**Título:** Comparison **of** Singular Value Decomposition (SVD) and Discrete Cosine Transform (DCT) techniques for image compression applications.

**OU**

Comparison **between** Singular Value Decomposition (SVD) and Discrete Cosine Transform (DCT) techniques for image compression applications.

**(bernardo) OU**

A comparative study of Singular Value Decomposition (SVD) and Discrete Cosine Transform (DCT) techniques for image compression applications.

**Mini-Symposium:** Computational Methods for Image Processing and Analysis

**Nome dos autores com a filiação que deseja que coloquemos:**

* Ruan Medina Carvalho - Graduate Program in Computational Modeling, Federal University of Juiz de Fora

# Gisele Goulart Tavares da Silva - Graduate Program in Computational Modeling, Federal University of Juiz de Fora

* Priscila Vanessa Zabala Capriles Goliatt - Department of Computer Science and Graduate Program in Computational Modeling, Federal University of Juiz de Fora
* Bernardo Martins Rocha - Department of Computer Science and Graduate Program in Computational Modeling, Federal University of Juiz de Fora
* Carlos Cristiano Hasenclever Borges - Department of Computer Science and Graduate Program in Computational Modeling, Federal University of Juiz de Fora

**Palavras Chave (escolher somente 3): (ok)**

* Image Compression
* Singular Value Decomposition (SVD)
* Discrete Cosine Transform (DCT)

**Abstract (FINAL)**

The demand for methods capable of extracting knowledge from data and organizing large amounts of information has been growing in recent decades. Present in several applications in biomechanics and biomedicine, images sometimes require the use of computational methods to reduce the process complexity without compromising quality.

This paper proposes the application of computational methods for image compression and pattern recognition, considering data storage and transfer issues. In particular, we present a comparative study between the Singular Value Decomposition ​​(SVD) and Discrete Cosine Transform (DCT) techniques for image compression.

The DCT method is one of the steps of the JPEG file compression process. Its application makes it possible to detect spatial redundancy in the image, identifying the similarity between neighboring pixels. The SVD consists of the factorization of a real or complex rectangular matrix, capable of dividing the system into linearly independent parts. The SVD factorization allows the identification of the most representative components of a matrix, which is explored in image compression.

During the analysis, the perceptible quality of the compressed image is of great importance, so we propose an automatic way of obtaining some metrics for compression without excessive loss of information.

The computational experiments in this work consisted of fixing error metrics and evaluating the performances of DCT and SVD. We also analyzed the coupling of these techniques in matrix compressions, proving a distinguished approach in comparison with the literature. This approach allowed us to analyze the reconstructions of the images and the process of pattern recognition of the SVD and DCT.

The results demonstrate that DCT presents, in most tests, better performance in reducing memory usage in compression compared to SVD, despite resulting in lower image quality. Since the SVD factorization demands higher storage than DCT, image compression applications generally apply the DCT method. However, in medical applications, for example, where precision in the smallest details is essential for a correct diagnosis, the use of SVD combined with DCT can be more effective, generating compressed images with higher quality.

**The demand for methods capable of extracting knowledge from data and organizing large amounts of information has been growing in recent decades. Present in several applications in biomechanics and biomedicine, images sometimes require the use of computational methods to reduce the process complexity without compromising quality. This paper proposes the application of computational methods for image compression and pattern recognition, considering data storage and transfer issues. In particular, we present a comparative study between the Singular Value Decomposition ​​(SVD) and Discrete Cosine Transform (DCT) techniques for image compression. The DCT method is one of the steps of the JPEG file compression process. Its application makes it possible to detect spatial redundancy in the image, identifying the similarity between neighboring pixels. The SVD consists of the factorization of a real or complex rectangular matrix, capable of dividing the system into linearly independent parts. The SVD factorization allows the identification of the most representative components of a matrix, which is explored in image compression. During the analysis, the perceptible quality of the compressed image is of great importance, so we propose an automatic way of obtaining some metrics for compression without excessive loss of information. The computational experiments in this work consisted of fixing error metrics and evaluating the performances of DCT and SVD. We also analyzed the coupling of these techniques in matrix compressions, proving a distinguished approach in comparison with the literature. This approach allowed us to analyze the reconstructions of the images and the process of pattern recognition of the SVD and DCT. The results demonstrate that DCT presents, in most tests, better performance in reducing memory usage in compression compared to SVD, despite resulting in lower image quality. Since the SVD factorization demands higher storage than DCT, image compression applications generally apply the DCT method. However, in medical applications, for example, where precision in the smallest details is essential for a correct diagnosis, the use of SVD combined with DCT can be more effective, generating compressed images with higher quality.**

**Resumo em Português Final:**

A demanda por métodos que consigam extrair conhecimento a partir de dados e organizar grandes quantidades de informação vem crescendo nas últimas décadas. As imagens presentes em diversas aplicações das áreas de biomecânica e biomedicina, demandam, por vezes, a aplicação de métodos computacionais para diminuir a complexidade de processamento sem comprometer a qualidade.

Este trabalho propõe a aplicação de métodos de compressão de imagens para o tratamento de problemas de identificação de padrões, levando em conta questões de armazenamento e transferência de dados. Para isso, propõe-se a utilização das técnicas de Decomposição em Valores Singulares (SVD) e de Transformada Discreta de Cossenos (DCT).

A DCT tem sido atualmente utilizada em uma das etapas do processo de compactação de arquivos do padrão JPEG. Sua aplicação possibilita detectar redundância espacial na imagem, identificando a semelhança entre pixels vizinhos. Já o SVD trata da fatoração de uma matriz retangular real ou complexa, capaz de dividir o sistema em partes linearmente independentes. O processo de fatoração SVD permite que as componentes mais representativas sejam identificadas, o que pode ser explorado na compactação de imagens.

Durante a análise, a qualidade visual da imagem comprimida possui grande importância, de modo que é proposta uma forma automática de obter algumas configurações da imagem comprimida necessárias para uma compressão sem perdas excessivas de informação.

O método de experimentação proposto neste trabalho consistiu em fixar métricas de erro e avaliar as performances da DCT e do SVD, assim como o acoplamento destas técnicas, nas compressões matriciais, garantindo uma abordagem diferenciada em relação à literatura. Esta abordagem permitiu analisar as reconstruções das imagens e o processo de identificação de padrões nas imagens a partir da aplicação de SVD e DCT.

Os resultados demonstram que o DCT apresenta, na maioria dos testes, melhor desempenho em reduzir o uso de memória na compressão em comparação com o SVD, apesar de resultar em menor qualidade de imagem. Por conta das fatorações SVD demandarem maior armazenamento, o DCT tem sido mais utilizado em aplicações de compressão. Porém, em aplicações da área médica, por exemplo, onde a precisão nos mínimos detalhes é fundamental para um correto diagnóstico, o uso do SVD combinado com DCT pode ser mais efetivo no processo de compressão, gerando imagens com maior qualidade.

**Resumo em Inglês v1:**

The demand for methods that can extract knowledge from data and organize large amounts of information has been growing in recent decades. The images present in several applications in the areas of biomechanics and biomedicine, sometimes require the use of computational methods to reduce the complexity of processing without compromising quality.

This work proposes the application of image compression methods for the treatment of pattern identification problems, taking into account data storage and transfer issues. For this, were suggested the use of Decomposition in Singular Values ​​(SVD) and Discrete Cosine Transform (DCT) techniques.

DCT has currently been used in one of the stages of the JPEG file compression process. Its application makes it possible to detect spatial redundancy in the image, identifying the similarity between neighboring pixels. SVD deals with the factoring of a real or complex rectangular matrix, capable of dividing the system into linearly independent parts. The SVD factoring process allows the most representative components to be identified, which can be explored in image compression.

During the analysis, the visual quality of the compressed image is of great importance, so an automatic way of obtaining some settings of the compressed image necessary for compression without excessive loss of information is proposed.

The experimentation method proposed in this work consisted of fixing error metrics and evaluating the performances of DCT and SVD, as well as the coupling of these techniques, in matrix compressions, proving a differentiated approach in comparison with the literature. This approach allowed us to analyze the reconstructions of the images and the process of identifying patterns from the application of SVD and DCT.

The results demonstrate that DCT presents, in most tests, better performance in reducing memory usage in compression compared to SVD, despite resulting in lower image quality. Because SVD factorization demands higher storage, DCT has been used more in compression applications. However, in medical applications, for example, where precision in the smallest details is essential for a correct diagnosis, the use of SVD combined with DCT can be more effective in the compression process, generating images with higher quality.

**RESUMO Versão 1 (Ruan)**

A demanda por métodos que consigam extrair informação a partir de dados vem crescendo nas últimas décadas. Neste sentido, o desenvolvimento e aplicação de métodos da Álgebra Linear Computacional vem provendo o ferramental demandado para organizar grandes quantidades de informação. Imagens são tipos de dados representados computacionalmente por matrizes numéricas e estão presentes em diversas aplicações como as das áreas de biomecânica e biomedicina, demandando, por vezes, o uso de métodos computacionais para diminuir a complexidade de processamento sem comprometer a qualidade dos resultados.

Este trabalho propõe a aplicação de métodos de compressão de imagens para o tratamento de problemas de identificação de padrões, levando em conta questões de armazenamento e transferência de dados. Para isso, propõe-se a utilização das técnicas de Decomposição em Valores Singulares (SVD) e de Transformada Discreta de Cossenos (DCT). A DCT tem sido atualmente utilizada em uma das etapas do processo de compactação de arquivos do padrão JPEG. Sua aplicação possibilita detectar redundância espacial na imagem, identificando a semelhança entre pixel vizinhos. O SVD distribui os coeficientes mais significativos ao longo da matriz de valores singulares em ordem decrescente, explorando a compactação da imagem através da representação de frações desses coeficientes. Durante a análise, a qualidade visual da imagem comprimida possui grande importância, de modo que é proposta uma forma automática de obter algumas configurações da imagem comprimida necessárias para uma compressão sem perdas excessivas de informação. O método proposto nesse trabalho consistiu em fixar métricas de erro e avaliar as performances nas compressões matriciais, garantindo uma abordagem diferenciada em relação à literatura. Esta abordagem permitiu analisar as reconstruções das imagens e o processo de identificação de padrões nas imagens a partir da aplicação de SVD e DCT. Os resultados demonstram que o DCT apresenta, na maioria dos testes, melhor desempenho em reduzir o uso de memória na compressão em comparação com o SVD. Contudo, por apresentar uso de memória superior, as reconstruções das imagens com o SVD tendem a ter maior qualidade quando observadas a olho nu. Por conta das restrições impostas no uso do SVD para que haja redução no uso de memória, o DCT tem sido mais utilizado em aplicações de compressão. Porém, em aplicações da área médica, por exemplo, o uso do SVD pode ser mais efetivo, visto que possibilita de forma mais efetiva o estudo de padrões em imagens a partir do processo de compressão.

Dúvida: o foco é a compressão para o envio das imagens pela internet, armazenamento em bancos de dados/sistemas médicos, gravação em mídias como CD, compartilhamento para teleatendimento? o DCT também possibilita, a questão a ser discutida é que vale a pena você usar algo computacionalmente mais custoso uma vez que para análises médicas sensíveis, como no caso de diagnóstico precoce de câncer, a precisão nos mínimos detalhes é fundamental para um correto diagnóstico

RESUMO (BERNARDO)

A demanda por métodos que consigam extrair informação a partir de dados vêm crescendo nas últimas décadas. Neste sentido, o desenvolvimento e aplicação de métodos da Álgebra Linear Computacional vem provendo o ferramental para organizar grandes quantidades de informação. As imagens em diversas aplicações das áreas de biomecânica e biomedicina, demandam, por vezes, a aplicação de métodos computacionais para diminuir a complexidade de processamento sem comprometer a qualidade.

Este trabalho propõe a aplicação de métodos de compressão de imagens para o tratamento de problemas de identificação de padrões, levando em conta questões de armazenamento e transferência de dados. Para isso, propõe-se a utilização das técnicas de Decomposição em Valores Singulares (SVD) e de Transformada Discreta de Cossenos (DCT). A DCT tem sido atualmente utilizada em uma das etapas do processo de compactação do padrão JPEG. Sua aplicação possibilita detectar redundância espacial na imagem, identificando a semelhança entre pixel vizinhos. O SVD distribui os coeficientes mais significativos ao longo da matriz de valores singulares em ordem decrescente, explorando a compactação da imagem através da representação de frações desses coeficientes (remover ou melhorar). Durante a análise, a qualidade visual da imagem comprimida possui grande importância, de modo que é proposta uma forma automática de obter algumas configurações da imagem comprimida necessárias para uma compressão sem perdas excessivas de informação. O método consistiu em fixar métricas de erro e avaliar as performances (da DCT e SVD?) nas compressões matriciais, garantindo uma abordagem diferenciada da literatura. Esta abordagem permitiu analisar as reconstruções das imagens e o processo de identificação de padrões nas imagens a partir da aplicação de SVD e DCT. Os resultados demonstram que o DCT apresenta, na maioria dos testes, melhor desempenho em reduzir o uso de memória na compressão em comparação com o SVD. Contudo, por apresentar uso de memória superior, as reconstruções das imagens com o SVD tendem a ter maior qualidade visualmente. Por conta das restrições impostas no uso do SVD para que haja redução no uso de memória, o DCT tem sido mais utilizado em aplicações de compressão. Porém, em aplicações da área médica, por exemplo, o uso do SVD pode ser mais efetivo, visto que possibilita o estudo de padrões em imagens a partir do processo de compressão.

Proposta Gisele (Priscila+Bernardo-diminuição)

**Comparison of Singular Value Decomposition (SVD) and Discrete Cosine Transform (DCT) techniques for image compression applications**

A demanda por métodos que consigam extrair conhecimento a partir de dados e organizar grandes quantidades de informação vem crescendo nas últimas décadas. As imagens presentes em diversas aplicações das áreas de biomecânica e biomedicina, demandam, por vezes, a aplicação de métodos computacionais para diminuir a complexidade de processamento sem comprometer a qualidade.

Este trabalho propõe a aplicação de métodos de compressão de imagens para o tratamento de problemas de identificação de padrões, levando em conta questões de armazenamento e transferência de dados. Para isso, propõe-se a utilização das técnicas de Decomposição em Valores Singulares (SVD) e de Transformada Discreta de Cossenos (DCT).

A DCT tem sido atualmente utilizada em uma das etapas do processo de compactação de arquivos do padrão JPEG. Sua aplicação possibilita detectar redundância espacial na imagem, identificando a semelhança entre pixels vizinhos. Já o SVD trata da fatoração de uma matriz retangular real ou complexa, capaz de dividir o sistema em partes linearmente independentes. O processo de fatoração SVD permite que as componentes mais representativas sejam identificadas, o que pode ser explorado na compactação de imagens. Durante a análise, a qualidade visual da imagem comprimida possui grande importância, de modo que é proposta uma forma automática de obter algumas configurações da imagem comprimida necessárias para uma compressão sem perdas excessivas de informação. O método de experimentação proposto neste trabalho consistiu em fixar métricas de erro e avaliar as performances da DCT e do SVD, assim como o acoplamento destas técnicas, nas compressões matriciais, garantindo uma abordagem diferenciada em relação à literatura. Esta abordagem permitiu analisar as reconstruções das imagens e o processo de identificação de padrões nas imagens a partir da aplicação de SVD e DCT.

Os resultados demonstram que o DCT apresenta, na maioria dos testes, melhor desempenho em reduzir o uso de memória na compressão em comparação com o SVD, apesar de resultar em menor qualidade de imagem. Por conta das fatorações SVD demandarem maior armazenamento, o DCT tem sido mais utilizado em aplicações de compressão. Porém, em aplicações da área médica, por exemplo, onde a precisão nos mínimos detalhes é fundamental para um correto diagnóstico, o uso do SVD combinado com DCT pode ser mais efetivo no processo de compressão, gerando imagens com maior qualidade.