

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO

PROGRAMA DE APOIO INSTITUCIONAL À EXTENSÃO

AÇÃO: PROJETO DE EXTENSÃO

2022 GRU 599/2022

UNIDADE PROPONENTE

Campus:
GRU

Foco Tecnológico:
DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL E SOCIAL

IDENTIFICAÇÃO

Título:
Curso: Aprendizado de Maquina para Sistemas Embarcados

Grande Área de Conhecimento:
ENGENHARIAS

Área de Conhecimento:
ENGENHARIA ELÉTRICA

Área Temática:
Tecnologia e Produção

Tema:
Educação Profissional

Período de Execução:
Início: **06/03/2023** | Término: **30/11/2023**

Possui Cunho Social:
Não

CARACTERIZAÇÃO DOS BENEFICIÁRIOS

Público Alvo	Quantidade Prevista de Pessoas a Atender	Quantidade de Pessoas Atendidas	Descrição do Público-Alvo
Público Interno do Instituto	40	-	-

EQUIPE PARTICIPANTE

Professores e/ou Técnicos Administrativos do IFSP

Membro	Contatos	Bolsista	Titulação
Nome: Matrícula: Rogerio Daniel Dantas 1952901	Tel.: E-mail: rogerio.dantas@ifsp.edu.br	Não	MESTRE+RSC-III (LEI 12772/12 ART 18)
Nome: Matrícula: Osias Baptista de Souza Filho 278839	Tel.: E-mail: osias@ifsp.edu.br	Sim	DOUTORADO

DISCRIMINAÇÃO DO PROJETO

Resumo

O presente projeto trata do desenvolvimento e aplicação de um curso de Aprendizagem de Máquinas para Sistemas Embarcados (TinyML) e é uma iniciativa para qualificar alunos para o mercado de trabalho e desenvolvimento de novas aplicações neste tema, que é um dos que mais cresce quando se trata de Machine Learning, e veio com o apoio do programa universitário da empresa Edge Impulse (que doo 10 kits de Arduino Sense BLE Machine Learning) e de encontro com o Edital 576/2022 - Rede de pesquisadores para inovação: Inteligência Artificial Embarcada da INOVA-IFSP. O curso será executado de forma híbrida, a primeira etapa do curso será EAD com 40 horas de curso e tratará de Linguagem de programação em Python no COLAB e teoria de Machine Learning e a plataforma Edge Impulse, já a segunda etapa será presencial com 20 horas, onde os alunos irão trabalhar com a plataforma Arduino e irão embarca a Rede Neural no microcontrolador, nesta etapa são utilizados o sensores de áudio, acelerômetro, sensor de gesto e a camera da placa.

Justificativa

O aprendizado de máquina existe desde a década de 1950, mas os casos de uso para executar esses algoritmos em dispositivos com recursos limitados (como microcontroladores e computadores de placa única - SoC) só agora estão começando a ganhar força. A aplicação de IA mais especificamente de Machine Learning vem crescendo e praticamente todos os setores da economia, sendo assim se faz necessário a qualificação de mão de obra para atuar com essa tecnologia, principalmente na região metropolitana de São Paulo, onde se tem os mais diversos setores e empresas que necessita de mão de obra qualificada.



Fundamentação Teórica

Aprendizado de Máquina (Machine Learning – ML) O Aprendizado de Máquina (Machine Learning – ML) é uma das técnicas de Inteligência Artificial mais utilizadas nos dias de hoje, em razão de sua capacidade de resolução de problemas complexos e do grande volume de dados com que pode lidar. O processo de aprendizado consiste no treinamento de um algoritmo ou modelo para que possam criar regras que relacionem os dados de entrada (atributos precursores) com os dados de saída (atributos alvos), permitindo a realização de tarefas como classificação, previsão e agrupamento de dados. Dessa forma, o essencial no Aprendizado de Máquina é o reconhecimento de padrões, ou seja, a busca por semelhanças entre as características de diferentes instâncias de determinado conjunto de dados. Sendo assim, o Aprendizado de Máquina tem como objetivo melhorar o desempenho de um programa na realização de determinada tarefa a partir da experiência obtida em execuções anteriores (LENZ, 2020). Em outras palavras, compreende-se por Aprendizado de Máquina o algoritmo capaz de melhorar de forma repetida o seu desempenho a partir da experiência absorvida após avaliar diferentes conjuntos de dados, inferindo regras ou parâmetros que permitam identificar o atributo alvo a partir dos atributos de entrada utilizados. Por meio do Aprendizado de Máquina, o sistema pode ser alimentado com exemplos de entrada e saída válidos ou produzir novos dados de entrada, de maneira aleatória, para avaliar a eficiência do que foi aprendido até determinado momento. Em contraposição, nos algoritmos tradicionais, o programador é que define, prévia e explicitamente, as regras ou parâmetros que relacionam entradas e saídas. A construção do modelo da aprendizagem de máquinas, passa por outras etapas, como apresentado na Figura 1. Figura 1. Etapas do aprendizado de máquinas. Fonte: Adaptada de LENZ (2020). TensorFlow O TensorFlow é uma biblioteca de código aberto em linguagem Python que foi criada para Aprendizado de Máquina, computação numérica e muitas outras aplicações. Foi desenvolvido pelo Google, em 2015, e rapidamente se tornou uma das principais ferramentas para Machine Learning e Deep Learning. Juntamente com outras bibliotecas de Python é possível se trabalhar com algoritmos de Inteligência Artificial com relativa facilidade (TENSORFLOW, 2021). TinyML O conceito de TinyML surge com o objetivo de se implementarem redes neurais em dispositivos de baixo consumo de energia (menor que 1mW) que possam funcionar com baterias por período superior a um ano, sem a intervenção humana (WARDEN; SITUNAYAKE, 2019). O TinyML é um framework que une técnicas tradicionais de ML com ferramentas voltadas à otimização e à compatibilidade de seu uso com microcontroladores de 32 bits. Note-se que a principal diferença do TinyML para com os frameworks e bibliotecas tradicionais é que ele é compatível com processadores que possuem baixos requisitos computacionais (por exemplo, limitações de memória e processamento). Em razão dessas características, pode-se afirmar que o TinyML consiste, basicamente, em um modelo de ML para sistemas embarcados. Para o desenvolvimento de dispositivos com TinyML, são necessários conhecimentos em ML e programação de microcontroladores. A criação de um modelo de TinyML passa, resumidamente, pelas seguintes etapas: 1. Escolha da meta que se deseja alcançar; 2. Coleta de um conjunto de dados; 3. Projeto da arquitetura de modelo; 4. Treinamento do modelo; 5. Conversão do modelo; 6. Inferência; 7. Avaliação e resolução de possíveis problemas observados na construção do modelo. Edge Impulse Edge Impulse é a plataforma de desenvolvimento de ponta a ponta para Machine Learning embarcada, criada em 2019 por Zach Shelby e Jan Jongboom. Essa plataforma de desenvolvimento é líder quando se trata de embedded machine learning, sendo usada por mais de 1.000 empresas em 10.000 diferentes projetos de ML em todo o mundo. O objetivo da plataforma é facilitar as etapas do processo, desde a criação do dataset, treinamento, construção do modelo, deploy no embarcado e aplicação final (SHELBY et al., 2022). A Figura 2, apresenta o esquema com os módulos de desenvolvimento da plataforma Edge Impulse. Figura 2. Módulos da plataforma Edge Impulse. Fonte: Shelby et al. (2022). Microcontroladores e TinyML Os microcontroladores, como os usados nas placas Arduino, são sistemas de computador independentes, de chip único e de baixo custo. Eles são computadores invisíveis embarcados em bilhões de dispositivos do nosso dia a dia, como wearables, drones, impressoras 3D, brinquedos, painéis elétricas de arroz, plugues inteligentes, máquinas de lavar entre muitos outros. A tendência de conectar esses dispositivos faz parte do que se chama de Internet das Coisas (IoT). O Arduino é uma plataforma de código aberto com uma comunidade focada em tornar o desenvolvimento de aplicativos de microcontroladores acessível a todos. A placa dos Kits Arduino Sense BLE - Machine Learning possui um microcontrolador Arm Cortex-M4 rodando a 64 MHz com 1 MB de memória Flash e 256 KB de RAM. Isso não é nada comparado com sistemas em nuvem, PC ou celular, mas é razoável para os padrões do microcontrolador. A Figura 3, apresenta o Kit Arduino Sense BLE - Machine Learning que será utilizado neste projeto. Figura 2. Kit Arduino Sense BLE - Machine Learning. Fonte: <https://store-usa.arduino.cc/products/arduino-tiny-machine-learning-kit> (2022). Existem alguns requisitos que justificam o uso prático de Aprendizagem de máquinas em microcontroladores, são eles: - Necessidade de um dispositivo inteligente para agir de forma rápida e local (independente da Internet); - Minimização de custos, com hardware simples e de baixo custo; - Privacidade no qual não se deseja compartilhar todos os dados do sensor externamente; - Eficiência, com um dispositivo menor, há maior duração da bateria e pode-se usar sistemas de coleta de energia.

Objetivo Geral

Qualificar pessoas para utilizar e aplicar o conceito de Aprendizagem de Máquinas para Sistemas Embarcados de forma a poderem empreender o atende as necessidades do arranjo produtivo local.

Metodologia da Execução do Projeto

O projeto será executado em formato de curso híbrido (duas etapas), com 40 horas de aulas online assíncrona (EAD) com e com 4 encontros síncronos online e 20 horas de cursos presencial para realizar a parte de ensaios com os Kits placa Arduino Sense BLE - Machine Learning. Para a execução do curso serão gravadas as vídeo aulas e disponibilizadas na plataforma Moodle do Campus, bem como as atividades a serem entregues. As dúvidas das atividades serão sanadas através de posts no fórum do Moodle e através dos encontros online síncronos. Já a segunda etapa será realizada no laboratório do Campus IFSP-Guarulhos, com a atualização do Kits placa Arduino Sense BLE - Machine Learning. O curso será aplicado da seguinte forma: - Na primeira etapa serão apresentadas as plataformas de trabalho google Colab, será feito uma introdução da linguagem Python para que possa ser possível desenvolver as os algoritmos de Aprendizagem de máquina, conhecer e aplicar as bibliotecas do TensorFlow, bem como utilizar a plataforma Edge Impulse para gerar os modelos das redes neurais que serão posteriormente utilizadas com o Kit Arduino. Totalizando-se assim, 40 horas de cursos online. - Na segunda etapa do curso, serão desenvolvidos programas básicos na IDE do Arduino, com programas para leitura e escrita dos GPIOs (Sensores / Leds / Botões), na sequencia será desenvolvido os programas com os algoritmos de Aprendizagem de Maquinas no Kit Arduino. Totalizando-se assim, 20 horas de cursos presencial em laboratório.

Acompanhamento e Avaliação do Projeto Durante a Execução

O acompanhamento e avaliação da primeira etapa (EAD) se dará através da entrega de listas de exercícios via Moodle e com auxílio a participação no fórum de discussão do curso. Já na segunda etapa a avaliação se dará com as atividades de ensaios práticos com o Kits placa Arduino Sense BLE - Machine Learning e um projeto a ser desenvolvido com uma aplicação prática com o Kit.

Resultados Esperados e Disseminação dos Resultados

Espera que ao final deste curso o aluno tenha conhecimento sobre o que é Aprendizagem de Máquinas, como utilizar as ferramentas para criação e desenvolvimento de aplicações reais em Hardware, além disso, que ele consiga entender a relação dessa tecnologia com a aplicação de Internet das Coisas (IoT), uma das área que o TinyML tem se destacado.

Referências Bibliográficas

LUDERMIR, T. B. Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina: estado atual e tendências. Estudos Avançados, [S. l.], v. 35, p. 85–94, 2021. DOI: 10.1590/s0103-4014.2021.35101.007. SHELBY, Zach et al. We're building the future of data-driven engineering. Disponível em: <https://www.edgeimpulse.com/about>. Acesso em: 30 nov. 2022. TENSORFLOW. O que é Tensorflow e para que serve? Disponível em: <https://didatica.tech/o-que-e-tensorflow-para-que-serve/>. Acesso em: 30 out. 2021. WARDEN, P.; SITUNAYAKE, D. TinyML: machine learning with tensorflow lite on arduino and ultra-low-power microcontrollers. Massachusetts, USA: O'Reilly, 2019.

Processo de Elaboração do Projeto

O projeto surge com o interesse pessoal em juntar conhecimento de Inteligência Artificial com a disciplina de Microcontroladores. Em 2020 comecei a pesquisar o assunto e tive contato com o conceito de TinyML, e em 2021 descobri um grupo de professores da UNIFEI, onde pude participar de um curso de Extensão Online e com a prática realizada em casa (a UNIFEI enviou os Kits, o mesmos que será utilizado nesse curso). Também participei de alguns eventos onde o TinyML tem se mostrado super promissor, e junto a isso veio a contemplação pelo programa universitário da Edge Impulse (com a doação de 10 Kits Arduino Sense BLE para Machine Learning), bem como o projeto do Edital 576/2022 - Rede de pesquisadores para inovação: Inteligência Artificial Embarcada (Projeto que prever a oferta de cursos para qualificações de alunos em TinyML). Importante ressaltar que esse projeto do Edital 576/2022 é um projeto multicampus com IFSP - Guarulhos, Cubatão e Piracicaba).

Necessidade de equipamentos do Campus

Para o projeto será necessário a criação de uma turma no ambiente Moodle do IFSP-Guarulhos, o que já é padrão para todos os cursos. O Laboratório de Oficinas 4.0 que faz parte do Edital 576/2022 já possui 10 Kits Arduino Sense BLE - Machine Learning, necessário para o desenvolvimento das práticas do curso.

Necessidade de espaço físico do Campus

Será necessário uma sala de informática com 20 computadores para realização das atividades de laboratório do curso, com a plataforma IDE Arduino instalada.

Recurso financeiro do Campus

Há a necessidade de dois alunos bolsista para a execução do projeto.

Metas

1 - Meta 1 - 06/03/2023 até 31/05/2023 (Preparação do curso e ambiente online)

2 - Meta 1 - 01/06/23 até 30/11/23

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Meta	Atividade	Especificação	Indicador(es) Qualitativo(s)	Indicador Físico	Período de Execução		
				Indicador Quantitativo	Qtd.	Início	Término
1	1	Nesta etapa iremos prepara o material do curso, bem como o ambiente Moodle e a gravação das aulas assíncronas.	Finalização da preparação do ambiente online e do material didático.	Mensal	3	06/03/2023	31/05/2023
2	2	Aplicações do cursos - 2 cursos de 60 horas cada com 20 alunos por turma.	Finalização dos cursos	Mensal	6	01/06/2023	30/11/2023

PLANO DE APLICAÇÃO

Classificação da Despesa	Especificação	PROEX (R\$)	DIGAE (R\$)	Campus Proponente (R\$)	Total (R\$)
339018	Auxílio Financeiro a Estudantes	0	0	38400.00	38400.00
TOTAIS		0	0	38400.00	38400.00

CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

Despesa	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
339018 - Auxílio Financeiro a Estudantes	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	0	0	0	0

Anexo A

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CLASSIFICAÇÃO DE DESPESA	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE DE MEDIDA	QUANT.	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
339018 - Auxílio Financeiro a Estudantes	Aluno Bolsista	Mensal	8	400.00	3200.00
TOTAL GERAL					3.200,00