

UKŁAD I SPOSÓB DO POPRAWY ZROZUMIAŁOŚCI KOMUNIKATÓW GŁOSOWYCH W SYSTEMACH KOMUNIKACYJNYCH

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ do poprawy zrozumiałości komunikatów głosowych w systemach komunikacyjnych w czasie rzeczywistym, polegający na automatycznym dopasowania komunikatu głosowego pod względem jego tempa, barwy, głośności w taki sposób by był on odbierany z maksymalną, możliwą do uzyskania zrozumiałością w warunkach echa, pogłosu i hałasu.

W wielu sytuacjach sygnał mowy, a w szczególności komunikaty głosowe, rozgłaszane są z wykorzystaniem głośników, bądź za pomocą systemu nagłośnienia rozlokowanego na określonym obszarze. Odbiorca rozgłaszanych komunikatów znajduje się przeważnie w hałaśliwym otoczeniu w którym szum tła, hałas i pogłos uniemożliwia mu prawidłowy odbiór i zrozumiałość podawanych komunikatów. Rozgłaszane komunikaty odbierane są inaczej w zależności od miejsca, w którym znajduje się odbiorca np. dworzec kolejowy, lotnisko, budynek, w którym warunki otoczenia, kubatura pomieszczeń są różne, komunikaty w tych miejscach mogą być wystarczająco głośne aby je usłyszeć ale mimo to mogą być niezrozumiałe. Zrozumiałość komunikatów może wpływać bezpośrednio na bezpieczeństwo osób odbierających taki komunikat np. bezpieczeństwo osób w trakcie pożaru budynku, które otrzymują komunikaty ewakuacyjne przez system nagłośniania. Hałas i pogłos występujący w obszarze rozgłaszania komunikatów głosowych w istotny sposób utrudnia rozumienie nadawanych słów. By temu przeciwdziałać przygotowuje się system nagłośnieniowy na najgorsze warunki akustyczne. Takie działanie w niektórych przypadkach może powodować nadawanie komunikatów zbyt głośno, co również utrudnia zrozumienie.

W stanie techniki jest wiele dokumentów opisujących poszczególne elementy układów poprawiających, wpływających na zrozumiałość rozgłaszanych komunikatów głosowych. Na przykład dokument US7418379 B2 dotyczy obwodu poprawiającego zrozumiałość sygnałów audio zawierających mowę o niezmienionej głośności. Zrozumiałość poprawia się, podnosząc całkowity sygnał audio o stały współczynnik i obniżając amplitudę tego podniesionego sygnału przez filtr górnoprzepustowy. Częstotliwość graniczna filtra górnoprzepustowego jest regulowana w taki sposób, że amplituda wyjściowa sygnału audio na końcu segmentu przetwarzającego jest równa lub proporcjonalna do amplitudy wejściowej sygnału audio.

Kolejnym przykładem układów poprawiających zrozumiałość komunikatów jest układ do dostosowywania syntezy w czasie pracy w celu poprawy zrozumiałości syntezy mowy znany z dokumentu US6876968 B2. Przedstawione rozwiązanie przewiduje modyfikację syntezy mowy w czasie pracy. Metoda obejmuje etap generowania syntezy mowy na podstawie wprowadzania tekstowego i wielu wartości parametrów kontrolnych w czasie rzeczywistym. Dane w czasie rzeczywistym są generowane na podstawie sygnału wejściowego, przy czym sygnał wejściowy charakteryzuje zrozumiałość mowy w odniesieniu do słuchacza. Sposób zapewnia ponadto modyfikację jednej lub więcej wartości parametrów kontrolnych w czasie wykonywania w oparciu o dane w czasie rzeczywistym, tak aby zwiększyć zrozumiałość mowy. Modyfikowanie wartości parametrów w czasie wykonywania, w przeciwieństwie do etapów projektowania, zapewnia poziom adaptacji nieosiągalny za pomocą konwencjonalnych metod.

Natomiast polski dokument patentowy PL216396 B1 opisuje sposób i układ tłumienia echa akustycznego w terminalu VoIP, przy czym urządzenie przeznaczone jest dla różnego rodzaju terminali klienckich systemów komunikacji głosowej w sieci Internet, zwłaszcza w przypadku, gdy użytkownik systemu VoIP wykorzystuje podczas komunikacji głośnik, a nie słuchawki.

Rozwiązaniem problemów i niedogodności jakie niosą ze sobą wskazane rozwiązania jest układ do poprawy zrozumiałości komunikatów głosowych, który automatycznie dopasowuje tempo rozgłaszanych komunikatów do warunków akustycznych, szczególnie uwzględniając zjawisko echa i pogłosu, w taki sposób aby odbiorcy słyszeli komunikat z możliwie największą zrozumiałością. Ponadto wykrywano są przeciągnięcia głosek np. yyyyy, zająknięcia, nadmierne pauzy, które nie są poddawane spowolnieniu, dzięki czemu komunikat nie trwa nadmiernie długo.

Układ do poprawy zrozumiałości komunikatów głosowych w systemach komunikacyjnych zawiera źródło komunikatów głosowych, układ filtracji adaptacyjnej, który przyjmuje sygnały z układu zmiany tempa wypowiedzi, na którego wejście podawany jest rozgłaszany komunikat, a układ filtracji adaptacyjnej przekazuje sygnał do przełącznika trybu pracy połączonego z układem wzmacniaczy wyjściowych połączonych z macierzą głośników w pobliżu których umieszczone są odbiorniki sygnału akustycznego w obszarze rozgłaszania komunikatów.

Przełącznik trybu pracy przyjmuje sygnał od układu sterowania przełączając tryb pracy pomiędzy dwoma stanami, stanem kalibracji układu i stanem rozgłaszania komunikatów głosowych.

W stanie kalibracji układ kalibracji przyjmuje sygnały z odbiorników sygnału akustycznego, jednocześnie układ sterowania przyjmuje sygnały od operatora systemu poprzez układ programowy, a układ sterowania przekazuje sygnał do układu parametrów początkowych połączonego z układem filtracji adaptacyjnej i z układem zmiany tempa wypowiedzi oraz układem kalibracji, układ sterowania jest również podłączony do przełącznika trybu pracy.

W stanie rozgłaszania komunikatów głosowych układ filtracji adaptacyjnej przyjmuje sygnały z odbiorników sygnału akustycznego, układu kalibracji oraz układu zmiany tempa wypowiedzi, układ zmiany tempa wypowiedzi przyjmuje sygnały z układu kalibracji oraz źródła komunikatów, jednocześnie do układu filtracji adaptacyjnej oraz układu zmiany tempa wypowiedzi dołączony jest układ sterowania poprzez układ parametrów początkowych, jednocześnie układ sterowania przyjmuje sygnały od operatora systemu poprzez układ programowy a układ sterowania przekazuje sygnał do układu parametrów początkowych i układ sterowania jest również podłączony do przełącznika trybu pracy.

Korzystnie, w stanie kalibracji układ kalibracji przyjmuje sygnał z układu odbiornika sygnału akustycznego do układu ustalania parametrów kalibracji poprzez układ pamięci do gromadzenia sygnałów pochodzących z odbiornika sygnałów akustycznych, a układ odtwarzania sygnałów kalibracyjnych przekazuje sygnał do przełącznika trybu pracy oraz przekazuje sygnały do układu ustalania parametrów kalibracji.

Korzystnie, w stanie kalibracji układ kalibracji przyjmuje sygnał z układu odbiornika sygnału akustycznego do układu ustalania parametrów kalibracji za pośrednictwem układu korekcji charakterystyki mikrofonu oraz układu pamięci gromadzącego sygnały z odbiornika sygnałów akustycznych.

Korzystnie, układ odtwarzania sygnałów kalibracyjnych zawiera układ pamięci sygnałów testowych i układ pamięci sygnałów odniesienia.

Korzystnie, w stanie rozgłaszania źródłem komunikatów jest mikrofon lub układ pamięci.

Korzystnie, w stanie rozgłaszania układ zmiany tempa wypowiedzi zawiera układ przekształcania tempa wypowiedzi, który przyjmuje sygnał z układu ustalania tempa wypowiedzi, który przyjmuje sygnały ze źródła komunikatów.

Korzystnie, w stanie rozgłaszania komunikatów układ filtracji adaptacyjnej zawiera; pierwszy układ ustalania widma sygnału mowy, który przyjmuje sygnał z układu zmiany tempa wypowiedzi poprzez układ korekcji funkcją korygującą;

drugi układ ustalania widma sygnału z odbiornika sygnałów akustycznych, który przyjmuje sygnał z odbiorników sygnału akustycznego, układ uśredniania czasowego, który przyjmuje sygnał z pierwszego układu ustalania widma sygnału mowy za pośrednictwem układu korekcji funkcją przejścia,

pierwszy układ uśredniania, który przyjmuje sygnał z układu uśredniania czasowego i drugi układ uśredniania, który przyjmuje sygnał z drugiego układu ustalania widma sygnału,

układ odejmowania widmowego, który połączony jest z wyjściem pierwszego układu uśredniania oraz z wyjściem drugiego układu uśredniania,

układ ustalania sygnatury znakującej który połączony jest z wyjściem układu odejmowania widmowego, wyjściem pierwszego układu uśredniania oraz z wyjściem drugiego układu uśredniania,

układ ustalania profilu tła akustycznego, który przyjmuje sygnały z wyjścia układu odejmowania widmowego oraz z wyjścia układu ustalania sygnatury znakującej,

układ obliczania funkcji korygującej, który przyjmuje sygnały z wyjścia układu ustalania profilu tła akustycznego oraz z wyjścia układu ustalania limitów wzmocnienia, przy czym wejście układu ustalania limitów wzmocnienia jest połączone z wyjściem układu ustalania profilu tła akustycznego, wyjście układu obliczania funkcji korygującej jest połączone z układem korekcji funkcją korygującą, wyjście układu korekcji funkcją korygującą stanowi wyjście układu filtracji adaptacyjnej i jest połączone z wejściem przełącznika trybu pracy, wejście układu korekcji funkcją korygującą stanowi wejściu układu filtracji adaptacyjnej i jest połączone z wyjściem układu zmiany tempa wypowiedzi.

Korzystnie, w stanie rozgłaszania pierwszy układ ustalania widma sygnału mowy przyjmuje sygnał z układu zmiany tempa wypowiedzi za pośrednictwem układu korekcji funkcją korygującą, a drugi układ uśredniania przyjmuje sygnał z drugiego układu ustalania widma sygnału za pośrednictwem układu korekcji sygnału.

Korzystnie, układ filtracji adaptacyjnej jest połączony z układem kalibracji, który zawiera układ pamięci P2, w którym przechowywane są parametry sterujące pracą układu.

Sposób poprawy zrozumiałości komunikatów głosowych w systemach komunikacyjnych zawierających źródło komunikatów głosowych, zawiera poniższe etapy, ustalane za pomocą układu sterowania, poprzez przekazanie sygnału sterującego do przełącznika trybu pracy: etap kalibracji układu i etap rozgłaszania komunikatów głosowych.

W stanie kalibracji układu operator systemu poprzez aplikacje programowe oraz układ sterowania przekazuje do układu pamięci parametry początkowe oraz sygnały kalibracyjne oraz sygnały odniesienia niezbędne do wykonania procesu kalibracji, następnie parametry początkowe i sygnały kalibracyjne oraz sygnały odniesienia są przekazywane do układu kalibracji który zawiera układ odtwarzania sygnałów kalibracyjnych, sygnały kalibracyjne przechowuje się w układzie pamięci a sygnały odniesienia przechowuje się w układzie pamięci, następnie sygnały kalibracyjne odczytuje się z pamięci i poprzez układ kieruje się do przełącznika trybu pracy, a następnie do wzmacniaczy i poprzez macierz głośników odtwarza się sygnały kalibracyjne w obszarze rozgłaszania komunikatów następnie sygnały kalibracyjne odbiera się za pomocą odbiorników sygnału akustycznego i kieruje do układu kalibracji.

W stanie rozgłaszania komunikatów głosowych komunikat głosowy przekazuje się do układu zmiany tempa wypowiedzi przy czym początkowo określa się tempo wypowiedzi komunikatu głosowego w układzie ustalania tempa wypowiedzi po czym przekazuje się komunikat głosowy wraz z wartością określającą aktualne tempo wypowiedzi do układu przekształcania tempa wypowiedzi, następnie w układzie dopasowuje się tempo komunikatu głosowego do optymalnego tempa wypowiedzi, po czym komunikat głosowy którego tempo jest dopasowane do tempa optymalnego przekształca się w układzie filtracji adaptacyjnej za pomocą korekcji funkcją korygującą, której kształt kompensuje warunki akustyczne panujące w obszarze rozgłaszania komunikatów głosowych.

Korzystnie, w sposobie poprawy, w stanie rozgłaszania w obszarze rozgłaszania komunikatów komunikaty rozgłasza się przez macierz głośników, po czym odbierane są przez odbiorniki sygnałów akustycznych.

Korzystnie, w sposobie poprawy rozgłaszania w stanie kalibracji, układ kalibracji nadaje sygnały testowe odczytywane z pamięci układu odtwarzania sygnałów kalibracyjnych poprzez macierz głośników.

Korzystnie, w sposobie poprawy rozgłaszania w stanie kalibracji, sygnały testowe rozgłoszone w obszarze rozgłaszania komunikatów odbierane są przez odbiorniki sygnałów akustycznych i przekazywane do układu kalibracji poprzez układ pamięci i układ korekcji charakterystyki mikrofonu do układu ustalania parametrów kalibracji przy czym do układu ustalania parametrów kalibracji przekazuje się także sygnały odniesienia odczytane z układu pamięci.

Korzystnie w sposobie poprawy rozgłaszania w stanie kalibracji, sygnały odniesienia odczytane z pamięci układu przekazywane są jednocześnie do układu ustalania charakterystyki amplitudowej sygnału odniesienia z pogłosem, układu ustalania funkcji przejścia pomiędzy macierzą głośników a odbiornikiem sygnałów akustycznych i układu ustalania charakterystyki amplitudowej sygnału odniesienia bez pogłosu, a także układu ustalania wartości skalującej tor nadawczy oraz do układu ustalania odpowiedzi impulsowej.

Korzystnie w sposobie poprawy rozgłaszania w stanie kalibracji, układ korekcji charakterystyki mikrofonu przekazuje sygnały akustyczne jednocześnie do układów ustalania charakterystyki amplitudowej sygnału odniesienia z pogłosem i układu wyznaczania efektywnego pasma akustycznego oraz układu ustalania wartości skalującej tor nadawczy i układu ustalania odpowiedzi impulsowej.

Korzystnie w sposobie poprawy rozgłaszania w stanie kalibracji, układ ustalania odpowiedzi impulsowej przekazuje sygnał do układów ustalania optymalnego tempa wypowiedzi i układu ustalania współczynników uśredniania czasowego oraz ustalania charakterystyki amplitudowej sygnału odniesienia z pogłosem i układu ustalania funkcji przejścia pomiędzy macierzą głośników a odbiornikiem sygnałów akustycznych.

Korzystnie w sposobie poprawy rozgłaszania w stanie kalibracji, kalibracja układu poprawy zrozumiałości komunikatów głosowych kończy się w chwili przekazania wyników kalibracji z układu kalibracji do układu zmiany tempa wypowiedzi i układu filtracji adaptacyjnej.

Korzystnie, w sposobie poprawy rozgłaszania w stanie rozgłaszania sygnał przekształcony w układzie korekcji funkcją korygującą przekazuje się na wejście wzmacniacza z dołączoną macierzą głośników, a rozgłoszony sygnał odbiera się przez odbiorniki sygnałów akustycznych i podaje się na wejście układu filtracji adaptacyjnej.

Korzystnie, w sposobie poprawy rozgłaszania w stanie rozgłaszania sygnał mowy w układzie filtracji adaptacyjnej przekształca się z dziedziny czasu do dziedziny częstotliwości, przez układ transformacji czasowo-częstotliwościowej, a następnie sygnał przechodzi na wejście układu korekcji funkcją przejścia za pomocą charakterystyki odwziewiedlającej funkcję przejścia między głośnikami, a odbiornikami sygnałów akustycznych, sygnał przekazuje się dalej do układu uśredniania czasowego w oparciu o stałe czasowe wyznaczone w procesie kalibracji.

Korzystnie, w sposobie poprawy rozgłaszania w stanie rozgłaszania sygnał mowy przekazuje się do układu uśredniania czasowego.

Korzystnie, w sposobie poprawy rozgłaszania, odebrany za pomocą odbiorników sygnałów akustycznych sygnał akustyczny przekształca się w układzie filtracji adaptacyjnej do dziedziny częstotliwości za pomocą układu transformacji czasowo-częstotliwościowej, a następnie przekazuje się na wejście układu kompensacji charakterystyki odbiornika sygnałów akustycznych, po czym sygnał przekazuje się do układu uśredniania czasowego.

Korzystnie, w sposobie poprawy rozgłaszania, sygnał skorygowanego sygnału mowy i sygnału z odbiorników sygnałów akustycznych podaje się do układu odejmowania widmowego tworząc sygnaturę znaku wodnego, następnie sygnał przekazywany jest do układu określającego profil tła akustycznego.

Korzystnie, w sposobie poprawy rozgłaszania, uzyskany profil widma tła akustycznego kieruje się do układu wyznaczania limitów wzmocnienia oraz do układu ustalania funkcji korygującej.

Korzystnie, w sposobie poprawy rozgłaszania, uaktualniona funkcja korygująca dopasowana do aktualnych warunków akustycznych zostaje przekazana do układu filtracji sygnału mowy.

Korzystnie, w sposobie poprawy rozgłaszania przetwarzanie mowy w układzie filtracji adaptacyjnej jest kontynuowane, a sygnał przekształcony przekazywany jest do wzmacniacza sygnałów akustycznych, a następnie do nadajnika dźwięku macierzy głośników.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest przedstawiony na rysunku, na którym:

Fig. 1 stanowi schemat blokowy przedstawiający działanie systemu podczas rozgłaszania komunikatów;

Fig. 2 stanowi schemat blokowy przedstawiający proces kalibracji systemu;

Fig. 3 - uproszczona charakterystyka RoS w funkcji wsp. STI

Kalibracja toru nadawczego (tor nadawczy – część systemu odpowiedzialna za nadawanie sygnałów) polega na określeniu skali poziomów sygnału, po stronie nadawczej, odpowiadających temu sygnałowi w miejscu pomiaru za pomocą mikrofonu pomiarowego (OSA). Celem tej kalibracji jest możliwość określenia poziomu ciśnienia akustycznego oraz postaci sygnału przygotowanego do emisji zgodnego z sygnałem odebrany w miejscu pomiaru, przed rozgłoszeniem komunikatu. Oznacza to, że dzięki przeprowadzonemu procesowi kalibracji oraz znając odpowiedź impulsową możliwe jest określenie sygnału w miejscu odsłuchu zanim sygnał ten zostanie rozgłoszony. Dzięki temu algorytm adaptacji może szybciej i dokładniej dopasować charakterystykę korygującą do aktualnego poziomu i charakterystyki tła akustycznego.

Odbiorniki sygnałów akustycznych (OSA) umożliwiają określenie wartości sygnału w skali dB SPL (skala dB SPL – wyrażenie wartości sygnału jako poziomu ciśnienia akustycznego, względem ciśnienia odniesienia, typowo 20 mikro paskali).

Poniżej przedstawiony został przykładowy sposób realizacji poszczególnych układów wykorzystywanych w trakcie kalibracji układu.

Układ (WSKTN) pozwala na ustalenie wartości skalującej dla toru nadawczego (na podstawie sygnału odniesienia oraz zarejestrowanego sygnału odniesienia, uprzednio rozgłoszonego w obszarze rozgłaszania komunikatów za pomocą skalibrowanego mikrofonu pomiarowego, innymi słowy, aby wyznaczyć wskaźnik WSKTN należy: pobrać oryginalny sygnał odniesienia SOD1 np. ton 1000 Hz, odtworzyć sygnał odniesienia SOD1 w obszarze rozgłaszania komunikatów, zarejestrować przekształcony sygnał odniesienia SOD1', na podstawie SOD1 i SOD1' i ustalić wskaźnik WSKTN, z użyciem formuły matematycznej 1, przy czym wynik jest zapamiętywany w pamięci P2.

Poniżej przedstawiono etapy określania wartości WSKTN:

calibrationLevel – poziom ciśnienia akustycznego, który jest wyznaczany za pomocą OSA w ORK dla sygnału SOD1', wartość wyrażona w dB SPL, OSA działa jak miernik poziomu dźwięku i jest kalibrowany jedną ze znanych metod na etapie produkcji.

Poniżej przykład sposobu obliczania poziomu sygnału po stronie nadawczej:

$$\text{rmsDb} = 10 * \log_{10} (\text{total_rms} / \text{n_samples});$$

total_rms – wartość RMS dla sygnału SOD1, wyznaczona jedną ze znanych metod, n_samples – długość sygnału w próbkach

Przykład przejścia ze skali FS do skali dB SPL

$$\text{refLevelDb} = \text{calibrationLevel} - \text{rmsDb};$$

Istotą wyznaczenia parametru WSKTN jest obliczenie wartości skalującej dla dB po stronie nadawczej:

$$\text{WSKTN} = 1 / \text{pow}(10, -\text{refLevelDb} / 10); \text{ - formuła matematyczna 1}$$

Funkcja pow realizuje operację: 10^x , gdzie $x = -\text{refLevelDb} / 10$

Układ (EP) wyznacza efektywne pasmo akustyczne, w tym celu konieczne jest kolejno rozgłoszenie i zarejestrowanie w obszarze rozgłaszania komunikatów sygnału SOD2 i SOD3, po zarejestrowaniu uzyskuje się sygnały SOD2' i SOD3', następnie poprzez użycie formuły matematycznej 2, uzyskiwany jest wynik EP, przy czym wynik zapamiętywany jest w pamięci P2.

Kluczową informacją jest to, że sygnały SOD2 i SOD3 są sygnałami szerokopasmowymi, tj. zawierające składowe akustyczne w np. zakresie od 100 Hz do 10000 Hz, np. sygnał świergotowy lub szum różowy i różnią się jedynie poziomem o ściśle ustaloną wartość, przykładowo 10 dB.

Dla zarejestrowanych sygnałów SOD2' i SOD3' jedną ze znanych metod wyznaczane są wartości dB SPL w pasmach oktaowych, przykładowe wyniki podano w tabeli pEP. Podczas analizy sygnałów odebranych wiadomo, że oryginalne sygnały różniły się między sobą jedynie poziomem, i różnica ta wynosiła 10 dB (zgodnie z przykładowym założeniem). Oznacza to, że efektywne pasmo można określić jako różnica poziomów sygnałów SOD2' i SOD3' w wybranych zakresach częstotliwości, przykładowo w pasmach o szerokości oktawy.

Cechą szczególną sposobu jest określenie efektywnego pasma akustycznego niezależnie od kształtu charakterystyki amplitudowej toru nadawczego, w szczególności właściwości macierzy głośników (MG) oraz warunków propagacji w obszarze rozgłaszania komunikatów (ORK).

Tabela pEP

częstotliwość	LSOD2'(f)	LSOD3'(f)	EP(f)
125	64.0	58.7	0.53
250	75.0	67.2	0.78
500	80.0	70.2	0.98
1000	85.0	75.1	0.99
2000	83.0	73.1	0.99
4000	79.0	69.2	0.98
8000	75.0	65.2	0.98

formuła matematyczna 2:

$$EP(f) = (LSOD2'(f) - LSOD3'(f))/10$$

Liczba 10 określa różnicę poziomów sygnałów pomiarowych SOD2 i SOD3

Układ (ODPIMP), wyznacza odpowiedź impulsową jedną ze znanych metod, np. metodą korelacyjną. W tym celu pobiera się sygnały SOD4 i SOD4rev, rozgłasza się w obszarze rozgłaszania komunikatów sygnał SOD4, uzyskuje się sygnał SOD4', na podstawie sygnału SOD4' oraz sygnału SOD4rev jedną ze znanych metod wyznacza się wstępną odpowiedź impulsową (wODPIMP), ostatecznie dla założonej wartości zaniku, oznaczonej przykładowo jako ZWZ, znanej z warunków początkowych PA, ogranicza się długość odpowiedzi impulsowej jedną ze znanych metod (np. poprzez analizę obwiedni odpowiedzi impulsowej), w ten sposób uzyskuje się odpowiedź impulsową obciętą (wODPIMPcut), następnie przeprowadzane jest skalowanie odpowiedzi impulsowej, w tym celu pobiera się uprzednio wyznaczoną odpowiedź impulsową wODPIMPcut oraz sygnał odniesienia SOD1 i znaną metodą dokonuje się splotu obu sygnałów, w ten sposób uzyskiwany jest wynik SOD1'imp, następnie uwzględniając sygnał SOD1' oraz sygnał SOD1'imp i poprzez formułę matematyczną 3 oblicza się przeskalowaną odpowiedź impulsową (ODPIMP), wynik zapamiętywany jest w pamięci P2 (przeskalowana odpowiedź impulsowa ODPIMP jest sygnałem pośrednim, niezbędnym do wyznaczenia innych parametrów).

Skalowanie odpowiedzi impulsowej

Jedną ze znanych metod oblicza się poziom sygnału SOD1'imp, przykładowo oznaczony jako L_SOD1'imp oraz sygnału SOD1', przykładowo oznaczony jako L_SOD1' następnie wyznacza się różnicę poziomów:

$$\text{delta_db} = L_SOD1' - L_SOD1'imp;$$

następnie wyznaczany jest współczynnik skalowania odpowiedzi impulsowej, oznaczony przykładowo jako wsp_skal_ir ,

$$wsp_skal_ir = pow(10.0, delta_db / 20.0);$$

następnie za pomocą formuły matematycznej 3 dokonywane jest skalowanie odpowiedzi impulsowej, operacja polega na przemnożeniu każdej wartości składającej się na odpowiedź impulsową oznaczoną jako $wODPIMPcut$ przez współczynnik skalujący wsp_skal_ir , w efekcie uzyskuje się przeskalowaną odpowiedź impulsową, przykładowo oznaczoną jako: ODPIMP

formuły matematyczna 3:

$$ODPIMP = wsp_skal_ir * wODPIMPcut;$$

Układ (UEXP) wyznacza współczynniki uśredniania czasowego na podstawie analizy odpowiedzi impulsowej (ODPIMP). Jedną ze znanych metod wyznacza się czas pogłosu (np. poprzez całkowanie sygnału odpowiedzi impulsowej), następnie znając ustawienia systemu (częstotliwość próbkowania) poprzez wykorzystanie formuły matematycznej 4 i 5, uzyskuje się wartości uśredniania czasowego (UEXP), czynność wyznaczania współczynników uśredniania czasowego przeprowadza się w dziedzinie częstotliwości dla wszystkich współczynników widmowych z zakresu od 100 Hz do 10000 Hz.

Przykład wyznaczenia współczynnika skalującego dla i -tego prążka z widma odpowiedzi impulsowej przedstawia formuła matematyczna 4 i 5:

Proces uśredniania czasowego polega na wyznaczaniu oczekiwanych wartości energii w danym prążku widma w oparciu o formułę matematyczną 6:

$$E_n(i) = \alpha_i \cdot E_{n-1}(i) + \beta_i \cdot E_p(i) \quad (6)$$

gdzie:

α_i, β_i - współczynniki uśredniania wyznaczone na podstawie czasu pogłosu

i – numer prążka w widmie FFT,

n – numer ramki FFT

E_n – wynik uśredniania energii akustycznej

E_{n-1} – wynik uśredniania energii akustycznej dla poprzedniej ramki

E_p – energia akustyczna uzyskana z bieżącego pomiaru

Celem tej metody jest wyznaczenie wartości współczynników: α_i, β_i , oznaczonych dla uproszczenia jako UEXP, czynność wyznaczania wartości współczynników przeprowadzana jest zgodnie z formułą matematyczną:

$$\alpha_i = \exp\left(\frac{\delta \cdot 60}{T60sr_i}\right) \quad (4)$$

$$\beta_i = 1 - \alpha_i \quad (5)$$

gdzie:

δ - stała równa: -0.00501,

$T60sr_i$ - czas pogłosu dla i-tego prążka wyznaczony jedną ze znanych metod na podstawie analizy odpowiedzi impulsowej (ODPIMP).

Wyznaczone współczynniki uśredniania czasowego UEXP zapisywane są w pamięci P2.

Układ (CHASODBP), pobiera się sygnał odniesienia SOD5 (np. szum różowy o długości np. 5 sekund) i wartość skalującą WSKTN (uprzednio wyznaczoną na wcześniejszym etapie kalibracji), jedną ze znanych metod ustala się poziom sygnału SOD5 w pasmach oktaowych (uzyskane wartości np. oznaczono LSOD5) a następnie korzystając z wartości skalującej WSKTN poprzez wykorzystanie formuły matematycznej 7 – w przykładzie wykonania, wyznaczone zostają parametry CHASODBP i zapisywane są w pamięci P2, przykładowy proces zilustrowano w tabeli pwCHASODBP

Przykładowa wartość współczynnika skalującego: WSKTN = 63245197312, przy założeniu że, wartości próbek szumu różowego mieszczą się w przedziale -1.0 : 1.0.

Tabela pwCHASODBP, podano przykładowe wartości w pasmach oktaowych

częstotliwość	LSOD5 (f)	CHASODBP (f)
125	-19.7	88.3
250	-18.5	89.5
500	-22.2	85.8
1000	-27.9	80.1
2000	-33.6	74.4
4000	-38.6	69.4
8000	-43.5	64.5

Wartości CHASODBP otrzymane są na podstawie przekształcenia zgodnie z formułą matematyczną 7

$$\text{CHASODBP (f)} = 10 * \text{LOG}_{10}(10^{(\text{LSOD5 (f)/10})} * \text{WSKTN})$$

Układ (CHASODZP), pobiera się sygnał odniesienia SOD5 i sygnał ODPIMP, i dokonywany jest splot obu sygnałów jedną ze znanych metod. Uzyskany wynik SOD5'imp, jedną ze znanych metod ustalany jest poziom sygnału SOD5'imp w pasmach oktaowych, następnie pobierana jest wartość skalującą WSKTO i przez wykorzystanie formuły matematycznej 8 – w przykładzie wykonania, wyznaczane są parametry CHASODZP i zapisywane w pamięci P2.

Parametr WSKTO – to współczynnik skalujący próbki sygnału dostarczany przez odbiorniki sygnałów akustycznych (OSA), pozwalający na obliczenie poziomu ciśnienia akustycznego oraz przekazywany do układu kalibracji z układu PA zawierającego parametry początkowe.

Przykładowe wartości parametru CHASODZP zostały przedstawione w tabeli pwCHASODZP.

Tabela pwCHASODZP, podano przykładowe wartości w pasmach oktaowych

częstotliwość	SOD5'imp (f)	CHASODZP (f)
125	-19.7	88.3
250	-18.5	89.5
500	-22.2	85.8
1000	-27.9	80.1
2000	-33.6	74.4
4000	-38.6	69.4
8000	-43.5	64.5

Przykładowa wartość współczynnika skalującego: WSKTO = 8385734377472

Wartości CHASODZP otrzymane zostały na podstawie przekształcenia zgodnie z formułą matematyczną 8:

$$\text{CHASODZP (f)} = 10 * \text{LOG}_{10}(10^{(\text{SOD5'imp (f)}/10)} * \text{WSKTO})$$

^ - operacja potęgowania

Układ (TRF), w którym wykorzystywane są: sygnał odniesienia SOD6, sygnał ODPIMP, wartość skalująca WSKTN, wartość skalującą WSKTO, jedną ze znanych metod wyznaczane jest widmo sygnału SOD6, oznaczone jako wSOD6. Następnie, skaluje się widmo wSOD6 za pomocą wartości WSKTN i wyznacza się poziom ciśnienia akustycznego, które zostało np. oznaczone jako LwSOD6sk. Kolejną jedną ze znanych metod dokonuje się splotu sygnałów SOD6 i ODPIMP, uzyskując sygnał SOD6'. Następnie jedną ze znanych metod wyznacza się widmo sygnału SOD6', oznaczając je jako wSOD6', przy czym skaluje się widmo

wSOD6' za pomocą wartości WSKTO i wyznaczony zostaje poziom ciśnienia akustycznego, które zostało przykładowo oznaczone jako LwSOD6'sk. Posiadając parametr LwSOD6sk i LwSOD6'sk za pomocą formuły matematycznej 9 – w przykładzie wykonania, wyznaczone zostają parametry TRF i zapisywane są w pamięci P2,

$$TRF(i) = 10^{0.1 \cdot (LwSOD6'sk(i) - LwSOD6sk(i))} \quad (9)$$

gdzie:

LwSOD6'sk(i) – poziom energii szumu po splocie z odpowiedzią impulsową dla i-tego prążka w widmie FFT,

LwSOD6sk(i) – poziom energii szumu przed splotem z odpowiedzią impulsową dla i-tego prążka w widmie FFT.

Układ (OTW), pobierany jest sygnał odniesienia SOD7, sygnał ODPIMP, jedną ze znanych metod i dokonywany jest splot sygnału SOD7 oraz sygnału ODPIMP, uzyskując sygnał SOD7'. Następnie jedną ze znanych metod, na podstawie analizy SOD7' wyznacza się wskaźnik STIPA (wartość wskaźnika STIPA można wyznaczyć jedną ze znanych metod na podstawie analizy sygnału ODPIMP, bez korzystania z sygnału SOD7 lub w inny sposób), kolejno wykorzystując z autorskiego odwzorowania (funkcja wyznaczona na podstawie badań subiektywnych) wyznaczamy wartość parametru OTW, szczegóły przedstawione zostały w przykładzie wykonania, wynik zapisywany jest w pamięci P2.

Na fig. 3 przedstawiono uproszczoną charakterystykę RoS w funkcji wsp. STI, pokazuje ona charakterystykę służącą do określania parametru RoS (ang. Rate of Speech, pl. tempo mowy), wyrażoną w sylabach na sekundę, której wartość odzwierciedla zalecane tempo mowy spowolnionej, czyli poszukiwany parametr OTW.

Przykładowo, dla wartości parametru STI wynoszącej 0,45 optymalne tempo mowy wynosi 2 sylaby na sekundę.

Wartości wszystkich wyznaczonych parametrów zapisywana jest w pamięci P2 i przekazywana do algorytmów ZTW i FA.

Poniżej przedstawione zostały przykładowe parametry początkowe, opisane w zgłoszeniu jako układ (PA):

WSKTO – wartość skalująca sygnał akustyczny odebrany za pomocą odbiornika sygnałów akustycznych (OSA), umieszczonego w obszarze rozgłaszania komunikatów (ORK), określana jest w procesie kalibracji układu OSA jedną ze znanych metod.

Przykładowe wartości parametrów początkowych (PA), zależne od częstotliwości podano w tabeli PA_F

Tabela PA_F - zawierająca przykładowe wartości wybranych parametrów początkowych zależnych od częstotliwości

częstotliwość	defSNR(f)	PA_LW1(f)	PA_LW2(f)	PA_CM(f)
125	8	0	-5	5
250	10	2	0	2
500	12	3	1	1
1000	12	5	5	0
2000	12	7	10	2
4000	12	12	13	3
8000	12	15	15	5

optSPL_ORK – wartość zadanego poziomu ciśnienia akustycznego w obszarze rozgłaszania komunikatów, przykładowo: 80 dB. Układ filtracji adaptacyjnej będzie dążył do utrzymania zadanego poziomu, chyba, że poziom zakłóceń będzie wyższy, wówczas algorytm dąży do utrzymania zadanych wartości SNR w pasmach oktawowych, określonych w postaci parametru początkowego: defSNR (f).

Stałe uśredniania wykorzystywane w układach: AVG1 i AVG2, np. 10 sekund w obu układach, uśrednianie jest realizowane jedną ze znanych metod, np. za pomocą średniej ruchomej, uśrednianiu podlegają składowe sygnału w dziedzinie częstotliwości, przy czym każda składowa jest uśredniana niezależnie.

Limity wzmocnienia, parametry wykorzystywane w układzie LW, oznaczają maksymalne wartości wzmocnienia dopuszczalne do zrealizowania w procesie filtracji adaptacyjnej. Limity są określone w dziedzinie częstotliwości, przykładowo w pasmach oktawowych, przykładowe wartości podano w tabeli PA_F, oznaczonych jako PA_LW1(f) i PA_LW2(f), przy czym tablic określających wartości limitów wzmocnienia może być więcej.

PA_CM(f) – przykładowe wartości umożliwiające przeprowadzenie korekcji charakterystyki amplitudowej mikrofonu odbiornika sygnałów akustycznych.

Stała czasowa aktualizacji filtra korygującego, wykorzystywana w układzie FC, np. 10 sekund.

dsmPA - długość segmentu mowy, parametr wykorzystywany w działaniu układu zmiany tempa wypowiedzi (ZTW).

ZWZ - założona wartości zaniku, przykładowo -15 dB.

Przykłady realizacji układu zmiany tempa wypowiedzi

Układ zmiany tempa wypowiedzi ZTW składa się z dwóch układów: układu TM, oraz układu PTW, dodatkowo układ ZTW przyjmuje sygnały sterujące z układu parametrów początkowych PA oraz z układu kalibracji K. Układ ZTW przekształca sygnał mowy w segmentach, których długość jest określana w formie parametru początkowego, np. oznaczonego jako dsmPA (długość segmentu mowy), przykładowa wartość parametru dsmPA to 20 ms.

Układ TM realizuje czynność określania aktualnego tempa mowy dla sygnału mowy podanego na wejście, oznaczone przykładowo jako aTM, przy czym określanie tempa mowy jest realizowane za pomocą jednej ze znanych metod, przy czym wynik określający tempo mowy jest wyrażony w sylabach na sekundę. Następnie aktualne tempo mowy jest porównywane z wartością optymalnego tempa mowy, przy czym wartość optymalnego tempa mowy jest określana w trakcie kalibracji układu (parametr OTW dostępny w układzie pamięci P2), jeśli $aTM \geq OTW$ to wówczas wyznaczany jest współczynnik spowolnienia, oznaczony np. jako wspSP, przykładowo według zależności:

$$\text{wspSP} = OTW / aTM$$

jeśli $aTM < OTW$ to $\text{wspSP} = 1$, czyli tempo mowy nie jest zmieniane.

Wartość wspSP jest przekazywana do układu przekształcania tempa wypowiedzi PTW wraz z bieżącym segmentem sygnału mowy. W układzie PTW jedną ze znanych metod, przykładowo przy pomocy algorytmu PSOLA (Pitch Synchronous Overlap and Add), następuje zmiana czasu trwania sygnału mowy, zgodnie z bieżącą wartością współczynnika wspSP. Na wyjściu układu ZTW pojawia się sygnał mowy o zmodyfikowanym czasie trwania i jest dalej kierowany do układu filtracji adaptacyjnej FA.

Przykłady realizacji układów wchodzących w skład układu filtracji adaptacyjnej.

Układ CFC – układ realizujący filtrację sygnału mowy, na wejściu i wyjściu układu sygnał mowy jest dostępny w dziedzinie czasu. Czynność filtracji polega na przekształceniu sygnału wejściowego jedną ze znanych metod za pomocą filtru o zadanej charakterystyce.

Układy FFT1, FFT2, umożliwiają dekompozycję sygnału w dziedzinie czasu do dziedziny częstotliwości, dekompozycję realizuje się jedną ze znanych metod np. za pomocą szybkiej transformaty Fouriera, możliwe jest alternatywne zastosowanie innej metod np. przykładowo za pomocą banku filtrów o szerokości oktawy. Na wyjściu układów FFT1 i FFT2 dostępny jest sygnał w dziedzinie częstotliwości i dalsze czynności dotyczą przekształcenia współczynników widmowych poszczególnych sygnałów. W układzie FFT1 wyjściowe widmo jest dodatkowo skalowane z wykorzystaniem współczynnika WSKTN, określonego w sposobie kalibracji. W układzie FFT2 wyjściowe widmo jest dodatkowo skalowane z wykorzystaniem współczynnika WSKTO, podanego jako parametr początkowy.

Układ TRF – w układzie jest realizowane przekształcenie współczynników widmowych dostarczanych przez układ FFT1 z wykorzystaniem funkcji przejścia pomiędzy macierzą głośników a odbiornikiem sygnałów akustycznych, wyznaczonej w procesie kalibracji. Przekształcenie współczynników widmowy dostarczanych przez układ FFT1 może być zrealizowane przykładowo poprzez ich wymnożenie ze współczynnikami określającymi funkcję przejścia. Dzięki tej czynności uzyskuje się współczynniki widma sygnału o wartościach zbliżonych do tych, które mogą być wyznaczone na podstawie analizy sygnału odebranego za pomocą odbiornika sygnałów akustycznych (OSA), przy czym estymowane wartości współczynników są znane zanim sygnał akustyczny będzie fizycznie wyemitowany przez głośniki. W ten sposób tworzony jest sygnał oczekiwany – niezbędny składnik w układzie adaptacyjnym.

Układ UEXP – układ uśredniania czasowego, czynność uśredniania realizowana w tym układzie umożliwia estymację pogłosu panującego w obszarze rozgłaszania komunikatów, uśrednianie czasowe jest realizowane w dziedzinie częstotliwości, stałe czasowe wyznaczone uprzednio w procesie kalibracji mogą mieć wartości zróżnicowane w zależności od częstotliwości danego składnika widmowego. Uśrednianie czasowe może być przykładowo zrealizowane w oparciu o formułę matematyczną (6), podaną w przykładzie wykonania sposobu kalibracji układu. Na wyjściu układu UEXP dostępne są uśrednione czasowo współczynniki widma sygnału, są one następnie przekazywane do układu uśredniania AVG1. Synchronicznie z przetwarzaniem sygnału przed jego rozgłoszeniem (podany na wejście układu

FFT1) ma miejsce przetwarzanie sygnału dostarczanego przez odbiornik sygnałów akustycznych (podany na wejście układu FFT2). W układzie CM ma miejsce skorygowanie charakterystyki amplitudowej mikrofonu odbiornika sygnałów akustycznych. Współczynniki korygujące są podawane w formie parametrów początkowych. Przykładowe wartości podano w tablicy PA_F, oznaczone jako PA_CM(f). Korekcja jest realizowana jedną ze znanych metod. Sens fizyczny działania tego układu to linearyzacja toru akustycznego odbiornika sygnałów akustycznych. Na wyjściu układu CM dostępne są współczynniki widma sygnału odebranego za pomocą odbiornika sygnałów akustycznych i podawane są na wejście układu uśredniania AVG2.

Uśrednianie współczynników widmowych w układach AVG1 i AVG2 realizowane jest jedną ze znanych metod, przykładowo za pomocą średniej ruchomej, z wykorzystaniem stałych czasowych dostarczanych przez układ PA. Na wyjściach układów AVG1 i AVG2 dostępne są uśrednione współczynniki widmowe odpowiednio sygnału przed rozgłoszeniem i sygnału odebranego w obszarze rozgłaszania komunikatów. Przy założeniu, że poziom hałasu w ORK jest pomijalnie mały to wartości współczynników sygnału przed rozgłoszeniem i sygnału odebranego w obszarze rozgłaszania komunikatów powinny mieć zbliżone wartości (dzięki skalowaniu zrealizowanego na etapie wyznaczania widm poszczególnych sygnałów w układach FFT1 i FFT2). Kolejną czynnością jest wykonanie odejmowania widmowego. Czynność ta jest realizowana w układzie OW. Przykładowa realizacja tego układu polega na wyznaczeniu różnicy wartości współczynników widmowych sygnału przed rozgłoszeniem i współczynników widmowych sygnału odebranego w obszarze rozgłaszania komunikatów.

Dalsze czynności zależą od wartości wyznaczonej różnicy. Przykładowo, jeśli różnica jest mniejsza od 0 oznacza, że hałas w ORK zakłócił sygnał nadany lub nie nadawano sygnału. Wartości różnic dla poszczególnych współczynników widmowych są przekazywane na wyjście układu OW.

Układ ZW – układ określania „sygnatury znakującej” przyjmuje na wejście: uśrednione widmo sygnału mowy przed rozgłoszeniem, uśrednione widmo sygnału odebranego przez OSA w ORK, wynik odejmowania widmowego. Na tym etapie składowe sygnału rozgłaszanego mogą być interpretowane jako znak wodny niewrażliwy (dążenie, by mowa była słyszalna na tle hałasu). Jeśli wynik odejmowania widmowego jest równy zero lub większy od zera oznacza to, że w sygnale odebranym przez OSA dominuje energia sygnału mowy i dany prążek widma należy wykluczyć z estymowania energii hałasu. Analiza różnicy jest przeprowadzana dla

wszystkich składowych widmowych. W ten sposób tworzona jest tablica współczynników „znaku wodnego”. Przyjmuje ona wartość 1 jeśli różnica widm jest większa od 0.

Układ PT służy do określenia profilu tła akustycznego w dziedzinie częstotliwości. Na wejście układu podawana jest sygnatura „znaku wodnego” oraz różnica widm AVG1 i AVG2. Działanie układu polega na interpretacji wartości „znaku wodnego” dla danej składowej częstotliwościowej, jeśli sygnatura znakująca jest równa 1 to dany prążek różnicy widm nie jest wykorzystywany do estymacji hałasu i poziom hałasu dla danej składowej nie jest zmieniany. Jeśli sygnatura znaku wodnego jest równa zero to różnica widm zawiera informację o poziomie hałasu i dla danej częstotliwości. Dzięki temu profil tła jest określany jedynie na podstawie składowych, dla których nie ma sygnału nadawanego.

Przedstawiony wyżej sposób działania układów ZW, PT aktualizuje profil tła akustycznego w sposób ciągły, przed rozgłaszaniem komunikatu głosowego, a także w trakcie rozgłaszania komunikatu głosowego.

W przykładzie wykonania przyjęto założenie, że analiza tła akustycznego w układzie PT odbywa się z wysoką rozdzielczością częstotliwościową (duża liczba współczynników widmowych), a na wyjściu układu PT wyniki są przekazywane w pasmach o szerokości oktawy, przykładowo w tablicy $a_{PT}(f)$.

Możliwe jest jednak zrealizowanie uproszczonego działania układu adaptacyjnego. Przykładowo, sygnatura „znaku wodnego”, tworzona w układzie ZW przyjmuje wartość 0 gdy widmo AVG1 jest równe 0 (nie ma nadawania sygnału mowy), wówczas różnica widm wyznaczona w układzie OW jest równa sygnałowi wyjściowemu z układu AVG2 i profil tła akustycznego w układzie PT jest w całości wyznaczony na podstawie składowych z układu AVG2. Jeśli widmo z wyjścia układu AVG1 jest większe od zera, to sygnatura znaku wodnego na wyjściu ZW jest równa 1 dla wszystkich współczynników widma, niezależnie od różnicy na wyjściu sygnału OW. W układzie PT w sytuacji, gdy sygnatura wodnego jest równa 1 dla wszystkich częstotliwości, profil tła akustycznego nie jest aktualizowany, a ostatnia wartość profilu tła jest określona dla hałasu bezpośrednio poprzedzającego nadanie sygnału mowy. W takiej konfiguracji profil tła nie jest aktualizowany w trakcie rozgłaszania komunikatu.

Charakterystyka filtra korygującego jest określana w układzie FC, na podstawie profilu tła akustycznego oraz limitów wzmocnienia.

Układ LW stanowi o adaptacyjnym doborze limitów wzmocnienia w zależności od wartości aktualnego profilu tła akustycznego, przykładowo oznaczonego jako $aPT(f)$. Przykładowo dobór limitów wzmocnienia może być zrealizowany poprzez analizę aktualnej wartości poziomu tła akustycznego, wyrażonych przykładowo w wartościach poziomów ciśnienia akustycznego w pasmach o szerokości oktawy, oraz wartości początkowych: $defSNR(f)$, dostępnych w układzie PA oraz wartości CHASODZP (f), ustalonych w sposobie kalibracji i dostępnych w pamięci P2.

Na podstawie wartości CHASODZP (f) i $aPT(f)$ możliwe jest wyznaczenie aktualnych wartości SNR, przykładowo oznaczonych jako $aSNR(f)$, za pomocą formuły matematycznej:

$$aSNR(f) = CHASODZP(f) - aPT(f),$$

przy czym wartości występujące w powyższym równaniu muszą być wyrażone w dB SPL.

Posiadając wartości $aSNR(f)$ i wartości początkowe $defSNR(f)$ możliwe jest określenie wymaganych wag wzmocnienia, przykładowo określonych jako $WW(f)$, za pomocą formuły matematycznej:

$$WW(f) = aSNR(f) - defSNR(f),$$

następnie wyznaczane są wartości wzmocnienia możliwe do uzyskania dla zadanych limitów wzmocnienia w dostępnych tablicach (to jedynie przykład, w konkretnej realizacji tablic może być więcej): $PA_LW1(f)$, $PA_LW2(f)$, oznaczone przykładowo jako $WWL1(f)$ i $WWL2(f)$ na podstawie formuły matematycznej:

$$WWL1(f) = WW(f) + PA_LW1(f)$$

oraz

$$WWL2(f) = WW(f) + PA_LW2(f)$$

następnie wybierana jest najkorzystniejsza tablica limitów wzmocnienia spośród dostępnych (w niniejszym przykładzie wykonania wybieramy pomiędzy tablicą $WWL1(f)$ a tablicą $WWL2(f)$). Przykładowe kryterium wyboru może być zrealizowane poprzez obliczenie sumarycznej wartości SNR dla poszczególnych tablic $WWL1$ i $WWL2$, przy założeniu, że jeśli wartość $WWLx(f)$, gdzie x oznacza rozważaną tablicę, jest większa niż $defSNR(f)$ dla danej częstotliwości f , to bierzemy do liczenia sumy wartość ograniczoną do wartości z tablicy $defSNR(f)$. Najkorzystniejsza tablica limitów to ta, dla której sumaryczna wartość SNR będzie największa. Możliwe jest zrealizowanie różnorodnych sposobów wyboru optymalnej wartości limitów wzmocnienia. Istotą układu jest dobieranie limitów wzmocnienia na podstawie zadanych wartości $defSNR(f)$, zdefiniowanych wartości limitów wzmocnienia, przykładowo $PA_LW1(f)$, $PA_LW2(f)$ oraz aktualnych wartości tła akustycznego. Uzyskane wartości limitów wzmocnienia przekazywane są do układu FC, np. w tablicy $opt_LW(f)$.

Układ FC wyznacza charakterystykę filtra korygującego, dostosowanego do aktualnych warunków akustycznych. Przykładowa realizacja układu FC jest następująca. Układ na wejście otrzymuje tablice określające aktualny profil tła akustycznego wyrażonego przykładowo w pasmach o szerokości oktawy, z wyjścia układu PT, przykładowo w tablicy $a_{PT}(f)$, wyznaczone w układzie LW limity wzmocnienia, przykładowo w tablicy: $opt_LW(f)$, a także wartości dostępne w tablicach, $CHASODZP(f)$, $CHASODBP(f)$ oraz $EP(f)$, pobrane z pamięci P2 układu kalibracji (K) oraz wartości $defSNR(f)$ oraz $optSPL_ORK$ dostępne w układzie parametrów początkowych PA.

Poniżej przedstawiono przykładowy sposób wyznaczania wag wzmocnienia zrealizowany w następujących krokach:

1 – obliczenie bieżącej wartości SNR, oznaczonej jako $bSNR(f)$ za pomocą zależności:

$$bSNR(f) = CHASODZP(f) - a_{PT}(f)$$

2 – obliczenie wag wzmocnienia dla wyrównania charakterystyki amplitudowej, oznaczonych jako $ww_lin(f)$ za pomocą zależności:

$$ww_lin(f) = CHASODBP(f) - CHASODZP(f)$$

3 – ograniczenie wag wzmocnienia zgodnie z aktualnymi limitami wzmocnienia, oznaczonych jako $ww_lin_lim(f)$, jeśli wartość $ww_lin(f) > opt_LW(f)$ to $ww_lin_lim(f) = opt_LW(f)$, w przeciwnym razie $ww_lin_lim(f) = ww_lin(f)$

4 – obliczenie sygnału po korekcji, oznaczonego jako $s_po_lin(f)$ za pomocą zależności:

$$s_po_lin(f) = CHASODZP(f) + ww_lin_lim(f)$$

5 – obliczenie wartości SNR po zastosowaniu korekcji, oznaczonej jako $bSNRlin(f)$ za pomocą zależności:

$$bSNRlin(f) = s_po_lin(f) - a_{PT}(f)$$

6 – obliczenie wag wzmocnienia dla wymaganych wartości SNR zadanych w tablicy PA, oznaczonej jako $ww_bSNRlin(f)$ za pomocą zależności:

$$ww_bSNRlin(f) = defSNR(f) - bSNRlin(f)$$

7 - ograniczenie wag wzmocnienia zgodnie z aktualnymi limitami wzmocnienia, oznaczonych jako $ww_lin_bSNR_lim(f)$, jeśli wartość $ww_bSNRlin(f) > opt_LW(f)$ to $ww_lin_bSNR_lim(f) = opt_LW(f)$, w przeciwnym razie $ww_lin_bSNR_lim(f) = ww_bSNRlin(f)$

8 – ponowne obliczenie sygnału po korekcji, oznaczonego jako $s_po_bSNRlin(f)$ według zależności:

$$s_po_bSNRlin(f) = CHASODZP(f) + ww_lin_bSNR_lim(f)$$

9 – obliczenie wartości dodatkowego wzmocnienia, oznaczonego jako $dw(f)$ według zależności:

$$dw(f) = s_po_lin(f) - s_po_bSNRlin(f); \text{ jeżeli } s_po_lin(f) - s_po_bSNRlin(f) \geq 0$$

$$dw(f) = 0; \text{ jeżeli } s_po_lin(f) - s_po_bSNRlin(f) < 0$$

10 – korekta wag wzmocnienia, oznaczonych jako $ww_ost(f)$ zgodnie z zależnością

$$ww_ost(f) = ww_lin_bSNR_lim(f) + dw(f)$$

11 – ponowne ograniczenie wag wzmocnienia, oznaczonych jako $ww_ost_lim(f)$ zgodnie z zależnością

$$ww_ost_lim(f) = opt_LW(f); \text{ jeżeli } ww_ost(f) \geq opt_LW(f)$$

$$ww_ost_lim(f) = ww_ost(f); \text{ jeżeli } ww_ost(f) < opt_LW(f)$$

12 – kontrola wyznaczonych wag wzmocnienia, uwzględniająca zadany poziom optymalnego odsłuchu, dostępny w układzie parametrów początkowych PA, a także efektywne pasmo akustyczne $EP(f)$, wartości wyznaczone w etapie kalibracji, odczytane z pamięci P2 (wyznaczenie poziomu całkowitego z większą dokładnością), przykładowo oznaczony jako: $optSPL_ORK$, czynność kontroli można zrealizować przykładowo przez obliczenie sygnału po korekcji, oznaczonego jako $s_ost(f)$ za pomocą zależności:

$$s_ost(f) = CHASODZP(f) + ww_ost_lim(f) * EP(f); \text{ jeżeli } ww_ost_lim(f) > 0$$

$$s_ost(f) = CHASODZP(f) + ww_ost_lim(f); \text{ jeżeli } ww_ost_lim(f) \leq 0$$

następnie wyznaczany jest sumaryczny poziom sygnału, przykładowo oznaczony jako $LpCorr$ przy wykorzystaniu sumowania logarytmicznego (w przykładzie wykonania poszczególne wartości są wyrażone w skali dB) zgodnie z zależnością:

$$LpCorr = 10 \log_{10} \left(\sum_n 10^{s_ost(f)/10} \right),$$

gdzie n oznacza liczbę analizowanych pasm (w przykładzie wykonania określono 7 pasm, więc $n = 7$),

następnie wartość $LpCorr$ jest porównywana z wartością $optSPL_ORK$, jeśli $LpCorr \geq optSPL_ORK$ to nie zmieniane są wagi wzmocnienia i wynikowe wagi wzmocnienia, oznaczone jako $ww_ost_lim_opt(f)$ są równe $ww_ost_lim(f)$, czyli:

$$ww_ost_lim_opt(f) = ww_ost_lim(f),$$

jeśli $LpCorr < optSPL_ORK$ to obliczana jest różnica poziomów, oznaczona np. jako dRP , według zależności:

$$dRP = optSPL_ORK - LpCorr,$$

następnie zwiększane są poszczególne wagi wzmocnienia $ww_ost_lim(f)$ o wartość dRP , według zależności:

$$ww_ost_lim_opt(f) = ww_ost_lim(f) + dRP,$$

po czym ponownie sprawdzane jest, czy nie przekroczone dopuszczalnych limitów wzmocnienia:

$$ww_ost_lim_opt(f) = opt_LW(f); \text{ jeżeli } ww_ost_lim_opt(f) \geq opt_LW(f)$$

$$ww_ost_lim_opt(f) = ww_ost_lim_opt(f); \text{ jeżeli } ww_ost_lim_opt(f) < opt_LW(f)$$

Uzyskany wynik $ww_ost_lim_opt(f)$ to wagi wzmocnienia wyrażone przykładowo w pasmach o szerokości oktawy. Następnie jedną ze znanych metod wyznacza się kształt charakterystyki dla większej rozdzielczości częstotliwościowej (jeśli konieczne) np. za pomocą interpolacji liniowej. W wyniku otrzymuje się charakterystykę amplitudową funkcji korygującej. Jedną ze znanych metod możliwe jest wyznaczenie współczynników filtru dla danej charakterystyki amplitudowej filtru. Nowe współczynniki filtru korygującego przekazuje się do układu CFC – korekcji funkcją korygującą. Istotą sposobu jest dopasowanie charakterystyki toru akustycznego do aktualnych warunków akustycznych panujących w ORK.

Wynikiem działania układu FC jest wyznaczenie wag wzmocnienia, wymaganych do kompensacji hałasu występującego w ORK przykładowo w pasmach o szerokości oktawy. Następnie na podstawie wag wzmocnienia w pasmach oktawowych jedną ze znanych metod wyznaczana jest wynikowa charakterystyka korygująca, przekazywana do układu filtracji funkcją korygującą (CFC). W układzie CFC jedną ze znanych metod realizowana jest czynność filtracji sygnału wejściowego zgodne z kształtem funkcji korygującej. Czynność filtracji to czynność przekształcenia sygnału wejściowego zgodnie z charakterystyką filtru korygującego. Czynność ta jest realizowana jedną ze znanych metod. Na wyjściu układu CFC uzyskiwany jest sygnał dopasowany do warunków akustycznych aktualnie występujących w ORK.

Wynalazek dotyczący układ i sposób do poprawy zrozumiałości komunikatów głosowych w systemach komunikacyjnych, zostanie bliżej objaśniony w przykładach wykonania rozwiązania dla każdej z kategorii wynalazku.

Układ do poprawy zrozumiałości komunikatów głosowych w systemach komunikacyjnych zawiera źródło komunikatów głosowych, układ filtracji adaptacyjnej (FA), który przyjmuje sygnały z układu zmiany tempa wypowiedzi (ZTW), a układ filtracji adaptacyjnej (FA) przekazuje sygnał do przełącznika trybu pracy (T) połączonego z układem

wzmacniaczy wyjściowych (W) połączonych z macierzą głośników (MG) w pobliżu których umieszczone są odbiorniki sygnału akustycznego (OSA) w obszarze rozgłaszania komunikatów (ORK). Przełącznik trybu pracy (T) przyjmuje sygnał od układu sterowania (US) przełączając tryb pracy pomiędzy dwoma stanami, stanem kalibracji układu i stanem rozgłaszania komunikatów głosowych.

W stanie kalibracji układu, układ kalibracji (K) przyjmuje sygnały z odbiorników sygnału akustycznego (OSA) oraz jednocześnie układ sterowania (US) przyjmuje sygnały od operatora systemu (OS) poprzez układ programowy (AP), a układ sterowania (US) przekazuje sygnał do układu parametrów początkowych (PA) połączonego z układem filtracji adaptacyjnej (FA) i z układem zmiany tempa wypowiedzi (ZTW) oraz układem kalibracji (K). Układ sterowania (US) jest również podłączony do przełącznika trybu pracy (T). Układ kalibracji (K) przyjmuje sygnał z układu odbiornika sygnału akustycznego (OSA) do układu ustalania parametrów kalibracji (P2) poprzez układ pamięci do gromadzenia sygnałów pochodzących z odbiornika sygnałów akustycznych (P3), a układ odtwarzania sygnałów kalibracyjnych (P1) przekazuje sygnał do przełącznika trybu pracy (T) oraz przekazuje sygnały do układu ustalania parametrów kalibracji (P2). Układ odtwarzania sygnałów kalibracyjnych (P1) zawiera układ pamięci sygnałów testowych (ST) i układ pamięci sygnałów odniesienia (SOD).

W stanie rozgłaszania komunikatów głosowych, układ filtracji adaptacyjnej (FA) przyjmuje sygnały z odbiorników sygnału akustycznego (OSA), układu kalibracji (K) oraz układu zmiany tempa wypowiedzi (ZTW). Dodatkowo układ kalibracji (K) przyjmuje sygnał z układu odbiornika sygnału akustycznego (OSA) do układu ustalania parametrów kalibracji (P2) za pośrednictwem układu korekcji charakterystyki mikrofonu (KA) oraz układu pamięci (P3) gromadzącego sygnały z odbiornika sygnałów akustycznych (OSA). Układ zmiany tempa wypowiedzi (ZTW) przyjmuje sygnały z układu kalibracji (K) oraz źródła komunikatów (ZK), jednocześnie do układu filtracji adaptacyjnej (FA) oraz układu zmiany tempa wypowiedzi (ZTW) dołączony jest układ sterowania (US) poprzez układ parametrów początkowych (PA). W tym samym czasie układ sterowania (US) przyjmuje sygnały od operatora systemu (OS) poprzez układ programowy (AP), a układ sterowania (US) przekazuje sygnał do układu parametrów początkowych (PA). Układ sterowania (US) jest również podłączony do przełącznika trybu pracy (T). Źródłem komunikatów (ZK) jest mikrofon lub układ pamięci. Układ zmiany tempa wypowiedzi (ZTW) zawiera układ przekształcania tempa wypowiedzi (PTW), który przyjmuje sygnał z układu ustalania tempa wypowiedzi (TM),

który przyjmuje sygnały ze źródła komunikatów (ZK). Ponadto układ filtracji adaptacyjnej (FA) zawiera pierwszy układ ustalania widma sygnału mowy (FFT1), który przyjmuje sygnał z układu zmiany tempa wypowiedzi (ZTW) oraz drugi układ ustalania widma sygnału z odbiornika sygnałów akustycznych (FFT2), który przyjmuje sygnał z odbiorników sygnału akustycznego (OSA). Dodatkowo zawiera układ uśredniania czasowego (UEXP), który przyjmuje sygnał z pierwszego układu ustalania widma sygnału mowy (FFT1) za pośrednictwem układu korekcji funkcją przejścia (TRF), pierwszy układ uśredniania (AVG1), który przyjmuje sygnał z układu uśredniania czasowego (UEXP) i drugi układ uśredniania (AVG2), który przyjmuje sygnał z drugiego układu ustalania widma sygnału (FFT2), układ odejmowania widmowego (OW), który połączony jest z wyjściem układu (AVG1) oraz z wyjściem układu (AVG2), układ ustalania sygnatury znakującej (ZW) który połączony jest z wyjściem układu (AVG1), wyjściem układu (AVG2) oraz z wyjściem układu odejmowania widmowego (OW), układ ustalania profilu tła akustycznego (PT), który przyjmuje sygnały z wyjścia układu odejmowania widmowego (OW) oraz z wyjścia układu ustalania sygnatury znakującej (ZW), układ obliczania funkcji korygującej (FC), który przyjmuje sygnały z wyjścia układu ustalania profilu tła akustycznego (PT) oraz z wyjścia układu ustalania limitów wzmocnienia (LW). Wejście układu ustalania limitów wzmocnienia (LW) jest połączone z wyjściem układu ustalania profilu tła akustycznego (PT), przy czym wyjście układu obliczania funkcji korygującej (FC) jest połączone z układem korekcji funkcją korygującą (CFC), wyjście układu korekcji funkcją korygującą (CFC) stanowi wyjście układu (FA) i jest połączone z wejściem przełącznika trybu pracy (T). Ponadto pierwszy układ ustalania widma sygnału mowy (FFT1) przyjmuje sygnał z układu zmiany tempa wypowiedzi (ZTW) za pośrednictwem układu korekcji funkcją korygującą (CFC), a drugi układ (AVG2) uśredniania przyjmuje sygnał z drugiego układu (FFT2) ustalania widma sygnału za pośrednictwem układu (CM) korekcji sygnału. Natomiast układ filtracji adaptacyjnej (FA) jest połączony z układem kalibracji (K), który zawiera układ pamięci P2, w którym przechowywane są parametry sterujące pracą układu (FA).

Sposób poprawy zrozumiałości komunikatów głosowych w systemach komunikacyjnych zawierający źródło komunikatów głosowych jest realizowany w sposób następujący: ze źródła komunikatów (ZK) pobierane się komunikaty głosowe i zmienia się tempo wypowiedzi oraz dokonuje się filtracji adaptacyjnej oraz przekazuje się poprzez przełącznik trybu pracy (T) na co najmniej jeden wzmacniacz wyjściowy (W) i rozgłasza się w obszarze rozgłaszania komunikatów (ORK) poprzez macierz głośników (MG). Na dalszym

etapie przez odbiorniki sygnału akustycznego (OSA) umieszczone w obszarze rozgłaszania komunikatów (ORK) odbiera się sygnał rozgłoszony w obszarze rozgłaszania komunikatów (ORK). Natomiast z układu sterowania (US) przekazuje się sygnał do przełącznika trybu pracy (T) ustalając dwa etapy, etap kalibracji układu i etap rozgłaszania komunikatów głosowych.

W stanie kalibracji układu operator systemu (OS) poprzez aplikacje programowe (AP) oraz układ sterowania (US) przekazuje do układu pamięci (PA) parametry początkowe oraz sygnały kalibracyjne oraz sygnały odniesienia niezbędne do wykonania procesu kalibracji. Kolejno parametry początkowe i sygnały kalibracyjne oraz sygnały odniesienia są przekazywane do układ kalibracji (K) zawierającego układ odtwarzania sygnałów kalibracyjnych (P1). Sygnały kalibracyjne przechowuje się w układzie pamięci (ST), a sygnały odniesienia przechowuje się w układzie pamięci (SOD), przy czym sygnały kalibracyjne odczytuje się z pamięci (ST) i poprzez układ (P1) kieruje się do przełącznika trybu pracy (T), a następnie do wzmacniaczy (W) i poprzez macierz głośników (MG) odtwarza się sygnały kalibracyjne w obszarze rozgłaszania komunikatów (ORK). Sygnały kalibracyjne odbierane są za pomocą odbiorników sygnału akustycznego (OSA) i kierowane do układu kalibracji (K). Układ kalibracji (K) nadaje sygnały testowe (ST) odczytywane z pamięci układu odtwarzania sygnałów kalibracyjnych (P1) poprzez macierz głośników (MG). Natomiast sygnały testowe rozgłoszone w obszarze rozgłaszania komunikatów (ORK) odbierane są przez odbiorniki sygnałów akustycznych (OSA) i przekazywane do układu kalibracji (K) poprzez układ pamięci (P3) i układ korekcji charakterystyki mikrofonu (KA) do układu ustalania parametrów kalibracji (P2). Natomiast z układu ustalania parametrów kalibracji (P2) przekazywane są także sygnały odniesienia (SOD) odczytane z układu pamięci (P1). Ponadto sygnały odniesienia (SOD) odczytane z pamięci układu (P2) przekazywane są jednocześnie do układu ustalania charakterystyki amplitudowej sygnału odniesienia z pogłosem (CHASODZP), układu ustalania funkcji przejścia pomiędzy macierzą głośników a odbiornikiem sygnałów akustycznych (TRF) i układu ustalania charakterystyki amplitudowej sygnału odniesienia bez pogłosu (CHASODBP), a także układu ustalania wartości skalującej tor nadawczy (WSKTN) oraz układu ustalania odpowiedzi impulsowej (ODPIMP) w układzie pamięci (P2). Dodatkowo sygnały odniesienia (SOD) odczytane z pamięci układu (P2) przekazywane są jednocześnie do układu ustalania charakterystyki amplitudowej sygnału odniesienia z pogłosem (CHASODZP), układu ustalania funkcji przejścia pomiędzy macierzą głośników a odbiornikiem sygnałów akustycznych (TRF) i układu ustalania charakterystyki amplitudowej sygnału odniesienia bez pogłosu (CHASODBP), a także układu ustalania

wartości skalującej tor nadawczy (WSKTN) oraz układu ustalania odpowiedzi impulsowej (ODPIMP) w układzie pamięci (P2). Układ korekcji charakterystyki mikrofonu (KA) przekazuje sygnały akustyczne (OSA) jednocześnie do układów ustalania charakterystyki amplitudowej sygnału odniesienia z pogłosem (CHASODZP) i układu wyznaczania efektywnego pasma akustycznego (EP) oraz układu ustalania wartości skalującej tor nadawczy (WSKTN) i układu ustalania odpowiedzi impulsowej (ODPIMP). Ponadto układ korekcji charakterystyki mikrofonu (KA) przekazuje sygnały akustyczne (OSA) jednocześnie do układów ustalania charakterystyki amplitudowej sygnału odniesienia z pogłosem (CHASODZP) i układu wyznaczania efektywnego pasma akustycznego (EP) oraz układu ustalania wartości skalującej tor nadawczy (WSKTN) i układu ustalania odpowiedzi impulsowej (ODPIMP). Natomiast układ ustalania odpowiedzi impulsowej (ODPIMP) przekazuje sygnał do układów ustalania optymalnego tempa wypowiedzi (OTW) i układu ustalania współczynników uśredniania czasowego (UEXP) oraz ustalania charakterystyki amplitudowej sygnału odniesienia z pogłosem (CHASODZP) i układu ustalania funkcji przejścia pomiędzy macierzą głośników a odbiornikiem sygnałów akustycznych (TRF). Kalibracja układu poprawy zrozumiałości komunikatów głosowych kończy się w chwili przekazania wyników kalibracji z układu kalibracji (K) do układu zmiany tempa wypowiedzi (ZTW) i układu filtracji adaptacyjnej (FA).

W stanie rozgłaszania komunikatów głosowych, komunikat głosowy przekazuje się do układu zmiany tempa wypowiedzi (ZTW), przy czym początkowo określa się tempo wypowiedzi komunikatu głosowego w układzie ustalania tempa wypowiedzi (TM), po czym przekazuje się komunikat głosowy wraz z wartością określającą aktualne tempo wypowiedzi do układu przekształcania tempa wypowiedzi (PTW). W dalszym etapie w układzie (PTW) dopasowuje się tempo komunikatu głosowego do optymalnego tempa wypowiedzi, po czym komunikat głosowy którego tempo jest dopasowane do tempa optymalnego przekształca się w układzie filtracji adaptacyjnej (FA) za pomocą korekcji funkcją korygującą (CFC), której kształt kompensuje warunki akustyczne panujące w obszarze rozgłaszania komunikatów głosowych (ORK). W obszarze rozgłaszania komunikatów (ORK) komunikaty rozgłasza się przez macierz głośników (MG), po czym odbierane są przez odbiorniki sygnałów akustycznych (OSA). Natomiast w obszarze rozgłaszania komunikatów (ORK) komunikaty rozgłasza się przez macierz głośników (MG), po czym odbierane są przez odbiorniki sygnałów akustycznych (OSA). Sygnał przekształcony w układzie korekcji funkcją korygującą (CFC) przekazuje się na wejście wzmacniacza (W) z dołączoną macierzą głośników (MG), a rozgłoszony sygnał

odbiera się przez odbiorniki sygnałów akustycznych (OSA) i podaje się na wejście układu filtracji adaptacyjnej (FA). Sygnał mowy w układzie filtracji adaptacyjnej (FA) przekształca się z dziedziny czasu do dziedziny częstotliwości, przez układ transformacji czasowo-częstotliwościowej (FFT1), a następnie sygnał przechodzi na wejście układu korekcji funkcją przejścia (TRF) za pomocą charakterystyki odzwierciedlającej funkcję przejścia między głośnikami (MG), a odbiornikami sygnałów akustycznych (OSA), sygnał przekazuje się dalej do układu uśredniania czasowego (UEXP) w oparciu o stałe czasowe wyznaczone w procesie kalibracji (K). Sygnał mowy przekazywany jest również do układu uśredniania czasowego (AVG1).

Odebrany za pomocą odbiorników sygnałów akustycznych (OSA) sygnał akustyczny przekształca się w układzie filtracji adaptacyjnej (FA) do dziedziny częstotliwości za pomocą układu transformacji czasowo-częstotliwościowej (FFT2), a następnie przekazuje się na wejście układu kompensacji charakterystyki odbiornika sygnałów akustycznych (CM), po czym sygnał przekazuje się do układu uśredniania czasowego (AVG2). Sygnał skorygowanego sygnału mowy i sygnał z odbiorników sygnałów akustycznych (OSA) podaje się do układu odejmowania widmowego (OW) tworząc sygnaturę znaku wodnego (ZW), następnie sygnał przekazywany jest do układu określającego profil tła akustycznego (PT). Uzyskany profil widma tła akustycznego (PT) kieruje się do układu wyznaczania limitów wzmocnienia (LW) oraz do układu ustalania funkcji korygującej (FC). Uaktualniona funkcja korygująca (FC) dopasowana do aktualnych warunków akustycznych zostaje przekazana do układu filtracji sygnału mowy (CFC).

Przetwarzanie mowy w układzie filtracji adaptacyjnej (FA) jest kontynuowane, a sygnał przekształcony przekazywany jest do wzmacniacza sygnałów akustycznych (W), a następnie do nadajnika dźwięku macierzy głośników (MG).

LISTA OZNACZEŃ ODSYŁAJACYCH

OS – operator systemu

AP – aplikacje programowe

US – układ sterowania

PA - parametry początkowe

ZK – źródło komunikatów głosowych

ZTW – układ zmiany tempa wypowiedzi (nieaktywny w trakcie kalibracji)

FA – układ filtracji adaptacyjnej (nieaktywny w trakcie kalibracji)

T – przełącznik trybu pracy systemu – kalibracja systemu

W – wzmacniacz sygnału

ORK – obszar rozgłaszania komunikatów

MG – macierz głośników

OSA – odbiornik sygnału akustycznego

K – układ kalibracji

P1 – układ odtwarzania sygnałów kalibracyjnych, wyposażony w pamięć do przechowywania sygnałów testowych (ST) oraz sygnałów odniesienia (SOD)

ST – sygnały testowe

SOD – sygnały odniesienia

P3 – układ pamięci do gromadzenia sygnałów pochodzących z odbiornika sygnałów akustycznych

KA – układ korekcji charakterystyki mikrofonu umieszczonego w odbiorniku sygnałów akustycznych

P2 – układ do ustalania parametrów kalibracji, wyposażony w pamięć do przechowywania wyznaczonych parametrów kalibracji

WSKTN – wartość skalująca toru nadawczego

CHASODBP – charakterystyka amplitudowa sygnału odniesienia bez pogłosu

CHASODZP – charakterystyka amplitudowa sygnału odniesienia z pogłosem

ODPIMP – odpowiedź impulsowa

EP – efektywne pasmo

TRF – funkcja przejścia pomiędzy macierzą głośników a odbiornikiem sygnałów akustycznych

SUEXP – stałe uśredniania czasowego

OTW – optymalne tempo wypowiedzi

CFC – korekcja funkcją korygującą

FFT1 – ustalenie widma sygnału mowy

FFT2 – ustalenie widma sygnału z odbiornika sygnałów akustycznych

TRF – korekcja funkcja przejścia

CM – korekcja sygnału z odbiornika sygnałów akustycznych w celu skompensowania charakterystyki mikrofonu

UEXP – układ uśredniania czasowego w oparciu o stałe czasowe wyznaczone w procesie kalibracji

AVG1 – układ uśredniania czasowego sygnału mowy, w oparciu o stałe czasowe przekazane w postaci parametrów początkowych

AVG2 – układ uśredniania czasowego sygnału z odbiornika sygnałów akustycznych, w oparciu o stałe czasowe przekazane w postaci parametrów początkowych

OW – odejmowanie widmowe

ZW – określanie sygnatury znakującej

PT – określanie profilu tła

LW – wyznaczanie limitów wzmocnienia

FC – obliczenie funkcji korygującej