

Багато сучасних IDE (Integrated Development Environment) мають можливість використання розширень. Це дозволяє формувати документацію під час написання коду. Розширення може дозволити протестувати розроблене API, не виходячи з оточення розробки, і автоматично сформувати документацію до цього ендпоінта. Це дозволяє розробнику одразу перевірити сформовану документацію на правильність і якщо є потреба - відредагувати її.

При використанні відповідних інструментів під час розробки багато задач можна делегувати автоматизованим системам: написання документації, автоматичне форматування тексту, виправлення помилок тощо. Це може в рази пришвидшити розробку кінцевого продукту, проте не слід забувати, що за якість цього продукту відповідальний саме програміст. Кожний етап, навіть автоматизований, повинен контролюватися, адже погано спроектована архітектура, неякісний код або неповна документація можуть знищити навіть інноваційні та унікальні в своєму роді проекти.

### Список використаних джерел

1. Doxygen (Copyright © 1997-2018 by Dimitri van Heesch.) [Електронний ресурс]//: [офіційний веб портал]. – Режим доступу <https://www.doxygen.nl/index.html>, вільний. – Назва з екрана.
2. Sphinx (© Copyright 2007-2021, Georg Brandl and the Sphinx team. Created using Sphinx 4.0.0+.) [Електронний ресурс] //: [офіційний веб портал]. – Режим доступу <https://www.sphinx-doc.org/en/master/>, вільний. – Назва з екрана.
3. Pandoc (Copyright 2006–2020 John MacFarlane. ) [Електронний ресурс] //: [офіційний веб портал]. – Режим доступу <https://pandoc.org/>, вільний. – Назва з екрана.
4. The Latex Project ([frank.mittelbach@latex-project.org](mailto:frank.mittelbach@latex-project.org)) [Електронний ресурс] //: [офіційний веб портал]. – Режим доступу <https://www.latex-project.org/>, вільний. – Назва з екрана.
5. Markdown (Copyright © 2011-2021 Evan Wondrasek / Apricity Software LLC) [Електронний ресурс] //: [офіційний веб портал]. – Режим доступу <http://markdownpad.com/>, вільний. – Назва з екрана.

---

УДК 004.93'1

## ОГЛЯД МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ БІБЛІОТЕКИ OPENCV У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

**Мамчуровський В. С.**, здобувач вищої освіти, гр. ПІ-181;

**Войтенко В. П.**, к.т.н., доцент

*Національний університет «Чернігівська політехніка»*

Для виконання завдань з цифрової обробки зображень [1] на етапі навчання найчастіше пропонується MATLAB – науковий пакет, який складається з досконалого середовища розробки з власною мовою програмування [2]. Незважаючи на переваги (простота мови, ґрунтовна документація та легкість налагодження коду), слід відмітити й ряд недоліків:

- закритість вихідного коду, причому вартість ліцензії коливається від декількох десятків до сотень доларів;
- низька портативність створюваних за допомогою MATLAB додатків;
- низька продуктивність внаслідок інтерпретованого характеру мови;
- велика ресурсоємність для розгортання та використання [3].

В якості безкоштовної, актуальної та продуктивної альтернативи розглянемо кросплатформену бібліотеку з відкритим вихідним кодом OpenCV [4], порівнюючи

можливості базових функцій з аналогічними в MATLAB. OpenCV підтримує операційні системи Windows, Linux, MacOS, iOS, Android та мови програмування C++, C, Python, Java [5].

Для експериментальних досліджень було обрано мову програмування Python, яка є простою для вивчення, проте надає потужне середовище для навчання та експериментів з комп'ютерним баченням і машинним навчанням [6].

Результати порівняння базових функцій за категоріями, які надають OpenCV і MATLAB, представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Огляд базових функцій MATLAB і OpenCV [7, 8]

Категорія	MATLAB	OpenCV
Зчитування зображення	A = imread(filename) A = imread(filename, fmt) [A, cmap] = imread(filename)	img = cv2.imread(filename, flags)
Збереження зображення	imwrite(A, filename) imwrite(A, map, filename)	cv2.imwrite(filename, img)
Відображення зображення	imshow(I) imshow(X, map) imshow(filename)	cv2.imshow(winname, mat)
Малювання геометричних фігур	roi = drawline(__, Name, Value)	img = cv2.line(img, pt1, pt2, color, thickness=..., lineType=...)
	roi = drawcircle(__, Name, Value)	img = cv2.circle(img, center, radius, color, thickness=..., lineType=...)
	roi = drawrectangle(__, Name, Value)	img = cv2.rectangle(img, pt1, pt2, color[, thickness[, lineType[, shift]]])
	roi = drawellipse(__, Name, Value)	img = cv2.ellipse(img, center, axes, angle, startAngle, endAngle, color[, thickness[, lineType[, shift]]])
	roi = drawpolyline(__, Name, Value)	img = cv2.polylines(img, pts, isClosed, color[, thickness[, lineType[, shift]]])
Зображення тексту на зображеннях	RGB = insertText(I, position, text) RGB = insertText(__, Name, Value)	cv2.putText(img, text, org, fontFace, fontScale, color[, thickness[, lineType[, bottomLeftOrigin]])
Перетворення кольорових просторів	LAB = rgb2lab(RGB) RGB = lab2rgb(LAB) HSV = rgb2hsv(RGB) RGB = hsv2rgb(HSV) тощо	cv2.cvtColor(input_image, flag)
Загальні геометричні трансформації	Icropped = imcrop(I, rect) Xcropped = imcrop(X, cmap, rect)	roi = image[startY:endY, startX:endX]
	J = imresize(I, scale) J = imresize(I, [numrows, numcols])	cv2.resize(src, dsize[, dst[, fx[, fy[, interpolation]]])
	J = imrotate(I, angle) J = imrotate(I, angle, method, bbox)	cv2.rotate(src, rotateCode[, dst]) M = cv2.getRotationMatrix2D(center, angle, scale)

Категорія	MATLAB	OpenCV
		cv2.warpAffine(src, M, dsize[, dst[, flags[, borderMode[, borderValue]]]])
	B = imtranslation(A, translation) __ = imtranslate(__, Name, Value)	cv2.warpAffine(src, M, dsize)
Фільтрування зображення	B = imfilter(A, h, options, ...)	cv2.blur(src, ksize[, dst[, anchor[, borderType]]])
	B = imgaussfilt(__, Name, Value) B = imgaussfilt3(A, sigma)	cv2.GaussianBlur(src, ksize, sigmaX[, dst[, sigmaY[, borderType]]])
	J = medfilt2(I,[m n])	cv2.medianBlur(src, ksize[, dst])
	J = imbilatfilt(I, degreeOfSmoothing, spatialSigma)	cv2.bilateralFilter(src, d, sigmaColor, sigmaSpace[, dst[, borderType]])

Проведений аналіз дозволяє відмітити, що набір функцій бібліотеки OpenCV Python не поступається функціоналу MATLAB, а місцями, навіть, спрощує роботу користувача.

Також було виконано експериментальну перевірку деяких функцій таблиці 1 та з'ясовані їхні особливості. За допомогою системи управління пакетами було встановлено останні версії бібліотек OpenCV-Python 4.5.1.48, NumPy 1.20.1 і Matplotlib 3.3.4. Перевірка включала зчитування та відображення зображення, малювання геометричної фігури, збільшення розміру, розмиття та поворот на 45 і 90 градусів.

В результаті проведених досліджень встановлено, що потужною та безкоштовною альтернативою науковому пакету MATLAB в процесі навчання можуть стати популярна бібліотека OpenCV і мова програмування Python, які пропонують всі необхідні для обробки зображень функції та методи, залишаючись простими для вивчення. Тому інтеграція даної бібліотеки до освітньої програми «Інженерія програмного забезпечення» є доцільною.

### Список використаних джерел

1. DIP – Applications and Usage [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.tutorialspoint.com/dip/applications\\_and\\_usage.htm](https://www.tutorialspoint.com/dip/applications_and_usage.htm)
2. OPENCV VS MATLAB: WHICH IS BEST FOR SUCCESSFUL COMPUTER VISION PROJECT? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.analyticsinsight.net/opencv-vs-matlab-which-is-best-for-successful-computer-vision-project/>
3. System Requirements for MATLAB R2020b [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mathworks.com/support/requirements/matlab-system-requirements.html>
4. OpenCV – Overview [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.tutorialspoint.com/opencv/opencv\\_overview.htm](https://www.tutorialspoint.com/opencv/opencv_overview.htm)
5. OpenCV – Overview [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.geeksforgeeks.org/opencv-overview/>
6. OpenCV (C++ vs Python) vs MATLAB for Computer Vision [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://learnopencv.com/opencv-c-vs-python-vs-matlab-for-computer-vision/>
7. Image Processing Toolbox — Functions [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mathworks.com/help/images/referencelist.html>
8. Alexander Mordvintsev & Abid K. OpenCV-Python Tutorials Documentation, Release 1 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://readthedocs.org/projects/opencv-python-tutorials/downloads/pdf/latest/>