

Slajd 1 Wprowadzenie

Sterowanie bioprotezą ręki nie jest pojedynczym, dobrze określonym problemem, lecz raczej zbiorem wielu różnych problemów - wynikających m.in.:

- ze specyfiki detekcji intencji człowieka (interfejs człowiek proteza),
- własności kinematyki (i dynamiki) protezy,
- jej interakcji z chwytanymi obiektami, oraz
- potrzeby pomiaru tej interakcji, i
- wykorzystania tej informacji do sterowania chwytem (sprzężenie zwrotne), a także
- do symulacji podstawowych wrażeń czuciowych dotyku, nacisku, poślizgu (interfejs proteza-człowiek).

Slajd 2 Wprowadzenie

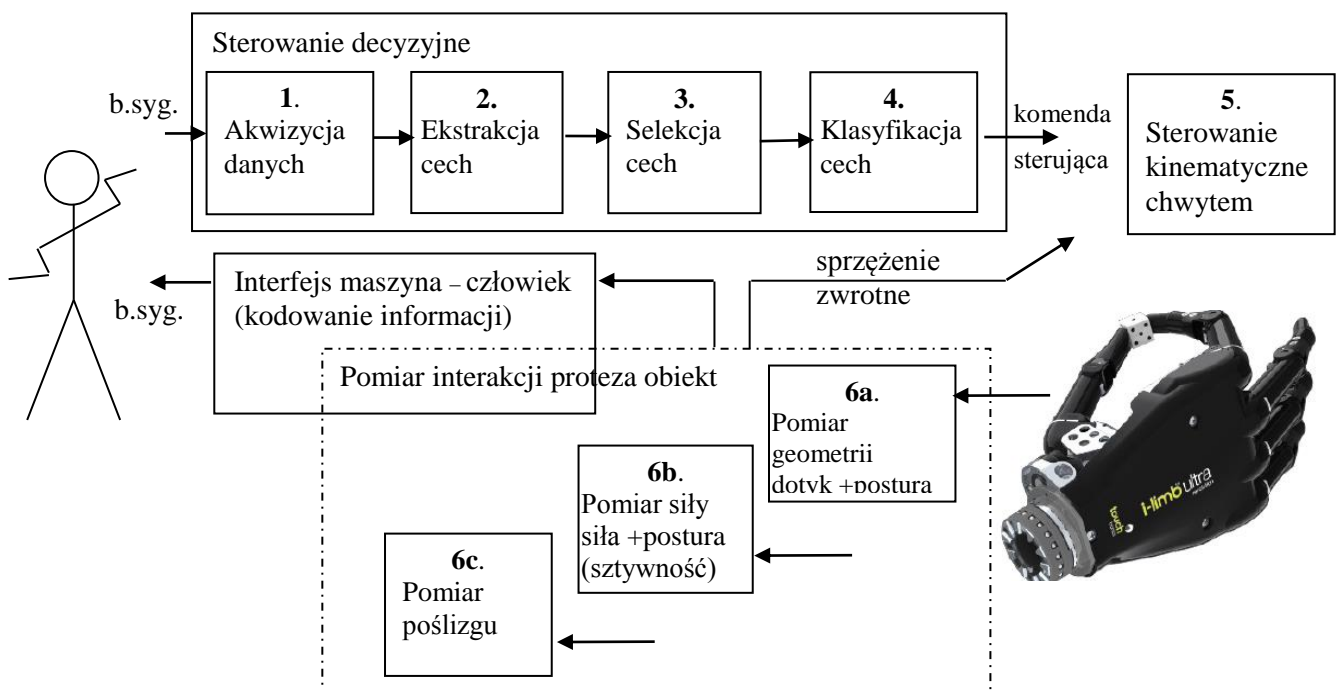
Problemy składowe towarzyszące sterowaniu bioprotezą występują w różnych „miejscach” procesu sterowania - na określonych poziomach jego struktury i na określonych etapach jego realizacji.

Są one modelowane i rozwiązywane w różny sposób.

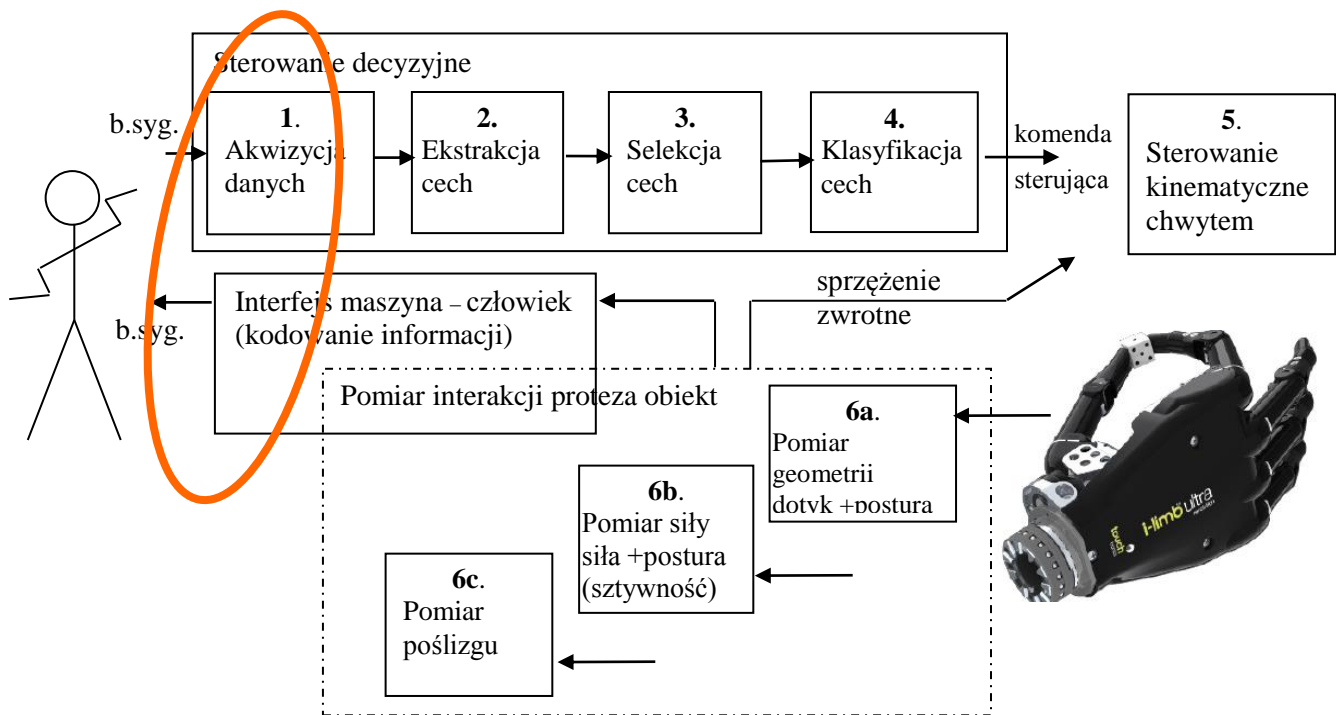
Wśród poziomów procesu sterowania bioprotezą możemy wyróżnić:

- a) sterowanie decyzyjne;
- b) sterowanie kinematyczne;
- c) pomiar stanu protezy i interakcji proteza-obiekt, oraz
- d) przekaz czucia tego stanu do człowieka.

Slajd 3 Sterowanie bioprotezą - procesy wieloetapowe

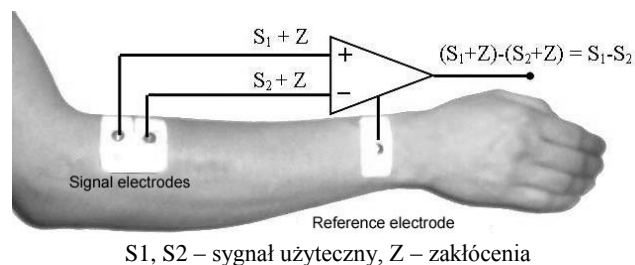


Slajd 4 Sterowanie bioprotezą - procesy wieloetapowe



Slajd 5 System pomiarowy - idea pomiaru różnicowego

SNR = Signal-to-Noise Ratio



S_1, S_2 – sygnał użyteczny, Z – zakłócenia

Slajd 6 System pomiarowy – sensor zespolony

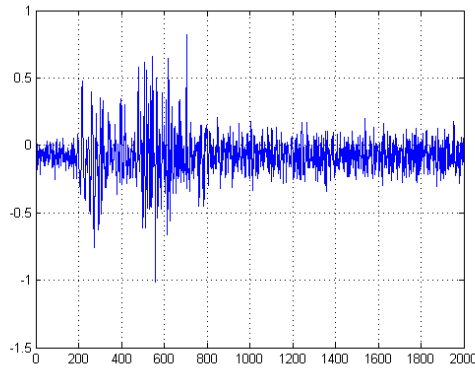


Widok sensora zespolonego: (a) od strony elektrod i komory akustycznej, (b) widok wnętrza ze wzmacniaczem wstępnym

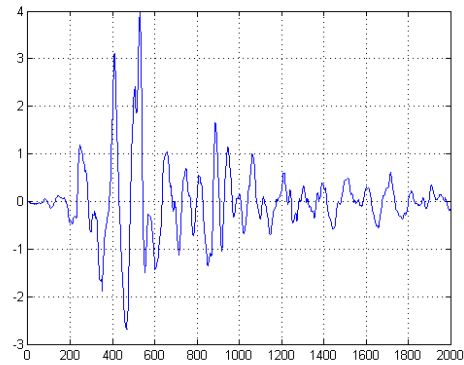
Slajd 7 System pomiarowy – kompletny układ



Slajd 8 System pomiarowy – zarejestrowane sygnały



(a) sygnał EMG;

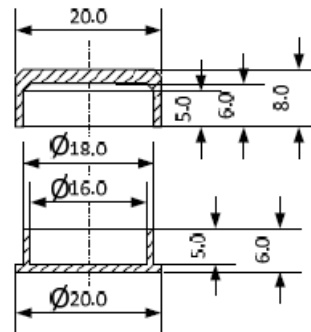


(b) sygnał MMG

Slajd 9 Interfejs maszyna-człowiek – budowa wibratora

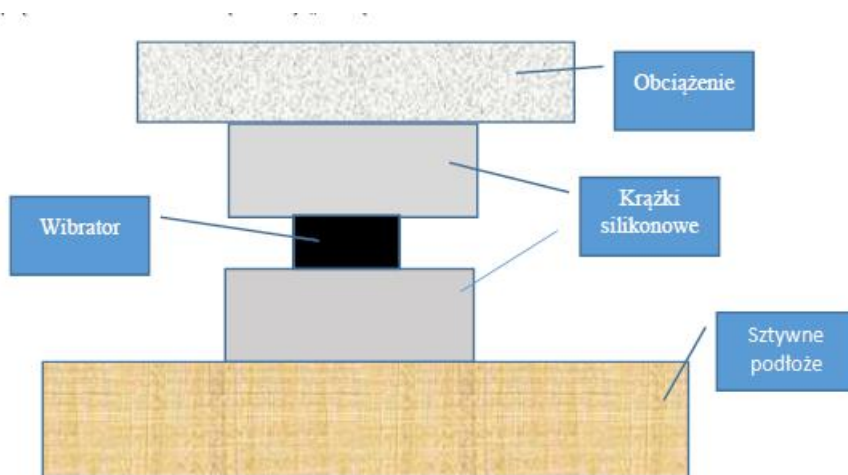


(a) Wnętrze układu wibratora



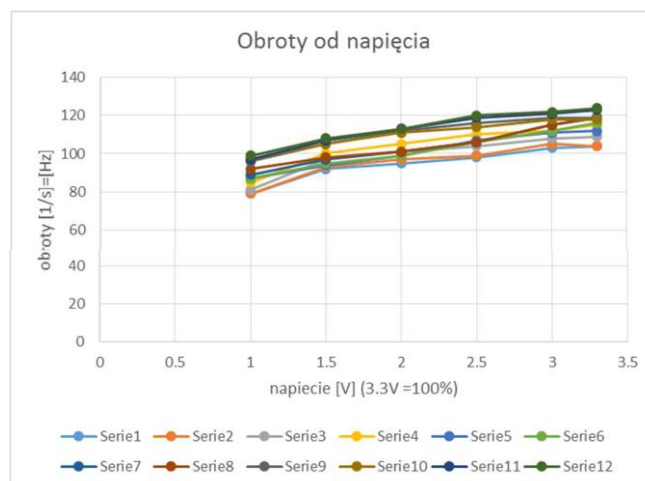
(b) Wymiary obudowy wibratora

Slajd 10 Interfejs maszyna-człowiek – Eksperyment pomiaru częstotliwości wibratora



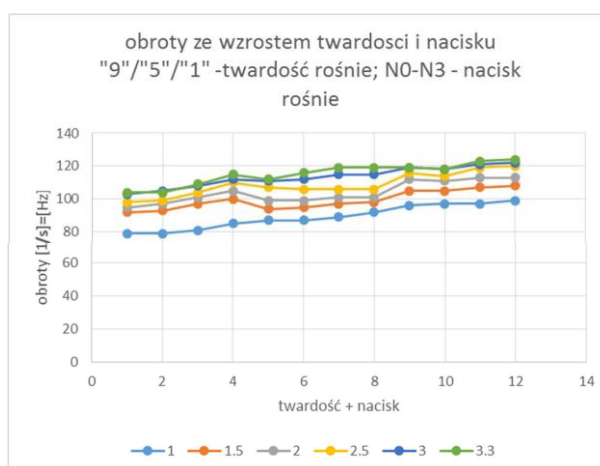
Krażki silikonowe o 3 modulach sprężystości: „9” – miękki, „5” – średnio twardy, „1” – twardy. Stosowany nacisk: $N_0=1,5N$, $N_1=2,0N$, $N_2=5,5N$ i $N_3=9N$.

Slajd 11 *Interfejs maszyna-człowiek – Wyniki eksperymentu*



Obroty w funkcji napięcia, dla parametrów twardość podłoża i siła nacisku.
(seria 1 - 4 = "9"-N0; "9"-N1; "9"-N2; "9"-N3), (seria 5 – 8 = "5"-N0; "5"-N1; "5"-N2; "5"-N3)
(seria 8 - 12 "1"-N0; "1"-N1; "1"-N2; "1"-N3).

Slajd 12 *Interfejs maszyna-człowiek – Wyniki eksperymentu*



Obroty wibratora w funkcji nacisku i twardości podłoża.

Slajd 13 *Interfejs maszyna-człowiek – Wnioski wynikające z eksperymentu*

- Nie można jednoznacznie sterować częstotliwością wibratora za pomocą napięcia, gdyż zależy ona od jego umiejscowienia i sposobu mocowania,
- Częstotliwość ta rośnie wraz z napięciem, ale można to rozważać tylko dla konkretnych warunków pracy wibratora (konkretnego umiejscowienia i konkretnego sposobu mocowania);
- Dla ustalonego obciążenia i twardości podłoża, zmiana częstotliwości Δf w funkcji napięcia od 1-3,3V wynosi ok 20Hz (w przyjętym układzie eksperymentalnym),
- Amplitudy drgań też nie da się ustalić, (gdyż z natury zależy ona od modułu sprężystości),
- W uproszczeniu amplituda jest proporcjonalna do kwadratu częstotliwości,
- W pewnych warunkach mogą wystąpić rezonanse mechaniczne całego układu drgającego – wibratora i powiązanej z nim masy; wtedy amplituda jest duża.

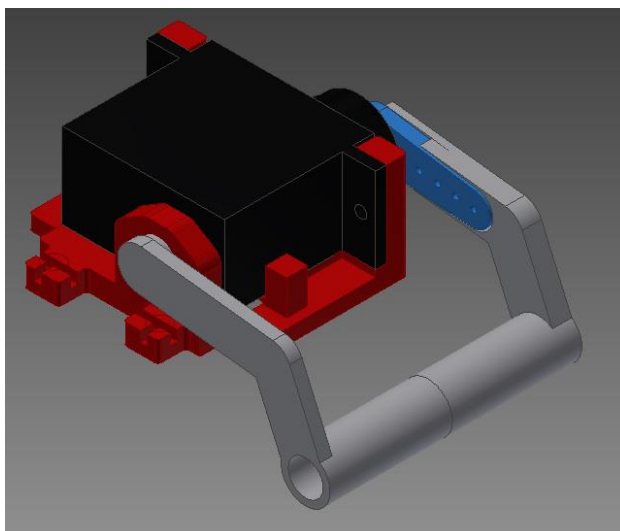
Slajd 14 *Interfejs maszyna-człowiek – Wnioski wynikające z eksperymentu*

- 1) W całym zakresie zmian amplitudy i częstotliwości (dla sygnału ciągłego i modulowanego) wibratora rejestrowano sygnał EMG. Można stwierdzić, że te kombinacje stymulacji wibracyjnej nie wywołują pobudzenia mięśni.
- 2) Zakresy. Przy rozdzielczości zadajnika co 5%, próg wyczuwalnej wibracji jest zróżnicowany osobniczo od 15% do 35%. U wszystkich testowanych osób wyczuwalny próg był wyższy przy zwiększaniu siły od 0), natomiast przy testowaniu zwrotnym (przy zmniejszaniu od wyczuwalnego wcześniej zakresu) był zwykle niższy od pierwszego o 5%.
- 4) Zatem jest możliwe indywidualne wyznaczenie dla każdej osoby takiej minimalnej wartości. (Stosując protokół wzrostu siły co 5 %, od 0 przy ciągłym sygnale).

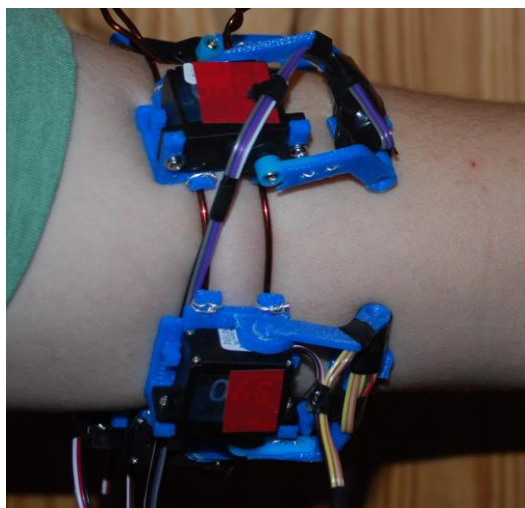
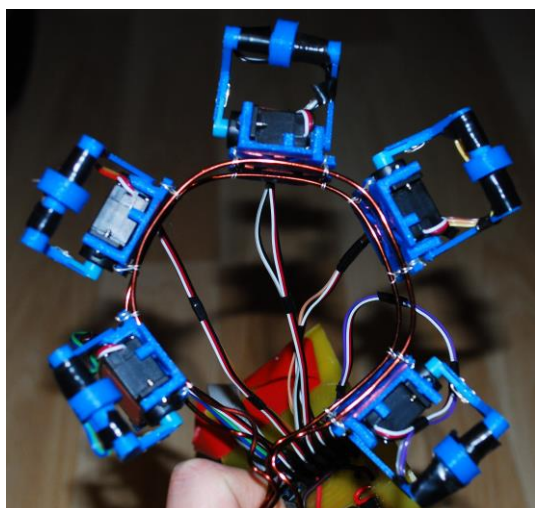
Można zaproponować następujący wzorzec stymulacji:

- (a) dotyk przedmiotu (pierwszy kontakt) - amplituda na granicy wyczuwalności (np. 30%), sygnał modulowany;
- (b) chwyt przedmiotu - amplituda na granicy wyczuwalności (np. 30%), sygnał ciągły;
- (c) ściskanie przedmiotu – amplituda wzrasta powyżej progu, proporcjonalnie do nacisku;
- (d) wyslizgiwanie się przedmiotu - amplituda proporcjonalna do nacisku, sygnał modulowany proporcjonalnie do szybkości ruchu poślizgu.

Slajd 15 Interfejs maszyna-człowiek – nowa koncepcja



Slajd 16 Interfejs maszyna-człowiek – nowa koncepcja



Slajd 17 Cele

- ▶ budowy wieloprzegubowej, antropomorficznej konstrukcji, naśladującej – kształtem, ale także wagą, ruchomością palców i czuciem sensorycznym interakcji z chwytanym przedmiotem – dłoń człowieka; oraz
- ▶ budowy systemu sterującego, zdolnego rozpoznać różnorodne (zależne od zaistniałej sytuacji i chwytanego przedmiotu) intencje człowieka i przekazać je w postaci określonych komend sterujących do sterownika motorycznego protezy;