

Autorzy:

dr inż. Dariusz Bursztynowski
dr inż. Mariusz Mycek
dr hab. inż. Artur Tomaszewski

**SIECI PROGRAMOWALNE
I WIRTUALIZACJA FUNKCJI SIECIOWYCH (SPWFS)
Software Defined Networking and Network Function Virtualisation**

Poziom kształcenia: I stopień

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: stacjonarna

Kierunek studiów: Cyberbezpieczeństwo

Specjalność:

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: podstawowy

Status przedmiotu: obowiązkowy

Język przedmiotu: polski

Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych):

Minimalny numer semestru: 5

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: Sieci i Chmury Internetu, Sieci Lokalne i Centra Danych

Limit liczby studentów: 36

Powód zgłoszenia przedmiotu: wprowadzenie kierunku studiów Cyberbezpieczeństwo

Cel przedmiotu:

Celu przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy z koncepcją sieci programowalnych (SDN) i wirtualizacją funkcji sieciowych (NFV) jako istotnymi wyznacznikami zaawansowanych rozwiązań sieciowych - od rozproszonych usług sieciowych do sieci 5G. Omawiane są architektury SDN/NFV - ich główne składniki z uwzględnieniem funkcji monitorowania i analitycznych, styki i wspierające je protokoły - oraz popularne rozwiązania rynkowe, z naciskiem na orkiestrację i zarządzanie usługami sieciowymi. Laboratoria i projekt umożliwiają nabycie praktycznych umiejętności w obszarze SDN/NFV poprzez realizację prostych zadań inżynierskich z wykorzystaniem otwartych narzędzi/platform SDN i NFV.

Treść kształcenia:

WYKŁADY

Wprowadzenie:

- Ewolucja architektury sieci. Sieci programowalne SDN i wirtualizacja funkcji sieciowych NFV – motywacja, uwarunkowania rynkowe, korzyści, zagrożenia.

SDN:

- Architektura sieci SDN; główne założenia, zasady działania, paradygmaty automatyzacji i wirtualizacji.

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

- Architektura urządzeń płaszczyzny transferowej: tablice przepływów, przełączniki softwarowe i sprzętowe.
- OpenFlow jak wzór protokołu na styku południowym: architektura, funkcje, procedury, zastosowania. Nowe/alternatywne protokoły południowe, modele sterowników i modele aplikacji (imperatywne vs deklaratywne) SDN.
- Sterowniki SDN: architektura, styki (północny, południowy), przykłady rozwiązań.
- Nowe kierunki rozwoju SDN – język P4: podstawy, możliwości zastosowania, koegzystencja z klasycznymi platformami SDN.

NFV:

- Architektura odniesienia NFV: model ETSI NFV, wirtualizacja funkcji sieciowych a wirtualizacja usług. Łącuchy usług sieciowych.
- Zarządzanie infrastrukturą zwirtualizowaną i funkcjami sieciowymi VNF architektura ETSI NFV MANO, bloki funkcjonalne (VIM, VNFM, NFVO) i punkty odniesienia. Adaptacja styków funkcji sieciowych.
- Projektowanie sieci NFV. Deskryptory usług, funkcji VNF, infrastruktury. Cykl życiowy funkcji sieciowych NFV; rekonfiguracja, skalowanie i relokacja funkcji NFV.
- Orkiestracja usług end-to-end: język opisu danych orkiestracyjnych OASIS TOSCA, szablony konfiguracji sieci i usług (blueprints). Style orkiestracji: data-driven i rule-driven; poziomy abstrakcji orkiestracji: orkiestracja typu intent-based i policy-based.
- Wybrane platformy orkiestracji: architektura, funkcje, zastosowania. Studia wykorzystania NFV wg ETSI NFV: vCPE, vRAN, vEPC, vIMS, vCDN.

Monitorowanie i analityka:

- Monitorowanie infrastruktury i funkcji SDN i NFV: paradygmat telemetrii strumieniowanej (streaming telemetry)
- Analityka sieciowa jako aplikacja BigData.
- Przykłady platform analitycznych.

ĆWICZENIA: –

LABORATORIA:

Laboratorium i projekt są ukierunkowane na przybliżenie koncepcji SDN i NVF poprzez praktyczne wykorzystanie popularnych narzędzi/platform SDN i NFV (jak ONOS/OpenDaylight oraz Cloudify) w realizacji prostych zadań inżynierskich.

Laboratorium (6 ćwiczeń, każde 5 godzin):

SDN:

- Laboratorium 1. Podstawy sterownika ONOS. Zaznajomienie się z platformą, architekturą, podstawowymi pojęciami, uruchamianie, obsługa interfejsy (CLI, GUI, REST), aktywowanie podstawowych komponentów składowych platformy (OpenFlow, NETCONF, OpenConfig, proxyARP).

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

- Laboratorium 2. Zarządzanie topologią sieci. Zaznajomienie się z funkcjami wykrywania, modyfikowania, i tworzenia topologii sieci. Zarządzanie przepływami w sieci w trybie ręcznym i z użyciem przykładowych aplikacji rutingowych. Utworzenie własnej prostej aplikacji rutingowej na bazie dostarczonego szablonu.
- Laboratorium 3. Poznanie zasad konfiguracji oraz działania metody wirtualizowania sieci na potrzeby realizacji sieci równoległych (ang. network slicing). Tworzenie sieci wirtualnych, konfigurowanie jej węzłów, weryfikacja separacji ich ruchu. Podłączanie sterownika do sieci wirtualnych i niezależne sterowanie ich ruchem.

NVF:

- Laboratorium 4. Opanowanie podstawy orkiestratora Cloudify. Architektura, podstawowe pojęcia (plugin, interfejs, *workflow*, *blueprint*, DSL), obsługa CLI oraz UI. Testowe uruchomienie prostego blueprintu (bez tworzenia maszyn wirtualnych).
- Laboratorium 5. Przygotowanie funkcji VNF do postaci umożliwiającej automatyzację zarządzania jej cyklem życiowym. Zapoznanie się z funkcją sieciową (np. router VyoS), utworzenie obrazu dla Openstack, podstawowa konfiguracja obrazu, zapis obrazu, tak aby uruchamiał się z podstawową konfiguracją.
- Laboratorium 6. Utworzenie wirtualnej usługi z wykorzystaniem zwirtualizowanych funkcji sieciowych (np. usługi VPN z użyciem routerów VyOS). Utworzenie modelu usługi, stworzenie blueprint dla usługi, uruchomienie i sprawdzenie działania usługi.

PROJEKT:

Realizacja prostego komponentu do wyznaczania lokalizacji zadań (*task placement*) w architekturze chmurowej na podstawie pomiarów sieciowych realizowanych z użyciem sond aktywnych (np. *CloudHarmony*) i implementacją bazy danych pomiarowych zgodnie z koncepcją telemetrii strumieniowej (*streaming telemetry*).

ZAJĘCIA ZINTEGROWANE: –

Treść kształcenia – streszczenie w jęz. angielskim:

The goal is to provide basic knowledge and skills in software defined networking (SDN) and network function virtualization (NFV) which is discussed in the context of both distributed network services and 5G architecture. SDN/NFV architectures are presented including their components, monitoring frameworks, interfaces and respective protocols, as well as popular solutions on the market, with emphasis on service orchestration and management in virtualized environments. Labs and project enable to gain practical skills by realization of simple engineering tasks using open-source SDN/NFV tools and platforms.

Egzamin: tak

Literatura i oprogramowanie

Literatura:

- J. Doherty, „SDN and NFV Simplified. Visual Guide to Understanding Software Defined Networks and Network Function Virtualization”, Pearsons Education, 2016
- J. Donovan, „Building the Network of the Future”, Chapman & Hall, 2017

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

- N. Gude, T. Koponen, J. Pettit, B. Pfa, M. Casado, N. McKeown, S. Shenker, „NOX: Towards an Operating System for Networks”, ACM Sigcomm Computer Communication Review, 38(3), 2008
- R. Khondoker, „SDN and NFV Security”, Springer (Springer Nature), 2018.
- W. Stallings, „Fundamentals of Modern Networking SDN, NFV, QoE, IoT and Cloud”, Pearsons, 2017
- S. Y. Zhu, S. Scott-Hayward, L. Jacquin, R. Hill, „Guide to Security in SDN and NFV: Challenges, Opportunities, and Applications”, Springer (Springer Nature), 2017
- S. Subramanian, S. Voruganti, „Software Defined Networking (SDN) with OpenStack. Leverage the Best SDN Technologies for Your OpenStack-Based Cloud Infrastructure”, Packt Publishing, 2016.

Oprogramowanie:

- Linux, Windows
- VMware lub Hyper-V
- OpenStack
- Cloudify
- ONOS
- oprogramowanie noSQL (Influx, Cassandra)
- Java.

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P
30	-	30	15

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Przewidywane formy kształcenia i organizacja przedmiotu:

Wykłady z wykorzystaniem prezentacji. Materiały z wykładów udostępnione w formie slajdów. Zajęcia laboratoryjne wykorzystujące infrastrukturę informatyczną ZSUT (w tym systemy instalowane w formie maszyn wirtualnych), oceniane w skali punktowej (łącznie 40% punktów). Możliwe krótkie testy sprawdzające przygotowanie studenta do ćwiczeń laboratoryjnych. Projekt (30% punktów) realizowany z użyciem własnych zasobów obliczeniowych z możliwością korzystania z zasobów zakładowych. Egzamin w formie testu (30% punktów). Przystąpienie do egzaminu wymaga zaliczenia części laboratoryjnej oraz zaliczenia projektu. Ocena końcowa na podstawie łącznej punktacji.

Wiedza i umiejętności studenta przychodzącego na przedmiot:

Podstawowa wiedza na temat sieci teleinformatycznych, sieci lokalnych i chmur obliczeniowych – wymagane poprzedniki w postaci przedmiotów: „Sieci i Chmury Internetu” i „Sieci Lokalne i Centra Danych”.

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 80 godz., w tym:
 - obecność na wykładach: 30 godz.
 - obecność na ćwiczeniach laboratoryjnych: 30 godz. (6x4-5 godz.)

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

- obecność na zajęciach projektowych: 15 godz.
- obecność na egzaminie: 2 godz.
- konsultacje: 3 godz.

2. praca własna studenta – 65 godz., w tym:

- analiza literatury, materiałów i przykładów z wykładu: 10 godz.
- przygotowanie do ćwiczeń lab.: 15 godz.
- przygotowanie protokołów z ćwiczeń lab.: 5 godz.
- przygotowanie projektu oraz jego dokumentacji: 20 godz.
- przygotowanie do egzaminu: 15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 145 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 3 pkt. ECTS, co odpowiada 80 godz. kontaktowym

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2.5 pkt. ECTS

Efekty kształcenia:

Efekty kształcenia / uczenia się	Forma zajęć / technika kształcenia	Sposób weryfikacji (oceny)	Odniesienie do efektów uczenia się dla programu
Student, który zaliczył przedmiot:			
WIEDZA			
w01: zna podstawowe problemy i rozwiązania stosowane w przełącznikach programowych	wykład laboratorium	egzamin laboratorium	W03, W06
w02: zna i rozumie strukturę tablicy przepływów i działanie przełączników OpenFlow	wykład	egzamin laboratorium	W03, W06
w03: zna i rozumie zadania sterownika sieci SDN; rozumie cele i zasady interakcji na południowych i północnych stykach sterownika z uwzględnieniem aspektów bezpieczeństwa	wykład laboratorium	egzamin laboratorium	W03, W06, W09
w04: zna architekturę ETSI-NFV; rozumie rolę podstawowych składników (bloków funkcjonalnych) tej architektury	wykład	egzamin	W03, W06, W09
w05: rozumie rolę orkiestratora usług oraz podstawowe zasady jego interakcji z innymi komponentami ETSI-NFV oraz z systemem zarządzania	wykład projekt	egzamin projekt	W06, W08
w06: ma wiedzę dotyczącą zasad i mechanizmów monitorowania funkcji NFV oraz ich skalowania i rekonfiguracji.	wykład laboratorium projekt	egzamin laboratorium projekt	W03, W06 W08
w07: rozumie cele wirtualizacji (slicing) sieci oraz mechanizmy zapewniające izolację ruchu pomiędzy sieciami wirtualnymi wykorzystującymi wspólną infrastrukturę	wykład projekt	egzamin laboratorium	W03, W06, W07
w08: ma wiedzę dotyczącą monitorowania funkcji z wykorzystaniem technik telemetrii strumieniowej oraz analityki opartej na paradygmacie BigData	wykład projekt	egzamin projekt	W03, W05, W06, W08
UMIEJĘTNOŚCI			

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

u01: potrafi przedstawić potencjalne zyski i zagrożenia związane z wykorzystaniem technik SDN i NFV	wykład laboratorium	egzamin laboratorium	U02, U06, U07
u02: potrafi zinterpretować model YANG switcha OpenFlow i, w ograniczonym zakresie, wykorzystywać ten model w zarządzaniu przy wykorzystaniu styku OF-Config	laboratorium projekt	laboratorium projekt	U07, U08, U10
u03: potrafi w podstawowym zakresie skonfigurować przepływy w przełączniku OVS z wykorzystaniem narzędzia ovs-dpctl	laboratorium projekt	laboratorium projekt	U07, U8, U10
u04: potrafi przedstawić przykłady zastosowania rozwiązań SDN i NFV w różnych obszarach usługowych (sieci operatorskie, centra danych)	wykład laboratorium	egzamin laboratorium	U07, U08
u05: umie przeprowadzić podstawową konfigurację sterownika sieci SDN (np. ONOS)	wykład projekt	egzamin projekt	U02, U08, U10
u06: potrafi zinterpretować model topologii sieci pokazywany na północnym styku sterownika SDN	wykład laboratorium	egzamin laboratorium	U06, U10
u07: potrafi wykorzystać w podstawowym zakresie północny styk sterownika SDN, np. w prostej aplikacji do zarządzania konfiguracją sieci	wykład laboratorium	egzamin laboratorium	U02, U06, U08, U10
u08: potrafi wykorzystywać pomiary sieciowe, w tym gromadzone zgodnie z koncepcją telemetrii strumieniowej i analizowane metodami BigData, w zarządzaniu funkcjami NFV	laboratorium projekt	laboratorium projekt	U06, U08, U10
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
ks01: ma świadomość aktorów biorących udział w dostarczaniu usług w paradygmacie NFV oraz ich interesy i priorytety	wykład	egzamin	KS02, KS04
ks02: ma orientację zawodową w obszarze ochrony usług w rozwiązaniach chmurowych NFV	wykład laboratorium	n/d	KS03
ks03: ma świadomość konieczności komunikowania się z otoczeniem, także pozazawodowym, w sposób zrozumiały dla odbiorcy	laboratorium projekt	laboratorium projekt	KS05

Uwagi:

Data i podpis autora (kierownika zespołu autorskiego):