

Projekt Systemu Ekspertckiego 2025

Temat: E-Kucharz

Autorzy:

Jakub Stachyra	- Baza wiedzy
Stanisław Gwiazda	- Wnioskowanie i interfejs
Jakub Kępka	- System wnioskowania przybliżony
Damian Kąkol	- System wnioskowania rozmyty

13 maja 2025

Spis treści

1	Wprowadzenie	2
2	Cele projektu	2
3	Opis systemu E-Kucharz	2
4	Podział na moduły	2
5	Baza wiedzy	2
6	Moduł znajdowania reguł minimalnych	4
6.1	Analiza składników i optymalizacja zasobów	4
6.2	Minimalizacja zakupów i redukcja marnotrawstwa	5
6.3	Optymalizacja czasu i kosztów	5
6.4	Znajdowanie reguł minimalnych przykład	5
7	System wnioskowania rozmytego	7
7.1	Przykład działania	8
8	System wnioskowania przybliżonego	8
9	Interfejs użytkownika	9
10	Dialog kontekstowy	9
11	Reprezentacja danych	10
12	Kontrola procesu wnioskowania	10
13	Podsumowanie	10

1 Wprowadzenie

Projekt „E-Kucharz” jest systemem eksperckim wspierającym użytkowników w gotowaniu, opartym o zaawansowane techniki wnioskowania oraz bogatą bazę wiedzy kulinarnej. Jego zadaniem jest optymalne wsparcie użytkownika w przygotowywaniu posiłków z dostępnych składników.

2 Cele projektu

Głównymi celami systemu E-Kucharz są:

- Optymalizacja wykorzystania dostępnych składników,
- Personalizacja przepisów na podstawie preferencji smakowych,
- Uwzględnianie specyficznych diet i ograniczeń zdrowotnych,
- Zwiększenie kreatywności kulinarnej użytkowników.

3 Opis systemu E-Kucharz

System ekspercki E-Kucharz dostarcza użytkownikom przepisy kulinarne dopasowane do indywidualnych potrzeb, uwzględniając aktualny stan zasobów, preferencje smakowe i dietetyczne, oraz kontekst przygotowywania potraw.

4 Podział na moduły

System E-Kucharz składa się z następujących modułów:

- Baza wiedzy kulinarnych,
- Moduł znajdowania reguł minimalnych,
- Moduł wnioskowania rozmytego,
- Moduł wnioskowania przybliżonego,
- Interfejs użytkownika.

5 Baza wiedzy

Baza wiedzy jest fundamentem systemu E-Kucharz i zawiera minimum 100 starannie wyselekcjonowanych przepisów kulinarnych. Każdy przepis jest szczegółowo opisany pod kątem składników, sposobów przygotowania, czasu wykonania, poziomu trudności oraz wartości odżywczych. Dodatkowo, baza wiedzy zawiera szczegółowe informacje o alternatywnych składnikach, które mogą zastąpić składniki pierwotnie wymagane przez dany przepis.

Atrybuty używane w bazie wiedzy to między innymi:

- Nazwa przepisu,

- Typ potrawy (zupa, danie główne, deser itp.),
- Poziom trudności,
- Czas przygotowania,
- Kaloryczność,
- Typ kuchni (np. polska, włoska, meksykańska),
- Główne składniki,
- Wymagania dietetyczne (wegańskie, bezglutenowe itp.),
- Smak (pikantny, słodki, kwaśny, neutralny).
- Alergeny.
- Możliwości użytkownika (sprzęt)
- Umiejętności kulinarne (poziom zaawansowania użytkownika)
- Preferencje smakowe (np. ulubione smaki, poziom słodkości, ostrości czy kwaśności)
- Ograniczenia dietetyczne (alergie, nietolerancje, wytyczne dietetyczne)
- Aktualnie dostępne składniki w kuchni
- Kontekst przygotowywania potraw (pora dnia, okazja, dostępny czas)

Przykładowa tablica decyzyjna może wyglądać następująco:

Przepis	Typ	Trudność	Czas	Dieta	Kuchnia
Spaghetti Bolognese	główne	łatwy	30 min	brak	włoska
Gazpacho	zupa	łatwy	15 min	wegańskie	hiszpańska
Curry warzywne	główne	średni	40 min	wegańskie	indyjska
Sernik	deser	trudny	90 min	bezglutenowe	polska
Salatka Cezar	przystawka	łatwy	20 min	brak	amerykańska
Risotto	główne	średni	35 min	bezglutenowe	włoska
Tacos	główne	średni	25 min	brak	meksykańska
Zupa Pho	zupa	średni	50 min	brak	wietnamska
Lasagne	główne	trudny	60 min	brak	włoska
Hummus	przystawka	łatwy	15 min	wegańskie	bliskowschodnia
Brownie	deser	średni	45 min	brak	amerykańska
Sushi	główne	trudny	90 min	brak	japońska

Tabela 1: Przykładowa tablica decyzyjna dla systemu E-Kucharz

Przykładowe reguły decyzyjne:

- Jeśli typ to główne, czas jest krótki i kuchnia włoska, wybierz przepis Spaghetti Bolognese.
- Jeśli dieta jest wegańska i czas przygotowania jest krótki, wybierz Gazpacho.

- Jeśli dieta jest bezglutenowa i typ to deser, wybierz przepis na sernik.
- Jeśli typ to zupa i dieta jest wegańska, wybierz Gazpacho.
- Jeśli typ to przystawka i kuchnia amerykańska, wybierz sałatkę Cezar.
- Jeśli czas jest średni i kuchnia indyjska, wybierz Curry warzywne.
- Jeśli czas jest długi i poziom trudności wysoki, wybierz Sernik.
- Jeśli kuchnia jest włoska i dieta bezglutenowa, wybierz Risotto.
- Jeśli typ to główne i smak neutralny, wybierz Risotto.
- Jeśli kuchnia meksykańska i czas średni, wybierz Tacos.
- Jeśli kuchnia wietnamska i czas długi, wybierz Zupę Pho.
- Jeśli kuchnia bliskowschodnia i dieta wegańska, wybierz Hummus.
- Jeśli kuchnia amerykańska i typ deser, wybierz Brownie.
- Jeśli kuchnia japońska i trudność wysoka, wybierz Sushi.

6 Moduł znajdowania reguł minimalnych

Moduł znajdowania reguł minimalnych jest kluczowym elementem systemu ekspertowego **eKucharz**, który wspiera użytkowników w przygotowywaniu potraw w sposób efektywny i ekonomiczny. Jego głównym zadaniem jest analiza dostępnych przepisów w bazie wiedzy oraz identyfikacja minimalnego zestawu składników niezbędnych do stworzenia wybranej potrawy.

6.1 Analiza składników i optymalizacja zasobów

Moduł ten wykorzystuje algorytmy dopasowujące przepisy do aktualnie dostępnych składników użytkownika. W przypadku, gdy pewne składniki są niedostępne, system:

- identyfikuje składniki kluczowe i opcjonalne w przepisie,
- proponuje alternatywne produkty spełniające podobną funkcję kulinarną (np. zamiast jajka w wypiekach – siemię lniane lub banan),
- bierze pod uwagę dietę lub preferencje użytkownika co do ilości kalorii w daniu, jak i uczulenia na jakieś poszczególne składniki
- analizuje wcześniejsze wybory użytkownika, sugerując zamienniki zgodne z jego preferencjami dietetycznymi.

6.2 Minimalizacja zakupów i redukcja marnotrawstwa

Dzięki analizie dostępnych zasobów, system **eKucharz** pozwala ograniczyć konieczność dokonywania dodatkowych zakupów. Zamiast sugerować użytkownikowi zakup brakujących produktów, moduł sprawdza możliwość modyfikacji przepisu poprzez:

- redukcję liczby składników do absolutnie niezbędnego minimum,
- inteligentne zastępowanie brakujących produktów dostępnymi alternatywami,
- dostosowanie proporcji składników w celu uzyskania pożądanego efektu smakowego i teksturalnego.

6.3 Optymalizacja czasu i kosztów

System ekspertowy **eKucharz** nie tylko analizuje składniki, ale także optymalizuje cały proces gotowania. Uwzględnia on:

- **Czas przygotowania** – sugerowanie najszybszych metod obróbki składników,
- **Koszt potrawy** – wybór bardziej ekonomicznych wariantów składników,
- **Dostępne urządzenia kuchenne** – dostosowanie przepisów do sprzętu, którym użytkownik dysponuje (np. piekarnik, mikrofalą, multicooker).

Dzięki temu użytkownik może maksymalnie wykorzystać swoje zasoby i skrócić czas przygotowania posiłków, jednocześnie minimalizując straty żywności oraz koszty zakupu składników. Moduł znajdowania reguł minimalnych pełni zatem kluczową rolę w inteligentnym zarządzaniu kuchnią, czyniąc gotowanie prostszym i bardziej efektywnym.

6.4 Znajdowanie reguł minimalnych przykład

Aby przejść przez proces znajdowania reguł minimalnych, rozważmy przykład z tabelą decyzyjną. System ekspercki przeprowadza następujące kroki:

1. Doprowadzenie tablicy do spójności

Rozpocznijmy od przykładowej tablicy decyzyjnej z dwoma atrybutami A i B oraz jednym atrybutem decyzyjnym D :

Obiekt	A	B	D
1	0	0	0
2	1	0	0
3	1	1	1
4	0	1	1
5	1	0	0
6	1	1	1
7	0	0	1

Zauważmy, że obiekt 7 (który ma decyzję $D = 1$) ma identyczne wartości atrybutów jak obiekt 1 ($A = 0, B = 0$), ale różni się w decyzji. W związku z tym musimy wprowadzić

uogólnioną decyzję, aby rozwiązać tę niespójność. Wprowadzamy uogólnioną decyzję σD , która przyjmuje wartość 0.5 dla obiektu 7, aby uczynić tablicę spójną:

Obiekt	A	B	D	σD
1	0	0	0	0
2	1	0	0	0
3	1	1	1	1
4	0	1	1	1
5	1	0	0	0
6	1	1	1	1
7	0	0	1	0.5

2. Usunięcie identycznych obiektów

Po uogólnieniu, kolejnym krokiem jest usunięcie identycznych obiektów, które mają takie same wartości atrybutów i decyzje. W naszym przypadku obiekty 1 i 7 mają te same wartości atrybutów ($A = 0, B = 0$) i decyzje, które po uogólnieniu wynoszą 0. W związku z tym, po usunięciu identycznych obiektów, otrzymujemy następującą tabelę:

Obiekt	A	B	D	σD
1	0	0	0	0
2	1	0	0	0
3	1	1	1	1
4	0	1	1	1
5	1	0	0	0
6	1	1	1	1

3. Utworzenie macierzy rozróżnialności

Tworzymy macierz rozróżnialności, która porównuje wszystkie pary obiektów i wskazuje, które pary mają różne decyzje. W przypadku, gdy obiekty różnią się w decyzji, zapisujemy "Tak", w przeciwnym przypadku "Nie":

	1	2	3	4	5	6
1	\emptyset	Nie	Tak	Tak	Nie	Tak
2	Nie	\emptyset	Tak	Tak	Nie	Tak
3	Tak	Tak	\emptyset	Nie	Tak	Nie
4	Tak	Tak	Nie	\emptyset	Tak	Nie
5	Nie	Nie	Tak	Tak	\emptyset	Tak
6	Tak	Tak	Nie	Nie	Tak	\emptyset

4. Zapisanie uogólnionej macierzy rozróżnialności

Następnie, zapisujemy uogólnioną macierz rozróżnialności, uwzględniając funkcje rozróżnialności dla różnych obiektów. Funkcje te identyfikują różnice w decyzjach na podstawie porównań atrybutów:

$$f_1(A, B) = \{\text{obiekty różniące się w decyzji}\}$$

5. Minimalizacja funkcji rozróżnialności i zapisanie reguł decyzyjnych

Na podstawie funkcji rozróżnialności tworzymy reguły decyzyjne. Po zminimalizowaniu funkcji, nasze reguły decyzyjne przyjmują następującą postać:

$$A = 0 \wedge B = 0 \Rightarrow D = 0$$

$$B = 0 \Rightarrow D = 0$$

$$A = 1 \Rightarrow D = 1$$

$$B = 1 \Rightarrow D = 1$$

Te reguły są minimalne, ponieważ eliminują nadmiarowe atrybuty, a jednocześnie jednoznacznie określają decyzję na podstawie wartości atrybutów A i B .

Podsumowanie

Proces znajdowania reguł minimalnych obejmuje następujące kroki:

- Doprowadzenie tablicy do spójności przez wprowadzenie uogólnionego atrybutu decyzyjnego,
- Usunięcie identycznych obiektów,
- Utworzenie macierzy rozróżnialności, aby zidentyfikować obiekty różniące się w decyzji,
- Zapisanie uogólnionej macierzy rozróżnialności i minimalizacja funkcji rozróżnialności,
- Stworzenie reguł decyzyjnych na podstawie zminimalizowanej funkcji.

Na koniec, reguły te umożliwiają dokładną klasyfikację obiektów w systemie eksperckim.

7 System wnioskowania rozmytego

System wnioskowania rozmytego w eksperckim systemie **eKucharz** umożliwia dostosowanie przepisów kulinarnych do indywidualnych preferencji użytkownika, nawet jeśli są one wyrażone w sposób subiektywny i nieprecyzyjny. Wykorzystuje on logikę rozmytą, dzięki której określenia takie jak „*lekko słodkie*”, „*średnio pikantne*” czy „*mocno kwaśne*” mogą być przekształcone na konkretne wartości parametrów przepisu, takich jak ilość cukru, ostrość przypraw czy zawartość kwasu.

System ten działa na zasadzie reguł rozmytych, które interpretują subiektywne preferencje użytkownika i mapują je na konkretne składniki i ich proporcje. Dodatkowo, na podstawie wcześniejszych wyborów i ocen użytkownika, mechanizm ten może dynamicznie dostosowywać swoje rekomendacje, ucząc się preferencji kulinarnych konkretnej osoby.

7.1 Przykład działania

Jeśli użytkownik systemu **eKucharz** określi, że chce przygotować „*lekko słodki i średnio pikantny sos do makaronu*”, system wnioskowania rozmytego przeanalizuje te preferencje i przypisze im odpowiednie wartości liczbowe. Na przykład:

- „**lekko słodkie**” może odpowiadać zakresowi od 5 do 10 gramów cukru na porcję,
- „**średnio pikantne**” może oznaczać użycie 1-2 gramów ostrej papryki.

Następnie, na podstawie tych wartości, system wygeneruje propozycję przepisu, w którym ilość cukru i przypraw zostanie dopasowana do określonych przedziałów. Jeśli użytkownik wielokrotnie zmienia proporcje przypraw lub ocenia wyniki, system automatycznie dostosuje przyszłe rekomendacje, aby lepiej odpowiadały jego gustom.

Dzięki zastosowaniu logiki rozmytej system **eKucharz** może efektywnie interpretować ogólne opisy smakowe i konwertować je na precyzyjne wartości, co znacząco zwiększa satysfakcję użytkownika oraz poprawia jakość dostosowanych przepisów.

8 System wnioskowania przybliżonego

System wnioskowania przybliżonego zajmuje się obsługą niepełnych lub nieprecyzyjnych informacji dotyczących dostępności składników. Moduł ten analizuje cechy składników i dobiera najbardziej odpowiednie zamienniki, uwzględniając podobieństwo funkcjonalne oraz smakowe. Dzięki temu użytkownik może efektywnie gotować, nawet jeśli nie dysponuje pełnym zestawem składników wymaganych przez oryginalny przepis. Poniżej przedstawiamy przykład skorzystania wnioskowania przybliżonego do szukania zamienników. Proces taki składa się odpowiednio z 3 kroków.

Założenie: Użytkownik przygotowuje sos, w którym przepis wymaga użycia śmietany 30%. Jednak w kuchni dostępne są tylko jogurt naturalny oraz mleko.

Krok 1: Fuzzification – Rozmycie cech składników

W pierwszym kroku system przekształca dane dotyczące cech składników – takie jak smak, konsystencja, zapach czy wartość odżywcza – na zmienne lingwistyczne (np. „lekko słodki”, „umiarkowanie kwaśny”).

- **Śmietana 30%:**
Cechy: wysoka kremowość, łagodny smak, umiarkowana gęstość.
Przyporządkowanie: „bardzo kremowy” z wartością 0.9, „łagodny” z 0.8.
- **Jogurt naturalny:**
Cechy: umiarkowana kremowość, lekko kwaśny smak, nieco rzadsza konsystencja.
Przyporządkowanie: „kremowy” 0.6, „kwaśny” 0.7.
- **Mleko:**
Cechy: niska kremowość, neutralny smak, rzadka konsystencja.
Przyporządkowanie: „kremowy” 0.3, „neutralny” 0.9.

Krok 2: Silnik wnioskowania – Analiza reguł IF-THEN

Główna rola systemu polega na analizie zdefiniowanych reguł logicznych typu „jeśli-to”. System posiada reguły opisujące zależności między cechami składników. Przykładowa reguła:

“Jeżeli składnik posiada wysoki stopień kremowości oraz łagodny smak, to jest dobrym zamiennikiem dla śmietany.”

- **Ocena składników:**

- **Jogurt naturalny:** kremowość (0.6) oraz kwaśny smak (uznawany za niezgodny z “łagodnym”), co obniża ogólną zgodność.
- **Mleko:** zbyt rzadka konsystencja i niska kremowość (0.3) – nie spełnia wymogów.

- **Łączenie składników:**

System analizuje możliwość połączenia jogurtu i mleka w taki sposób, aby uzyskać wartość zbliżoną do śmietany. Przykładowo, mieszając 70% jogurtu (dla uzyskania odpowiedniej kremowości) z 30% mleka (dla poprawienia konsystencji), uzyskujemy:

$$\text{Efektywna kremowość} = 0.6 \times 0.7 + 0.3 \times 0.3 \approx 0.51 + 0.09 = 0.60.$$

Profil smakowy, po uwzględnieniu zmniejszonej kwasowości, również zbliża się do oczekiwanego.

Krok 3: Defuzzification – Wyodrębianie wyniku

Po analizie przez silnik wnioskowania, system określa stopień przynależności proponowanej mieszanki do zbioru “zamienników śmietany”. Jeżeli wynik przekracza określony próg (np. 0.7), mieszanka zostaje zaproponowana jako akceptowalna alternatywa.

Podsumowanie: W przedstawionym przykładzie system wnioskowania przybliżonego dochodzi do wniosku, że mieszanka 70% jogurtu i 30% mleka uzyskuje wystarczający stopień podobieństwa do śmietany 30%, co czyni ją odpowiednim zamiennikiem w przepisie.

9 Interfejs użytkownika

Interfejs użytkownika zostanie zaprojektowany tak, aby maksymalnie ułatwić interakcję z systemem. Użytkownik będzie wpisywał listę produktów, jakie ma dostępne, a system będzie dawał użytkownikowi propozycje potraw jakie są dostępne, przy jednoczesnym linku do strony internetowej (AniaGotuje - polecam), lub innej jeżeli takowy przepis tam się znajduje. Dodatkowo zakładamy możliwość wybrania przez użytkownika jakiegoś rodzaju filtów np: dieta keto, minimalna ilość kalorii i możliwie więcej podobnych. Interfejs ma być prosty i użyteczny, aby użytkownik szybko dostawał informację o możliwościach.

10 Dialog kontekstowy

Dialog kontekstowy to dynamiczny mechanizm komunikacji z użytkownikiem, uwzględniający wcześniej podane informacje i preferencje użytkownika. System prowadzi rozmowę w

taki sposób, aby każde kolejne pytanie lub sugestia wynikały logicznie z poprzednich odpowiedzi użytkownika, zapewniając spójność oraz zwiększoną trafność oferowanych przepisów.

11 Reprezentacja danych

Reprezentacja danych w systemie E-Kucharz opiera się na klarownych i spójnych formatach symbolicznych oraz numerycznych. Dane kulinarne są precyzyjnie opisane, zachowując jednoznaczność interpretacji, co umożliwia efektywne wnioskowanie oraz prawidłowe wyświetlanie informacji użytkownikowi.

12 Kontrola procesu wnioskowania

Kontrola wnioskowania w systemie odbywa się zgodnie z jasno określonymi zasadami i etapami. Stosowanie faktów sterujących jest ograniczone do koniecznych przypadków, takich jak określenie początkowych preferencji czy specyficznych etapów gotowania. Dzięki temu system może dynamicznie i elastycznie reagować na potrzeby użytkowników.

13 Podsumowanie

E-Kucharz jest innowacyjnym narzędziem wspierającym użytkowników w przygotowaniu spersonalizowanych posiłków. Łącząc zaawansowane techniki wnioskowania z rozbudowaną bazą wiedzy kulinarnej, system zapewnia dokładne, praktyczne i satysfakcjonujące rekomendacje kulinarnych rozwiązań, przyczyniając się do poprawy jakości codziennego gotowania oraz zdrowego stylu życia.