

## Антропоморфный робот на базе SoC FPGA

Научный руководитель – Романов Александр Юрьевич

Писарский И.Д.<sup>1</sup>, Ханаев А.С.<sup>2</sup>, Рзаев Э.Р.<sup>3</sup>, Цыгикало П.Н.<sup>4</sup>, Рыжов А.Р.<sup>5</sup>

1 - Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия, *E-mail: idpisarskiy@edu.hse.ru*; 2 - Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия, *E-mail: askhanaev@miem.hse.ru*; 3 - Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия, *E-mail: errzaev@edu.hse.ru*; 4 - Московский институт электроники и математики, Москва, Россия, *E-mail: tsygikalo.peter@yandex.ru*; 5 - Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия, *E-mail: arryzhov@miem.hse.ru*

Основной целью данной работы являются: разработка антропоморфного робота, выполняющего большой спектр задач; создание мобильного приложения для взаимодействия с роботом; проектирование нейронной сети для идентификации объектов окружающей среды.

В робототехнике возникает задача выбора основной платы: микроконтроллер, ASIC, FPGA или система на кристалле, представляющая собой FPGA плату со встроенным ARM ядром.

FPGA плата позволяет распараллеливать вычисления и обработку данных, что дает возможность проектировать производительные нейронные сети на аппаратном уровне, а также осуществлять непосредственное управление низкоуровневой периферией [2]. При этом наличие аппаратного процессорного ядра также сильно упрощает разработку и реализацию высокоуровневых функций системы. Сочетание разнообразия ресурсов FPGA и производительности микропроцессора общего назначения, гибкости конфигурирования портов ввода-вывода и поддержки многопоточных приложений [1], определили выбор системы на кристалле, как базовой платформы для проектирования. С другой стороны, это потребовало реализации связующего программного слоя, полного стека протоколов обмена данными, а также синхронизирующих схем.

Спроектированный робот обладает рядом функций:

- 1) Обработка данных с устройств.
- 2) Реализация движения робота и управление ими через Android приложение. Все движения робота имеют как низкоуровневую, так и высокоуровневую реализацию. Обработка и передача данных сервоприводам реализована при помощи FPGA [3], а на высоком уровне при помощи API на ARM ядре происходит преобразование простейших примитивов поворотов сервоприводов в полноценные движения.
- 3) Взаимодействие с окружающим пространством.
- 4) Взаимодействие с пользователем.
- 5) Программирование робота пользователем при помощи мобильного приложения.

### Выводы

Использование особенностей и вычислительных мощностей платы SoC FPGA позволило нам создать простую в использовании систему взаимодействия с механикой робота, его датчиками и программной составляющей. Пользователь может самостоятельно создавать алгоритмы действий и высокоуровневые программы для робота за счет чего обеспечивается возможность использовать нашу разработку в различных областях человеческой деятельности.

**Источники и литература**

- 1) Alkhafaji, Falih & Wan Hasan, W. & Isa, M. & Sulaiman, Naseer. (2018). Robotic Controller: ASIC versus FPGA - A Review. Journal of Computational and Theoretical Nanoscience. 15. 1-25. 10.1166/jctn.2018.7119.
- 2) P. N. Bachate and S. M. Mahamuni, "FPGA based robots for industrial security and application," 2016 IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT), Bangalore, 2016, pp. 1757-1760.
- 3) X. Shao and D. Sun, "Development of a New Robot Controller Architecture with FPGA-Based IC Design for Improved High-Speed Performance," in IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 3, no. 4, pp. 312-321, Nov. 2007.