## Абстракт

Изображения маркеров различных семейств могут быть обработаны некоторыми методами, а именно aruco, apriltag, ARTag, CALTag, для получения id и позиций углов маркера на изображении. Они также предоставляют решения задачи PnP, позволяя получать в том числе расположение и вращение маркеров относительно камеры. В работе выполнено сравнение методов aruco, apriltag, сравнение с обнаружением позиции куба с маркерами на каждой стороне и сравнение с использованием фильтра и других приемов для позиций, соответствующих траектории.

[Добавить кратко про результаты, когда будут]

## Вступление

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, на складах, производствах, навигации дронов и другое. В силу наличия разных методов, при использовании также стоит задача определения метода, который будет лучше в среднем 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 только частичная видимость объекта, которая в основном решается использованием множества тегов на объекте и обнаружение тех, которые полностью видны (8), чем как раз и являются CALTag, charuco board и некоторые другие. 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 существует множество тегов и соответствующих методов обнаружения, которые могут быть лучше или хуже по приведенным параметрам, а также по скорости работы и применимости к конкретным ситуациям. 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.

Как дополнительная цель этой работы, код был написан с учетом возможности его переиспользования для проведения анализа подобного приведенного в работе, но уже на до некоторой степени произвольного метода обнаружения, семейства меток и обработки полученных позиций тегов. Это должно позволить повторить анализ на других методах обнаружения, метках, позициях и других изменениях в будущем вне рамок этой работы.

# 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