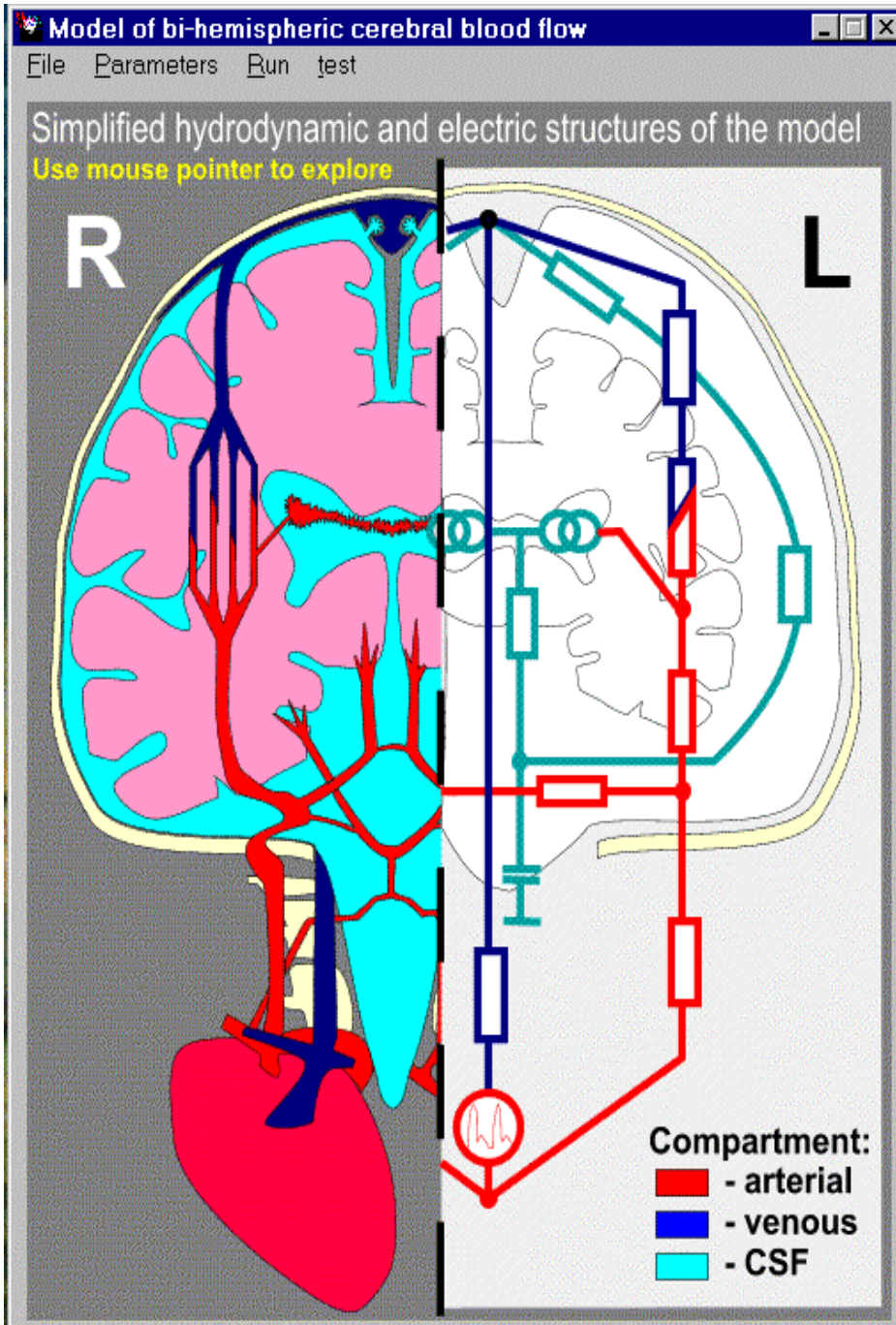


Rozwój Aparatury Biocybernetycznej na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej

Antoni Grzanka

Interdyscyplinarne Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego
Seminarium biomedyczne, Warszawa, 7 października 2008 r.

Modelowanie Matematyczne Przepływu Krwi Mózgowej i Krążenia Płynu Mózgowo-rdzeniowego



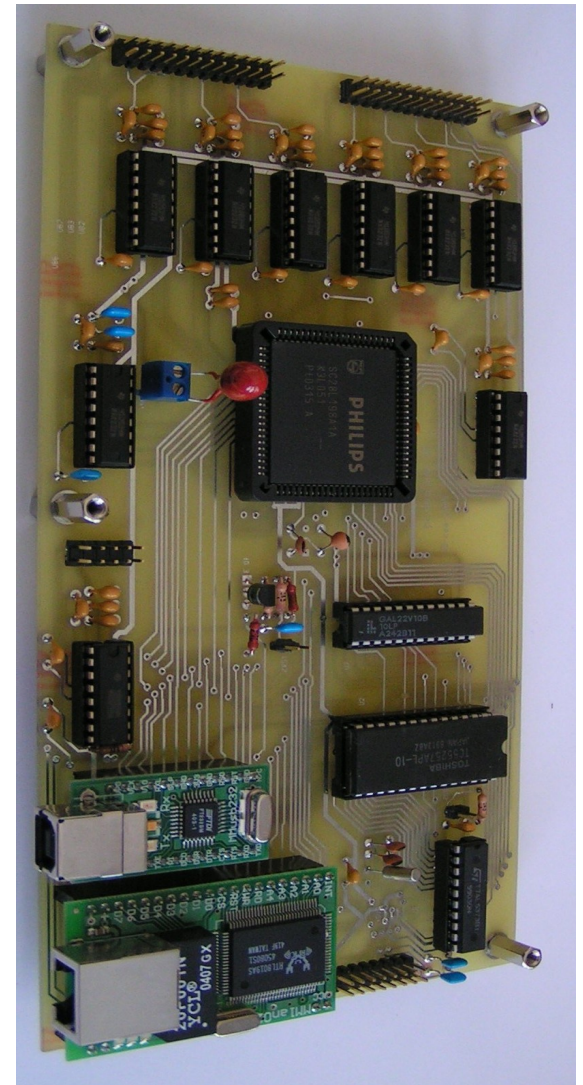
- Modelowanie systemów: Model globalny i model z rozdziałem na półkule mózgowe
- Analiza teoretyczna oraz ilustracja stanów i zachowań w fizjologii i patologii
- Symulacja odpowiedzi na testy kliniczne

Wybrane publikacje:

- Czosnyka M, Pickard J, Whitehouse H, Piechnik S: The hyperaemic response to a transient reduction in cerebral perfusion pressure- a modelling study. *Acta Neurochirurgica (Wien)* 1992, 115:90-97.
- Czosnyka M, Piechnik S, Richards HK, Kirkpatrick P, Smielewski P, Pickard JD: Contribution of mathematical modelling to the interpretation of bedside tests of cerebrovascular autoregulation, *J. Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* 63(6):721-731, 1997
- Piechnik S, Czosnyka M, Pickard JD.: Indices for decreased cerebral blood flow control - A modelling study. *ICP X A.Marmarou, R. Bullock, et al. (eds) Acta Neurochirurgica Supplementum* 71:269-271 1998 by Springer-Verlag.
- Piechnik S, Czosnyka M, Pickard JD.: Indices for decreased cerebral blood flow control - A modelling study. *ICP X A.Marmarou, R. Bullock, et al. (eds) Acta Neurochirurgica Supplementum* 71:269-271 1998 by Springer-Verlag.
- Piechnik S. K, Czosnyka M., Harris N. G., Minhas P. S. and Pickard J. D.: A model of the cerebral and CSF circulations examine the asymmetry in cerebrovascular reactivity. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*. (accepted for publication), 2001.

Biomedyczne systemy akwizycji i przetwarzania danych

- Realizacja mikrokontrolerowych systemów akwizycji i przetwarzania danych
- Realizacja rozproszonych systemów akwizycji danych wykorzystujących bezprzewodowe sieci rozległe (np. GPRS)
- Implementacja algorytmów DSP w układach FPGA



Akustyczna Detekcja Patologii Wewnątrzczaszkowych Naczyń Mózgowych

- Nieinwazyjne badania przesiewowe dle wykrywania:
 - Aneuryzmów
 - Arterovenous Malformations (AVM)
 - Stenoz naczyń
 - Nowotworów mózgu

• Metodyka jest oparta na selektywnej analizie częstotliwościowej patologicznych dźwięków powstających w czaszce.

- Aspekty techniczne:
 - Czuła technika hydrofoniczna
 - Wzmacniacze niskoszumne
 - Analiza czasowo-częstotliwościowa
 - Komputerowy system pomiarowy



Wybrane publikacje:

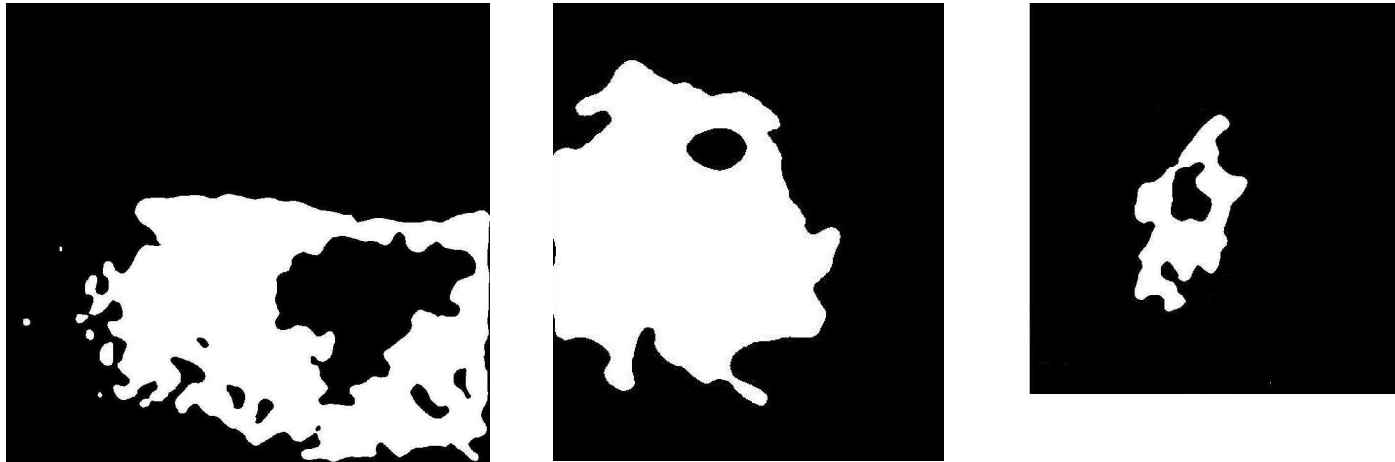
Mulinski W, Wierzejski W. Acoustical Non-invasive Detection of Intracranial Vascular Deformations. 8th International Conference IMEKO TC13 „Biomedical Measurement and Instrumentation” BMI’98.

Mulinski W, Wierzejski, Gierczak T.: Non-invasive Detection of Intracranial Vascular pathologies. Medical Science Monitor 4, 176-181, 1998

Mulinski W, Wierzejski, Falkowski R.: Mechanoacoustical Investigations of Cerebrovascular Blood Flow. Proc. IIIrd Conference of Acoustical and Mechanical Methods in Bioengineering. pp 123-6, Zakopane 1998

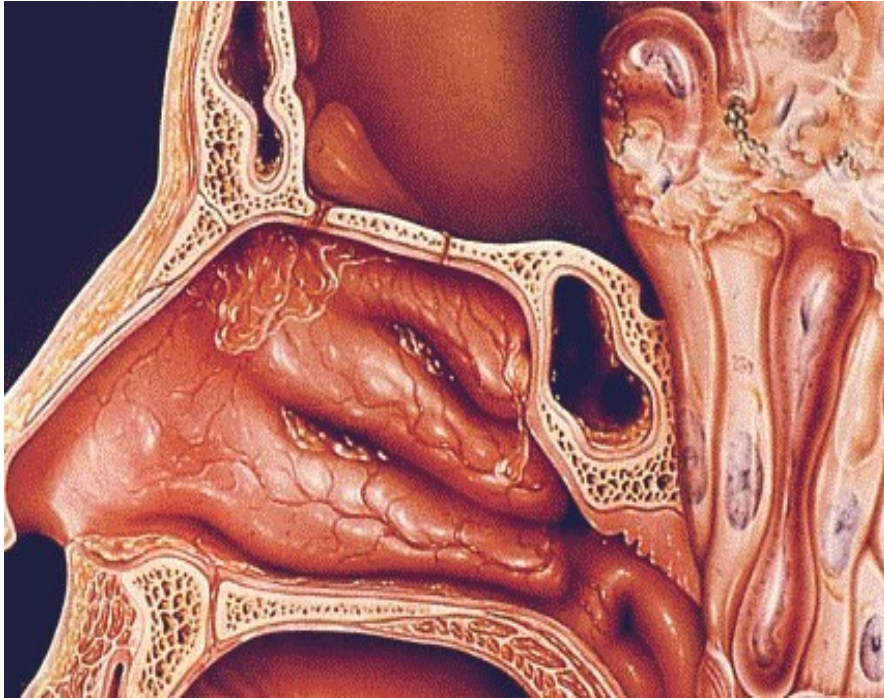
Metoda obiektywnej oceny zjawisk w alergologicznych testach PTS

Rezultaty zastosowania metod przetwarzania obrazów



Rys. 1. Wyznaczone obszary wyników PTS dla nieregularnego dużego rumienia (biały obszar) i dla bąbla (czarny obszar wewnątrz rumienia) (a) dla dużego rumienia i małego bąbla (b), dla małej reakcji alergicznej

Systemy Diagnostyczne w Audiologii, Finiatrii i Rynologii

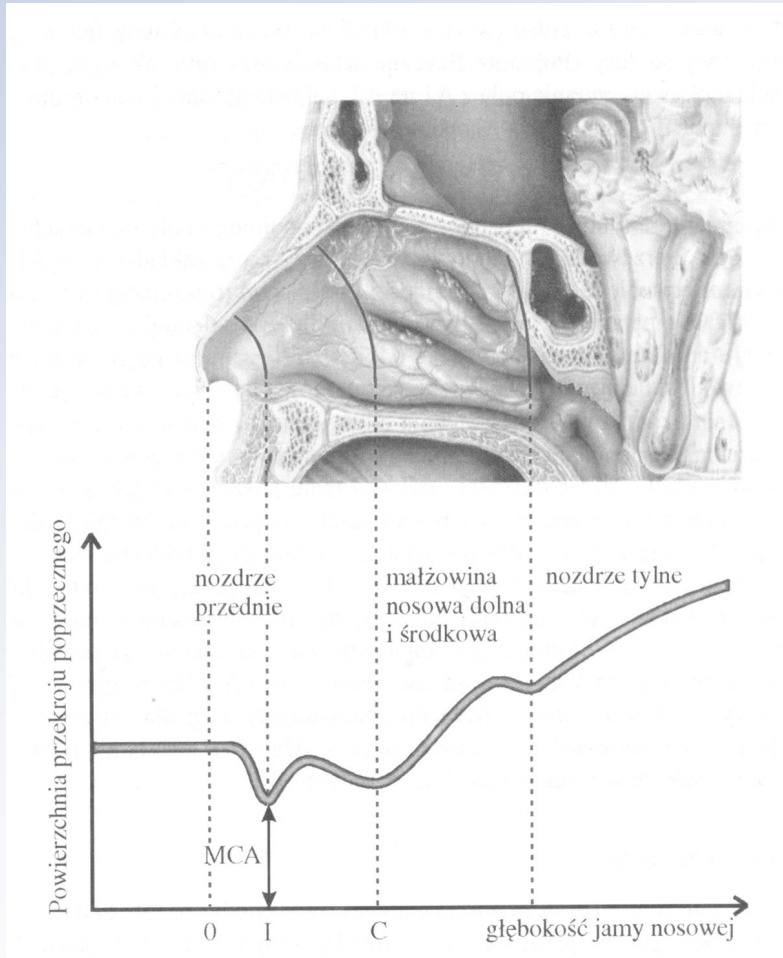


- Optymalizacja przetwarzania danych w ocnie stanu słuch noworodków
- Finiatryczne i audiologiczne metody diagnostyczne oparte na analizie głosu u małych dzieci
- Ocena funkcji nosa przez rynometrię akustyczną
- Diagnostyka alergii, polipów śluzówki nosa, monitorowanie terapii

Wybrane publikacje:

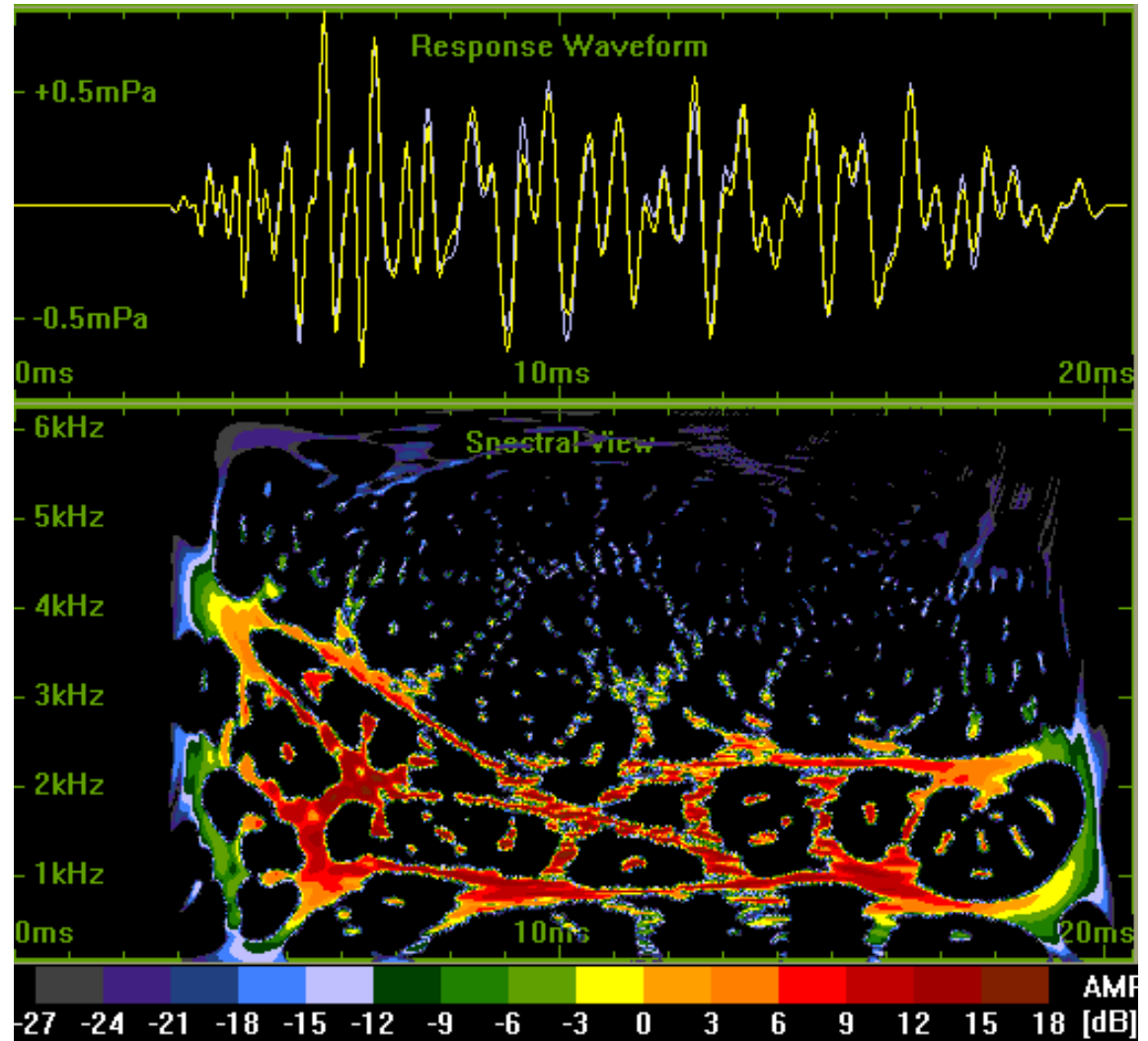
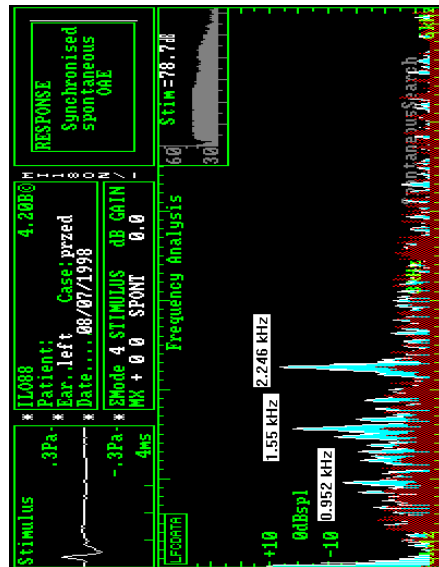
- Szkiełkowska A., Ratyńska J., Maniecka-Aleksandrowicz B., Markowska R., Grzanka A.: Evaluation of Larynx and Voice in Children with Hearing Loss. 4th European Congress of Oto-Rhino-Laryngology Head and Neck Surgery, Berlin (Germany), May 13-18, 2000, pp.1013-1016
- Hatzopoulos S, Tsakanikos M, Grzanka A, Ratynska J, Martini A.: Comparison of neonatal transient evoked otoacoustic emission responses recorded with linear and QuickScreen protocols. *Audiology*. 2000 Mar-Apr;39(2):70-9.
- Hatzopoulos S, Cheng J, Grzanka A, Martini A.: Time-frequency analyses of TEOAE recordings from normals and SNHL patients. *Audiology*. 2000 Jan-Feb;39(1):1-12.
- Hatzopoulos S, Cheng J, Grzanka A, Morlet T, Martini A.: Optimization of TEOAE recording protocols - a linear protocol derived from parameters of a time-frequency analysis: a pilot study on neonatal subjects. *Scand Audiol* 2000;29(1):21-27
- Grzanka A., Hatzopoulos S., Śliwa L., Muliński W.: Cross-Terms Reduction in Wigner Distribution of Otoacoustic Emissions. *Proceedings of the XXIIInd National Conference on Circuit Theory and Electronic Networks*. October 1999. Vol 2/2. s. 455-460.
- Grzanka A., Pyła M., Samoliński B.: Parametrical decomposition of the rhinometric curve as a method of nasal cavity evaluation. *Med Sci Monit*, 1999; 5(5): 970-976.
- Ratyńska J, Grzanka A., Mueller-Malesińska M., Skarżyński H, Hatzopoulos S.: Correlations between risk factors for hearing impairment and TEOAE screening test outcome in neonates at risk for hearing loss. 4th European Conference on Audiology, June 6 - 10, 1999 Oulu - Finland.

Rynometria akustyczna: Rynogram



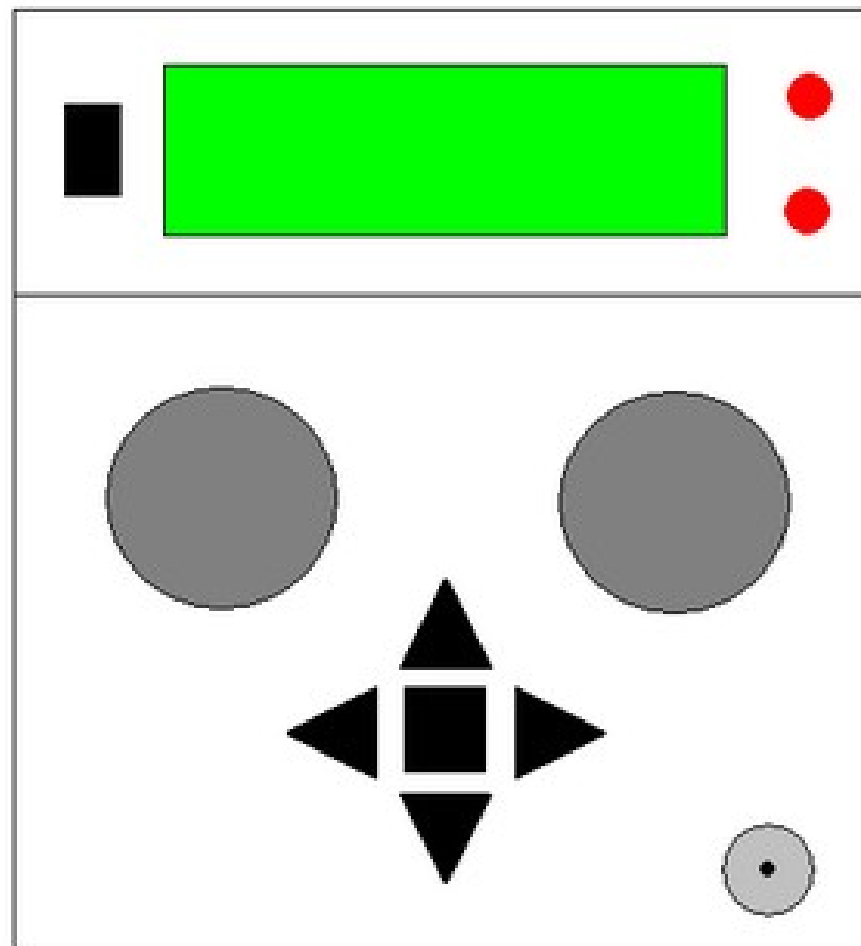
- Rezultat – wykres będący zależnością pomiędzy polem przekroju poprzecznego a odległością od początku nosa
- Rynogram można opisać poprzez podanie takich parametrów, jak:
 - Pole przekroju poprzecznego odpowiadającego załamkowi C
 - Objętości mierzone w zadanych zakresach
 - etc.

TEAEOE a emisje spontaniczne



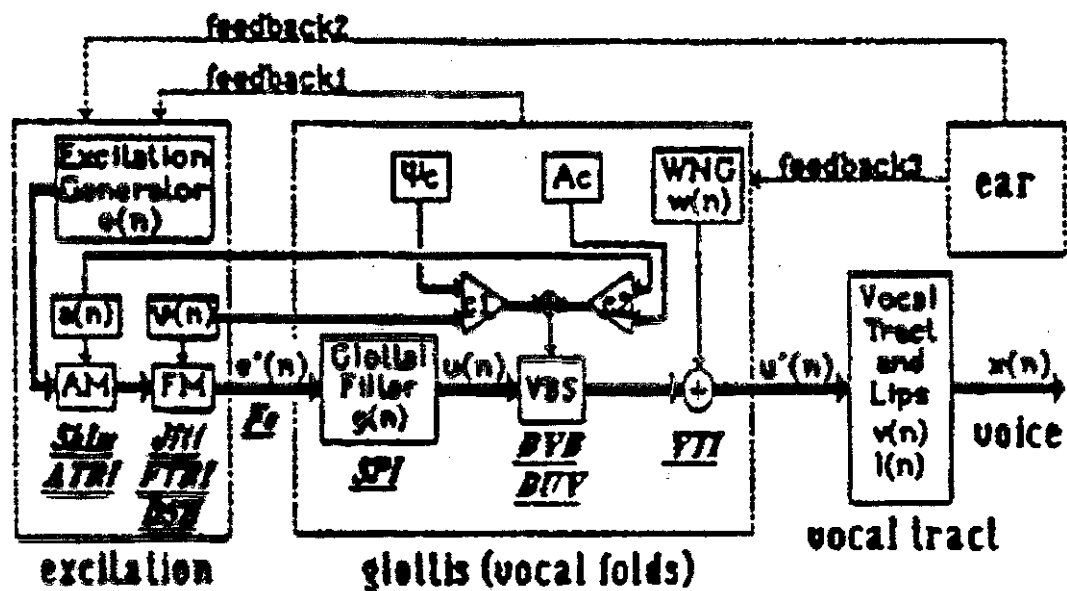
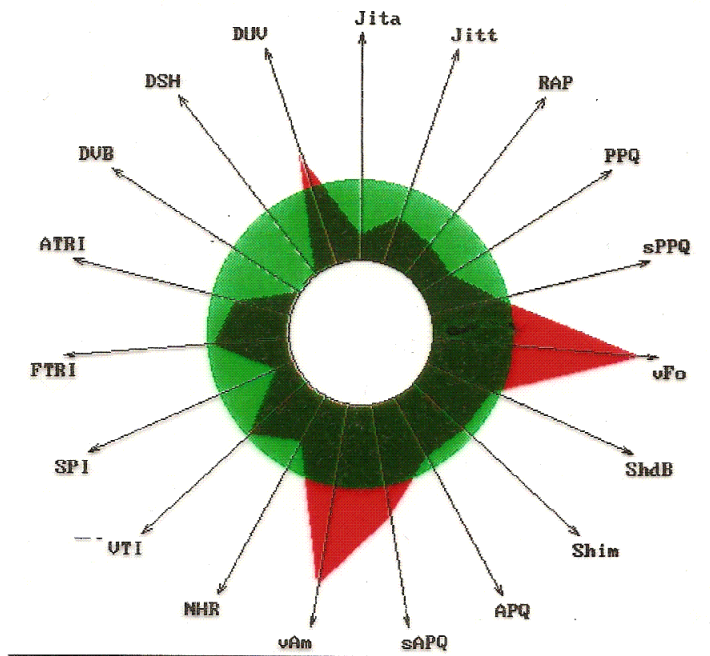
Stymulator nerwu ślimakowego

- Urządzenie medyczne
- Eksperymentalna terapia
- Leczenie szumów usznych
- Projekt koła naukowego Cybernetyki
- Praca dyplomowa
- Na ukończeniu



Model wytwarzania głosu patologicznego

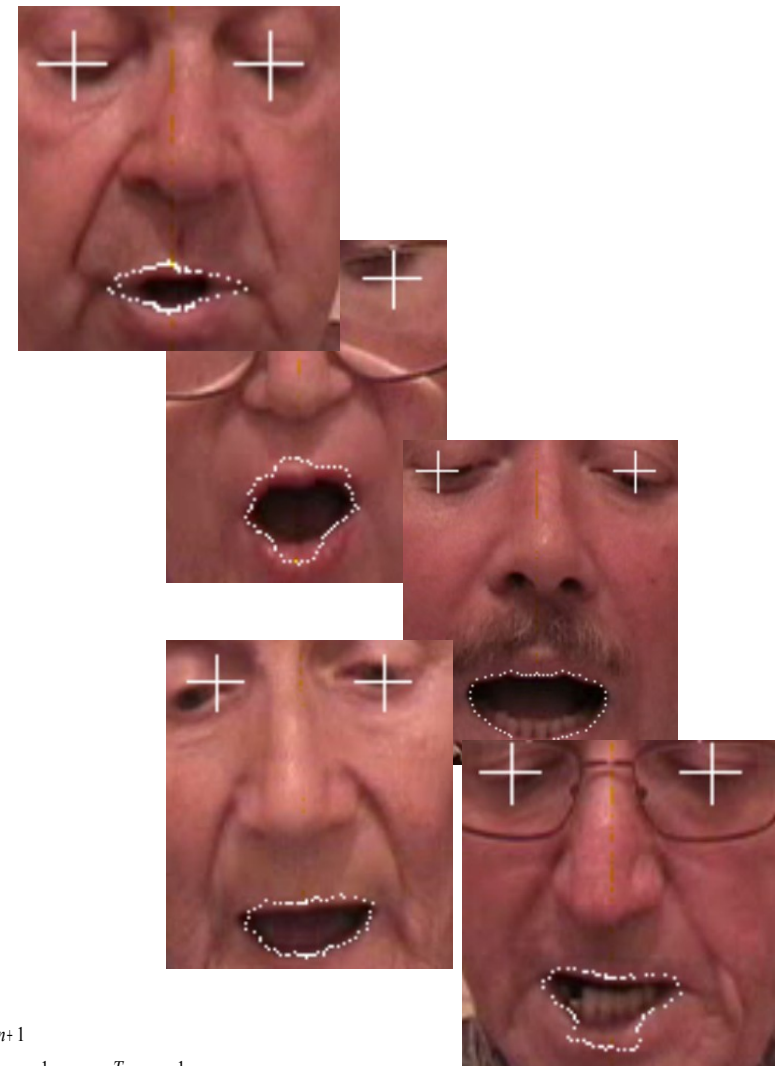
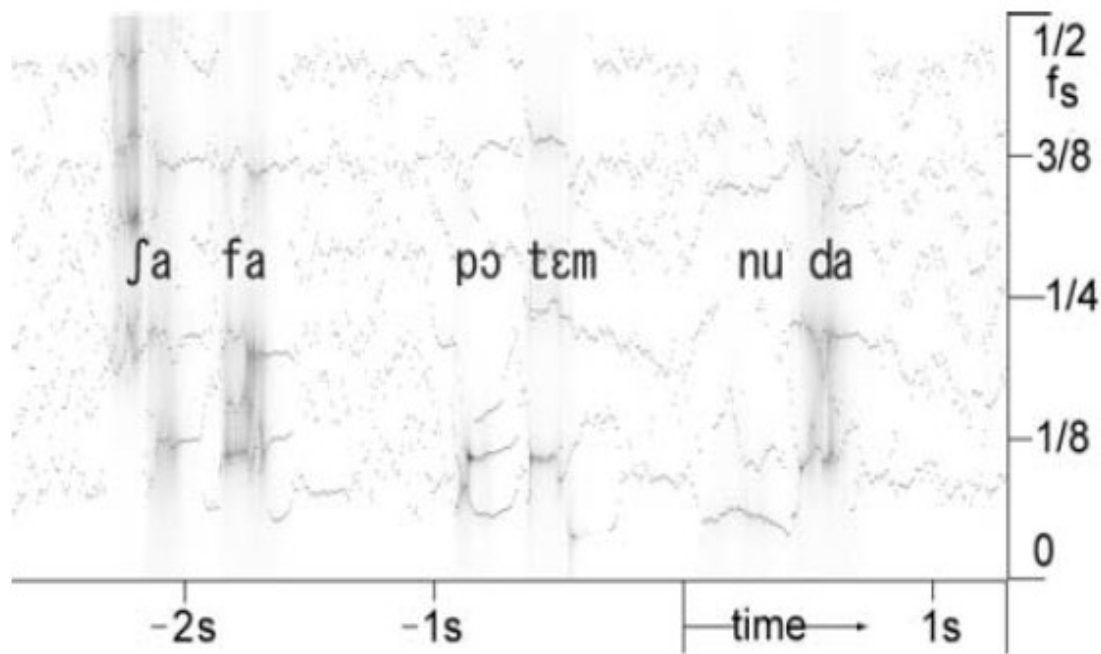
Ocena aparatu głosotwórczego w oparciu a analizę parametrów akustycznych głosu.



Rysunek 1. Diagram wielowymiarowy parametrów akustycznych. Obszar wewnątrz koła określa zakres progu normy, a wielokąt pokazuje aktualnie obliczone wartości

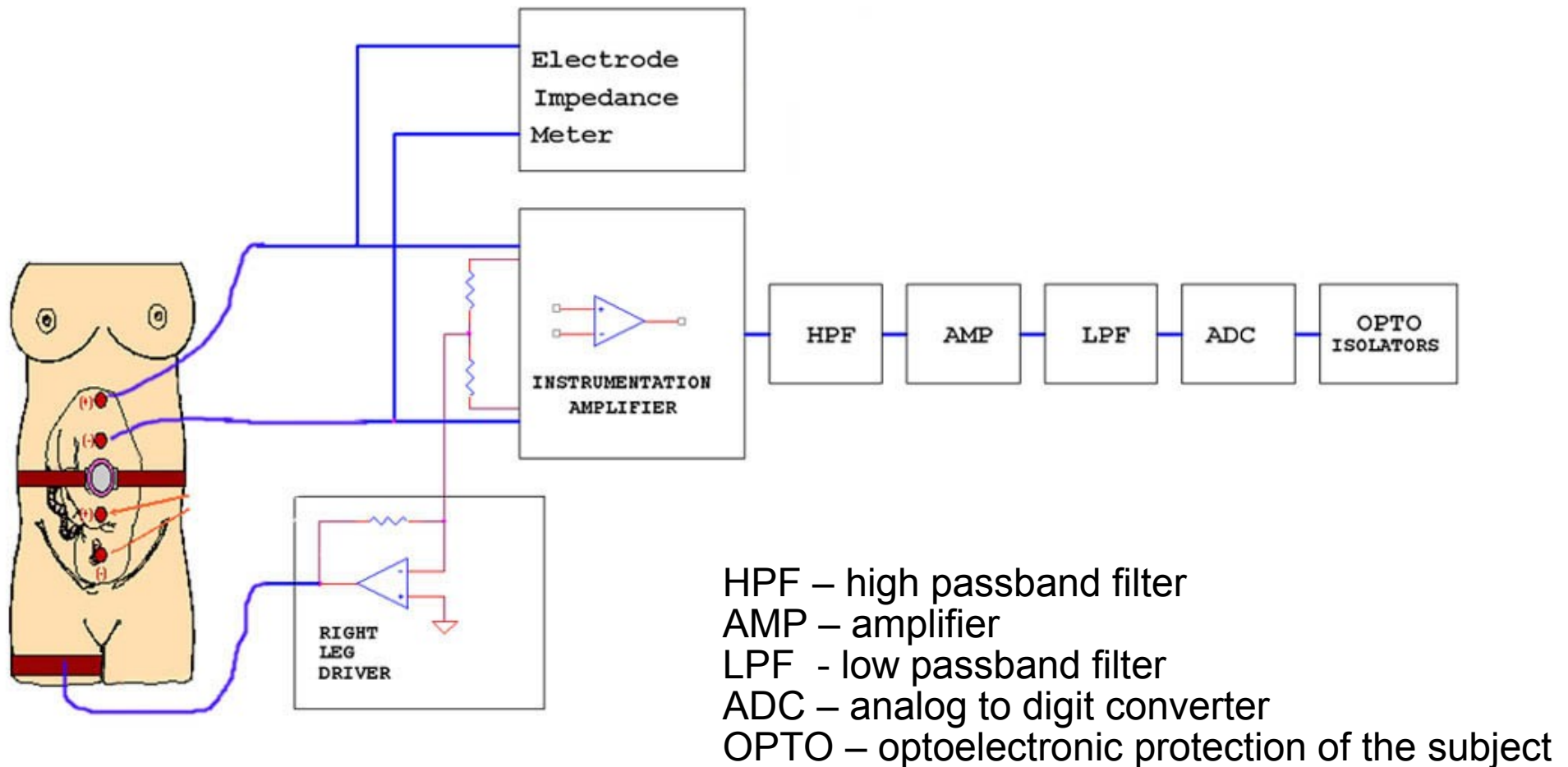
1. parametry oceniające względną zmianę częstotliwości (Jitt, RAP, PPQ, sPPQ, vFo)
2. parametry oceniające względną zmianę amplitudy analizowanej próbki głosu (Shimm, APQ, sAPQ, vAm)
3. parametry względnych pomiarów składowej szumowej (NHR, VTI, SPI)
4. parametry pomiarów drżenia (modulacji) głosu (FTRI, ATRI)
5. parametry oceny przerw w głosie (DVB)
6. parametry względnych pomiarów komponentów subharmonicznych (DSH)
7. parametry względnych pomiarów nieregularności głosu (DUV)

Badania mowy osób laryngektomowanych



$$\mathbf{h}_{n+1} = \mathbf{R}_{n+1}^{-1} \mathbf{p}_{n+1}$$
$$\mathbf{R}_{n+1}^{-1} = \mathbf{R}_n^{-1} - \frac{\mathbf{R}_n^{-1} \mathbf{x}_{n+1} \mathbf{x}_{n+1}^T \mathbf{R}_n^{-1}}{1 + \mathbf{x}_{n+1}^T \mathbf{R}_n^{-1} \mathbf{x}_{n+1}}$$

The analog signal registration (Biological amplifiers and ADC)



Modeling of EHG generators

Let us introduce the following

$\mathbf{F} = [F_M \quad F_{Mp} \quad F_{AM} \quad F_{AMP}]^T$ where $F_M, F_{AM}, F_{Mp}, F_{AMP}$ denote the myosin fractions in myometrium participating in its contraction.

The output of the model is a contractile force of a myometrium fiber, denoting by S . Thus, the model has the form as follows:

$$\begin{aligned} \frac{d\mathbf{F}(t)}{dt} &= \mathbf{K}(t) \mathbf{F}(t) \\ S(t) &= F_{AM}(t) + F_{AMP}(t) \end{aligned}$$

where the state matrix is:

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} -k_1(t) & k_2 & k_7 & 0 \\ k_1(t) & -(k_2 + k_3) & 0 & \frac{k_3}{4} \\ 0 & k_3 & k_1(t) & -\left(\frac{k_3}{4} + k_2\right) \\ 0 & 0 & -(k_7 + k_1(t)) & k_2 \end{bmatrix}$$

The relationship between electrochemical and mechanical myometrium activity is expressed by the coefficient:

$$k_1(t) = \frac{[C_{Ca}^{in}(t)]^m}{[C_{Ca}^{in}(t)]^m + [C_{Ca}]^m}$$

$C_{Ca}^{in}(t)$ represents the concentration of calcium ions inflowing into a cell. The dynamic of electrical activity of myometrium is described by the equation:

$$\frac{dC_{Ca}^{in}(t)}{dt} = I_{VOC}(t) - I_{CaP}(t) + I_{CaNa}(t)$$

where the ionic currents are expressed by the following nonlinear equations:

$$I_{VOC}(t) = \frac{g_{Ca}(t)}{2F\psi} \left[V_m(t) - \frac{RT}{2F} \ln \left[\frac{C_{Ca}^{ex}}{C_{Ca}^{in}(t)} \right] \right]$$

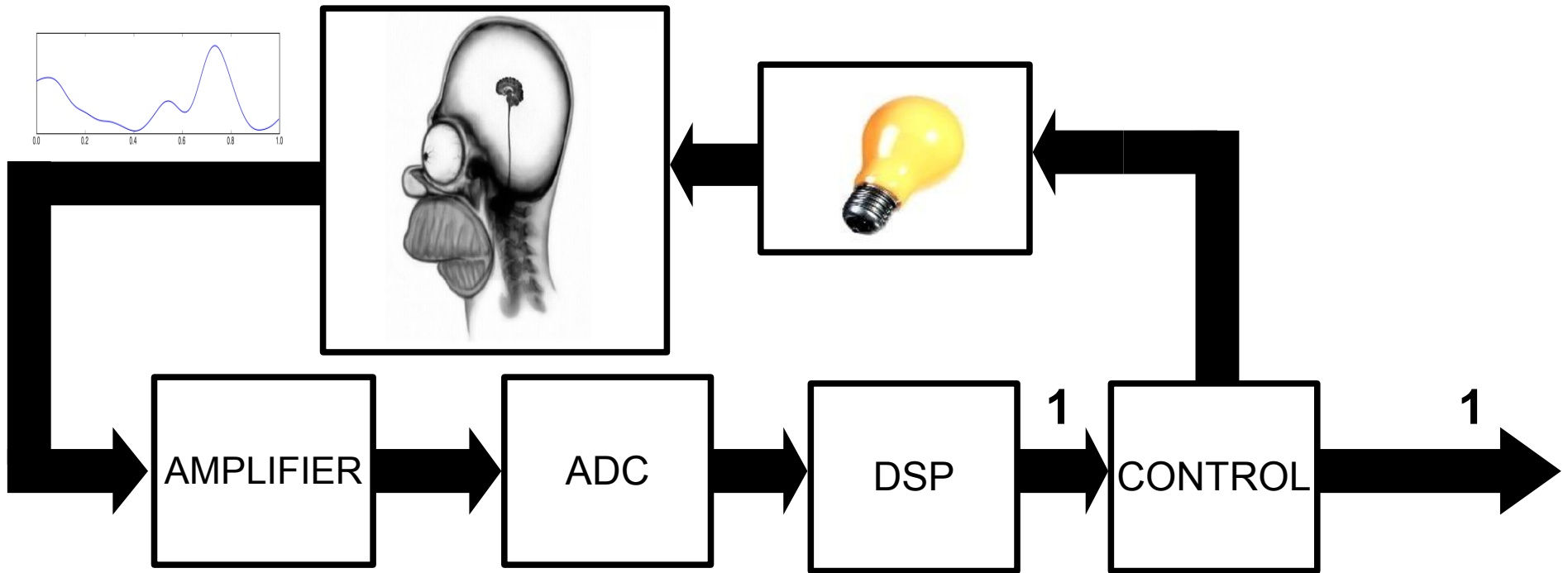
$$I_{CaP}(t) = U_P \frac{[C_{Ca}^{in}(t)]^n}{[C_{Ca}^{in}(t)]^n + [C_{CaP}]^n}$$

$$I_{CaNa}(t) = G_{CaNa} \frac{C_{Ca}^{in}(t)}{C_{Ca}^{in}(t) + K_{CaNa}}$$

$$\left\{ V_m(t) - \frac{RT}{F} \ln \left[\frac{C_{Ca}^{ex}}{C_{Ca}^{in}(t)} \left(\frac{C_{Na}^{ex}}{C_{Na}^{in}} \right)^{-3} \right] \right\}$$

Conclusion

The model describing a dynamic of uterine contractions is strongly nonlinear !!!



Dziękuję za uwagę