

## Digital Image Processing, Applications, Achievements and Challenges

F. Ganjkanloo<sup>\*,1</sup>

<sup>1</sup> Department of Electrical and Computer Engineering, Zanjan Branch, Islamic Azad University, Zanjan, Iran.

### ABSTRACT

Received: 13 June 2022  
Accepted: 28 September 2022

#### KEYWORDS:

Image processing

Filters

Machine Learning


Compression

Encoding

Decoding

Recently, the growth of technology-oriented mechanisms has led to the rapid acceleration of progress and increased need for image processing tools and related mechanisms. Therefore, the demand of experts to learn and develop these technologies is increasing at a fast pace and it shows the need of different fields for this technology. Image processing has always been considered as an important achievement in the field of artificial intelligence because image processing has been able to provide us with many services and data. In this article, an attempt has been made to examine the important applications of image processing. Also, due to the importance of the subject, this article examines the achievements and challenges of image processing. The application of image processing in each of the fields discussed in the article is very wide. The importance of image processing has multiplied in recent years and is predicted to become more important in the next years. It is predicted that image processing will change the relationship between humans and computers in a surprising way.

<sup>1</sup> Corresponding author

 [fa.ganjkanloo@yahoo.com](mailto:fa.ganjkanloo@yahoo.com)



NUMBER OF REFERENCES

22



NUMBER OF FIGURES

0



NUMBER OF TABLES

0

## پردازش تصاویر دیجیتال، کاربردها، دستاوردها و چالش ها

فاطمه گنج خانلو<sup>۱\*</sup>

<sup>۱</sup> گروه مهندسی کامپیوتر دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زنجان، زنجان، ایران

### چکیده

اخیرا رشد تکنولوژی های فنوار محور منجر به شتاب سریع پیشرفت و افزایش نیاز به ابزارها و تکنولوژی های پردازش تصویر شده است. بطوریکه همواره تقاضای متخصصین به یادگیری و توسعه این تکنولوژی ها با سرعت زیادی رو به افزایش بوده و نشان دهنده نیاز حوزه های مختلف به این فناوری است. پردازش تصویر به عنوان دستاورد مهم حوزه هوش مصنوعی همواره مورد توجه قرار گرفته است، چراکه پردازش تصویر توانسته است خدمات و دستاوردهای زیادی را در اختیار ما قرار دهد. در این مقاله سعی شده است کاربردهای مهم پردازش تصویر مورد بررسی قرار گیرد. همچنین به دلیل اهمیت موضوع، در این مقاله دستاوردها و چالش های پردازش تصویر را بررسی میگردد. کاربرد پردازش تصویر در هر یک از زمینه هایی که در مقاله بحث شده است بسیار گسترده است. اهمیت پردازش تصویر در سال های اخیر چند برابر شده است و پیشبینی می شود که در سال های آینده اهمیت بیشتری نیز پیدا کند. پیش بینی می شود بزودی پیشرفت ها در حوزه پردازش تصویر، رابطه بین انسان و رایانه را به طرز شگفت انگیزی متفاوت نماید.

واژگان کلیدی:

پردازش تصویر

فیلترها

فراگیری ماشین

فشرده سازی

رمزگذاری

رمزگشایی



تعداد مراجع

۲۲



تعداد شکل ها

♦



تعداد جداول

♦

پزشکی، فناوری های علمی، باستان شناسی، تبلیغات، سینما، اقتصاد، روانشناسی و زمین شناسی می باشد مختصراً مورد بررسی قرار گیرد. همچنین به دلیل اهمیت موضوع، در این مقاله دستاوردها و چالش های پردازش تصویر را بررسی خواهیم نمود.

### کاربردها و فرایند پردازش تصویر:

امروزه با پیشرفت سیستم های تصویربرداری و الگوریتم های پردازش تصویر شاخه جدید علمی بنام پردازش تصوی در حوزه علوم گرافیک کامپیوتری به وجود آمده است و هر روز شاهد عرضه سیستم های پردازش تصویر پیشرفته تر از گذشته و تکنولوژی های جدیدتر در این حوزه می باشیم. ابتدا در این قسمت به برخی از مزایا و دستاوردهای نوین پردازش تصویر، فارغ از کاربرد و حوزه کاری اشاره می نمایم:

- استفاده از مجموعه ای از آنالایزهای هوشمند و قابلیت ترکیب آنالایزهای دلخواه مبتنی بر جدیدترین تکنیک های یادگیری عمیق
- ارائه سرویس ها و آنالایزها در قالب یک فریم ورک نرم افزاری پیشرفته
- قابلیت پردازش فایل های ویدیویی حجیم و قابلیت پردازش آنلاین و آفلاین
- پردازش آنلاین ویدیوهای چندین دوربین مختلف به صورت همزمان
- امکان مدیریت و گزارش گیری کامل از همه پردازش ها
- توسعه و تولید بصورت کاملاً بومی در داخل کشور
- قابلیت بهینه سازی الگوریتم های یادگیری ماشین مبتنی بر شرایط بومی کشور با دقت و سرعت بالا
- تهیه تصاویر دیجیتال در طیف وسیعی از فرمت ها (تصویر بهبود یافته، اشعه ایکس، عکس نگاتیو و ...)
- کمک به تفسیر تصاویر توسط انسان و استخراج و پردازش اطلاعات از تصاویر برای تفسیر توسط کامپیوتر
- تغییر و دستکاری پیکسل های تصاویر برای دستیابی به تراکم و کنتراست دلخواه
- امکان ذخیره و بازیابی ساده تر تصاویر و امکان انتقال ساده تر تصاویر

با استفاده از تکنیک های پردازش تصویر می توان دگرگونی اساسی در ویرایش تصاویر و حتی خطوط تولید ایجاد کرد. بسیاری از پروژه های صنعتی که تا چند دهه پیش پیاده سازیشان دور از انتظار بود، هم اکنون با بهره گیری از پردازش هوشمند تصاویر به مرحله عمل رسیده اند. پردازش تصویر در افزایش سرعت پیشرفت های علمی

امروزه با گسترش روزافزون روش های مختلف اخذ اطلاعات گسسته مانند پوششگرها و دوربین های دیجیتالی، پردازش تصویر کاربرد فراوانی یافته است. تصاویر حاصله از این اطلاعات همواره کم و بیش همراه مقداری نویز بوده و در مواردی نیز دارای محو شدگی مرزهای نمونه های داخل تصویر می باشند که موجب کاهش وضوح تصویر دریافتی می گردند. مجموعه عملیات و روش هایی که به منظور کاهش عیوب و افزایش کیفیت ظاهری تصویر مورد استفاده قرار می گیرد، پردازش تصویر نامیده می شود [۱]. اگر چه حوزه های کار با تصویر بسیار وسیع است ولی عمدتاً محدوده مورد توجه در چهار زمینه ی بهبود کیفیت ظاهری، بازسازی تصاویر مختل شده، فشردگی و رمز گذاری تصویر و درک تصویر توسط ماشین متمرکز می گردد. اما دو شاخه ی عمده ی پردازش تصویر بهبود تصاویر و بینایی ماشین است که بهبود تصاویر شامل روش هایی مثل استفاده از فیلتر محو کننده و افزایش تضاد برای بهتر کردن کیفیت دیداری تصاویر و اطمینان از نمایش درست آنها در محیط مقصد (مانند چاپگر یا نمایشگر رایانه) است. بینایی ماشین به روش هایی می پردازد که به کمک آنها می توان معنی و محتوای تصاویر را درک کرد تا از آنها در کارهایی چون رباتیک و محور تصاویر استفاده شود. پردازش تصویر از هر دو جنبه نظری و عملی پیشرفت های چشمگیری داشته است و بسیاری از علوم به آن وابسته اند. پردازش تصویر امروزه یکی از تکنولوژی های پیشرو و محبوب است. اهمیت پردازش تصویر و کاربردهای هوش مصنوعی در سال های اخیر چند برابر شده است و پیشبینی می شود که در سال های آینده اهمیت بیشتری نیز پیدا کند [۲-۳].

پردازش تصویر دیجیتال شاخه ای از دانش رایانه است که با پردازش سیگنال دیجیتال که نماینده تصاویر برداشته شده با دوربین دیجیتال یا پویش شده توسط پوششگر هستند سرو کار دارد. در معنای خاص آن پردازش تصویر عبارت است از هر نوع پردازش سیگنال که ورودی یک تصویر است مثل عکس یا صحنه ای از یک فیلم. خروجی پردازشگر تصویر می تواند یک تصویر یا یک مجموعه از نشانه های ویژه یا متغیرهای مربوط به تصویر باشد [۴]. اغلب تکنیک های پردازش تصویر شامل برخورد با تصویر به عنوان یک سیگنال دو بعدی و بکار بستن تکنیک های استاندارد پردازش سیگنال روی آنها می شود. پردازش تصویر اغلب به پردازش دیجیتالی تصویر اشاره می کند ولی پردازش نوری و آنالوگ تصویر هم وجود دارد [۵]. در این مقاله سعی شده است کاربردهای مختلف پردازش تصویر که از جمله کاربرد در صنعت، هواشناسی، شهرسازی، کشاورزی، علوم نظامی و امنیتی، نجوم، فضانوردی،

تأثیر فوق العاده داشته است. اولین و مشخص ترین تأثیر آن را می توان در علم عکاسی یا هنر دید. شکار لحظه های شگفت آوری که در کسری از ثانیه اتفاق می افتد، بالا بردن وضوح عکس های گرفته شده و ایجاد افکت های خیره کننده، از دستاوردهای پردازش تصویر است. امروزه این سیستم جهت ساخت فیلم ها و بازی های کامپیوتری مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین امروزه استفاده از تکنولوژی ماشین بینایی و تکنیک های پردازش تصویر کاربرد گسترده ای در صنعت پیدا کرده است و کاربرد آن به ویژه در کنترل کیفیت محصولات تولیدی، ترکیب هوشمند پردازش تصویر با تکنولوژی بینایی ماشین، هدایت روبات و مکانیزم های خود هدایت شونده روزبه روز گسترده تر می شوند. از دلایل استفاده از بینایی ماشین در فرایند پردازش تصویر، قابلیت دیدن و اندازه گیری محصولاتی است که دیدن یا اندازه گیری آنها با چشم غیر مسلح غیر ممکن است. عناصر تشکیل دهنده یک سیستم بینایی ماشین نرم افزار هوشمند بینایی است که ورودی خود را از دوربین های نصب شده در بخش های مختلف خط تولید می گیرد و بر اساس تصاویر دریافتی دستورات اجرایی لازم برای کنترل ماشین های صنعتی مرتبط را صادر می کند. پردازش تصویر در تشخیص دمای کوره هایی که هیچ وسیله مکانیکی و الکترونیکی تحمل دمای آنها را ندارد، کاربرد دارد. به عنوان نمونه دوربین های حرارتی می توانند مشکل بخشی از سازهی مورد نظر را تشخیص دهند. همچنین اندازه گیری دقیق و سنجش فواصل کوچک یکی از دغدغه های اصلی در صنایع حساس می باشد. دوربین های با کیفیت با قابلیت پردازش تصویر، امکان کالیبراسیون با دقت بسیار بالا در حد میکرون را فراهم آورده اند [۸-۶].

به عنوان یک کاربرد مهم دیگر، از آنجایی که در علم هواشناسی تشخیص و پیش بینی آب و هوا اکثرا از طریق تصاویر هوایی و ماهواره ای انجام می گیرد، پردازش تصویر در این علم کاربرد زیادی دارد و دقت و سرعت پیش بینی آب و هوا و طوفان ها را بسیار بالا می برد. جبهه های پرفشار، کم فشار، گردبادها و گرداب های به وجود آمده در سطح کره زمین را می توان مشاهده کرد. این علم همچنین در بخش کشاورزی در دو حالت کاربرد دارد: یکی در پردازش تصاویر گرفته شده از ارتفاعات بالا مثلا از هواپیما و دیگری در پردازش تصاویر نزدیک به زمین. پردازش تصویر به خصوص بینایی هوشمند، کاربردهای بسیاری در علوم نظامی و امنیتی دارند و این کاربرد برای دولت اکثر کشورها بسیار مهم است. در مسائل امنیتی نیز کاربرد پردازش تصاویر کاملا در زندگی مشهود است. دوربین هایی که به صورت اتوماتیک از ماشین هایی که تخلف رانندگی انجام می دهند عکس برداری می کند. ساخت دستگاه

های اتوماتیک رصد آسمان و ثبت وقایع آسمانی به صورت خودکار از کاربردهای پردازش تصویر است که امروزه روی آن کار می شود. پردازش تصویر همچنین در فضاوردی هم کاربرد زیادی دارد. در تصاویر دور می توان سطح سیارات و همچنین سطح قمرها را اسکن کرده و اطلاعات بسیار ریزی از آنها استخراج کنیم [۱۰-۹].

یکی دیگر از مهمترین کاربردهای پردازش تصویر در علم پزشکی است. در جایی که ما نیاز داریم تمام عکس ها با نهایت شفافیت و وضوح گرفته شوند زیرا دیدن تمام جزئیات لازم است. جراحی های ریز با ایجاد یک سوراخ کوچک و فقط دیدن محل جراحی توسط پزشک، از راه دور و توسط بازوهای رباتیک بسیار دقیق انجام می شوند. در علم باستان شناسی تنها مدارک باقی مانده از دوران باستان، دست نوشته ها، نقاشی ها و غارنگاری های قدیمی است. تهیه تصاویر از بناهای گذشته و بازسازی مجازی این بناهای تاریخی یکی از کاربردهای پردازش تصویر در این علم است. همچنین می توان نقاشی ها و غارنگاری ها را مورد پردازش دقیق قرار داد و شکل آنها را همانطور که در ابتدا بوده اند، شبیه سازی کرد. حتی می توان مکان های باستانی را از زوایایی که تصاویر مستندی از آنها وجود ندارد، شبیه سازی کرد. از جمله دیگر کاربردهای مهم برای پردازش تصویر کاربرد آن در علوم نظامی و امنیتی می باشد که به عنوان نمونه می توان به تشخیص پلاک خودرو اشاره کرد. در دنیای امروز تمام نوآوری ها، به نوعی مستقیم یا غیر مستقیم باعث تغییراتی در اقتصاد گروهی از کشورها و یا کل دنیا می شوند. پردازش تصویر هم، به صورت مستقیم و غیر مستقیم در اقتصاد تاثیرگذار است. در تبلیغات، سیاست، فضاوردی، کشاورزی، شهرسازی، سینما، پزشکی و علوم نظامی می تواند تأثیر غیر مستقیمی در اقتصاد کشورها داشته باشد [۱۴-۱۱].

درخصوص فرایند اجرایی پردازش تصویر لازم به ذکر است، یک سیستم عموماً، از لحظه ورود به فرایند پردازش تصویر تا تولید تصویر خروجی، به ترتیب مراحل زیر را طی می کند [۱۷-۱۵]:

- مرحله اول (دریافت تصویر ورودی):

در این مرحله تصویر از ورودی خوانده شده و وارد سیستم می گردد. تصویر ورودی می تواند بر روی ابزار ذخیره سازی بوده و یا از یک دوربین گرفته شود. به عنوان مثال در سیستم تشخیص اثر انگشت تصویر ورودی از طریق اسکنر اثر انگشت وارد اسکنر می شود.

- مرحله دوم (پیش پردازش تصویر):

اهداف کلی این مرحله را می توان ارتقا تصویر و حذف مولفه های غیر ضروری از تصویر دانست. در گام پیش پردازش، تصویر در معرض اعمال سطح پایین قرار می گیرد. هدف این گام کاهش اختلال (کاهش نویز، جدا کردن سیگنال از نویز) و کم کردن مقدار

کلی داده هاست. این کار نوعا با به کار گیری روش های گوناگون پردازش تصویر (دیجیتال) انجام می شود. مانند : زیر نمونه گیری تصویر ، اعمال فیلترهای دیجیتال ، همبستگی ها یا فیلترهای خطی لغزش نابسته ، عملگر سوبل ، محاسبه ی گرادیان X و Y (و احتمالا گرادیان زمانی) ، تقطیع تصویر ، آستانه گیری پیکسلی ، انجام یک ویژه تبدیل بر تصویر ، تبدیل فوریه ، انجام تخمین حرکت برای ناحیه های محلی تصویر که به نام تخمین شارش نوری هم شناخته می شود ، تخمین ناهمسانی در تصاویر برجسته بینی و تحلیل چند دقتی . به عنوان مثال خشکی پوست، جراحی یا عدم تمیزی پوست، موادی هستند که قبل از پردازش تصویر انگشت باید با استفاده از تکنیک های پردازش تصویر به رفع آنها پرداخت [۱۸].

- مرحله سوم (پردازش تصویر) :

هدف کلی در این مرحله شناسایی ویژگی هایی از تصویر است که بتوان از آنها برای کاربرد مورد نظر خود استفاده کرد. شناسایی نقاط ویژه و انحنای از جمله ویژگی هایی هستند که در سیستم تشخیص اثر انگشت می توانند استخراج گردند.

- مرحله چهارم (آنالیز تصاویر) :

در این مرحله با استفاده از ویژگی های استخراج شده به آنالیز تصاویر می پردازیم. به عنوان مثال پس از شناسایی نقاط ویژه و انحنای در سیستم تشخیص اثر انگشت با آنالیز کردن تصویر سعی می کنیم شخص متناظر با اثر انگشت را پیدا کنیم. آنالیز تصاویر معمولا از تکنیک های هوشی مصنوعی همانند شبکه های عصبی ، درخت های تصمیم ، کلاس بندی و ... استفاده می کند. همچنین، عملیات اصلی در پردازش تصویر به شرح زیر می باشد [۱۹]:

- ترمیم تصویر : تصاویر اخذ شده از رادار ها و ماهواره ها
- حذف نویز : پیکسلی که اختلاف رنگ زیادی با پیکسل های مجاور دارد
- هیستو گرام تصویر : نمایش فراوانی هر رنگ در تصویر
- بالا بردن دقت تصویر : افزایش کنتراست (تباين) تصویر از طریق کشیدن هیستوگرام و امتداد آن
- آشکار سازی لبه ها : بمنظور تفکیک اجزاء تصویر
- تبدیلات هندسی: همانند تغییر اندازه، چرخش و ...
- تبدیلات رنگ : همانند کاهش رنگ ها
- فشرده سازی تصویر : کاهش حجم تصویر
- شناسائی تفاوت اجزاء تصاویر : به دست آوردن اختلاف بین دو تصویر

همانطور که بررسی شد، پردازش تصویر یکی از پرکاربردترین پیشرفت‌هایی است که در سال‌های اخیر رخ داده است. پردازش تصویر در همه زمینه‌ها کم و بیش به کمک انسان شتافته است. از

قابلیت‌های پردازش تصویر در جاهایی چون امکان عمومی و بزرگ، مراکز حساس و امنیتی، سازمان‌های نظارتی تا حتی فروشگاه‌های خرده فروشی که دارای دوربین مداربسته هستند، کاربرد دارد. از دیگر قابلیت‌های پردازش تصویر میتوان به فهم و درک محتوای ویدیویی، ایندکس کردن متادیتاها، مدیریت و دسته بندی ویدیویی، ایندکس گذاری صفحات وب و غیره اشاره کرد. لازم به ذکر است، با وجود همه خدمات ارزنده پردازش تصویر، در این حوزه نقایص و چالش هائی نیز وجود دارد که در بخش بعدی مقاله به مهم ترین موارد اشاره خواهیم داشت.

### چالش های پردازش تصویر

برخلاف بسیاری از فناوری های نوین، که در تجارت نیز سهولت ایجاد می کنند. تجاری سازی پردازش تصویر، چالشی مهم است؛ برای پردازش تصویر با دقت بالا، احتیاج به میلیاردها سنسور است که این موضوع یکی از موانع اصلی پیش روی این علم است. با توجه به اینکه همواره حجم داده ها در دنیا سریع تر از میزان ذخیره سازی آنها رشد می کند، از بزرگترین چالش های پردازش تصویر این است که با مشکل فضا برای ذخیره سازی مواجه خواهد شد . چالش اساسی دیگر پردازش تصویر این است که آیا می تواند مانند چشم انسان عمل کند یا خیر؟ بینایی انسان معقوله بسیار پیچیده ای است؛ تا جایی که ما هنوز به طور کامل نتوانسته ایم بینایی خود را درک کنیم تا این که به توسعه پردازش تصویر بپردازیم . همچنین موارد دیگری مانند دقت پردازش تصاویر، کیفیت فیلترینگ، مدیریت سایز و حجم، قابلیت حمل و نقل فرمت های تصاویر در سیستم های مختلف، امنیت تصاویر محرمانه از مهم ترین چالش های پیش رو در حوزه پردازش تصاویر دیجیتال می باشند [۲۰-۲۲].

### نتیجه گیری:

پردازش تصویر به عنوان دستاورد هوش مصنوعی همواره مورد توجه قرار گرفته است چراکه پردازش تصویر توانسته داده‌های زیادی را در اختیار ما قرار دهد. اخیرا رشد تکنولوژی‌های فنوار محور منجر به شتاب سریع پیشرفت و افزایش نیاز به ابزارها و تکنولوژی های پردازش تصویر شده است. بطوریکه همواره تقاضای متخصصین به یادگیری و توسعه این تکنولوژی ها با سرعت زیادی رو به افزایش بوده و نشان دهنده نیاز حوزه های مختلف به این فناوری است. در این مقاله سعی شده است کاربردهای مهم پردازش تصویر که از جمله کاربرد در صنعت ، هواشناسی ، کشاورزی ، علوم نظامی و امنیتی ، نجوم ، فضاوردی ، پزشکی ، فناوری های علمی ، تبلیغات

- [9] Mohan, A., & Poobal, S. (2018). Crack detection using image processing: A critical review and analysis. *Alexandria Engineering Journal*, 57(2), 787-798.
- [10] Basavaprasad, B., & Ravi, M. (2014). A study on the importance of image processing and its applications. *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology*, 3(1).
- [11] Yang, Y., Yang, B., Zhu, S., & Chen, X. (2015). Online quality optimization of the injection molding process via digital image processing and model-free optimization. *Journal of Materials Processing Technology*, 226, 85-98.
- [12] Guo, J. (2017, May). Basic theories and applications of digital image processing. In *Proceedings of the 2017 2nd International Conference on Mechatronics and Information Technology*, Dalian, China (pp. 13-14).
- [13] Dalrymple, B. E., & Smith, E. J. (2018). *Forensic digital image processing: optimization of impression evidence*. CRC Press.
- [14] Rocha, A., Scheirer, W., Boulton, T., & Goldenstein, S. (2011). Vision of the unseen: Current trends and challenges in digital image and video forensics. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 43(4), 1-42.
- [15] Al-Ameen, Z., & Al-Atroshi, C. (2017). Modern Visibility Enhancement and Tampering Detection Tools of Digital Image Forensics: A Laconic Review. *TECHART: Journal of Arts and Imaging Science*, 4(1), 32-36.
- [16] Burger, W., & Burge, M. J. (2016). *Digital image processing: an algorithmic introduction using Java*. Springer.
- [17] Tyagi, V. (2018). *Understanding digital image processing*. CRC Press.
- [18] Dewangan, S. K. (2016). Importance & Applications of Digital Image Processing. *International Journal of Computer Science*

و ... شناسی می باشد مختصراً مورد بررسی قرار گیرد. همچنین به دلیل اهمیت موضوع، در این مقاله دستاوردها و چالش های پردازش تصویر را بررسی شد. کاربرد پردازش تصویر در هر یک از زمینه هایی که بحث شد بسیار گسترده است. اهمیت پردازش تصویر و کاربردهای هوش مصنوعی در سال های اخیر چند برابر شده است و پیشبینی می شود که در سال های آینده اهمیت بیشتری نیز پیدا کند. پیش بینی می شود بزودی پردازش تصویر، رابطه بین انسان و رایانه را به طرز شگفت انگیزی متفاوت نماید.

### منابع و مأخذ

- [1] Dey, N., Chaki, J., Moraru, L., Fong, S., & Yang, X. S. (2020). Firefly algorithm and its variants in digital image processing: A comprehensive review. *Applications of firefly algorithm and its variants*, 1-28.
- [2] Cristóbal, G., Schelkens, P., & Thienpont, H. (Eds.). (2013). *Optical and digital image processing: fundamentals and applications*. John Wiley & Sons.
- [3] Qureshi, R., Uzair, M., Khurshid, K., & Yan, H. (2019). Hyperspectral document image processing: Applications, challenges and future prospects. *Pattern Recognition*, 90, 12-22.
- [4] Barni, M., Pelagotti, A., & Piva, A. (2005). Image processing for the analysis and conservation of paintings: opportunities and challenges. *IEEE Signal processing magazine*, 22(5), 141-144.
- [5] Sarfraz, M. (2020). Introductory Chapter: On Digital Image Processing. In *Digital Imaging*. IntechOpen.
- [6] Dastres, R., & Soori, M. (2021). Advanced image processing systems. *International Journal of Imaging and Robotics*, 21(1), 27-44.
- [7] Zhou, H., Wu, J., & Zhang, J. (2010). *Digital image processing: part II*. Bookboon.
- [8] Pitas, I., & Venetsanopoulos, A. N. (1992). Order statistics in digital image processing. *Proceedings of the IEEE*, 80(12), 1893-1921.

& Engineering Technology (IJCSET), 7(7), 316-320.

- [19] Egmont-Petersen, M., de Ridder, D., & Handels, H. (2002). Image processing with neural networks—a review. *Pattern recognition*, 35(10), 2279-2301.
- [20] Saxena, S., Sharma, S., & Sharma, N. (2016). Parallel image processing techniques, benefits and limitations. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 12(2), 223-238.
- [21] Annadurai, S. (2007). *Fundamentals of digital image processing*. Pearson Education India.
- [22] Jain, S., & Laxmi, V. (2018). Color image segmentation techniques: a survey. In *Proceedings of the International Conference on Microelectronics, Computing & Communication Systems* (pp. 189-197). Springer, Singapore.