

SAMENVATTING

Het beschreven onderzoek heeft als hoofdtema de auditieve frekwentie selektiviteit en de alineariteit daarvan. We bestuderen deze m.b.v. de pulsatiedrempelmetode, waarvan we bestaans- en presentatiekondities bepalen.

In het inleidende hoofdstuk ("Context of investigation") worden de verschillende psychofysische en fysiologische methoden behandeld die gebruikt worden voor het bepalen van de frekwentie selektiviteit en wordt de theorie van de perifere verwerking van signalen beschreven die ontwikkeld is om de eksperimentele resultaten te verklaren. Enkele voor- en nadelen van de psychofysische methoden worden besproken.

In hoofdstuk I wordt een beschrijving van de pulsatiedrempelmetode gegeven en een overzicht van de literatuur over deze methode en over het continuïteitsfenomeen waarop deze methode berust.

In het volgende hoofdstuk worden enkele verkennende onderzoekjes beschreven naar dit continuïteitsfenomeen waaruit blijkt dat het frekwentie selektieve mechanisme van het auditieve systeem een rol speelt bij het tot stand komen van de waarneming van continuïteit. Tevens blijkt hieruit dat centrale processen daarbij meespelen.

De effecten van de aanbiedingskondities van sinusvormige signalen op de resultaten verkregen met de pulsatiedrempelmetode worden beschreven in hoofdstuk III. Hieruit blijkt dat de met deze methode bepaalde patronen (pulsatiepatronen) enerzijds beïnvloed kunnen worden door spektrale effecten ten gevolge van het te snel schakelen van de signalen; anderzijds kan een overlap in de aanbiedingskondities ontstaan bij te langzaam schakelen waardoor de patronen beïnvloed worden door combinatie-tonen. Als compromis kozen we een repetitiefrekwentie van 4 Hz, een Gaussische transient omhullende met een tijdsconstante van 3,6 ms en een presentatie zonder stille periodes tussen de afwisselend aangeboden stimuli.

Een indeling van de verschillende mogelijkheden om pulsatiepatronen te bepalen wordt gegeven in hoofdstuk IV. Er blijken vier methoden te zijn waarvoor we een

benaming invoeren. De verbanden tussen de verschillende patronen zijn eenvoudig in een lineair systeem. Uit de gemeten pulsatiepatronen, verkregen volgens de verschillende methoden, blijkt echter dat het systeem alineaair is zodat de onderlinge verbanden niet meer eenvoudig te leggen zijn.

Om deze verbanden te kunnen leggen, presenteren we in hoofdstuk V een model voor de analyse van deze patronen. De aannames die ten grondslag liggen aan deze modelbeschrijving worden geformuleerd. Zij betreffen het bestaan, de vorm en de nivo-afhankelijkheid van een eksitatiepatroon. Er wordt verder aangenomen dat de continuïteitswaarneming berust op een vergelijking van de eksitatiepatronen van de twee alternerend aangeboden stimuli. De nivo-afhankelijkheid van het eksitatiepatroon wordt benaderd met een eerstegraads vergelijking die het verband beschrijft tussen de helling van het eksitatiepatroon en het nivo van de stimulus. Hiermee is een alineaairiteit geïntroduceerd in het model. Dit model blijkt de vorm van de verschillende pulsatierempelpatronen goed te verklaren. De gemeten pulsatiepatronen worden met dit model geanalyseerd zodat we de alineaairiteit en de steilheid van de aan deze pulsatiepatronen ten grondslag liggende eksitatiepatronen numeriek kunnen bepalen. Hieruit blijkt dat de hellingen van de pulsatiepatronen in de meeste gevallen geen goede schatting geven van de frekwentie selektiviteit. Met name de steile helling van het pulsatiepatroon is veel steiler dan de overeenkomstige helling van het eksitatiepatroon, waarvan we aannemen dat het een juiste afspiegeling is van het auditieve filter.

In hoofdstuk VI worden de pulsatiepatronen van smalle ruisbanden beschreven. De gemeten patronen worden geanalyseerd met behulp van het model, zoals beschreven in hoofdstuk V. Het blijkt dat deze patronen geen aanleiding geven een andere frekwentie selektiviteit te veronderstellen dan die bij de sinusvormige signalen, mits we rekening houden met een gebleken criteriumverschil en met een verschil van 6 dB tussen de pulsatiënivo's bij de centrale frekwentie van de ruisband en bij het begin van de hellingen van het patroon van de ruisband. De geringe verschillen die worden gevonden tussen de vormen van de pulsatiepatronen voor sinusvormige signalen en voor smalle ruisbanden zijn het gevolg van de alineaairiteit.

Vervolgens vergelijken we maskeerpatronen en pulsatiepatronen. Hieruit blijkt dat deze beide patronen samenvallen in het gebied waar het maskeerpatroon bepaald

wordt door de detektie van combinatie-tonen. Buiten dit gebied zijn er grote verschillen tussen de beide patronen. Wel laten beide patronen een zelfde soort alineariteit zien. Er bestaan grote verschillen tussen de steilheden van de uit de pulsatiedrempel bepaalde eksitatiepatronen en de maskeerpatronen. De resultaten verkregen met deze twee psychofysische methoden kunnen dus niet direkt vergeleken worden en kunnen dus ook niet beschouwd worden een direkt verband met elkaar te hebben.

In hoofdstuk VII gaan we na in hoeverre de responsies van de primaire neuronen alineaair zijn. Het blijkt dat deze responsies een zelfde soort alineariteit vertonen als we gevonden hebben met onze psychofysische experimenten. Hieruit volgt dat de "response areas" de frekwentie selektiviteit en de alineariteit laten zien op een manier waarin deze te scheiden zijn; de "tuning curves" laten deze twee aspecten ook zien, maar nu op een gekompliceerde manier zodat de effecten van de alineariteit niet te scheiden zijn van die van het auditieve filter.

In hoofdstuk VIII gaan we de gevolgen van onze bevindingen voor de theorie van het horen na. Uit een vergelijking van de steilheid van de bewegingspatronen van het basilaire membraan, van de responsie patronen van de primaire neuronen en van de eksitatiepatronen blijkt dat de minimale hellingen van de eksitatie patronen en van de primaire neuron-patronen vergelijkbaar zijn met die van de bewegingspatronen van het basilaire membraan. De alineariteit van eksitatie- en primaire neuron-patronen aan de steile kant van de patronen is vergelijkbaar; dit geldt niet aan de andere zijde van de patronen.

Onze bevindingen zijn moeilijk te beschrijven met een lineair tweede filter; ze geven aanleiding tot het veronderstellen van een frekwentie-afhankelijke alineariteit in het auditieve systeem.

In hoofdstuk IX gaan we in op het continuïteitsfenomeen dat ten grondslag ligt aan de pulsatiedrempel methode, met name voor spraak. De spraak wordt aangeboden volgens dezelfde presentatiekondities als we gebruikt hebben in de pulsatiedrempel experimenten ($f_{rep} = 4 \text{ Hz}$; duty cycle 50 %; Gauss-vormige transient omhullende met $\tau = 3,6 \text{ ms}$). We vergelijken de spraakverstaanbaarheid van onderbroken zinnige en nonsens spraak zonder en met ruis in de gaten. De ruis wordt zo hard gemaakt (15 dB boven het spraaknivo) dat de spraak met ruis kontinu klinkt. We vinden dat

de ruis de spraak meestal beter verstaanbaar maakt. De spraak met ruis is voor alle luisteraars vrijwel even goed verstaanbaar; de verstaanbaarheids-score wordt voornamelijk bepaald door de redundantiegraad van de spraak (verstaanbaarheid van nonsens spraak 80 %, van zinnige spraak 95 %). In de konditie zonder ruis treden erg grote verschillen in spraakverstaan op. Luisteraars die zonder ruis de onderbroken spraak slecht verstaan, tonen een sterk verbeterd spraakverstaan met ruis; luisteraars die de onderbroken spraak zonder ruis al goed verstaan, tonen weinig of geen verbetering. Op grond van deze grote variabiliteit in gedrag zijn de grote verschillen in resultaten uit de literatuur begrijpelijk.

In hoofdstuk X geven we een opsomming van de belangrijkste resultaten en konklusies uit alle hoofdstukken.