DAS SYSTEM ZUR ELEKTRISCHEN HAUTREIZUNG SEHR-3

Hans Georg Piroth und Hans G. Tillmann,

Institut für Phonetik und Sprachliche Kommunikation der Universität München

1. Reizgeber und Rechnerkonfiguration

Das System zur elektrischen Hautreizung (SEHR) wurde am Institut für Phonetik und Sprachliche Kommunikation der Universität München zur experimentellen Untersuchung der Möglichkeiten taktiler Sprachvermittlung für Gehörlose entwickelt [1,2,3]. Das System ermöglicht die computergesteuerte Präsentation vordefinierter Folgen elektrischer Impulse auf der Haut.

Der Rechner (PDP-11) ist über ein 4x16-Bit Parallelinterface (DRV11-J) und eine spezielle Kommunikationsplatine (Eigenentwicklung) mit dem eigentlichen Reizgeber verbunden, dessen 16 Ausgangskanäle auf 16 Paare kreisförmiger Elektroden (9 mm Durchmesser, vergoldet) geführt werden, die ohne Präparation der Haut mit Klebeband appliziert werden können. Die Versuchsperson kann durch Drehen eines Potentiometers, dessen Werte AD-konvertiert werden, Einfluß auf Amplitude und Dauer der elektrischen Impulse nehmen und durch Auslösung eines Schmitt-Trigger-Impulses die eingeregelten Werte speichern (Abb. 1).

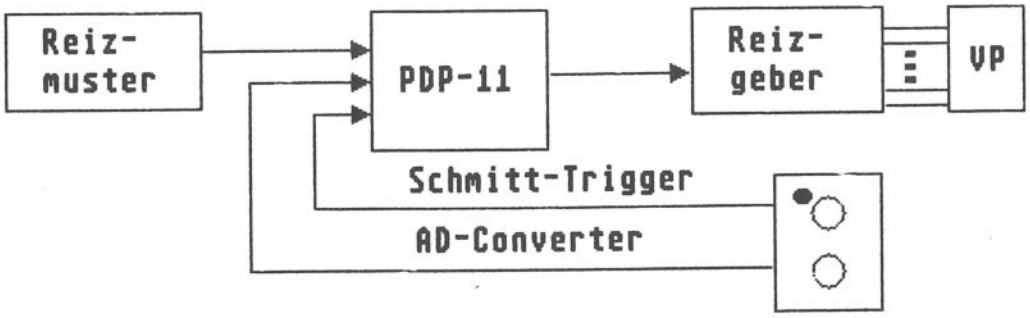

Abb. 1: Versuchsaufbau für taktile Wahrnehmungsexperimente mit SEHR-3

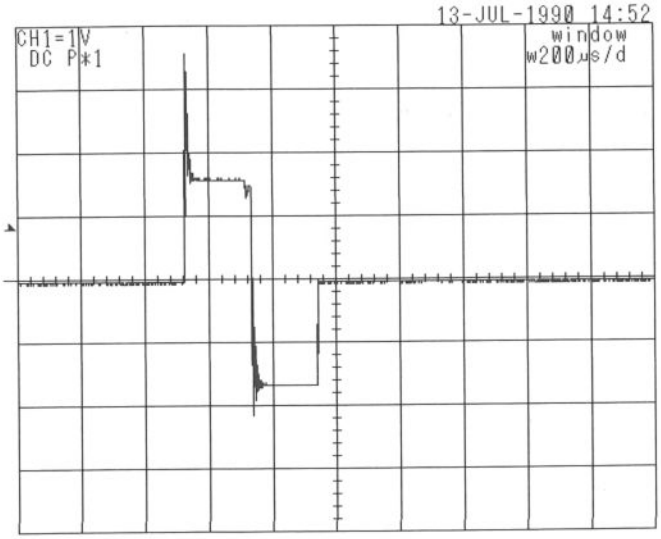

Abb. 2: Form eines von SEHR-3 generierten Impulses

Die gegenwärtig in Betrieb befindliche Version SEHR-3 erzeugt Sequenzen stromgesteuerter bipolarer Rechteckimpulse (Abb. 2), wobei die Dauer des positiven sowie des negativen Rechteckimpulses von 32 µs bis 256 µs in Schritten von 32 µs variiert und die Stromstärke in Stufen von 0,33 mA bis maximal 5 mA eingestellt werden kann. Durch die Wahl der Übertrager ist gewährleistet, daß die einzelnen Kanäle galvanisch getrennt bleiben.

Um beliebige Impulsformen und Sequenzen von Impulsen generieren zu können, wird jeder Elektrodenkanal durch einen Mikroprozessor (COP 402, NSC) angesteuert. Die Programme, mit denen jeder dieser Mikroprozessoren einfache oder sehr komplexe Impulse erzeugt, werden vorher vom HOST-Rechner in dessen Arbeitsspeicher geladen. Da alle Prozessoren von einer gemeinsamen Uhr kontrolliert werden, kann jede beliebige Auswahl der jeweils zur Verfügung stehenden Kanäle zur exakt gleichen Zeit gestartet werden (die Zeitbasis beträgt 4 µs). Während ein Kanal feuert, können die anderen Kanäle vom Rechner neue Programme erhalten.

2. Spezifikationen des Interface zur Steuerung durch einen HOST-Rechner

Die Ansteuerung von SEHR-3 durch den HOST-Computer (PDP-11) wird über

16 Kanalleitungen (bidirektional)
8 Datenleitungen (unidirektional)
5 Instruktionsleitungen (unidirektional, active-low-Impulse)
1 Antwortleitung (unidirektional, active-low-Impulse)
2 Steuerleitungen (unidirektional)

durchgeführt (Abb. 3).

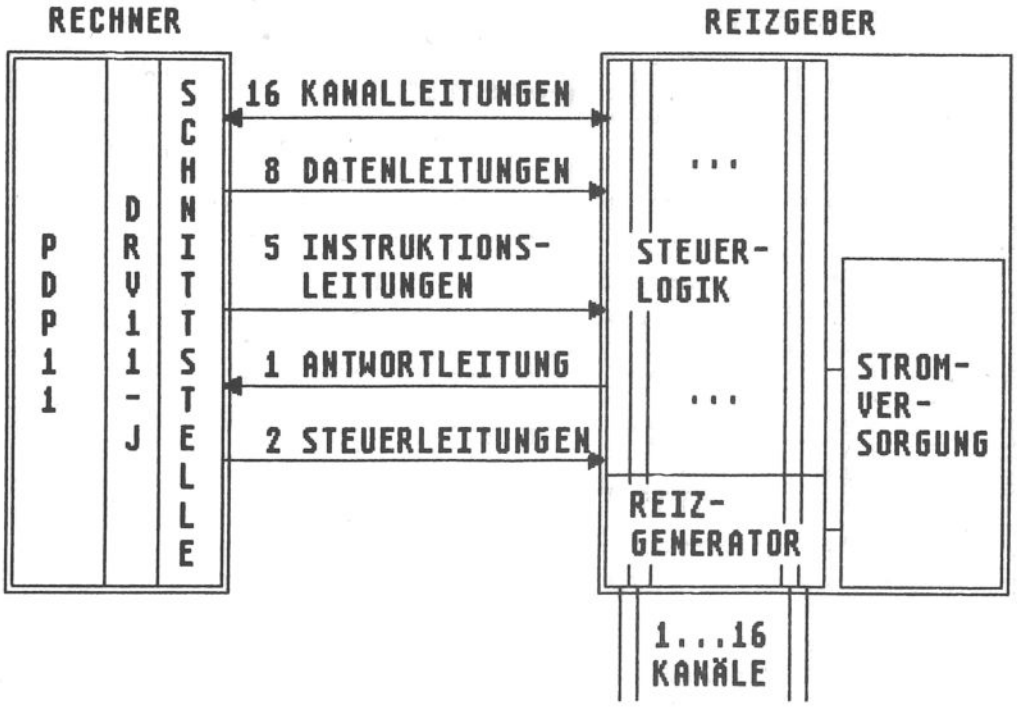

Abb. 3: Ansteuerung des Reizgebers durch den Host-Rechner

Die Kanalleitungen dienen dazu, die jeweils anzusprechenden Kanäle zu definieren. Es wurden 16 Kanalleitungen mit fester Zuordnung zu den 16 Elektroden des Reizgebers gewählt, damit jede beliebige Kanalkombination möglich ist. Jeder einzelne Kanal verfügt über einen eigenen programmierbaren Mikroprozessor, dessen Programme vom HOST aus geladen und dann beliebig oft gestartet werden können. Während die jeweils zu übertragenden 8-Bit Daten eingestellt sind, werden durch eine UND-Verknüpfung von Kanalleitung(en) und Datenlade-Impuls (auf einer der 5 Instruktionsleitungen) die Daten dem bzw. den Mikroprozessor(en) übergeben. Über die Antwortleitung erhält der HOST die Rückmeldung (handshake) vom SEHR-3. Zwei restliche Steuerleitungen dienen der Kommunikation während des Betriebes (z.B. der Abfrage von aktiven Kanälen).

2.1 Sechzehn Kanalleitungen

Die Kanalleitungen sind Open-Collector Leitungen. Sie werden auf der Reizgeberseite mit Pull-Up Widerständen von 2,2 kOhm auf die positive Versorgungsspannung gelegt.

Informationsfluß vom HOST zum Reizgeber: Zum Programmieren eines Kanals wird die angesprochene Kanalleitung vom HOST solange auf LOW gesetzt, wie auf einer Instruktionsleitung ein Impuls anliegt.

Informationsfluß vom Reizgeber zum HOST: Wenn vom HOST auf die Steuerleitung CHECK ein LOW-Signal gegeben wird, melden alle Kanäle ihren Zustand auf ihrer Kanalleitung (READY=LOW, BUSY=HIGH).

2.2 Acht Datenleitungen

Die Datenleitungen werden vom HOST-Rechner gesetzt. Die gesetzten Bits müssen mindestens 2 µs vor dem Datenladeimpuls anstehen und nach dem Rücksetzen des Ladeimpulses noch mindestens 2 µs andauern.

2.3 Fünf Instruktionsleitungen

Reihenfolge der Instruktionen (in Klammern die Impulsdauern):

1. RESET (120 µs)
2. PROGRAMM ÖFFNEN (120 µs)
3. DATEN LADEN (120 µs)
4. TRIGGER A (120 µs)
5. TRIGGER B (60µs)

Bei der Programmierung der Kanäle werden mit einem Impuls auf der ersten Leitung (RESET) alle in den angesprochenen Mikroprozessoren enthaltenen Programme gelöscht. Anschließend erfolgt über Leitung 2 (PROGRAMM ÖFFNEN) ein Impuls, der diese Mikroprozessoren in Programmierbereitschaft versetzt. Die Programmdaten werden byteweise (8-Bit parallel) durch einen Impuls auf Leitung 3 (DATEN LADEN) übertragen.
Der Ladevorgang wird wiederholt, bis ein vollständiges Programm übertragen ist. Zu beliebiger Zeit können dann diese Programme durch aufeinanderfolgende Impulse auf den Leitungen 4 und 5 (TRIGGER A und B) gestartet werden.

Die Dauer der jeweiligen Instruktionsimpulse findet sich in der obenstehenden Tabelle. Die Toleranz beträgt jeweils +/- 5 µs.

2.4 Eine Antwortleitung

- REPLY: Nach jeder Instruktion (RESET, PROGRAMM ÖFFNEN, DATEN LADEN, TRIGGER A, TRIGGER B) wird - von jedem angesprochenen Kanal (Mikroprozessor) - durch ein LOW-Signal mit einer Dauer von ca. 18 µs auf dieser Leitung der Empfang quittiert.

2.5 Zwei Steuerleitungen

- CHECK dient zur Statusüberprüfung aller Kanäle. Eine Kanalleitung wird auf HIGH gesetzt, wenn der betreffende Kanal BUSY ist und das CHECK-Signal auf LOW geht. Wenn das CHECK-Signal LOW und der Kanal READY ist, dann geht die Kanalleitung (die mit Pull-up Widerständen an HIGH liegt) auf LOW.

- ENABLE muß HIGH sein, wenn die Kanäle in Betrieb sein sollen, LOW, um die Kanäle zu sperren.

3. Anwendung

SEHR-3 wird regelmäßig in Langzeitexperimenten zur Erlernung artikulationsorientiert kodierter taktiler Silben und Wörter durch hörende und gehörlose Versuchspersonen eingesetzt [4]. Als Nachfolgesystem von SEHR-2 hat es sich bereits ausgezeichnet bewährt.

4. Literatur

[1] Tillmann, H.G.: Technische Kommunikationshilfen für Gehörlose. Ein Beitrag zur angewandten Signalphonetik. Berlin 1970.

[2] Tillmann, H.G. & Piroth, H.G.: Das System zur elektrischen Hautreizung SEHR-1. Forschungsberichte des Instituts für Phonetik und Sprachliche Kommunikation der Universität München 17(1983), 167-190.

[3] Tillmann, H.G. & Piroth, H.G.: The "System for Electrocutaneous Stimulation SEHR-2". Journal of the Acoustical Society of America 79(1986), Suppl. 1, S73-S74.

[4] Piroth, H.G.: Artikulationsorientierte taktile Sprachsynthese: Die Erlernbarkeit eines lokal und temporal kodierten Obstruentensystems. Forschungsberichte des Instituts für Phonetik und Sprachliche Kommunikation der Universität München 24(1987), 43-235.