

PPMGR

Raport

Problematyka orkiestracji usług w środowiskach operatorskich

Promotor:

dr inż. D. Bursztynowski

Sofiia Levchenko

14/05/2023

Wstęp

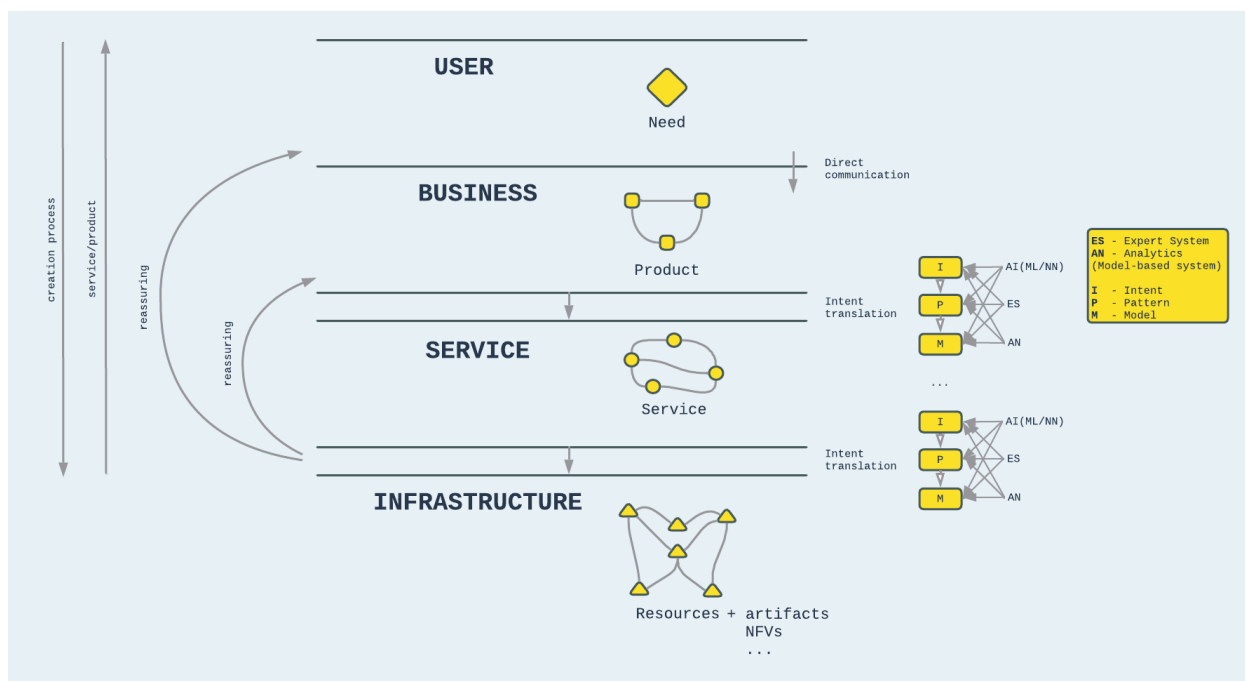
Zdefiniowanie problemu:

Organizacje zajmujące się dostarczaniem usług telekomunikacyjnych obecnie są istotnie rozwarstwione. Oczekiwania klienta są spełniane poprzez przenoszenie wymagań z jednych warstw do innych. W tym przypadku wymagania biznesowe są najbardziej abstrakcyjne, a wymagania infrastrukturalne - najmniej (z punktu widzenia przełożenia tych wymagań na fizyczne dodawanie, łączenie itp zasobów fizycznych). Niestety często powstaje problem braku precyzyjności przekazywania takich wymagań pomiędzy warstwami, co w skutku przekłada się na wydłużenie czasu realizacji usługi/projektu, jego jakości i wydawanych kosztów.

Hipoteza:

Aby pomyślnie przekazywać wymagania w inteligentny sposób, zbierając wszystkie niezbędne szczegóły i doprecyzowania, mogą zostać wykorzystane algorytmy sztucznej inteligencji. Łącząc możliwości AI ze systemami eksperckimi i narzędziami analitycznymi, można zoptymalizować ten proces automatyzując proces orkiestracji usług, zarówno jak i komunikacji międzyludzkiej (przekazywanie tzw. Intentu "w dół" struktury zarządzania).

1. Intent, przykładowo sporządzony w formie języka naturalnego, jest przekazywany do modelu sztucznej inteligencji, którego zadaniem jest przetłumaczenie wymagań z języka naturalnego (na poziomie biznesowym) na pewnego rodzaju zbiór cech, zdefiniowanych na poziomie niżej.
2. Zbiór cech następnie jest analizowany pod względem kompletności poprzez próbę wyłapania wzorca serwisu/produktu w danej warstwie. Jeżeli taki zbiór nie jest kompletny, to osoba która wytworzyła intent, jest "dopytywana" w celu uzupełnienia brakujących danych (do tego celu mogą zostać użyte systemy eksperckie).
3. Następnie dany wzorzec jest uzupełniany o niezbędne dane przez systemy eksperckie i wartości określonych metryk w celu uzyskania modelu produktu. Dane ukształtowane w taki sposób następnie są przekazywane do systemu analitycznego.
4. System analityczny sprawdza prawidłowość danych i następnie przekazuje dane poziomem niżej w postaci intentu (wracamy do punktu 1) i/lub przechodzi do etapu kreowania produktu.



Rys. 1: Wizualizacja pomysłu

Wykorzystując podział procesów na różnych poziomach całego systemu/struktury organizacji i automatyzując procesy na tych poziomach, uzyskujemy system tłumaczenia wymagań (intentu) warstwa po warstwie w sposób ciągły. Wizualizacja wdrożenia danego systemu została umieszczona na Rys. 1.

Analiza literatury

W celu zidentyfikowania niezbędnych elementów takiego systemu, została przeprowadzona analiza literatury.

Zarządzanie usługami telekomunikacyjnymi w środowisku operatorskim

Zarządzanie usługami telekomunikacyjnymi w środowisku operatorskim obejmuje szereg kluczowych aspektów, które są istotne dla efektywnego świadczenia usług dla użytkowników końcowych.

- Tworzenie usług (Service Creation):**
 Proces tworzenia usług telekomunikacyjnych jest kluczowym etapem, który obejmuje definiowanie wymagań, projektowanie i konfigurację usług. Organizacje takie jak TMF Forum i Open Network Foundation (ONF) dostarczają ram pracy i wytyczne dotyczące tworzenia usług. TMF Forum w swoim opracowaniu "Lifecycle Service Orchestration (LSO): Reference Architecture and Framework" opisuje architekturę referencyjną dla zarządzania cyklem życia usług telekomunikacyjnych [3]. Z kolei ONF w swoim dokumencie "Intent NBI – Definition and Principles" prezentuje interfejs NBI oparty na intencjach, który umożliwia precyzyjne zdefiniowanie wymagań dotyczących usług [1].
- Modelowanie usług telekomunikacyjnych (Service Modeling):**

Istotnym elementem zarządzania usługami telekomunikacyjnymi jest modelowanie usług, czyli definiowanie struktury, charakterystyk, zależności i zachowań usług. Organizacje takie jak ETSI [2] i Open Network Foundation [1] dostarczają informacji na temat modelowania usług oraz standardów i praktyk związanych z tym aspektem.

- **Automatyzacja usług (Service Automation):**
Automatyzacja usług telekomunikacyjnych ma kluczowe znaczenie dla efektywnego i szybkiego dostarczania usług. W kontekście zarządzania usługami telekomunikacyjnymi, ETSI ENI w swoim opracowaniu "Zero-touch network and Service Management (ZSM); Landscape" opisuje koncepcję zarządzania siecią i usługami bez ingerencji człowieka [2]. ZSM wykorzystuje technologie takie jak sztuczna inteligencja, uczenie maszynowe i analiza danych do automatyzacji procesów zarządzania usługami.
- **Aktywacja usług (Service Activation):**
Aktywacja usług telekomunikacyjnych odnosi się do procesu uruchamiania usług dla użytkowników końcowych. W ramach zarządzania usługami telekomunikacyjnymi, istotne jest zapewnienie szybkiego i niezawodnego procesu aktywacji. ETSI ENI w swoim opracowaniu "Zero-touch network and Service Management (ZSM); Landscape" opisuje koncepcję zarządzania bez ingerencji człowieka, co umożliwia automatyczną aktywację usług [2].
- **Monitorowanie usług (Service Monitoring):**
Monitorowanie usług telekomunikacyjnych jest kluczowe dla zapewnienia wysokiej jakości usług i szybkiego reagowania na potencjalne problemy. Organizacje takie jak TMF Forum i ONF koncentrują się na monitorowaniu usług w ramach swoich ram pracy. TMF Forum w swoim opracowaniu "Lifecycle Service Orchestration (LSO): Reference Architecture and Framework" opisuje proces monitorowania usług telekomunikacyjnych, który obejmuje gromadzenie i analizę danych dotyczących wydajności usług [3]. ONF w swoim dokumencie "Intent NBI – Definition and Principles" prezentuje interfejs NBI oparty na intencjach, który umożliwia operatorom telekomunikacyjnym uzyskanie informacji na temat intencji operatora dotyczących zarządzania usługami [1].
- **Zarządzanie cyklem życia usług (Service Lifecycle Management):**
Zarządzanie cyklem życia usług telekomunikacyjnych obejmuje wszystkie etapy, począwszy od tworzenia i wdrażania, aż po zamknięcie usługi. TMF Forum w swoim opracowaniu "Lifecycle Service Orchestration (LSO): Reference Architecture and Framework" opisuje architekturę referencyjną i ramy pracy dla zarządzania cyklem życia usług telekomunikacyjnych [3]. Jest to kompleksowy podejście, które uwzględnia wszystkie aspekty zarządzania usługami telekomunikacyjnymi i ma na celu zapewnienie spójności i efektywności w procesach zarządzania usługami.
- **Automatyzacja i zarządzanie oparte na intencjach (Intent-based services):**
Przejście od tradycyjnych metod zarządzania do podejścia opartego na intencjach jest istotne dla efektywnego zarządzania usługami telekomunikacyjnymi. Open Network Foundation [1] dostarcza definicji i zasad dotyczących usług opartych na intencjach, gdzie operatorzy telekomunikacyjni określają zamierzenia dotyczące dostarczania usług, a systemy zarządzania usługami tłumaczą te intencje na konkretne działania w infrastrukturze sieciowej.
- **Zarządzanie SLA (Service Level Agreement):**

Zarządzanie poziomem usług jest kluczowym aspektem w środowisku operatorskim. ETSI [2] dostarcza wytycznych i standardów dotyczących ustalania, monitorowania i egzekwowania warunków umownych między dostawcami usług telekomunikacyjnych a ich klientami. Zarządzanie SLA dotyczy aspektów takich jak jakość usług, dostępność, niezawodność i wsparcie techniczne.

- **Zarządzanie katalogiem usług (Service Catalog Management):**
Zarządzanie katalogiem usług jest istotne dla zapewnienia transparentności i łatwości w wyborze i zamawianiu usług telekomunikacyjnych. ETSI [2] i TMF Forum dostarczają wytycznych dotyczących tworzenia, aktualizacji i udostępniania spisu usług, który jest dostępny dla klientów.
- **Integracja systemów i interfejsy (System Integration and Interfaces):**
Integracja różnych systemów i aplikacji, które są używane w procesach zarządzania usługami telekomunikacyjnymi, ma kluczowe znaczenie dla efektywnego funkcjonowania. Standardy interfejsów i protokołów komunikacyjnych, takie jak te omówione przez ETSI [2], pozwalają na wymianę informacji między systemami i zapewniają spójność działania.

Wszystkie te aspekty zarządzania usługami telekomunikacyjnymi są ściśle powiązane i wspierane przez różne standardy, ramy pracy i inicjatywy, takie jak ETSI ENI, TMF Forum i Open Network Foundation. Zastosowanie się do tych standardów i praktyk umożliwia operatorom telekomunikacyjnym skuteczne zarządzanie usługami i zapewnienie wysokiej jakości doświadczenia dla klientów.

Koncepcja "polityk" w orkiestracji usług

Polityki w kontekście orkiestracji usług odgrywają istotną rolę w zarządzaniu i kontrolowaniu działań w sieciach telekomunikacyjnych.

Polityki w orkiestracji usług odnoszą się do reguł, wytycznych i ograniczeń, które określają sposób, w jaki usługi telekomunikacyjne są tworzone, wdrażane i zarządzane. Mają one na celu zapewnienie spójności, zgodności i efektywności działań w sieciach telekomunikacyjnych. Polityki mogą być definiowane na różnych poziomach abstrakcji i mogą obejmować różne aspekty usług, takie jak jakość usług, priorytetyzacja, bezpieczeństwo, zarządzanie zasobami czy elastyczność.

W kontekście orkiestracji usług, polityki mają na celu kontrolowanie i dostosowywanie zachowania sieci w celu realizacji wymagań usługowych i biznesowych. Mogą one wpływać na procesy decyzyjne dotyczące zarządzania zasobami, konfiguracji sieci, alokacji przepustowości czy obsługi priorytetowej. Polityki mogą być również stosowane w celu uwzględnienia warunków umownych ustalonych między dostawcą usług a klientem.

One są zwykle oparte na wyrażeniach logicznych i regułach, które określają warunki, na których mają być podejmowane decyzje dotyczące zarządzania usługami. Mogą być one wykorzystywane do automatycznego podejmowania decyzji w czasie rzeczywistym lub do udzielania wskazówek operatorom sieci w celu manualnego podejmowania decyzji.

Istniejąca koncepcja "MEF Policy Driven Orchestration" (PDO)[1], odnosi się do wykorzystania polityk do zarządzania procesami orkiestracji usług w ramach środowisk sieciowych opartych na MEF. Ona posiada jasno określoną strukturę, model danych i mechanizmy, które umożliwiają definiowanie, przetwarzanie i egzekwowanie polityk w kontekście orkiestracji usług.

Natomiast koncepcja "Experiential Networked Intelligence" (ENI)[2] i "InTent Aware Network Autonomicity" (ITANA)[2], obejmują wykorzystanie polityk do inteligentnego zarządzania sieciami telekomunikacyjnymi. W tym przypadku polityki mogą być wykorzystywane do podejmowania decyzji w oparciu o dane doświadczeniowe oraz jak mogą wpływać na zachowanie i działanie sieci.

Wniosek jest taki, że polityki odgrywają istotną rolę w orkiestracji usług telekomunikacyjnych. Umożliwiają one kontrolę i dostosowywanie zachowania sieci w zgodzie z wymaganiami usługowymi i biznesowymi. Przy wykorzystaniu polityk możliwe jest automatyczne podejmowanie decyzji w czasie rzeczywistym oraz zapewnienie spójności i efektywności działań w sieciach telekomunikacyjnych.

Zastosowanie systemów eksperckich do translacji deklaracyjnych wymagań

Systemy eksperckie mogą być wykorzystane do oceny spójności i kompletności przekazywanych wymagań. Korzystając z reguł i wiedzy ekspertów, system może sprawdzić, czy wszystkie elementy wymagań są logiczne i czy nie ma sprzeczności między nimi. Może również ocenić, czy wszystkie niezbędne aspekty zostały uwzględnione w przekazanych wymaganiach [6].

Systemy eksperckie mogą pomóc w identyfikacji niejednoznacznych i nieprecyzyjnych aspektów przekazywanych wymagań. Wykorzystując reguły i logikę, system może wskazać na potencjalne obszary, które wymagają doprecyzowania lub uściślenia, aby uniknąć nieporozumień w dalszym procesie translacji [7].

Systemy eksperckie mogą być wykorzystane do automatycznego tłumaczenia deklaracyjnych wymagań między różnymi poziomami organizacji telekomunikacyjnych. Na podstawie zgromadzonej wiedzy i reguł, system może przetwarzać przekazane wymagania i generować odpowiednie tłumaczenia, z uwzględnieniem specyficznych kontekstów i ograniczeń każdego poziomu [8].

Zastosowanie metod analitycznych do translacji deklaracyjnych wymagań

Metody analityczne, takie jak eksploracja danych, uczenie maszynowe i statystyka, mogą być wykorzystane do analizy zgromadzonych danych dotyczących wymagań. Dzięki nim można odkrywać ukryte wzorce, trendy i istotne informacje, które mogą pomóc w lepszym zrozumieniu potrzeb użytkowników i dostosowaniu strategii translacji[9].

Zastosowanie metod uczenia maszynowego do translacji deklaracyjnych wymagań

Metody uczenia maszynowego mają szerokie zastosowanie w translacji deklaracyjnych wymagań w wielopoziomowych strukturach sieci/organizacji telekomunikacyjnych. Oto kilka przykładów:

- **Tłumaczenie automatyczne:**
Metody uczenia maszynowego, takie jak tłumaczenie maszynowe oparte na sieciach neuronowych, mogą być wykorzystane do automatycznego tłumaczenia deklaracyjnych wymagań między różnymi językami. Poprzez trenowanie modeli na dużych zbiorach danych przekładów, systemy uczą się rozpoznawać wzorce i zależności między językami, co umożliwia precyzyjne tłumaczenie wymagań [10][11].
- **Generowanie tekstów:**

Metody generowania tekstów oparte na uczeniu maszynowym mogą być wykorzystane do automatycznego generowania deklaracyjnych wymagań na podstawie zgromadzonej wiedzy i danych. Model generatywny może nauczyć się zasad i struktury typowych dla wymagań w danej dziedzinie i generować nowe, spójne wymagania na podstawie tych wzorców. Przykładem tego podejścia jest wykorzystanie modeli opartych na rekurencyjnych sieciach neuronowych (RNN) lub modeli generatywnych opartych na przepływach (Flow-based models) [12].

- **Klasyfikacja i etykietowanie:** Metody uczenia maszynowego, takie jak klasyfikacja i etykietowanie, mogą pomóc w automatycznym przypisywaniu etykiet i kategorii do deklaracyjnych wymagań. Na podstawie istniejących danych, modele uczą się rozpoznawać różne typy wymagań, np. wymagania dotyczące funkcjonalności, wydajności, bezpieczeństwa itp. Modele klasyfikacyjne, takie jak modele oparte na sieciach neuronowych, mogą przypisywać odpowiednie etykiety do nowych wymagań na podstawie ich treści i cech [13].
- **Wykrywanie anomalii i nieprawidłowości:** Metody uczenia maszynowego, takie jak algorytmy detekcji anomalii, mogą pomóc w identyfikowaniu nietypowych lub nieprawidłowych deklaracyjnych wymagań. Poprzez trenowanie modeli na danych normalnych, modele uczenia maszynowego są w stanie wykryć nietypowe wzorce, które mogą wskazywać na błędy lub nieścisłości w wymaganiach. Przykłady takich algorytmów to algorytmy oparte na autoenkoderach lub algorytmy oparte na gęstych sieciach neuronowych [14].

Plan na kolejny semestr

Najpierw chcielibyśmy zaimplementować opisany system w rozdziale z przedstawieniem Hipotezy w najbardziej podstawowy sposób. Oznacza to, że najpierw chcemy przeprowadzić tłumaczenie Intentu do postaci wzorca (przy pomocy systemu z ML/AI), który następnie będziemy inkrementacyjnie ulepszać, definiując i dodając elementy systemów eksperckich i modeli analitycznych. W kolejnym kroku chcielibyśmy wdrożyć core sieci 5G przy użyciu free5GC, k8s i Helm i następnie stworzyć interfejs, sterujący parametrami plików konfiguracyjnych funkcji sieciowych.

Wyżej wspomniane działania też zakładają poświęcenie czasu na bliższe zapoznanie się z dziedziną uczenia maszynowego (w tym modeli językowych, zajmujących się przetwarzaniem języka naturalnego), systemów eksperckich i modeli analitycznych. Też niezbędnym będzie poznanie narzędzia free5GC, zaprzyjaźnienie się z k8s i podstawowymi funkcjami sieciowymi wykorzystywanymi w 5G (AMF, SMF, UPF i inne).

Bibliografia

- [1] Open Networking Foundation. 2016. *Intent NBI – Definition and Principles*. N.p.: Open Networking Foundation.
- [2] ETSI GR ZSM 004 V1.1.1 (2020-03); *Zero-touch network and Service Management (ZSM); Landscape*. N.p.: ETSI.
- [3] Service Operations Specification MEF 55; *Lifecycle Service Orchestration (LSO): Reference Architecture and Framework*; March 2016. N.p.: The MEF Forum
- [4] MEF Standard MEF 95; *MEF Policy Driven Orchestration (PDO)*; July 2021. N.p.: The MEF Forum

- [5] ETSI GR ENI 008 V2.1.1 (2021-03); *Experiential Networked Intelligence (ENI); InTent Aware Network Autonomicity (ITANA)*.
- [6] Fahmy, H., & Awad, M. (2010). *A Rule-Based Expert System for Requirements Consistency Checking. International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*, 7(5), 10-17.
- [7] Boehm, B., & Soundararajan, P. (1997). *Resolving Ambiguities in Natural Language Requirements using Expert Systems. IEEE Transactions on Software Engineering*, 23(12), 741-753.
- [8] Shen, Z., & Chen, J. (2008). *A Rule-Based Expert System for Requirements Translation. IEEE International Conference on Granular Computing*, 77-82.
- [9] Modafferi, S., & Sicuranza, M. (2012). *Requirements Analysis and Visualization for Telecom Services using Machine Learning Techniques. International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, 3(7), 58-65.
- [10] Vaswani, A., et al. (2017). *Attention Is All You Need. Advances in Neural Information Processing Systems*, 5998-6008.
- [11] Sutskever, I., et al. (2014). *Sequence to Sequence Learning with Neural Networks. Advances in Neural Information Processing Systems*, 3104-3112.
- [12] Bowman, S. R., et al. (2015). *Generating Sentences from a Continuous Space. Proceedings of the 20th Conference on Computational Natural Language Learning*, 10-21.
- [13] Schölkopf, B., et al. (1999). *Advances in Kernel Methods: Support Vector Learning*. MIT Press.
- [14] Ruff, L., et al. (2020). *Deep One-Class Classification. Proceedings of the 37th International Conference on Machine Learning*, 8291-8301.