

Herramienta para la simulación del crecimiento de tumores en diversas regiones del cuerpo humano en 3 dimensiones.

Carlos Carret Miranda

Universidad de la Habana

carlos.carret@estudiantes.matcom.uh.cu

Reinaldo Rodríguez Ramos

Departamento de Matemáticas, Facultad de Matemáticas y Computación, Universidad de La Habana, Cuba y PPG-MCCT, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brazil.

reinaldo@matcom.uh.cu y reinaldorr@id.uff.br

Panthers Rodríguez Bermúdez

Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brazil

pantersrb@id.uff.br

Resumo: El cancer es una enfermedad que se caracteriza por el crecimiento descontrolado de células anormales en el cuerpo, es una enfermedad compleja y multifacética que ha desafiado a los investigadores y médicos durante décadas. La capacidad de visualizar y entender el crecimiento de los tumores puede proporcionar una valiosa comprensión de cómo se desarrolla y se propaga el cáncer, lo que puede llevar a mejoras significativas en el diagnóstico, tratamiento y prevención del cáncer. La herramienta de simulación tridimensional del crecimiento de tumores que estamos desarrollando es un paso importante en este sentido. Permite la visualización detallada del crecimiento de los tumores en diferentes partes del cuerpo humano, lo que puede proporcionar una valiosa comprensión de cómo se desarrolla y se propaga el cáncer. Además, la capacidad de esta herramienta para simular el crecimiento de tumores en diferentes partes del cuerpo significa que puede ser utilizada para estudiar una amplia gama de tipos de cáncer. Esta herramienta utiliza un autómata celular y una red de mundo pequeño para crear las conexiones entre las células, permitiendo una representación más precisa de la estructura de los órganos y los tumores. Además, permite cargar configuraciones y parámetros desde archivos externos, lo que aporta una gran flexibilidad a la herramienta y permite adaptar la simulación a las necesidades específicas de cada caso. Para la renderización en 3D, se utiliza la técnica de Marching Cubes, que permite una representación tridimensional detallada y precisa de los tumores.

Palavras-chave: Automata Celular, Marching Cubes, 3D, cancer, tumor)

Introdução

El desafío de representar matemática, física y computacionalmente fenómenos biológicos requiere de una sinergia interdisciplinaria de expertos en dichos campos. Esta colaboración interdisciplinaria enriquece el método experimental que se usa tradicionalmente en las ciencias biológicas con la implementación de modelos matemáticos, que sirven como una herramienta para formular y comprobar hipótesis, orientando investigaciones experimentales y afinando el modelo a través de los resultados obtenidos. El cáncer es una enfermedad que afecta a una gran cantidad de seres vivos y se caracteriza por la presencia de un grupo de células anormales que crecen sin control, ignorando las normas de la división celular. Afecta de forma especial al ser humano donde su aparición y desarrollo constituye un peligro para la vida. La malignidad del cáncer es variable y depende de la velocidad de crecimiento de las células cancerígenas, la capacidad de estas últimas de propagarse a otros tejidos y la posibilidad de reaparecer una vez que son removidas quirúrgicamente. El propósito de este tipo de investigación es alcanzar un entendimiento más profundo de los procesos biológicos a través de un ciclo iterativo de teoría y experimentación. Además, los modelos matemáticos pueden ser empleados para asistir en la

concepção e design de estratégias terapêuticas, proporcionando uma visão mais precisa e personalizada do tratamento de cada paciente. Em o caso de nosso projeto, empregamos autômatos celulares e uma rede de mundo pequeno para modelar as interações entre as células, lo que proporciona uma representação mais precisa do crescimento tumoral. Los parâmetros e configurações pueden ser cargados desde arquivos externos, oferecendo uma gran flexibilidade en la adaptación de la simulación a las necesidades específicas de cada caso. La técnica de Marching Cubes se utiliza para la renderización en 3D, proporcionando una visualización detallada y precisa de los tumores. Esta visualización puede proporcionar una comprensión valiosa de cómo se desarrolla y se propaga el cáncer, lo que puede ser esencial para el desarrollo de terapias y tratamientos efectivos. La visualización resultante puede proporcionar una comprensión valiosa de cómo se desarrolla y se propaga el cáncer. Al visualizar el crecimiento del tumor en tres dimensiones, los médicos y científicos pueden obtener una mejor comprensión de la evolución del tumor y cómo puede afectar a los tejidos circundantes. Esta información puede ser esencial para el desarrollo de terapias y tratamientos efectivos para el cáncer

Submissão

Observar os limites no número de páginas para cada categoria.

As Equações 1 e 2 são exemplos de formatação adequada para formas longas e curtas, respectivamente. A Equação de Navier-Stokes, juntamente com a equação de continuidade, em forma adimensional, são dadas por:

$$\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \nabla \cdot (\mathbf{u}\mathbf{u}) = \frac{1}{\rho} \left\{ -\nabla p + \frac{1}{Re} [\nabla \cdot (2\mu S)] + \right. \\ \left. + \frac{1}{Fr^2} \rho \mathbf{g} + \frac{1}{We} \kappa \delta(\mathbf{x} - \mathbf{x}_f) \mathbf{n} \right\}, \quad (1)$$

e

$$\nabla \cdot \mathbf{u} = 0, \quad (2)$$

sendo $Re = \rho_0 UL / \mu_0$, $Fr = U / \sqrt{Lg}$ e $We = \rho LU^2 / \sigma_0$ os números de Reynolds, Froude e Weber, respectivamente.

Tabelas, figuras e equações devem ser referenciadas com a enumeração em algarismos arábicos. Por exemplo, a Equação (1) apresenta uma expressão longa em duas linhas, a Tabela 1 indica os formatos de texto das diferentes partes do documento e a Figura 1 mostra que os gráficos podem ser coloridos.

Tabela 1: Tipos de tamanhos de letra nas partes deste documento.

Texto	MS Word	LaTeX	Aparência
título	14pt	Large	bold
autor(es), instituição, e-mail	11pt	normal	<i>Itálico</i>
resumo, palavras-chave	10 pt	small	normal
texto principal	11 pt	normal	normal

O texto de legenda, para as tabelas e figuras, deve descrever os elementos principais das mesmas. Em LaTeX com figuras .jpg, usar pdflatex.

IMPORTANTE:

O trabalho deve ser submetido via formulário que se encontra no site do evento.

Envie todos os arquivos necessários à produção do PDF em um único arquivo ZIP. Inclua o PDF compilado.

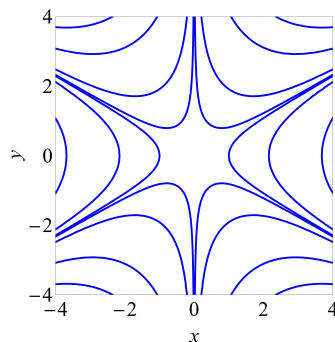


Figura 1: Curvas de níveis da função $f(x, y) = x^3 - 3xy^2$.

Seleção de trabalhos

Os trabalhos submetidos, dentro do prazo estabelecido, serão enviados aos revisores do Comitê Científico. Com base nos pareceres do comitê, o trabalho poderá ser (1) aceito plenamente, (2) aceito sob a condição de que correções menores sejam feitas em curto prazo ou (3) rejeitado.

Citações

Devem seguir as normas da ABNT NBR 10520. Nas citações, as chamadas pelo sobrenome do autor devem ser em letras maiúsculas e minúsculas e, quando estiverem entre parênteses, devem ser em letras maiúsculas.

Exemplos:

A ironia seria assim uma forma implícita de heterogeneidade mostrada, conforme a classificação proposta por Authier-Reiriz (1982).

“Apesar das aparências, a desconstrução do logocentrismo não é uma psicanálise da filosofia [...]” (DERRIDA, 1967, p. 293).

a) As citações diretas, no texto, com mais de três linhas, devem ser destacadas com recuo de 4 cm da margem esquerda, espaço entre linhas simples e sem aspas, em fonte Times New Roman, tamanho 10.

A teleconferência permite ao indivíduo participar de um encontro nacional ou regional sem a necessidade de deixar seu local de origem. Tipos comuns de teleconferência incluem o uso da televisão, telefone, e computador. Através de áudio-conferência, utilizando a companhia local de telefone, um sinal de áudio pode ser emitido em um salão de qualquer dimensão. (NICHOLS, 1993, p. 181).

b) As citações diretas, no texto, de até três linhas, devem ser escritas entre “aspas” duplas e incorporadas ao texto. Exemplos: Barbour (1971, p. 35) descreve: “O estudo da morfologia dos terrenos [...] ativos [...]”

“Não se mova, faça de conta que está morta.” (CLARAC; BONNIN, 1985, p. 72).

Segundo Sá (1995, p. 27): “[...] por meio da mesma ‘arte de conversação’ que abrange tão extensa e significativa parte da nossa existência cotidiana [...]”

c) Nas citações diretas, especificar no texto o ano de publicação e a(s) página(s) da fonte consultada. Estes dados devem ser colocados entre parênteses e separados por vírgula. Nas citações indiretas, a indicação da(s) página(s) consultada(s) é opcional, mas o ano de publicação da obra é obrigatório e deve estar entre parênteses.

Conclusões

Em linhas gerais, as principais conclusões do trabalho.

Agradecimentos

Os autores podem apresentar os agradecimentos a pessoas e instituições. Esta seção é OPCIONAL.

Referências

A bibliografia deverá seguir o padrão da ABNT NBR 6023, separadas entre si por uma linha em branco, estar em **ordem alfabética pelo sobrenome do primeiro autor**, se necessário, usando-se, ainda, ordem cronológica, para trabalhos de um mesmo autor. Trabalhos dos mesmos autores, publicados no mesmo ano, devem ser listados utilizando-se a ordem alfabética do título do trabalho. Basicamente, as referências devem conter as iniciais dos nomes dos autores, sendo escrito, por extenso, apenas o último sobrenome. Seguem alguns exemplos:

GAUTSCHI, W. A survey of gauss-christoffel quadrature formulae. In: BUTZER, P.L.; FEHER, F. (Edit.). **E. B. Christoffel: the influence of his work on mathematics and the physical sciences**. Basel; Boston: Birkhauser Verlag, 1981. p. 72-147.

BRUNETTI, F. **Mecânica dos fluidos**. 2.ed. São Paulo:Pearson, 2005.

JAIN, A.; ROSS, A.; NANDAKUMAR, K. **Introduction to Biometrics**. 1. ed. New York: Springer, 2001.

ARENALES, M. et al. **Pesquisa Operacional**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

AVILA, A. Density of positive Lyapunov Exponents for $SL(2, \mathbb{R})$ cocycles. **Journal of the American Mathematical Society**, v. 24, n.4, p. 999-1014, 2011.

KURODA, L. K. B. et al. Método da transformada diferencial generalizada no modelo fracionário de Malthus. **C.Q.D. - Revista Eletrônica Paulista de Matemática**, Bauru, v. 10, p. 68-78, dez. 2017. Edição Ermac.

BRAYNER, A. R. A.; MEDEIROS, C. B. Incorporação do tempo em SGBD orientado a objetos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BANCO DE DADOS, 9., 1994, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1994. p. 16-29.

CHERRI, A.C. **Reaprendendo tópicos de cálculo diferencial com o auxílio de softwares matemáticos**. 2001. 154 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2001.

DINIZ, G. L. **A mudança no habitat de populações de peixes: de rio a represa – o modelo matemático**. 1994. 90 f. Dissertação (Mestrado em Matemática Aplicada) – Unicamp, Campinas, 1994.

OLIVEIRA, E.L. **Torres de Extensões Abelianas de grau primo ímpar não ramificado**. 2015. 63f. Tese (Doutorado em Matemática) – IBILCE/UNESP, São José do Rio Preto, 2015.

INTERNATIONAL GEOGEBRA INSTITUTE. Matemática dinâmica para se aprender e se ensinar. 2014. Disponível em: <http://www.geogebra.org/cms>. Acesso em: 17 dez. 2014.