**АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ КАЧЕСТВА РАСПОЗНАВАНИЯ МЕТОК ARUCO И APRILTAG С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ УСЛОВИЯМИ**

Изображения маркеров семейств aruco, apriltag, ARTag, CALTag и других используются для обнаружения позиции через них. В работе выполнено сравнение качества обнаружения позиций. В работе представлено сравнение методов на основе aruco и apriltag. Также сравнивается обнаружение одного маркера и куба с маркерами на каждой стороне, обнаружение индивидуального тега и их, как последовательности, с фильтром Кальмана, обнаружение на основе сгенерированных фотографий и на основе реальных.

[Добавить кратко про результаты, когда будут]

**Ключевые слова**: aruco, apriltag, фильтр Кальмана, opencv, компьютерное зрение, композиция меток, виртуальное пространство

## Введение

Задача определения расположения объекта, а именно его позиция и вращение относительно камеры, для устойчивости решается через обнаружение заранее определенных и расположенных на объекте маркеров. На данный момент основными являются aruco и apriltag с различными их вариациями, как ArUcoE (1), и другие комбинированные решения (2).

К задачам, в которых они используются, относятся дополненная и виртуальная реальность, навигация на складах, производствах, навигации дронов в каких-либо других пространствах и другое. В силу наличия разных методов, при использовании также стоит задача определения метода, который будет лучше в общем или лучше подходить под конкретную задачу. Некоторые исследования качества методов обнаружения уже проводились, как обнаружение в целях AR (3), исследование aruco (4), сравнение некоторых методов (5), добавление дополнительных методов, не связанных с самим обнаружением, как фильтр Кальмана (6), обнаружение сгруппированных тегов (7) и другие исследования.

Этот метод также ассоциирован с некоторыми проблемами, как частичная видимость объекта, решаемая использованием множества тегов на объекте и обнаружение тех, которые полностью видны (8), примеры: CALTag, charuco board. Также тени и размытие из-за движения или расфокусированной камеры (7) могут привести к нераспознованию маркера. Даже в случае распознования из-за того, что маркер плоский его вращение не может быть однозначно определено, из-за чего решения иногда дают неверный результат (9).

В силу этих причин для конкретных ситуация какой-то метод может быть лучше или хуже по приведенным причинам, а также по скорости работы и точности в целом. В случае этой работы основная цель это сравнение методов обнаружения меток для задачи определения положения робота на поле в робофутболе (на позиции головы закреплен куб с меткой на каждой из сторон, аналогично работе (10)). В соответствии с этим в работе также используются траектории, заданные по времени, на которых сравниваются обычные методы обнаружения и другие, подкрепленные фильтром Кальмана (на подобии (10), но без учета вращения) и дополнительными методами. В работе также сравнивается использование для обнаружения одной метки (плоской пластины с меткой) и использование ранее упомянутого куба с метками. Дополнительно в работе приведено сравнение результатов на основе изображений, сгенерированных в виртуальном пространстве (vtk) и на основе изображений с реальной камеры, чтобы определить возможность проведения подобных исследований только на основе более простого в использовании виртуального пространства.

## Существующие сравнения методов

## Предлагаемый подход

# Ссылки

(б.д.). Получено из https://openaccess.thecvf.com/content\_CVPR\_2019/html/Hu\_Deep\_ChArUco\_Dark\_ChArUco\_Marker\_Pose\_Estimation\_CVPR\_2019\_paper.html

(б.д.). Получено из https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1115078/

(б.д.). Получено из https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-61582-5\_12

(б.д.). Получено из https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-11292-9\_27

(б.д.). Получено из https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8441049/

(б.д.). Получено из https://link.springer.com/article/10.1007/s10846-020-01307-9

(б.д.). Получено из https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031320314000235

(б.д.). Получено из https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9196902/

(б.д.). Получено из https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9650050/

(б.д.). Получено из https://www.researchgate.net/publication/316592734\_Relative\_Vessel\_Motion\_Tracking\_using\_Sensor\_Fusion\_Aruco\_Markers\_and\_MRU\_Sensors