

## Uwagi

**1:** Wstępem zajmiemy się na końcu.





**Politechnika  
Śląska**

## **PROJEKT INŻYNIERSKI**

Aplikacja mobilna do nauki znaków kanji

**Aleksandra KYC**

Nr albumu: 296410

**Kierunek:** Informatyka

**Specjalność:** Grafika Komputerowa i Oprogramowanie

### **PROWADZĄCY PRACĘ**

**dr hab. inż., prof. PŚ Krzysztof Simiński**

**KATEDRA Algorytmiki i Oprogramowania**

**Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki**

**Katowice 2023**



**Tytuł pracy**

Aplikacja mobilna do nauki znaków kanji

**Streszczenie**

(Streszczenie pracy – odpowiednie pole w systemie APD powinno zawierać kopię tego streszczenia.)

**Słowa kluczowe**

(2-5 słów (fraz) kluczowych, oddzielonych przecinkami)

**Thesis title**

Mobile application for Kanji learning

**Abstract**

(Thesis abstract – to be copied into an appropriate field during an electronic submission – in English.)

**Key words**

(2-5 keywords, separated by commas)



# Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Analiza tematu</b>	<b>3</b>
2.1	Nauka języków obcych wspomagana komputerowo . . . . .	3
2.2	Analiza rozwiązań dostępnych na rynku . . . . .	4
2.3	Nauka języka japońskiego i znaków kanji . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Wymagania i narzędzia</b>	<b>7</b>
3.1	Wymagania funkcjonalne i нефункционалне . . . . .	7
3.1.1	Wymagania funkcjonalne . . . . .	7
3.1.2	Wymagania нефункционалне . . . . .	7
3.2	Diagramy przypadków użycia . . . . .	8
3.3	Opis narzędzi . . . . .	9
3.3.1	Aplikacja mobilna . . . . .	9
3.3.2	Autoryzacja użytkowników i baza danych . . . . .	9
3.3.3	Panel administratora . . . . .	10
3.4	Metodyka pracy . . . . .	10
<b>4</b>	<b>[Właściwy dla kierunku – np. Specyfikacja zewnętrzna]</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>[Właściwy dla kierunku – np. Specyfikacja wewnętrzna]</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>Weryfikacja i walidacja</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>Podsumowanie i wnioski</b>	<b>19</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>21</b>
	<b>Spis skrótów i symboli</b>	<b>25</b>
	<b>Źródła</b>	<b>27</b>
	<b>Lista dodatkowych plików, uzupełniających tekst pracy</b>	<b>29</b>

Spis rysunków	31
Spis tabel	33



# Rozdział 1

## Wstęp

[Wstępem zajmujemy się na końcu.] Aby wyjaśnić cel tej pracy inżynierskiej, należy wspomnieć o kilku ważnych pojęciach związanych z językiem japońskim i jego nauką. Kanji razem z sylabariuszami hiragana i katakana oraz znanymi nam cyframi arabskimi i alfabetem rzymskim tworzą całość japońskiego alfabetu. Są to znaki logograficzne, co oznacza że przeciwnie do alfabetów składających się z głosek, każdy znak oznacza jakieś pojęcie. Kompleksowa lista wszystkich kanji nie istnieje, jednak ich liczbę szacuje się na około czterdziestu tysięcy. Jest to ogromna liczba, na którą składa się wiele znaków przestarzałych lub bardzo rzadko używanych. Zamiast niej częstym wskaźnikiem płynności językowej w kontekście kanji jest pojęcie *jōyō kanji*, które oznacza zestaw znaków wymagany przez japoński system edukacji. Po ukończeniu szkoły średniej Japończyk posługuje się 2136 znakami kanji. Podobna liczba potrzebna jest, aby zdać test znajomości języka japońskiego dla obcokrajowców (jap. *Nihongo nōryoku shiken*) na najwyższym poziomie oraz zawiera się w około 98 procentach tekstu pisanego.

Zaznajomienie się ze znakami kanji to nieodłączna część nauki języka japońskiego. Co prawda uparty uczeń może zaprzestać na nauce gramatyki, wymowy i zromanizowanego zapisu *rōmaji*, ale skutkuje to wątpliwą płynnością językową, gdyż nie będzie w stanie przeczytać nawet książki lub restauracyjnego menu. Dla początkującego tak duża ilość materiału może być odrzucająca, dlatego na rynku pojawiło się wiele rozwiązań, które pomagają użytkownikowi w nauce kanji. Jednym z takich rozwiązań jest aplikacja mobilna opracowana na rzecz tej pracy inżynierskiej.

Celem pracy jest stworzenie rozwiązania wspomagającego ucznia w nauce kanji jako aplikacji mobilnej. Program powinien posiadać skuteczny tryb nauczania, który potrafi dostosować się do poziomu ucznia. Jako że kluczowa dla zapamiętania tak dużej liczby znaków systematyczność jest trudna do osiągnięcia, aplikacja powinna motywować do kolejnych podejść i dostarczać różnorodne ćwiczenia. Ważnym zagadnieniem w rozwiązywaniu tego rodzaju jest też odpowiedni rozrzut pytań w czasie. Ta praca stara się wziąć pod uwagę fakt, że niektóre znaki mogą przyjść uczniowi łatwo, a inne trudno i należy odpowiednio dostosować algorytm dostarczający zadania do wykonania.

Rozwiązanie opisane w tej pracy to obok aplikacji mobilnej system wspomagający jej działanie. Na zakres pracy składa się sama aplikacja, baza danych dotyczących użytkowników oraz panel administracyjny jako aplikacja webowa. Rozwiązanie obsługuje trzy rodzaje użytkowników, którymi są uczeń, nauczyciel i administrator. Uczeń to użytkownik korzystający z takich funkcjonalności aplikacji jak przeglądanie słownika kanji, tworzenie zestawów znaków oraz tryb nauki. Aby ułatwić wybór znaków do nauki, aplikacja jest wyposażona w predefiniowane zestawy, które odpowiadają poziomom egzaminu językowego lub kolejnym klasom w japońskim szkolnictwie. Nauczyciel to użytkownik, który może tworzyć grupy uczniów, zadawać im zadania domowe i sprawdzać ich postępy. Takie rozwiązanie ma pomagać w nauce w trybie zajęć grupowych, gdzie nauczyciel spotyka się z uczniami kilka razy w miesiącu i chce motywować do dalszej pracy w domu.

# Rozdział 2

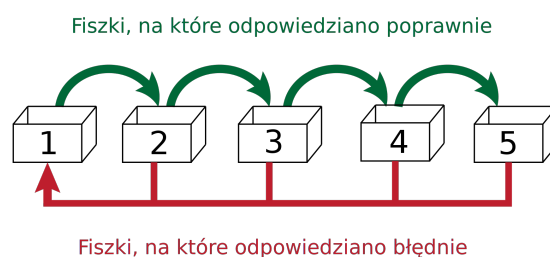
## Analiza tematu

### 2.1 Nauka języków obcych wspomagana komputerowo

Próby usystematyzowania nauki, szczególnie gdy materiał wymaga od nas więcej zapamiętywania niż analizy problemów, są naturalnie występującym skutkiem konieczności żmudnego, wielokrotnego powtarzania. Uczniowie wykazujący się większym sprytem niż pracowitością szukają drogi na skróty, aby tę samą ilość materiału przyswoić w krótszym czasie. Tak powstały pierwsze metody technik zapamiętywania, na przykład fiszki, czyli niewielkie kawałki papieru z pytaniem na jednej stronie i odpowiedzią na drugiej. Taki system pozwala na kompaktowe przechowywanie materiału, co pozwala uczyć się również w krótkich chwilach czasu i daleko od domu, na przykład w autobusie.

Dziennikarz Sebastian Leitner w 1972 wymyślił sposób na dalsze usprawnienie nauki za pomocą fiszek [8]. W metodzie Leitnera fiszki są podzielone na grupy względem tego, jak dobrze uczeń zna dany materiał. Jeżeli uczeń odpowie dobrze na dane pytanie, przenosi fiszkę do następnego pudełka. Jeśli odpowie źle, fiszka wraca na początek. Grupy różni to, jak często użytkownik jest zobowiązany powtarzać dany materiał. Im materiał lepiej znany, tym rzadziej uczeń musi go powtarzać.

Sposób Leitnera, mimo że skuteczny, jest żmudny do implementacji. Uczeń musi napisać ręcznie wszystkie fiszki, zrobić lub zakupić kilka pudełek o podobnym rozmiarze,



Rysunek 2.1: Ilustracja reprezentująca system wykorzystujący fiszki.

rozkladać ten obszerny zestaw za każdym razem, gdy chce powtórzyć materiał. Tym samym traci mobilność, która jest dużą zaletą fiszek. W tym miejscu z pomocą przychodzi nauka języków wspomagana komputerowo (ang. Computer-Assisted Language Learning, CALL). Jest to rozwijana [2] od lat pięćdziesiątych dwudziestego wieku dziedzina wykorzystująca komputery do poprawiania umiejętności językowych. Ten sposób podejścia do problemu zrzuca z barków uczniów część problemów z tworzeniem fiszek, a wraz z popularyzacją urządzeń takich jak smartfony czy tablety zwraca mobilność nauki.

Algorytm powtórek w interwałach (eng. *spaced repetition*), którego papierową implementacją jest wyżej wspomniany system Leitnera, został poddany wielokrotnym badaniom [4] [5]. Wskazują one nie tylko na poprawę jakości zapamiętywania danego materiału, ale też na ogólną poprawę pamięci, szczególnie u osób chorujących na chorobę Alzheimera lub inne schorzenia związane z pogorszeniem umiejętności zapamiętywania [4]. Metoda powtórek w interwałach jest szczególnie użyteczna w nauce słownictwa języków obcych. Jest to spowodowane faktem, że informacje do przyswojenia są liczne, lecz małe. Tę samą zasadę można wykorzystać przy nauce znaków kanji.

Analiza rozwiązań dostępnych na rynku i badań wskazuje na komercyjny i naukowy sukces metody *spaced repetition*. To zdroworozsądkowe podejście ma realny wpływ na szybkość i jakość przyswajania wiedzy. Przez ostatnie kilkadziesiąt lat próbowano udoskonalić ten względnie prosty algorytm z użyciem np. metod sztucznej inteligencji do wyliczania interwałów [3]. Takie podejście ma mieszane rezultaty, nie jest jasne jak realny jest wpływ optymalizacji długości interwału na jakość nauki [6, rozdział 6].

## 2.2 Analiza rozwiązań dostępnych na rynku

Aktualnie formą nauczania języków wspomagana komputerowo cieszącą się szerokim zainteresowaniem jest jej poddziedzina, czyli nauczanie języków obcych wspomagane przez urządzenia mobilne (ang. Mobile-Assisted Language Learning, MALL) [7]. Największą popularnością [1] [7] cieszy się aplikacja Duolingo, która umożliwia naukę pokazującej listy języków (aż czterdziestu trzech na czas pisania tej pracy) z urządzenia mobilnego lub strony internetowej. Jednym z powodów dobrego przyjęcia Duolingo przez uczniów języków obcych jest podejście bogate w gry i zabawy, motywujące użytkownika przez punkty, nagrody i rankingi [7]. Aplikacja nie wymaga od użytkownika dużego zaangażowania. Tworzenie własnych zestawów fiszek nie jest konieczne, wystarczy codziennie wykonać kilkanaście zadań wygenerowanych przez system.

Innym, bardziej angażującym użytkownika programem chętnie wykorzystywanym do nauki jest Anki. Jest to aplikacja oferująca większą możliwość dostosowania jej do własnych potrzeb, z tego powodu nie jest ograniczona do nauki języków obcych. Użytkownik ma możliwość stworzenia własnego zestawu do nauki złożonego z fiszek, który jest później przyswajany w interwałach zgodnie z zasadą *spaced repetition*. Zaletą Anki jest opcja

eksportowania i dzielenia się zestawami między użytkownikami.

Wyżej wspomniane programy są często używane przez uczniów języka japońskiego i znaków kanji, jednak nie są wyspecjalizowane pod ich potrzeby. Przykładem aplikacji dostosowanej do amatorów japońskiego alfabetu jest WaniKani. Ta aplikacja webowa i mobilna obiecuje uczniom nauczenie się 2000 znaków kanji i 6000 słów w nieco dłuższej niż rok. Używa metody *spaced repetition* w swojej implementacji ustrukturyzowanego kursu, który jest przeznaczony dla początkujących i pozwala rozwinąć się do biegłego posługiwania się kanji. Aplikacja jest gorzej dostosowana do uczniów o zaawansowanym lub średniozaawansowanym poziomie, ponieważ nie da się dopasować jej pod własne potrzeby językowe.

## 2.3 Nauka języka japońskiego i znaków kanji

Ważną kwestią przy nauce kanji, zarówno metodami tradycyjnymi jak i z wykorzystaniem komputerowego wspomaganie, jest podejście do przyswajanego materiału. Najważniejszą i obowiązkową kwestią jest zapamiętanie wyglądu i pisowni znaku. Aby wspomóc ten proces, można użyć wskazówek mnemoniczych, czyli pewnego skojarzenia między znaczeniem znaku a jego wyglądem. Kolejną wskazówką do nauki mogą być klucze, czyli elementy znaku dzielące ich zbiór na podkategorie. Ten podział został stworzony na potrzeby słowników i charakteryzuje znaki na podstawie ich najważniejszego elementu (podznaku).

Wraz z opanowaniem pisowni należy zaznajomić się z czytaniem chińskim (jap. *onyōmi*) i natywnym japońskim (jap. *kunyōmi*). Na nieszczęście uczniów języka japońskiego znaki kanji nie są czytane jednoznacznie i większość z nich ma przynajmniej wyżej wspomniane dwa czytania (wiele z nich ma kilka w ramach *onyōmi* lub *kunyōmi*). Aby urozmaicić naukę czytania znaków kanji można połączyć ją z nauką słów, w których ów znak występuje. Takie podejście wzbogaca zasób słownictwa ucznia i ułatwia zapamiętanie czytań danego znaku przez różnorodne przykłady. Kolejnym możliwym sposobem na połączenie nauki znaków z nauką ogólnie rozumianego języka japońskiego jest załączenie ćwiczeń zawierających całe zdania. Umożliwi to użytkownikom o bardziej zaawansowanym poziomie powtarzać różne znaki w jednym ćwiczeniu oraz rozwinie ich ogólne umiejętności językowe.

Inną kwestią, często lekceważoną przez samouków, jest kolejność stawiania kresek przy pisaniu znaku. Ten sam znak w teorii może w praktyce wyglądać zupełnie inaczej, jeżeli nieumiejętnie postawimy kolejne linie, z których się składa. Dlatego istotnym jest, żeby w swoją naukę wkomponować dużo pisania ręcznie, nawet jeśli w naszych czasach jest to coraz mniej popularne. Na wprost użytkownikom wychodzą tutaj też aplikacje, które umożliwiają ćwiczenie pisania przez na przykład rysowanie na ekranie. Uważnie wodząc palec lub długopis po ekranie według instrukcji można wyrobić dobre nawyki, które potem

należy utrwalić na kartce.

Podobnie jak inne języki, japoński posiada swój własny system egzaminów przeznaczonych dla obcokrajowców. Egzaminy JLPT (*ang. Japanese Language Proficiency Test*) wydzielają pewne poziomy, które określają umiejętności językowe ucznia. W języku japońskim te poziomy oznacza się literą N oraz cyfrą od 1 do 5, gdzie N5 to najniższy, a N1 najbardziej biegły. Do zdania każdego z tych egzaminów potrzebny jest rosnący z poziomem na poziom zasób kanji. Zaczynając od niewielkich liczb jak około sto dla N5 i trzysta dla N4, kończymy na ponad dwu tysiącach dla pełnej biegłości w pisaniu i czytaniu według egzaminatorów.

Podział znaków kanji według trudności wygląda inaczej dla rodzimych mieszkańców Japoni. Jest on ułożony względem systemu szkolnictwa publicznego, podzielony na klasy w których uczniowie poznają dane znaki. Do zestawu dwu tysięcy znaków wymaganych w szkole, czyli *jōyō kanji* dochodzi 846 znaków *jīnmeiyō*, które są używane tylko w imionach i nazwiskach.

Podsumowując, nauka znaków kanji to wieloetapowy proces. Aplikacje i inne pomoce naukowe przeznaczone do tego celu mogą być wysoko wyspecjalizowane, aby jak najbardziej ułatwić przyswajanie informacji.

# Rozdział 3

## Wymagania i narzędzia

### 3.1 Wymagania funkcjonalne i нефункционалне

#### 3.1.1 Wymagania funkcjonalne

Tablica 3.1: Tabela przedstawiająca wymagania funkcjonalne zestawione z priorytetami.

Przypadek użycia	Priorytet
Użytkownik może przeglądać listę znaków kanji podzielonych na predefiniowane kategorie	Krytyczny
Użytkownik może uczyć się wybranego zestawu znaków według metody <i>spaced repetition</i> , w której najtrudniejsze dla niego znaki będą się pojawiały w najkrótszych interwałach	Ważny
Użytkownik ma dostęp do statystyk danego podejścia	Nice to have
Użytkownik może zalogować się loginem i hasłem jako uczeń lub nauczyciel	Ważny
Użytkownik może się zarejestrować	Ważny
Użytkownik może poprosić przy rejestracji o uprawnienia nauczyciela	Nice to have
Zalogowany użytkownik może tworzyć własne zestawy znaków	Ważny
Nauczyciel może tworzyć grupy użytkowników, którzy uczą się razem	Ważny
Nauczyciel może zadać zadanie domowe wybranej grupie użytkowników	Ważny
Nauczyciel może sprawdzać postępy uczniów i komentować ich podejścia	Nice to have
Administrator ma dostęp do osobnego panelu administracyjnego, na którym może zarządzać uprawnieniami użytkowników	Ważny
Zalogowany użytkownik może dzielić się swoimi zestawami znaków za pomocą linku	Opcjonalny
W trakcie nauki uczeń może ćwiczyć pisanie rysując na telefonie	Nice to have

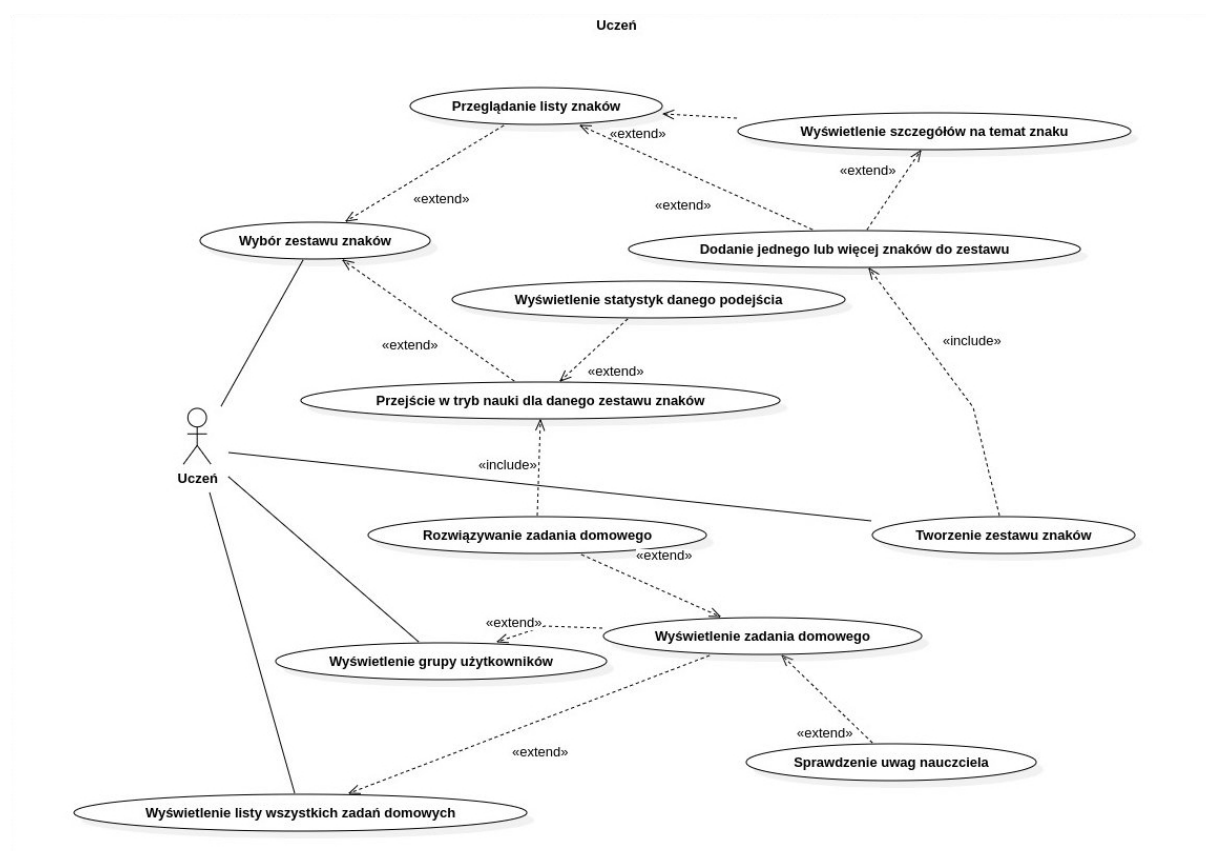
#### 3.1.2 Wymagania нефункционалне

- Aplikacja posiada lokalną bazę danych ze znakami kanji, ich złożeniami i przykładowymi zdaniami nie przekraczającą 15MB

- Podstawowa funkcjonalność aplikacji jest dostępna offline
- System bezpiecznie przechowuje dane użytkowników w bazie danych hostowanej w chmurze
- Aplikacja jest skierowana do osób operujących językiem angielskim
- Aplikacja jest skierowana do użytkowników urządzeń mobilnych z systemem Android w wersji co najmniej 10.0

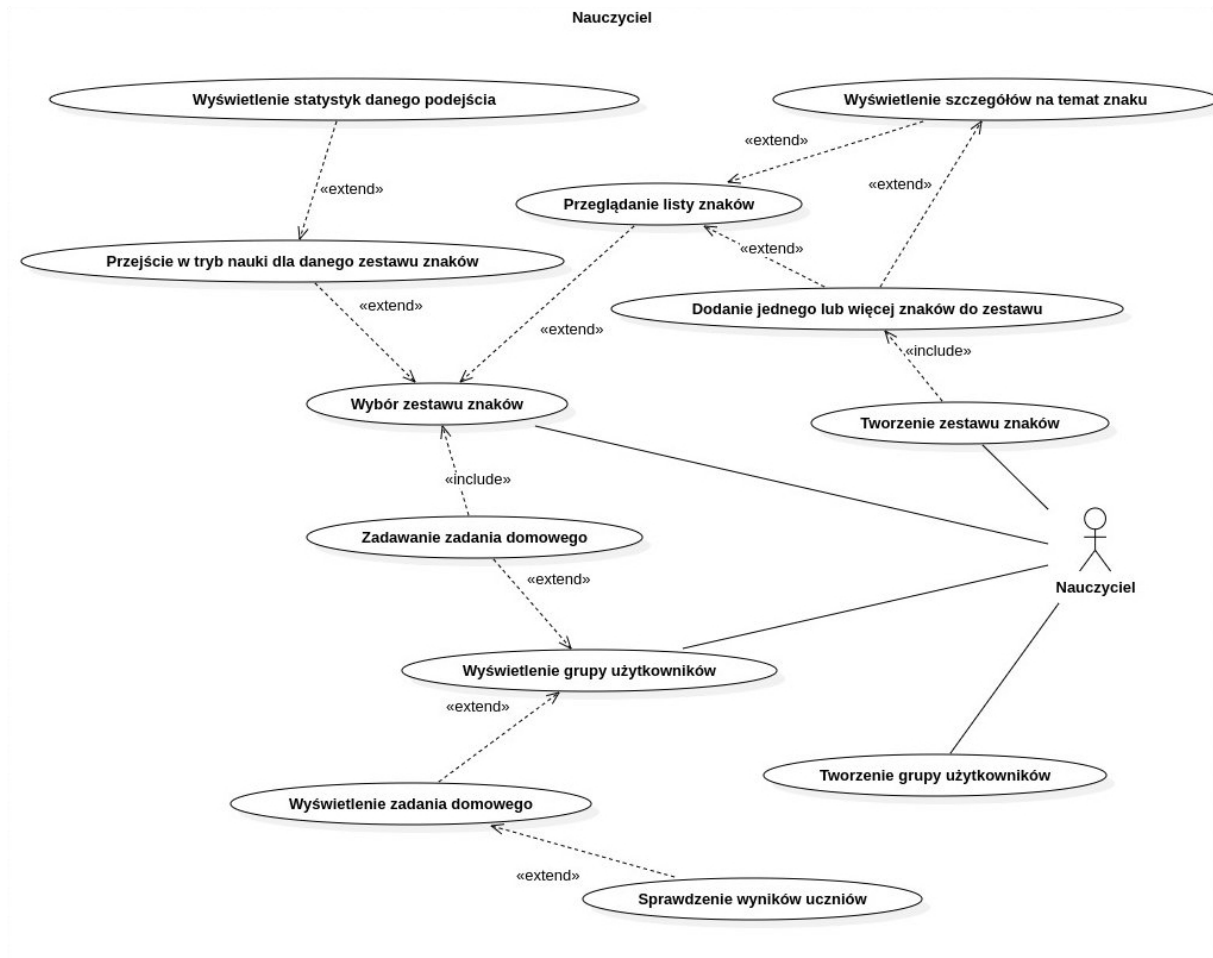
## 3.2 Diagramy przypadków użycia

Przypadki użycia zostały zaprezentowane jako osobne diagramy UML dla każdego z aktorów.



Rysunek 3.1: Diagram przypadków użycia dla Ucznia.





Rysunek 3.2: Diagram przypadków użycia dla Nauczyciela.

## 3.3 Opis narzędzi

### 3.3.1 Aplikacja mobilna

Aplikacja została napisana w języku programowania Java na platformę Android w wersji 10 lub wyższej.

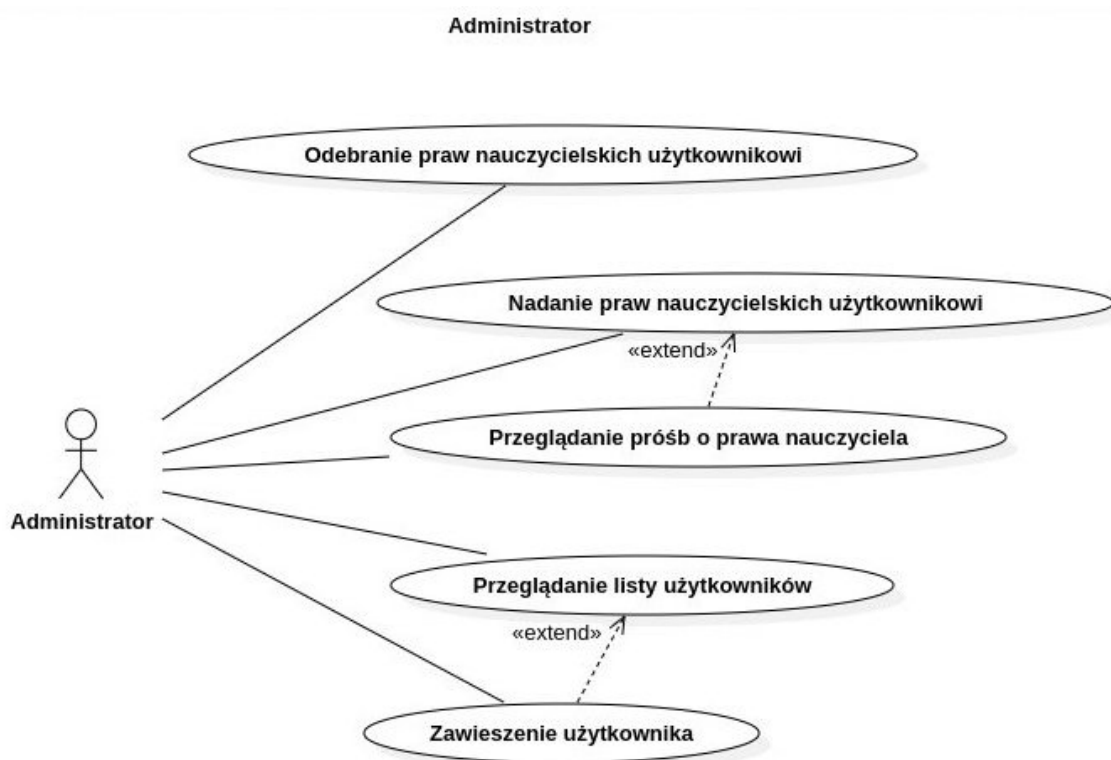
Do tworzenia aplikacji użyto środowiska Android Studio Giraffe.

Aplikacja była uruchamiana na emulatorze dostarczonym przez Android Studio modelu Pixel 7.

Dane na temat znaków kanji tylko do odczytu są przechowywane lokalnie jako plik bazy danych sqlite3.

### 3.3.2 Autoryzacja użytkowników i baza danych

Do zaimplementowania autoryzacji oraz bazy danych zawierającej informacje na temat zalogowanych użytkowników wykorzystano rozwiązanie Firebase. Jest to komplet funkcjonalności oferowanych developerom aplikacji mobilnych, webowych, gier i innych.

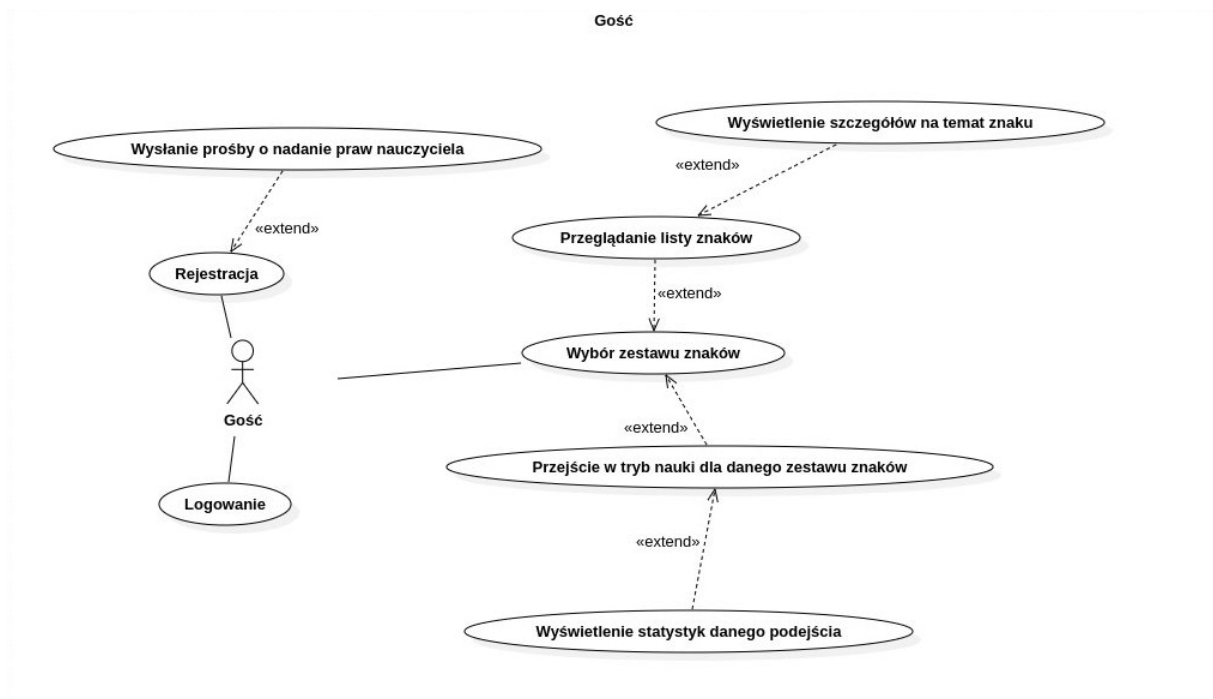


Rysunek 3.3: Diagram przypadków użycia dla Administratora.

W aplikacji opisywanej w tej pracy z kompletu narzędzi wykorzystano mechanizm autoryzacji użytkowników i Firestore, czyli bazę danych NoSQL.

### 3.3.3 Panel administratora

## 3.4 Metodyka pracy



Rysunek 3.4: Diagram przypadków użycia dla Gościa.

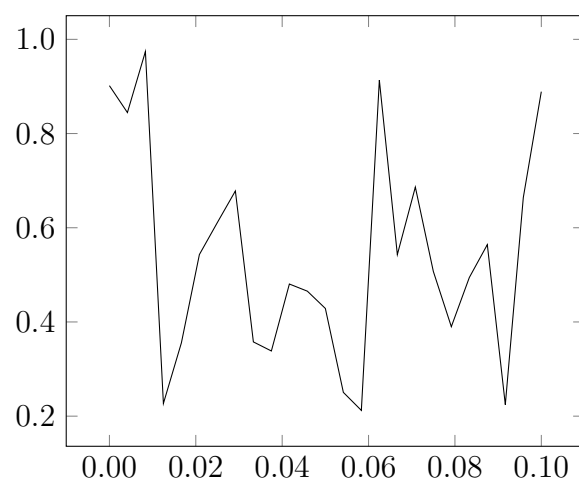


# Rozdział 4

## [Właściwy dla kierunku – np. Specyfikacja zewnętrzna]

Jeśli „Specyfikacja zewnętrzna”:

- wymagania sprzętowe i programowe
- sposób instalacji
- sposób aktywacji
- kategorie użytkowników
- sposób obsługi
- administracja systemem
- kwestie bezpieczeństwa
- przykład działania
- scenariusze korzystania z systemu (ilustrowane zrzutami z ekranu lub generowanymi dokumentami)



Rysunek 4.1: Podpis rysunku po rysunkiem.

## Rozdział 5

# [Właściwy dla kierunku – np. Specyfikacja wewnętrzna]

Jeśli „Specyfikacja wewnętrzna”:

- przedstawienie idei
- architektura systemu
- opis struktur danych (i organizacji baz danych)
- komponenty, moduły, biblioteki, przegląd ważniejszych klas (jeśli występują)
- przegląd ważniejszych algorytmów (jeśli występują)
- szczegóły implementacji wybranych fragmentów, zastosowane wzorce projektowe
- diagramy UML

Krótką wstawka kodu w linii tekstu jest możliwa, np. **int a;** (biblioteka `listings`). Dłuższe fragmenty lepiej jest umieszczać jako rysunek, np. kod na rys 5.1, a naprawdę długie fragmenty – w załączniku.

---

```
1 class test : public basic
2 {
3     public:
4         test (int a);
5         friend std::ostream operator<<(std::ostream & s,
6                                         const test & t);
7     protected:
8         int _a;
9
10 };
```

---

Rysunek 5.1: Pseudokod w `listings`.



# Rozdział 6

## Weryfikacja i walidacja

- sposób testowania w ramach pracy (np. odniesienie do modelu V)
- organizacja eksperymentów
- przypadki testowe zakres testowania (pełny/niepełny)
- wykryte i usunięte błędy
- opcjonalnie wyniki badań eksperymentalnych

Tablica 6.1: Nagłówek tabeli jest nad tabelą.

$\zeta$	metoda						
	alg. 1	alg. 2	alg. 3			alg. 4, $\gamma = 2$	
			$\alpha = 1.5$	$\alpha = 2$	$\alpha = 3$	$\beta = 0.1$	$\beta = -0.1$
0	8.3250	1.45305	7.5791	14.8517	20.0028	1.16396	1.1365
5	0.6111	2.27126	6.9952	13.8560	18.6064	1.18659	1.1630
10	11.6126	2.69218	6.2520	12.5202	16.8278	1.23180	1.2045
15	0.5665	2.95046	5.7753	11.4588	15.4837	1.25131	1.2614
20	15.8728	3.07225	5.3071	10.3935	13.8738	1.25307	1.2217
25	0.9791	3.19034	5.4575	9.9533	13.0721	1.27104	1.2640
30	2.0228	3.27474	5.7461	9.7164	12.2637	1.33404	1.3209
35	13.4210	3.36086	6.6735	10.0442	12.0270	1.35385	1.3059
40	13.2226	3.36420	7.7248	10.4495	12.0379	1.34919	1.2768
45	12.8445	3.47436	8.5539	10.8552	12.2773	1.42303	1.4362
50	12.9245	3.58228	9.2702	11.2183	12.3990	1.40922	1.3724

# Rozdział 7

## Podsumowanie i wnioski

- uzyskane wyniki w świetle postawionych celów i zdefiniowanych wyżej wymagań
- kierunki ewentualnych danych prac (rozbudowa funkcjonalna ...)
- problemy napotkane w trakcie pracy



# Bibliografia

- [1] Laura Ceci. *www.statista.com*. 2023. URL: <https://www.statista.com/statistics/1239522/top-language-learning-apps-downloads> (term. wiz. 23.10.2023).
- [2] Graham Davies. „Computer Assisted Language Learning: Where are we now and where are we going?” W: *E-Learning and Japanese Language Education: Pedagogy and Practice*, Oxford Brookes University. 2007, s. 5346–5349.
- [3] Bartosz Dreger i Piotr Wozniak. *Implementing the repetition spacing neural network*. 1998. URL: [https://web.archive.org/web/20220821061451/https://www.supermemo.com/en/archives1990-2015/english/ol/nn\\_train](https://web.archive.org/web/20220821061451/https://www.supermemo.com/en/archives1990-2015/english/ol/nn_train) (term. wiz. 29.05.1998).
- [4] Karri S. Hawley, Emily O. Boudreaux i Erin M. Jackson. „A comparison of adjusted spaced retrieval versus a uniform expanded retrieval schedule for learning a name–face association in older adults with probable Alzheimer’s disease”. W: *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 30.6 (2008), s. 639–649.
- [5] Jeffrey D. Karpicke i Henry L. Roediger III. „Expanding retrieval practice promotes short-term retention, but equally spaced retrieval enhances long-term retention”. W: *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 33.4 (2007), 704–719.
- [6] James S. Nairne. *The Foundations of Remembering: Essays in Honor of Henry L. Roediger, III*. New York i Hove: Psychology Press, 2007. ISBN: 978-1-84169-446-7.
- [7] Mitchell Shortt, Shantanu Tilak, Irina Kuznetcova, Bethany Martens i Babatunde Akinkuolie. „Gamification in mobile-assisted language learning: a systematic review of Duolingo literature from public release of 2012 to early 2020”. W: *Computer Assisted Language Learning* 36.3 (2023), s. 517–554.
- [8] Sander Tamm. *e-student.org*. 2023. URL: <https://e-student.org/leitner-system/> (term. wiz. 22.01.2023).



# Dodatki





# Spis skrótów i symboli

DNA kwas deoksyrybonukleinowy (ang. *deoxyribonucleic acid*)

MVC model – widok – kontroler (ang. *model-view-controller*)

$N$  liczebność zbioru danych

$\mu$  stopnień przyleżności do zbioru

$\mathbb{E}$  zbiór krawędzi grafu

$\mathcal{L}$  transformata Laplace’a



# Źródła

Jeżeli w pracy konieczne jest umieszczenie długich fragmentów kodu źródłowego, należy je przenieść w to miejsce.

---

```
1 if (_nClusters < 1)
2     throw std::string ("unknown_number_of_clusters");
3 if (_nIterations < 1 and _epsilon < 0)
4     throw std::string ("You should set a maximal number of
        iteration or minimal difference — epsilon.");
5 if (_nIterations > 0 and _epsilon > 0)
6     throw std::string ("Both number of iterations and minimal
        epsilon set — you should set either number of iterations
        or minimal epsilon.");
```

---



# Lista dodatkowych plików, uzupełniających tekst pracy

W systemie do pracy dołączono dodatkowe pliki zawierające:

- źródła programu,
- dane testowe,
- film pokazujący działanie opracowanego oprogramowania lub zaprojektowanego i wykonanego urządzenia,
- itp.



# Spis rysunków

2.1	Ilustracja reprezentująca system wykorzystujący fiszki. . . . .	3
3.1	Diagram przypadków użycia dla Ucznia. . . . .	8
3.2	Diagram przypadków użycia dla Nauczyciela. . . . .	9
3.3	Diagram przypadków użycia dla Administratora. . . . .	10
3.4	Diagram przypadków użycia dla Gościa. . . . .	11
4.1	Podpis rysunku po rysunkiem. . . . .	14
5.1	Pseudokod w <code>listings</code> . . . . .	16





# Spis tablic

3.1	Tabela przedstawiająca wymagania funkcjonalne zestawione z priorytetami.	7
6.1	Nagłówek tabeli jest nad tabelą. . . . .	18