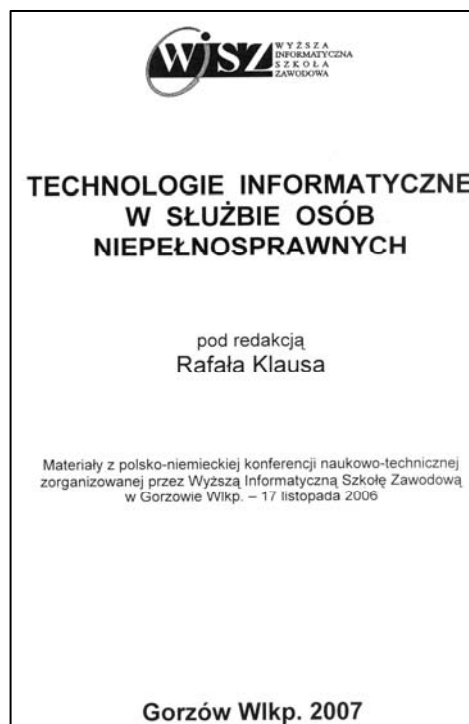


BOROWIEC B., BULCZYŃSKI B., DĄBROWSKI G.,
KLAUS R., KNIEĆ SZ., INTERFEJS KOMUNIKACYJNY
DLA OSÓB CHORYCH NA ALS, *I Międzynarodowa Konfe-
rencja Technologie Informatyczne w Służbie Osób Niepełno-
sprawnych, Gorzów Wlkp.2007, str. 36-47, ISBN 978-83-
919790-4-4*



SPIS TREŚCI

Słowo wstępne7

TECHNIKA

Thomas Hafner
Informationssystem für barrierefreie Mobilität11

Thomas Hafner
System informatyczny dla mobilności bez barier22

Ryszard Kowalik
Możliwości rozwiązywania problemów ludzi niewidomych samodzielnie poruszających się po mieście27

Horst Kollosch
„RFID – Anwendungen für Behinderung“32

Horst Kollosch
RFID – zastosowanie dla osób niepełnosprawnych34

Bartosz Borowice, Bartosz Bulczyński,
Grzegorz Dąbrowski, Rafał Klaus, Szymon Knieć
Interfejs komunikacyjny dla osób chorych na ALS36

Kai-Uwe Irrgang
Langzeitmessung der Stressbelastung von Patienten mit psychosomatischen Symptomen48

Kai-Uwe Irrgang
Długoterminowa obserwacja obciążenia stresem pacjentów z symptomami psychosomatycznymi53

Andrzej Bernat, Rafał Klaus
Niepełnosprawni a technologie informatyczne w Kanadzie58

EDUKACJA

Ingo Karras
Computergestützte Umsetzung von Taktilgrafik – ein Anwendungsfall für blinde Studierende69

Ingo Karras
Komputerowe wspomaganie grafiki taktylnej – przykład zastosowania dla studentów z upośledzeniem wzroku75

Danuta Gorajewska
Wizerunek osób niepełnosprawnych a nowe technologie81

**Bartosz BOROWIEC, Bartosz BULCZYŃSKI,
Grzegorz DĄBROWSKI, Rafał KLAUS, Szymon KNIEĆ**

*Instytut Informatyki
Politechnika Poznańska
Polska, 60-965 Poznań, ul. Piotrowo 2*

INTERFEJS KOMUNIKACYJNY DLA OSÓB CHORYCH NA ALS

W artykule przedstawiono wybrane aspekty konstrukcji interfejsu komunikacyjnego dla chorych na Stwardnienie Rozsiane Boczne (ALS). Zaprezentowano opis konstrukcji sprzętowej oraz zasady budowy oprogramowania wykorzystującego słownik frekwencyjny.

1. Wprowadzenie

Zdrowotne problemy ludzi od wieków zmuszają inżynierów do poszukiwania dróg pozwalających ułatwić życie osobą niepełnosprawnym. Niemal każdy fragment doskonale skonstruowanego mechanizmu jakim jest człowiek był już tematem rozważań naukowców, którzy analizowali jego właściwości fizyczne i chemiczne pod kątem konstrukcji urządzenia które mogłoby go zastąpić. Wiele z takich przedsięwzięć powiodło się choćby w części i dziś są osoby które dzięki temu żyją lub ich życie jest łatwiejsze. Ciągły postęp w dziedzinie nowych materiałów i technologii doskonale stymuluje protetyków do poszukiwania nowych rozwiązań. Protezy kończyn, stawów, organów wewnętrznych i wiele innych urządzeń wspomaga dziś człowieka w dążeniu do dłuższego, lepszego i godniejszego życia. Jest jednak wiele chorób w przypadku których medycyna i technika wydają się bezsilne, jedną z nich jest Stwardnienie Zanikowe Boczne - ALS- schorzenie centralnego i obwodowego systemu nerwowego. Stopniowe zwyrodnienia nerwów prowadzą w końcu, mimo rehabilitacji, do całkowitego paraliżu. Człowiek zostaje pozbawiony kontroli nad swoim ciałem i jednocześnie traci całkowicie możliwość komunikowania się z otoczeniem. System będący tematem tego artykułu ma przywrócić pacjentowi możliwość wyrażania swoich myśli. Wykorzystuje on czynność powiek która nie zanika w wyniku postępowania choroby. Mruganie tworzy zatem „interfejs szeregowy” którym pacjent porozumiewa się ze światem. Skonstruowane urządzenie BlinkIt umożliwia to zadanie od strony technicznej i wykorzystując możliwości komputera klasy PC przetwarza mrugnięcia w tekst. System składa się z dwóch elementów, z urządzenia monitorującego ruchy powiek nazywanego dalej ”mrugaczką” oraz z oprogramowania które interpretuje sekwencje mrugnięć i przetwarza je na tekst. Mrugaczka została zaprojektowana i wykonana przez Samodzielną Pracownię Inżynierii Rehabilitacyjnej i Biomechaniki przy Instytucie Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej w Poznani. Oprogramowanie wykonali autorzy artykułu.

2. Przegląd rozwiązań

Istnienie powszechnej świadomości, że komputer może ułatwić życie osobom niepełnosprawnym zaowocowało dużą ilością produktów wspomagających prace z komputerem. Przedsięwzięcia komercyjne są przeważnie prostymi przystosowaniami. Zaspokajają one potrzeby osób o zmniejszonej sprawności dłoni ale w przypadku ALS są daleko niewystarczające. Na polskim rynku urządzenie BlinkIt wraz z oprogramowaniem jest najpoważniejszą propozycją do tego typu zastosowania. Na rynku powstają bardzo różniące się od siebie produkty, wśród których można wydzielić kilka podgrup.

Jednym z podejść jest projektowanie i produkcja specjalnych klawiatur przystosowanych dla użytkowników o zmniejszonej sprawności dłoni. Istnieje szeroki wybór komercyjnych produktów tego typu, najczęściej stosowane przystosowania to powiększenie klawiszy i odsunięcie ich od siebie. Dostępne są wielokolorowe wersje ułatwiające rozpoznanie poszczególnych klawiszy oraz wersje ze zredukowaną ich liczbą. Pewna grupa produktów daje możliwość rekonfiguracji ułożenia liter oraz przypisania im odpowiednich funkcji lub dźwięków co daje uproszczoną możliwość wypowiedziania się użytkownikom z dysfunkcjami mowy. Istnieją specjalne klawiatury których przyciski znajdują się w zagłębieniach co zapobiega przypadkowemu ich naciśnięciu a także o zupełnie gładkiej powierzchni (wykonane w technologii membranowej) które wymagają przytrzymania klawisza przez zadany okres czasu. Dostępne są również całe systemy montażowe do montowania klawiatur do łóżek i wózków inwalidzkich. Standardem jest klawisz shift, który wymaga tylko jednokrotnego naciśnięcia. Osobnym podtypem klawiatur specjalnych są klawiatury Dvoraka. Są to klawiatury o zmienionym układzie klawiszy zoptymalizowanym pod kątem języka angielskiego oraz klawiatury przeznaczone do pisania tylko prawą lub tylko lewą ręką. Mimo że zoptymalizowane dla języka angielskiego w znaczący sposób przyspieszają prace z tekstem. Tego rodzaju ułatwienia wymagają jednak choćby częściowej sprawności palców jednej z dłoni.

Istnieje również wiele typów manipulatorów mających pełnić rolę dżojstika lub myszki. Służą one do poruszania kursora na ekranie komputera, sterowania wózkiem inwalidzkim lub zmieniania pozycji łóżka szpitalnego. Wiele z rozwiązań komputerowych to przystosowane powszechnie dostępne urządzenia, dżojstiki stykowe, dżojstiki oparte na potencjometrach osiowych lub trackballe, touchpady i trackpointy, które powstały na potrzeby urządzeń przenośnych. Te rozwiązania to rozwiązania programowe gdzie główną rolę wspomagającą przejmuje na siebie oprogramowanie. Zazwyczaj program to wirtualna klawiatura pozwalająca na wybieranie myszką poszczególnych liter, bardzo często jest to standardowy układ qwerty, który nawet dla osób w pełni sprawnych nie jest najlepszym możliwym rozwiązaniem. Program taki jest dostępny standardowo w Windows XP. Bardziej zaawansowanym projektem jest program o otwartym źródle na licencji GNU GPL o nazwie GOK - gnome onscreen keyboard, który nie jest zwykłą klawiaturą obsługiwaną myszą, ale także potrafi współpracować z innymi alternatywnymi urządzeniami peryferyjnymi. Program standardowo zawarty jest w środowisku GNOME 2.4 i wykorzystuje jego wbudowane mechanizmy ułatwień dla osób niepełnosprawnych. Może także sterować każdą aplikacją (np. edytorem tekstu), która wykorzystuje mechanizmy AT SPI.

Oba powyższe rozwiązania bazują na założeniu częściowej sprawności ręki dlatego w przypadku rozważanych pacjentów z ALS nie jest możliwe stosowanie tego typu urządzeń.

Kolejne systemy to systemy oparte o akcelerometry. Akcelerometry to przetworniki przyspieszenia na wartości elektryczne. Systemami tej klasy swego czasu zajęło się pismo dla elektroników konstruktorów „Elektronika Praktyczna”. Na łamach pisma ukazały się dwa projekty oparte na układach firmy Analog Devices typu ADXL202. Układy te przetwarzają przyspieszenie któremu są poddawane na sygnał prostokątny o zmiennym wypełnieniu gdzie stopień wypełnienia sygnału jest funkcją przyspieszenia. Każdy układ jest wyposażony w dwie leżące na jednej płaszczyźnie i prostopadłe do siebie osie pomiaru. Wykorzystując niewielkiej mocy procesor możemy sygnały z obu osi przetworzyć na wartość binarną i wysłać do komputera np. przez RS232, USB, Game Port i itp. Oba projekty „Myszka komputerowa dla niepełnosprawnych” i „Dżojstik komputerowy dla niepełnosprawnych” wykorzystują też czujniki pomiaru ciśnienia MPX10DP produkcji firmy Motorola z dołączoną rurką. Poprzez dmuchanie i zasysanie powietrza możemy wywołać dwa przeciwne stany układu które możemy wykorzystać jako przyciski. Urządzenia są bardzo ciekawą alternatywą ale nadal wymagają ruchomości głowy lub jednej z kończyn. Aby pacjent korzystał z „przycisków” wymagana jest stabilna praca układu oddechowego i pewność, że nie zostanie on niepotrzebnie obciążony. Rozwiązania te są dostępne jako komercyjne zestawy do samodzielnego montażu dla hobbistów i na pewno jest to dla pewnej grupy osób szansa na polepszenie warunków życia, dla naszego zastosowania są one jednak nadal nieodpowiednie.

Wiele ośrodków akademickich prowadzi badania nad analizą obrazów i wykorzystaniem jej do komunikacji człowiek-komputer, zazwyczaj zestaw taki to jedna lub wiele kamer mogących wykorzystywać lub nie specjalne, wyróżniające się znaczniki. Systemy te są raczej wykorzystywane do interpretacji mowy ciała lub mimiki i nie udało się ustalić urządzeń które były by choć w części odpowiednie do komunikacji z osobami sparaliżowanymi lub znacznie upośledzonymi ruchowo. Stopień skomplikowania matematycznych modeli rzeczywistości, budowanych przez oprogramowanie wymagane przez te systemy, jest tak duży że na razie systemy ledwo radzą sobie z rozpoznawaniem sylwetki człowieka na odpowiednim tle. Istnieje oczywiście możliwość umieszczenia miniaturowej kamery na wprost twarzy pacjenta i skierowania jej bezpośrednio na oko pacjenta, ale system taki wiąże się z wprowadzeniem skomplikowanych i drogich przyrządów optycznych. Klient prowadził badania nad systemami tego typu ale zostały one wstrzymane ze względu na niewystarczające wyniki. Przykładem takiego systemu jest iView X System. Jest to system którego producenci zastrzegają sobie że nie jest on przeznaczony do wykorzystania komercyjnych tylko badawczych. Składa się on z komputera wbudowanego w specjalną skrzynkę ze zintegrowaną klawiaturą, touchpadem i wyświetlaczem TFT, która może być łatwo przenoszona. W zależności od zastosowania system może być wyposażony w kamery zamocowane na monitorze lub na specjalnym hełmie. Do poprawnego działania konieczna jest podwójna kalibracja najpierw kalibrujemy kamerę, skierowując ją na pacjenta, a następnie musi on poprowadzić swój wzrok według określonego schematu by skalibrować poprawnie program rozpoznający położenie punktu na skupienia wzroku użytkownika. Hełm komunikuje się drogą radiową ze stacją. Jest dość duży i ciężki ze względu na zastosowanie nie zminiaturyzowanych kamer pracujących w paśmie podczerwieni. Już po zapoznaniu się z wyglądem urządzenia na zdjęciach producenta można wyrobić sobie opinie na temat jego przydatności dla sparaliżowanych pacjentów. Kamery dostarczają obraz o jakości DVD ale baterie urządzenia wystarczają zaledwie na 45 minut ciągłej pracy. Podsumowując jest to doskonałe rozwiązanie dla celów badawczych ale nie spełnia wymagań sprzętu wspierającego osoby niepełnosprawne a już na pewno nie jest odpowiednie dla pacjentów z ALS. W przypadku gdy system wyposażymy w kamery umocowane na monitorze bardzo trudne

jest ułożenie pacjenta w odpowiedniej pozycji. Wersja ta wydaje się być odpowiednia dla pacjentów z niepełnosprawnością dłoni lub rąk ale nie spełnia wymagań pacjenta z ALS. Podsumowując, jest to system ciekawy, o zwartej i przemyślanej konstrukcji, ale nie spełnia on oczekiwań względem produktu odpowiedniego dla pacjentów z ALS. Tańsza wersja takiego systemu to Quick Glance jest ona skierowana dla osób niepełnosprawnych z niedowładem dłoni i dostarcza komplet oprogramowania. W skład pakietu wspomagającego wchodzi edytor tekstu, program do czytania tekstu, gry, program konfiguracyjny, oraz program wspomagający uczenie się używania systemu.

Zupełnie oddzielnym rodzajem projektów są projekty oparte na sygnałach otrzymywanych z encefalografów ale te projekty są przeważnie przez ośrodki badawcze trzymane w tajemnicy. Wykorzystanie tego rodzaju sygnałów mogło by dać bardzo dobre rezultaty, gdyby nie fakt, że wyniki encefalografii są bardzo trudne do interpretacji i bardzo często ulegają zakłóceniu przez sygnały nerwowe propagowane do mięśni w pobliżu elektrody. System o zbliżonym działaniu został przedstawiony przez studentów Politechniki w Bratysławie jako propozycja na coroczny IEEE Computer Society International Design Competition (CSIDC 2002). Słowacy zaprojektowali przenośne laboratorium do badań snu mobilesleep. Może się wydawać, że są to dziedziny nie zbliżone ale wystarczy zdać sobie sprawę jaką rolę odgrywają ruchy gałek ocznych w analizie problemów snu. W skład systemu wchodzi czujniki elektroencefalografu i elektrookulografu, czyli urządzenia analizujące ruchy gałek ocznych. System wyposażono w moduły komunikacji bezprzewodowej za pośrednictwem bluetooth lub przewodowej. W obecnej postaci nie jest on odpowiedni do wspierania osób niepełnosprawnych ale projektanci mieli inne założenia. Nie jest wykluczone że taki właśnie system spełniał by doskonale wymagania pacjentów z ALS ponieważ ograniczał by się jedynie do elektrod przyklejonych do twarzy pacjenta i przy odpowiedniej analizie dawałby duże możliwości komunikacji pacjenta z komputerem.

Mrugaczka należy do grupy urządzeń które wykorzystują pomiar natężenia światła odbitego od powierzchni oka do monitorowania jego ruchów. Urządzeniem takim jest również Jazz, urządzenie zaprojektowane do trochę innych celów, do mierzenia dynamiki ruchów gałki ocznej. Dla pacjentów dotkniętych ALS urządzenie wydaje się najodpowiedniejsze mimo różnorodności dostępnych rozwiązań, specyfika tej choroby uniemożliwia wykorzystanie większości, nawet najbardziej zaawansowanych, systemów.

3. Stwardnienie zanikowe boczne (ALS)

Stwardnienie zanikowe boczne (SLA lub ALS) jest bardzo poważnym schorzeniem centralnego i obwodowego układu nerwowego, które znane jest już od 100 lat i występuje we wszystkich częściach świata. Jest postępującym, zwyrodnieniowym procesem chorobowym dotyczącym neuronów mchowych zlokalizowanych w korze mózgowej, rdzeniu przedłużonym i rdzeniu kręgowym, który doprowadza do stopniowego ich uszkodzenia w wymienionych okolicach układu nerwowego. Efektem tego jest stopniowe osłabienie i zanik partii mięśni unerwianych przez uszkodzone komórki nerwowe, dotyczy to zarówno mięśni kończyn, mięśni twarzy jak i mięśni odpowiedzialnych za oddychanie.

Występuje postępujące osłabienie, zmniejszenie sprawności ruchowej, ograniczenie ruchowe a następnie zanik mięśni. Osłabienie mięśni twarzy może spowodować trudno-

ści z mówieniem, oddychaniem a także połykaniem. Zaburzenia mowy fachowo nazywa się dyzartrią. Rocznie zapada na tę chorobę 1-2 osoby na 100 000.

Jak dotąd, nie znaleziono przyczyny obserwowanych zaburzeń. Intensywnie prowadzone badania naukowe nad przyczynami występowania tej tragicznej choroby są przeprowadzane przez naukowców wielu krajów, także i w Polsce. Jak dotąd jest to jednak nadal choroba nieuleczalna, nie są znane żadne sposoby powstrzymania postępów choroby. Medycyna walczy o opóźnienie postępów choroby przez rehabilitacje i farmakoterapie ale prędzej czy później traci on samodzielność i zostaje przykuty do szpitalnego łóżka. Sprawność umysłowa pacjent pozostaje na niezmiennym poziomie a zatem ma on pełną świadomość procesu degradacji organizmu jednocześnie traci on możliwość komunikacji z rodziną i z otoczeniem. Ważnym aspektem choroby jest utrata możliwości decydowania o sobie oraz poczucie wyizolowania, towarzyszą temu często stany lękowe i depresyjne. W walce o jakość życia pacjenta niezwykle ważną okazuje się dla niego możliwość wyrażania swoich potrzeb i myśli. Większość rodzin i opiekunów opanowuje zatem pewne sposoby komunikacji jak tablice ze znakami lub głośne mówienie alfabetu ale sposób ten nie zapewnia pacjentowi ani poczucia samodzielności ani prywatności. Oba te czynniki mają niebagatelne znaczenie dla zapewnienia poczucia godności pacjentowi. Podczas choroby sprawność zachowują powieki co umożliwia komunikację pacjenta z otoczeniem i stanowi często jedyny przejaw aktywności pacjenta.

Wczesne symptomy choroby mogą się znacznie różnić, jedna osoba może potykać się o krawędź dywanu, inna może mieć problem z podnoszeniem przedmiotów a trzecia z wyraźnym wysławianiem. Szybkość postępowania choroby u różnych pacjentów jest różna i nauka nie znajduje uzasadnienia tych różnic. Osłabienia mięśni doświadcza 60% pacjentów ale pojawienie się pozostałych symptomów może znacznie różnić się co do czasu i nasilenia z niewystąpieniem włącznie. Dłonie i stopy mogą być zaatakowane jako pierwsze, pojawiają się wtedy problemy z podnoszeniem przedmiotów, trzymaniem długopisów i innych przedmiotów. Pojawia się silne zmęczenie, drżenie rąk i nóg oraz problemy z samodzielnym wykonywaniem codziennych czynności jak jedzenie, ubieranie się i wiązanie butów. Następnie choroba atakuje mięśnie tułowia, ewentualnie mogą się pojawić problemy z oddychaniem, połykaniem, przeżuwaniem i mową, może zatem pojawić się potrzeba podłączenia pacjenta pod respirator. Neurony odpowiedzialne za zmysły pozostają nie zaatakowane zatem słyszenie, widzenie, smak, węch, dotyk pozostają nie zaburzone, sprawność zachowują mięśni oczu i pęcherza. Połowa chorych, od rozpoznania pierwszych objawów choroby przeżywa przynajmniej trzy lata, dwadzieścia procent przynajmniej pięć lat a dziesięć procent ponad dziesięć lat.

Przypadki wystąpienia choroby można zaklasyfikować do jednej z trzech klas: „Sporadyczna” to 90% - 95% wszystkich przypadków, „Rodzinna” to 5% - 10% przypadków oraz „Guamska” bardzo często występująca na wyspach Guam i na Pacyfiku w 1950 roku. Odmiana rodzinna to odmiana dziedziczona genetycznie, w rodzinach obarczonych tą chorobą potomstwo ma 50% szans na zachorowanie.

Diagnozowanie jest niezwykle trudne bo symptomy ALS są często mylone z innymi chorobami, właściwie nie istnieje test lub procedura pozwalająca stwierdzić tą chorobę jednoznacznie, przeważnie wykrywa się ją na drodze wielu skomplikowanych testów np. elektromyografii (EMG), pomiaru szybkości przewodzenia nerwów (NCV), testów krwi i moczu, tomografii, prześwietleń, biopsji nerwów i mięśni, testów neurologicznych oraz innych specjalistycznych badań. W przypadku odmiany „Rodzinnej” możliwe jest również przeprowadzanie testów genetycznych w celu określenia czy potomkowie są obciążeni czy nie.

Pacjenci i ich rodziny mogą szukać pomocy w grupach wsparcia a szczegółowych informacji mogą dostarczyć strony internetowe jak www.ALSA.org

4. Sposoby komunikacji z chorymi

Rodziny i pacjenci bardzo często wypracowują własny sposób komunikacji tak naprawdę wszystkie z nich sprowadzają się do wybierania przez pacjenta liter alfabetu poprzez mrugnięcie lub inny sygnał. Opiekun może na przykład wypowiadać po kolei wszystkie litery czekając na znak lub pokazywać litery na kartce. Wydaje się to naturalne że właśnie ten sposób jest stosowany. Należy się jednak zastanowić nad jego ograniczeniami: angażuje opiekuna do całkiem mechanicznej czynności, pacjent ma poczucie zależności i braku prywatności, ze względu na ograniczenia czasowe jakim podlegają jego opiekunowie przeważnie nie ma on możliwości wyrażenia wszystkiego co chce powiedzieć. Co prawda opiekun przebywający z pacjentem bardzo szybko uczy się z nim porozumiewać i w niedługim czasie dochodzi do wprawy, ale każda osoba niezwiązana z pacjentem nie zrozumie tego co pacjent chce powiedzieć.

Należy zastanowić się co powinna zapewniać dobra metoda porozumiewania się ze światem. Po pierwsze powinna być niezależna, czyli pacjent powinien mieć możliwość samodzielnego wyrażania swoich myśli bez udziału w tym procesie innych osób. Aby to zapewnić należy wyeliminować rolę opiekuna jako interpretującego wole pacjenta. Po drugie trwałość, raz wyrażona myśl powinna być możliwa do odczytania przez wiele osób w dowolnym momencie i tylko od pacjenta powinno zależeć kiedy przestanie być widoczna. Daje to możliwość przygotowania przez pacjenta wypowiedzi i późniejsze jej przekazanie. Po trzecie elastyczność, każdy człowiek jest inny i powinien mieć możliwość dostosowywania swojego sposobu wypowiadania się do swojej osobowości. Wydaje się to trywialne ale wystarczy zwrócić uwagę na różnorodność form listów e-mail by zrozumieć jak duże znaczenie ma czy piszemy dużymi literami czy małymi, używamy znaków przestankowych i interpunkcyjnych czy też piszemy równoważnikami zdania. Pacjent powinien decydować sam o formie swoich wypowiedzi. Dobry system komunikacyjny powinien to wszystko zapewniać, jest to możliwe dzięki zastosowaniu komputera który przejmuje rolę opiekuna i interpretuje wole pacjenta. Użycie komputera daje możliwość sterowania prostymi urządzeniami dzięki zastosowaniu kart rozszerzających typu multi I/O, portów podczerwieni i itp. Oczywiście jest, że żaden system nie wyeliminuje opiekuna całkowicie, było by to wręcz niewskazane ze względu na to że żaden system nie jest niezawodny, ale przeniesienie części odpowiedzialności na komputer znacznie odciąży opiekuna i powinno zapewnić pacjentowi poczucie większej samodzielności.

5. Słownik frekwencyjny i słownik Tx

Słownik frekwencyjny jest to lista wyrazów wraz z częstotliwością występowania, która odwzorowuje rzeczywiste użycie słów w tekstach. Lista jest posortowana z malejącą wartością częstotliwości, czyli wyrazy używane najczęściej są na jej początku. Słownik ma duże zastosowanie przy wykorzystywaniu podpowiadania częściowo

napisanych wyrazów oraz techniki T9. W przypadku dopasowania wielu wyrazów do pewnego wzorca wybierany jest wyraz, który występuje z największym prawdopodobieństwem, czyli ten który znajduje się bliżej początku listy. Skuteczność ułatwień pisania zależy w dużym stopniu od jakości słownika, czyli liczby wyrazów oraz wiarygodnych wartości frekwencyjności.

Dla potrzeb projektu „Blink It” opracowano wysokiej jakości słownik frekwencyjny dla języka polskiego zawierający ponad 1,5 miliona wyrazów. Zawiera on nie tylko wersje podstawowe wyrazów ale także wszystkie możliwe odmiany i formy.

Przy badaniach został wykorzystany następujący zbiór 35 znaków: aąbcćdeęfghijklmńnoópqrsstuvwxyzźż oraz słownik z liczbą słów około 1,5 miliona. Poniżej przedstawiono różne grupy dla których wykonano różne pomiary. Niech jednoznaczność oznacza procentową liczbę wyrazów określoną w sposób jednoznaczny przez grupy. Jeżeli jednoznaczność wynosi 100%, to oznacza to, że każdy wyraz ze słownika da się przedstawić za pomocą unikalnej sekwencji grup. Niech rozbieżność oznacza liczbę wyrazów określonych przez tę samą sekwencję grup.

- 18 grup po 2 znaki: (aa), (bc), (cd), (ee), (fg), (hi), (jk), (ll), (mn), (no), (op), (qr), (ss), (tu), (vw), (xy), (zz), (z)
jednoznaczność: 94%
trzy największe rozbieżności: 8, 7, 6
- 12 grup po 3 znaki: (aab), (cćd), (eęf), (ghi), (jkl), (lmn), (noó), (pqr), (sst), (uvw), (xyz), (zż)
jednoznaczność: 90%
trzy największe rozbieżności: 15, 14, 13
- 9 grup po 4 znaki: (aabc), (cdee), (fghi), (jkl), (mno), (opqr), (sstu), (vwxy), (zżz)
jednoznaczność: 89%
trzy największe rozbieżności: 22, 16, 14
- 7 grup po 5 znaków: (aabcć), (deęfg), (hijkl), (lmnno), (opqrs), (stuvw), (xyzźż)
jednoznaczność: 86%
trzy największe rozbieżności: 21, 20, 18
- 6 grup po 6 znaków: (aabcćd), (eęfghi), (jklm), (nnoópq), (rsstuv), (wxyzźż)
jednoznaczność: 81%
trzy największe rozbieżności: 42, 39, 26
- 5 grup po 7 znaków: (aabcćde), (ęfghijk), (lmnnoó), (pqrsstu), (vwxyzźż)
jednoznaczność: 72%
trzy największe rozbieżności: 58, 52, 46
- 5 grup po 5-9 znaków: (aabcćdeę), (fghij), (klmnoóp), (qrsstu), (vwxyzźż)
jednoznaczność: 72%
trzy największe rozbieżności: 90, 83, 79

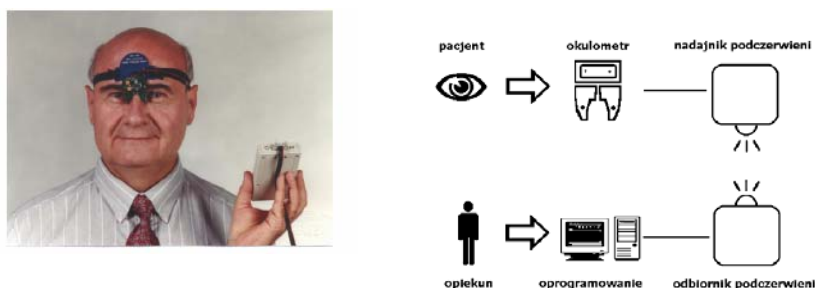
W przypadku gdy każda litera ma swoją grupę to jednoznaczność wynosiłaby oczywiście 100%.

6. Mrugaczka

Mrugaczka jest urządzeniem zapewniającym wykrywanie oraz przekazywanie sygnałów - mrugnięć do komputera klasy PC. Urządzenie składa się z dwóch oddzielnych

modułów: z odbiornika podczerwieni oraz okulometru wykrywającego mrugnięcia i nadającego sygnały podczerwone. Odbiornik jest urządzeniem podłączanym do komputera za pomocą portu szeregowego w standardzie RS232 natomiast zasilanie pobiera z portu USB, w planach jest wersja korzystająca tylko z portu USB, tymczasem jednak funkcjonuje nadal wersja na RS232 ponieważ starsze komputery z których często korzystają pacjenci nie mają USB na wyposażeniu. Odbiornik jest odbiornikiem impulsów w podczerwieni i jako taki nie korzysta z metod kodowania takich jak na przykład kod RC5. Można go uaktywnić jakimkolwiek pilotem na podczerwień. Wykrycie przez urządzenie sygnału powoduje wysłanie jednego bajta o zawartości 0xDF po portu szeregowego. Nie ma potrzeby komunikacji zwrotnej z urządzeniem, jest ono bezobsługowe jeśli chodzi o programistę.

Rys. 1. Wygląd i schemat blokowy mrugaczki



Odbiornik został wprowadzony w celu zapewnienia bezpieczeństwa pacjentowi, umożliwia on całkowitą galwaniczną izolację pacjenta od urządzeń pracujących przy podłączeniu do zasilania sieciowego. Okulometr jest zasilany z dwóch baterii „paluszków” typu AA. Izolacja galwaniczna jest wymagana przy wszystkich urządzeniach medycznych podłączanych do ciała pacjenta, komunikacja za pomocą podczerwieni rozwiązuje ten problem definitywnie, gdyż nie ma fizycznej możliwości przekazania energii mogącej zaszkodzić pacjentowi. Izolacje można by zbudować z użyciem transoptorów, ale jest wówczas wymagane przedstawienie atestów transoptorów, ścieżki drukowane, elementy pasywne, obudowa, gniazda połączeniowe itp. muszą posiadać wówczas odpowiednie atesty których uzyskanie jest kłopotliwe, podraża koszty budowy urządzenia, niepotrzebnie angażuje projektantów czyli stanowi niepotrzebny kłopot. Budowa toru podczerwieni nie jest żadnym kłopotem, istnieją gotowe rozwiązania dostarczane przez firmy produkujące elementy optoelektroniczne.

Okulometr został wyposażony w odpowiedni nadajnik gwarantujący odpowiednie parametry połączenia, tor podczerwieni zapewnia połączenie na dystansie nawet 6 metrów jednocześnie zapewniając odpowiednią oszczędność energii po stronie nadajnika. Jak już wspomniano nie istnieje komunikacja zwrotna do urządzenia zatem tor zapewnia przesyłanie sygnałów tylko od nadajnika okulometru do odbiornika.

Wykrywanie mrugnięć odbywa się na drodze pomiaru natężenia światła odbitego od powierzchni oka. W elemencie który jest umieszczany na nosie pacjenta zostały zamontowane odpowiednie elementy optoelektroniczne pracujące w paśmie podczerwieni które realizują emisję i pomiar światła następnie sygnał jest przetwarzany i rozpoznawany jako ewentualne mrugnięcie. Mechanicznie okulometr to płytka z „noskami” jak przy

okularach umieszczana na czole i nosie pacjenta oraz niewielkich rozmiarów obudowa połączona z urządzeniem kilkużyłowym przewodem. Obudowę w której znajduje się źródło zasilania można włożyć do kieszeni pacjenta, lub umieścić na stoliku obok łóżka. Baterie nie obciążają wówczas niepotrzebnie okulometru. Całość ma możliwość dostosowywania do anatomii twarzy pacjenta a poprzez ergonomiczną budowę zapewnia komfort nawet przy długotrwałej pracy.

7. Interfejs wierszowo-kolumnowy

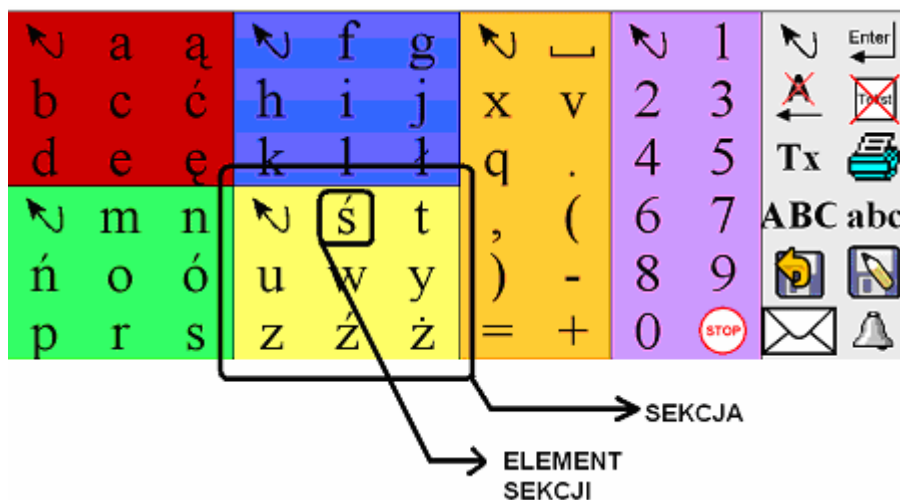
Interfejs wierszowo kolumnowy został zaprojektowany jako elektroniczna wersja rozwiązania, stosowanego przez wiele rodzin, osób dotkniętych paralizem. W celu utrzymania komunikacji z osobą sparaliżowaną, opiekun zapisywał alfabet w tablicy prostokątnej. Następnie wskazywał kolejne wiersze. Jeśli w wskazanym przez niego wierszu znajdowała się litera, która chciał wybrać pacjent, mrugał on na potwierdzenie, wtedy opiekun pokazywał kolejno litery w danym wierszu. Kiedy wskazał na interesującą chorego literę, ten mrugał ponownie. Rozwiązanie to, choć spełniało swoją rolę, wymagało ciągłej obecności opiekuna, co było nieefektywne. Dlatego postanowiono je zautomatyzować za pomocą komputera z podłączonym do niego peryferyjnym urządzeniem do odczytywania ruchów powiek.

Podczas projektowania interfejsu wierszowo-kolumnowego największy nacisk położono na elastyczność i modyfikowalność tablicy, gdyż:

- Rozmieszczenie liter w tablicach z których korzystały osoby sparaliżowane było zróżnicowane i system powinien móc je odtwarzać, by nie musieli zmieniać swoich przyzwyczajień.
- Część chorych potrzebowała prostego systemu do szybkiej komunikacji składającego się jedynie z samych liter, a inni systemu rozbudowanego służącego do np. pisania stron w HTML
- Powinna istnieć możliwość rozbudowy systemu o nowe opcje nie uwzględnione podczas jego tworzenia. np. sterowanie telewizorem, oświetleniem, wysyłania SMS z telefonu komórkowego itp.
- Rzadko używane opcje powinny zostać umieszczone w taki sposób, by nie spowalniały pisanie tekstu a jednocześnie były w razie potrzeby dostępne.

Standardowa tablica z wpisanym do niej alfabetem nie spełniała tych oczekiwań, dlatego uogólniono ją w system hierarchiczny. Składa się on z sekcji. W skład każdej mogą wchodzić podsekcje lub elementy np. litera albo polecenie wydrukowania tekstu. Każda podsekcja posiada pełną funkcjonalność sekcji i może zawierać elementy lub kolejne podsekcje. W ogólności system ma strukturę drzewa w którym liśćmi są elementy, a sekcje pełnią rolę pozostałych wierzchołków. System przechodzi po podsekcjach i elementach danego poziomu. Jeśli wykryje mrugnięcie wykonuje akcje odpowiadającą zaznaczonemu elementowi lub przechodzi do zaznaczonej podsekcji. Istnieje możliwość konfiguracji szybkości przechodzenia oraz czy system reaguje na jedno czy dwa mrugnięcia. Jeśli reaguje na dwa mrugnięcia istnieje możliwość ustawienia interwału czasu po którym drugie mrugnięcie nie jest odczytywane jako akceptacja pierwszego, a jako nie skorelowane z nim zdarzenie.

Rys. 2. Hierarchiczny interfejs wierszowo-kolumnowy



8. Podsumowanie

Celem było opracowanie oprogramowania stanowiącego interfejs komunikacyjny dla osoby sparaliżowanej. Urządzeniem wejściowym dla systemu był detektor mrugnięć „Blink-it” opracowany w IBIB PAN. Zrealizowane oprogramowanie pozwala na wprowadzanie tekstu w sposób prosty i intuicyjny, udostępniając jednocześnie duże możliwości adaptacji interfejsu do potrzeb pacjenta, oraz rozbudowy wachlarza dostępnych funkcji. Istotne znaczenie dla aplikacji stanowi wbudowany klient poczty elektronicznej, dostępny również z poziomu interfejsu pacjenta, oraz opcjonalny interfejs Tx, umożliwiający wpisywanie tekstu przy wsparciu rozbudowanego słownika frekwencyjnego.

Bibliografia

- [1] ALS Association, <http://www.ALSA.org/als/understand.cfm>
- [2] Introduction to Quick Glance 2, <http://www.eyetechds.com/generic22.html>
- [3] P. Blstak, M. Horvath, P. Lacko, M. Lekavy -- „Mobile Sleep Laboratory”, <http://www.computer.org/csisc/2002ProjectReport/bratislava2.pdf>
- [4] CCTA, Managing Successful Projects with PRINCE 2, The Stationary Office, London, 2002.