

---

# SYSTEMY EKSPERTOWE

## PLANOWANIE PODRÓŻY I ZWIEDZANIA SYSTEM PLANUJĄCY NOWE TRASY

---

**Maja Kabus**

22 marca 2020

### STRESZCZENIE

Poniższa praca przedstawia projekt systemu eksperckiego, który na podstawie interakcji z użytkownikiem i wnioskowania oblicza najlepszą trasę podróży. Zadanie wykonano na przykładzie francuskich tras pieszych „Grandes Randonnées”. Rozdział 1 opisuje przypadki użycia systemu. W rozdziale 2 przedstawiono architekturę systemu oraz podział na moduły. Następnie Rozdział 3 zawiera opis faktów, jakie powinny być w bazie wiedzy, oraz sposób ich reprezentacji. Wreszcie w rozdziale 4 pokazano metody wnioskowania rozmytego i wyostrzania, jakie będą zastosowane w systemie eksperckim.

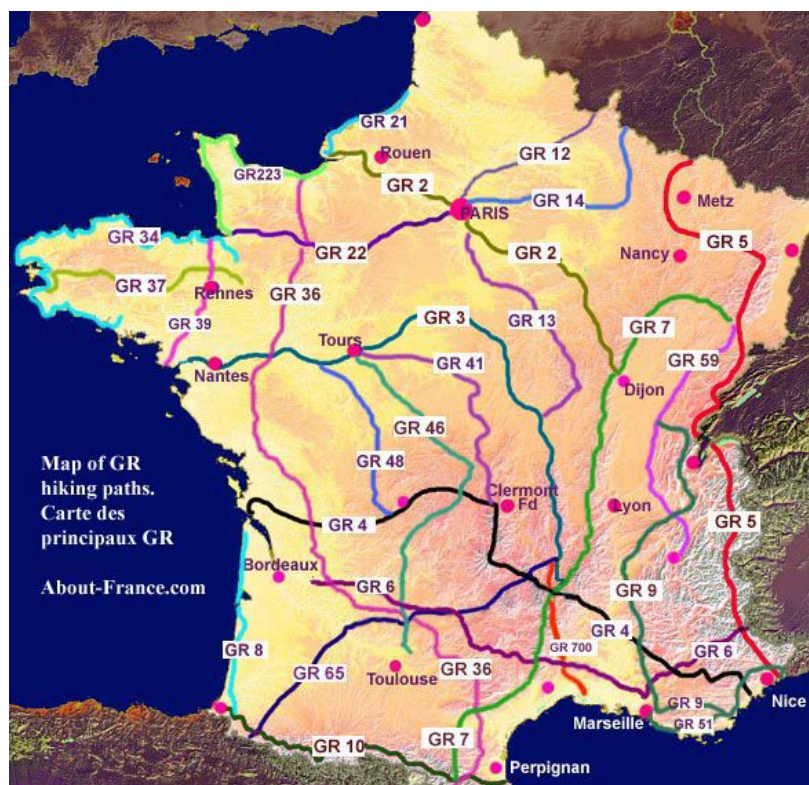
### Spis treści

<b>1</b>	<b>Opis problemu</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Architektura systemu</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Baza wiedzy</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>System wnioskowania</b>	<b>5</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>6</b>

## 1 Opis problemu

Zadanie polega na opracowaniu systemu eksperckiego doradzającego turyście w wyborze najlepszej trasy podróży, czyli takiej, jaka zapewnia możliwie największą satysfakcję użytkownikowi systemu.

Problem rozwiązano na przykładzie „Grandes Randonnées” – francuskich wielodniowych szlaków pieszych. Rysunek 1 pokazuje najważniejsze szlaki sieci „Grandes Randonnées”.



Rysunek 1: Mapa najważniejszych szlaków pieszych spośród „Grandes Randonnées”. Źródło: [1]

Na potrzeby zadania ograniczono się do szlaków:

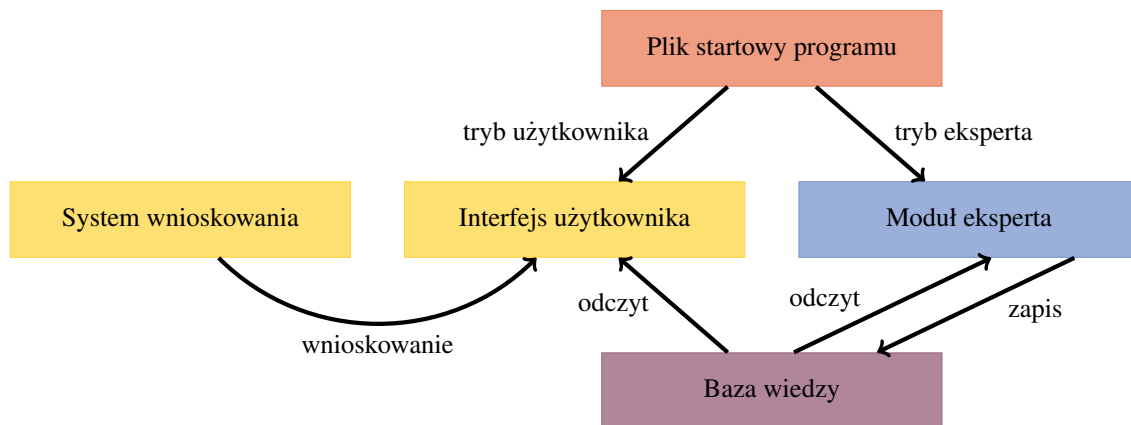
- **GR 3** zamki w dolinie rzeki Loary, od ujścia do źródeł rzeki,
- **GR 4** Atlantyk (twierdza La Rochelle) – Morze Śródziemnomorskie przez Clermont-Ferrand i Awinion,
- **GR 5** Luksemburg – Genewa – podnóże Mont Blanc – przez Alpy do Nicei,
- **GR 9** francuska Jura – Annecy – Grenoble – przez góry Prowansji do Marsylii i Saint-Tropez,
- **GR 10** Atlantyk – Morze Śródziemne przez Pireneje,
- **GR 34** Mont-Saint-Michel – ujście Loary w Saint-Nazaire, trasa wzdłuż atlantyckiego wybrzeża Bretanii,
- **GR 65** – fragment „Via Podiensis”, jednej z 4 historycznych dróg świętego Jakuba prowadzących przez Francję,
- **GR 2024** (niezaznaczony na mapie) – szlak miejski dookoła Paryża.

Trasy te mają różne walory krajobrazowe, biegną też przez wiele miejscowości słynnych z zabytków, produktów kulinarnych i innych atrakcji. Ponadto, mają one różne długości, przewyższenia i stopnie trudności. W związku z tym, dopasowanie trasy zależy naprawdę nie tylko od drogi, ale też od cech samego użytkownika takich, jak kondycja fizyczna czy doświadczenie w chodzeniu po górach.

Zatem na podstawie faktów o poszczególnych trasach zebranych w bazie wiedzy, jak też faktów uzyskanych przez interakcję z użytkownikiem, system ekspercki będzie starał się wybrać szlak taki, by zawierał on jak najwięcej ciekawych miejsc. Zależnie od preferencji, „ciekawe miejsca” mogą oznaczać punkty z: dużą ilością zabytków, góorskimi widokami, panoramą miasta, plażą i morzem itd.

## 2 Architektura systemu

Rysunek 2 pokazuje schemat projektowanego systemu eksperckiego. Poszczególne moduły zostaną wydzielone poprzez umieszczenie w osobnych plikach. Schemat pokazuje również zależności między częściami programu.



Rysunek 2: Architektura systemu eksperckiego planującego nowe trasy.

Plik startowy będzie zawierał główne menu programu, służące do wyboru trybu: użytkownika lub eksperta. W trybie użytkownika możliwe jest odczytanie zapisanych faktów z bazy wiedzy lub interaktywne rozwiązywanie problemu, w tym przypadku – wyznaczenie najlepszej trasy. Właściwy system wnioskowania będzie samodzielnym modulem.

Z kolei tryb eksperta umożliwia edycję bazy danych, natomiast nie pozwala na przeprowadzanie wnioskowania. W celu sprawdzenia bazy ekspert może się przełączyć na tryb użytkownika.

### 3 Baza wiedzy

Dla celów poszukiwań, baza wiedzy powinna zawierać przynajmniej następujące informacje o każdym z dostępnych szlaków:

- długość szlaku, w kilometrach – atrybut rozmyty,
- suma przewyższeń, w metrach – atrybut rozmyty,
- poziom trudności – w skali od 1 do 5,
- czy na szlaku są atrakcje historyczne – tak / nie,
- czas atrakcji historycznych: ze starożytności, ze średniowiecza, z epoki nowożytnej,
- czy na trasie jest dużo zamków – atrybut rozmyty,
- geograficzne regiony Francji, przez które przebiega szlak, wybrane spośród: Bretania, Górna Sabaudia, Jura, Alpy, Prowansja, wybrzeże Morza Śródziemnego, wybrzeże Atlantyku, dolina Loary, Masyw Centralny, Paryż, Pireneje,
- czy trasa łączy się z trasami zagranicznymi – tak / nie,
- czy trasa jest połączona ze szlakiem świętego Jakuba – tak / nie.

Ze względu na stosowanie atrybutów rozmytych, każda cecha będzie zapisana jako liczba z przedziału  $[0, 1]$ . Atrybuty nierozmyte będą miały wartości 0 lub 1, natomiast wartość pozostałych cech będzie odpowiadała ich nasyceniu. Jedynie poziom trudności, który ma 5 możliwych dyskretnych wartości, będzie skalowany proporcjonalnie do  $[0, 1]$ , mimo, że nie jest to atrybut rozmyty.

Szlaki zazwyczaj przechodzą przez więcej niż jeden region geograficzny. Jednocześnie, przez ten sam region może przechodzić kilka szlaków (relacja wiele do wielu). W związku z tym, baza wiedzy nie będzie implementowana analogicznie do relacyjnej bazy danych. Reguły dla tego samego szlaku będą powtórzone, odróżniać się będą jedynie regionem geograficznym.

Wymienione cechy szlaków złożą się na pierwszą część bazy, obejmującą spis predykatów domyślnie definiujących szlaki. Ze względu na wspomniane powtórzenia dla różnych regionów, takich predykatów będzie co najmniej 24.

Następna część to predykaty wspierające sprawdzanie i zapis faktów w bazie wiedzy. Przykładowo, długość szlaku w bazie będzie zapisana w kilometrach, natomiast użytkownik będzie wybierał spośród szlaków „długich”, „krótkich”, „bardzo długich” i „średniej długości”. Wybrana cecha będzie przełożona wewnątrz modułu użytkownika na odpowiadającą wartość z przedziału  $[0, 1]$ , zgodnie z założoną funkcją rozmycia. Z kolei odpowiednia reguła w bazie pozwoli na zmapowanie dokładnej długości trasy do przedziału  $[0, 1]$ . Kolejny predykat, tym razem w systemie wnioskowania, będzie dzięki temu mógł porównać odpowiedź użytkownika z faktem zawartym w bazie i przeprowadzić rozumowanie. Takich pomocniczych predykatów w bazie będzie kilkanaście. Również dzięki nim ekspert modyfikujący bazę nie będzie musiał znać zasad konwersji wartości rzeczywistych na przedział  $[0, 1]$ , żeby, na przykład, zaaktualizować długość szlaku w bazie.

W bazie wiedzy znajdą się również predykaty odróżniające atrybuty rozmyte od nierozmytych, po dwa na każdą cechę – około 20 atrybutów.

Inną grupą są atrybuty wykluczające powiązane cechy. Przykładowo, jeśli użytkownik już wyraził chęć na trasę biegnącą przez Alpy, nie ma sensu pytać o łatwą trasę lub o małą sumę przewyższeń.

Baza danych będzie używana zarówno przez interfejs użytkownika (odczyt, odpytywanie danych) jak też przez moduł eksperta (zapis i wczytywanie danych). Odpowiednie funkcje zostaną zapewnione w poszczególnych modułach. Baza będzie zawierać również plik z danymi domyślnymi, by łatwo można było zresetować fakty do stanu początkowego po modyfikacjach bazy przez eksperta.

## 4 System wnioskowania

Zarówno fakty z bazy danych, jak i cechy pożądane przez użytkownika w module wnioskowania są już wartościami z przedziału  $[0, 1]$ . Następnie, wartości te są używane do sprawdzenia przynależności każdej cechy do zbioru cech danej trasy.

Każda trasa ma własną funkcję przynależności dla każdej cechy, określoną odpowiednią regułą w systemie wnioskowania. Jedynie cechy nierozmyte mają wspólną regułę: albo dana trasa posiada badaną własność, albo nie, reguła ta sprawdza istnienie analizowanej cechy w zbiorze cech szlaku.

Dla skrócenia obliczeń, system nie będzie powtarzał tych samych pytań, odpowiedzi użytkownika będą zapisane. Dodatkowo, jeśli użytkownik odrzuci jakąś cechę, to znaczy, stopień dopasowania atrybutu będzie mniejszy niż wartość graniczna, to szlaki posiadające tę własność nie będą brane pod uwagę w dalszych obliczeniach. Optymalna wartość graniczna zostanie wyznaczona eksperymentalnie, wstępnie szacuje się ją na 0.4-0.5.

Mało prawdopodobne jest 100%-owe dopasowanie cech podanych przez użytkownika do atrybutów jakiegokolwiek szlaku. Zatem system wyostrzy wyniki, czyli sprowadzi informację o stopniach dopasowania poszczególnych cech do pojedynczej wartości, determinującej stopień dopasowania szlaku.

Dla porównania, będą zastosowane dwie metody wyostrzania: metoda środka ciężkości oraz metoda średniej z maksimumów. W metodzie środka ciężkości, wynikowe dopasowanie określone jest wzorem:

$$x^* = \frac{\int x \cdot \mu_C(x) dx}{\int \mu_C(x) dx}$$

gdzie  $\mu_C(x)$  to funkcja przynależności rozmytego atrybutu  $C$ , a  $x^*$  jest wynikowym dopasowaniem trasy.

Natomiast metoda średniej z maksimumów wyraża się wzorem:

$$x^* = \frac{\sum_{x_i \in M} x_i}{|M|}$$

gdzie  $M = \{x_i | \mu(x_i) = h(C)\}$  i  $h(C)$  jest wysokością zbioru rozmytego  $C$ .

Wynikiem procesu wnioskowania będzie lista szlaków, dla których stopień dopasowania, po zastosowaniu którejkolwiek z metod wyostrzania, będzie większy od 0.5.

## Bibliografia

- [1] About-France.com, *Hiking across France: the main routes*, URL: <https://about-france.com/tourism/long-distance-footpaths.htm> [Dostęp: 21.3.2020].
- [2] gr-infos.com, *GR Long Distance Footpaths*, URL: <https://www.gr-infos.com/gr-en.htm> [Dostęp: 21.3.2020].
- [3] C. Warneys, *GR2024 Paris*, URL: <https://www.alltrails.com/explore/map/gr2024-paris> [Dostęp: 21.3.2020].
- [4] D. Samanta, *Defuzzification Techniques*, luty 2018, URL: <https://cse.iitkgp.ac.in/~dsamanta/courses/sca/resources/slides/FL-03%20Defuzzification.pdf> [Dostęp: 21.3.2020].