

DESENVOLVIMENTO DE UM HARDWARE DEDICADO À DETECÇÃO DE SPOTS EM IMAGENS ORIUNDAS DE GÉIS DE ELETROFORESE BIDIMENSIONAL

VINICIUS SIGNORI FURLAN¹; VICTOR HUGO BARROS²; MARLON DA SILVA DIAS³; MARILTON SANCHOTENE DE AGUIAR⁴

¹Universidade Federal de Pelotas – vsfurlan@inf.ufpel.edu.br

²Universidade Federal de Pelotas – vhbarros@inf.ufpel.edu.br

³Universidade Federal de Pelotas – mdsdias@inf.ufpel.edu.br

⁴Universidade Federal de Pelotas – marilton@inf.ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Proteômica, termo introduzido em 1995 com o intuito de descrever todas as proteínas expressas em um genoma (ANDERSON; ANDERSON, 1996; WILKINS et al., 1996) é uma metodologia de optação da biologia molecular que é evidenciado como um método capaz de identificar, mensurar e avaliar as alterações das proteínas em uma célula.

Essa metodologia se preocupa com o estudo dos mais diversos tipos de proteínas e suas isoformas abarcado em uma determinada amostra biológica, podendo ser: um organismo, tecido, célula, entre outras. As proteínas estão presente em todos os seres vivos e em todos os processos celulares, sendo dessa forma de grande importância seu entendimento para se escolher uma determinada técnica de intervenção.

A técnicas mais utilizada para a análise proteômica é a eletroforese bidimensional em gel de poliacrilamida, introduzida na década de 1970 e abreviado como eletroforese 2D, onde é feita a separação em duas dimensões de modo que todas proteínas ou moléculas espalhem-se pelo gel, sendo realizado um processo subsequente de análise da imagem resultante no escaneamento do gel. Com a imagem do gel, busca-se pelas proteínas para que o estudo possa ser realizado.

As proteínas no gel são chamadas de spots. Entretanto, é comum a presença de ruídos, rachaduras, poeira ou erros humanos no gel, o que acaba por interferir no resultado final. A Figura 1 contém exemplos de imagens de géis oriundas de eletroforese bidimensional que ilustram tais problema. Em ambas imagens é possível notar a presença de borrões, que dificultam o trabalho com as imagens.

Através do déficit na eficiência da técnica da eletroforese está sendo realizada essa pesquisa com o intuito da criação de um hardware dedicado para a detecção automatizada desses spots. Conta-se também com o uso de periféricos externos, como câmeras, além do projeto Yocto Project que fornece modelos, ferramentas e métodos para ajudar a criar sistemas personalizados baseados em Linux para produtos embutidos, independentemente da arquitetura de hardware.

2. METODOLOGIA

Para a detecção automatizada dos spots das imagens de eletroforese bidimensional foi escolhido o algoritmo Fuzzy C-means apresentado em DIAS; MAYDANA; AGUIAR (2015). Este algoritmo utiliza conjuntos fuzzy e clusterização

para analisar as informações provenientes das imagens da eletroforese bidimensional.

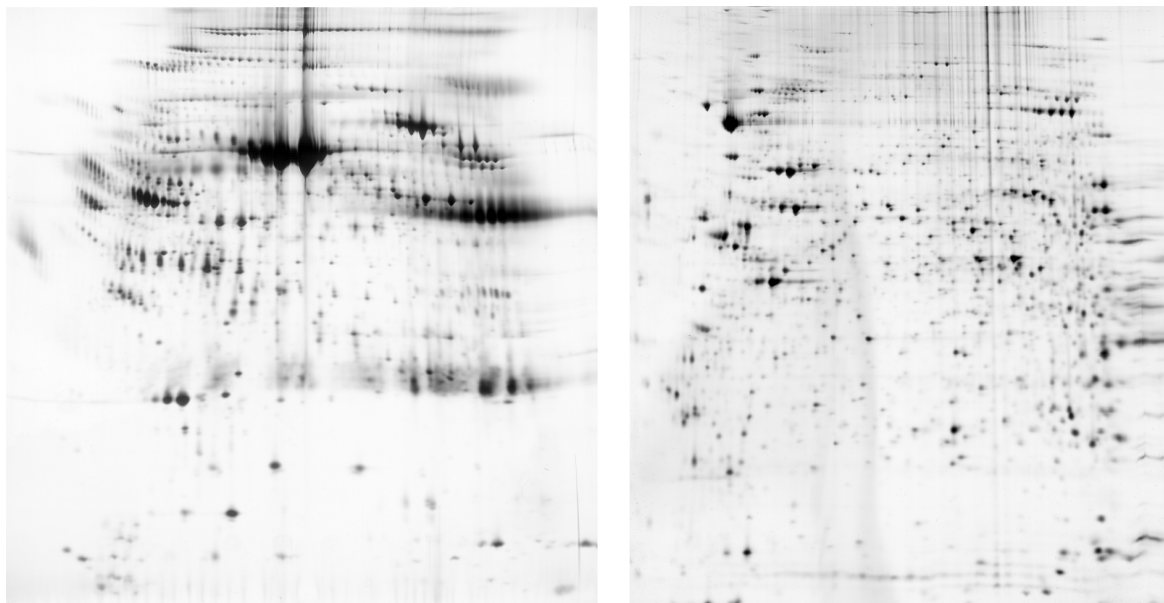


Figura 1 - Imagens de géis oriundas da eletroforese bidimensional.

A utilização de conjuntos fuzzy se da devido aos mesmos serem um modelo tradicional para interpretação de informações vagas ou inexatas. Este modelo foi introduzido por ZADEH (1965) tendo como principal objetivo permitir que um elemento pertença a uma determina classe com base em um grau de intensidade, que será atribuído ao elemento dependendo de suas características.

A utilização de conjuntos fuzzy se da devido aos mesmos serem um modelo tradicional para interpretação de informações vagas ou inexatas. Este modelo foi introduzido por ZADEH (1965) tendo como principal objetivo permitir que um elemento pertença a uma determina classe com base em um grau de intensidade, que será atribuído ao elemento dependendo de suas características.

Após a escolha da placa e considerando a o elevado poder computacional necessário para executar o algoritmo, optou-se pelo uso do Yocto Project. Ele possibilita a criação de sistemas personalizados baseados em Linux, customizadas para produtos embarcados, graças ao fornecimento de modelos, ferramentas e métodos. É importante ressaltar que o Yocto Project não é uma distribuição linux, mas sim um mecanismo que auxilia na criação de uma distribuição. O Yocto possui como vantagens, tais como ser flexível na geração de sistemas Linux, além de surpreendentemente configurável, possui pacotes de software pré-configurados e disponíveis para compilação cruzada e principalmente por ser suportado pelos fabricantes de principais arquiteturas de hardware.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise é realizada utilizando a imagem resultante no final do exame, estado no qual as moléculas foram afetadas pelos campos elétricos e pararam de se mover, como apresentado na Figura 1. Das imagens, a única informação disponível para análise são os tons de cinza que as compõem. Assim, tomando

como base os princípios da clusterização, acredita-se que os spots presentes na imagem possuam tons de cinza similares, e portanto estejam contidos no mesmo cluster.

Por estar em estado inicial, o presente trabalho ainda não possui muitos resultados significantes. Porém, é possível destacar os resultados provenientes dos testes realizados após a implementação do algoritmo na placa, os quais se mostraram consistentes quanto aos testes realizados em computadores. Em ambos os ambientes testados utilizando uma imagem chamada ECOLI e o resultados são apresentados à direita da Figura 2, já à esquerda tem-se a imagem original. O algoritmo encontrou 279 spots, onde 151 estão entre os 206 spots confirmados e são representados pela cor verde, enquanto os spots encontrados mas não confirmados estão representados pela cor azul. No entanto, a placa levou cerca de 2 horas para encontrar os spots.

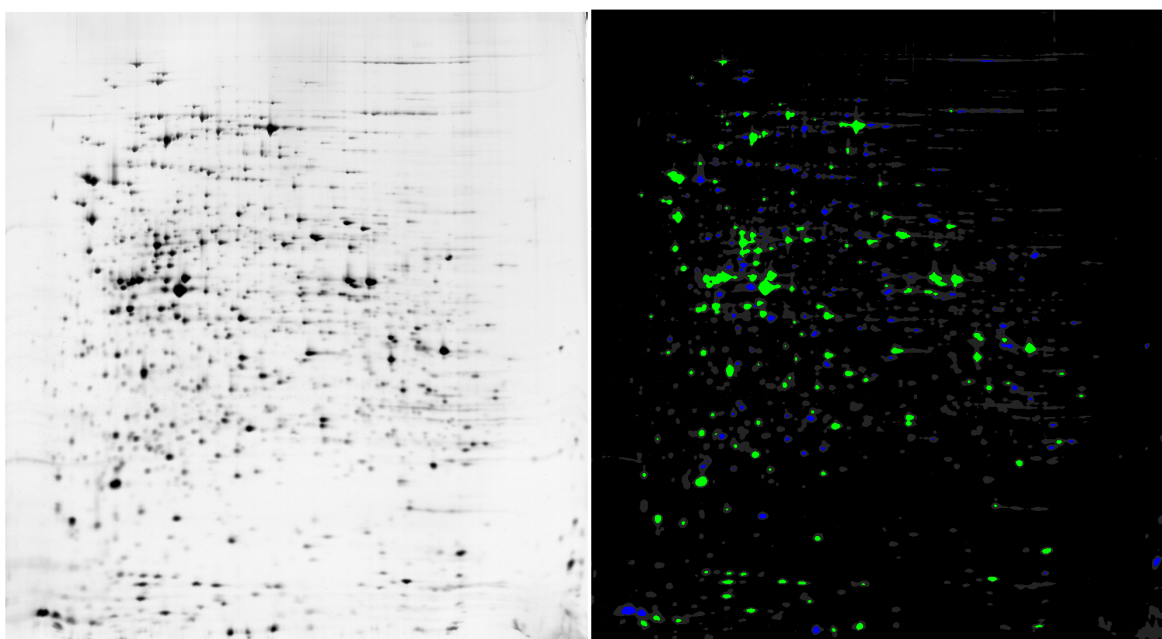


Figura 2 – Imagem ECOLI original (esquerda) e a imagem clusterizada (direita).

4. CONCLUSÕES

Tendo em vista que a análise de imagens de eletroforese bidimensional requer uma grande capacidade de processamento, existem vários detalhes que ainda precisam ser trabalhados para a obtenção de um desempenho adequado na placa. Estes detalhes abordam tanto fatores relacionados ao algoritmo como fatores relacionados a placa utilizada. Quanto ao algoritmo, é possível explorar uma otimização no processo ou até mesmo a implementação do mesmo em uma outra linguagem de programação que seja mais eficiente. Esses são alguns dos fatores que podem ser explorados para atingir uma eficiência maior. Além disso, existem recursos oferecidos pela placa que ainda não foram utilizados, como a FPGA, o paralelismo presente no processador, entre outros fatores que podem influenciar na eficiência da placa.

Como trabalhos futuros, é previsto não só a correção dos detalhes discutidos acima, mas também a utilização de módulos para facilitar a obtenção e a

visualização das imagens, utilizando tanto módulos de captura de imagens, bem como módulos para a visualização do processo como um todo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, N. G.; ANDERSON, N. L. Twenty years of Two-dimensional electrophoresis: past, present and future. **Electrophoresis**, v.17, p.443–453, 1996.

DIAS, M. S. ; MAYDANA, G. ; AGUIAR, M. S. . An Extension of Fuzzy C-Means applied to Spot Recognition in Images of Two-dimensional Electrophoresis. In: **14th Mexican International Conference on Artificial Intelligence**, 2015, Cuernavaca, Mexico.

WILKINS, M.; WILLIAMS, K. L.; APPEL, RON, D.; HOCHSTRASSER, D. **Proteome research: new frontiers in functional genomics**. USA: Springer Science & Business Media, 2013.

YOCTO PROJECT, 2015. Disponível em <<https://www.yoctoproject.org/>>. Acessado em 8 de julho de 2015.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Information and Control**, USA, v. 8, n. 3, p. 338–353, 1965.