محاسبات شوند، روشی برای از بین بردن این حساسیت‌ها پیشنهاد شده که در ادامه آمده است. در شکل ۴ مراحل استخراج ویژگی نشان داده شده است.

نمونه‌برداری

پس از به‌دست آوردن لبه‌های شکل، از آنجا که اندازه تصاویر متفاوت است، اندازه برداری مرزی به‌دست آمده نیز متفاوت خواهد بود. بنابراین، برای مقایسه آن‌ها باید از هر بردار به اندازه یکسان نمونه‌برداری کرد تا قابل مقایسه شوند، اگر اندازه گام‌های نمونه‌برداری برابر خارج قسمت طول کل بردار بر تعداد نمونه‌های مدنظر (N) باشد، حاصل نمونه‌برداری از هر بردار برابر (N) خواهد شد. مزیت این نوع نمونه‌برداری از نقاط مرزی، علاوه بر سادگی و سرعت آن، این است که تغییرات مرزی را دقیق‌تر و کامل‌تر به‌دست می‌آورد. این نقاط نمونه به شکل (a_1, a_2, \dots, a_N) در محاسبات به‌کاربرده می‌شود [۲۰].

محاسبه مرکز ثقل

به علت اینکه مکان مرکز ثقل به‌طور ذاتی نسبت به مرزهای آن در اثر تغییراتی همچون تغییر اندازه، انتقال و دوران ثابت می‌ماند [۲۰]، پس باید مرکز ثقل تصاویر را محاسبه کرد و به عنوان معیاری برای مقایسه در نظر گرفت. مرکز ثقل با استفاده از معادله (۱) به‌دست می‌آید و در شکل ۳ نشان داده شده است:



شکل ۳- (الف) تصویر یک تی‌شرت، (ب) تبدیل به تصویر خاکستری، (ج) شناسایی لبه، (د) پیوسته‌کردن مرزها، (ه) پرکردن حفره‌ها و استخراج مرزها و (و) تبدیل ماتریس به بردار.

عملگر گسترش شکل شناسی مرزی استفاده شده است، این عملگر باعث گسترش نقاط ۱ در تصویر می‌شود. در این عملگر یک عنصر ساختاری، دارای مقادیر ۰ و ۱ به‌کاربرده شده است. عملگر پیکسل‌هایی را به مرزهای شکل اضافه می‌کند، مقدار پیکسل خروجی برابر با بیشینه مقدار پیکسل‌ها در همسایگی پیکسل‌های تصویر دودویی است. گسترش تصویر A با عنصر ساختاری B به شکل زیر تعریف می‌شود:

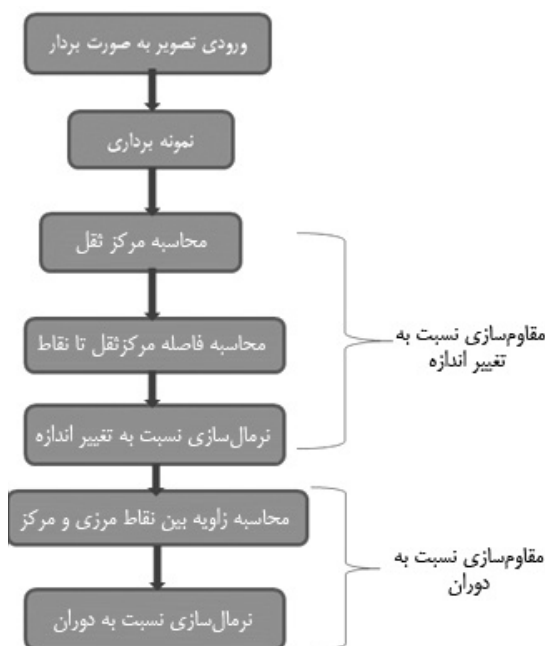
$$A \oplus B = \{w | \text{reflection}(B) \cap A \neq \text{Null}, w \in A\}$$

بدین ترتیب که عنصر ساختاری B را روی پیکسل‌های A حرکت داده در هر بار حرکت که اشتراک عنصر ساختاری با محدوده A تهی نباشد، مقدار پیکسل مرکزی که عنصر ساختاری روی آن قرار گرفته برابر ۱ خواهد شد. البته در این مرحله عملگر روی نقاط داخلی نیز اعمال شده و نویزهای تصادفی اضافی در داخل تصویر نیز حذف شده‌اند.

در گام بعدی فضاهای خالی داخل تصویر پر شده‌اند. در برخی موارد برای پردازش بهتر روی تصاویر و افزایش دقت عملیات پردازش لازم است که نواحی و حفره‌های موجود در تصویر پر شده و هم‌سطح با محدوده اصلی تصویر شوند. در نهایت، استخراج مرزهای تصاویر است. تصویر ماتریسی حاصل شده در مرحله بعدی به تصاویر برداری تبدیل می‌شود. ابتدا تصویر ماتریسی به مجموعه‌ای از نقاط در فضای مختصات تبدیل شده و فقط خطوط پیرامون تصویر نمایان می‌شود. سپس، این نقاط پشت سرهم مرتب می‌شوند.

استخراج ویژگی

استخراج ویژگی، بر مبنای توصیف ساختار شکل است. این فرایند به مراحل زیر تقسیم می‌شود:
- نقاط نمونه‌گیری،



شکل ۴- نمودار استخراج ویژگی.

با فاصله چند نقطه از آن را به عنوان زاویه مورد استفاده در بردار، به کار برد.

نرمال‌سازی

مقاوم‌سازی در برابر تغییر اندازه: برای نرمال‌سازی در برابر تغییر اندازه کافی است، حساسیت بخش اول آن یعنی فاصله از مرکز ثقل تصویر، معادله (۴)، نسبت به تغییر اندازه از بین برود. برای تحقق آن طبق معادله (۵) تمام فاصله‌ها از مرکز ثقل در تصویر را بر بزرگ‌ترین فاصله تقسیم کرده، نرمال می‌شود. البته در صورت وجود چند شعاع بیشینه میانگین شعاع‌ها به کار برده می‌شود. در فاصله نقطه مرزی از مرکز ثقل محاسبه شده است:

$$d(O, a_i) = \sqrt{(a_{ix} - O_x)^2 + (a_{iy} - O_y)^2} \quad i = \{1, 2, \dots, N\} \quad (4)$$

$$Oa_{norm} = \frac{d(O, a_i)}{\text{maximum}\{d(O, a_i)\}} \quad (5)$$

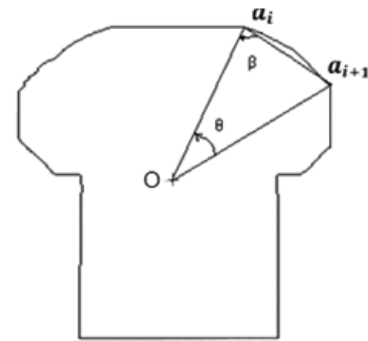
در معادله (۵)، $d(O, a_i)$ فاصله نقطه مرزی از مرکز ثقل و Oa_{norm} مقدار نرمال شده فاصله در تصاویر پوشاک است.

مقاوم‌سازی در برابر دوران: پس از محاسبه بردار آن را به گونه‌ای جابه‌جا می‌کنند که عنصر اول آن بزرگ‌ترین شعاع و زاویه متناظر به آن باشد. در صورت وجود نویز می‌توان به جای استفاده از یک شعاع بیشینه میانگین چند شعاع متوالی را محاسبه کرد، سپس یکی از شعاع‌هایی که این بیشینه را حاصل کرده انتخاب می‌کنند. سپس، بردار تصویر را به گونه‌ای جابه‌جا می‌کنند که شعاع مدنظر و زاویه متناظر آن در ابتدای بردار قرار گیرد [۲۰].

خوشه‌بندی

روش K-means

داده‌کاوی به بررسی و تجزیه تحلیل تعداد زیادی داده برای کشف الگوها و قوانین معنی‌دار اطلاق می‌شود. داده‌کاوی در دو نوع هدایت‌شده و هدایت‌نشده ظاهر می‌شود. در داده‌کاوی هدایت‌شده هدف دسته‌بندی اطلاعات بر اساس برخی پارامترهای مشخص است. اما، در داده‌کاوی هدایت‌نشده هدف، یافتن الگوها یا تشابه‌های بین گروه‌هایی از اطلاعات بدون استفاده از هیچ پیش‌زمینه‌ای درباره اطلاعات است. از نمونه روش‌های داده‌کاوی هدایت‌نشده و هدایت‌شده می‌توان به خوشه‌بندی و دسته‌بندی، اشاره کرد. خوشه‌بندی به عمل تقسیم جمعیت ناهمگن به تعدادی از زیرمجموعه‌ها یا گروه‌های همگن گفته می‌شود. در دسته‌بندی، هر داده به دسته‌ای از پیش تعیین‌شده بر اساس دانش قبلی اختصاص می‌یابد. اما، در خوشه‌بندی هیچ دسته از پیش تعیین‌شده‌ای وجود ندارد. در واقع خوشه‌بندی راهی برای یافتن ساختار داده‌های پیچیده فراهم می‌کند. خوشه‌بندی به عنوان قالب مفهومی و الگوریتمی غنی برای تحلیل و تفسیر داده‌ها مطرح شده است. خوشه‌بندی به دنبال کشف ساختار در داده‌های جمع‌آوری شده است [۲۱]. به همین دلیل در این پژوهش، از روش خوشه‌بندی برای تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به



شکل ۵ - نمایش فاصله از مرکز ثقل تا نقطه مرزی و زوایا.

$$O_x = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} a_x(i), O_y = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} a_y(i) \quad (1)$$

O_x و O_y مرکز ثقل تصویر، $a_x(i)$ و $a_y(i)$ مختصات نقاط شکل و N تعداد نقاطی است که مختصات تصویر را می‌سازد.

محاسبه فاصله‌ها و زوایا

برای مقایسه تصاویر پوشاک و متمایز کردن آن‌ها از یکدیگر روش بردار فاصله - زاویه به کار برده شده است. در این روش علاوه بر اینکه اطلاعات مربوط به مرکز ثقل تصاویر و اطلاعات مکانی نقاط نمونه مرزی در بردار توصیفگر تصویر استفاده شده اطلاعات زاویه‌ای نیز به آن اضافه شده است. در شکل ۵ فاصله از مرکز ثقل تا نقطه مرزی a_i و a_{i+1} ، زاویه بین نقطه مرزی و مرکز ثقل و نقطه مرزی همسایه θ و زاویه بین نقطه مرزی و نقطه مرزی همسایه و مرکز ثقل β نشان داده شده است.

شیوه کار بدین ترتیب است که پس از نمونه‌برداری از نقاط مرزی با فاصله‌های یکسان و به تعداد مدنظر، فاصله این نقاط مرزی تا مرکز ثقل محاسبه می‌شود. بخش دوم کار، افزودن اطلاعات زاویه‌ای به بردار فاصله است. از آنجا که زاویه نقاط مرزی با یکدیگر و با مرکز ثقل، در اثر انتقال، تغییر اندازه و دوران ثابت می‌ماند، این مشخصه می‌تواند ارائه خوبی از تصویر باشد. برای محاسبه فاصله یک نقطه مرزی تا مرکز ثقل از معادله‌های اقلیدسی استفاده می‌شود. برای محاسبه زاویه میان یک نقطه مرزی با نقاط مرزی همسایه (β) طبق معادله (۲) با استفاده از روابط ضرب داخلی بردارهای Oa_i و Oa_{i+1} داریم:

$$\beta = \text{Cos}^{-1} \left(\frac{(a_{(i+1)x} - a_{(i)x})(O_x - a_{(i)x}) + (a_{(i+1)y} - a_{(i)y})(O_y - a_{(i)y})}{|a_{(i+1)}| |a_{(i)}|} \right) \quad (2)$$

θ نیز با استفاده از معادله (۳) محاسبه می‌شود:

$$\theta = \text{Cos}^{-1} \frac{(a_i O)^2 + (a_{i+1} O)^2 - (a_i a_{i+1})^2}{2 \times a_i O \times a_{i+1} O} \quad (3)$$

نکته دیگر اینکه لازم نیست این زاویه، فقط بین نقاطی باشد که در اولین همسایگی نقطه مرزی فعلی هستند، بلکه برای دستیابی به جواب‌های بهتر می‌توان زاویه میان یک نقطه مرزی تا نقاطی در یک همسایگی مرزی



شکل ۷- نمونه‌ای از تصاویر پایگاه داده.

استفاده شده است. برای انتخاب نقاط به دو روش تصادفی یا دانش از پیش تعیین شده عمل می‌شود، در اینجا نقاط به‌طور تصادفی انتخاب شده‌اند.

برای ارزیابی خوشه‌بندی، باید پارامترهای زیر رعایت شود:

- یکنواختی توزیع داده‌ها در اطراف مرکز خوشه،

- زیادبودن چگالی خوشه (نسبت تعداد الگوهای داخل خوشه به حجم آن)،

- بیشتربودن پوشش (نسبت تعداد الگوهای داخل خوشه به تعداد کل الگوها)،

- زیادبودن همگنی، بررسی زیر خوشه‌ها برای خلوت‌نبودن و

- کم‌بودن همپوشانی خوشه‌ها.

نرمال‌سازی برای ورود به الگوریتم K-means

برای ورود مقادیر به الگوریتم K-means از آنجا که دامنه فاصله از نقاط مرزی تا مرکز ثقل (شعاع‌ها)، بین ۰ و ۱ و دامنه زاویه‌ها، بین ۰ تا ۳۶۰ درجه است، برای محاسبه فاصله منتهاتان در الگوریتم K-means، نقاط زاویه به سبب دامنه بزرگ‌تر نقش بیشتری ایفا می‌کند و عملاً نقش فاصله‌ها از بین می‌رود. پس باید زاویه‌ها نیز نرمال شود و بین ۰ و ۱ قرار گیرد. برای تحقق این موضوع داده‌های زاویه با معادله (۶) نرمال شده است:

$$\theta_{\text{norm}} = \frac{\theta_i - \theta_{\text{min}}}{\theta_{\text{max}} - \theta_{\text{min}}} \quad i = \{1, 2, \dots, N\} \quad (6)$$

در این معادله θ_i مقدار اولیه زاویه، θ_{min} مقدار کمینه زاویه، θ_{max} مقدار بیشینه زاویه θ و θ_{norm} مقدار نرمال شده است.

جدول ۱- نتایج حاصل از ارزیابی عملکرد.

مشخصه	خوشه				
	۱	۲	۳	۴	۵
مقدار دقت	۰/۶۲۵	۱	۰/۵۵	۰/۱۸	۰/۴
مقدار فراخوانی	۰/۸۳	۰/۴۵	۰/۷۱۴	۰/۶۶	۰/۵۷
تعداد اعضا	۱۸	۲۱	۲۳	۱۷	۲۱

فواصل بین نقاط مرزی و مرکز ثقل و زوایای بین این فواصل در تصاویر پوشاک استفاده شده است. الگوریتم K-means یکی از پرکاربردترین الگوریتم‌های خوشه‌بندی است. حرف K که در اسم این الگوریتم وجود دارد، به این واقعیت اشاره دارد که هدف این الگوریتم پیدا کردن تعداد ثابتی از خوشه‌ها بر اساس نزدیکی نقاط داده‌ها به هم است. الگوریتم K-means به شرح زیر است:

- انتخاب K داده به عنوان مراکز خوشه‌ها،

- تعیین فواصل بقیه داده‌ها با مراکز خوشه‌ها،

- قرارگیری داده‌هایی که به مرکز هر یک از خوشه‌ها نزدیک‌اند، در آن خوشه،

- محاسبه میانگین هر یک از خوشه‌ها به عنوان مراکز جدید خوشه‌ها و

- تکرار مرحله دوم تا چهارم تا رسیدن به عدم تغییر در خوشه‌ها.

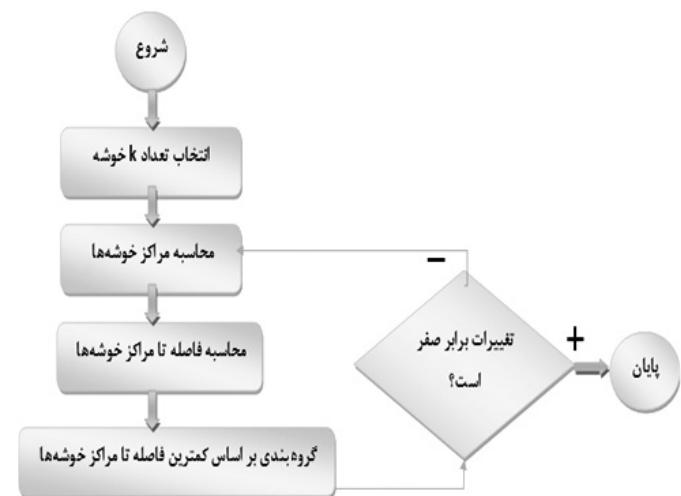
در شکل ۶ نمودار الگوریتم K-means نشان داده شده است. روش خوشه‌بندی K-means بستگی به عواملی چون تعداد خوشه و روش تعیین فاصله بین خوشه‌ها دارد. یکی از مهم‌ترین مسائل در خوشه‌بندی انتخاب تعداد خوشه‌های مناسب است. تعداد خوشه‌های مناسب است که:

۱- تراکم: نمونه‌های موجود در یک خوشه تا حد امکان شبیه به یکدیگر باشند. معیار رایج برای تعیین مقدار تراکم داده‌ها، واریانس داده‌هاست.

۲- جدایی: نمونه‌های متعلق به خوشه‌های متفاوت تا حد امکان از یکدیگر جدا باشند. عبارات گفته شده را بدین شکل نیز بیان می‌کنند که خوشه‌ها باید در بیشینه فشردگی باشند و تا حد امکان جدایی آن‌ها نیز زیاد باشد.

اگر فقط معیار فشردگی استفاده شود، در این شرایط هر داده می‌تواند به شکل یک خوشه در نظر گرفته شود. چرا که هیچ خوشه‌ای فشردتر از خوشه‌ای با یک داده نیست. اگر فقط معیار جدایی در نظر گرفته شود، در این حالت بهترین خوشه‌بندی این است که کل داده‌ها یک خوشه لحاظ شود، با این فرض که فاصله هر خوشه از خودش صفر است. بنابراین باید از ترکیب دو معیار گفته شده استفاده شود.

برای سنجش مقدار جدایی خوشه‌ها از توابع فاصله‌ای استفاده می‌شود از جمله توابع فاصله، تابع اقلیدسی و تابع فاصله منتهاتان است. در این پژوهش به دلیل اینکه ویژگی‌ها ارزش یکسانی دارند، از تابع فاصله منتهاتان



شکل ۶- نمودار الگوریتم K-means.

روش ارزیابی K-means

برای ارزیابی کیفیت خوشه‌بندی آزمون شاخص اعتبار واقع میانگین شباهت بین هر خوشه با شبیه‌ترین خوشه به آن را محاسبه می‌کند. هرچه مقدار این شاخص کمتر باشد، خوشه‌بندی بهتری انجام شده است [۲۲].

ارزیابی عملکرد

برای ارزیابی عملکرد از دو معیار مقدار فراخوانی و مقدار دقت استفاده شده است. مقدار فراخوانی برابر با نسبت شکل‌های مرتبط بازیابی شده به تعداد کل شکل‌های مورد پرس‌وجو در پایگاه داده و مقدار دقت برابر با نسبت شکل‌های مرتبط بازیابی شده به تعداد کل شکل‌های بازیابی شده است [۲۰].

نتایج تجربی

در این طرح تعداد ۱۰۰ تصویر از طرح لباس که شامل پیراهن، شلوار، تی‌شرت، تاپ، مانتو و دامن بود، در یک پایگاه داده جمع‌آوری شده است. شکل ۷ نمونه‌ای از تصاویر موجود در پایگاه داده را نشان می‌دهد. مراحل بخش‌بندی تصویر و استخراج ویژگی‌ها با استفاده از نرم‌افزار MATLAB روی تصاویر اعمال شده است، سپس با استفاده از الگوریتم K-means تصاویر پوشاک خوشه‌بندی شده‌اند. نمونه‌ای از نتایج حاصل از خوشه‌بندی در شکل ۸ نشان داده شده است. تصاویر به پنج خوشه تقسیم شدند. تعداد تصویر در هر خوشه به ترتیب ۱۸-۲۱-۲۳-۱۷-۲۱ و بهترین شاخص DB به‌دست آمده پس از ۱۰۰ بار اجرای برنامه برابر ۱/۰۷ است. طرح‌های موجود در پایگاه داده به ۵ خوشه شامل پیراهن آستین‌دار، انواع شلوار، انواع مختلف تی‌شرت، انواع دامن و انواع مانتو به ترتیب تقسیم‌بندی شدند. با توجه به تصاویر به‌دست آمده در خوشه پنجم تعداد کمی از تصاویر طرح مانتو است. دلیل آن می‌تواند در بخش پردازش تصویر باشد که برنامه در پردازش تصاویر بعضی از شلوارها به علت کم‌بودن فاصله بین مرزهای دو طرف شلوار این بخش را پر کرده و به شکل مستطیل استخراج شده و در نهایت تصاویر بعضی از شلوارها با تصویر مانتو اشتباه شده است و به همین دلیل این خوشه کمترین مقدار دقت را در مقایسه با سایر خوشه‌ها دارد. نتایج ارزیابی عملکرد، در جدول ۱ بیان شده که میانگین مقدار دقت ۰/۶۷ و میانگین مقدار فراخوانی ۰/۶۴ حاصل شده است. نتایج حاصل از ارزیابی می‌تواند با بهبود کارایی روش خوشه‌بندی با استفاده از هوش مصنوعی مانند به‌کاربردن الگوریتم ژنتیک در فرایند خوشه‌بندی، همچنین استفاده از ویژگی‌های بیشتر مانند پیچیدگی تصویر با استفاده از بعد فراکتال در فرایند خوشه‌بندی تصویر، بهبود یابد.

نتیجه‌گیری

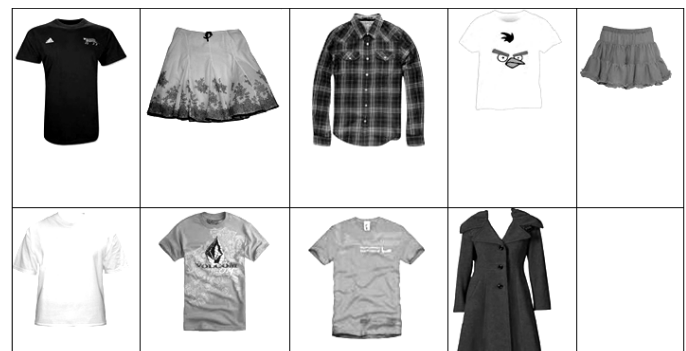
در این پژوهش، خوشه‌بندی تصاویر پوشاک با استفاده از روش بردار فاصله - زاویه توسعه داده شد. روش مزبور به این علت که پارامترهای



(الف)



(ب)



(ج)



(د)



(ه)

شکل ۸- نتایج حاصل از الگوریتم K-means شامل: (الف) پیراهن آستین‌دار، (ب) انواع شلوار، (ج) انواع تی‌شرت، (د) انواع دامن و (ه) انواع مانتو.

مناسبی را نشان می‌دهد. در این سامانه تصاویر پوشاک خوشه‌بندی شده و در پایگاه داده، تصاویر خوشه‌بندی شده ذخیره می‌شود و کاربر می‌تواند به جای جست‌وجو بین تمام تصاویر فقط در خوشه مدنظر جست‌وجو کند. از این سامانه می‌توان به عنوان بخشی از سامانه‌های هوشمند بسیاری مانند سامانه‌های جست‌وجوی لباس، ست کردن لباس و سالن‌های مد استفاده کرد. پیشنهاد می‌شود، این سامانه با استفاده از الگوریتم‌های ترکیبی مانند الگوریتم ترکیبی ژنتیک و K-means توسعه یابد تا مقدار دقت و فراخوانی افزایش یابد. همچنین، در ادامه این سامانه می‌تواند در انتخاب شبیه‌ترین پوشاک به پوشاک مدنظر فرد نیز مفید واقع شود.

مراجع

- Callis C., Appearance programs with female choric psychiatric hospital patients: A comparison of six-week and nine-week treatment interventions, *J. Rehabilitation*, 48, 34-39, 1982.
- James W., *The Principles of Psychology*, New York, Holt, Rinehart and Winston, USA, 1890.
- Ujević D., Rogale D., and Tržić D., Development and application of computer support in garment and technical textile manufacturing processes, *Tekstilec*, 51, 224-229, 2002.
- Kim H. and Cho S., Application of interactive genetic algorithm to fashion design, *Eng. Appl. Artif. Intel.*, 13, 635-644, 2000.
- Sano T. and Yamamoto H., Computer aided design system for Japanese kimono, *IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference*, 1, 326-331, 2001.
- Sprague N. and Luo J., Clothed people detection in still images, *Proceedings of the IEEE International Conference on Pattern Recognition (ICPR)*, 585-689, 2002.
- Mena J.B. and Malpica J.A., Color image segmentation using the Dempster shaner theory of evidence for the fusion of texture, *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XXXIV, Part 3/W8, Munich, 17-19, September, 2003.
- Chang C.C. and Wang L.L., Color texture segmentation for clothing in a computer-aided fashion design system, *Image Vision Comput.*, 14, 685-702, 1996.
- 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.
- 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)*, 943-950, 2006.
- Lin J.J., A case-based apparel styling classification approach using genetic algorithm, *Tamkang J. Sci. Eng.*, 10, 243-252, 2007.
- Gallagher A.C. and Chen T., Clothing cosegmentation for recognizing people, *Proceedings of CVPR*, IEEE Computer Society, 1-8, 2008.
- Hu H.Y. and Lin X., Clothing segmentation using foreground and background estimation based on the constrained delaunay triangulation, *Pattern Recogn*, 41, 1581-1592, 2008.
- 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*, 8, 1195-1204, 2009.
- 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, 206-211, 2011.
- Tsay J.J., Lin C.H., and Lai T.Y., Visual clothing search by shape and style, *Inform. Technol. J.*, In Press, 2013.
۱۷. براری و، پیوندی پ، هادی‌زاده م، طراحی کمک‌طراحی مد با استفاده از منطق فازی، دهمین کنفرانس سیستم‌های فازی ایران، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۸۹.
- McDaniels M. and Worsley M., Automatic segmentation of clothing for the identification of fashion trends using k-means clustering, Machine Learning Projects at Stanford University, Autumn 2009.
- Wong W., Zeng X., Au W., Mok P., and Leung S., A fashion mix-and-match expert system for fashion retailers using fuzzy screening approach, *Expert Syst. Appl.*, 36, 1750-1764, 2009.
۲۰. بینی‌ش، صفاخش ر، روشی نوین در بازیابی شکل مبتنی بر محتوا؛ بردار فاصله - زاویه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد هوش مصنوعی، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، تهران، ۱۳۸۲.
۲۱. شهرابی ج، داده کاوی، دبیرخانه دائمی کنفرانس داده کاوی ایران، چاپ دوم، شابک، ۱۳۹۰.
۲۲. شهرابی ج، ذوالقدر شجاعی ع، داده کاوی پیشرفته، جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر، چاپ اول، شابک، ۱۳۸۸.

Garment Images Clustering Based on Image Processing Techniques and K-Means Algorithm

Z. Zarenejad and P. Payvandy*

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

Received 14 November 2012; Accepted 13 June 2013

Abstract

Nowadays, the fashion industry is a global industry in which most countries invest in it. In recent years by development of e-commerce and its time saving and providing wide selection of goods for customers, many people do their purchasing through online shops instead of going to stores. So for the online apparel markets, it is necessary to have a system to retrieve garment images and include them in a specific database, so to do searching quicker and more effectively. In this way customers find it easier to have access what they look for. Although it is simple to detect a garment style by image searching but it is no so for a computer system. In this paper an algorithm is presented which is based on image processing and K-means clustering for grouping the garment images. The algorithm has the ability to group similar garment images. The results show that this developed system can detect and cluster 67% of database images correctly.

Keywords

garment images clustering,
image processing,
similarity,
K-means algorithm

(* Address Correspondence to P. Peivandi, Email: peivandi@yazd.ac.ir