

Małgorzata Waryszak

Ocena płynności mówienia. Wezwanie do dialogu logopedów z inżynierami

Logopedia Silesiana 5, 259-272

2016

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



MAŁGORZATA WARYSZAK

Wydział Humanistyczny, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Ocena płynności mówienia Wezwanie do dialogu logopedów z inżynierami

ABSTRACT: This article is a proposal to increase cooperation between speech therapists and engineers in the field of speech disfluencies assessment. It provides practical guidance on how to reach an agreement between representatives of the two groups. It discusses speech therapists' and engineers' skills that can be useful in achieving the goal of their cooperation, which is an immediate and objective assessment of speech disfluencies.

KEY WORDS: speech therapists, engineers, cooperation, speech disfluency

Logopeda i inżynier wobec analizy mowy

Trwają usilne starania o uznanie logopedii za samodzielną dyscyplinę naukową. Ma ona jednak korzenie interdyscyplinarne, sięgające językoznawstwa, medycyny, psychologii i pedagogiki. Rozwój każdego z tych obszarów wiedzy nadal odgrywa istotną rolę w budowaniu refleksji logopedycznej¹. Równocześnie obserwuje się szybki postęp technologiczny w kierunku komputeryzacji, miniaturyzacji urządzeń czy zwiększenia dokładności technik pomiarowych. Niektóre tego typu osiągnięcia mogą być z powodzeniem wykorzystane do celów obiektywizacji badań logopedycznych.

Osoby z wykształceniem technicznym, które specjalizują się w analizie sygnałów biomedycznych², również prowadzą badania nad zaburzeniami mowy. Stawiają sobie jednak nieco inne cele niż logopedzi, jak np. osiągnięcie coraz większej dokładności w rejestrowaniu sygnału akustycznego, jego parametryzowaniu i analizowa-

¹ Zob. np. S. GRABIAS: *Teoria zaburzeń mowy. Perspektywy badań, typologie zaburzeń, procedury postępowania logopedycznego*. W: *Logopedia. Teoria zaburzeń mowy. Podręcznik akademicki*. Red. S. GRABIAS, Z.M. KURKOWSKI. Lublin, Wydaw. UMCS 2012, s. 15–71.

² W niniejszym artykule będą nazywane skrótowo inżynierami.

niu, oraz tworzenie nowych urządzeń lub programów komputerowych, pomocnych w diagnozie i terapii logopedycznej. Wnioski z badań inżynierów i efekty ich pracy są potencjalnym źródłem inspiracji dla logopedów. Z kolei pogłębiona refleksja językoznawcza, charakterystyczna dla logopedów, oraz ich doświadczenia w pracy z pacjentami mogą nadać nowy kierunek badaniom inżynierskim. Współpraca przedstawicieli obu grup powinna więc okazać się owocna i z pewnością należy ją rozwijać.

Płynność i niepłynność mówienia

Intuicyjne odróżnienie mowy płynnej i niepłynnej zazwyczaj nie nastręcza trudności. Precyzyjne zdefiniowanie pojęcia płynności mówienia, choć potrzebne, jest problematyczne. Można to zjawisko analizować wyłącznie w kontekście poprawności artykulacyjnej lub rozpatrywać w świetle wszystkich aspektów systemu językowego. Najłatwiej jednak badać je poprzez odniesienie do niepłynności mówienia, co przychodzi na myśl fragment fraszki Jana Kochanowskiego: „Szlachetne zdrowie, / nikt się nie dowie / jako smakujesz, / aż się zepsujesz”³. Ujmując ogólnie niepłynność mówienia, przyjmuje się, że jest to „zaburzenie ciągłości wymawianiowej i rytmiczności fraz”⁴. Z tej definicji można zatem wywnioskować, że człowiek mówi płynnie wtedy, gdy swobodnie przekazuje myśli, zachowuje ciągłość słów, a frazy wymawia melodyjnie.

Niepłynność mówienia jest objawem, a nie zaburzeniem mowy samym w sobie⁵. Może się manifestować na różne sposoby, mieć odmienne przyczyny i towarzyszyć kilku zaburzeniom mowy o niejednakowej etiologii, co schematycznie przedstawiono na rysunku 1.

Szczegółowy opis niepłynności mówienia wymaga egzemplifikacji jej przejawów. Nie jest to proste zadanie, ponieważ mają one złożoną strukturę i odnoszą się do różnych poziomów organizacji wypowiedzi. Zróżnicowanie to przedstawiono na rysunku 2.

Na podstawie rysunków można zauważyć, że przejawy niepłynności tworzą hierarchiczną strukturę i mogą się ujawniać na wszystkich poziomach organizacji wypowiedzi, z uwzględnieniem jej fizjologicznego oraz komunikacyjnego aspektu.

³ J. KOCHANOWSKI: *Na zdrowie*. W: *Fraszki – Pieśni – Treny*. Red. A. PAŁAC, A. WIEDEMANN. Kraków, Zielona Sowa 2000, s. 38.

⁴ T. WOŹNIAK: *Niepłynność mówienia*. W: *Logopedia. Teoria zaburzeń mowy...*, s. 551.

⁵ Należy podkreślić przede wszystkim, że nie jest to pojęcie tożsame z jękaniami, będącym zaburzeniem mowy, któremu niepłynność mówienia towarzyszy. Zob. Z.M. KURKOWSKI: *Próba sylabowa do oceny niepłynności mówienia*. Warszawa, Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu 2003, s. 11.



RYSUNEK 1. Niepłynność mówienia jako objaw towarzyszący różnym zaburzeniom mowy

ŹRÓDŁO: Opracowanie własne na podstawie: Z.M. KURKOWSKI: *Próba sylabowa do oceny niepłynności mówienia*. Warszawa, Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu 2003; U. JĘCZEŃ: *Symptomy oligofazji w upośledzeniu umysłowym*. W: *Logopedia. Teoria zaburzeń mowy*. Red. S. GRABIAS, M. KURKOWSKI. Lublin, Wydaw. UMCS 2012, s. 381–396; S. GRABIAS: *Teoria zaburzeń mowy. Perspektywy badań, typologie zaburzeń, procedury postępowania logopedycznego* W: *Logopedia. Teoria zaburzeń mowy...*, s. 15–17.



RYSUNEK 2. Złożoność przejawów niepłynności mówienia

ŹRÓDŁO: Opracowanie własne.

Są też z sobą powiązane – np. wtrącanie dodatkowych wyrazów i dźwięków, oprócz naruszenia struktury artykulacyjno-fonetycznej wypowiedzi, może zaburzać rytm mowy i wydłużyć czas frazy⁶. W polu zainteresowań badawczych logopedy leżą wszystkie elementy przedstawionej struktury. Inżynierowie, zależnie od przedmiotu prowadzonych badań, skupiają się na wybranych zagadnieniach związanych z wypowiedzią, zazwyczaj są to objawy fizjologiczne, artykulacja, ewentualnie także prozodia.

Logopedyczna ocena nie płynności mówienia

Logopeda potrafi diagnozować zaburzenia mowy, budować odpowiednie programy terapii i realizować je. Jedną z podstawowych technik stosowanych do oceny płynności mówienia jest obserwacja. Niebagatelną rolę odgrywa również wywiad logopedyczny.

Do bardziej szczegółowej (ilościowej i jakościowej) oceny zaburzeń płynności mówienia zostały stworzone odpowiednie narzędzia logopedyczne. Do najważniejszych kwestionariuszy używanych współcześnie w Polsce przez logopedów należą: „Kwestionariusz nie płynności mówienia i logofobii”⁷, „Kwestionariusz Cooperów do Oceny Jąkania”⁸ i „Próba sylabowa do oceny nie płynności mówienia”⁹. Pierwszy z nich jest użyteczny do jakościowej oceny nie płynności mówienia i logofobii. Pozwala zorientować się, jak często u osoby badanej występują przejawy nie płynności mówienia oraz jakie sytuacje temu sprzyjają. Nasilenie zaburzeń jest oceniane w tym kwestionariuszu według subiektywnej, względnej skali – na pytanie o częstość jąkania się w określonych sytuacjach osoba badana odpowiada: „wcale”, „trochę”, „często”, „prawie zawsze”. Ocenia też to, jak bardzo boi się nawiązywać kontakty słowne.

Drugi kwestionariusz umożliwia zebranie danych jakościowych (otrzymanych podobną drogą, jak w poprzednim przypadku), a także danych ilościowych, jak np. częstotliwość jąkania¹⁰, mierzona w procentach (na podstawie liczby wyrazów

⁶ Nie jest to regułą. Na przykład w schizofazji można zaobserwować wypowiedzi niespójne semantycznie, natomiast płynne pod względem artykulacyjno-fonetycznym. Zob. T. WOŹNIAK: *Zaburzenia mowy w schizofrenii*. W: *Logopedia. Teoria zaburzeń mowy...*, s. 655.

⁷ Z. TARKOWSKI: *Kwestionariusz nie płynności mówienia i logofobii (diagnoza i terapia jąkania)*. Lublin, Orator 2001.

⁸ M. CHĘCIEK: *Kwestionariusz Cooperów do Oceny Jąkania*. Lublin, Fundacja Zaburzeń Mowy 1992.

⁹ Z.M. KURKOWSKI: *Próba sylabowa...*

¹⁰ Zachowano pojęcie oryginalnie użyte w omawianym kwestionariuszu, choć zgodnie z przyjętym wcześniej rozgraniczeniem między pojęciem „nie płynności mówienia” i „jąkaniem” powinno się tu mówić o „częstotliwości występowania nie płynności mówienia i logofobii” (por. T. WOŹNIAK: *Nie płynność mówienia...*).

wypowiedzianych nie płynnie), i czas trwania momentów nie płynności, mierzone w sekundach. Oprócz obserwacji i wywiadu w kwestionariuszu wykorzystano eksperyment: próby powtarzania, czytania, recytacji z pamięci, opisu, mowy spontanicznej. Wyniki badania przeprowadzonego za jego pomocą dają bardzo szeroki ogląd funkcjonowania człowieka zmagającego się z jękaniem i szczególnie (choć w kategoriach względnych i na podstawie subiektywnych danych) obraz jego sytuacji psychicznej, jednocześnie umożliwiając wprowadzenie miar zobiektywizowanych.

Kwestionariusz trzeci został opracowany z uwzględnieniem potrzeb, które ujawniały się w trakcie badań: zwiększenia nacisku na ilościową ocenę natężenia nie płynności mówienia, różnicowania nie płynności występujących w odmiennych zaburzeniach mowy oraz wiarygodnej oceny efektów terapii, prowadzonych różnymi metodami.

„Próba sylabowa do oceny nie płynności mówienia” jest przystosowana do badania dzieci w różnym wieku, a także dorosłych. Pozwala ocenić trzy rodzaje wypowiedzi: dialog, opowiadanie i czytanie (w przypadku małych dzieci nazywanie obrazków i powtarzanie zdań). Na podstawie badania można ocenić tzw. procent nie płynności (ile spośród stu sylab¹¹ wypowiedziano nie płynnie) oraz prędkość mówienia¹² (liczba sylab wypowiedzianych w ciągu sekundy). Kwestionariusz dotyczy wyłącznie zaburzeń ciągu fonicznego i ma umożliwiać ich obiektywną deskrypcję. Spośród wymienionych jedynie w tym kwestionariuszu uwzględniono, że nie płynności zdarzają się sporadycznie w mowie płynnej i podano ich liczbowe normy. Należy pamiętać, że funkcją „Próby sylabowej...” nie jest diagnoza w zakresie logofobii, ocena funkcjonowania psychicznego i społecznego pacjenta ani poznanie własnej opinii pacjenta na temat występującej u niego nie płynności mówienia.

Można zauważyć, że wspólną cechą trzech przedstawionych kwestionariuszy są wyniki otrzymywane na podstawie subiektywnej oceny badającego. Choć wynik przeprowadzenia niektórych prób jest ilościowy (nasilenie nie płynności wyrażone w procentach, czas trwania nie płynności wyrażony w sekundach, tempo mówienia mierzone liczbą sylab w jednostce czasu), trudno ocenić jego dokładność (za każdym razem może być ona inna, nawet jeśli badanie prowadzi ta sama osoba). Audytywna ocena badającego w pewnym stopniu zależy od jego czasowej niedyspozycji lub niskich kompetencji (brak doświadczenia, błędne zrozumienie instrukcji), które mogą zafałszować wynik. Jeśli parametry oceny są wyznaczane przez logopedę na bieżąco w trakcie badania, taka ocena może być jedynie orientacyjna, jeśli zaś po odsłuchaniu wykonanego nagrania, wtedy wynik jest dokładniejszy, ale procedura staje się bardziej czasochłonna.

¹¹ W tym przypadku obliczeń dokonuje się na podstawie sylab, natomiast w innych kwestionariuszach wartość podawana w procentach dotyczy wypowiedzianych nie płynnie wyrazów. Por. M. CHĘCIEK: *Kwestionariusz Cooperów...*, s. 24.

¹² Ścisłej należałoby mówić o tempie, ewentualnie szybkości mówienia.

Warto docenić rolę technik wywiadu i obserwacji stosowanych w ocenie niepełności mówienia oraz uwzględnić wagę danych jakościowych. Logopedzi dysponują rozległą wiedzą o strukturze języka, a ich postrzeganie problemu niepełności mówienia jest wielopłaszczyznowe. Nie da się jednak ukryć, że dotychczasowe metody ilościowego badania przejawów niepełności mówienia są obciążone trudnym do oszacowania błędem, a ponadto czasochłonne. Mogą być zatem wystarczające do wstępnej diagnozy logopedycznej, pozwolą też na orientacyjną ocenę postępów terapii, ale należy zdawać sobie sprawę z ograniczeń, jakie się z nimi wiążą.

Dorobek inżynierów w dziedzinie oceny i terapii niepełności mówienia

Znane są osiągnięcia inżynierów na polu wspomaganiania terapii niepełności mówienia. Przykładem urządzenia zaprojektowanego właśnie w tym celu jest echo-korektor, którego twórcą jest Bogdan Adamczyk, profesor fizyki z Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie¹³. Metoda „echo” jest nadal stosowana w logopedii, a nawet rozwijana. Urządzeniem skonstruowanym przez zespół profesora nauk technicznych Andrzeja Czyżewskiego z Politechniki Gdańskiej jest Cyfrowy Korektor Mowy (ang. *Digital Speed Aid* – DSA). Oprócz opóźnienia sygnału wprowadzono w nim kilka innych nowych rozwiązań, np. możliwość regulacji poziomu dźwięku i jego częstotliwości¹⁴. Dodatkowo opracowano wewnątrzuszną, subminiaturową wersję korektora¹⁵. Innym przykładem technicznego zaplecza terapeutów osób z niepełnością mówienia są urządzenia opracowane przez Antoniego Bochniarza, logopedę o technicznych uzdolnieniach i wynalazcę. Na przykład echorepetytor to wielofunkcyjne urządzenie, które również opiera się na wykorzystaniu zjawisk echa i pogłosu, a dodatkowo daje możliwość wytwarzania tonu krtaniowego oraz białego szumu. Ponadto posiada metronom oraz liczne wskaźniki optyczne i akustyczne. Urządzenie jest dostępne również w wersji komputerowej¹⁶.

Nie wszystkie „inżynierskie” rozwiązania, tworzone z myślą o ułatwieniu oceny płynności mówienia, silnie zakorzeniły się w tradycji logopedycznej. Chcąc ukazać, jak odmienną specyfikę i odległe od logopedycznych ścieżki badawcze mają rozwa-

¹³ B. ADAMCZYK: *Nowa metoda korekcji mowy u jaskających się przy pomocy sztucznego echa*. „Otolaryngologia Polska” 1963, t. 17, s. 482–484.

¹⁴ B. CZECHOWSKA-DERKACZ: *Inżynierowie dźwięku i obrazu*. „Sprawy nauki” 2003, t. 11, s. 7.

¹⁵ M. MULARZUK et al.: *Program postępowania terapeutyczno-rehabilitacyjnego wobec pacjentów jaskających się*. „Nowa Audiofonologia” 2012, nr 1 (1), s. 94–99.

¹⁶ J. OCZADŁY: *Pomoce i aparatura stosowane w logopedii*. „Logopedia Silesiana”, 2013, t. 2, s. 188–195.

żania inżynierskie nad niepełnością mówienia, warto przypomnieć publikacje na temat wykorzystania czujnika drgań do oceny współruchów¹⁷ oraz pomiarów składu powietrza, wydychanego przez osobę jękającą się podczas mówienia¹⁸.

Kompleksowa ocena płynności mówienia wymaga rozpoznania w sferze zarówno jakościowej, jak i ilościowej. Część objawów niepełności mówienia jest głęboko osadzona w strukturze języka, natomiast część dotyczy prostych zjawisk fonetycznych. Do tych drugich należą: pauzy, przedłużenia głosek, powtórzenia głosek i sylab oraz bloki mowy, rozumiane jako pauza ciszy przed nagłosem wyrazu. Zjawiska te można charakteryzować i analizować za pomocą mierzalnych, obiektywnych parametrów akustycznych. Segmentację i parametryzację sygnału akustycznego wykonuje się ręcznie na podstawie oscylogramów i spektrogramów, korzystając ze wspomaganie audytywnego. Jest jednak możliwe dokonanie automatycznej detekcji niektórych przejawów niepełności w sygnale mowy za pomocą odpowiednich programów komputerowych.

Zastosowanie automatycznego rozpoznawania niepełności mówienia za pomocą odpowiedniego programu komputerowego umożliwiłoby logopedom otrzymanie w krótkim czasie precyzyjnej i obiektywnej informacji na temat występowania poszczególnych przejawów fonetycznych niepełności mówienia u pacjenta. Znacznie usprawiłoby to postawienie diagnozy oraz uwiarygodniło ocenę efektów terapii logopedycznej. Warunkiem wprowadzenia takiego rozwiązania jest opracowanie programu o wystarczająco wysokiej czułości, nad czym wciąż są prowadzone prace badawcze. Wykorzystuje się różne algorytmy detekcji o odmiennej, ale w każdym przypadku dość dużej skuteczności. Przykładem mogą być badania przeprowadzone przez zespół inżynierski¹⁹, w których osiągnięto skuteczność rozpoznawania niepełności rzędu 89–94%. W Polsce prace nad automatycznym rozpoznawaniem niepełności mówienia prowadziły m.in. Izabela Szczurowska (później Świetlicka), Wiesława Kuniszyk-Józkowiak i Elżbieta Smółka²⁰, osiągając skuteczność na poziomie 95–99%.

¹⁷ B. ADAMCZYK et al.: *Próba badania współruchów u jękających się przy użyciu czujnika drgań*. „Logopedia” 1978, t. 13, s. 43–47.

¹⁸ B. ADAMCZYK: *Zawartość tlenu i dwutlenku węgla w powietrzu wydychanym przez jękającego się podczas mówienia*. „Logopedia” 1992, t. 19, s. 5–8.

¹⁹ O. CHIA AI et al.: *Classification of speech dysfluencies with MFCC and LPCC feature*. “Expert Systems with Applications” 2012, Vol. 39, p. 2157–2165.

²⁰ I. SZCZUROWSKA, W. KUNISZYK-JÓZKOWIAK, E. SMÓŁKA: *The application of Kohonen and Multilayer Perceptron network in the speech nonfluency analysis*. “Archives of Acoustics” 2006, No. 31 (4), Supplement, p. 205–210; EAEDM: *Artificial neural networks in the disabled speech analysis*. “Computer Recognition Systems (Advances in Soft Computing)” 2009, p. 347–354; EAEDM: *Detection of syllable repetition using two-stage artificial neural networks* “Polish Journal of Environmental Studies” 2008, Vol. 17, p. 462–466.

Algorytm dialogu logopedów z inżynierami Propozycja

Badania nad niepełnością mówienia – jak to już przedstawiono – są prowadzone zarówno przed logopedów, jak i inżynierów. Zakres prac w obu przypadkach jest jednak zupełnie inny i można je traktować jako uzupełniające się. Nawiązanie szeroko zakrojonej współpracy między logopedami i inżynierami otwiera nowe możliwości coraz skuteczniejszej oceny i terapii niepełności mówienia. W podrozdziale zaproponowano algorytm dialogu logopedów z inżynierami, czyli przedstawiono praktyczne wskazówki do prowadzenia owocnych, interdyscyplinarnych rozmów obu grup specjalistów, zwracając uwagę na ich wspólny cel nadrzędny, ale odmienne potrzeby i różne tradycje naukowe.

Krok 1. Ujednoznaczenie pojęć

Współpraca logopedów i inżynierów wymaga uzgodnienia podstawowych definicji objawów niepełności mówienia, szczególnie tych, które bezpośrednio dotyczą artykulacji i prozodii. Stosowane przez obie grupy badaczy definicje zazwyczaj są tożsame, jednak w różnych źródłach można zaobserwować pewne rozbieżności. Logopedzi np. terminem „powtarzanie” określają zjawisko zwielokrotnienia: głoski, sylaby, słowa, frazy lub jej części. Twórcy programów komputerowych do automatycznego rozpoznawania niepełności mówienia również odnoszą się do „powtórzeń” (*repetitions*), używają jednak dodatkowo pojęcia „blokada” (*blockade*), które raz oznacza to samo, co dla logopedów „blok mowy” (fragment ciszy, po którym następuje płoża „zablokowanej” głoski, występującej w nagłosie wyrazu)²¹, drugim razem jest ogólnym określeniem powtórzeń głosek²². Inna rozbieżność w nazewnictwie dotyczy „przedłużania głosek”. Program komputerowy, który automatycznie wykrywa przedłużenia, za głoskę przeciągniętą uznaje taką, której iloczyn przekracza 250 ms²³. Dla logopedy ma znaczenie, czy głoska ta należy do wyrazu, czy też jest embolofazją.

Do opisu struktury prozodycznej zaburzonej wskutek niepełności mówienia często używa się pojęć względnych, czyli takich, które odnoszą się do ustalonej war-

²¹ A. KOBUS et al.: *Speech Nonfluency Detection and Classification Based on Linear Prediction Coefficients and Neural Networks*. „Journal of Medical Informatics & Technologies” 2010, Vol. 15, p. 135–144.

²² I. CODELLO: „Komputerowe rozpoznawanie niepełności mowy z zastosowaniem transformaty falkowej i sztucznych sieci neuronowych”. Rozprawa doktorska. Gliwice, Politechnika Śląska, Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki, Instytut Informatyki, 2014. <http://delibra.bg.polsl.pl/Content/26034/r.pdf> [data dostępu: 14.10.2016].

²³ Ibidem.

tości normatywnej. Mówi się m.in., że tempo mówienia jest **zbyt** szybkie (tachylalia) lub **zbyt** wolne (bradyllalia), frazy są **wydłużone** albo występują **długie** pauzy między wyrazami. Nie można jednak (ręcznie ani komputerowo) ocenić prawdziwości takich twierdzeń, nie odwołując się do konkretnych wartości liczbowych. Informacje wartościowe zarówno dla logopedów, jak i dla inżynierów to np.:

- pauzy ciszy trwające powyżej 2 sekund należy uznać za potencjalnie patologiczne;
- jeśli wydłużenie czasu frazy przekracza 3 sekundy, należy uznać tak zwolnioną mowę za zaburzoną (osoby jękające się realizują frazy o średniej długości 7 sekund);
- normatywne tempo mówienia to około 120 słów na minutę lub inaczej 4–5 sylab (10–12 głosek) na sekundę²⁴.

Krok 2. Sprecyzowanie potrzeb obu stron

Algorytm komunikowania inżynierom o swoich potrzebach (dla logopedów)

- Potrzebuję urządzenia, które ułatwi mi postawienie obiektywnej diagnozy/ prowadzenie skuteczniejszej, spersonalizowanej terapii logopedycznej.
- Chcę, aby to był: program komputerowy / aplikacja mobilna / urządzenie elektroniczne (itp.).
- Mam wobec niego określone wymagania, np.:
 - ma być dostosowane do potrzeb dzieci/dorosłych;
 - będę je wykorzystywać do: badań przesiewowych / pracy z osobami z konkretnym zaburzeniem mowy lub grupą zaburzeń (itp.);
 - będę korzystać z niego samodzielnie / wspólnie z pacjentem;
 - ma być łatwe w obsłudze;
 - chcę, aby dawało mi określone możliwości, np. nagrywania dźwięku dobrej jakości, archiwizowania danych pacjenta;
 - w wyniku jego działania chcę uzyskać konkretne informacje, dotyczące np. liczby powtórzonych sylab, głosek itp., czasu przedłużonych głosek.
- Przedstawiam koncepcję/projekt tego urządzenia/programu.

Algorytm komunikowania logopedom o swoich potrzebach (dla inżynierów)

- Potrzebuję informacji o możliwych do zbadania kompetencjach i sprawnościach językowych / zaburzeniach mówienia oraz narzędzi lingwistycznych, które umożliwią ich ocenę bądź skuteczne oddziaływanie terapeutyczne:

²⁴ T. WOŹNIAK: *Niepłynność mówienia...*, s. 554–556.

- potrzebuję informacji na temat normatywnej wymowy: co już wiadomo i w jaki sposób to zostało zbadane; czego jeszcze nie wiadomo lub co nie zostało zbadane wystarczająco dokładnie;
- potrzebuję tekstów: znormalizowanych pod względem fonetycznym / liczby sylab, głosek itp.; o tematyce spójnej z założeniami urzędnia/programu; z nagromadzeniem wybranej głoski.
- Chciałbym wiedzieć, jak prowadzisz terapię, by móc Ci pomóc:
 - jakie wykorzystujesz narzędzia / pomoce logopedyczne i czemu one służą;
 - czy masz do nich jakieś zastrzeżenia.
- Wykonuję nagrania z udziałem pacjenta i chętnie przyjmę Twoje wskazówki:
 - chciałbym wiedzieć, jak komunikować się / współpracować z osobą z określonym zaburzeniem mowy, aby jej nie urazić, stworzyć miłą atmosferę podczas nagrań, aby nagrane wypowiedzi rzeczywiście oddawały sposób mówienia osoby nagrywanej;
 - nie mam nic przeciwko temu, abyś uczestniczył w nagraniach.
- Przedstawiam możliwości urzędzeń/programów, którymi dysponuję, i uważam, że mogą być użyteczne w usprawnieniu postawienia diagnozy / prowadzenia terapii logopedycznej.
- Proszę, sprawdź, czy wyniki, jakie otrzymuję, są wiarygodne / nie kłócą się z wiedzą lingwistyczną.

Przykład dialogu na temat stworzenia użytkowego programu komputerowego do automatycznej detekcji niepełności mówienia

Logopeda:

Potrzebny mi program komputerowy do automatycznego rozpoznawania i ewidencjonowania przejawów niepełności mówienia (przynajmniej tych, które są prostymi zjawiskami fonetycznymi). Usprawni on postawienie diagnozy logopedycznej, a w przyszłości – ocenę skuteczności terapii logopedycznej. Chcę mieć możliwość rejestrowania wypowiedzi osób jaskających się, odtwarzania tych nagrań oraz swobodnego przeglądania i odsłuchiwanie wyselekcjonowanych fragmentów. Nagrania powinny być dobrej jakości. Zaletą będzie zwizualizowanie sygnału na wykresie oraz możliwość wpisywania pod nim transkrypcji fonetycznej.

Program powinien automatycznie wyszukiwać określone przejawy niepełności mówienia, oznaczać je i zliczać. Określone przejawy niepełności mówienia muszą być oddzielnie zgrupowane, wykrywane z wysoką skutecznością, a ich liczba

i czas trwania – podawane prawidłowo. Na przykład należy zwrócić uwagę na to, że ostatnia z serii powtórzeń sylaby jest tą właściwą, zatem do nie płynnych należałoby zaliczyć wyłącznie wszystkie ją poprzedzające. Warto też zauważyć, że istnieją patologiczne i naturalne przedłużenia samogłosek. Te drugie często towarzyszą akcentowaniu lub występują na końcu zdania pytającego. Czy można sprawić, by program nie zaliczał ich do zaburzeń?

Ważnym wymogiem wobec programu jest odpowiednia archiwizacja danych pacjentów, a także ich synchronizacja (dane osobowe muszą być ściśle przypisane do nagrań i nie mogą zostać zamienione). Proszę, aby obsługa programu była łatwa i intuicyjna.

Potrafię ocenić wiarygodność wyników, jakie otrzymamy za pomocą programu, a dzięki rozległej wiedzy na temat zaburzeń mowy – zinterpretować je w szerokim kontekście. Mogę przygotować narzędzia lingwistyczne (napisać odpowiednie teksty i wymyślić zadania), które pozwolą sprawdzić różne umiejętności osoby badanej i ocenić przejawy nie płynności mówienia w kilku rodzajach wypowiedzi.

Inżynier:

Potrafię napisać program komputerowy, który umożliwi analizę akustyczną sygnału mowy oraz automatyczne wykrywanie wybranych przejawów nie płynności (przedłużeń, powtórzeń głosek i powtórzeń sylab)²⁵. Sygnał może zostać zwizualizowany na oscylogramie, spektrogramie (skalogramie), widmie itp. Potrafię dobrać optymalny do potrzeb sposób parametryzacji sygnału. Problem zliczania przedłużeń rozwiążę, przystosowując program do jednoczesnego analizowania czasu trwania danej głoski oraz przebiegu tonu krztaniowego. Postaram się uzyskać jak największą skuteczność w detekcji nie płynności mówienia, ale wyposażę program także w możliwość swobodnej nawigacji po sygnale oraz ręcznej edycji danych, by można było samodzielnie nanieść ewentualne poprawki. Utworzę także pole do transkrypcji fonetycznej. Mogę też zaprojektować bazę danych osobowych pacjentów oraz wyników analizy ich wypowiedzi. Muszę jednak wiedzieć, które informacje mają się w niej znaleźć.

Aby nagranie sygnału mowy było wysokiej jakości i jak najwierniej odtwarzało rzeczywistość, trzeba pamiętać o zapewnieniu sprzyjającego środowiska akustycznego podczas wykonywania nagrań (pomieszczenie izolowane akustycznie, użycie mikrofonu kierunkowego wysokiej jakości). Potrafię zaprojektować i zbudować mikrofon adekwatny do potrzeb takich nagrań. Pamiętaj, że istotne jest wykorzystanie pełnego zakresu przetwornika analogowo-cyfrowego, ale przekroczenie go skutkuje obcięciem górnych wartości sygnału. Należy ponadto wystrzegać się kompresji stratnej cyfrowych plików dźwiękowych, dlatego powinno się zwrócić uwagę

²⁵ I. CODELLO: „Komputerowe rozpoznawanie nie płynności...”, s. 79.

na odpowiedni format zapisu danych. Najczęściej stosowany jest format WAVE (ang. *Waveform Audio File Format*)²⁶.

Pamiętaj, że odpowiedzialność za uzyskanie miarodajnych i porównywalnych wyników leży po stronie zarówno funkcjonalności programu, jak i procedury tworzenia nagrań. Poprzez „procedurę” należy rozumieć dbałość o wysoką jakość dźwięku (co zostało uszczegółowione wcześniej), jak też stosowanie odpowiedniego materiału językowego i ujednoczonych procedur badawczych, co wiąże się z utrudnieniami, które powinniśmy wspólnie przedyskutować.

Nie powinno się porównywać liczby wykrytych nie płynności mówienia w wypowiedziach, które wyraźnie różnią się czasem trwania. W tym celu należy ustalić jednakowy czas nagrania dla każdej zbieranej próbki lub analizować fragmenty nagrań o takiej samej długości. Oceniając nasilenie nie płynności, należy wziąć pod uwagę zarówno liczbę ich przejawów, jak i czas wypowiedzi oraz tempo mówienia badanego (mierzone w sylabach na sekundę). Nie jest możliwe, aby wypowiedzi spontaniczne (nawet tej samej osoby) były za każdym razem jednakowej długości pod względem liczby głosek lub sylab. Bardzo trudne do zrealizowania byłoby wyposażenie programu w funkcję automatycznego zliczania wszystkich sylab próbki, dlatego oceniając wypowiedzi spontaniczne, można obliczać tempo mówienia na podstawie odsłuchowego obliczenia sylab w krótkim fragmencie wypowiedzi. Innym sposobem jest zastosowanie do diagnostyki tekstów czytanych o znanej liczbie sylab. Proszę, przygotuj takie teksty.

Podsumowanie

Specjalistyczne urządzenia i programy komputerowe są obecnie powszechnie wykorzystywane w pracy logopedycznej. Niektóre z nich służą jako element urozmaicenia terapii logopedycznej i angażują w większym stopniu pacjenta niż terapeutę, inne ułatwiają skuteczne postawienie diagnozy, usprawniają organizację pracy, zastępując człowieka w prostych, ale żmudnych czynnościach. Szczególną grupą programów komputerowych użytecznych w logopedii są aplikacje oparte na akustycznej analizie sygnału mowy. Te stają się coraz bardziej popularnym narzędziem obiektywizacji danych uzyskanych z nagrań wypowiedzi pacjentów. Dodatkowo korzystanie z tego typu programów komputerowych może przyczynić się do budowania pozytywnego wizerunku logopedji jako osoby wiarygodnej, a zarazem profesjonalnej i nowoczesnej.

²⁶ W. KUNISZYK-JÓZKOWIAK: *Przetwarzanie sygnałów biomedycznych*. Lublin, Wydaw. UMCS 2011, s. 22.

Niniejszy artykuł dotyczy wyłącznie niepełności mówienia jako obszaru zainteresowań badawczych logopedów i inżynierów. Dlatego omówiono jedynie część dorobku naukowego jednych i drugich, a zaproponowane sposoby komunikowania się przedstawiciele tych dwóch grup zostały poparte przykładami związanymi z wąskim zagadnieniem. Szczególną uwagę skierowano na możliwość automatycznego rozpoznawania niepełności w sygnale mowy za pomocą programu komputerowego.

Można jednak założyć, że w różnych obszarach działalności logopedów i inżynierów ich wiedza i umiejętności wzajemnie się uzupełniają. Inżynierowie mogą stworzyć narzędzia, które zobiektywizują i usprawnią pracę logopedy, zaś logopedzi – przekazać wiedzę na temat współpracy z pacjentem oraz przygotować odpowiednie narzędzia lingwistyczne, a także weryfikować wyniki, otrzymane za pomocą różnych urządzeń i programów komputerowych. Warunkiem koniecznym do efektywnej współpracy obu grup jest posługiwanie się wspólnym językiem (jednoznaczne zdefiniowanie kluczowych pojęć) oraz wzajemne komunikowanie o swoich potrzebach, pomysłach i umiejętnościach.

Bibliografia

- ADAMCZYK B.: *Nowa metoda korekcji mowy u jękających się przy pomocy sztucznego echa*. „Otolaryngologia Polska” 1963, t. 17, s. 482–484.
- ADAMCZYK B.: *Zawartość tlenu i dwutlenku węgla w powietrzu wydychanym przez jękającego się podczas mówienia*. „Logopedia” 1992, t. 19, s. 5–8.
- ADAMCZYK B. et al.: *Próba badania współruchów u jękających się przy użyciu czujnika drgań*. „Logopedia” 1978, t. 13, s. 43–47.
- CHĘCIEK M.: *Kwestionariusz Cooperów do Oceny Jękania*. Lublin, Fundacja Zaburzeń Mowy 1992.
- CHIA AI O. et al.: *Classification of speech dysfluencies with MFCC and LPCC feature*. “Expert Systems with Applications” 2012, Vol. 39, p. 2157–2165.
- CODELLO I.: „Komputerowe rozpoznawanie niepełności mowy z zastosowaniem transformaty falkowej i sztucznych sieci neuronowych”. Rozprawa doktorska. Gliwice, Politechnika Śląska, Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki, Instytut Informatyki, 2014. <http://delibra.bg.polsl.pl/Content/26034/r.pdf> [data dostępu: 14.10.2016].
- CZECHOWSKA-DERKACZ B.: *Inżynierowie dźwięku i obrazu*. „Sprawy nauki” 2003, t. 11, s. 7.
- GRABIAS S.: *Teoria zaburzeń mowy. Perspektywy badań, typologie zaburzeń, procedury postępowania logopedycznego*. W: *Logopedia. Teoria zaburzeń mowy. Podręcznik akademicki*. Red. S. GRABIAS, Z.M. KURKOWSKI. Lublin, Wydaw. UMCS 2012, s. 15–71.
- KOBUS A. et al.: *Speech Nonfluency Detection and Classification Based on Linear Prediction Coefficients and Neural Networks*. “Journal of Medical Informatics & Technologies” 2010, Vol. 15, p. 135–144.
- KOCHANOWSKI J.: *Na zdrowie*. W: *Fraszki – Pieśni – Treny*. Red. A. PAŁAC, A. WIEDEMANN. Kraków, Zielona Sowa 2000, s. 38.

- KUNISZYK-JÓŻKOWIAK W.: *Przetwarzanie sygnałów biomedycznych*. Lublin, Wydaw. UMCS 2011.
- KURKOWSKI Z.M.: *Próba sylabowa do oceny niepełności mówienia*. Warszawa, Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu 2003.
- MULARZUK M. et al.: *Program postępowania terapeutyczno-rehabilitacyjnego wobec pacjentów jękających się*. „Nowa Audiofonologia” 2012, nr 1 (1), s. 94–99.
- OCZADŁY J.: *Pomoce i aparatura stosowane w logopedii*. „Logopedia Silesiana”, 2013, t. 2, s. 188–195.
- SZCZUROWSKA I., KUNISZYK-JÓŻKOWIAK W., SMOŁKA E.: *The application of Kohonen and Multilayer Perceptron network in the speech nonfluency analysis*. “Archives of Acoustics” 2006, No. 31 (4), Supplement, p. 205–210.
- SZCZUROWSKA I., KUNISZYK-JÓŻKOWIAK W., SMOŁKA E.: *Artificial neural networks in the disabled speech analysis*. “Computer Recognition Systems (Advances in Soft Computing)” 2009, p. 347–354.
- SZCZUROWSKA I., KUNISZYK-JÓŻKOWIAK W., SMOŁKA E.: *Detection of syllable repetition using two-stage artificial neural networks* “Polish Journal of Environmental Studies” 2008, Vol. 17, p. 462–466.
- TARKOWSKI Z.: *Kwestionariusz niepełności mówienia i logofobii (diagnoza i terapia jękania)*. Lublin, Orator 2001.
- WOŹNIAK T.: *Niepełność mówienia*. W: *Logopedia. Teoria zaburzeń mowy. Podręcznik akademicki*. Red. S. GRABIAS, Z.M. KURKOWSKI. Lublin, Wydaw. UMCS 2012, s. 549–564.
- WOŹNIAK T.: *Zaburzenia mowy w schizofrenii* W: *Logopedia. Teoria zaburzeń mowy. Podręcznik akademicki*. Red. S. GRABIAS, Z.M. KURKOWSKI. Lublin, Wydaw. UMCS 2012, s. 645–677.