

Секция «Информационные технологии (виртуальная реальность и айтирекинг) в психологическом исследовании, образовании и психологической практике»

Распознавание прослеживающих движений глаз и подача вибротактильной обратной связи как средства поддержки взаимодействия оператора с группировкой мобильных роботов

Научный руководитель – Шишкин Сергей Львович

Чжао Д.Г.¹, Исаченко А.В.¹, Мельничук Е.В.²

1 - Московский физико-технический институт, Москва, Россия; 2 - Российский новый университет, Москва, Россия

Когда оператор взаимодействует с группой роботов, например, визуально отображаемых на экране монитора, ему нередко может потребоваться отдавать команды только одному из них, или получить подробную информацию только от одного из роботов. Если роботы в это время подвижны, выбор одного из них - например, с помощью мыши или джойстика - становится непростым делом. Для решения этой задачи можно попытаться использовать айтирекинг (видеоокулографию) - хорошо известный в современной психологии метод определения координат взгляда.

Подходы к управлению компьютером с помощью айтирекинга разрабатываются уже довольно долгое время, но в их рамках команды обычно отдаются с помощью фиксаций или саккад. Однако в задаче выбора подвижного робота из группы запрашивается использовать прослеживающие движения глаз: они с высокой точностью повторяют траекторию движения интересующего человека объекта, причем взгляд «наводится» на него быстро и без субъективных усилий [1]. Этот тип движений глаз применили в разработке человеко-машинных интерфейсов лишь в последние годы: на его основе были созданы системы управления смартфонами и умными часами [2], но в управлении роботами он еще не применялся.

Недостатком использования взгляда для выбора робота из подвижной группировки может быть слишком большая нагрузка на зрение, если сообщение о выборе робота подается только с помощью визуальной обратной связи (например, соответствующей подсветкой робота), как это чаще всего делается в айтирекинг-системах управления компьютером. Это связано с наличием в зрительном поле похожих объектов (других роботов), которые тоже могут двигаться и, соответственно, «притягивать» к себе взгляд. Известно, что тактильные стимулы могут восприниматься даже без предварительной ориентации на них внимания и в сложных ситуациях могут получать повышенный приоритет по сравнению с информацией, поступающей по зрительному и слуховому каналам [3]. Использование тактильной/гаптической обратной связи в айтирекинг-интерфейсах управления на основе саккад [4] и фиксаций [5] началось совсем недавно. В системах управления с помощью прослеживающих движений тактильная/гаптическая обратная связь еще не применялась, однако в задаче выбора робота из группировки ее использование выглядит вполне уместным.

Методика выбора подвижного робота из группировки с использованием айтирекинга и вибротактильной обратной связи была реализована в модели человеко-машинного интерфейса - программно-аппаратном комплексе (рис. 1). На экран выводится прямоугольное поле с движущимися роботами, представленными в форме шаров. Начальные координаты и направления движения роботов выбираются случайно или задаются параметрами. При столкновении друг с другом роботы обмениваются направлением движения, а при столкновении со стенкой направление движения меняется зеркально. Имеется возможность варьировать скорость и размер роботов. Программа написана на языке программи-

рования C++ с использованием фреймворка Qt. При создании графического интерфейса использовались языки QML и JavaScript.

Кроме программной модели группировки роботов, программно-аппаратный комплекс включает в себя «бюджетный» айтрекер EyeX (Tobii AB, Sweden) и блок подачи обратной связи в виде вибротактильного стимулятора. Вибротактильная связь реализуется с помощью вибромотора, на который подаётся напряжение с заданной продолжительностью и силой вибрации, регулируемой с помощью широтно-импульсной модуляции. В нашей системе вибротактильная связь используется для подтверждения, что действие распознано системой.

Собственно выделение робота в настоящее время реализовано на основе порога длительности совмещения взгляда с роботом и порога сближения взгляда с центром робота. При превышении обоих порогов шар, изображающий робота, окрашивается в определенный цвет, а также подается вибротактильная обратная связь. Планируется реализовать другие алгоритмы определения отслеживания движения объекта, в частности, алгоритм [4] (с адаптацией под данную систему). В экспериментах будет изучаться влияние алгоритма выбора робота, его параметров, наличия обратной связи и ее параметров на быстроту и точность решения задачи выбора робота из группировки. Предполагается, что благодаря этому удастся выявить наиболее эффективную конфигурацию системы, которую в дальнейшем можно будет реализовать в составе реальных интерфейсов управления роботами.

Пояснения к рисунку: **Ядро.** Данный модуль отвечает за расчет траекторий движения графических объектов, представляющих группировку роботов, а так же обработку момента выбора взглядом графического объекта и подачу вибрационного сигнала при выборе объекта. Содержит интерфейс для интеграции с QML. **Фильтр.** Фильтрация данных, содержащих координаты захваченной точки взгляда, которые поступают с айтрекера «Tobii EyeX». (*) Вместо данного фильтра может применяться встроенный фильтр из библиотеки «Tobii EyeX» (опционально). **Надстройка над библиотекой Tobii EyeX.** Представляет собой надстройку над API из SDK для айтрекера «Tobii EyeX». **Тактильная обратная связь.** Модуль предназначен для подачи вибрационного сигнала при выборе графического объекта. **Графические объекты, представляющие группировку роботов.** Динамический массив объектов QML типа «Rectangle». Позиционирование, реакция на выбор взглядом (смена цвета, подача вибрационного сигнала, вывод метаданных об объекте) осуществляется ядром.

Источники и литература

- 1) Briellmann A. A., Sperring M. Effects of reward on the accuracy and dynamics of smooth pursuit eye movements //Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. – 2015. – Т. 41. – №. 4. – С. 917-928.
- 2) Esteves A, Velloso E, Bulling A, Gellersen H. Orbits: Gaze interaction for smart watches using smooth pursuit eye movements. In Proceedings of the 28th Annual ACM Symposium on User Interface Software & Technology 2015 Nov 5 (pp. 457-466).
- 3) J. V. M. Hanson, D. Whitaker, and J. Heron, “Preferential processing of tactile events under conditions of divided attention.,” Neuroreport, 20 (15), 2009, 1392–6.
- 4) Kangas, J., Akkil, D., Rantala, J., Isokoski, P., Majaranta, P., & Raisamo, R. (2014, April). Gaze gestures and haptic feedback in mobile devices. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 435-438).
- 5) Majaranta, P., Isokoski, P., Rantala, J., Špakov, O., Akkil, D., Kangas, J., & Raisamo, R. (2016). Haptic feedback in eye typing. Journal of Eye Movement Research, 9(1).

Иллюстрации

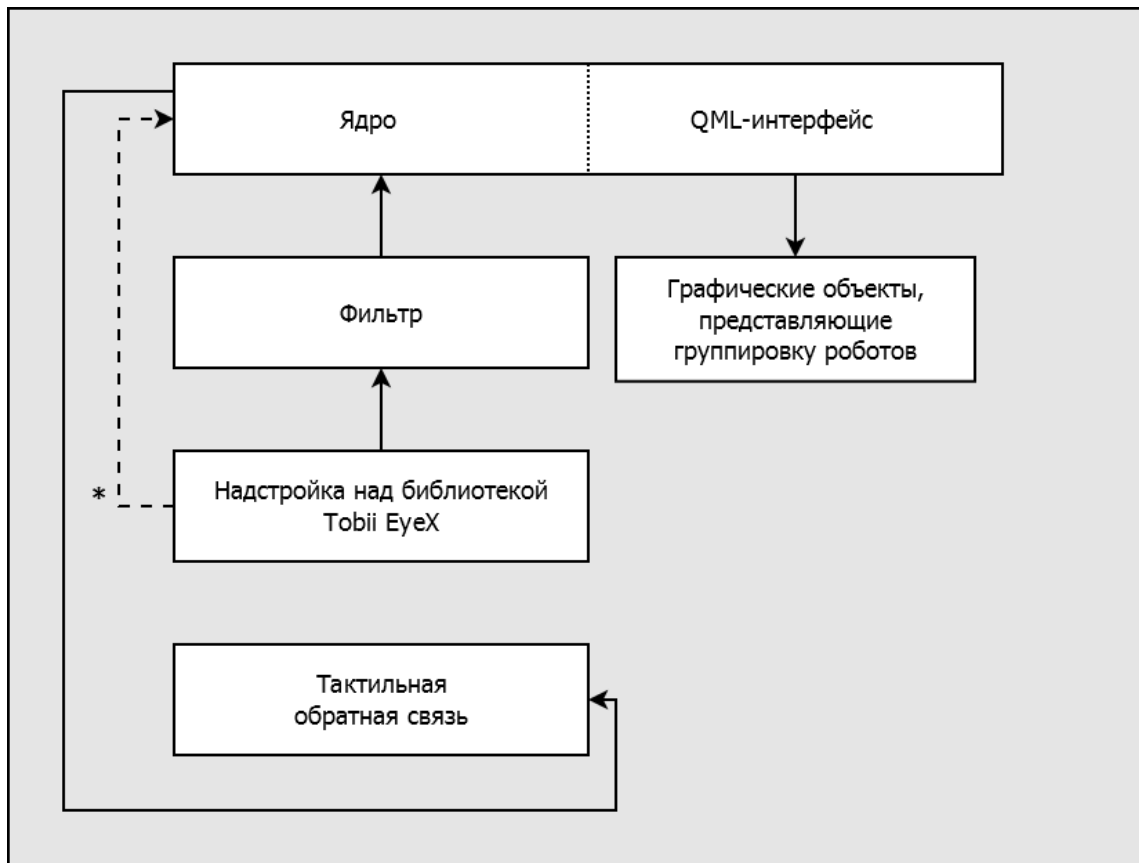


Рис. 1. Схематическая структура программы