

Lecture title:

Study on the Effectiveness Analysis of Physical Protection System in Virtual Environment of Nuclear Power Plants

Name and the present affiliation

ZOU Bowen, Okayama University

CV

Dr. ZOU Bowen received his B. S. Degree in July, 2014 and his Ph.D. in March, 2018 from College Nuclear Science and Technology, Harbin Engineering University, China.

He then took up a research position in School of Electric Power at South China University of Technology. He studied as Research Fellow in Graduate School of Interdisciplinary Science and Engineering in Health Systems, Okayama University in 2019. His research focuses on nuclear security, software reliability, and operator cognition. He published over 20 papers and filed 3 patents



Abstract

A physical protection system (PPS) integrates people, procedures, and equipment for the protection of assets or facilities against theft, sabotage, or other malevolent human attacks. The PPS plays an important role in every stage of the entire life cycle of a nuclear power plant from construction and operation to decommissioning.

The pioneering works in the area of the qualitative and quantitative evaluation of PPS effectiveness were completed in the Sandia National Laboratory (SNL) in the 1970s. A notable contribution of the SNL in this period is the “Estimate of Adversary Sequence Interruption (EASI)” which provides a basis for evaluating the probability of ceasing the attack based on the detection, delay, response and communication characteristics of PPS.

The characteristic of the EASI model in selecting one path with a threat specified in advance makes it easy-to-use on one hand, and is viewed as its main disadvantage on the other hand. The EASI method is used the enumeration method to seek the vulnerability adversary path, but when the size of the intrusion node becomes larger, the computation becomes larger and the solution speed becomes slower.

A novel heuristic path-finding method named “Heuristic Path-finding for the Evaluation of PPS effectiveness, HPEP” was proposed for the evaluation of a vulnerable intrusion path in the PPS. Different from the EASI method, the heuristic algorithm for the evaluation of PPS effectiveness can be applied in virtual reality. The integrated platform for analysis and design (IPAD) of PPS presented combines the functions of 3D modeling of PPS with an automatic 2D design drawing generation. The proposed IPAD will provide the designers with comprehensive and visualized information of PPS in one platform which will enable the quick and convenient design of PPS.

Scenario analysis is used for the analysis and rehearsal of PPS with the IPAD platform and DID risk monitor. DID risk monitor is used as an interactive simulator that contributes to interactive simulating the scenarios of adversary intrusion, response, and defeat. This interaction simulator integrates the knowledge bases of security management and simulates the intermodulation process of related agents.

1. 講演表題

原子力発電所の仮想環境における物理保護システムの有効性解析に関する研究

2. 氏名及び現在の所属

ゾウ ボーエン 岡山大学



3. 経歴

中国ハルビン工程大学原子核科学・技術学院で2014年7月学士号、2018年3月博士号を取得。その後、華南理工大学電力学院ポスドク研究員。2019年岡山大学大学院健康医学研究科ポスドク研究員。核セキュリティ、ソフトウェア信頼性、オペレーター認知モデルの研究に従事し、20以上の論文を出版し、3件の特許を出願。

4. 要約

物理的保護システム（PPS）とは、盗難、妨害行為その他の悪意ある人間の攻撃から、資産や施設を保護するための人、手順および機器を統合したものである。PPSは、原子力発電所の建設・運転から廃炉に至る原子力発電所のライフサイクル全体のあらゆる段階で重要な役割を果たす。

PPSの有効性の定性的および定量的評価の分野における先駆的な研究は、1970年代に米国サンディア国立研究所（SNL）で行われた。この時期のSNLによる研究の顕著な貢献により、検出、遅延、応答および通信特性に基づいて攻撃を阻止する確率を評価するための基礎を提供する「敵対シーケンスを阻止する推定法（EASI）」を提起した。

このEASI法は、あらかじめ指定された脅威を持つ1つの経路を選択するもので、その特徴は一方では使いやすすが、他方ではそれが主な欠点になっている。EASI法によって侵入経路を列挙して脆弱なパスを探索できるが、侵入ノードのサイズが大きくなると、計算量が大きくなり、ソリューションの速度が遅くなります。

そこでPPSの脆弱な侵入経路の評価のために、「PPS有効性の評価のためのヒューリスティック経路発見法（HPEP）」という新しいヒューリスティック経路発見法を提案した。これはEASI法と異なり、PPSの有効性を評価するためのヒューリスティックアルゴリズムをバーチャルリアリティに適用できる。

著者によって提示されたPPSの分析と設計のための統合されたプラットフォーム（iPAD）は自動2D設計描画の生成とPPSの3Dモデリングの機能を結合し、PPSの迅速かつ便利な設計を可能にする1つのプラットフォームによってPPSの包括的かつ視覚化された情報を設計者に提供する。

iPADプラットフォームとDIDリスクモニターを使用してPPSのシナリオ分析やリハーサルに使用できる。DIDリスクモニターは、敵対者の侵入に対する応答やその撃退のシナリオをインタラクティブにシミュレートするのに貢献する対話型シミュレータとして使用されます。このインタラクションシミュレータは、セキュリティ管理のためのナレッジベースを統合し、関連エージェントの相互協調プロセスをシミュレートすることができる。