

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DOS MODELOS RASPBERRY PI PARA APLICAÇÃO EM VISÃO COMPUTACIONAL

Débora Amorim Ferreira¹, Éder Alves de Moura¹, Pedro Luiz Lima Bertarini¹

1 - Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Elétrica, Patos de Minas – MG,
debora.engtel@gmail.com, edermoura@gmail.com, pbertarini@yahoo.com.br

Resumo – A lei de Moore, proposta pelo fundador da Intel, Gordon Moore, predizia que o número de transistores nos processadores dobrava a cada dois anos, aumentando em consequência a capacidade de processamento dos mesmos. Hoje, estes circuitos permitiram a criação de dispositivos móveis que substituem em funcionalidade e capacidade de processamento computadores e notebooks e mais recentemente, integram uma crescente família de computadores *singleboard* de baixo custo, como os modelos Raspberry PI. Este trabalho tem por objetivo comparar em termos gerais o desempenho das duas gerações do Raspberry Pi, utilizando um notebook como referência, com o objetivo de sua utilização em processamento de imagem e visão computacional.

Palavras-Chave: linux, opencv, processamento de imagens e raspberry pi.

EVALUATION OF RASPBERRY PI MODELS PERFORMANCE FOR COMPUTER VISION APPLICATION

Abstract – Moore's Law, proposed by Intel founder Gordon Moore, predicted that the number of transistors in processors doubled every two years, increasing the processing capacity. Today, these circuits have allowed the creation of mobile devices that replace in functionality and processing power computer and notebooks. More recently, this devices incorporate a growing family of singleboard low cost computers such as Raspberry PI models. This work aims to compare in general terms the performance of the two generations of the Raspberry PI, using a notebook as a reference, focused on image processing application and computer vision.

Keywords: image processing, linux, opencv, and raspberry pi.

I. INTRODUÇÃO

A visão computacional é um campo em rápido crescimento. Parte deste sucesso se deve à variedade e o relativo baixo custo das ferramentas atualmente disponíveis e que facilitam a proliferação de interessados no assunto e por outro ponto, hoje há um conjunto de possíveis aplicações que

despertam o interesse de uma grande comunidade de pesquisadores e mesmo hobistas.

O Raspberry Pi é um pequeno computador, desenvolvido inicialmente para ser um computador acessível a crianças e adolescentes, a fim de que as mesmas aprendessem sobre a ciência da computação de forma fácil. A ideia surgiu em 2006, quando seu criador percebeu o declínio do interesse dos mais jovens na área de programação, já que com os atuais videogames não é mais necessário programar os próprios jogos.

Em 2008, a popularização dos processadores ARM [1] para dispositivos móveis e o desenvolvimento de aplicações visuais mostrou que o Raspberry Pi [2] poderia se tornar uma atraente plataforma, já que poderia contar com recursos multimídia ao invés de ser apenas um dispositivo puramente voltado à programação.

Em pouco tempo o Raspberry Pi foi muito bem aceito não só com o público para que ele foi destinado, como também ganhou grande aceitabilidade de usuários que o utilizam para vários fins até aplicações de pesquisas científicas.

Além das plataformas de hardware, outra grande facilidade se encontra no conjunto de bibliotecas dedicadas ao desenvolvimento das técnicas de processamento de imagem e visão computacional. Essas bibliotecas permitem que os novos interessados foquem mais no desenvolvimento de aplicações que na construção de ferramentas de base da área de processamento de sinais. Assim, facilitando a entrada de usuários com menos experiência. Outro ponto de grande importância está relacionado às possíveis aplicações de desta área do conhecimento. As técnicas de processamento de imagens e visão computacional permitem o desenvolvimento de programas que avaliam de forma automática o nível de criatividade dos pintores na história da humanidade [3], sistemas de auxílio para o controle da direção automática de carros [4], sistemas de realidade aumentada [5], robôs equipados com sistema de visão [6] entre muitas outras.

Diante deste cenário, esse artigo tem por objetivo analisar os resultados de testes de desempenho de processamento feitos nas duas últimas versões do Raspberry Pi e em um microcomputador comum, mostrando se o Raspberry pode ou não ser uma opção em aplicações de visão computacional de tempo real.

II. RECURSOS UTILIZADOS

Desde as primeiras versões do Raspberry Pi até edição mais atual, vários protótipos foram desenvolvidos. O primeiro protótipo utilizava um micro controlador Atmel, modelo ATmega644 e 512K de SRAM, como ilustrado na Fig. 1. Em fevereiro de 2015, foi lançada a segunda versão do Raspberry Pi (Raspberry Pi 2 Model B). A Tabela I a

seguir faz uma comparação entre a atual versão e a versão anterior:

Tabela I – Comparação entre versões do Raspberry Pi.

	RASPBERRY PI 2	RASPBERRY PI B+
CPU	BCM2836 Quadcore 900MHz ARMv7	BCM2835 700MHz ARMv6k
GPU	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz
RAM	1GB	512MB
Storage	MicroSD	MicroSD
USB	4	4
Ethernet	1	1
Video Output	HDMI	HDMI
Audio Output	3.5mm jack	3.5mm jack

Dentre as várias bibliotecas dedicadas à visão computacional, a OpenCV (*Open Source Computer Vision*) [7] representa uma das mais utilizadas e com mais recursos. O OpenCV surgiu de uma iniciativa da Intel Research [8] para aplicações intensivas de CPU. Um dos autores, que trabalhava na Intel na época, visitava universidades e percebeu que alguns grupos, como o MIT Media Lab tinham estruturas bem desenvolvidas, que foram passando de estudante para estudante, e cada um acrescentava seu trabalho ao que foi desenvolvido anteriormente. Assim, a biblioteca foi concebida como um meio de tornar a infraestrutura da visão computacional algo universalmente disponível.

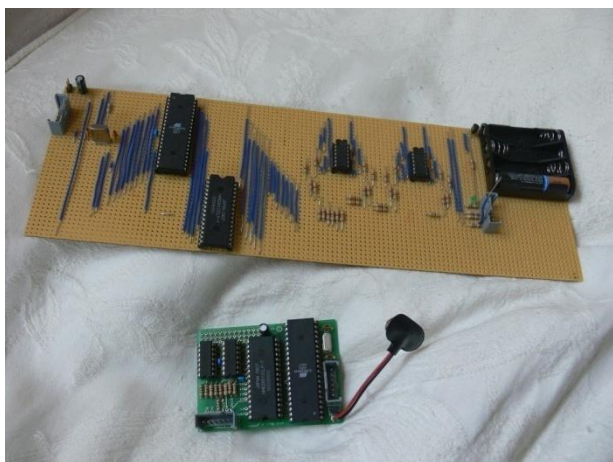


Fig. 1. Foto ilustrativa da primeira versão do Raspberry Pi.

A biblioteca OpenCV tem foco na visão computacional de tempo real e possibilita que, projetos que antes só eram possíveis em laboratórios de pesquisa, sejam implementados mais facilmente devido a estrutura da OpenCV.

OpenCV é uma biblioteca de visão computacional de código aberto escrita em linguagem de programação C e C++, podendo ser utilizadas em plataforma Linux, Windows e Mac. Há desenvolvimento ativo para linguagens como Python, Ruby, Matlab e outras.

Um de seus objetivos é prover infraestrutura simples que ajude a construir aplicações sofisticadas rapidamente. Inclui mais de 500 funções em muitas áreas da visão computacional.

Poder utilizá-la em plataformas Linux torna essa biblioteca muito atraente para aplicações embarcadas. A possibilidade de unir uma biblioteca com tantas funções prontas a um micro controlador que utilize uma de plataforma compatível, abre portas para o desenvolvimento de inúmeras aplicações.

As duas versões de Raspberry Pi foram submetidas a testes bem como um notebook com as especificações apresentadas na Tabela II.

Tabela II – Sistemas submetidos aos testes.

	RASPBERRY PI 2	RASPBERRY PI B+	MICROCOMPUTADOR
CPU	BCM2836 Quadcore 900MHz ARMv7	BCM2835 700MHz ARMv6k	Intel CORE i3 3110M 2.4 GHz
GPU	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz	Intel® HD Graphics 4000 @ 650MHz
RAM	1GB	512MB	4GB
O. S.	Ubuntu Mate	Raspbian	Ubuntu 14
OpenCV	Versão 3.0	Versão 3.1	Versão 3.2

III. TESTES DE DESEMPENHO

Nesta seção serão apresentados os testes de desempenho realizados a fim de comparar as capacidade de cada unidade.

A. Avaliação da Capacidade de Processamento Gráfico

Esse teste foi realizado utilizando a ferramenta GLXGEARS, que executa um vídeo e analisa quantos frames podem ser reproduzidos a cada 5 segundos.

```
pci id for fd 4: 80ee:beef, driver (null)
libGL error: core dri or dri2 extension not found
libGL error: failed to load driver: vboxvideo
379 frames in 5.0 seconds = 75.720 FPS
713 frames in 5.0 seconds = 142.464 FPS
746 frames in 5.0 seconds = 149.162 FPS
741 frames in 5.0 seconds = 148.165 FPS
717 frames in 5.0 seconds = 143.366 FPS
709 frames in 5.0 seconds = 141.794 FPS
139.708 FPS
145.188 FPS
150.617 FPS
149.432 FPS
150.397 FPS
151.024 FPS
144.489 FPS
131.151 FPS
152.082 FPS
150.987 FPS
151.471 FPS
150.355 FPS
150.403 FPS
151.178 FPS
```

Fig. 2. Avaliação da capacidade de frames por segundo.

B. Teste com o Sysbench CPU

Este teste feito com o auxílio da ferramenta Sysbench tem o objetivo de submeter o CPU a uma tarefa e verificar quanto tempo o mesmo leva para realizar essa tarefa. O teste analisa o sistema por meio de diferentes informações, como tempo mínimo obtido no teste, tempo máximo, média, tempo total, etc.

```

Number of threads: 4
Doing CPU performance benchmark
Threads started!
Done.
Maximum prime number checked in CPU test: 10000

Test execution summary:
total time: 30.5478s
total number of events: 10000
total time taken by event execution: 122.0873
per-request statistics:
  min: 1.87ms
  avg: 12.21ms
  max: 66.95ms
  approx. 95 percentile: 19.69ms

Threads fairness:
events (avg/stddev): 2500.0000/7.45
execution time (avg/stddev): 30.5218/0.01

```

Fig. 3. Avaliação da capacidade da CPU.

C. Facedetect

Para avaliar uma aplicação bastante comum na área de processamento de imagens, utilizou-se um código de detecção de rosto. Esse teste verifica quanto tempo o sistema leva entre adquirir a imagem, realizar a detecção da face e exibir a imagem.

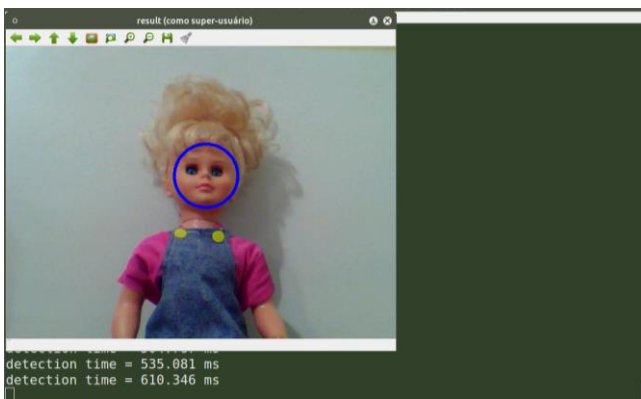


Fig. 4. Teste de processamento de imagem com uma aplicação de detecção de rosto com .

IV. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO

A. Frames por Segundo

Neste teste se observa que apesar do desempenho do Raspberry Pi 2B ter um desempenho bastante inferior a um microcomputador, seu desempenho é mais de duas vezes melhor que a versão anterior da mesma plataforma. Lembrando que este é um teste simples que não trabalha com processamento em tempo real, apenas exibe um vídeo.

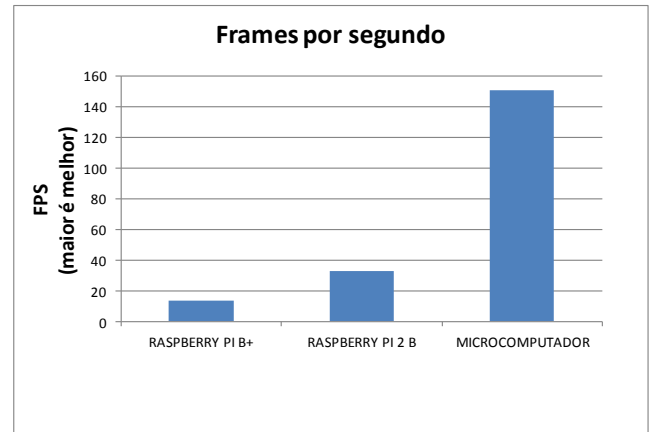


Fig. 5. Resultado da avaliação de Frames por Segundo de cada sistema.

B. Sysbench CPU

Este teste prova o quanto o Raspberry Pi se tornou melhor em sua última versão. Seu desempenho se mostrou inúmeras vezes melhor que a versão anterior, executando a tarefa em um tempo bem menor.

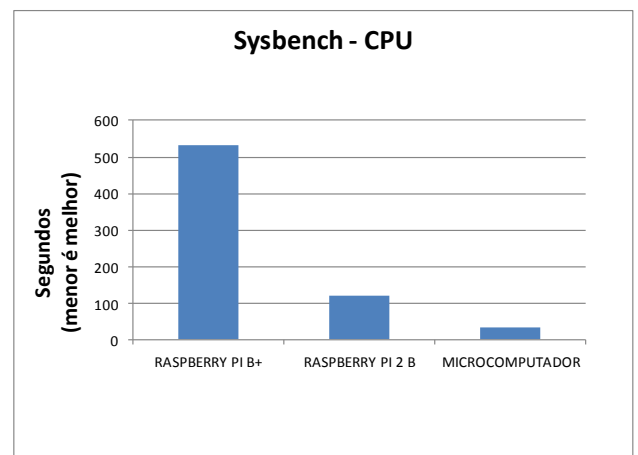


Fig. 6. Resultado obtido com o Sysbench.

C. Facedetect

Este teste mostra o que o desempenho do Raspberry Pi 2B é muito superior à versão anterior, tendo um tempo de aquisição e processamento de imagens muito menor que o Raspberry Pi B+.

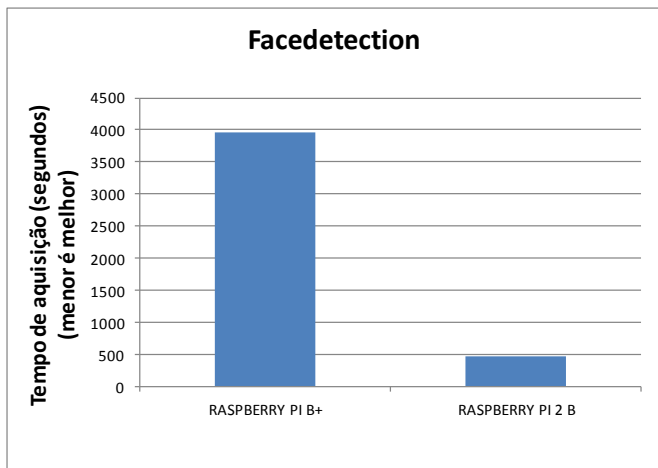


Fig. 7. Velocidade de reconhecimento de rosto entre as duas versões do Raspberry PI.

V. CONCLUSÃO

Por meio destes testes, percebe-se que a plataforma Raspberry Pi apresenta diferença de desempenho de um computador compatível com o padrão x86.

Mas quando comparado entre as duas versões atualmente comercializadas, é possível observar que há uma grande diferença entre a versão mais recente e a penúltima versão lançada.

Em uma avaliação mais subjetiva que quantitativa, observou que o Raspberry 2 apresenta usabilidade que proporciona uma experiência aceitável, diferentemente da primeira.

Quanto à sua utilização para aplicações em processamento de imagem, observou-se que a diferença de capacidade do Raspberry PI para o notebook utilizado em termos numéricos difere em muito, mas, o desempenho de utilização apresenta-se suficiente para aplicações mais simples. Esta característica habilita essa emergente ferramenta como uma plataforma para embarcar aplicações de processamento de imagem de baixa exigência de hardware, além de contar com um custo baixo, em comparação com outros sistemas, como FPGAs e DSPs de alto desempenho, e por ser de fácil utilização.

REFERÊNCIAS

- [1] ARM -*The Architecture for the Digital World*. Acedido em 20 fevereiro de 2015, em: <http://www.arm.com>.
- [2] Raspberry Pi. Acedido em 12 de março de 2015, em: <http://www.raspberrypi.org>.
- [3] MIT Techonolgy Review - *Machine Vision Algorithm Chooses the Most Creative Paintings in History*. Acedido em 10 de junho de 2015, em: <http://www.technologyreview.com/view/538281/machine-vision-algorithm-chooses-the-most-creative-paintings-in-history/>
- [4] Makeuseof. *How Self-Driving Cars Work: The Nuts and Bolts Behind Google's Autonomous Car Program*. Acedido em 15 de março de 2015, em: <http://www.makeuseof.com/tag/how-self-driving-cars-work-the-nuts-and-bolts-behind-googles-autonomous-car-program/>
- [5] MIT Technology Review. *How to Avoid Real Objects While in a Virtual World*. Acedido em 12 de junho de 2015, em: <http://www.technologyreview.com/news/538336/how-to-avoid-real-objects-while-in-a-virtual-world/>
- [6] Vision Systems Design. *Industrial Automation: Robots And Vision Team-Up For Pipe Welding*. Acedido em 10 de junho de 2015, em: <http://www.vision-systems.com/articles/print/volume-20/issue-6/departments/technology-trends/industrial-automation-robots-and-vision-team-up-for-pipe-welding.html>
- [7] OPENCV. *Open Source Computer Vision*. Acedido em 10 de março de 2015. Disponível em: <http://opencv.org>.
- [8] BRADSKI, G. KAEHLER, A. *Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library*. O'Reilly, 2008.
- [9] OpenCV. OpenCV Documentation. Acedido em 10 de março de 2015, em: <http://opencv.org/documentation/opencv-2.4.1.html>
- [10] INTEL. *50 Years of Moore's Law*. Acedido em 20 e setembro de 2015. Disponível em: <http://www.intel.com/content/www/us/en/silicon-innovations/moores-law-technology.html>.