

RESUMOS E REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO
SELEÇÃO PPGI 2021.1

1 - Ambientes Educacionais Estereotipados e Teoria do Fluxo (Prof. Dr. Igbert Bittencourt)

Resumo:

A área de informática na educação baseada em evidências está interessada em investigar os efeitos de tecnologias da informação e comunicação na educação. Isto pode ser feito, por um lado, investigando os efeitos de tecnologias no contexto educacional e, por outro lado, investigando os efeitos de práticas pedagógicas mediadas por tecnologias. É uma área multidisciplinar que pode envolver computação, psicologia, neurociência, sociologia, filosofia, entre outras áreas. No entanto, a investigação dos efeitos tecnológicos e pedagógicos não pode ser desenvolvida de qualquer maneira, fazendo com que uma má investigação implique em resultados irrelevantes e desleixados (do inglês: *sloppy science*). Para lidar com isso, pesquisadores fazem experimentos controlados e estudos de campo para compreender melhor as contribuições e impactos no uso de determinadas tecnologias, métodos e técnicas pedagógicas.

Convido candidatos a proporem projetos para os seguintes temas:

Compreender como ambientes educacionais estereotipados influenciam a aprendizagem e o Flow.

Objetivo: Detectar usuários/estudantes estereotipados de sistemas educacionais gamificados e/ou MOOCs.

Referências básicas: Para projetos relacionados a esta pergunta, vide referências (7) e (8) e livro do Claudio Steele sobre ameaças de estereótipos.

Tipo de Projeto: Estudo Experimental – o projeto de OBRIGATORIAMENTE conter as seções, conforme referência (10):

Conforme Quadro 1 (página 5 e 6): Título, Resumo e Introdução;

Conforme Quadro 2 (páginas 10 e 11): Método.

Projetos que não seguirem este padrão, serão automaticamente reprovados.

Referencial Bibliográfico:

1. CV Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4038730280834132>
2. Google Citations:
<https://scholar.google.com/citations?user=BSe3NMwAAAAJ&hl=en>
3. Isotani, Seiji ; Bittencourt, Ig Ibert . Dados Abertos Conectados. 1. ed. São Paulo: Novatec, 2015. v. 1. 176p.
4. Csikszentmihalyi, M. (1990). Flow: The Psychology of Optimal Experience. New York: Harper and Row. ISBN 0-06-092043-2
5. PAIVA, R. ; BITTENCOURT, IG ; TENORIO, Thyago ; ISOTANI, S. ; Patrícia Jacques . What do students do online? Modeling students' interactions to improve their learning experience. Computers in Human Behavior, 2016.
6. SANTANA, S. J. ; OSPINA, P. ; PAIVA, R. ; I. BITTENCOURT, IG ; SILVA, Rafael de Amorim ; ISOTANI, S. . Evaluating the impact of Mars and Venus Effect on the use of an Adaptive Learning Technology for Portuguese and Mathematics. In: The 16th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies - ICALT2016. Austin: IEEE, 2016. v. 1. p. 1.
7. Pennington CR, Heim D, Levy AR, Larkin DT (2016) Twenty Years of Stereotype Threat Research: A Review of Psychological Mediators. PLoS ONE 11(1): e0146487. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146487>
8. SILVA, J. ; BITENCOURT, IG IBERT ; ARTUR, J. ; SILVA, Alan Pedro da . Does gender stereotype threat in gamified educational environments cause anxiety? An experimental study. COMPUTERS & EDUCATION, v. 115, p. 161-170, 2017.
9. SANTOS, W. O. ; BITENCOURT, IG IBERT ; Isotani, Seiji ; Dermeval, Diego ; MARQUES, L. ; Frango, I . Flow Theory to Promote Learning in Educational Systems: Is it Really Relevant?. Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE), v. 26, p. 29, 2018.
10. CIEB; USP; UFAL; NEES; MEC. Orientações para Relato de Pesquisa Quantitativa envolvendo Tecnologias Educaiconais. (2019). URL: <https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2019/11/Protocolo-Quantitativo.pdf>

2 - Análise e Predição de Crimes: Ciência de Dados Aplicada à Segurança Pública (Prof. Dr. Thales Vieira)

Resumo:

Agências brasileiras responsáveis pela segurança pública carecem de ferramentas inteligentes para extrair conhecimento de enormes conjuntos de dados que possuem. Mesmo agências com acesso a novas tecnologias não são capazes de realizar tarefas analíticas complexas para apoiar ações efetivas de monitoramento e prevenção. Nesse contexto, serão consideradas propostas focadas na construção de ferramentas analíticas baseadas em Ciência de Dados para extrair conhecimento de bases de dados de segurança pública. Serão consideradas propostas para trabalhar com dados relacionados à ocorrência de crimes e à geolocalização de viaturas, inclusive dados a serem obtidos através da iminente assinatura de um termo de cooperação entre a Polícia Militar de Alagoas e a Universidade Federal de Alagoas. Mais especificamente, propostas nesta linha podem estar relacionadas à construção de modelos preditivos, algoritmos de análise visual (visual analytics), e algoritmos de reconhecimento de padrões espaço-temporais de crimes. O objetivo das propostas deve ser auxiliar o governo, o setor privado e a população em geral nos processos de tomada de decisão.

Referencial Bibliográfico:

Poco, J., Paiva, A., Silva, C.T., Adorno de Abreu, S.F. and Nonato, L.G., 2019. CrimAnalyzer: Understanding Crime Patterns in São Paulo. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics.

Garcia-Zanabria, G., Gomez-Nieto, E., Silveira, J., Poco, J., Nery, M., Adorno, S. and Nonato, L.G., 2020, November. Mirante: A visualization tool for analyzing urban crimes. In 2020 33rd SIBGRAPI Conference on Graphics, Patterns and Images (SIBGRAPI) (pp. 148-155). IEEE.

Zhao, X. and Tang, J., 2017, November. Modeling temporal-spatial correlations for crime prediction. In Proceedings of the 2017 ACM on Conference on Information and Knowledge Management (pp. 497-506).

Alves, L.G., Ribeiro, H.V. and Rodrigues, F.A., 2018. Crime prediction through urban metrics and statistical learning. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 505, pp.435-443.

Kim, S., Joshi, P., Kalsi, P.S. and Taheri, P., 2018, November. Crime analysis through machine learning. In 2018 IEEE 9th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON) (pp. 415-420). IEEE.

3 - Cidades Inteligentes e Saúde (Prof. Dr.Leandro Dias e Prof. Dr. Álvaro Sobrinho)

Resumo:

Uma cidade pode ser considerada inteligente quando é composta por um conjunto de dispositivos embutidos (sensores e atuadores), controlados por um “cérebro” de uma cidade. Relaciona-se com os conceitos de Computação Pervasiva, Ubíqua e Internet das Coisas. Desde 2014, um paradigma de saúde sensível ao contexto foi incorporado ao conceito de cidades inteligentes, denominado Smart Health [1]. Nesta visão, a infraestrutura da cidade inteligente é reutilizada para fornecer mais efetivamente cuidados de saúde no dia a dia dos cidadãos. Entretanto, sistemas para o cuidado a saúde são geralmente críticos seguros. Ou seja, sistemas, nos quais, falhas podem gerar situações indesejadas, e, conseqüentemente, resultar em riscos à integridade física de seres humanos. Neste caso, sistemas devem ser desenvolvidos de uma maneira que propriedades de segurança sejam contempladas (a ausência de riscos inaceitáveis) [2]. Neste contexto, serão conduzidos estudos para a definição de métodos, técnicas e ferramentas para auxiliar na especificação e desenvolvimento de sistemas. Estudos também podem ser aprofundados para a especificação e desenvolvimento de sistemas para o diagnóstico médico, monitoramento e tratamento de pacientes, para que sejam integrados no contexto das cidades inteligentes [3]. Por exemplo, estudos sobre conceitos relacionados com inteligência artificial, tal como aprendizado de máquina [4].

Referencial Bibliográfico:

[1] SOLANAS, A., et al. Smart Health: A context-aware health paradigma within smart cities. IEEE Communications Magazine, 2014.

[2] SOBRINHO A. A. C. C., DA SILVA, L. D., PERKUSICH, A. et al. Formal modeling of biomedical signal acquisition systems: source of evidence for certification. Software and Systems Modeling, 2019.

[3] SOBRINHO A. A. C. C., DA SILVA, L. D., PERKUSICH, A. et al. Design and evaluation of a mobile application to assist the self-monitoring of the chronic kidney disease in developing countries. BMC Medical Informatics and Decision Making, 2018.

[4] SOBRINHO, ALVARO; QUEIROZ, A. C. M. S. ; Dias da Silva, Leandro et al. Computer-aided diagnosis of chronic kidney disease in developing countries: A comparative analysis of machine learning techniques. IEEE Access, v. 8, p. 1, 2020.

[5] Viana dos Santos Santana Í, CM da Silveira A, Sobrinho Á, Chaves e Silva L, Dias da Silva L, Santos DFS, Gurjão EC, Perkusich A. Classification Models for COVID-19 Test Prioritization in Brazil: Machine Learning Approach. J Med Internet Res 2021;23(4):e27293. doi: 10.2196/27293

4 - Cidades inteligentes: Monitoramento, caracterização e análise de dados. (Prof. Dr. André Luiz Lins de Aquino)

Resumo:

Uma cidade inteligente é um sistema urbano que utiliza tecnologia de informação e comunicação para trazer mais interatividades tanto aos aspectos de infraestrutura como aos serviços públicos em geral. Essa interatividade visa a acessibilidade e eficiência sob o ponto de vista dos cidadãos. Ademais, é de se esperar que uma cidade inteligente esteja comprometida com o meio ambiente e com a sua herança histórica e cultural. Nesse cenário, a infraestrutura pode ser equipada com as mais avançadas soluções tecnológicas com o intuito de facilitar a interação do cidadão com os elementos urbanos.

Uma cidade inteligente pode ser vista como a que utiliza a tecnologia para melhorar sua infraestrutura e serviços, ou seja, para tornar os setores da administração, educação, saúde, segurança pública, moradia e transporte mais inteligentes, interconectados e eficientes. De fato, o conceito de cidades inteligentes pode ser visto como o reconhecimento da importância das tecnologias em geral no cotidiano das cidades. Embora existam diferentes perspectivas sobre cidades inteligentes, como citado anteriormente, a ideia de que as tecnologias em geral são fundamentais para o funcionamento futuro das cidades está no centro de todas essas perspectivas. Este aspecto não restringe o fato de termos que levar em consideração as questões sociais ao definirmos as cidades inteligentes. Há consenso, por exemplo, sobre a importância de termos indústrias criativas para o crescimento e sustentabilidade urbana. O ponto principal é que a tecnologia constitui o ponto de partida para repensar todas essas outras questões.

Nos aspectos técnicos de cidades inteligentes é possível observar diversas alternativas que as novas tecnologias oferecem para o fortalecimento do sistema urbano em geral: i. as diferentes soluções para a problemática de economia dos recursos em grandes cidades; ii. o monitoramento e gerenciamento de transportes “inteligentes” capazes de interagir entre si para compartilhar informações; iii. o monitoramento e atuação de sensores inteligentes e sistemas embarcados com comunicação sem fio para automação de prédios inteligentes; iv. o monitoramento e modelagem de fenômenos ambientais em micro escala; e v. gestão de fluxo de documentos em grandes repartições. Tais alternativas tecnológicas carecem de uma modelagem quanto a coleta e tratamento dos dados que impactam diretamente na tomada de decisão de suas aplicações. Com isso, essa área de pesquisa pretende explorar aspectos de monitoramento, caracterização e análise de dados voltados às alternativas tecnológicas apresentadas.

Referencial Bibliográfico:

1. Souza et al.. A method to detect data outliers from smart urban spaces via tensor analysis. *Future Generation Computer Systems*, v. 92, p. 290-301, 2019.

2. Silva et al.. Study about vehicles velocities using time causal Information Theory quantifiers. *Ad Hoc Networks*, v. 89, p. 22-34, 2019.
3. Freitas et al.. A detailed characterization of complex networks using Information Theory. *Scientific Reports*, v. 9, p. 16689, 2019.
4. Vasconcelos et al.. A data sample algorithm applied to wireless sensor networks with disruptive connections. *Computer Networks*, v. 146, p. 1-11, 2018.
5. Aquino, A L L. Redução de dados baseado em stream de dados para redes de sensores sem fio. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais. 2008.

5 - Compreensão de Programas de Software (Prof. Dr. Márcio Ribeiro)

Resumo:

Este tema diz respeito à realização de estudos empíricos para avaliar técnicas, conceitos e metodologias aplicados à Engenharia de Software, mais especificamente à parte de compreensão de programas. Em particular, deve-se avaliar se code smells, test smells e átomos de confusão prejudicam a leitura e entendimento de código escrito em linguagens como Java e Python. Nesse contexto, surveys com desenvolvedores, análise de repositórios de código (e.g., GitHub) e a aplicação de experimentos controlados com desenvolvedores reais serão feitos. No experimento, os desenvolvedores podem ser confrontados com código com e sem code smells/test smells/átomos de confusão. Pode-se, por exemplo, avaliar se os desenvolvedores confrontados com códigos com code smells/test smells/átomos de confusão levaram mais tempo para realizar suas tarefas de manutenção. Adicionalmente, este projeto utilizará um equipamento de Eye Tracking, que é capaz de guardar os pontos da tela (e, conseqüentemente, do código) em que o desenvolvedor olhou. Mapas de calor podem ser gerados e inferências a partir deles são esperadas. Por exemplo, o olho do desenvolvedor ficou muito concentrado no ponto do código onde havia um code smells/test smells/átomos de confusão? Essas e outras perguntas devem ser respondidas neste projeto.

Referencial Bibliográfico:

Teresa Busjahn, Roman Bednarik, Andrew Begel, Martha Crosby, James H. Paterson, Carsten Schulte, Bonita Sharif, and Sascha Tamm. 2015. Eye Movements in Code Reading: Relaxing the Linear Order. In *Proceedings of the International Conference on Program Comprehension*. 255–265.

Dan Gopstein, Jake Iannacone, Yu Yan, Lois Anne DeLong, Yanyan Zhuang, Martin K.-C. Yeh, and Justin Cappos. 2017. Understanding Misunderstandings in Source Code. In Proceedings of the Foundations of Software Engineering. 129–139.

Romero Malaquias, Márcio Ribeiro, Rodrigo Bonifácio, Eduardo Monteiro, Flávio Medeiros, Alessandro Garcia, and Rohit Gheyi. 2017. The Discipline of Preprocessor-based Annotations Does `#ifdef TAG N'T #endif` Matter. In Proceedings of the International Conference on Program Comprehension. 297–307.

Flávio Medeiros, Gabriel Lima, Guilherme Amaral, Sven Apel, Christian Kästner, Márcio Ribeiro, and Rohit Gheyi. 2019. An investigation of misunderstanding code patterns in C open-source software projects. *Empirical Software Engineering* 24, 4 (2019), 1693–1726.

Janet Siegmund. 2016. Program comprehension: Past, present, and future. In Proceedings of the Software Analysis, Evolution, and Reengineering, Vol. 5. 13–20.

6 - CyberSec – Segurança da Informação, Defesa Cibernética e Proteção de Dados (Prof. Dr. Rafael de Amorim Silva)

Resumo:

A área de Segurança da Informação (SI) é ampla e para sua melhor compreensão e aplicação, uma classificação em aspectos de enfrentamento é realizada: segurança defensiva, segurança ofensiva, gestão e compliance. Na segurança defensiva, são selecionados e aplicados os controles e salvaguardas selecionados para proteção de determinado contexto. Quando à segurança ofensiva, estes controles e salvaguardas são testados para assegurar sua eficiência. Na gestão e compliance, o planejamento, análise e gerenciamento de riscos, além da observação com normas externas, internas e legais são realizados. Cada vez mais, a SI é relevante dentro de um contexto institucional, seja no setor privado ou público, estendendo-se para o dia a dia do indivíduo. Tecnologias emergentes, como Inteligência Artificial, IoT, Blockchain, Sistemas Autônômicos, Sistemas Bioinspirados e outras mais são utilizadas para impulsionar as melhorias referentes as atividades dos aspectos acima citados.

Os alunos interessados devem submeter projetos com as seguintes temáticas de pesquisa:

1 Sistemas Imunológicos Artificiais aplicados a ambientes IoT.

O sistema imunológico humano é constituído por uma rede complexa de tecidos, órgãos, células e produtos químicos especializados, cuja principal função é reconhecer a presença de elementos estranhos no corpo e responder para eliminar ou neutralizar os invasores externos. Ao trazer o conceito e as características de um Sistema Imunológico Natural (SIN) como metáfora para ambiente computacional, se

tem um Sistema Imunológico Artificial (SIA) que funciona como um sistema multicamada de técnicas e mecanismos de defesa em diversos níveis, agregando a estratégia de defesa em profundidade a todo o contexto do sistema. Desta forma, um SIA pode ser utilizado para garantir um nível de segurança aceitável em ambientes onde dispositivos se comunicam, como em redes IoT.

Objetivos: Monitorar, detectar e reportar eventos de incidentes em Segurança da Informação em ambiente IoT, para prevenção de vetores de ataque de personificação e negação de serviço.

Referencial Bibliográfico:

AL-ENEZI, J. R.; ABBOD, M F; AL-SHARHAN, Salah. Advancement in Artificial Immune Systems: A perspective of models, algorithms and applications. In: Exhibition. IEEE, 2009. p. 1–6. ISBN 978-1-4244-3885-3. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/5734320/>>.

BEZOBRAZOV, Sergei et al. Artificial immune system for Android OS. In: 2015 IEEE 8th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS). Warsaw, Poland: IEEE, 2015. v. 1, n. September, p. 403–407. ISBN 978-1-4673-8359-2. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7340767/>>.

CAPODIECI, Nicola; HART, Emma; CABRI, Giacomo. Artificial immune systems in the context of autonomic computing. In: Proceedings of the 2014 conference companion on Genetic and evolutionary computation companion - GECCO Comp '14. New York, New York, USA: ACM Press, 2014. p. 21–22. ISBN 9781450328814. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2598394.2598502>>.

PURBASARI, Ayi et al. Designing Artificial Immune System Based on Clonal Selection: Using Agent-Based Modeling Approach. In: 2013 7th Asia Modelling Symposium. IEEE, 2013. p. 11–15. ISBN 978-0-7695-5101-2. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84892528207&partnerID=40&md5=34eb11c4fef0501f70ac9871eb303d6f><http://ieeexplore.ieee.org/document/6664662/>>.

SUN, Feixian; HAN, Xinchao; WANG, Jianhong. An Immune Danger Theory Inspired Model for Network Security Monitoring. In: 2010 International Conference on Challenges in Environmental Science and Computer Engineering. IEEE, 2010. v. 2, p. 33–35. ISBN 978-1-4244-5923-0. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/5493218/>>.

7 - Inteligência Amplificada (Humana e Artificial) em Sistemas Educacionais (Prof. Dr. Diego Dermeval Medeiros da Cunha Matos e Prof. Dr. Ranilson Oscar Araújo Paiva)

Resumo:

A comunidade científica e a indústria estão cada vez mais interessadas no desenvolvimento de sistemas educacionais inteligentes para fornecer instrução individualizada e para aumentar o engajamento dos estudantes. No entanto, professores não têm sido considerados cidadãos de primeira classe no projeto e no acompanhamento da interação e aprendizagem de alunos que usam estes sistemas. Neste tema de pesquisa, busca-se enfrentar os principais desafios científicos e tecnológicos para fornecer soluções computacionais simples, intuitivas e que não exijam habilidades técnicas avançadas de forma a permitir que professores possam projetar de forma personalizada sistemas educacionais inteligentes que serão usados por seus alunos e acompanhar de maneira inteligente estudantes durante o período de instrução.

Há um paradigma atual e crescente relacionado à natureza da inteligência de sistemas educacionais inteligentes. Baker (2016) argumenta que os sistemas tutores usados em maior escala são muitos mais simples do que os tutores sofisticados em termos de Inteligência Artificial (IA), inicialmente idealizados pela comunidade de IA na educação. Segundo este autor da área, precisa-se mais de sistemas tutores "estúpidos" que são amplificados pela inteligência humana. Isto significa que provavelmente precisamos de tutores que são projetados inteligentemente, e que ampliem a inteligência humana, ao invés de apoiar-se somente na inteligência artificial. Para amplificar a inteligência humana, humanos devem ser inseridos o mais cedo possível no projeto de sistemas educacionais. Desta forma, uma maneira natural de atingir este objetivo é envolver professores no co-design destes sistemas ao longo de todo o ciclo de vida deles (Dermeval e Bittencourt, 2020; Tenório et al., 2020). A Figura 1 ilustra as fases de instrução aos alunos no contexto de STIs gamificados nas quais o professor poderia participar mais ativamente, seja utilizando apenas a Inteligência Artificial, por exemplo, nos casos que envolvam atividades repetitivas e padronizadas (ex.: avaliação e feedback), ou utilizando suas capacidades mais intuitivas e humanas de forma complementar ao uso da IA, por exemplo, nas etapas que envolvem uma desenho curricular mais apropriado, modificando o design do sistema educacionais ou recomendando alguma ação para um ou mais alunos a partir de determinada condição percebida, entre outras possibilidades (ex.: em um possível cenário de evasão por questões pessoais dos alunos detectado pelo professor).

Figura 1. Possibilidade de atuação do professor no ciclo de vida instrucional de sistemas educacionais inteligentes.

Exemplo para Sistemas Tutores Inteligentes (STI) Gamificados. Fonte: autor. Nesse sentido, este tema recepciona projetos que busquem amplificar/aumentar as capacidades humanas dos professores e estudantes no contexto de sistemas educacionais inteligentes apoiando-os com a utilização de técnicas de inteligência artificial levando em consideração o ciclo de vida de sistemas educacionais inteligentes (Figura 1).

Referencial Bibliográfico:

BAKER, Ryan S. Stupid tutoring systems, intelligent humans. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, v. 26, n. 2, p. 600-614, 2016.

CAMPBELL, Carol; LEVIN, Ben. Using data to support educational improvement. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability (formerly: Journal of Personnel Evaluation in Education)*, v. 21, n. 1, p. 47, 2009.

DERMEVAL, Diego et al. An ontology-driven software product line architecture for developing gamified intelligent tutoring systems. *International Journal of Knowledge and Learning*, v. 12, n. 1, p. 27-48, 2017.

DERMEVAL, Diego et al. Authoring tools for designing intelligent tutoring systems: a systematic review of the literature. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, v. 28, n. 3, p. 336-384, 2018.

DERMEVAL, Diego et al. GaTO: An ontological model to apply gamification in intelligent tutoring systems. *Frontiers in Artificial Intelligence*, v. 2, p. 13, 2019.

DERMEVAL, Diego; BITTENCOURT, Ig Ibert. Co-designing Gamified Intelligent Tutoring Systems with Teachers. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 28, p. 73, 2020.

DETERDING, Sebastian et al. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In: *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*. 2011. p. 9-15.

DU BOULAY, Benedict. Recent meta-reviews and meta-analyses of aied systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, v. 26, n. 1, p. 536-537, 2016.

HOLSTEIN, Kenneth; MCLAREN, Bruce M.; ALEVEN, Vincent. Designing for complementarity: Teacher and student needs for orchestration support in ai-enhanced classrooms. In: *International Conference on Artificial Intelligence in Education*. Springer, Cham, 2019. p. 157-171.

MA, Wenting et al. Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis. *Journal of educational psychology*, v. 106, n. 4, p. 901, 2014.

MAVRIKIS, Manolis; HOLMES, Wayne. Intelligent Learning Environments: Design, Usage and Analytics for Future Schools. In: Shaping Future Schools with Digital Technology. Springer, Singapore, 2019. p. 57-73.

PAIVA, Ranilson et al. What do students do on-line? Modeling students' interactions to improve their learning experience. Computers in Human Behavior, v. 64, p. 769-781, 2016.

PAIVA, Ranilson; BITTENCOURT, Ig Ibert. Helping Teachers Help Their Students: A Human-AI Hybrid Approach. In: International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer, Cham, 2020. p. 448-459.

SAILER, Michael; HOMNER, Lisa. The Gamification of Learning: A Meta-Analysis. Educational Psychology Review, v. 32, n. 1, p. 77-112, 2020.

SIEMENS, George; BAKER, Ryan SJ d. Learning analytics and educational data mining: towards communication and collaboration. In: Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge. 2012. p. 252-254.

TENÓRIO, Kamilla et al. Helping Teachers Assist Their Students in Gamified Adaptive Educational Systems: Towards a Gamification Analytics Tool. In: International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer, Cham, 2020a. p. 312-317.

TENÓRIO, Kamilla et al. Raising teachers empowerment in gamification design of adaptive learning systems: a qualitative research. In: International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer, Cham, 2020b. p. 524-536.

TENÓRIO, Kamilla et al. An Evaluation of the GamAnalytics Tool: Is the Gamification Analytics Model Ready for Teachers?. In: Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. SBC, 2020. p. 562-571.

8 - Inteligência Artificial aplicada à Análise de Imagens Médicas: inovações, modelos e aplicações (Prof. Dr.Marcelo Costa Oliveira)

Resumo:

Vivemos a quarta revolução industrial proporcionada pela nova Era da Inteligência Artificial (IA). Dentre as técnicas de IA, Machine Learning e Deep Learning despontam como as técnicas mais importantes desta revolução.

Machine Learning (ML) pode ser definida como métodos ou modelos computacionais que utilizam a experiência (dados) para aumentar a performance ou realizar previsões precisas. Estes métodos computacionais programáveis aprendem a partir de dados, sendo capazes de automatizar e melhorar o processo de

predição. Modelos de prognóstico e preditivos com alta acurácia, confiabilidade e eficiência são vitais para o sucesso da aplicação de Machine Learning no auxílio ao diagnóstico médico. Na área de saúde, grandes bancos de dados (Big Data) estão sendo construídos diante da integração de dados clínicos, dados genéticos e com atributos extraídos das imagens médicas.

Deep learning (DL) é uma classe de algoritmos de Machine Learning caracterizada pelo uso de redes neurais com várias camadas de neurônios matemáticos capazes de processar dados, compreender a fala humana e reconhecer objetos visualmente. Deep Learning representa o estado da arte em tarefas de Visão Computacional, envolvendo classificação, detecção e segmentação de objetos.

A análise de imagens médicas é uma ferramenta inestimável em medicina, pois é um componente crítico no diagnóstico e planejamento de tratamentos. Os resultados recentes dos algoritmos de DL e ML na área de saúde tem surpreendido até mesmo os médicos mais experientes, pois são capazes de auxiliar na detecção precoce de doenças, permitindo ao paciente um melhor tratamento e a até mesmo a cura.

Embora uma série de algoritmos de Machine Learning e Deep Learning tenham sido propostos no campo da saúde e de análise de imagens médicas, o auxílio computadorizado ao diagnóstico continua sendo um problema complexo e desafiador. Os maiores desafios atuais da área são:

- Identificar e Segmentar doenças;
- Classificar tumores quanto a sua malignidade;
- Soluções de aumento de base de imagens em saúde para viabilizar o uso de algoritmos de ML e DL;
- Aplicar algoritmos de Machine Learning em grandes bases de dados para a predição de doenças;
- Predição de doenças com alta acurácia;

Referencial Bibliográfico:

1. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio e Aaron Courville, "*Deep Learning*". MIT Press, 2016, disponível em <http://www.deeplearningbook.org>.
2. François Chollet, "*Deep Learning with Python*". Ed. Manning, 2017.
3. Faceli K, Lorena AC, Gama J, Carvalho ACPd. *Inteligência Artificial*
4. Artigos da <https://arxiv.org>
5. Periódicos: IEEE Transactions on Medical Imaging, Artificial Intelligence in Medicine, Medical Image Analysis.

6. SANTOS, Marcel Koenigkam et al. Inteligência artificial, aprendizado de máquina, diagnóstico auxiliado por computador e radiômica: avanços da imagem rumo à medicina de precisão. Radiol Bras. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3u6Tyu7>

9 - Inteligência Computacional Aplicada à Internet das Coisas e Cidades Inteligentes (Prof. Dr. Rian Pinheiro e Prof. Dr. Bruno Nogueira)

Resumo:

Internet das Coisas (Internet of Things - IoT) [1] é um paradigma emergente que transforma objetos do nosso dia a dia em objetos conectados à Internet com capacidade de sensoriamento, processamento e atuação. De acordo com especialistas, em um futuro próximo, estaremos cercados por bilhões destes dispositivos, que mudarão o jeito como vivemos e trabalhamos. IoT já está sendo usado em uma diferente gama de aplicações, como agricultura de precisão e healthcare. Dentre outras aplicações interessantes para estes dispositivos, destacamos as cidades inteligentes, cujo objetivo é o uso massivo de tecnologia da informação para monitoramento, previsões, planejamento e apoio à decisão em centros urbanos.

A proposta deste trabalho visa o estudo e desenvolvimento de algoritmos baseados em inteligência computacional para resolver problemas de IoT e/ou cidades inteligentes. Problemas de diversas áreas podem ser considerados, incluindo (mas não limitado a):

- Mobilidade urbana e logística (uso eficiente de frotas de veículos [2,3, 4], políticas de roteamento de semáforos [5]),
- Infraestrutura (otimização no processo de manutenção de infraestruturas [6]),
- Energia (otimização de smart grids [7], uso eficiente de energia em smart buildings),
- Turismo (rotas inteligentes de atrações turísticas [8]),
- Serviços públicos (escala de motoristas de ônibus [9], alocação de serviços públicos [10]).

As soluções para estes problemas além de altamente lucrativas, são fundamentais para o crescimento da competitividade do país no contexto não apenas nacional, mas principalmente internacional.

Diversas técnicas do campo da inteligência computacional podem ser usadas para resolver estes problemas, tais como algoritmos genéticos, programação genética, simulated annealing, colônia de formigas, VNS, ILS, GRASP e busca tabu [11--19].

Referencial Bibliográfico:

1. Atzoria, L., Ierab, A & Morabitoc, G. (2010). 'The Internet of Things: A survey', *Computer Networks* (54) 15, 2787-2805.
2. Costa, P.R.O., Mauceri, S., Carroll, P. & Pallonetto, F. (2018), 'A Genetic Algorithm for a Green Vehicle Routing Problem', *Electronic Notes in Discrete Mathematics* (64), 65-74.
3. Lin, C., Chou, K.L., Ho, G.T.S, Chung, S.H & Lam, H.Y. (2014), 'Survey of Green Vehicle Routing Problem: Past and future trends'. *Expert System with Applications* (41), 1118-1138.
4. Fonseca-Galindo, J.C., Surita, G.C., Neto, J.M., Castro, C.L. & Lemos, A.P. (2009). 'A Multi-Agent System for Solving the Dynamic Capacitated Vehicle Routing Problem with Stochastic Customers using Trajectory Data Mining', *arXiv preprint arXiv:2009.12691*.
5. Ceylan, H., & Bell, M. G. (2004). Traffic signal timing optimisation based on genetic algorithm approach, including drivers' routing. *Transportation Research Part B: Methodological*, 38(4), 329-342.
6. Gerami, A., Vatani, M.R. & Golrooc, N.A. (2017). 'A comparative study on using meta-heuristic algorithms for road maintenance planning: Insights from field study in a developing country' *Journal of Traffic and Transportation Engineering* (4), 5, 477-486.
7. Guzman, C., Cardenas, A., & Agbossou, K. (2017). 'Evaluation of meta-heuristic optimization methods for home energy management applications'. *IEEE 26th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE)*, 1501-1506.
8. Gavalas, D., Konstantopoulos, C., Mastakas, K, & Pantziou. G. (2014). 'A survey on algorithmic approaches for solving tourist trip design problems'. *Journal of Heuristics* (20) 3, 291-32.
9. Lourenço, H.R., Paixão, J.P. & Portugal,R. (2001). 'Multiobjective Metaheuristics for the Bus Driver Scheduling Problem', *Transportation Science* (35) 3, 215-343.
10. Souza, G., Ramos, G., & Santos, E. & Pinheiro, R.G.S.,(2019). 'Agendamento Automático de Exames em Clínicas'. In *Anais do XVI Encontro Nacional de Inteligência Artificial e Computacional*, 996-1007.
11. Talbi, E. (2009), *Metaheuristics: From Design to Implementation*, John Wiley & Sons.
12. Gendreau, M. & Potvin, J.-Y. (2010), *Handbook of Metaheuristics*, 2nd ed., Springer Publishing Company, Incorporated.
13. Nogueira, B., Pinheiro, R. G. S. & Subramanian, A. (2018). 'A hybrid iterated local search heuristic for the maximum weight independent set problem'. *Optimization Letters* (12), 567-583.

14. Nogueira, B. & Pinheiro, R. G. S. (2018). 'A CPU-GPU local search heuristic for the maximum weight clique problem on massive graphs'. Computers & Operations Research (90), 232-248.
15. Nogueira, B. & Pinheiro, R. G. S. (2020), 'A GPU based local search algorithm for the unweighted and weighted maximum s-plex problems'. Annals of Operations Research 284, 367-400.
16. Pinheiro, R.G.S., Martins,I.C., Protti, F., Ochi, L.S., Simonetti, L.G. & Subramanian , A. (2017), 'On solving manufacturing cell formation via Bicluster Editing', European Journal of Operational Research 254 (3), 769-779
17.
<http://www.decom.ufop.br/prof/marcone/Disciplinas/InteligenciaComputacional/InteligenciaComputacional.pdf>
18. CV Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6805191874473768>
19. CV Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1447954471683870>

10 - Modelagem Matemática e Computacional (Prof. Dra. Xu Yang)

Resumo:

O uso da matemática aplicada se tornará ainda mais prevalente no futuro.

Existe uma demanda crescente de matemática aplicada e modelagens computacionais em, por exemplo, aplicações industriais, tecnologia da informação, finanças e biologia.

A disciplina de Modelagem Matemática e Computacional é uma interdisciplina de matemática aplicada e ciência da computação. Nós fornecemos treinamento nos cursos como algoritmo, métodos numéricos, programas, estatísticas, etc. Também enfatizamos a formulação de problemas, sobre as técnicas analíticas e numéricas para uma solução e o cálculo de resultados úteis.

A área cobrirá uma ampla gama de aplicações em ciência e tecnologia.

Referencial Bibliográfico:

- [1] Birge, John R and Louveaux, Francois, Introduction to stochastic programming, Springer Science & Business Media, 2011.
- [2] Burden, Richard L and Faires, J Douglas, Numerical analysis, Brooks/Cole, USA, 2001.
- [3] Kaipio, Jari and Somersalo, Erkki, Statistical and computational inverse problems, Springer Science & Business Media, volume 160, 2006.

[4] Sedgewick, Robert and Wayne, Kevin, Algorithms, Addison-Wesley Professional, 2011.

11 - Processamento de Linguagem Natural usando Aprendizagem Profunda e aplicações (Prof. Dr. Thales Vieira)

Resumo:

Processamento de linguagem natural (PLN) é uma das tecnologias mais importantes da era da informação. Compreender discursos complexos é parte crucial da Inteligência Artificial. Aplicativos da PLN estão em toda parte porque as pessoas se comunicam naturalmente usando uma linguagem: pesquisas na Web, anúncios, e-mails, atendimento ao cliente, tradução de idiomas, relatórios de radiologia, etc. Recentemente, abordagens de aprendizado profundo como o BERT e o GPT-3 obtiveram um desempenho muito alto em muitas tarefas diferentes da PLN. Esses modelos geralmente podem ser treinados com um único modelo de ponta a ponta e não necessitam do pipeline usual de engenharia de características, que geralmente é específico para cada tarefa. Porém, em diversas áreas do conhecimento, o uso de PLN ainda é bastante limitado. Neste contexto, serão bem apreciadas propostas de pesquisas focadas não só no desenvolvimento e implementação de novas metodologias, mas também na aplicação de técnicas recentes de PLN em diversos domínios de aplicação envolvendo classificação de texto, chatbots, reconhecimento de entidades nomeadas, recuperação de informação em dados não estruturados, extração de palavras-chave, etiquetação morfosintática, anotação automática de imagens, sistemas de busca inteligentes, dentre outros. Dentre as inúmeras áreas que podem se beneficiar destas tecnologias, podemos destacar aplicações na área jurídica, em e-commerce, na educação, em setores de atendimento automatizado ao cliente, dentre outros.

Referencial Bibliográfico:

1 - Brownlee, Jason. Deep Learning for Natural Language Processing: Develop Deep Learning Models for your Natural Language Problems. Machine Learning Mastery, 2017.

2 - Young, Tom, et al. "Recent trends in deep learning based natural language processing." IEEE Computational Intelligence Magazine 13.3 (2018): 55-75.

3 - Mikolov, Tomas, et al. "Distributed representations of words and phrases and their compositionality." Advances in neural information processing systems. 2013.

4 - Wang, Y., and J. Zhang. "Keyword extraction from online product reviews based on bi-directional LSTM recurrent neural network." 2017 IEEE International

Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). IEEE, 2017.

5 - Chiu, Jason PC, and Eric Nichols. "Named entity recognition with bidirectional LSTM-CNNs." Transactions of the Association for Computational Linguistics 4 (2016): 357-370.

6 - Devlin, Jacob, et al. "Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding." arXiv preprint arXiv:1810.04805 (2018).

7 - Fernandes, William Paulo Ducca, Luiz José Schirmer Silva, Isabella Zalberg Frajhof, Carlos Nelson Konder, Rafael Barbosa Nasser, Gustavo Robichez de Carvalho, Simone Diniz Junqueira Barbosa, and Hélio Côrtes Vieira Lopes. "Appellate Court Modifications Extraction for Portuguese." Artificial Intelligence and Law (2019): 1-34.

12 - Reconhecimento Facial (Prof. Dr. Tiago Vieira)

Resumo:

Diversos problemas de Visão Computacional vêm sendo explorados nos últimos anos usando redes neurais artificiais profundas. Dados provenientes da Computação Visual, como por exemplo imagens RGB, imagens de profundidade e vídeos, podem ser explorados por algoritmos de aprendizagem profunda para realizar reconhecimento de objetos, gestos, ações humanas e línguas de sinais, por exemplo. Encontrar e calibrar hiperparâmetros de arquiteturas de redes neurais adequadas para resolver problemas específicos de visão computacional, como por exemplo redes neurais convolucionais e recorrentes, é um problema importante nesse contexto. O aprendizado profundo aplica várias camadas de processamento para aprender representações de dados com vários níveis de extração de recursos. Esta técnica emergente remodelou o cenário de pesquisa de reconhecimento facial desde 2014, lançado pelos avanços do DeepFace e DeepID. O estudo a ser desenvolvido deverá abordar o problema de reconhecimento facial em possíveis cenários de identificação, verificação e reconhecimento de parentesco. O candidato deverá cursar disciplinas como Aprendizado Profundo, Aprendizado de Máquina, Processamento de Imagens, dentre outras. Deverá também utilizar linguagem de programação Python e tecnologias voltadas ao aprendizado de redes neurais profundas como Tensor Flow.

Referencial Bibliográfico:

François Chollet, "Deep Learning with Python", Manning (2018).

Charu C. Aggarwal, "Neural Networks and Deep Learning", Springer (2018).

Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville, "Deep Learning", MIT Press, available at <http://www.deeplearningbook.org>, 2016.

13 - Redes Veiculares no contexto das redes 5G (Prof. Dr. Leandro Dias da Silva e Prof. Dr. Ivo Augusto Andrade Rocha Calado)

Resumo:

A implantação da nova tecnologia de redes 5G, juntamente com computação de borda, resolve problemas como largura de banda, latência de transmissão, disponibilidade, dentre outros, enquanto abre novas possibilidades de aplicações a partir de uma infraestrutura customizada e programática. Entre as diversas aplicações vislumbradas para as redes 5G, a Internet dos Veículos (IoV) destaca-se como uma das mais desafiantes e, ao mesmo tempo, promissoras possibilidades. Essas novas tecnologias e aplicações podem levar a consolidação da área, permitindo o desenvolvimento de soluções de transporte inteligente integradas com o conceito de cidades inteligentes. Para isso, é necessário estudar essas novas tecnologias, as possibilidades de integração entre elas, as infraestruturas, desafios e soluções. O objetivo deste tema de pesquisa é o desenvolvimento de propostas de pesquisa de soluções que combinem as redes veiculares e as tecnologias de rede 5G e de computação de borda.

Referencial Bibliográfico:

- [1] F. Fang and X. Wu, "A Win-win Mode: the Complementary and Coexistence of 5G Networks and Edge Computing," in IEEE Internet of Things Journal, doi: 10.1109/JIOT.2020.3009821.
- [2] W. Duan, J. Gu, M. Wen, G. Zhang, Y. Ji and S. Mumtaz, "Emerging Technologies for 5G-IoV Networks: Applications, Trends and Opportunities," in IEEE Network, vol. 34, no. 5, pp. 283-289, September/October 2020, doi: 10.1109/MNET.001.1900659.
- [3] D. Kombate and Wanglina, "The Internet of Vehicles Based on 5G Communications," 2016 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData), 2016, pp. 445-448, doi: 10.1109/iThings-GreenCom-CPSCom-SmartData.2016.105.
- [4] C. R. Storck and F. Duarte-Figueiredo, "A Survey of 5G Technology Evolution, Standards, and Infrastructure Associated With Vehicle-to-Everything Communications by Internet of Vehicles," in IEEE Access, vol. 8, pp. 117593-117614, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3004779.

[5] Benalia, E, Bitam, S, Mellouk, A. Data dissemination for Internet of vehicle based on 5G communications: A survey. *Trans Emerging Tel Tech.* 2020; 31:e3881. <https://doi.org/10.1002/ett.3881>

14 - Testes de Software para Cidades Inteligentes (Prof. Dr. Márcio Ribeiro)

Resumo:

Aplicações para Cidades Inteligentes já são uma realidade para diversos domínios críticos como transporte e mobilidade urbana, saúde, residências, e segurança pública, dentre outros. Por exemplo, tecnologias para o controle de tráfego ajudam a reduzir o tempo no trânsito em grandes cidades; porém, falhas em tempos semafóricos, por exemplo, podem causar acidentes, trazendo sérios danos à população e elevando o nível de desconfiança em relação a essas tecnologias. Assim, essas aplicações precisam ser robustas e corretas. Este tema tem por objetivo definir uma abordagem baseada em defeitos, contemplando-se técnicas de tolerância a defeitos e testes de software (i.e., testes de mutação), para o desenvolvimento e a validação de aplicações para Cidades Inteligentes, com foco nos domínios de mobilidade urbana e gestão de tráfego. Espera-se que seja construído um catálogo de tipos de defeitos, erros e falhas inerentes a esses sistemas. O catálogo embasará a definição de abordagens de tolerância a defeitos e de teste de mutação para o contexto investigado. Ferramental de apoio (injeção de erros, e teste de mutação) deve também ser desenvolvido e integrado entre si, e também integrado em um simulador de aplicações para Cidades Inteligentes. Estudos experimentais serão conduzidos para avaliar e refinar as abordagens e ferramentas propostas.

Referencial Bibliográfico:

P. Berrone and J. E. Ricart. *IESE Cities in Motion Index 2019*. Technical Report ST-509-E, IESE Business School, University of Navarra, Barcelona, Spain, 2019.

A. Costa and L. Teixeira. Testing Strategies for Smart Cities applications: A Systematic Mapping Study. In *3rd Brazilian Symposium on Systematic and Automated Software Testing (SAST)*, pages 20–28, São Carlos, SP, Brazil, 2018. ACM.

L. Fernandes, M. Ribeiro, L. Carvalho, R. Gheyi, M. Mongioli, A. Santos, A. Cavalcanti, F. C. Ferrari, and J. C. Maldonado. Avoiding Useless Mutants. In *Proceedings of the 16th ACM International Conference on Generative Programming: Concepts and Experiences (GPCE)*, pages 187–198, Vancouver, BC, Canada, 2017a. ACM.

A. V. Pizzoleto, F. C. Ferrari, A. J. Offutt, L. Fernandes, and M. Ribeiro. A Systematic Literature Review of Techniques and Metrics to Reduce the Cost of Mutation Testing. *Journal of Systems and Software*, 157, 2019. ISSN 0164-1212.

MuJava: A Mutation System for Java , Yu-Seung Ma, Jeff Offutt, and Yong-Rae Kwon. 28th International Conference on Software Engineering (ICSE 2006), tool demo, pages 827-830, May 2006, Shanghai, China.

15 - Towards a Framework for Enabling the Electronic Health Record Storage Using Blockchain Technology: Design, Development and Evaluation (Prof. Dr. André Magno Costa de Araújo)

Resumo:

A large amount of data is processed daily by software systems in the healthcare industry. Due to the popularization of the electronic health record (EHR), much has been discussed about the use of norms, standards and the application of new information and communication technologies (ICT) in the development of health information systems (HIS) [1-3]. HIS process data from different types of applications as well as assist healthcare professionals in the clinical patient care activities. For these reasons, HIS should provide security mechanisms in the storage of EHR data and features of authenticity and reliability in data manipulation. A means of obtaining security and data privacy in the development of healthcare applications is adopting a database management system to provide security measures and enforce controlled access to the contents of the database while preserving data integrity. Blockchain technology has been investigated and applied in the database software industry as an alternative to guarantee the authenticity of online data transactions [4-6]. Blockchain technology consists of a decentralized and encrypted network that immutably certifies and stores all transactional information between the parties involved [7]. The use of Blockchain technology in the health sector is justified by its ability to provide greater reliability in data storage, precisely because it is possible to verify the integrity and guarantee the immutability of all records on the Blockchain network. Although Blockchain technology has been widely debated and applied in the healthcare sector [8-10], there is a lack of studies that address: i) the extraction of EHR data from different legacy databases, ii) the standardization of patient clinical data requirements, and iii) the EHR data storage using Blockchain, regardless of DBMS technology. Based on the open issues found in the state-of-the-art, this research aims to address the following research question. How to design a framework for enabling the standardization of EHR data using health standards (e.g., openEHR Archetypes, HL7), and how to store such information using Blockchain technology regardless of database management system (DBMS)? Two experimental evaluations will be carried out in this project. First, the real-world scenario of a Brazilian healthcare institution will be used to evaluate data extraction, standardization, and persistence activities in two Blockchain technologies widely used in the IT market. Afterwards, the computational cost of using different Blockchain technologies in the proposed solution will be investigated.

Referencial Bibliográfico:

- [1] Araújo, A., Times, V. and Silva, M. (2020) 'A Tool for Generating Health Applications Using Archetypes', *IEEE Software*, Vol. 37, No. 1, pp. 60–67.
- [2] de Araújo, André Magno Costa; Times, Valéria Cesário; da Silva, Marcus Urbano, A Cloud Service for Graphical User Interfaces Generation and Electronic Health Record Storage. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 1ed.: Springer International Publishing, 2018, v. 558, p. 257-263
- [3] Bezerra, Carlos Andrew Costa; de Araújo, André Magno Costa; Times, Valéria Cesário, An HL7-Based Middleware for Exchanging Data and Enabling Interoperability in Healthcare Applications. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 1ed.: Springer International Publishing, 2020, v. , p. 461-467.
- [4] Casino, F., Dasaklis, T., and Patsakis, C. (2018) 'A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues', *Telematics and Informatics*, Vol. 36, pp. 55–81.
- [5] Da Conceição, A. F., da Silva, F. S. C., Rocha, V.,Locoro, A. and Barguil, J. M. (2018) *Electronic Health Records using Blockchain Technology*, <https://arxiv.org/abs/1804.10078> (Accessed 27 July 2020).
- [6] Saghiri, A. M. (2020) 'Blockchain Architecture', *Advanced Applications of Blockchain Technology*, vol 60. Springer, Singapore. pp. 161-176.
- [7] Nakamoto, S. (2009) 'Bitcoin: A Peer-to- Peer Electronic Cash System', *Cryptography Mailing list* at <https://metzdowd.com>, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (Accessed 27 July 2020).
- [8] Yuan, Y. and Wang, F. (2018) 'Blockchain and Cryptocurrencies: Model, Techniques, and Applications' , *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, Vol. 48, pp. 1421–1428.
- [9] Roehrs, A., da Costa, C. A., Righi, R. R., Silva, V. F., Goldim, J. R. and Schmidt, D. C. (2019) 'Analyzing the Performance of a Blockchain-based Personal Health Record Implementation', *Journal of Biomedical Informatics*, Vol. 92, pp. 103-140.
- [10] Liang, W., Fan, Y., Li, K., Zhang, D. and Gaudiot, J. (2020) 'Secure Data Storage and Recovery in Industrial Blockchain Network Environments', *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, Vol. 16, pp. 1.