

Polski Interaktywny System Alternatywnej Komunikacji PISAK

Prof. dr hab. Piotr DURKA

Stephen Hawking¹, Przemek Chrzanowski², Jason Becker³, Jean Dominique Bauby⁴ to osoby, którym choroba lub wypadek odebrały kontrolę nad mięśniami w stopniu uniemożliwiającym nie tylko mówienie, ale również korzystanie z klawiatury, myszki czy języka migowego. Zamyka to dostęp do wszystkich standardowych sposobów komunikacji i właśnie dlatego w przypadku takiej niepełnosprawności pojawia się potrzeba przywołanej w tytule komunikacji alternatywnej.

Najczęściej jest ona realizowana za pośrednictwem opiekuna, który rozpoznaje gesty lub intencje osoby niemówiącej. Do takiej komunikacji wystarczy rozpoznawanie jednego tylko gestu, na przykład ruchu głowy, oczu czy skurczu policzka. Opiekun może pokazywać osobie niemówiącej kolejne litery lub symbole, a ona tym jednym gestem może wybierać te, które złożą się w zdania. Niestety, nawet pośrednictwo opiekuna nie zapewni możliwości komunikacji 24 godziny na dobę. Nie chodzi tu tylko o pisanie książek czy wspomnień, ale też najprostsze czynności, jak zgaszenie światła czy włączenie radia.

Pełne poczucie sprawczości i częściową niezależność od obecności opiekuna może zapewnić

komputer wyposażony w odpowiednie oprogramowanie i urządzenie wejściowe.

Urządzenie wejściowe zastępuje klawiaturę i myszkę i powinno być dostosowane do potrzeb i możliwości użytkownika. Najpopularniejszym urządzeniem wejściowym jest przycisk/przetłącznik (ang. *switch*), który można naciskać ręką, nogą, głową – w zależności od tego, którą grupę mięśni najłatwiej danej osobie kontrolować.

Na przykład prof. Hawking udziela wywiadów⁵ i pisze książki, używając przetłącznika umieszczonego nad policzkiem. Oto fragment z jego strony internetowej⁶: *Od roku 1997 mój system komunikacji, oparty o komputer, jest sponsorowany i tworzony przez firmę Intel® (...) Główny dostęp do komputera mam poprzez program o nazwie EZ Keys, wyświetlający na ekranie klawiaturę. Cursor skanuje tę klawiaturę po kolumnach i wierszach. Mogę wybrać znak ruszając policzkiem żeby zatrzymać cursor. Ruch mojego policzka jest wykrywany przez przetłącznik (switch) oparty o czujnik podczerwieni, który jest zamontowany na moich okularach. Ten przetłącznik to jedyny interfejs łączący mnie z komputerem. Program EZ Keys zawiera algorytm przewidywania tekstu, więc zazwyczaj wystarczy wpisać kilka pierwszych znaków, żeby wybrać całe słowo. (...) Mogę również wyklądać. Piszę wykład wcześniej*

¹ Na podstawie jego życiorysu nakręcono film „Teoria wszystkiego”.

² Pierwotwór bohatera kinowego przeboju ostatnich lat pt. „Chce się żyć”; film dokumentalny Ewy Pięty z roku 2004, opisujący prawdziwą historię Przemka jest dostępny pod adresem <http://vod.tvp.pl/4288355/jak-moty1>

³ Kiedyś najlepszy gitarzysta rockowy, por.: <http://jasonbecker.com>

⁴ Autor książki „Skafander i motyl”; na podstawie tej książki nakręcono film „Motyl i Skafander”.

⁵ https://www.ted.com/talks/stephen_hawking_asks_big_questions_about_the_universe

⁶ Tłumaczenie autora ze strony <http://www.hawking.org.uk/the-computer.html>



"Chciałbym móc samemu włączyć i obejrzeć filmy rodzinne, posłuchać muzyki przywołującej rodzinne wspomnienia."
— Kuba



Naciskając przycisk głową, Kuba wyświetla galerię filmów ze swojego dzieciństwa.



"Chciałbym móc dalej pisać wiersze."
— pan Janusz



Pan Janusz dmuchnięciami może napisać w PISAKu wiersz.

ASPEKT SPOŁECZNY:

- » przeciwdziałanie wykluczeniu społecznemu i cyfrowemu
- » wzbudzenie pragnień z nutami niepełnosprawności
- » spokojnie realizować w czasie trwania całego projektu
- » włączony z udziałem osób niepełnosprawnych
- » umożliwienie wyrażenia własnych myśli
- » komunikacja

OPROGRAMOWANIE:

- » najnowsze technologie, druk 3D
- » łatwo modyfikowalne
- » obsługujące wiele urządzeń: ekran dotykowy, myszka, w przyszłości: EEG
- » na scenie ERP
- » specjalnie przygotowane dystrybucje Linux
- » dedykowane dla bibliotek do utrzymania i modyfikowania pod zleceniem pisak.org

PROJEKT PISAK

PISAK to platforma komputerowa. Jej zadaniem jest przeciwdziałanie wykluczeniu społecznemu i cyfrowemu osób z dramatycznie ograniczonymi możliwościami komunikacyjnymi poprzez stworzenie cyfrowej przestrzeni komunikacyjnej (mail, blog) oraz zapewnienie narzędzi do samodzielnego porozumiewania się [komunikator literowy oraz symboliczny]. Rozwijany równoległe dodatkowo moduł zapewnia jednocześnie obsługę plików multimedialnych takich jak zdjęcia, filmy, czy muzyka.



"Chciałbym móc się komunikować ze światem, wyrażać swoje myśli, kierując je do wszystkich."
— Radek



Radek, kontrolując PISAKa spojrzeniem, może pisać własnego bloga.



"Chcę móc w pełni samodzielnie się porozumiewać."
— Przemek



Przemek głową przynosi do PISAKa swoją książkę do komunikacji symbolami Bliss-a.

Projekt realizowany przez konsorcjum składające się z firmy BrainTech, Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, Stowarzyszenia "Ożarówka" oraz Stowarzyszenia "Mówić Bez Słów", dofinansowany ze środków NCBR w ramach programu "Innowacje Społeczne".



i zapisują go na dysku. Mogę go potem wystać do syntezatora mowy zdanie po zdaniu.

Niestety niewielu niepełnosprawnych może cieszyć się indywidualnym wsparciem bogatej korporacji. Dlatego stworzyliśmy system PISAK⁷, który jest dostępny na otwartej licencji GPL, jak GNU/Linux na stronie <http://pisak.org>, utrzymywanej przez firmę BrainTech⁸.

PISAK należy do grupy alternatywnych i wspomagających metod komunikacji (ang. *Augmentative and Alternative Communication*, AAC). Idealnym rozwiązaniem w tej dziedzinie byłoby zapewnienie użytkownikom mającym dramatycznie ograniczone możliwości ruchowe pełnego dostępu do standardowych funkcji komputera. Niestety, współczesne systemy operacyjne nie są przystosowane do takich celów. Standardowe ułatwienia dostępu dla niepełnosprawnych obejmują głównie powiększanie liter i kontrastowe ikony dla niedowidzących, ale od strony sterowania – wyboru opcji czy wpisywania tekstu – pozostaje klawiatura, myszka i rozpoznawanie wyraźnej mowy.

Dlatego systemy projektowane dla niepełnosprawnych o dramatycznie ograniczonych możliwościach komunikacji obejmują zwykle zaledwie podstawowe funkcje, czyli komunikację przez wybór symboli lub wpisywanie i głośne odczytywanie tekstów. Takie podejście jest już znacznym ułatwieniem, jednak wciąż nie daje użytkownikowi sprawczości, bo samodzielnie wpisane prośby (na przykład wybór filmu czy muzyki) muszą być realizowane przez opiekuna.

PISAK oferuje jednolite środowisko, którego wygląd i sposób obsługi projektowano i dopasowywano do potrzeb niepełnosprawnych od samego początku; kolejne wersje programu były testowane

i opiniowane przez użytkowników AAC, którzy brali również udział w procesie projektowania. Użytkownicy mieli także decydujący wpływ na wybór najbardziej potrzebnych funkcjonalności (modułów), które obejmują:

- prosty edytor tekstów (rys. 2) wyposażony w system podpowiedzi/dopełniania wyrazów, możliwość zapisu plików oraz odczytywania treści przez wbudowany syntezator mowy, podobnie jak opisany wcześniej system używany przez profesora Stephena Hawkinga,
- moduł obsługi tablic komunikacyjnych (rys. 3) umożliwia komunikację symboliczną, jak również samodzielne tworzenie i organizację własnych tablic,
- przeglądarkę plików graficznych, np. zdjęć (rys. 4),
- odtwarzacz muzyki (rys. 5), który można wykorzystywać do odsłuchiwania audiobooków (książek czytanych) lub innych materiałów edukacyjnych audio,
- odtwarzacz filmów i nagrań wideo (rys. 6) – również ta forma przekazu odgrywa coraz większą rolę w edukacji,
- poczta elektroniczna (e-mail),
- i na koniec aktywny udział w Cyfrowym Świecie dzięki możliwości tworzenia własnych blogów.

Moduły te zostały zaprogramowane od podstaw, zapewniają wygodną obsługę w sytuacji, gdy użytkownik zamiast klawiatury może operować tylko jednym przyciskiem. Dostęp do samodzielnego wyboru dowolnego z tych modułów możliwy jest po uruchomieniu programu z ekranu głównego aplikacji PISAK pokazanego na rysunku 1.

Rozpowszechniany przez firmę BrainTech na stronach PISAK.org obraz dysku zawiera kompletny system operacyjny (GNU/Linux) wraz z systemem PISAK, skonfigurowany w ten sposób, że PISAK uruchamia się automatycznie po uruchomieniu komputera⁹. Jest to w pewnym sensie system

⁷ PISAK powstał ramach 3-letniego projektu firmy BrainTech (<http://braintech.pl>), współfinansowanego z funduszy Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Pozostałymi wykonawcami byli: Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, stowarzyszenie „Ożarowska” i stowarzyszenie „Mówić Bez Stów”.

⁸ Firma BrainTech stworzyła PISAKa dzięki częściowemu dofinansowaniu NCBiR, aby umożliwić najbardziej potrzebującym legalne korzystanie z podstawowego oprogramowania za darmo. Aktualnie firma oferuje na zasadach komercyjnych usługi związane z PISAKiem, w tym tworzenie nowych modułów do konkretnych zastosowań, również edukacyjnych. W przygotowaniu jest również oferta dla odbiorców indywidualnych. Aktualne informacje można uzyskać, pisząc na adres kontakt@pisak.org lub przez stronę internetową <http://pisak.org>

⁹ Ze strony <http://pisak.org> można pobrać plik w formacie ISO, zawierający kompletny obraz dysku. Z tego obrazu możemy następnie utworzyć nośnik, na przykład pendrive, z którego możemy uruchomić komputer, lub zainstalować system na dysku twardym. Inną możliwością jest zainstalowanie PISAKa na twardym dysku w działającym systemie Ubuntu 15.10. Dwie ostatnie drogi związane z instalacją systemu przeznaczone są dla doświadczonych użytkowników komputera, zainformowanych z systemem GNU/Linux.



Rysunek 1. Ekran główny programu PISAK, oferujący wybór dostępnych modułów



Rysunek 2. Widok edytora tekstu w programie PISAK

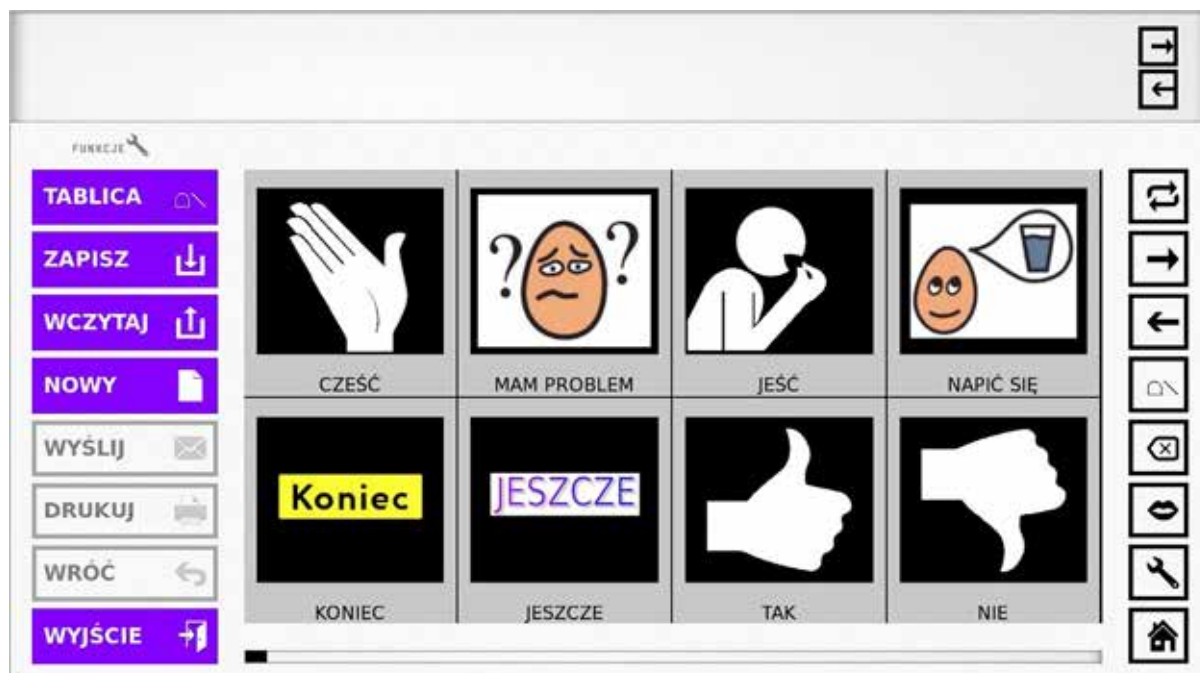
operacyjny przeznaczony dla niepełnosprawnego użytkownika, zapewniający podstawowe narzędzia komunikacyjne potrzebne w edukacji.

Edytor tekstu wyposażony jest w polski synteza-
tor mowy, funkcję przewidywania tekstu oraz możli-
wość zapisywania i wczytywania plików tekstowych.

W pierwszej kolumnie zgromadzone są funkcje
umożliwiające odczytywanie tekstów za pomocą

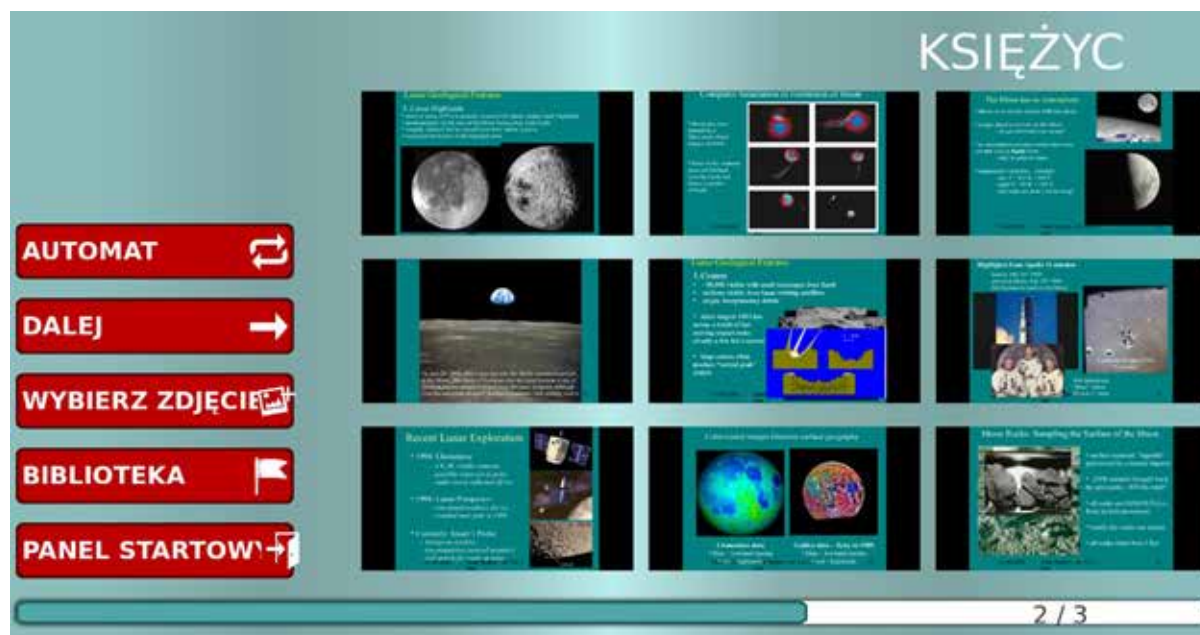
wbudowanego synteza-
tor mowy, zapisywanie
tekstów na dysku i powrót do głównego menu.
Druga kolumna udostępnia najczęściej używane
słowa. Kiedy zaczniemy coś wpisywać, jej zawar-
tość zmienia się w inteligentne podpowiedzi. Jeśli
nie znajdziemy tam wyrazu, który chcemy wpisać,
korzystamy z klawiatury. Nad klawiaturą pojawia się
wpisywany tekst. Przy pomocy tego edytora niepeł-
nosprawni uczeń może samodzielnie robić notatki,
odrabiać lekcje i pisać sprawdziany.

Moduł do obsługi tablic komunikacyjnych umożliwia komunikację za pomocą znaków.



Rysunek 3. Moduł do obsługi tablic komunikacyjnych

Instalowany razem z programem domyślny zestaw symboli alfabetu BLISS¹⁰ można dowolnie rozbudowywać, wprowadzać własne znaki i zdjęcia w formatach PNG i JPG. W ten sposób opiekun może przenieść do PISAka książkę komunikacyjną, używaną wcześniej przez daną osobę w tradycyjny sposób – kolejne ekrany mogą odpowiadać kolejnym stronom książki, dzięki czemu proces „komputeryzacji” będzie mniej stresujący. Moduł zawiera syntezytor mowy.



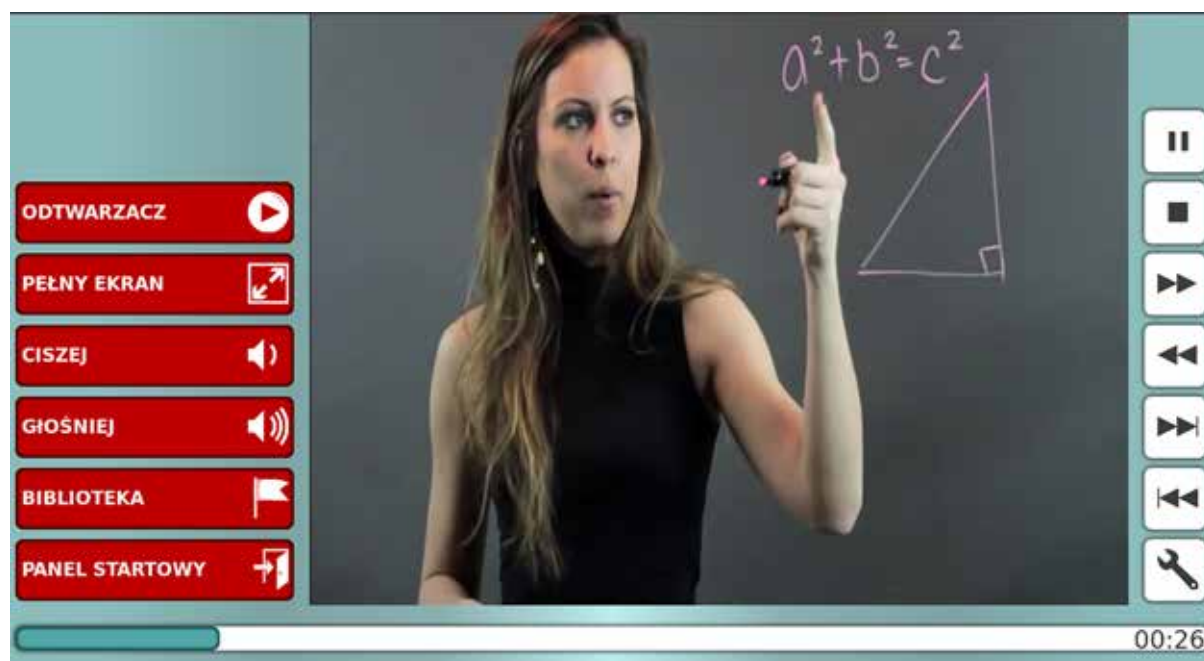
Rysunek 4. Przeglądarka graficzna zapewnia wsparcie edukacji materiałami takimi jak slajdy, wersje elektroniczne książek oraz pomocy naukowych, fotografie i ilustracje

¹⁰ Bliss (ang. *blissymbolics*) – pismo złożone z logogramów (kodów obrazkowych), opracowane przez Austriaka Charlesa K. Bliss (1897-1985), składające się z 4500 znaków. Według pierwotnego założenia miało służyć do tego, aby ludzie na całym świecie bez problemów mogli się porozumiewać.



Rysunek 5. Odtwarzacz plików dźwiękowych umożliwia samodzielny wybór utworu lub książki dźwiękowej, regulację głośności, przewijanie i tworzenie list ulubionych utworów

Wykorzystanie w kształceniu plików wideo może urozmaicić naukę i znacznie rozszerzyć zbiór środków dydaktycznych – coraz więcej filmów edukacyjnych i wykładów można znaleźć na stronach internetowych szkół, portalach edukacyjnych i kanałach YouTube. Odtwarzacz obsługuje popularne formaty wideo.



Rysunek 6. Odtwarzacz wideo dostosowany do obsługi przez niepełnosprawnych

PISAK jest systemem przystosowanym do sterowania „klawiaturą z jednym przyciskiem”, czyli przełącznikiem (ang. *switch*), na przykład takim, jak przełącznik widoczny na rysunku 7.

Przełącznik w postaci dużego klawisza możemy wciskać ręką (jak na rys. 7), głową (jak na rys. 8) czy np. nogą. Ponadto technologie AAC dopracowały się innych rozwiązań, dopasowywanych do



Rysunek 7. Pokaz działania programu PISAK (w górnej ramce) sterowanego przetącznikiem (w dolnej ramce) z wywiadu wideo „Jak wnknąć w umysły ludzi w śpiączce” w programie „Teraz nauka” serwisu newsweek.pl¹¹. Wciśnięcie przycisku wybiera znak lub grupę podświetlaną na ekranie komputera



Rysunek 8. Sterowanie PISAKiem za pomocą przetącznika wciskanego głową

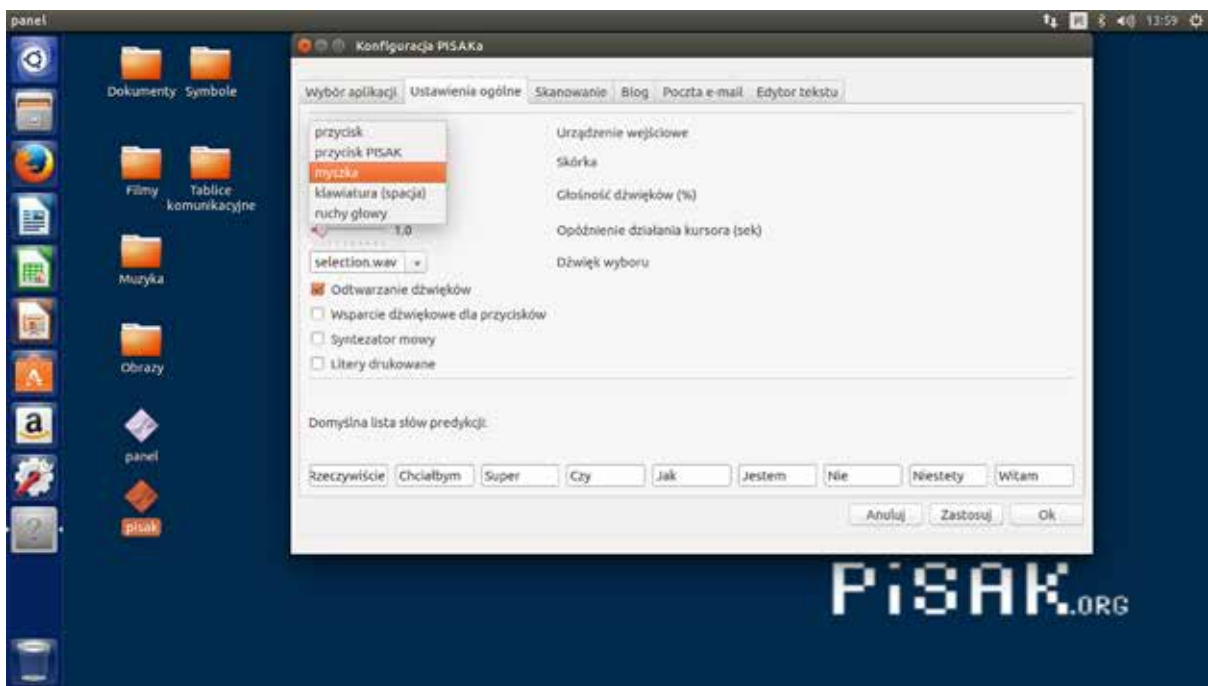
specyficznych potrzeb konkretnych użytkowników. Na przykład wspomniany we wstępie profesor Stephen Hawking korzysta z przetącznika aktywowanego ruchem policzka, a jeden z użytkowników (pan Janusz), którzy brali udział w projektowaniu i testowaniu PISAKa, używa przetącznika aktywowanego lekkim dmuchnięciem (ang. *sip and puff*).

Widoczny moduł konfiguracji dostępny jest dla opiekuna (nie da się go obsługiwać przyciskiem, tak jak PISAKa) po kliknięciu ikony „Panel”. Można tu wybrać najczęściej używane wyrazy, które pojawią się w podpowiedziach (rys. 2), skonfigurować konto e-mail i blog oraz wybrać urządzenie wejściowe.

¹¹ <http://www.newsweek.pl/nauka/jak-siegnac-w-glab-umyslow-ludzi-w-spiaczce-film,384622.html>



Rysunek 9. Sterowanie PISAKiem za pomocą przetacznika uruchamianego oddechem (ang. sip and puff interface)



Rysunek 10. Ekran komputera uruchomionego z dysku USB z systemem PISAK

Interfejs mózg-komputer

A jeśli nie możemy stabilnie kontrolować żadnej grupy mięśni? Wtedy pozostaje interfejs mózg-komputer (ang. *brain-computer interface*, BCI), czyli komunikacja z komputerem – a zatem i światem zewnętrznym – jedynie za pomocą aktywności mózgu, bez pośrednictwa mięśni.

PISAK powstał w zespole, który wcześniej zajmował się właśnie interfejsami mózg-komputer. Cztery lata po pierwszym w Polsce publicznym pokazie działania BCI (w roku 2008 na Wydziale Fizyki UW), w roku 2012 dołączyliśmy do światowej czołówki, prezentując na targach CeBIT najszybszy podówczas interfejs.



Rysunek 11. Największe w świecie targi komputerowe CeBIT w Hanowerze, prezentacja interfejsu mózg-komputer stworzonego na Uniwersytecie Warszawskim przez zespół, który tworzy również PISAKa. Na dużym ekranie wyświetlany jest dodatkowo wielokanałowy elektroencefalogram (EEG)

Tworzone przez nas interfejsy mózg-komputer opierają się o odczyt śladów czynności elektrycznej mózgu z powierzchni głowy, czyli elektroencefalogramu (EEG). Na przykład system pokazany na rysunku 11 wyświetla użytkownikowi osiem symboli w polach, których tło miga z różnymi częstotliwościami. Jeśli użytkownik skoncentruje uwagę na jednym z tych symboli, to w EEG zbieranym z powierzchni głowy (z okolic nad korą wzrokową) pojawi się wzrost częstotliwości, z którą miga pole, na którym dany symbol był wyświetlany. Na tej podstawie system dokonuje wyboru kolejnych liter według świadomie generowanych przez użytkownika intencji (w tym przypadku koncentracji uwagi).

Dokładne wprowadzenie zasad działania BCI przekracza ramy tego artykułu, zainteresowanym polecamy na przykład dostępny w Internecie esej „Piekło zamknięcia i technologie”¹². Podsumujmy tylko pokrótce, że ta technologia przyszłości jest już dostępna w laboratoriach, ale:

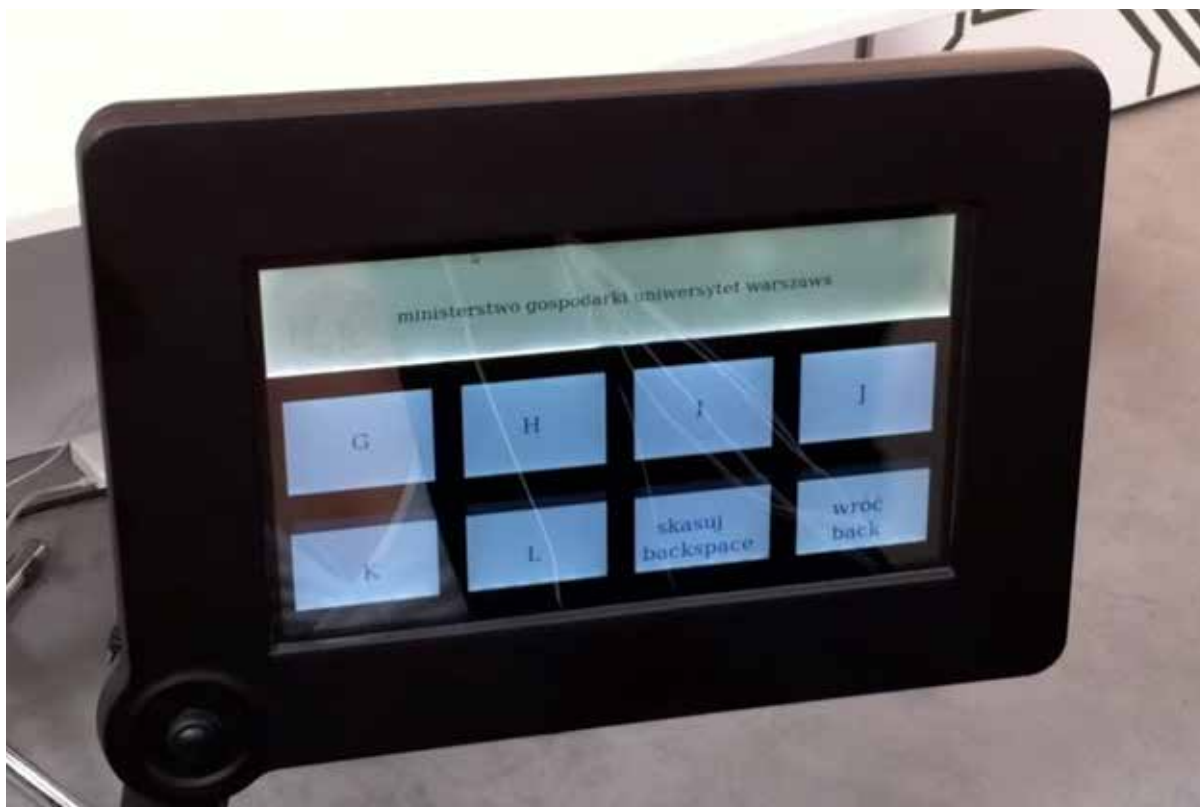
1. nie opiera się na bezpośrednim „czytaniu myśli” – z fal EEG rejestrowanych przez elektroencefalograf możemy tylko odróżnić świadomie generowane intencje użytkownika, jak na

przykład koncentrację uwagi na jednym z kilku migających symboli,

2. interfejsy mózg-komputer są wciąż wolniejsze (rzędu kilku liter na minutę), droższe, mniej wygodne w użyciu i bardziej zawodne od klasycznych środków komunikacji alternatywnej, opartej o aktywność mięśni, którą można wykorzystać u zdecydowanej większości niepełnosprawnych o ograniczonych możliwościach komunikacji. I dlatego właśnie powstał PISAK.

Co ciekawe, technologia wykorzystywana w interfejsach mózg-komputer może również pomagać w ocenie stanu pacjentów w stanach zaburzeń świadomości, określanych potocznie jako śpiączka. Dlaczego jest to takie ważne? Żeby terapia czy rehabilitacja miały sens, konieczna jest metoda oceny ich postępów – inaczej nie wiemy czy pomaga. Jeśli terapia ma usunąć ból, pytamy pacjenta, czy mniej boli. Jeśli walczymy ze stanem zapalnym, mierzymy temperaturę. A jeśli chcemy pomóc w przywróceniu świadomości – co zmierzyć, jak spytać? Kiedy pacjent odzyska zdolność komunikacji (potocznie mówi się o tych przypadkach „wybudzenie”) sukces jest oczywisty – choć nawet wtedy trudno ocenić, co najbardziej pomogło. Niestety wciąż nie potrafimy obiektywnie ocenić małych zmian

¹² <http://braintech.pl/pieklo-zamknienia-i-technologie>



Rysunek 12. Ekran urządzenia. Każde z ośmiu pól w dolnej części miga z inną częstotliwością, w górnej linii tekst napisany za pomocą fal mózgowych, dzięki świadomej koncentracji uwagi na kolejnych polach

w działaniu mózgu, które składają się na końcowy sukces. Potrzebne jest opracowanie nowej metody diagnostycznej, która pozwoli na monitorowanie zmian stanu pacjenta podczas rehabilitacji i dobór odpowiedniego programu leczenia.

Jest wiele metod badania aktywności mózgu, ale większość z nich jest droga i trudna w stosowaniu u dzieci z zaburzeniami świadomości. Na przykład funkcjonalny jądrowy rezonans magnetyczny (ang. *Functional Magnetic Resonance Imaging*, fMRI) wymaga przewiezienia pacjenta do ośrodka, w którym jest specjalistyczny i drogi skaner, a w przypadku pacjentów w stanach zaburzeń świadomości często uśpienia na czas badania. EEG można rejestrować przy łóżku pacjenta, za pomocą stosunkowo tańszej aparatury. Za to niezmiernie trudna jest interpretacja zarejestrowanych sygnałów, potrzebne są do tego nowe metody matematyczne – bardzo podobne do tych, które stosujemy w interfejsach mózg-komputer. Podczas badań próbujemy zarejestrować charakterystyczne wzorce aktywności

mózgu odpowiedzialne za świadomą percepcję. Nawet jeśli jej nie widać w zachowaniu, może ona zachodzić w mózgu. Takie są właśnie założenia projektu, który realizujemy wspólnie z warszawską kliniką „Budzik”, pierwszym w Polsce wzorcowym szpitalem dla dzieci po ciężkich urazach mózgu.

I tu zamyka się koło, gdyż wychodzące z tej kliniki dzieci, nawet w stanie określanym jako „wybudzenie”, nie odzyskują zwykle od razu wszystkich możliwości komunikacji. Dlatego potrzebny jest PISAK.

Profesor Piotr Durka, fizyk i neuroinformatyk, autor kilkudziesięciu artykułów i pięciu książek, kierował zespołami, które stworzyły m.in. pierwszy w Polsce interfejs mózg-komputer, pierwszy w świecie program studiów neuroinformatyki, pierwszy w świecie profesjonalny system EEG oparty o Wolne Oprogramowanie oraz projekt PISAK, dający szansę komunikacji niepełnosprawnym w stanie zamknięcia. Prezes firmy BrainTech, pracuje na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Więcej informacji na stronie <http://durka.info>

¹³ BCI Appliance (Durka P.J., Kuś R., Żygierewicz J., Michalska M., Milanowski P., Łabęcki M., Spustek T., Laszuk D., Duszyk A., Kruszyński M. User-centered design of brain-computer interfaces: OpenBCI.pl and BCI Appliance Bulletin of the Polish Academy of Sciences, vol. 60, No 3, September 2012, pp. 427-433)