



Technologia Roger™ MultiBeam – udoskonalone słyszenie w grupie

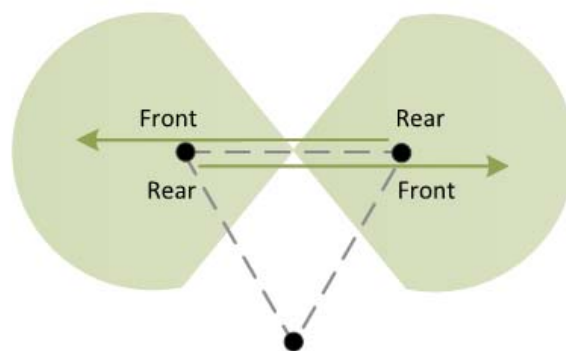
Słuchanie w grupie może stanowić wyzwanie dla osób z niedosłuchem, zwłaszcza w złożonym środowisku akustycznym takim jak ruchliwa restauracja czy pogłosowa sala konferencyjna (Picou et al 2016, Thibodeau, 2014). Technologia MultiBeam stworzona przez markę Phonak to nowa generacja technologii mikrofonów bezprzewodowych. Łączy w sobie zestaw mikrofonów z zaawansowaną funkcjonalnością automatyczną pozwalającą skupić się na jednym rozmówcy w grupie oraz na płynnym przełączaniu pomiędzy kolejnymi osobami mówiącymi. Zastosowanie wielu mikrofonów umożliwiło stworzenie kierunkowości działającej w sześciu kierunkach, pokrywającej 360°. Dzięki obliczeniom i porównaniu, automatycznie wybierany jest kierunek z najlepszym stosunkiem sygnału do szumu. Technologia MultiBeam jest teraz dostępna w urządzeniach Roger Select i Roger Table Mic II. Stanowi ona nowy paradygmat w środowiskach słuchania w grupie.

Technologia MultiBeam

Typowa technologia kierunkowa mikrofonów zakłada zastosowanie dwóch wszechkierunkowych mikrofonów znajdujących się w pewnej odległości od siebie specyficznej dla sposobu zastosowania, w aparatach BTE, ITE lub zdalnych mikrofonach. Dźwięk dochodzący z przodu dociera do przedniego mikrofonu wcześniej niż do tylnego (Dillon 2012 p. 25). Opóźnienie czasowe może zatem być wykorzystane do określenia czy dźwięk dobiega z przodu, co pozwoli na wytłumienie mikrofonu z tyłu. Wyjście dwóch mikrofonów może być używane w wielu różnych kombinacjach takich jak aktywowanie i wyłączanie przedniego lub tylnego mikrofonu, bądź opóźnienie i odejmowanie wyjścia tylnego mikrofonu. Można je również adaptacyjnie łączyć, w celu stworzenia charakterystyk z największą czułością ustawioną w danym kierunku i o określonym zasięgu (kącie). (Więcej informacji na temat kierunkowości mikrofonów znaleźć można w Dillon 2012 rozdział 7).

W technologii MultiBeam wykorzystywane są trzy wszechkierunkowe mikrofony ułożone w trójkącie równobocznym. Każdy z mikrofonów może stanowić zarówno przedni jak i tylny mikrofon dla każdego z pozostałych dwóch mikrofonów. Ten elegancki projekt tworzy mnóstwo możliwości konfiguracji.

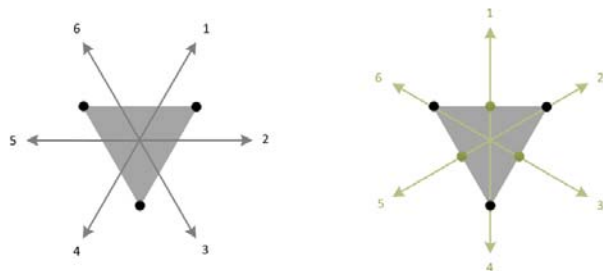
Pierwsza z konfiguracji to możliwość połączenia dwóch wszechkierunkowych mikrofonów w celu stworzenia charakterystyki kierunkowej w dwóch przeciwnych kierunkach. W rezultacie powstają dwie charakterystyki oddzielone o 180° jak to pokazano na Rysunku 1.



Rysunek 1: Schemat pokazujący układ mikrofonów, na który składają się 3 wszechkierunkowe mikrofony, których ułożenie tworzy trójkąt, pokazane przez 3 czarne kropki. Połączenie mikrofonów w parę skutkuje utworzeniem charakterystyk kierunkowych zobrazowanych przez zacieniony, zielony obszar.

Druga możliwość to interpolacja danych z dwóch wszechkierunkowych mikrofonów w celu stworzenia "wirtualnego" mikrofonu pomiędzy tą parą. Trójkątne usytuowanie mikrofonów oznacza, że może to być

powtórzone dla każdej pary, tworząc układ 6 mikrofonów, tak jak to pokazano na Rysunku 2.

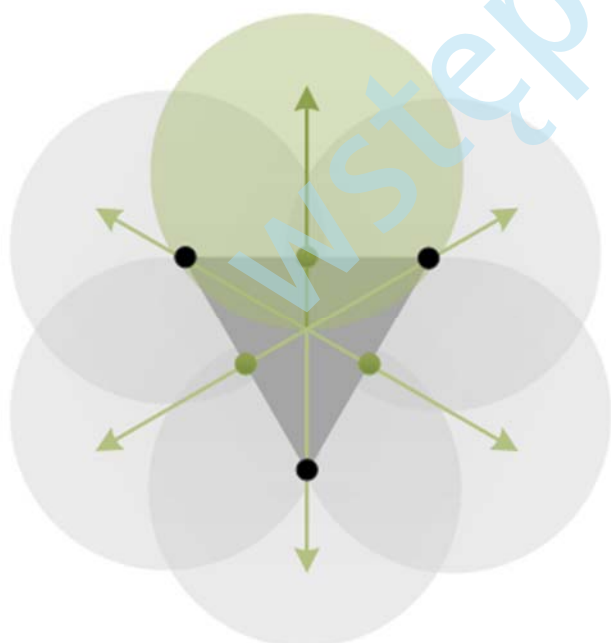


Rysunek 2: Schemat pokazujący układ mikrofonów, na który składają się 3 wszechkierunkowe mikrofony 3 czarne kropki i 3 mikrofony wirtualne oznaczone przez zielone kropki. Zilustrowano tutaj jak wykorzystać pary mikrofonów do stworzenia 12 charakterystyk kierunkowych.

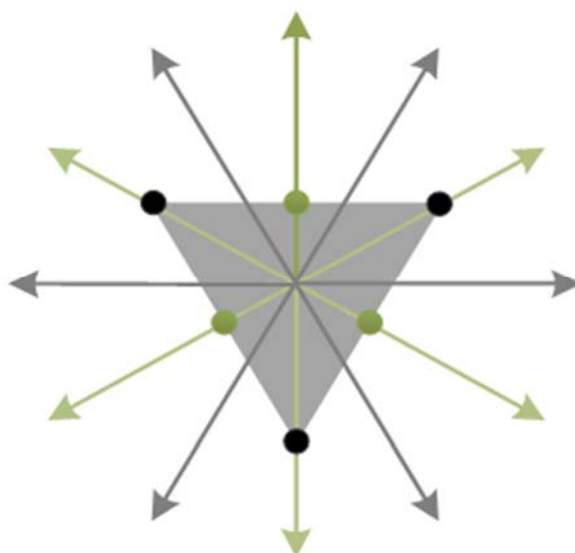
Pełnię możliwości tego projektu można dostrzec, gdy połączymy te dwie możliwości razem. Zachowanie kierunkowe jest wówczas superpozycją/nakładaniem się sześciu charakterystyk kierunkowych i dodatkowo 6 charakterystyk mikrofonów wirtualnych dzięki czemu w technologii MultiBeam możliwe jest skonfigurowanie 12 wiązek charakterystyk kierunkowych lub dowolnych kombinacji tych charakterystyk. Niezależnie czy jest to 6 czy 12 charakterystyk, można je skonfigurować jako pojedyncze wiązki charakterystyki lub jako wiele charakterystyk jednocześnie, które tworzą jedną całość lub są podzielone.

Ostateczny projekt wykorzystujący potencjał tworzenia wielu charakterystyk kierunkowych, wdrożony jako technologia MultiBeam pokazano na Rysunkach 3a oraz 3b.

Na pierwszym jest 6 charakterystyk nachodzących na siebie rozmieszczonych w odstępach 60° zastosowanych, gdy urządzenie leży na stole. Na drugim, 12 rozmieszczonych w odstępach 30°, zastosowanych gdy urządzenie zawieszone jest na szyi lub przypięte do ubrania. (Więcej szczegółowych informacji na temat trybów mikrofonów znajduje się w dalszej części)



Rysunek 3a: Schemat pokazujący charakterystyki kierunkowe mikrofonów, rozmieszczone w odstępach 60° technologii MultiBeam z 3 mikrofonami wszechkierunkowymi (czarne kropki) i 3 wirtualnymi mikrofonami (zielone kropki).

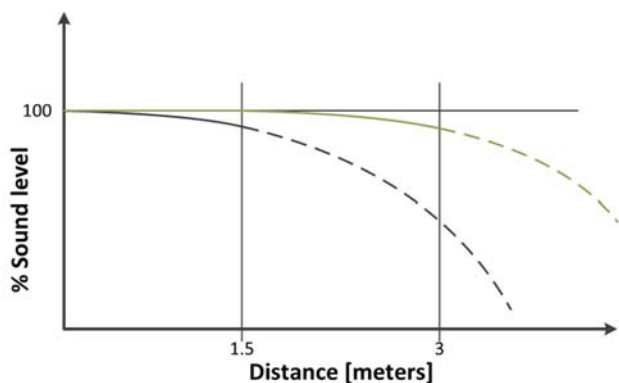


Rysunek 3b: Schemat ukazuje możliwą konfigurację, w której uzyskano 12 charakterystyk kierunkowych.

Zasięg zbierania mikrofonu

Technologia MultiBeam pozwala również na dostosowanie zasięgu wychwytywania głosu. Odnosi się to do odległości z jakiej mikrofon zbiera dźwięk lub odległości pomiędzy mówcą, a mikrofonem. Przez dostosowanie punktu zadziałania modelu wzmocnienia w mikrofonie Roger, możliwe jest wpływanie na najniższe poziomy słyszane przez użytkownika urządzenia. Ponieważ poziom ciśnienia akustycznego (SPL) zmniejsza się proporcjonalnie do kwadratu odległości od źródła dźwięku, można zatem założyć, że ma to również wpływ na zasięg wychwytywania dźwięku przez mikrofon. W technologii MultiBeam zaimplementowano dwa różne punkty zadziałania kompresji z różnicą 6 dB SPL, która odpowiada teoretycznemu podwojeniu odległości. Zatem można powiedzieć, że podwojono zasięg wychwytywania głosu.

W cichym, nie pogłosowym pomieszczeniu wyższy punkt zadziałania kompresji na ogół powoduje, że dźwięk na pojedynczej wiązce jest wyłapywany bez znaczącego tłumienia z odległości nawet 1,5 metra. W tym przypadku mówimy o krótszym zasięgu wychwytywania głosu. Kiedy wykorzystany jest niższy punkt zadziałania kompresji wówczas zasięg ten jest podwajany. Szeroki zakres wychwytywania dźwięku może zwiększyć dystans nawet do 3 metrów przed wystąpieniem gwałtownego zanikania sygnału, jak to pokazano na Rysunku 4.



Rysunek 4: Schemat obrazujący zasięg wychwytywania mikrofonu (linia ciągła) przed silnym tłumieniem sygnału (linia przerywana). Zielona linia wskazuje szeroki zasięg wychwytywania zapewniający odległość do 3 metrów, szara linia natomiast wskazuje wąski zakres zbierania do 1,5 metra.

Zasięg wychwytywania może być wykorzystany do poprawy doświadczeń słuchowych. W środowiskach z wysokimi poziomami hałasu otoczenia można wybrać wysoki punkt zadziałania kompresji, czyli mniejszy zakres wychwytywania, co pozwoli na odbieranie mniejszego poziomu hałasu. Może to poprawić słuchaczowi komfort. W pomieszczeniach z mniejszym poziomem hałasu, niższy punkt zadziałania kompresji pozwoli użytkownikowi na odebranie słabszych dźwięków i słyszenie rozmówców z większej odległości.

Zasięg wychwytywania jest automatycznie dostosowywany odpowiednio do poziomu hałasu otoczenia, jeśli używany jest jeden mikrofon Roger Table Mic II. Gdy użytkownik korzysta z kilku mikrofonów ma on możliwość manualnego wybrania preferowanego trybu.

Wybór i aktywacja charakterystyki

W technologii MultiBeam optymalna charakterystyka kierunkowa jest wybierana automatycznie. W każdej sekundzie, setki razy analizowany jest stosunek sygnału do szumu (SNR) w każdym kierunku. Na podstawie tej analizy kierunek z najlepszym SNR jest uwydatniany, ponieważ stosuje się założenie, że najgłośniejsza mowa na tle hałasu jest w grupie sygnałem pożądanym.

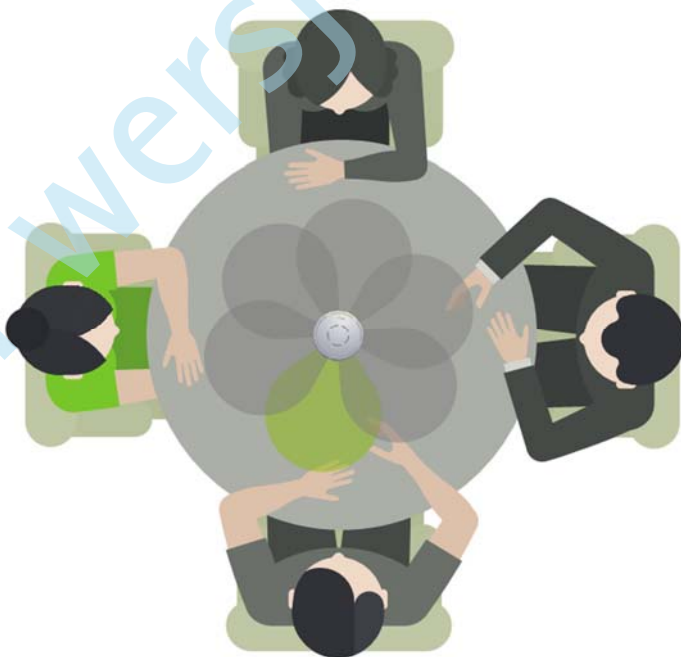
Decyzja o przełączeniu z jednej charakterystyki do następnej jest podejmowana w oparciu o średni SNR w czasie. Dzięki temu zmiany nie następują tak często i zapewniamy lepszą ciągłość, niż w sytuacji użycia chwilowego SNR. Charakterystyka kierunkowa nie jest zmieniana również w przypadku wystąpienia dźwięków transjentowych, dzięki czemu mikrofon pozostaje skierowany na osobę mówiącą nawet przy wystąpieniu nagłych głośniejszych dźwięków. Ta cecha technologii MultiBeam jest szczególnie ważna w sytuacjach takich jak słuchanie w restauracji, ponieważ charakterystyka

kierunkowa nie przełącza się w stronę zastawy stołowej czy sztućców, gdy ktoś mówi.

Dzięki inteligentnej obsłudze przełączania pomiędzy charakterystykami, przejścia pomiędzy kolejnymi rozmówcami są płynne i komfortowe: koniec zdania będzie nadal słyszalny, nawet jeśli kolejna osoba zacznie mówić nim poprzednia skończy zdanie. Ciągłość konwersacji w grupie jest utrzymywana przez technologię MultiBeam.

Konfiguracja do różnych sytuacji słuchowych

Technologię MultiBeam zaimplementowano w mikrofonach Roger Select i Table Mic II do różnych sytuacji słuchowych. Kiedy umieszczone są horyzontalnie pośrodku siedzącej grupy technologia MultiBeam ma skonfigurowanych 6 charakterystyk rozmieszczonych w odstępach 60°, jak to pokazano na Rysunku 5a.



Rysunek 5a: Schemat ilustrujący horyzontalne ułożenie mikrofonu Roger Select na środku stołu. W technologii MultiBeam charakterystyka kierunkowa jest wybierana i ustawiana w kierunku z najlepszą wartością SNR, co zobrażowano zielonym kółkiem. Słuchacza zobrażowano na zielono.

Połączony wykres biegunowy konfiguracji MultiBeam jest czuły w zakresie 360 stopni, jak to pokazano na Rysunku 6. W takim stopniu, że jeśli mówca chodzi wokół stołu wariacja głośności jego głosu gdy przechodzi z jednej wiązki charakterystyki do kolejnej będzie mniejsza niż 1 dB. Jednocześnie taka konfiguracja zapewnia wysoki SNR mikrofonów kierunkowych.

Podstawową przewagą technologii MultiBeam w porównaniu do pojedynczej technologii kierunkowej mikrofonów, jest brak konieczności manualnego zorientowania mikrofonów w kierunku wybranego rozmówcy.

Table Mic II może być wykorzystywany z wieloma mikrofonami w sieci MultiTalker Network. W sieci, w której dostępnych jest wiele mikrofonów Roger Table Mic II, przełączanie pomiędzy nimi odbywa się automatycznie i szybko, na zasadzie "kto pierwszy ten lepszy". Innymi słowy, aktywność głosowa steruje przełączaniem. Gdy jedna osoba przestaje mówić kolejny Table Mic II, przy którym wykryta zostanie mowa jest automatycznie aktywowany. W tym zastosowaniu technologii MultiBeam zakłada się, wykorzystanie wielu mikrofonów w przypadku większej grupy w następstwie czego odległość między Table Mic II a mówcą może być większa. Większy zasięg wychwytywania głosu zostanie aktywowany domyślnie. W takim przypadku krótszy zasięg należy aktywować manualnie.



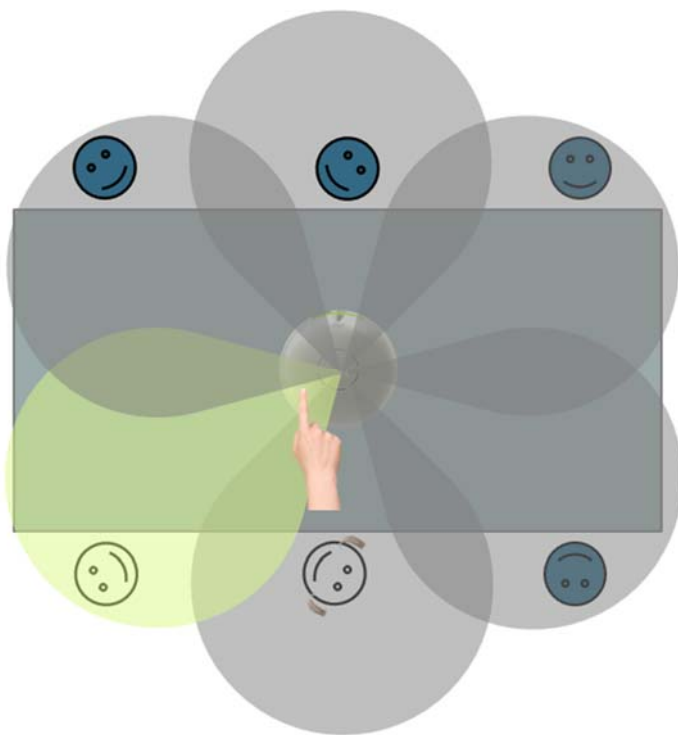
Rysunek 5b: Schemat ilustrujący duże spotkanie z wykorzystaniem dwóch Table Mic II umieszczonych na końcach stołu konferencyjnego. Przy wykorzystaniu technologii MultiBeam wybierany jest i aktywowany kierunek z najlepszym SNR, co pokazuje zacieniony, niebieski obszar. Słuchacza zobrazowano na zielono.

Czasami w sytuacji takiej jak rozmowa w restauracji mówca z kierunku z najlepszym SNR (najgłośniejsza mowa w stosunku do tła) może nie być osobą, której chcemy słuchać. Może tak się zdarzyć, kiedy przy stole rozpocznie się dodatkowa rozmowa. W tym przypadku dzięki MultiBeam słuchacz może manualnie wybrać rozmówcę, rezygnując z charakterystyki kierunkowej wybranej automatycznie na podstawie SNR.

Przykład pokazano na Rysunku 6 gdzie podczas rozmowy grupowej rozpoczęto rozmowę dodatkową. W tym przykładzie słuchacz wybiera dwie odrębne charakterystyki kierunkowe zorientowane w bok. Głosy osób znajdujących się po drugiej stronie stołu będą tłumione. W restauracji zakłada się wykorzystanie jednego¹ mikrofonu Roger Select, a to oznacza mniejszą grupę słuchających. Roger Select może przekazywać dźwięk z dłuższego lub krótszego zasięgu wychwytywania

¹W połączeniu z innymi bezprzewodowymi mikrofonami w sieci MultiTalker, Roger Select automatycznie przełączy się na tryb zawieszki jeśli jest w pozycji wertykalnej, natomiast w horyzontalnej zostanie wyciszony.

około 1,5 metra (patrz Rysunek 4) ustawione domyślnie.



Rysunek 6: Schemat obrazujący Roger Select pośrodku małej grupy w głośnym otoczeniu. Rozmówca wskazany przez aparaty słuchowe manualnie wybiera i aktywuje charakterystykę kierunkową w celu poprawy SNR podczas rozmowy dodatkowej, którą prowadzi.

Technologia MultiBeam w Roger Select jest również wykorzystywana w sytuacji, gdy mikrofon jest przypięty do ubrania lub noszony wokół szyi na zawieszce. Wbudowany akcelerometr automatycznie identyfikuje położenie wertykalne i uruchamia odpowiednią konfigurację technologii MultiBeam. W tym ustawieniu tworzonych jest 12 charakterystyk kierunkowych w odstępach 30°. Zwiększa to precyzję działania kierunkowości, zapewniając jednocześnie bardziej precyzyjne wskazanie ust użytkownika. Akcelerometr określa, które z charakterystyk są zorientowane najbardziej wertykalnie i aktywuje dwie z nich. Pomiędzy tymi dwoma charakterystykami wybierana jest i uwydatniana ta z najlepszym SNR, ponieważ zakłada się że to właśnie ten kierunek ma najlepszą orientację w stronę ust. Przewagą tego precyzyjnego ustawienia jest fakt, że nie jest już wymagane tak dokładne ustawienie mikrofonu w kierunku ust mówcy. Kiedy wykorzystywany jest tryb zawieszki technologia MultiBeam ciągle reaguje na ruch użytkownika lub jego ubrania. Akcelerometr przełączy konfigurację na tryb konferencyjny gdy tylko wykryje, że urządzenie znajduje się w pozycji horyzontalnej.

Wnioski

Nowa technologia MultiBeam automatycznie wybiera kierunek z najlepszym stosunkiem sygnału do szumu. Zaimplementowano ją w celu zapewnienia optymalnego słyszenia w najtrudniejszych sytuacjach słuchania w grupie, zarówno w środowisku służbowym jak i prywatnym.

Technologia MultiBeam w mikrofonie Table Mic II została zaprojektowana tak, by zapewnić optymalne możliwości słyszenia w pracy lub na spotkaniach. Dzięki sieci złożonej z wielu mikrofonów, rozmówca może być wykrywany automatycznie. Regulacje zasięgu wychwytywania sygnału pozwalają użytkownikowi wpływać na komfort słuchania w wielu środowiskach.

Technologia MultiBeam w Roger Select została stworzona dla potrzeb słuchacza w sytuacjach towarzyskich, w mniejszych grupach gdzie możliwe jest manualne wybranie osoby, którą chcemy słyszeć i gdzie możliwe jest aktywowanie tylko jednej wiązki charakterystyki kierunkowej jeśli to potrzebne. W mikrofonie Roger Select, technologia MultiBeam zmienia automatycznie ustawienia w zależności od tego czy mikrofon jest przypięty do ubrania, czy też zwieszony na szyi. Wykrywanie położenia tych mikrofonów jest dużo bardziej precyzyjne niż w poprzednich systemach.

Technologia MultiBeam to najnowszy przełom w dziedzinie cyfrowych, adaptacyjnych systemów bezprzewodowych mikrofonów marki Phonak. Zaprojektowano go do wykorzystania w grupie, gdzie śledzenie rozmowy może być utrudnione ze względu na dynamiczny charakter dialogu grupowego. Technologia MultiBeam pozwala na ustawienie charakterystyki mikrofonów wprost na dominującego rozmówcę, eliminując potrzebę manualnego wyboru. Technologia MultiBeam w mikrofonach Roger Select i Roger Table Mic II reprezentuje nowy paradygmat słuchania w grupie, umożliwiając użytkownikowi pozostawanie aktywnym i zaangażowanym nawet w najbardziej wymagających środowiskach akustycznych.

Referencje

Dillon, H. (2012). Hearing Aids (Second Ed.). Thieme USA.

Picou, E.M., Gordon, J., & Ricketts, T.A. (2016). The effects of noise and reverberation on listening effort for adults with normal hearing. *Ear and Hearing*, 37(1), 1-13.

Thibodeau, L. (2014). Comparison of speech recognition with adaptive digital and FM wireless technology by listeners who use hearing aids. *American Journal of Audiology*, 23(2), 201 – 210.

Autorzy

Xavier Gigandet



Xavier Gigandet uzyskał tytuł Magistra w dziedzinie Master in Electrical and Electronical Engineering w Instytucie Swiss Federal Institute of Technology (EPFL, Lausanne) w 2005 roku. Stopień naukowy doktora uzyskał w dziedzinie Signal Processing w Center for Biomedical Imaging (CIBM) w Szwajcarii w 2009. In 2010 dołączył do zespołu Digital Signal Processing

w kwaterze głównej firmy Phonak Headquarters, gdzie obecnie zajmuje stanowisko Senior Digital Signal Processing Engineer.

Bernadette Fulton



Bernadette Fulton ukończyła szkolenie z zakresu Audiologii Klinicznej na Uniwersytecie w Melbourne (Australia) po uzyskaniu tytułu licencjata w dziedzinie językoznawstwa na Uniwersytecie Monash (Australia). Ma ogromne doświadczenie kliniczne

w dziedzinie audiologii, włączając w to rehabilitację słuchową, aparaty słuchowe i diagnostykę audiologiczną w segmencie prywatnym i państwowym. W 2015 roku dołączyła do zespołu ds. osób dorosłych z ubytkami słuchu od ciężkich do głębokich w Phonak Communications w Murten na stanowisku Audiology Manager.

Chase Smith



Chase Smith uzyskał tytuł Doctor of Audiology na Uniwersytecie Northwestern w 2016. W tym samym roku dołączył do grupy Sonova in 2016 w ramach rocznego programu formalnego rozwoju, gdzie pracował w zespołach Advanced Bionics, Connect Hearing i Phonak.