

Götze, Andreas; Henning, Günter; Husar, Peter; Plagwitz, Kai-Uwe:

Einsatz von Pseudo-Random-Arrays (PRA) für die objektive Perimetrie

<i>Zuerst erschienen in:</i>	Biomedizinische Technik = Biomedical Engineering. - Berlin [u.a.] : de Gruyter. - 48 (2003), S1, S. 172-173. Jahrestagung der Deutschen, der Österreichischen und der Schweizerischen Gesellschaften für Biomedizinische Technik ; (Salzburg) : 2003.09.25-27
<i>Erstveröffentlichung:</i>	2003
<i>Datum Digitalisierung:</i>	2009-10-23
<i>ISSN (online):</i>	1862-278X
<i>ISSN(print)</i>	0013-5585
<i>DOI:</i>	10.1515/bmte.2003.48.s1.172
<i>[Zuletzt gesehen:</i>	2019-12-12]

„Im Rahmen der hochschulweiten Open-Access-Strategie für die Zweitveröffentlichung identifiziert durch die Universitätsbibliothek Ilmenau.“

“Within the academic Open Access Strategy identified for deposition by Ilmenau University Library.”

„Dieser Beitrag ist mit Zustimmung des Rechteinhabers aufgrund einer (DFG-geförderten) Allianz- bzw. Nationallizenz frei zugänglich.“

„This publication is with permission of the rights owner freely accessible due to an Alliance licence and a national licence (funded by the DFG, German Research Foundation) respectively.“



EINSATZ VON PSEUDO-RANDOM-ARRAYS (PRA) FÜR DIE OBJEKTIVE PERIMETRIE

A.Götze, G. Henning, P.Husar, K.-U. Plagwitz

Institut f. Biomedizinische Technik und Informatik, Technische Universität Ilmenau, Deutschland
E-mail: andreas.goetze@tu-ilmenau.de

SUMMARY: One of the most important tasks in ophthalmology is the detection of the visual field. The method therefore is called perimetry and the used device is a perimeter. Conventional perimeters work with subjective methods, where the patient has to signal the recognition of an applied light-stimulus by pressing a button. The cooperation of the patient is absolute necessary for a good result of the measurement. But, due to different causes, many patients can or will not cooperate. That is why an objective method for perimetry is to be found. A method of objective detection of the visual field is the usage of Visual Evoked Potentials (VEP). To reduce the measuring-time, multifocal stimulation has to be used. For multifocal stimulation special sequences are necessary. A new form of sequences for perimetry is presented in this article.

Einleitung

Die Bestimmung des Gesichtsfeldes – die Perimetrie –, ist ein sehr wichtiges Teilgebiet der Ophthalmologie. Die bisherigen Verfahren arbeiten subjektiv, da die Mithilfe des Untersuchten notwendig ist. Viele Patienten sind nicht in der Lage oder Willens zu kooperieren. Ohne aktive Mithilfe des Patienten ist eine Bestimmung des Gesichtsfeldes bisher nicht möglich. Die Kenntnis des Gesichtsfeldes ist jedoch für die Diagnose und anschließende Therapie vieler Augenkrankheiten notwendig. Daher ist eine objektive Methode der Gesichtsfeldbestimmung wünschenswert.

Objektive Perimetrie ist weitgehend unabhängig von der Mithilfe des Untersuchten. Ein Weg objektive Ergebnisse zu erhalten, sind visuell evozierte Potentiale (VEP). Um für den Untersuchten erträgliche Untersuchungszeiten zu erreichen, muss multifokale Stimulation, d.h. simultane Stimulation mehrerer Punkte des Gesichtsfeldes, zum Einsatz kommen.

Materialien und Methoden

Bei der multifokalen Stimulation werden mehrere Punkte des Gesichtsfeldes gleichzeitig stimuliert. Um eine Adaption des visuellen Systems an ein festes Zeitmuster zu verhindern, werden quasizufällige Sequenzen als Stimulationsfolgen eingesetzt. Eine Aussage über die Funktion des visuellen Systems am stimulierten Punkt, bzw. einen Gesichtsfeldausfall ist über die Kreuzkorrelationsfunktion (KKF) der Stimulationsfolge mit dem EEG möglich. Dazu wird jedem Stimulationspunkt eine eigene Sequenz zugeordnet. Voraussetzung für den Einsatz der KKF ist die Unabhängigkeit der einzelnen Sequenzen zueinander. Bisher wurden für die multifo-

kale Stimulation m -Sequenzen [2] eingesetzt. Diese haben den Nachteil, dass für jede Sequenzlänge nur jeweils eine Sequenz existiert. Alle weiteren Sequenzen werden durch Verschiebung der primären Sequenz generiert. Dadurch sind die erhaltenen Sequenzen aber nicht voneinander unabhängig. Eine Lösung des Problems bieten sog. Sequenzarrays, welche untereinander unabhängig sind. Eine Form von Sequenzarrays sind Pseudo-random Arrays (PRA). Diese werden aus einer m -Sequenz der Länge $N=p^n - 1$ generiert. Dabei muss das Produkt aus der Anzahl der Zeilen z und der Anzahl der Spalten s der Länge N des Feldes entsprechen.

$$N = z \cdot s$$

Weiterhin müssen z und s teilerfremd sein. Die Elemente der Ausgangssequenz werden nach folgendem Schema in das zu generierende Feld eingeschrieben (Abb.1): Von der oberen linken Ecke diagonal bis zum Ende des Feldes. Dann weiter vom gegenüberliegenden Ende in der nächsten Zeile bzw. Spalte. Für das Beispiel $p=2$ (binär), $n=4$ ergibt sich eine Ausgangssequenz der Länge $N=2^4-1=15$. Daraus lässt sich ein Feld der Größe 3×5 generieren. Abbildung 1 zeigt, wie die Elemente der m -Sequenz a_1 bis a_{15} in das 3×5 -Feld übertragen werden [1].

a_1	a_7	a_{13}	a_4	a_{10}
a_{11}	a_2	a_8	a_{14}	a_5
a_6	a_{12}	a_3	a_9	a_{15}

Abbildung 1: Konstruktion eines 3×5 -Feldes aus einer m -Sequenz

Jeweils eine Zeile der generierten Matrix wird als Stimulationssequenz für einen Punkt der Gesichtsfeldstimulation verwendet. Demzufolge richtet sich die Anzahl der Zeilen des zu generierenden Feldes nach der Anzahl der gewünschten Stimulationspunkte. Die Anzahl der Spalten entspricht der Länge der einzelnen Stimulationssequenzen. Je länger die Sequenz, um so besser wird das Ergebnis der KKF. Jedoch bedeutet eine längere Sequenz auch eine längere Messzeit. Diese ist im Interesse des zu Untersuchenden möglichst kurz zu halten. Es muss demzufolge bezüglich der Sequenzlänge ein Kompromiss zwischen beiden Forderungen gefunden werden.

Zur Beurteilung der Eignung der erzeugten Sequenzfelder wurden zunächst einige statistische Parameter der generierten PRA untersucht und mit den entsprechenden Parametern verschobener m -Sequenzen verglichen.

Dazu gehörte insbesondere die Untersuchung der Auto-korrelation (AKF) und der KKF zwischen den einzelnen Zeilen des Feldes. Dabei ist die AKF ein Maß für die Identifizierbarkeit einer Einzelsequenz. Die KKF zeigt, inwieweit die Einzelsequenzen voneinander unabhängig sind. Zur Bestimmung der Funktion des visuellen Systems an den stimulierten Positionen des Gesichtsfeldes wird die KKF zwischen jeder einzelnen Sequenz und dem gemessenen VEP berechnet.

Des Weiteren wurden Messungen an Probanden durchgeführt. Dabei wurde das visuelle System mittels Monitor und Perimeterkugel an 4 Punkten stimuliert. Gleichzeitig wurde das EEG mit einer speziellen Anordnung herkömmlicher Ag/AgCl-Elektroden über dem visuellen Kortex getriggert aufgenommen.

ERGEBNISSE

Zur besseren Vergleichbarkeit wurde für die Untersuchung der AKF and KKF das Haupt-Nebenmaximum Verhältnis (HNV) verwendet [2]. Dabei wird das Hauptmaximum zum nächstgrößeren Nebenmaximum ins Verhältnis gesetzt.

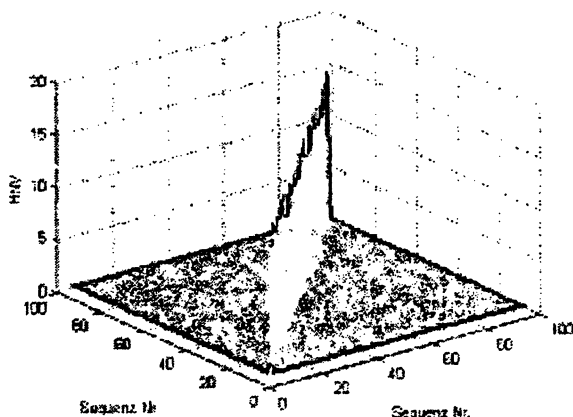


Abbildung 2: HNV einer PRA

In Abbildung 2 wurde für eine PRA der Größe 95x1024 das Haupt- Nebenmaximum Verhältnis dargestellt. Auf der Hauptdiagonalen ist die Korrelation der entsprechenden Zeile mit sich selbst dargestellt. Dies sind also die HNV-Werte der AKF. Da diese Werte sehr groß sind, folgt der Schluss, dass die jeweilige AKF einen sehr deutlichen Peak besitzt und somit die Einzelsequenzen eindeutig identifizierbar sind. Außerhalb der Hauptdiagonalen ist die HNV der KKF der Einzelsequenzen untereinander dargestellt. Da das Maximum dieser Werte 1,3, also nahezu 1 ist, es also keinen deutlichen Peak in der KKF gibt, kann man sagen, dass die Einzelsequenzen nahezu unabhängig sind. In Abb.3 ist das HNV einer verschobenen m-Sequenz dargestellt. Dabei sind sowohl die Anzahl der Einzelsequenzen wie auch deren Länge identisch zur untersuchten PRA.

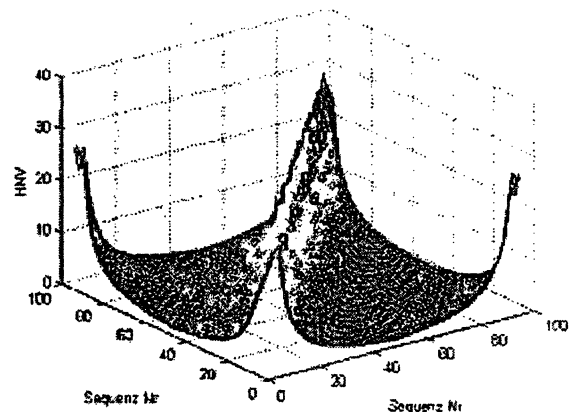


Abbildung 3: HNV einer m-Sequenz

Für die Untersuchung der AKF ergibt sich ein ähnliches Ergebnis, wie für die PRA. Jedoch zeigt die Untersuchung der KKF ein anderes Bild. Das Maximum der HNV außerhalb der Hauptdiagonalen beträgt hier 28,4. Demzufolge treten also unter den Einzelsequenzen teilweise sehr hohe Abhängigkeiten auf. Diese sind somit nicht unabhängig voneinander. Wie der Parametervergleich, so ergaben auch die Messungen im Vergleich mit m-Sequenzen bessere Ergebnisse.

DISKUSSION

Die theoretischen Ergebnisse sind vielversprechend, praktisch wurden sie bisher mit einigen wenigen Stimulationspunkten untermauert. Untersuchungen mit hinreichend vielen Stimulationspunkten sollten folgen.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Abschließend lässt sich feststellen, dass Pseudo-Random-Arrays (PRA) für die multifokale Stimulation in der objektiven Perimetrie prinzipiell gut geeignet sind.

DANKSAGUNG

Besonderer Dank gilt dem Thüringer Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst (TMWFK), durch welches dieses Projekt (Nr. B-309-00016) finanziert wird.

LITERATURHINWEISE

- [1] Green D. Structural properties of pseudorandom arrays and volumes and their related sequences. IET Proceedings. 1985;132:133-145
- [2] Lueke, H. in Korrelationssignale. Springer, Berlin, Heidelberg 1992, 94.