

System wspomagania zdalnej edukacji osób niewidomych wykorzystujący interaktywną grafikę dotykowo-dźwiękową

Koło naukowe: Linuksa i Wolnego Oprogramowania

Autorzy: Mateusz Kawulok, Klaudia Barańska, Rafał Meisel

Opiekun projektu studenckiego: dr inż. Michał Maćkowski

Koncepcja i cel projektu

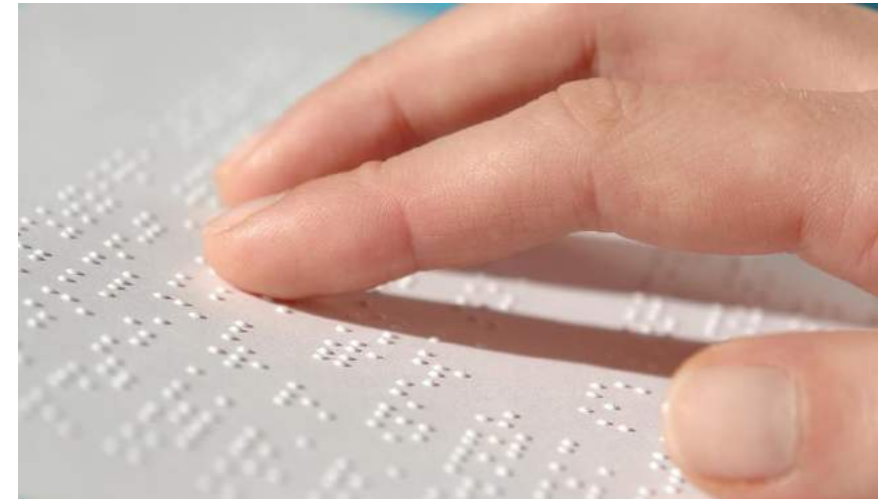
Celem projektu było zaprojektowanie architektury systemu do wspomagania nauczania zdalnego osób z dysfunkcją wzroku, działającego w formie synchronicznej współpracy ucznia z nauczycielem oraz przeprowadzenie badań funkcjonalności tego systemu.

W ramach pracy wykonane zostały następujące elementy:

- Projekt architektury systemu do zdalnej edukacji osób niewidomych.
- Aplikacja mobilna na system Android, dostosowana do potrzeb osób niewidomych.
- Aplikacja mobilna dla nauczyciela do zdalnej nadzorowanej pracy z uczniem niepełnosprawnym.
- Opracowanie algorytmu komunikacji synchronicznej pomiędzy urządzeniami wchodzącymi w skład systemu.
- Opracowanie przykładowych materiałów edukacyjnych z zadaniami wykorzystującymi interaktywną grafikę dotykowo-dźwiękową.
- Badanie funkcjonalności i użyteczności zaprojektowanego systemu .

Założenia dla aplikacji

- Wcześniejsza metoda zakładała, że opisy elementów udostępniane są w alfabecie Braille'a.
- Wymaga to od użytkownika cofania ręki z elementu w celu przeczytania jego opisu.
- Aplikacja pomaga uniknąć tego problemu i pozwala dostosować treść komunikatów głosowych po dotknięciu.
- Opisy do zadań mogą się różnić.
- Dodano możliwość wykonywania testów.
- Możliwość wykorzystania w pracy zdalnej z uczniami.



Wsparcie dla edukacji zdalnej

- Praca na odległość – połączenia głosowe (VoIP)
- Sprawdzanie aktywności ucznia (SignalR)
- Monitorowanie postępów (obsługa testów)
- Obsługa autoryzacji (Token)



Architektura systemu zdalnej edukacji 1/2

- Projekt systemu zakładał rozszerzenie działania aplikacji o moduł VoIP (Voice over Internet Protocol). Dwa tablety komunikują się za pomocą Internetu, wykorzystując przy tym serwer umiejscowiony na Politechnice Śląskiej.
- Projekt systemu od początku brał pod uwagę fakt że jeden tablet może być używany zarówno przez ucznia, jak i nauczyciela. Wymagało to wprowadzenia odpowiednich zabezpieczeń przy logowaniu do aplikacji.
- Nauczyciel może rozpoczynać i kończyć połączenia, natomiast uczeń może odebrać, odrzucić i zakończyć rozmowę.

Wymagania funkcjonalne 1/2

1. Nauczyciel korzystający z aplikacji jest w stanie przeglądać listę aktualnie zalogowanych uczniów.
2. Nauczyciel może rozpocząć i zakończyć połączenie głosowe z wybranym uczniem.
3. Uczeń może odbierać, odrzucać i kończyć rozmowy głosowe
4. System umożliwia przeglądanie listy aktywnych uczniów.
5. System umożliwia rozpoczęcie, podtrzymywanie oraz kończenie rozmów głosowych.

Wymagania niefunkcjonalne 1/2

1. System wymaga połączenia z Internetem w celu wykonywania połączeń głosowych.
2. Bezpieczeństwo komunikacji głosowej zapewnione jest dzięki zastosowaniu odpowiednich rozwiązań dostępnych na rynku.
3. Dostęp do systemu zabezpieczony jest poprzez autoryzację użytkowników za pomocą loginu i hasła.
4. System nie ujawnia żadnych danych osobowych osobom postronnym.

Komunikacja pomiędzy tabletami

- Przyjętym mechanizmem komunikacji pomiędzy urządzeniami jest protokół VoIP. Wykorzystuje on w tym celu połączenie Internetowe. Dane przekazywane pomiędzy urządzeniami są zabezpieczone na każdym etapie komunikacji.
- Cały mechanizm zakłada, że możliwość rozpoczęcia rozmowy jest dostępna jedynie dla nauczyciela. Natomiast zakończyć rozmowę może uczeń i nauczyciel.
- Główna komunikacja odbywa się za pośrednictwem serwera gdzie każdy użytkownik ma przypisany swój prywatny numer telefonu.
- W celu zapewnienia prostoty korzystania z modułu komunikacji głosowej, do obsługi rozmów wykorzystano menu nawigacyjne w aplikacji mobilnej.

Architektura systemu zdalnej edukacji 2/2

- Poza modułem do rozmów, drugim ważnym aspektem była praca z uczniem – wybór określonego zadania i monitorowanie pracy ucznia.
- W tym celu zaprojektowany został moduł pracy synchronicznej, wysyłający informację na temat obecnie wybranego zadania. Po otrzymaniu informacji zadanie wyświetla się natychmiast na urządzeniu ucznia oraz nauczyciela.
- Nauczyciel może śledzić miejsca wybierane przez ucznia na obrazie zadania w czasie rzeczywistym.

Wymagania funkcjonalne 2/2

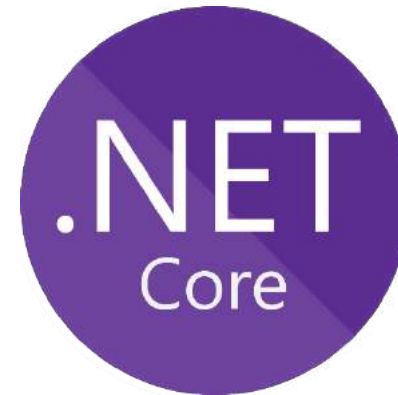
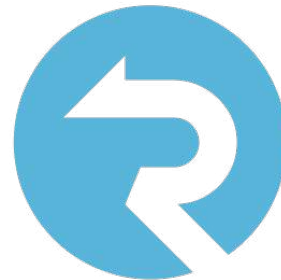
1. Nauczyciel może przeglądać zadania przypisane do wybranego ucznia.
2. Nauczyciel może wybrać zadanie do realizacji przez wskazanego ucznia.
3. Nauczyciel może monitorować miejsca aktualnie wskazywane przez ucznia.
4. Uczeń może realizować zadanie wybrane przez nauczyciela.
5. System pozwala wymusić wyświetlenie zadania na urządzeniu ucznia.
6. System udostępnia listę zadań przypisaną do określonego ucznia.
7. System zapewnia synchroniczne monitorowanie aktywności ucznia.

Wymagania niefunkcjonalne 2/2

1. System wymaga połączenia Internetowego w celu pracy synchronicznej.
2. System zapewnia bezpieczeństwo i anonimowość wymiany danych między urządzeniami.
3. Dane „nie wyciekają” poza system, a dostęp do modułu pracy synchronicznej jest zabezpieczony autoryzacją loginem i hasłem.
4. System zapewniający komunikację ulokowany jest na serwerze zapewniającym obsługę zadań.

Implementacja aplikacji testowej/serwera

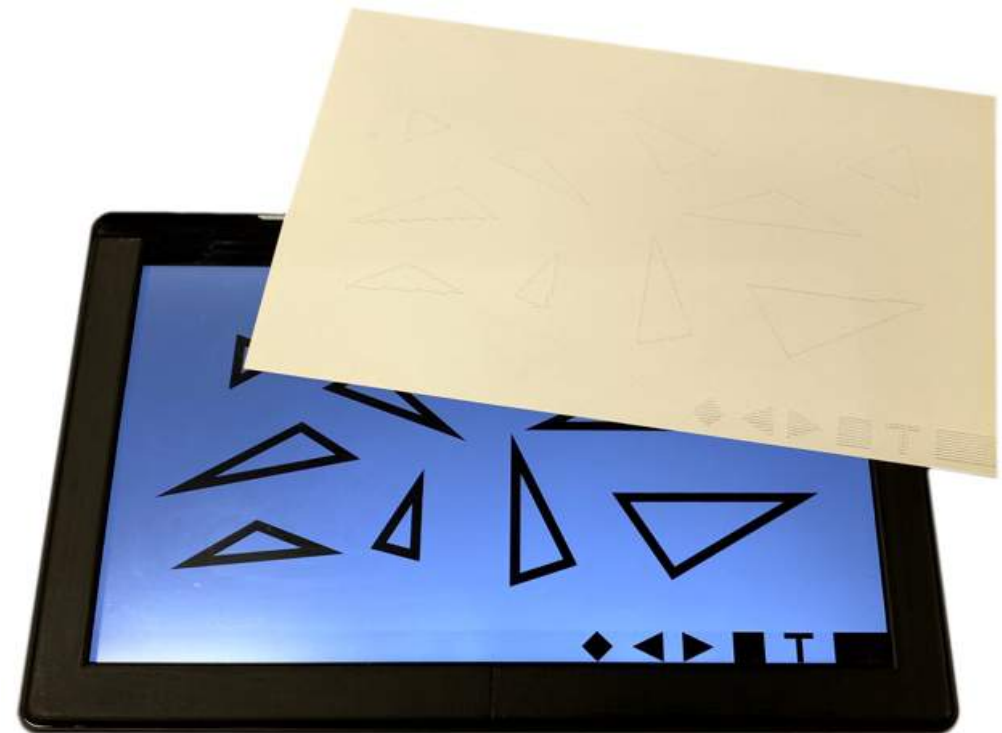
- Aplikacja dla systemu Android – środowisko: AndroidStudio
- Język: Kotlin
- Biblioteki: Dagger2, ButterKnife, Volley
- Serwer z zadaniami: .NET Core, PostgreSQL,
- System pracy synchronicznej - SignalR
- Serwera komunikacji głosowej – Asterisk VoIP



Stanowisko badawcze

Stanowisko badawcze składa się z kilku elementów:

1. Tabletu z systemem Android z zainstalowaną aplikacją.
2. Wydrukowanych zadań i materiałów na papierze wypukłym.
3. Ramki mocującej materiały na tablecie.



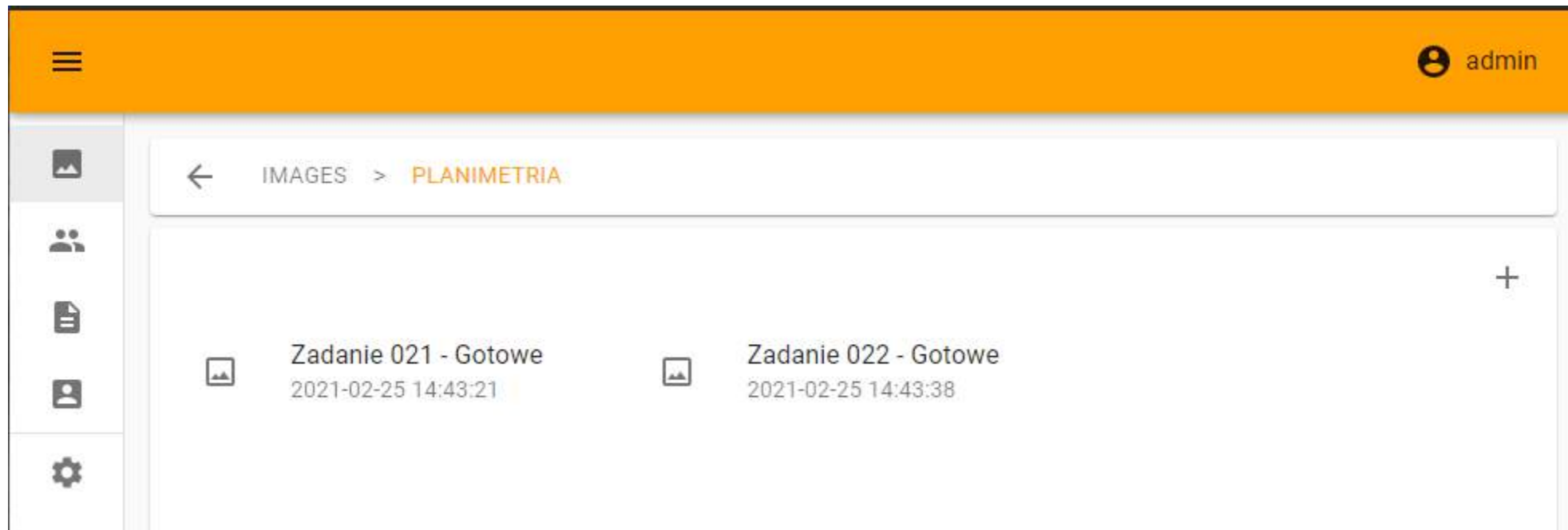
Opracowane reguły

- Poruszanie się po aplikacji oraz dokonywanie wyborów za pomocą menu nawigacyjnego.
- Rozróżnienie ilości kliknięć i dostosowanie komunikatów.
- Możliwości personalizacji – aspekt badawczy.
- Dostosowanie do pracy zdalnej.

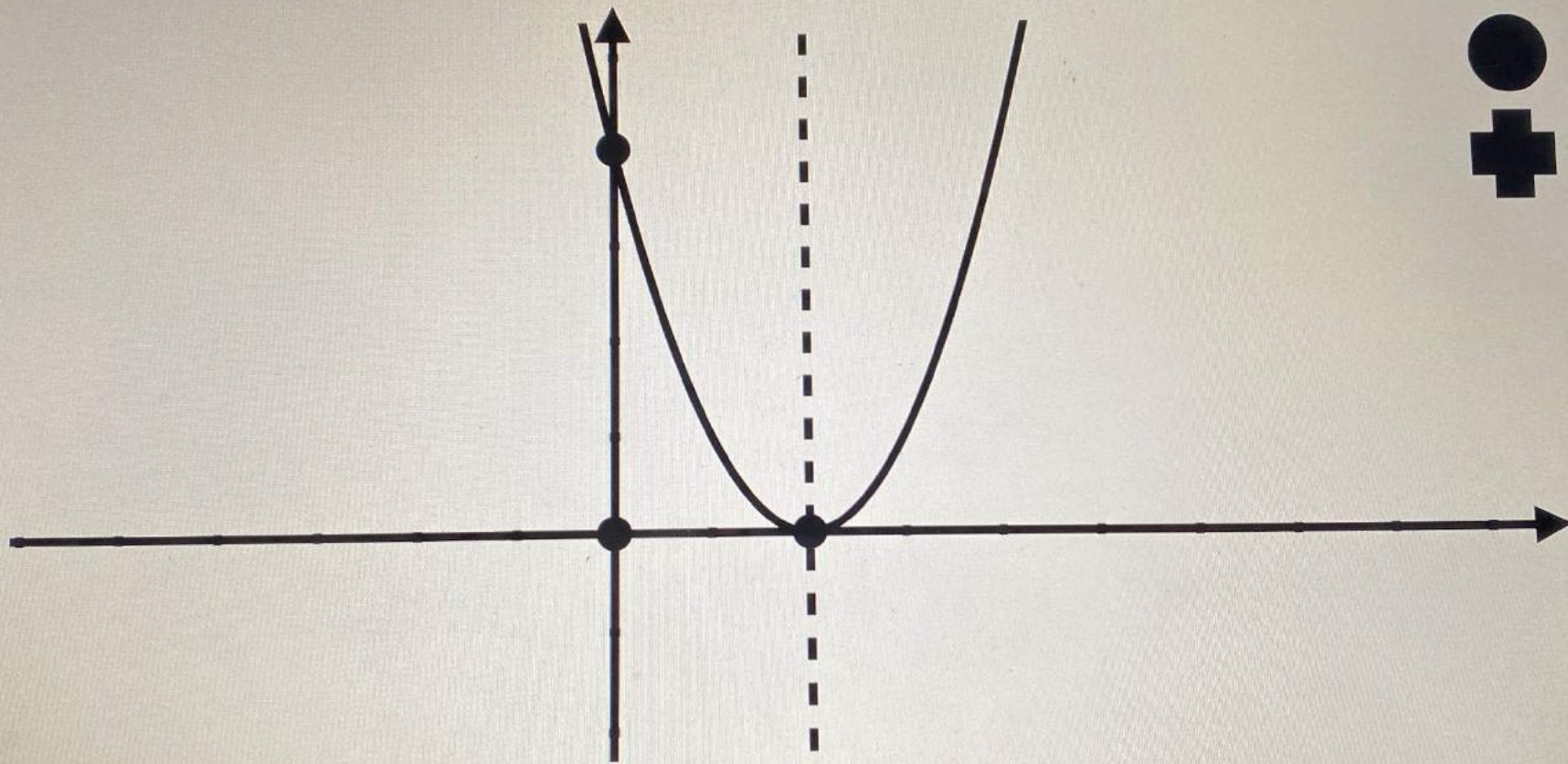


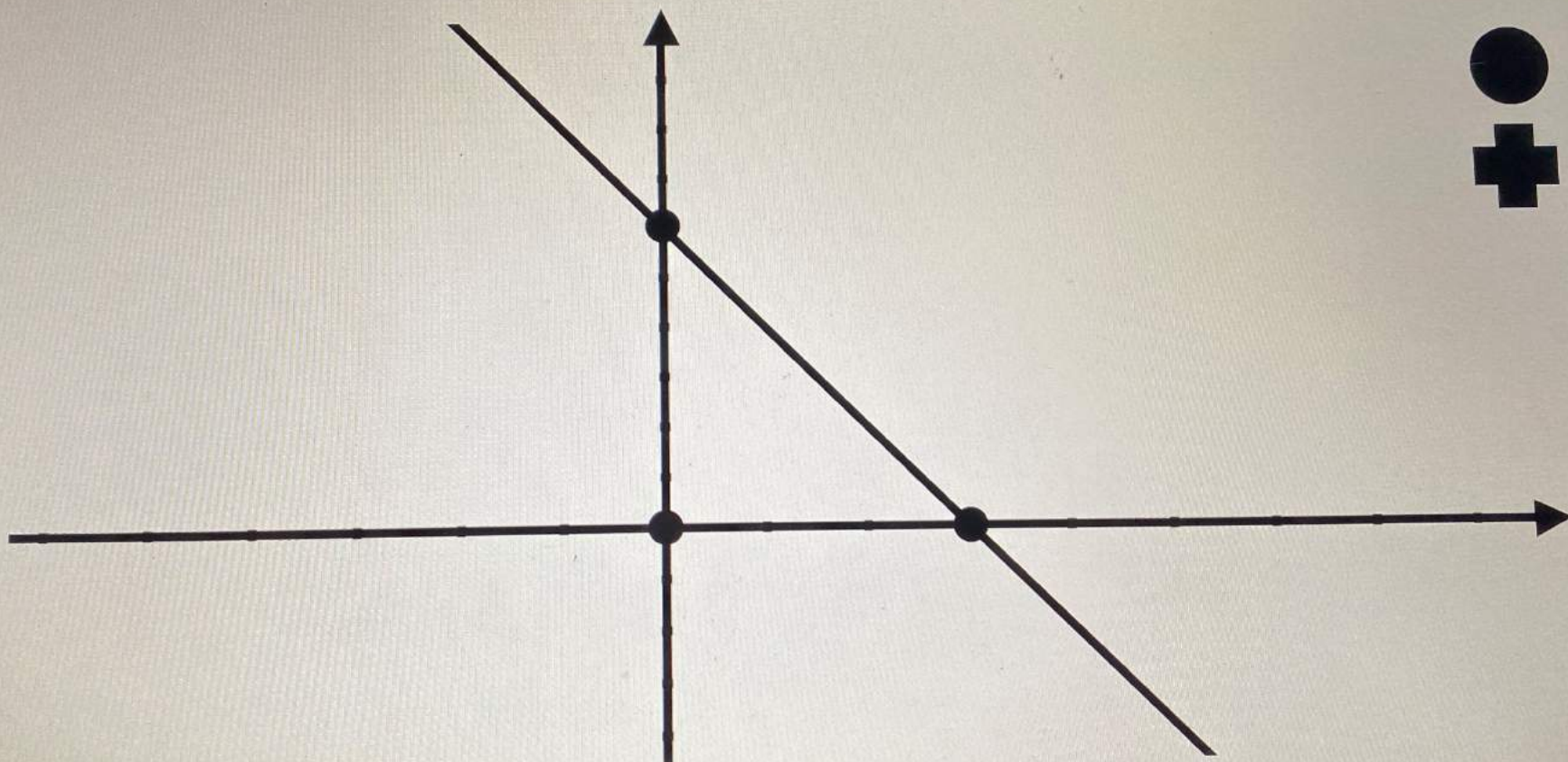
Baza zadań

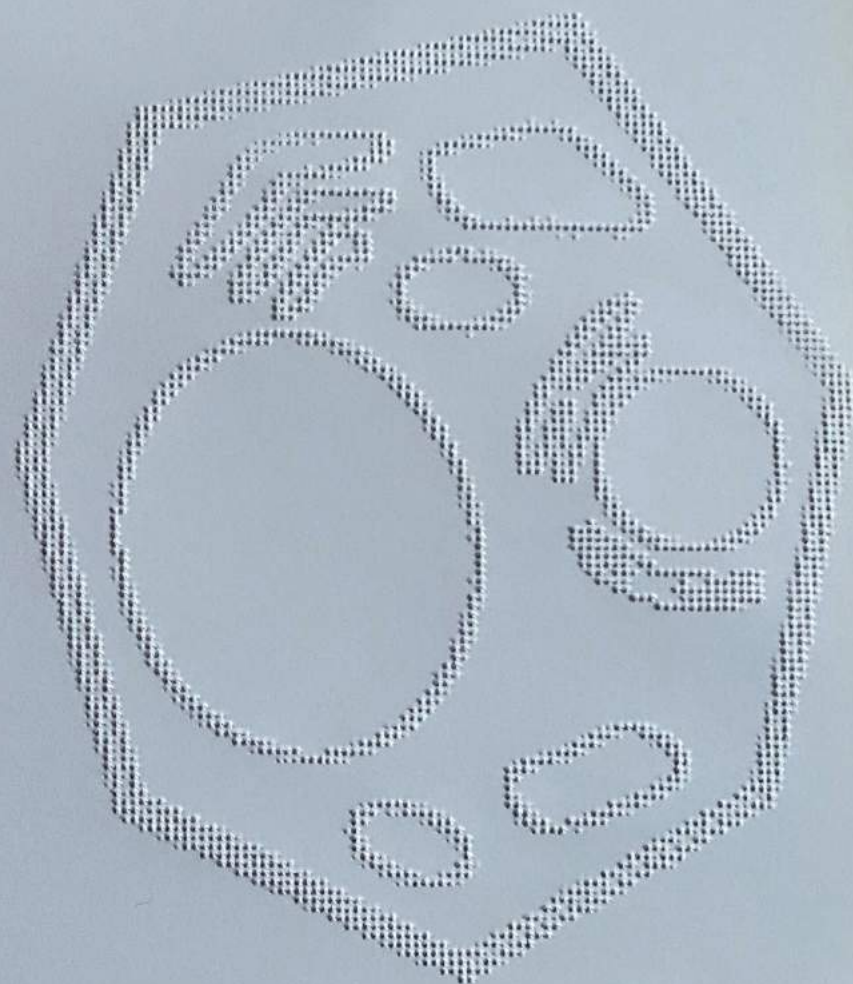
- Aplikacja korzysta bezpośrednio z aplikacji webowej pozwalającej dodawać zadania.
- Serwer z zadaniami umiejscowiony na Politechnice Śląskiej – zapewniony ciągły dostęp.

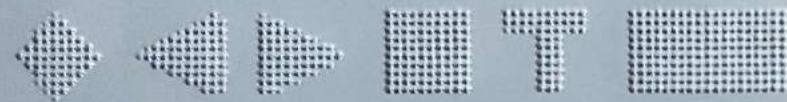
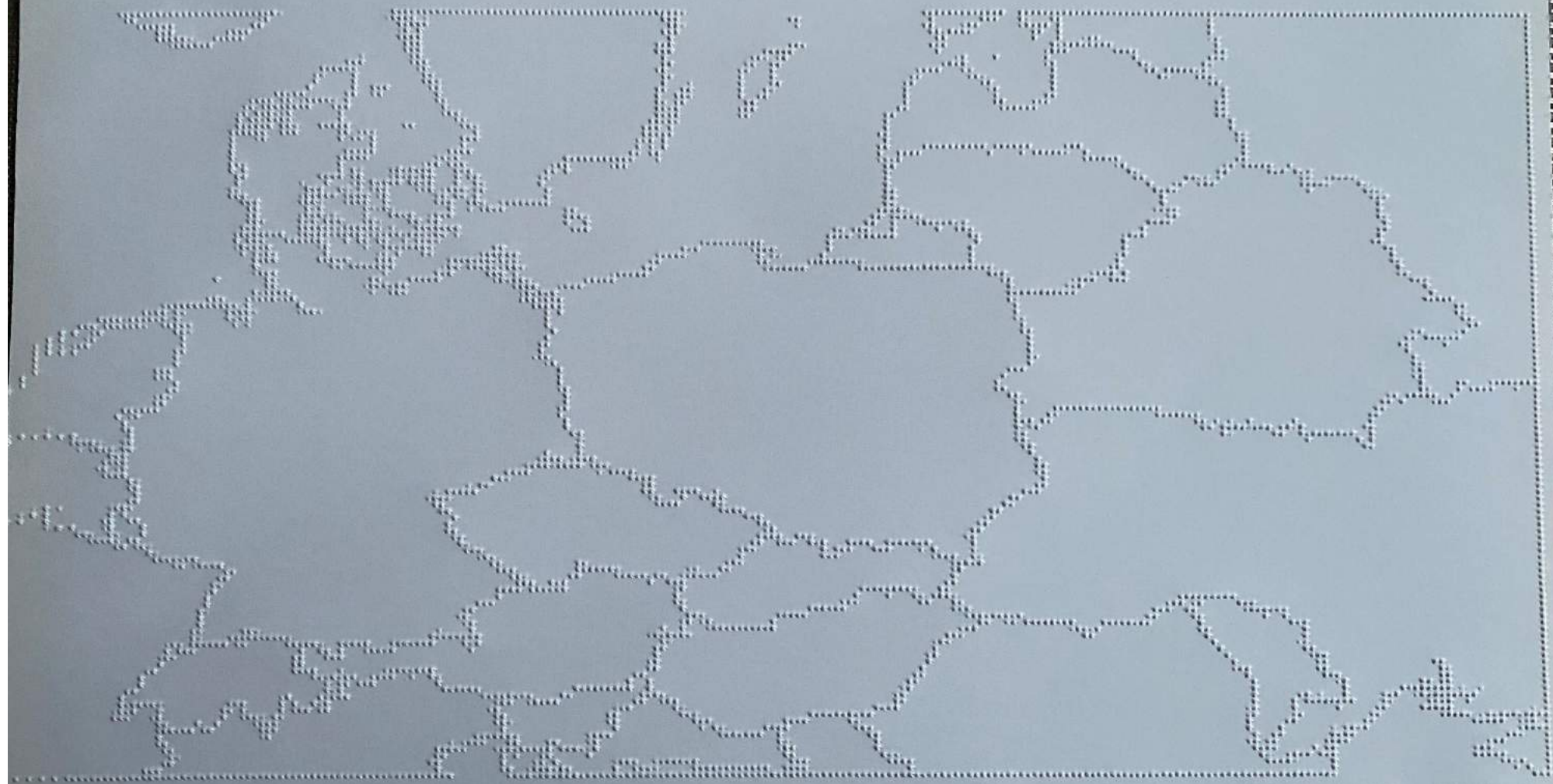


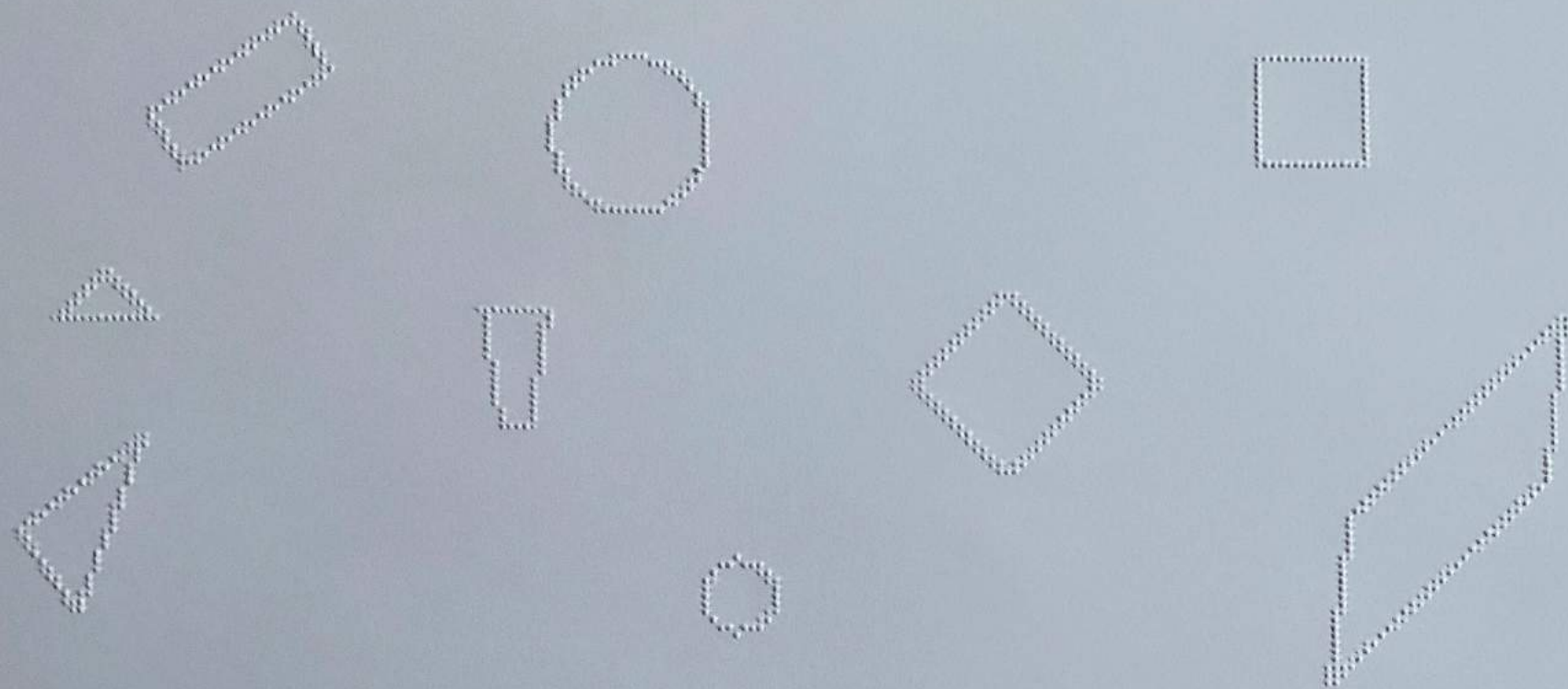
Przykłady przygotowanych zadań



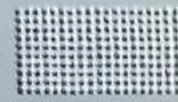
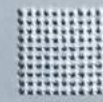
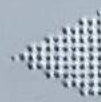
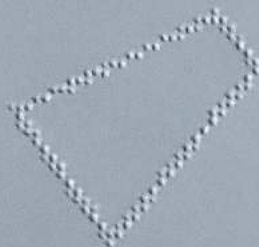
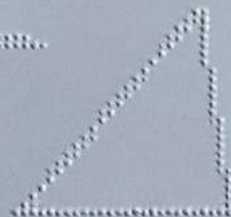








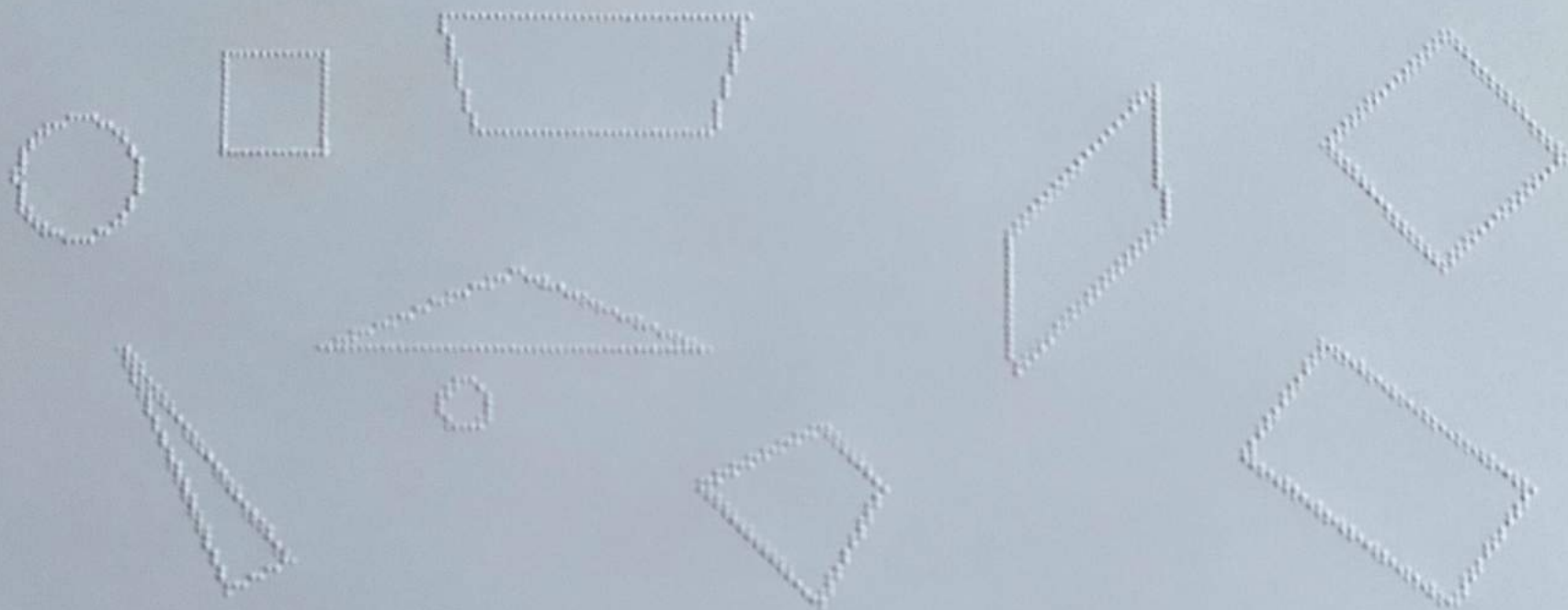






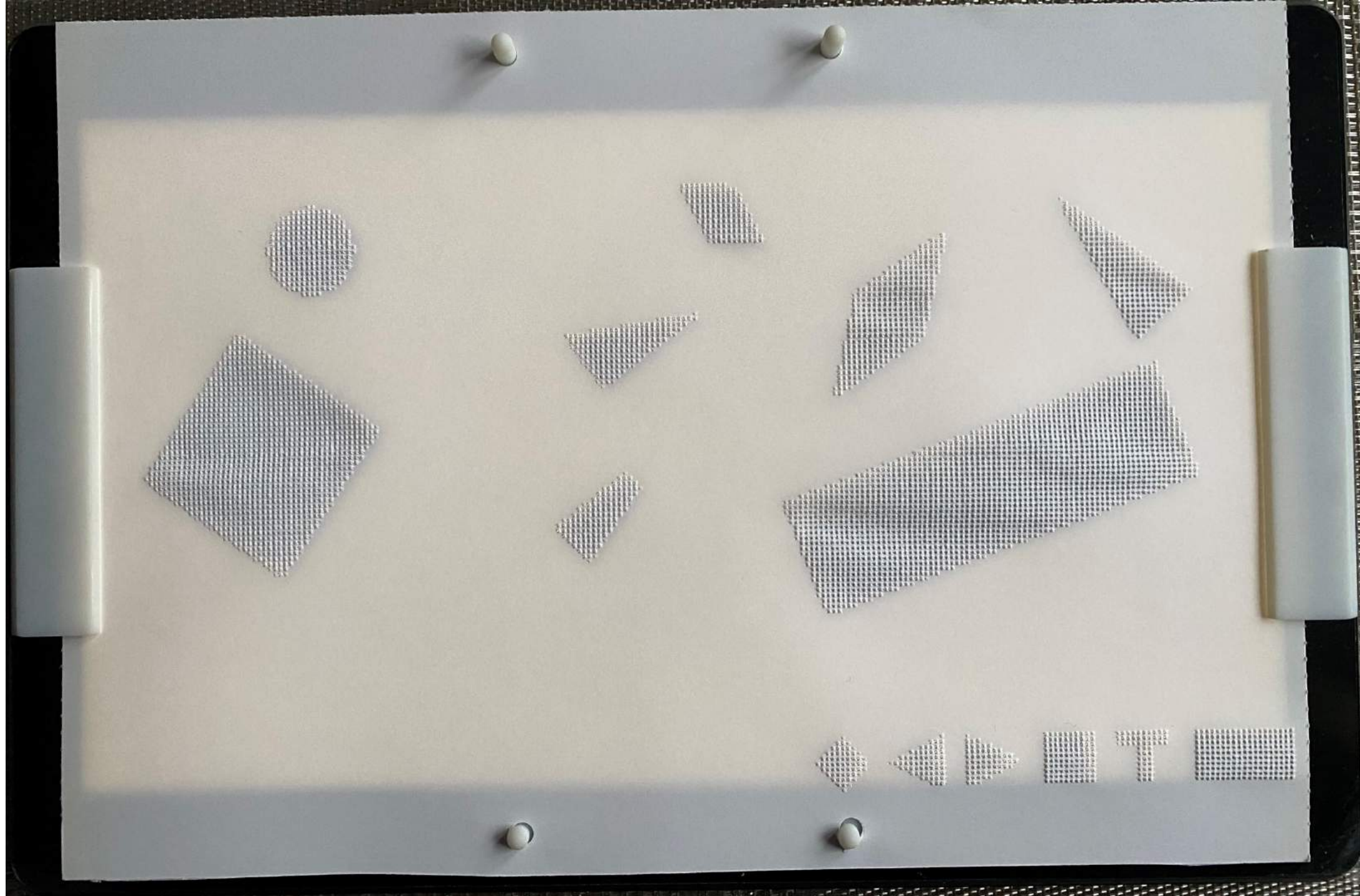
51

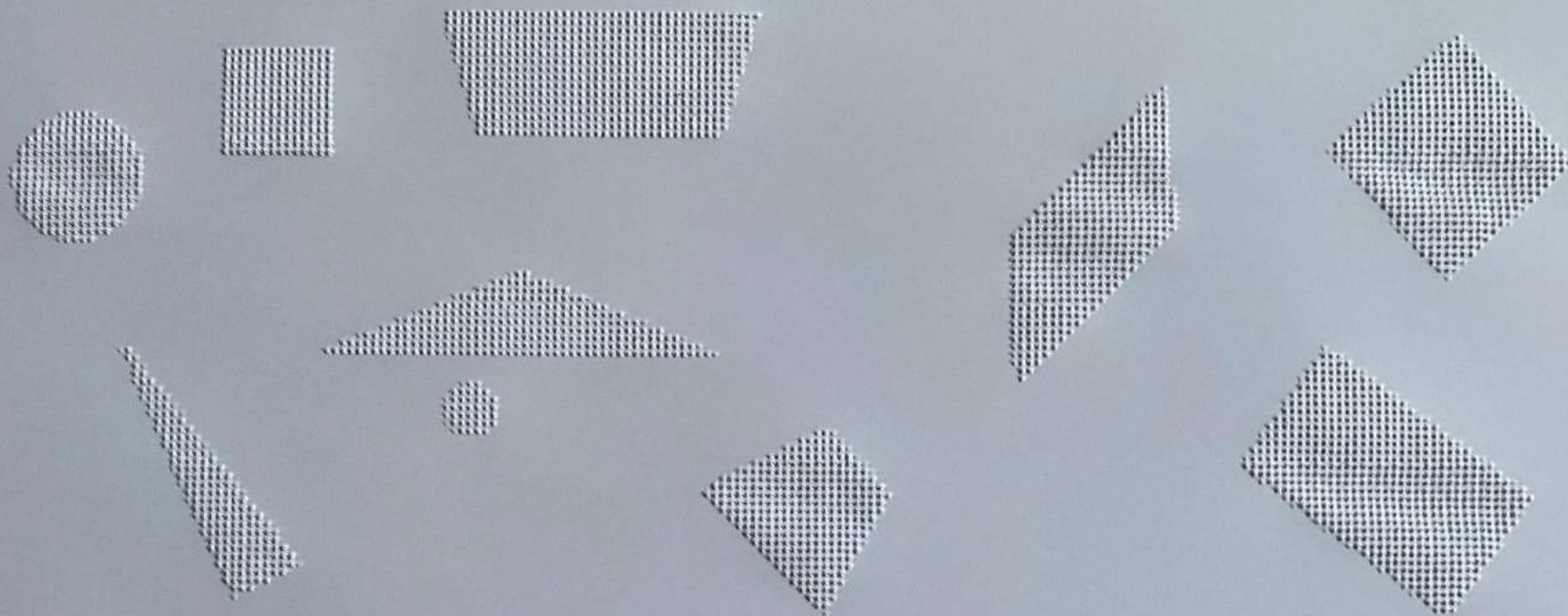


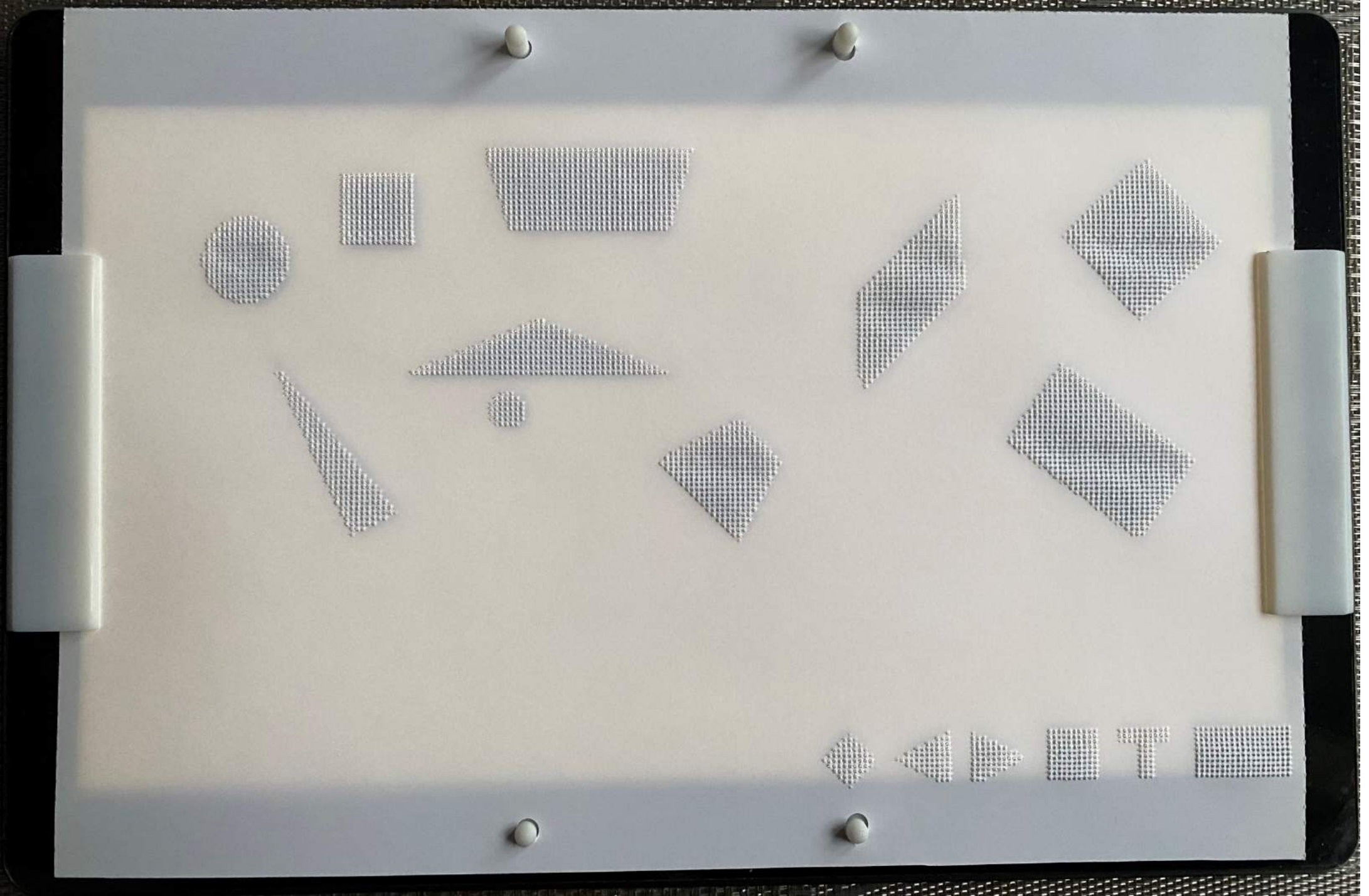


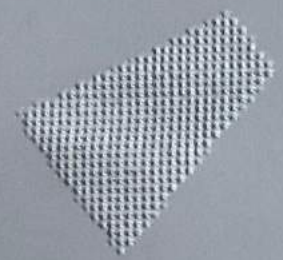
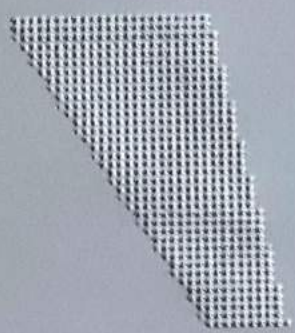
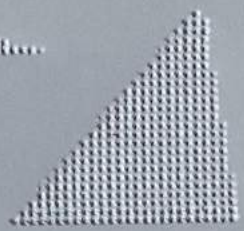
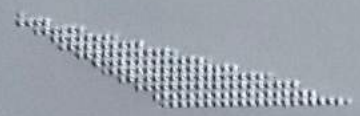














Plan badań



Zaplanowane aspekty badań:

- Dostosowywanie prędkości pomiędzy przyciśnięciami, prędkości mowy syntezy i grubości linii (wykrywanie stuknięcia w udźwiękowione elementy).
- Miejsca stuknięć w ekran – mapa aktywności użytkownika w zadaniach.
- Zapamiętywanie i rozpoznawanie kształtów i figur.
- Zastosowanie aplikacji w matematyce i geografii.
- Badanie efektywności pracy zdalnej ucznia z nauczycielem podczas rozwiązywania zadań z wykorzystaniem opracowanej aplikacji.
- Opinie oceniające korzystanie z aplikacji.

Badania zostały przeprowadzone w ośrodku szkolnym w Laskach obok Warszawy.

Wyniki - zapamiętywanie kształtów

- Badanie polegało na sprawdzeniu ilości zapamiętanych kształtów figur z obrazu. Najpierw uczeń otrzymywał materiały przygotowane w sposób tradycyjny i po określonym czasie opisywał ile i jakie kształty figur zapamiętał.
- Drugim etapem było powtórzenie całego procesu z użyciem materiałów wspomaganych przez zaprojektowaną aplikację.

Wyniki - zapamiętywanie kształtów

	kwadraty	prostokąty	romby	trapezy	równoległoboki	koła	trójkąty
Procent poprawności: wersja tradycyjna	100,00%	100,00%	44,87%	91,67%	87,50%	100,00%	94,12%
Procent poprawności: wersja z tabletem	100,00%	100,00%	66,67%	100,00%	96,88%	100,00%	100,00%
Różnica procentowa	0,00%	0,00%	21,79%	8,33%	9,37%	0,00%	5,88%

Wyniki - zapamiętywanie kształtów

Liczba elementów na obrazie	Średnia: wersja tradycyjna	Średnia: wersja z tabletem	Różnica
6	81,25%	100,00%	18,75%
7	95,83%	91,67%	-4,17%
8	87,92%	100,00%	12,08%
9	87,08%	97,92%	10,83%
10	90,00%	100,00%	10,00%
11	86,43%	100,00%	13,57%
12	93,33%	100,00%	6,67%

Średnia wszystkich zadań		
Średnia: wersja tradycyjna	Średnia: wersja z tabletem	Różnica
87,38%	98,61%	11,23%

Średnia wszystkich kształtów		
Średnia: wersja papierowa	Średnia: wersja z tabletem	Różnica
88,31%	94,79%	6,48%

Wyniki - rozpoznawania kształtów

W badaniu sprawdzano umiejętność rozpoznawania kształtów konkretnie trójkątów i czworokątów. Uczniowie mieli najpierw dostępny tryb nauki w którym zapoznawali się z przykładowym zadaniem. Następnie otrzymywali zadanie o podobnym poziomie trudności do którego przygotowane były pytania sprawdzające.

	Zadanie: kształty trójkąty	Zadanie: kształty kwadraty
Procent poprawnie określonych	67,27%	66,36%

Wyniki - porównywanie wielkości

Badanie przebiegało w analogiczny sposób jak w przypadku rozpoznawania, przy czym pytania dotyczyły porównywania wielkości kształtów.

	Zadanie: wielkość trójkąty	Zadanie: wielkość kwadraty
Procent poprawnie określonych	89,09%	92,73%

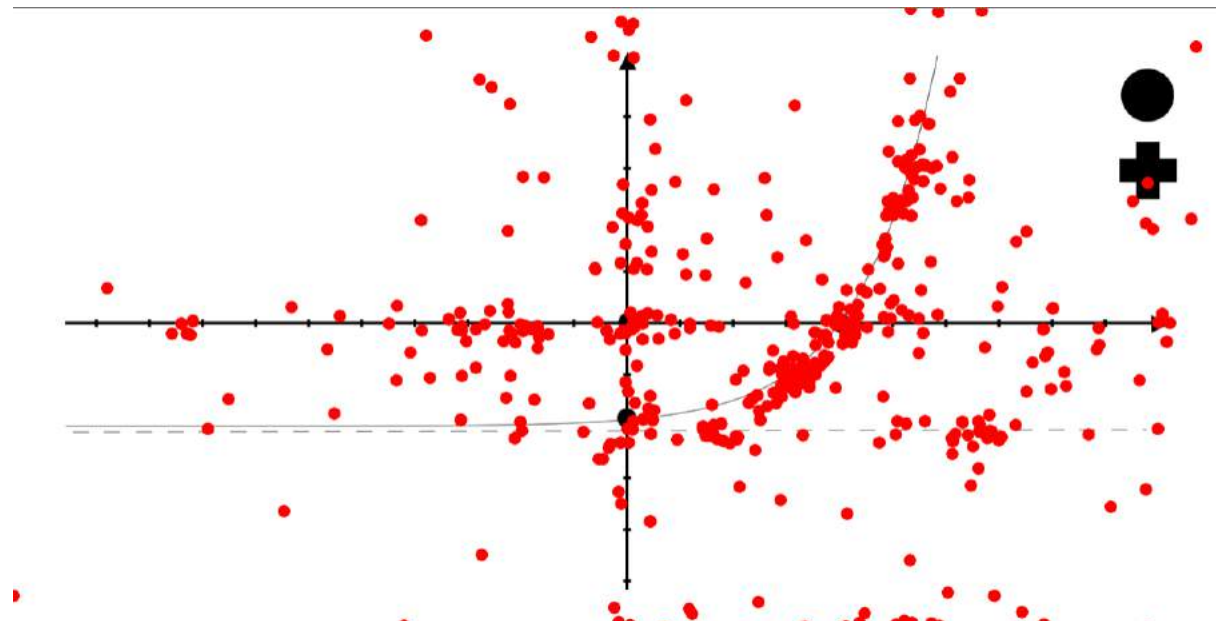
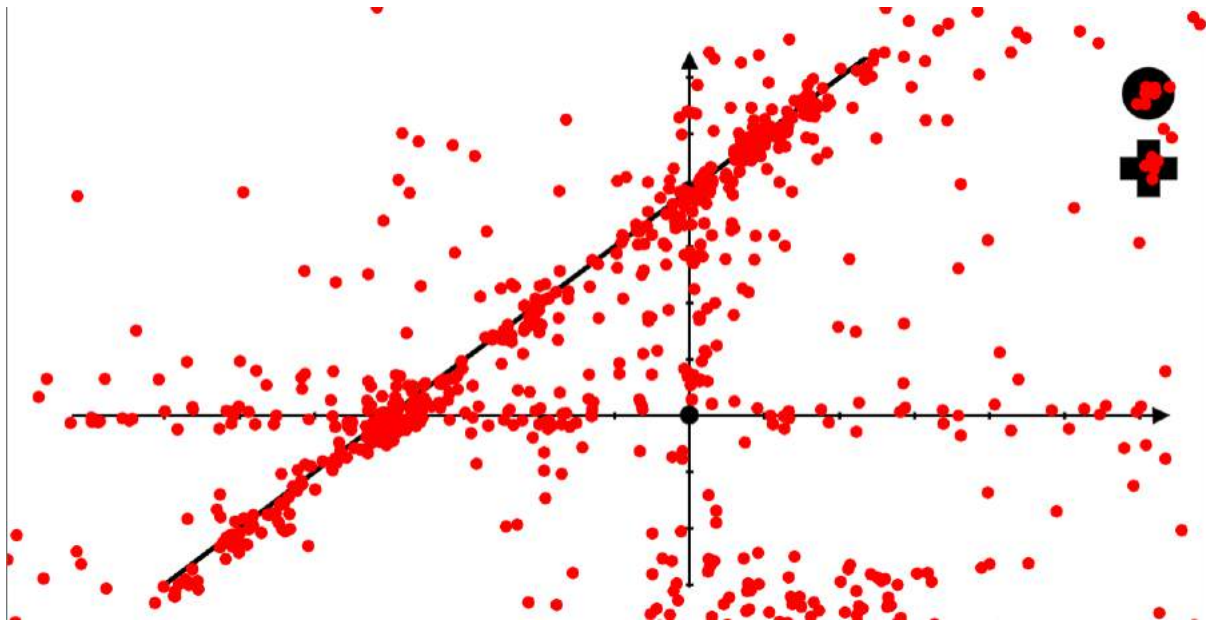
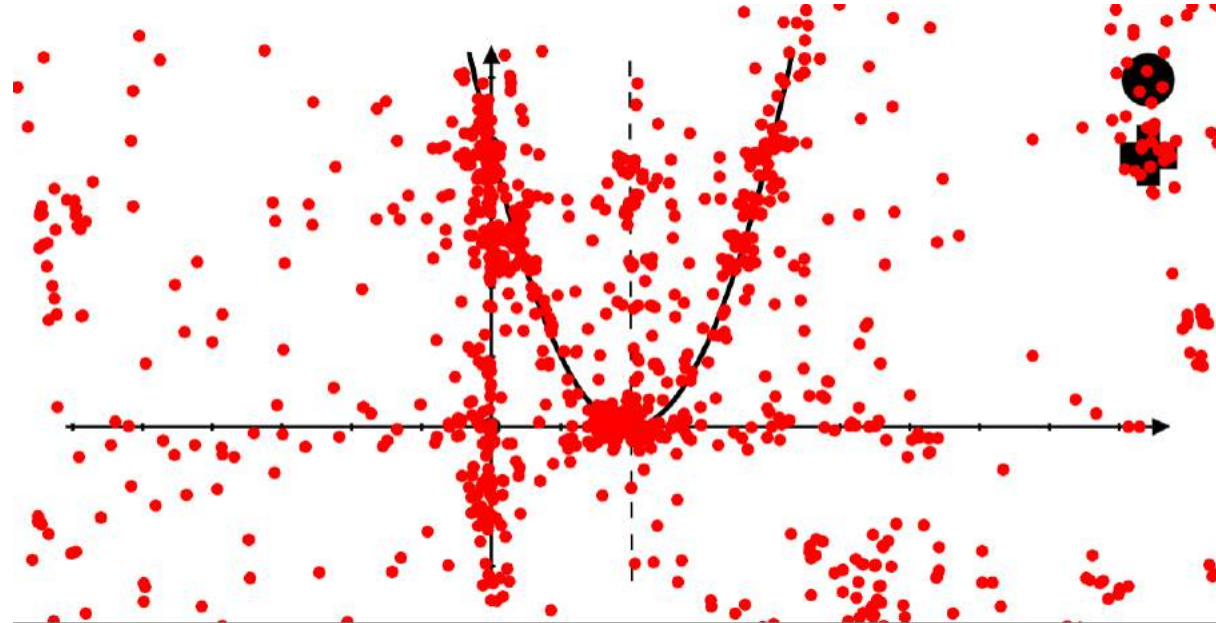
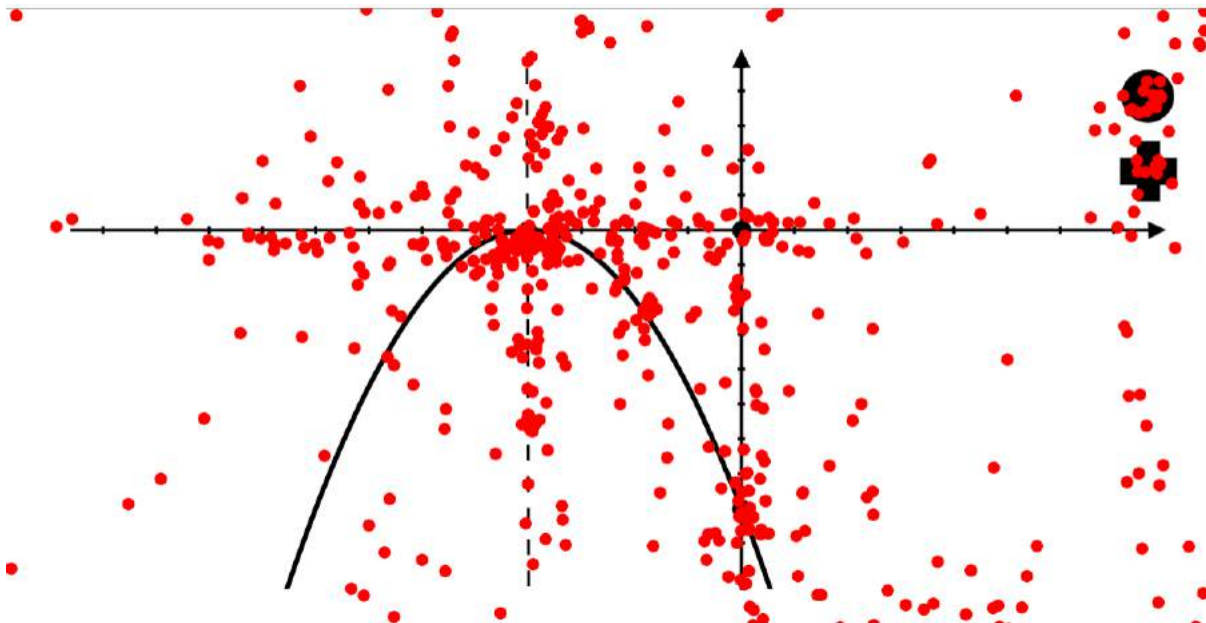
Wyniki – zadania z geografii (znajomość mapy Polski)

W badaniu uczeń otrzymywał zadanie z podziałem Polski na województwa. Na początku został określony czas na zapoznanie się z mapą. Aplikacja dostarczała informacji na temat nazwy, stolicy, wielkości (w km²) i liczbie mieszkańców województwa. Po upływie wyznaczonego czasu, uczeń musiał odpowiedzieć na przygotowane pytania.

Poprawne odpowiedzi	81,67%
------------------------	--------

Wyniki - zadania z matematyki

- W badaniu weryfikowane było zastosowanie aplikacji w trakcie pracy na zajęciach z uczniem. Przygotowane zadania zawierały funkcje kwadratowe, liniowe i hiperbole. Uzyskanym wynikiem były mapy aktywności ucznia.
- Na podstawie map aktywności ucznia na obrazie, dokonano analizy skuteczności rozpoznawania elementów obrazu.
- Zebrane dane są wykorzystywane do dostosowania interaktywnych obrazów dźwiękowo-dotykowych dostosowanych do potrzeb uczniów niepełnosprawnych wzrokowo.



Możliwości rozwoju aplikacji

- Kontynuacja pracy z modułami pracy zdalnej i testy ich działania.
- Rozwój obsługi dowolnego obrazu i elementów obrazu SVG.
- Zastosowanie aplikacji w innych przedmiotach szkolnych tj. fizyka i historia.

Podsumowanie



- Projekt miał na celu stworzenie i dostosowanie narzędzia wspomagającego naukę osób niewidomych i niedowidzących.
- Pole zastosowań i rozwoju aplikacji jest bardzo szerokie.
- Zakres zrealizowanych prac pozwala usprawnić efektywność nauki zdalnej.