



Proposta de apoio à Segurança Física em Instalações Nucleares através do uso de Realidade Virtual e Visão Computacional

JESUS. E.A.¹

¹eduardo.andradej@gmail.com, Correspondence Address

1. Introdução

As instalações de infraestruturas críticas, em particular as instalações nucleares, estão suscetíveis ao ingresso de pessoas não autorizadas, animais e outros objetos indejáveis no interior de suas áreas críticas e áreas sensíveis. O monitoramento constante desse perímetro torna-se necessário para proteger as instalações nucleares contra eventos adversos, considerando que o acesso de pessoas não-autorizadas nessas localidades pode trazer danos irreparáveis às instalações e a população. Dessa forma, as operações de controle, vigilância e monitoramento das organizações, muitas das vezes não são suficientes para salvaguardar o patrimônio. Essa problemática ocorre devido às dimensões do local, pelas condições climáticas, pelo efetivo reduzido de trabalho ou por outros fatores humanos que possam interferir na qualidade dos serviços prestados. Sendo assim, ao utilizar Realidade Virtual (RV) por meio de simuladores e jogos em conjunto com a Visão Computacional, essa apoiada por tecnologias e ferramentas que utilizam redes neurais convolucionais (CNN), é possível detectar pessoas, veículos e outros objetos em cenário virtual em situações reais com boa acurácia e precisão. Portanto, o modelo proposto neste trabalho é capaz de auxiliar no treinamento profissionais de segurança e colaboradores, detectar objetos em tempo real no perímetro ou no interior de instalações nucleares, servindo-se de apoio à segurança em ambientes nucleares.

2. Metodologia

A proposta de mesclar a utilização simuladores de realidade virtual com tecnologias de visão computacional foi pensada com intuito de proporcionar maior acurácia na detecção de objetos no ambiente real. Pois a qualidade gráfica das aplicações e jogos nos dias de hoje permitem desenvolver cenários mais realísticos muito próximos do mundo real. Portanto, foi idealizada a seguinte hipótese:

Caso alguma tecnologia de detecção de objetos fosse capaz de detectar em tempo real personagens, veículos, animais, entre outros objetos durante a execução do simulador ou de um jogo, logo essa mesma tecnologia será capaz de detectar com maior acurácia e menos falsos positivos os objetos questionados no cenário real.

Desse modo, é possível realizar ajustes personalizados na fase de treinamento dos algoritmos de redes neurais, aumentando cada vez mais a acurácia da rede neural convolucional[8], através da configuração dos arquivos de pesos e *datatsets* customizados.

O Yolo é uma ferramenta de visão computacional lançada em 2015 e que atualmente está na versão 4[6]. O Yolo é reconhecido como técnica inovadora, visto que foi capaz de obter precisão

superior ao de outros métodos de detecção de objetos da época [3], porém com velocidade de detecção muito superior. O Yolo foi desenvolvido como software livre, ou seja, desde o seu código fonte até a arquitetura da rede neural e os pesos pré-treinados podem ser utilizados e modificados de acordo com cada necessidade. Essa técnica é considerada o estado da arte em detecção de objetos em tempo real, considerando o YOLOv4 o detector de objetos com maior acurácia atualmente.

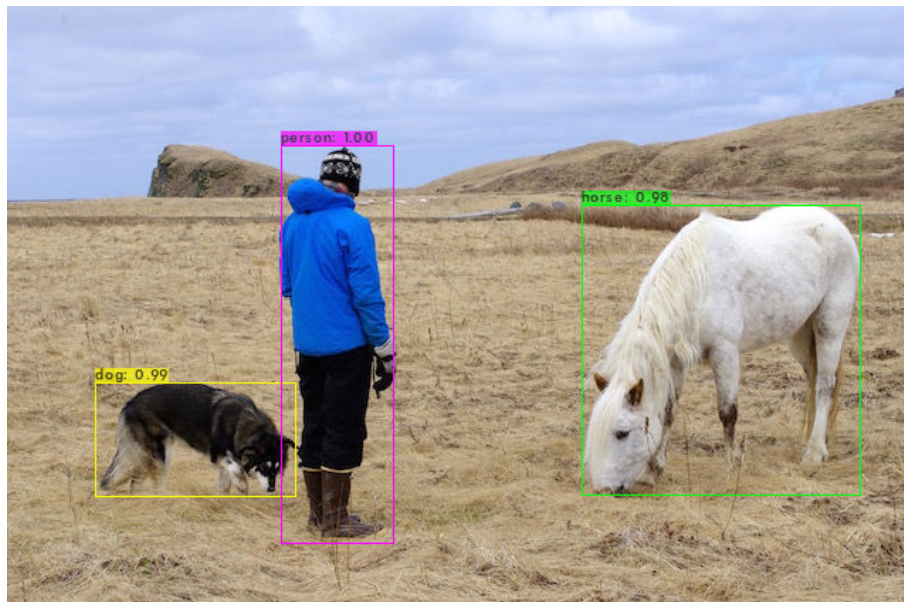


Figure 1: Detecção de objetos em imagens.

Com o propósito de validar os resultados pretendidos neste trabalho, é necessário dividi-lo em algumas etapas:

1^a) proposta de atualização do simulador IEN-Segurança Física, de forma que seja ajustado para treinamentos de segurança física do pessoal integrante dos diversos setores do IEN, equipes de segurança patrimonial e novos integrantes. Obs: A maior parte dessa etapa já foi desenvolvida pelo LABRV-IEN em projetos anteriores.

2^a) proposta de criação de um simulador de treinamento interno relacionado à segurança física contra invasores (verbalização, instruções de uso de armas letais e não letais) [2] [3] [4] [5];

3^a) proposta para instalação de equipamentos reais de segurança eletrônica com suporte a detecção de objetos e reconhecimento de imagens em tempo real (câmeras, drones e sala de controle e monitoramento).

3. Resultados and Discussões

Os procedimentos a seguir elencam as etapas sequenciais dos testes de detecção de objetos em imagens/vídeos obtidos de um ambiente de realidade virtual e um cenário real, compreendendo o simulador de Segurança Física desenvolvido no LABRV-IEN e o próprio ambiente interno do Instituto de Engenharia Nuclear.

A primeira etapa consiste em realizar o download do projeto YOLOv4 através de um clone do Git Hub pelo comando `!git clone https://github.com/AlexeyAB/darknet`. Caso não

retorne erro, a pasta darknet será montada na estrutura de diretórios à esquerda. Alguns comandos básicos do sistema operacional Linux poderão ser executados nas linhas do Colab para verificar a estrutura de arquivos e diretórios presentes. A execução do comando `ls`, por exemplo, retornará os diretórios `darknet/` e `sample_data/`.

A próxima etapa consiste em compilar as bibliotecas que disponíveis dentro do diretório `darknet/` com o comando `!make`. Em seguida será necessário baixar os pesos do modelo pré-treinado disponível no arquivo `yolov4.weights`.

As cenas seguintes foram obtidas após a execução do sistema detecção de objetos em um trecho do vídeo do simulador do IEN, que foi executado em modo multiplayer com duas pessoas conectadas, sendo uma com o personagem policial e outra com o personagem masculino. Na Figura 2, o sistema consegue detectar o personagem humano a distância, em deslocamento para a portaria do IEN, com taxa de acurácia variando entre 76% a 98% de acordo com o seu posicionamento durante a movimentação.



Figure 2: personagem em direção a portaria



Figure 3: guarda em observação

Em um segundo momento foram simuladas invasões reais nas instalações do IEN, o autor realizou também um reconhecimento do perímetro externo, percorrendo alguns trechos com automóvel e outros a pé, realizando um mapeamento prévio e tomadas de imagens de pontos vulneráveis e de pontos estratégicos da instituição. Os dados coletados poderão servir para trabalhos futuros que tenham relação com o gerenciamento da segurança das instalações do IEN.

De posse de alguns vídeos e imagens, estes foram submetidos ao processo de detecção de objetos no cenário real. Os comandos realizados sofreram uma pequena modificação nos parâmetros para que os vídeos pudessem ser analisados ao mesmo tempo que são salvos em uma pasta do Google Drive do autor.

Note que na Figura 4 possui um invasor percorrendo o terreno em direção ao Ciclotron-RDS111, e dependendo da roupa utilizada e das condições climática pode acontecer de não ser percebido seu ingresso nas instalações.

Após a execução do Yolo no vídeo, foi possível obter sucesso com acurácia superior a 85% em alguns momentos do deslocamento do invasor. Foram extraídos *frames* em que o invasor é detectado pela ferramenta Yolo, delimitando uma caixa de cor rosa no seu contorno, enquanto o mesmo percorria em direção às instalações do Ciclotron-RDS111. Caso fossem colocadas câmeras reais em pontos estratégicos do IEN, de forma que essas imagens pudessem ser capturadas em tempo real em uma sala de controle, seria possível alertar a equipe de segurança rapidamente, informando uma possível tentativa de invasão na localização "A" ou "B".

A imagem a seguir demonstra o momento em que o invasor foi detectado pela tecnologia, foi



Figure 4: invasor humano quase imperceptível para visão

possível reatrear suas atividades em um arquivo de vídeo, demonstrando que também seria possível obter o mesmo êxito em aplicações de tempo real, por exemplo, a com a utilização de cameras móveis interligadas a uma central de monitoramento controlada 24h por dia.



Figure 5: invasor humano detectado pela tecnologia Yolo

4. Conclusão

Os mecanismos de apoio à segurança física empregados nessa pesquisa mostraram-se eficientes nos testes realizados. É possível identificar o acesso de pessoas, veículos e outros objetos com bastante acurácia e precisão, utilizando a tecnologia YOLOv4 juntamente com o *dataset* de treinamento MS-COCO. Os resultados das simulações tiveram ótima acurácia dentro do ambiente de realidade virtual e no ambiente real, demonstrando que a tecnologia pode ser empregada em situação reais, permitindo a tomada de decisões mais assertiva, mitigando os riscos e fortalecendo a segurança.

Acknowledgments

Gostaria de agradecer o Instituto de Engenharia Nuclear (IEN) pelo apoio prestado.

Referências

- [1] Silva MH, Santo ACE, Marins ER, Legey AP, Mol DM, Mol ACA (2015) Using virtual reality to support the physical security of nuclear facilities. *Prog Nucl Energy* 78:19–24
- [2] 3. De Armas C, Tori R, Netto AV (2020) Use of virtual reality simulators for training programs in the areas of security and defense: a systematic review. *Multimed Tools Appl* 79:3495–3515
- [3] Netto AV (2015) Application of interactive technology for training in the security area. 2015 XVII Symp. *Virtual Augment. Real.*, pp. 127–132
- [4] Soares S (2016) Creation , validation , and reliability of a shooting simulator instrument for reaction time evaluation. pp. 277–282
- [5] Soetedjo A, Mahmudi A, Ashari MI, Nakhoda YI (2015) Low cost shooting simulator based on a single board computer. *Am J Appl Sci* 12(2):130–141
- [6] YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection,
- [7] YOLOv3: An Incremental Improvement
- [8] Application of Deep Learning in Object Detection
- [9] KoźlakM, Nawrat A, Kurzeja A (2014) Virtual Reality simulation technology for military and industry skill improvement and training programs. *Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe* 2(35):5–12
- [10] Kwon B et al (2017) Implementation of a Virtual Training Simulator Based on 360 ° Multi-View Human Action Recognition. *IEEE Access* 5:12496–12511
- [11] Netto AV (2015) Application of interactive technology for training in the security area. 2015 XVII Symp. *Virtual Augment. Real.*, pp. 127–132
- [12] Wallace J, Kambouris S (2017) Realism in Modeling and Simulation with Implications for Virtual Reality, Augmented Reality, and Immersive Environments”, *MODSIMWorld*, pp. 42–48