

METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE IMAGENS TÉRMICAS DURANTE EXERCÍCIO FÍSICO

Vinicius Alves Magro Cecchi¹, Cyro Albuquerque Neto¹

¹ Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI
vinialves.magro@gmail.com, cyroan@fei.edu.br

Resumo: O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma metodologia computacional para tratar imagens térmicas obtidas durante testes físicos de ciclismo. Utilizando-se da linguagem *Python* e técnicas computacionais como o *Thresholding* de bibliotecas de tratamento de imagem, foi possível separar de forma semiautomatizada as regiões de interesse do corpo e gerar histogramas e dados estatísticos que permitem a análise da temperatura corporal ao longo do exercício.

1. Introdução

Durante a atividade física, ocorre o aumento da energia interna do corpo devido ao aumento das reações metabólicas e da temperatura interna, junto com a intensificação da transferência de energia pela respiração e pela pele, que inclui as parcelas de convecção, radiação e evaporação do suor. Em trabalhos realizados pelo presente grupo de pesquisa utilizando a câmera térmica [1,2,3,4], foi observado que ocorre uma mudança no padrão de distribuição da temperatura em cada membro. Algo que provavelmente ocorre em função da diminuição da temperatura na pele em pontos onde a evaporação é mais intensa.

O objetivo do presente trabalho é o desenvolvimento de uma metodologia computacional para análise de imagens térmicas do corpo humano durante o exercício físico. Entre os objetivos específicos, têm-se o desenvolvimento de um programa computacional para o tratamento de imagens e a análise estatística dos resultados para testes completos.

2. Metodologia

Toda imagem é composta por muitos pixels, e o método de *Thresholding* [5] consiste em classificar esses pixels baseando-se nos valores de intensidade de pixel que vão de 0 a 255. Isso acontece pois quando trata-se do domínio da intensidade, pixels são codificados em 8 bits [6], e cada bit pode representar 2 valores sendo assim, em um *byte* de 8 bits, é possível armazenar $2^8 = 256$ valores. No caso de imagens térmicas (em preto e branco), essa diferenciação será dada pelo brilho dos pixels sendo 0 mais escuro e 255 mais claro. Foram testados diversos métodos de *thresholding*, no entanto, o que se mostrou mais eficaz para essa aplicação foi o método multinível que permite uma seleção manual do limite inferior de valor pixels detectados por meio de tentativa e erro. Ou seja, abaixo daquele limite, o pixel era atribuído valor 0.

O histograma é uma representação gráfica da distribuição dos pixels de uma imagem, mostrando a frequência com que um pixel de determinado valor aparece na imagem. Sendo assim, o uso do histograma permite uma análise visual da variação de temperatura.

Para facilitar a análise, foi realizada uma conversão do histograma de valores de pixel para temperatura. Tratando-se de uma imagem em preto e branco, o ponto máximo (40 °C) será branco e valor 255 e a temperatura mínima de 20 °C e valor 0 (Figura 1). Tendo essas referências foi feita uma transformação linear nos valores dos pixels mapeando-os na faixa de temperatura desejada, com a função:

```
def pixel_para_temperatura(pixel, temp_min, temp_max):
    return ((temp_max - temp_min)/255.000)
    *pixel+temp_min
```

Também foram utilizadas bibliotecas estatísticas do python para obter dados como média e desvio padrão das partes do corpo.

3. Resultados e Discussão

Para a discussão dos resultados, extraídos para cada grupo de membros 9 histogramas, um para cada velocidade: 0 rpm (repouso) e 65 rpm até 100 rpm variando de 5 em 5 rpm (Figura 2). Totalizando 36 histogramas de temperaturas.

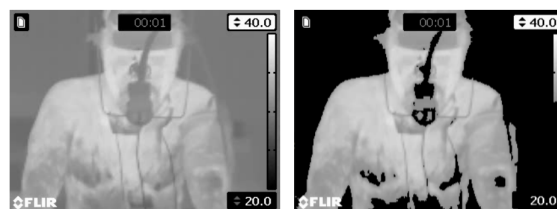


Figura 1 – Demonstração do Threshold na prática.

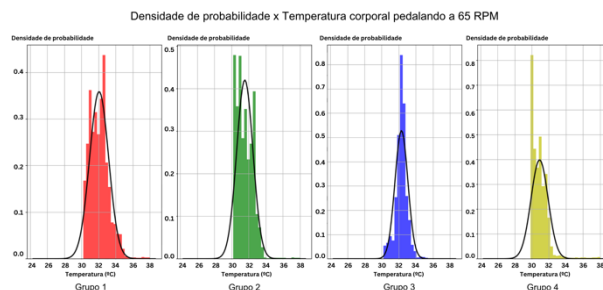


Figura 2. Histograma dos 4 grupos corporais

Como pode-se ver, o Threshold se mostra efetivo para este tipo de aplicação além de gerar histogramas que permitem uma análise visual da distribuição de temperatura no corpo humano dividido em 4 grupos de

membros da esquerda para a direita respectivamente: rosto e torso, braço e abdômen, costas e por fim pernas.

Por fim, foram extraídos também valores de média e desvio padrão das temperaturas (Figuras 3 e 4).

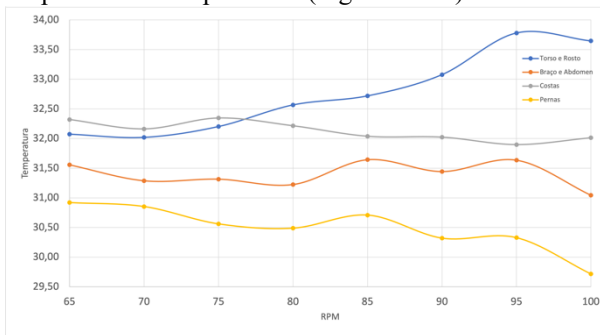


Figura 3. Média das temperaturas

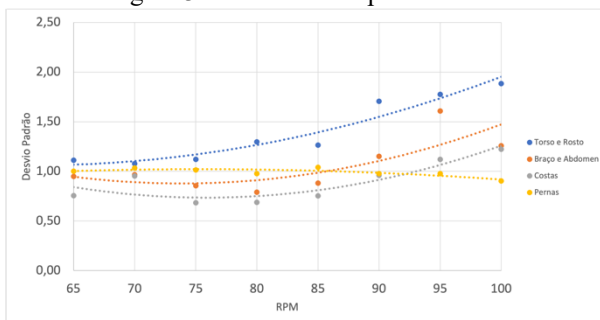


Figura 4. Desvio padrão das temperaturas

4. Conclusões

Tendo esses dados é possível observar através dos gráficos que os resultados seguem o que foi encontrado na literatura, ou seja, que há a diminuição da temperatura superficial do corpo com o aumento da intensidade do exercício, exceto um leve aumento na temperatura do rosto e torso, algo que também foi encontrado na literatura.

Conclui-se, portanto, que o trabalho teve resultados satisfatórios e foi possível entregar o que foi proposto nos objetivos gerais e específicos. Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a ampliação da base de dados para promover uma análise mais precisa.

5. Referências

- [1] SPANGHERO, Gabriel Marques et al. Exergy analysis of the musculoskeletal system efficiency during aerobic and anaerobic activities. *Entropy*, v. 20, n. 2, p. 119, 2018.
- [2] MADY, Carlos Eduardo Keutenedjian et al. Exergy efficiency on incremental stationary bicycle test: A new indicator of exercise performance?. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, v. 41, p. 1-11, 2019.
- [3] IGARASHI, T. L. Balanço térmico do corpo humano em testes de corrida e de ciclismo a partir da termografia e ergoespirometria. 2018.
- [4] IGARASHI, Tatiane Lie et al. Behavior of skin temperature during incremental cycling and running indoor exercises. *Heliyon*, v. 8, n. 10, 2022.
- [5] OPENCV: Image Thresholding — docs.opencv.org. <<https://docs.opencv.org/>>

[6] BLINN, J. What is a pixel? *IEEE Computer Graphics and Applications*, v. 25, n. 5, p. 82–87, 2005.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de XX/202X a XX/202X.