

# Обнаружение нарушений целостности поверхностей зданий при помощи нейросетевых алгоритмов

Н.А. Фирсов

*Самарский национальный исследовательский университет  
им. академика С.П. Королева  
Самара, Россия*

*firsov.na98@gmail.com*

Д.А. Жердев

*Институт систем обработки изображений - филиал  
ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН  
Самарский национальный исследовательский университет  
им. академика С.П. Королева  
Самара, Россия*

*denazherdev@gmail.com*

Л.А. Жердева

*Самарский национальный исследовательский университет  
им. академика С.П. Королева  
Самара, Россия*

*lara.zherdeva.taskina@gmail.com*

Е.Ю. Минаев

*Самарский национальный исследовательский университет  
им. академика С.П. Королева  
Самара, Россия*

*e.minaev@gmail.com*

**Аннотация**—Обнаружение нарушений целостности поверхностей зданий требует привлечения рабочего персонала, при этом зачастую требуются дополнительные приспособления и спецтехника (лестницы, автовышки и пр.) и возникают риски производственных травм. Автоматизация обнаружения нарушений целостности зданий с помощью видеоаналитики данных с БПЛА может ускорить, удешевить и обезопасить данную процедуру. Применение нейросетевых алгоритмов к данной задаче осложнено специфичностью данных, которые требуется собирать на определенных зданиях и площадях инфраструктуры. Для решения этой задачи предлагается использовать синтетические данные, получаемые при помощи виртуальной среды. Синтезированный набор данных позволяет полностью решить поставленную задачу обнаружения трещин фасадов и повреждений кровли.

**Ключевые слова**— моделирование повреждений, трещины, синтетические данные, сверточные нейронные сети.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Предприятия с большим количеством инфраструктурных объектов нуждаются в оперативном контроле состояния каждого из объектов для более эффективного управления и предупреждения нежелательных рисков. Вызвано это может быть прежде всего юридическими и нормативными требованиями в отношении устойчивости и безопасности, а также повышением конкурентоспособности организации. На данный момент визуальный осмотр остается основным методом обнаружения дефектов поверхности, таких как трещины, сколы и коррозия. Условия, отмеченные в ходе периодических инспекций, могут потребовать более частых проверок, что заставляет сосредоточиться на повышении эффективности, безопасности и точности визуального контроля. Проблема также заключается в том, что этот тип инспекции по большей части основан на ручном сборе данных невооруженным глазом, а некоторые подходы требуют от инспекторов доступа к различным труднодоступным компонентам инфраструктуры. Таким образом, для обеспечения безопасности, для эффективного и точного осмотра

инфраструктурных объектов требуется применять автоматизированную систему сбора данных [1]. Беспилотная система, уменьшающая роль инспектора, обеспечивает более безопасный и эффективный контроль, т.к. может подлететь ко всем частям большой конструкции для сбора данных с помощью установленных на нём камер и датчиков [2], а автоматизация траектории полета БПЛА приводит к получению пути без столкновений с минимальным перекрытием, максимальным покрытием и минимальным временем полета [3]. Использование нейросетевых алгоритмов позволяет автоматизировать процесс обработки видеоданных, уменьшая нагрузку на персонал и увеличивая эффективность мониторинга повреждений. В связи со сложностью получения набора данных для обучения нейросетей возможно использование технологии моделирования синтетических данных.

## 2. ОБНАРУЖЕНИЕ ДЕФЕКТОВ

В качестве нейросетевого классификатора для задачи обнаружения дефектов была применена сеть Res-UNet [4]. Данные для обучения собирались с видеоклипов и фотографий, полученных при полевых съемках реальных инфраструктурных объектов. Данные кадры проходили этап ручной разметки под определенную задачу, после чего производилось кадрирование изображения на участки размером 256x256 пикселей. Формировались обучающий и валидационный наборы в соотношении 9 к 1. Обучение проводилось до достижения точности в 95-98% на валидационном наборе. Маски, полученные на тестовых изображениях, проходили этап размывтия и пороговой обработки для отсеивания ложных срабатываний на отдельных пикселях.

В отсутствие возможности съемки сцен реального мира с требуемыми повреждениями, обучающие выборки формировались при помощи моделируемых синтетических данных в среде Unreal Engine (рисунок 1). Таким образом для идентификации механических дефектов кровли и поверхностей было синтезировано порядка тысячи изображений.



Рис. 1. Синтетические данные смоделированные в среде Unreal Engine



Рис. 2. Результаты сегментации нейросетевым алгоритмом

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нейросетевой алгоритм был обучен на полученных синтетических данных и показал 98.6 % точность обнаружения дефектов и нарушений целостности поверхности зданий на изображениях (рисунок 2). Как можно видеть из рисунков, используемый подход позволяет обучить и распознать дефекты с минимальными временными и ресурсными затратами.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при поддержке РФФИ грант № МК 19-29-01235.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Liu, P. A review of rotorcraft Unmanned Aerial Vehicle (UAV) developments and applications in civil engineering / P. Liu, A.Y. Chen, Y.N. Huang, J.Y. Han, J.S. Lai, S.C.J. Kang, T.H.R. Wu, M.C. Wen, M.H. Tsai // *Smart Structure and Systems*. – 2014. – Vol. 13(6). – P. 1065-1094.
- [2] Bircher, A. Three-dimensional coverage path planning via viewpoint resampling and tour optimization for aerial robots / A. Bircher, M. Kamel, K. Alexis, M. Burri, P. Oettershagen, S. Omari, T. Mantel, R. Siegwart // *Autonomous Robots*. – 2016. – Vol. 40(1). – P. 1059-1078.
- [3] Hinks, T. Flight optimization algorithms for aerial LiDAR capture for urban infrastructure model generation / T. Hinks, H. Carr, D.F. Laefer, M. Asce // *Journal of Computing in Civil Engineering*. – 2009. – Vol. 23(6). – P. 330-339.
- [4] Diakogiannis, F.I. ResUNet-a: a deep learning framework for semantic segmentation of remotely sensed data / F.I. Diakogiannis, F. Waldner, P. Caccetta, C. Wu // *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. – 2020. – Vol. 16. – P. 94-114.