

## **ОДНОПЛАТНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ НА БАЗЕ ПРОЦЕССОРНОЙ АРХИТЕКТУРЫ RISC-V В СИСТЕМАХ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ**

**А. А. Крощенко**

Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь,  
aakroshchenko@g.bstu.by

*This paper proposes the use of the Milk-V Duo series SBC for building computer vision subsystems with a comparative performance characteristic of each device to solve the problem of detecting objects in an image using the Yolo v5 neural network.*

### **Введение**

В связи с развитием области TinyML, в приложениях искусственного интеллекта особое значение приобретает использование компактных ресурсоемких компьютеров, построенный на одной плате (single-board computers – SBC). Подобные решения позволяют с одной стороны минимизировать пространство, занимаемое аппаратной частью систем, а с другой – профилировать аппаратную часть под частные задачи интеллектуальных систем. В данной работе предлагается применение SBC серии Milk-V Duo для построения подсистем компьютерного зрения со сравнительной характеристикой производительности каждого устройства для решения задачи детекции объектов на изображении с использованием нейронной сети Yolo v5.

### **Основная часть**

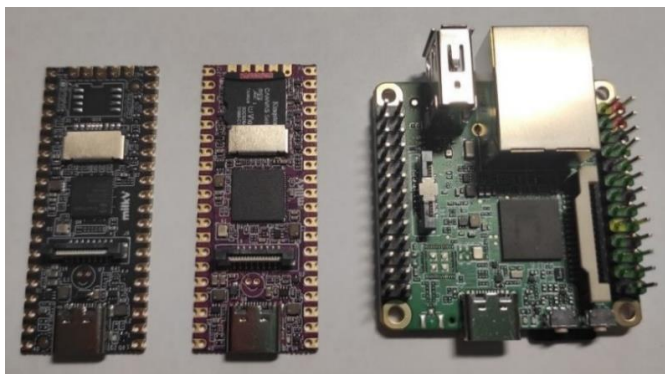
Серия SBC Milk-V Duo представляет собой линейку одноплатных компьютеров, построенных на базе процессора с архитектурой RISC-V с SoC CVITEK CV1800B, SG2000 и SG2002. Линейка представлена тремя устройствами (Duo, Duo 256M и Duo S). Два последних имеют гетерогенную архитектуру с ARM-процессором Cortex-A53. Указанные устройства обладают низкой стоимостью и энергопотреблением, а также достаточно высокой производительностью в сравнении с другими SBC того же класса (например, Raspberry Pi Pico). При этом они характеризуются компактным форм-фактором, наличием основных интерфейсов и возможностью подключения камеры для осуществления анализа в режиме реального времени. Основные характеристики указанных устройств приведены на рис.1.

	Duo	Duo 256M	Duo S
SoC	CVITEK CV1800B	SG2002	SG2000
RISC-V CPU	C906@1Ghz + C906@700MHz	C906@1Ghz + C906@700MHz	C906@1Ghz + C906@700MHz
Arm CPU	N/A	1xCortex-A53 @ 1GHz	1xCortex-A53 @ 1GHz
MCU	8051@8KB SRAM	8051@6KB SRAM	8051@6KB SRAM
Memory	SIP DRAM 64MB	SIP DRAM 256MB	SIP DRAM 512MB
TPU	0.5TOPS@INT8	1TOPS@INT8	0.5TOPS@INT8
Storage	1x microSD connector or 1x SD NAND on board	1x microSD connector or 1x SD NAND on board	1x microSD connector 1x eMMC Pad on board

**Рисунок 1 – Основные характеристики серии [1]**

Нужно отметить, что все три устройства содержат тензорный сопроцессор (TPU – tensor process unit), позволяющий ускорить выполнение нейронных сетей на SBC.

На рис. 2 изображены все устройства линейки.



**Рисунок 2 – Линейка Milk-V Duo (Duo, Duo 256M, Duo S)**

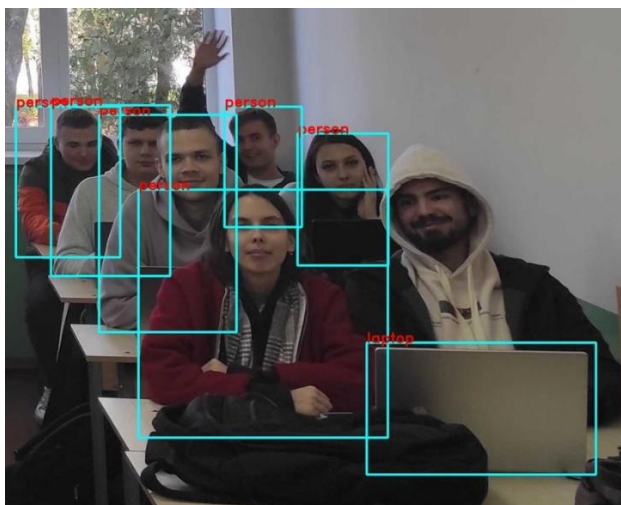
Для сравнения возможностей SBC Milk-V Duo нами решалась задача обнаружения объектов на изображении с использованием нейросетевого детектора Yolov5 [2]. Эксперименты проводились с использованием однотипной MicroSD-карты Kingston Canvas Select Plus объемом 64 Гб для размещения образа Linux-подобной операционной системы.

После выполнения компиляции квантизованной версии нейросетевого детектора Yolov5 (int8 версия), были осуществлены пробные запуски для различных изображений и условий запуска (первичный запуск после загрузки системы, повторные запуски). В таблице 1 представлены временные затраты

при загрузке и запуске модели на каждом из устройств линейки. Следует особо отметить, что приведенные результаты включают загрузку модели в память устройства. В процессе реального использования этап загрузки является избыточным при обработке каждого кадра и выполняется один раз в текущей сессии запуска нейросетевого детектора. На рис. 3 изображен результат детекции.

**Таблица 1 – Временные затраты для SBC серии**

	<b>Duo (s)</b>	<b>Duo 256M (s)</b>	<b>Duo S (s)</b>
Первичный запуск	4.5	1.64	1.01
Повторный запуск	3	0.8	0.7



**Рисунок 3 – Результат детекции**

### **Заключение**

В работе исследуются возможности применения SBC семейства Milk-V Duo для реализации подсистемы компьютерного зрения. Полученные результаты демонстрируют эффективность применения плат подобного типа для детекции объектов на изображении в том числе в режиме реального времени.

### **Список использованных источников**

1. Milk-V Duo | Extremely Cost-Effective Ultra-Compact Embedded Linux Development Platforms [Electronic resource] .– Mode of access : <https://milkv.io/duo>. – Date of access : 15.10.2024.
2. Architecture Summary - Ultralytics YOLO Docs [Electronic resource] .– Mode of access : [https://docs.ultralytics.com/yolov5/tutorials/architecture\\_description/](https://docs.ultralytics.com/yolov5/tutorials/architecture_description/). – Date of access : 15.10.2024.