

ЮЗ ТАСВИРЛАРИНИ СЕГМЕНТЛАШНИНГ НЕЙРОН ТАРМОҚЛАРГА АСОСЛАНГАН УСУЛЛАРИ

Маматов Нарзулло Солиджонович¹, Эрежесов Кеулимжай Кайматдинович², Нарзуллаев Иномжон Садулла ўғли³, Жалелова Малика Моятдин қизи⁴, Самижонов Абдурашид Нарзулло ўғли⁴

¹Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти, т.ф.д., профессор,
E-mail: m_narzullo@mail.ru

²Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги ТАТУ Нукус филиали, ассистент. E-mail: e_keulimjay@mail.ru

³Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети, таянч докторант,
E-mail: inomjonnarzullayev01@gmail.com

⁴Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти, ассистент,
E-mail: jalelova97@mail.ru

KEYWORDS

шахс юз тасвири, сегментация, нейрон тармоқ, биометрик идентификация, аутентификация, чуқур ўқитиш усуллари, тўлиқ ўрамли нейрон тармоқлар (FCN), U-Net, Mask R-CNN, юз белгилари, қайта ишлаш тезлиги.

ABSTRACT

Тасвир объектларини нейрон тармоқлар асосида сегментациялаш рақамли тасвирларни таҳлил қилишда кенг қўлланилмоқда. Тасвир сегментацияси бу тасвирни бир нечта ҳудудларга ажратиш бўлиб, ажратилган ҳар бир ҳудуд маълум бир синфга тегишлидир. Мазкур ишда нейрон тармоқлардан фойдаланишга урғу берган ҳолда шахс юз тасвирларини сегментлашни замонавий усул ва технологиялари ўрганилган. Шунингдек, тасвирларда юз минтақаларини аниқ ва самарали ажратиш олиш зарурати муҳокама қилинган. Бундан ташқари, юзни сегментлашда нейрон тармоқларга асосланган усулларни афзалликлари ва камчиликлари, иловалари ҳақида умумий маълумот ва таққослаш натижалари ҳам ёритиб берилган. Олинган ҳар бир усул хусусиятлари таҳлил этилиб, сегментлаш аниқлиги, тезлиги ва ресурс интенсивлиги каби бир қатор мезонлар асосида самарадорлиги қиёсий таҳлил қилинган. Натижалар умумлаштирилиб, юз тасвирларини сегментлаш усулларини ишлаб чиқишни замонавий ҳолати ва истиқболлари ҳақида хулосалар берилган.

Кириш

Бугунги кунда чуқур ўқитиш технологияларини тезкор ривожланиши нейрон тармоқларни тасвирларни қайта ишлашнинг кучли воситасига айлантирди. Бу соҳадаги энг муҳим вазифалардан бири тасвирни сегментациялаш, яъни тасвирдаги объектларни гуруҳларга ажратиш ҳисобланади. Сегментация шахс юзини аниқлаш ва биометрик аутентификациядан тортиб ҳиссиётларни таҳлил қилиш, тиббий ташхислашгача бўлган иловаларда муҳим рол ўйнайди. Сегментация аниқлиги тасвирларга дастлабки ишлов бериш босқичларида қўлланиладиган алгоритмлар [1-8] ва ёндашувлар [9-15] натижаларига боғлиқ.

Сўнгги йилларда ўрамли нейрон тармоқлар (CNN) каби чуқур ўқитиш усуллари тасвирларда юз сегментациясини амалга оширишда кенг қўлланилмоқда [16]. Ушбу усуллар нафақат сегментация аниқлиги бўйича яхши натижаларга эришиб қолмасдан, балки тасвирни қайта ишлаш тезлиги ва турли маълумотларни умумлаштириш қобилиятини сезиларли даражада яхшилаш имконини берди. Бунда U-Net, Fully Convolutional Networks (FCN) ва Mask R-CNN каби нейрон тармоқ моделлари юз сегментациясини амалга оширишда машҳур ҳисобланади.

Мазкур тадқиқот иши шахс юз тасвирларини сегментлашнинг нейрон тармоқларга асосланган усулларини тадқиқ қилишга бағишланган бўлиб, бунда нейрон

тармоқларга асосланган сегментлаш усуллари афзалликлари ва чекловлари, шунингдек, турли амалий масалаларда қўллаш бўйича батафсил маълумотлар келтирилган. Тадқиқот ишида асосан U-Net, FCN ва Mask R-CNN усуллари ва уларни қиёсий таҳлил қилишга эътибор қаратилган бўлиб, ҳар бир усул хусусиятлари ажратиб кўрсатилган ва уларни турли соҳалардаги самарадорликлари келтирилган.

Методлар

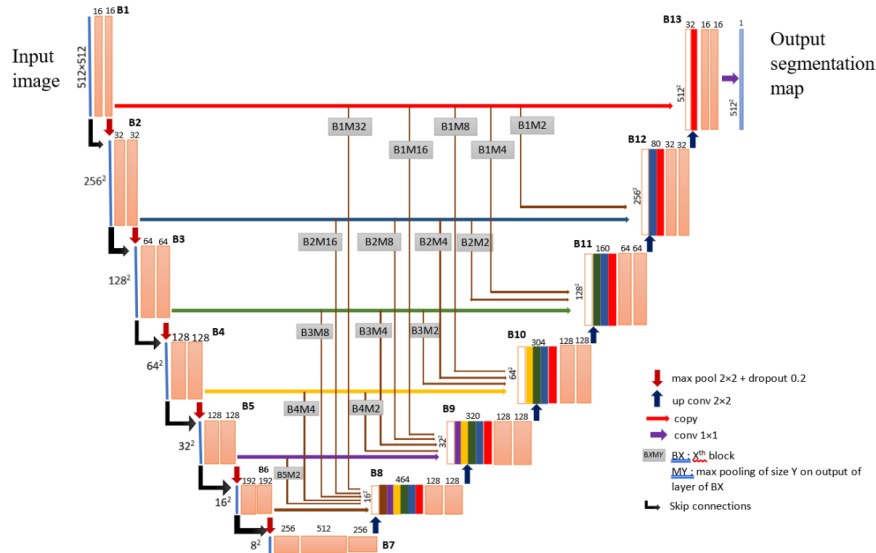
1. U-Net. Бу юқори аниқликдаги тасвир сегментацияси учун махсус ишлаб чиқилган ўрамли нейрон тармоқ ҳисобланади. У Олф Роннерскар ва унинг ҳамкасблари томонидан 2015 йилда таклиф қилинган. "U-Net" номи меъморий тузилишига кўра "U" ҳарфига ўхшаш тармоқ шаклидан келиб чиққан. U-Net архитектураси кодловчи ва декодер деб аталувчи икки асосий компонентдан иборат. Кодловчи тасвир ўлчамини камайтирадиган ва белгиларни ажратиб турувчи ўрамли қатламлардан иборат. Декодер тасвир ўлчамини оширувчи ва сегментация тафсилотларини тикловчи транспозицияланган

ўрамли ёки юқори намунали қатламлардан иборатдир. Бунда мос кодловчи ва декодер қатламлари орасидаги боғланишлар тасвир белгилари ҳақида контекстуал маълумотларни узатиш имконини беради.

U-Net ёрдамида сегментлаш қуйидагича амалга оширилади:

- тасвир кодловчининг кириш қисмига узатилади ва у бир нечта ўрамли қатламлардан ўтади, тасвир ўлчамини камайтирилади ва белгилар шакллантирилади;
- белги ҳақидаги маълумотлар декодерга узатилади, бу эса транспозицияланган ўрамли қатламлар ёрдамида тасвир ўлчамини аста-секин оширади ва сегментация тафсилотларини тиклайди;
- тармоқ охирида ҳар бир пикселни юз бўлиш эҳтимоллигини кўрсатувчи эҳтимоллий сегментация харитасини яратувчи фаоллаштириш қатлами қўлланилади.

U-Net архитектураси қуйидаги расмда келтирилган.



1-расм. U-Net архитектураси [17]

U-Net тиббий ташхислаш, юзни таниб олиш ва хавфсизлик каби турли иловаларда сегментлашда кенг қўлланилган. Масалан, тиббий иловаларда U-Net рентген нурлари ва магнит-резонанс томография каби тиббий сканерлардан олинган тасвирлардаги органларни сегментларга ажратишда

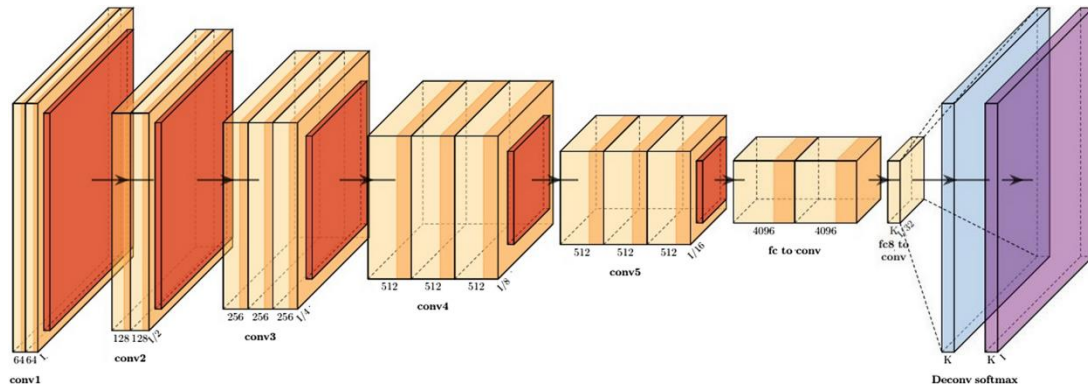
фойдаланилган.

2. Тўлиқ боғланган нейрон тармоқ (FCN). Бу тасвирни сегментлашга мўлжалланган чуқур конволюцион нейрон тармоқларни яна бир туридир. FCN 2015 йилда Шелдон Шнайджман ва унинг ҳамкасблари томонидан таклиф этилган. Улар юқори

аниқликдаги сегментланган хариталарни яратиш учун мўлжалланган стандарт ўрамли нейрон тармоқлар модификацияси ҳисобланади.

FCN архитектураси бир нечта кетма-кет ўрамли қатламлардан иборат бўлиб, улар

тасвир ўлчамини камайтиради ва белгиларни шакллантиради, сўнгра охириги ўрамли қатлам юқори намунали қатлам билан алмаштирилади. Бу тасвир ўлчамини оширади ва фазовий маълумотни тиклайди. FCN архитектураси қуйидаги расмда келтирилган.



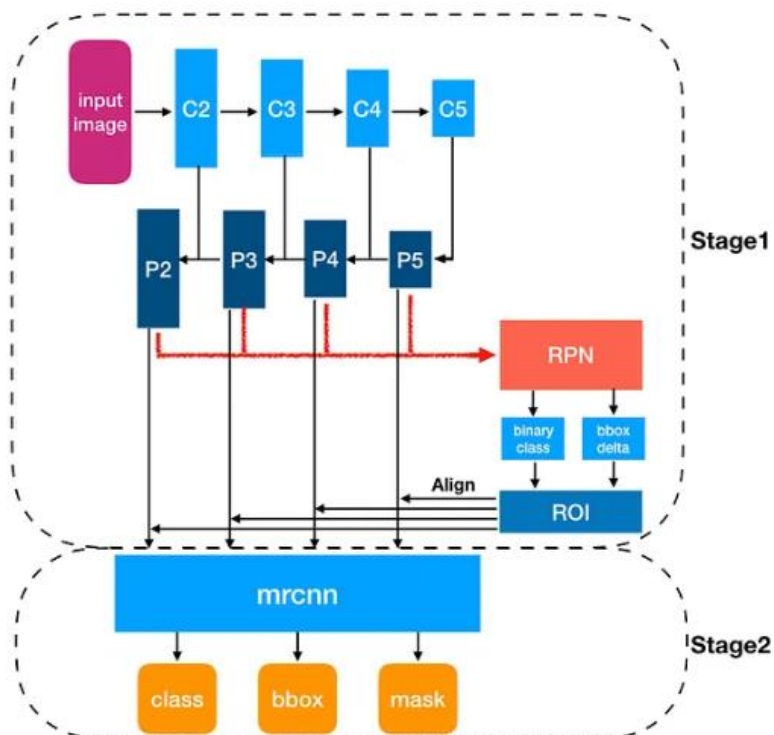
2-расм. FCN архитектураси [18]

FCN қуйидаги тамойил асосида ишлайди:

- тасвир тармоққа кировчи маълумот сифатида узатилади ва белгилар олинадиган бир нечта ўрамли қатламлардан ўтади;
- тасвир ўлчамини оширадиган ва фазовий маълумотни тиклайдиган юқори намунали қатлам қўлланилади;
- тармоқ охирида эҳтимоллик сегментация харитасини яратадиган фаоллаштириш қатлами қўлланилади.

FCN турли иловаларда, хусусан юз тасвирини сегментациялашда ҳам кенг қўлланилади [19]. Масалан, улар хавфсизлик ва киришни назорат қилиш мақсадида ССТВ тасвирларидаги юзларни сегментлашда ҳам қўлланилиши мумкин.

3. Mask R-CNN. Бу тасвирлардаги объектларни сегментларга ажратиш учун мўлжалланган Faster R-CNN алгоритми кенгайтмаси ҳисобланади. Мазкур нейрон тармоқ модели Каимин Хем ҳамда уларни ҳамкасблари томонидан 2017 йилда таклиф этилган [20]. Mask R-CNN бир вақтнинг ўзида объектларни аниқлаш ва ҳар бир аниқланган объект учун сегментация ниқобларини яратиш имконини беради. Mask R-CNN архитектураси аниқлаш, сегментация ва ҳудудий таклифлар тармоғи (RPN) деб аталувчи учта асосий компонентдан иборат. Аниқлаш деганда тасвирдаги объектларни аниқлаш тушунилади, сегментация эса ҳар бир аниқланган объект учун сегментация ниқобларини яратади, RPN кейинги қайта ишлаш учун ҳудудий таклифларни ишлаб чиқиш учун жавобгардир. Mask R-CNN архитектураси қуйидаги расмда келтирилган.



3-расм. Mask R-CNN архитектураси[21]

Mask R-CNN ёрдамида сегментлаш куйидагича амалга оширилади:

- тасвир тармоққа кирувчи маълумот сифатида узатилади ва у RPN объектларни ўз ичига олиши мумкин бўлган ҳудудлар таклифларини яратади;
- ҳудуд бўйича таклифлар объект синфлари ва уларни тасвирдаги жойлашувини аниқлайдиган аниқлаш компонентида узатилади;
- аниқланган объектлар ва уларни жойлашуви ҳар бир аниқланган объект учун сегментация ниқобларини яратадиган сегментация компонентида ўтказилади.

Mask R-CNN кўпинча юзни аниқлаш, ҳис-туйғуларни таҳлил қилиш ва хавфсизлик билан боғлиқ бўлган турли иловаларда тасвирларни сегментлашда қўлланилади. Масалан, тасвирларни таҳлил қилиш ва шахсларни идентификациялаш учун видеолардаги юзларни автоматик аниқлаш ва сегментларга ажратиш учун фойдаланиш мумкин.

Тасвирдаги инсон юзларини юқоид келтирилган сегментлаш усуллари ҳар бирини ўзига хос ютуқ ва камчиликлари ҳамда қўлланилиш соҳалари мавжуд. Улар ҳақида маълумотлар куйидаги жадвалда келтирилган.

1-жадвал

U-Net, FCN ва Mask R-CNN нейрон тармоқ моделлари ютуқлари, камчиликлари ва турли иловаларда қўлланилиши

Нейрон тармоқ модели	Ютуқлари	Камчиликлари	Қўлланилиши
----------------------	----------	--------------	-------------

U-Net	- кичик ҳажмдаги маълумотлар билан яхши ишлайди; - юқори сегментация аниқлигига эга, айниқса кичик объектларда	- ҳаддан ташқари мослашишга мойил бўлиши мумкин; - ўқитиш учун катта ҳажмдаги ҳисоблаш ресурсларини талаб қилади	- тиббий тасвирлар (масалан, КТ ёки МРТда органлар сегментацияси); - биологик тасвирлар (масалан, хужайра сегментацияси); - ижтимоий тармоқлардаги фотосуратлар таҳлили; - турли реал вақтда иловалар учун видео оқимлардаги юзларни сегментациялаш
FCN	- бошқа кўплаб сегментация усуллариға нисбатан тезкор; - ихтиёрий ўлчамдаги тасвирларни қайта ишлай олади	- кичик объектлар учун сегментация аниқлиги паст бўлиши мумкин; - ҳисоблаш ресурслариға бўлган талаб юқори	- реал вақтда сегментация (масалан, пиёдаларни аниқлаш учун автомобил саноатида); - сунъий йўлдош тасвирларини таҳлил қилиш; - реал вақт режимида юзни аниқлаш ва сегментациялаш учун ССТВ тизимлари; - фото ва видеолар учун юзни таниб олиш иловалари
Mask R-CNN	- тасвирдаги объект маскаларини башорат қила олади; - юқори аниқлик ва нисбий тезликни бирлаштиради; - турли ўлчамдаги турли объектлар билан тасвирларни қайта ишлай олади	- ўқитиш ва хулоса чиқариш учун катта ҳисоблаш ресурсларини талаб қилади; - янги вазифалар учун созлаш мураккаб бўлиши мумкин	- реал вақтда объектни аниқлаш ва сегментациялаш (масалан, ССТВ тизимларида); - тиббий дастурларда сегментация (масалан, МРТ тасвирларида органлар сегментацияси); - юзларни аниқлаш ва сегментациялаш учун видеокузатув ва хавфсизлик тизимлари; - юзлар билан тиббий тасвирларни таҳлил қилиш учун тиббий иловалар

Хулоса

Мазкур ишда шахс юз тасвирларини сегментлашнинг нейрон тармоқ усуллари тадқиқ этилган бўлиб, асосан U-Net, FCN ва Mask R-CNN усуллари ва уларни ютуқ ва камчиликлари ҳамда иловалари келтирилди. Ушбу усулларни ҳар бири ўзига хос хусусиятларга эга бўлиб, бу уларни тасвирни қайта ишлаш ва юзни таҳлил қилишда самарали воситаларга айлантирган. U-Net юқори сегментация аниқлиги ва дастурда мослашувчанликни таъминлайди, FCN эса юқори тезлик ва катта ҳажмдаги маълумотларни ўқитишни таъминлайди, Mask R-CNN бир вақтнинг ўзида объектларни аниқлаш ва сегментация маскаларини яратиш имконини беради. Бироқ, ҳар бир усулни ўзига хос камчиликлари ҳам мавжуд. Масалан, ҳисоблаш интенсивлиги, этикетли маълумотларни катта миқдорини талаб қилиши ва ҳаддан ташқари мослашишга мойиллигини камчилик сифатида келтириш мумкин. Муайян вазифа учун усулни танлашда ушбу чекловларни инобатга олиш муҳим ҳисобланади.

Нейрон тармоқларга асосланган усулларни юқорида санаб ўтилган камчиликларига қарамай, улар турли соҳаларда, жумладан, юзни аниқлаш, хавфсизлик, тиббий ташхис, юз тасвири орқали ҳиссиётларни таҳлил қилишда кенг қўлланилмоқда. Уларни самарадорлиги ва мослашувчанлиги замонавий технология ва тадқиқотларда муҳим воситага айлантиради. Юзни сегментациялаш усуллари бўйича кейинги тадқиқотлар ва ишланмалар янада самарали ва кўп қиррали усулларга олиб келиши мумкин, тадқиқот ва саноатни турли соҳаларида қўллаш учун янги истиқболларни белгилаши табиий.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Mamatov, N. S., Niyozmatova, N. A., Jalelova, M. M., Samijonov, A. N., & Tojiboyeva, S. X. (2023). Methods for improving contrast of agricultural images. In E3S Web of Conferences (Vol. 401, p. 04020). EDP Sciences.
2. Mamatov, N. S., Pulatov, G. G., & Jalelova, M. M. (2023). Image contrast enhancement method and contrast evaluation criteria optimal pair. Digital Transformation and Artificial Intelligence, 1(2).
3. Mamatov, N., Sultanov, P., & Jalelova, M. (2023). Analysis of imaging equipments of human internal organs. Scientific Collection «InterConf+», (38 (175)), 291-299. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.10.2023.026>
4. Mamatov, N. S., Jalelova, M. M., Samijonov, A. N., & Samijonov, B. N. (2024, February). Algorithm for improving the quality of mixed noisy images. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 2697, No. 1, p. 012013). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2697/1/012013>
5. Mamatov, N., Jalelova, M., & Samijonov, B. (2024). Tasvir obyektlarini segmentatsiyalashning mintaqaga asoslangan usullari. Modern Science and Research, 3(1), 1-4. <https://inlibrary.uz/index.php/science-research/article/view/28241>
6. Mamatov, N., Jalelova, M., Samijonov, B., & Samijonov, A. (2024). Algorithms for contour detection in agricultural images. In E3S Web of Conferences (Vol. 486, p. 03017). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448603017>
7. Mamatov, N., Jalelova, M., Samijonov, B., & Samijonov, A. (2024). Algorithm for extracting contours of agricultural crops images. In ITM Web of Conferences (Vol. 59, p. 03015). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/itmconf/20245903015>
8. Mamatov, N., Sultanov, P., Jalelova, M., & Samijonov, A. (2023). 2D image processing algorithms for kidney transplantation. Scientific Collection «InterConf», (184), 468-474.
9. Mamatov, N., & Jalelova, M. (2023). ТАСВИР КОНТРАСТИНИ ОШИРИШ УСУЛИ ВА КОНТРАСТ БАҲОЛАШ МЕЗОН ОПТИМАЛ ЖУФТЛИГИ. DIGITAL TRANSFORMATION AND

- ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 1(2), 158-167.
10. Solidjonovich, M. N., Qizi, J. M. M., Qizi, T. S. X., & O'G'Li, S. B. N. (2023). SUN'IY YO'LDOSHDAN OLINGAN TASVIRDAGI DALA MAYDONI CHEGARALARINI ANIQLASH USULLARI. *Al-Farg'oniy avlodlari*, 1(4), 177-181.
 11. Маматов, Н., Султанов, П., Жалелова, М., & Тожибоева, Ш. (2023). Критерии оценки качества медицинских изображений, полученных на мультиспиральном компьютерном томографе. *Евразийский журнал математической теории и компьютерных наук*, 3(9), 27-37.
 12. Маматов, Н., Султанов, П., Юлдашев, Ю., & Жалелова, М. (2023). Методы повышения контрастности изображений при мультиспиральной компьютерной томографии. *Евразийский журнал академических исследований*, 3(9), 125-132.
 13. Маматов, Н., & Джалелова, М. (2023). Tasvir shovqinlari tahlili. *Информатика и инженерные технологии*, 1(2), 113-115.
 14. Маматов, Н., & Джалелова, М. (2023). Tasvir kontrastini etalonsiz baholash. *Информатика и инженерные технологии*, 1(2), 115-117.
 15. Маматов, Н., Рахмонов, Э., Самижонов, А., Жалелова, М., & Самижонов, Б. (2023). ТАСВИРДАГИ МИКРОСКОПИК ОБЪЕКТЛАРНИ ТАНИБ ОЛИШ АЛГОРИТМЛАРИ. *Евразийский журнал математической теории и компьютерных наук*, 3(11), 7-13.
 16. A. Raj, S. Gupta and N. K. Verma, "Face detection and recognition based on skin segmentation and CNN," *2016 11th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS)*, Roorkee, India, 2016, pp. 54-59, doi: 10.1109/ICIINFES.2016.8262907.
 17. Ganesh Pai and Sharmila Kumari M, "Semi-Dense U-Net: A Novel U-Net Architecture for Face Detection" *International Journal of Advanced Computer Science and Applications(IJACSA)*, 14(6), 2023. <http://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140643>
 18. Agarwal, Mohit & Gupta, Suneet & Biswas, K.. (2023). Development of a compressed FCN architecture for semantic segmentation using Particle Swarm Optimization. *Neural Computing and Applications*. 35. 1-14. 10.1007/s00521-023-08324-3.
 19. Nirkin, Y., Masi, I., Tran, A., Hassner, T., & Medioni, G. (2017). On face segmentation, face swapping, and face perception. *arXiv (Cornell University)*. <https://arxiv.org/pdf/1704.06729.pdf>
 20. He, K., Gkioxari, G., Dollár, P., & Girshick, R. (2017). Mask R-CNN. *arXiv (Cornell University)*. <https://arxiv.org/pdf/1703.06870v3>
 21. Karara, G.; Hajji, R.; Poux, F. 3D Point Cloud Semantic Augmentation: Instance Segmentation of 360° Panoramas by Deep Learning Techniques. *Remote Sens.* 2021, 13, 3647. <https://doi.org/10.3390/rs13183647>