



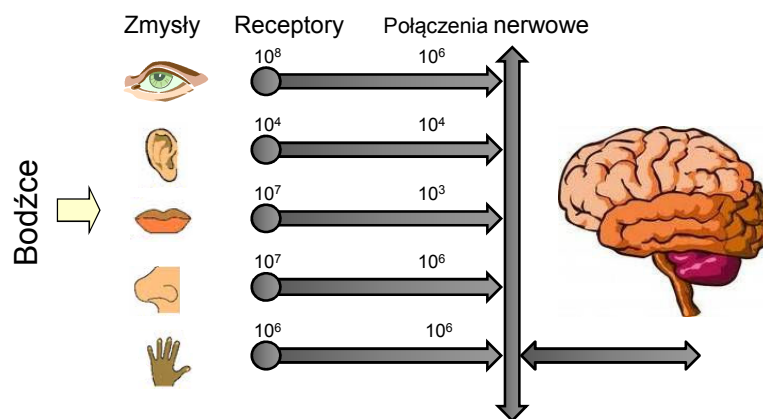
## Inteligentne przetworniki pomiarowe

© dr hab. inż. Lidia Jackowska-Strumiłło, prof. PŁ

Instytut Informatyki Stosowanej, PŁ



## Inteligentne przetwarzanie informacji

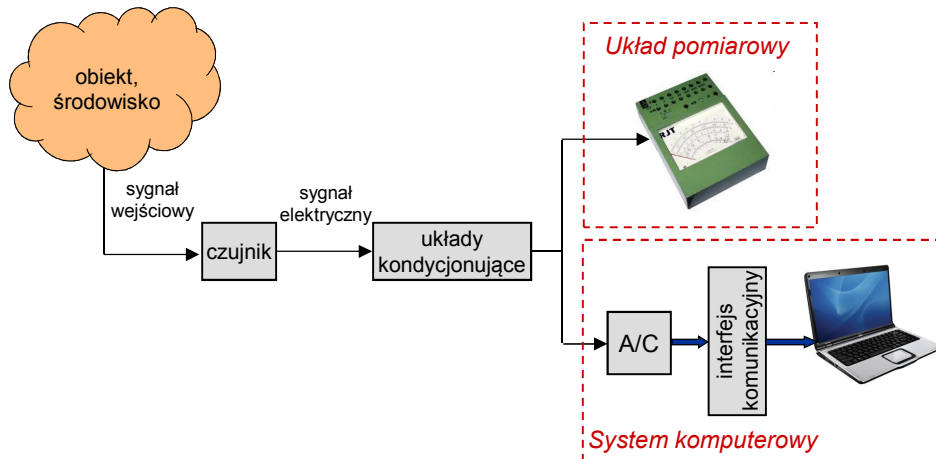


Świadome przetwarzanie informacji przez człowieka

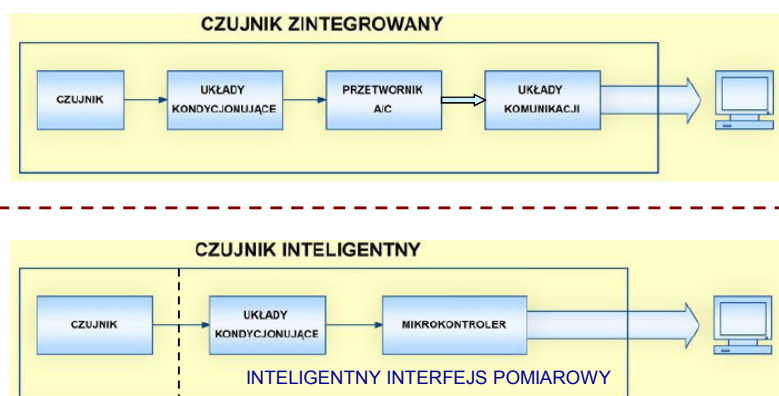




## Zbieranie i przetwarzanie danych pomiarowych



## Czujnik zintegrowany a inteligentny



Smart sensor



Intelligent sensor



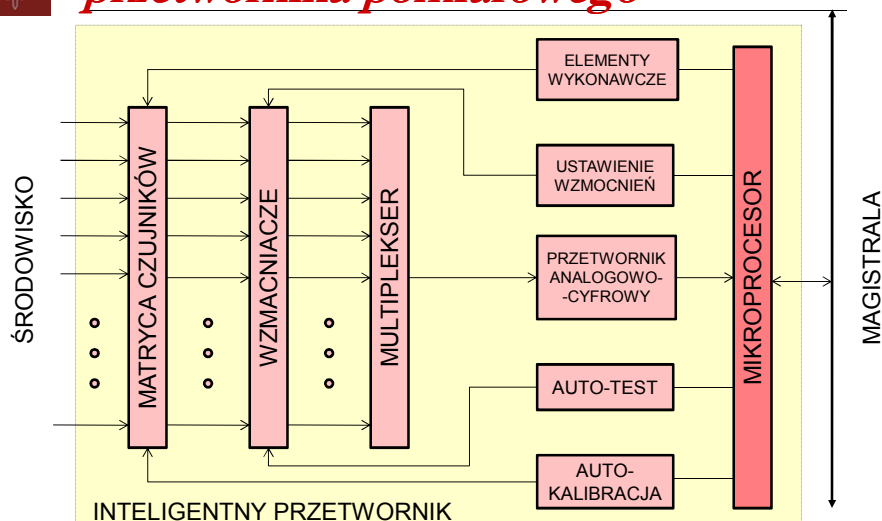


## Cechy czujników inteligentnych

- **Kompensacja**
  - auto-test, auto-kalibracja, samo-adaptacja
- **Obliczenia**
  - przetwarzanie sygnałów, kompresja danych, funkcje matematyczne, analiza danych
- **Komunikacja**
  - obsługa protokołów komunikacyjnych (I<sup>2</sup>C, MicroLAN, CAN, ZigBee)
- **Integracja**
  - scalenie czujników oraz układów przetwarzania i komunikacji w jednym układzie scalonym
  - MEMS (Micro Electro Mechanical System)
- **Inne**
  - wielo-modułowość, wielo-wymiarowość, wielo-warstwowość

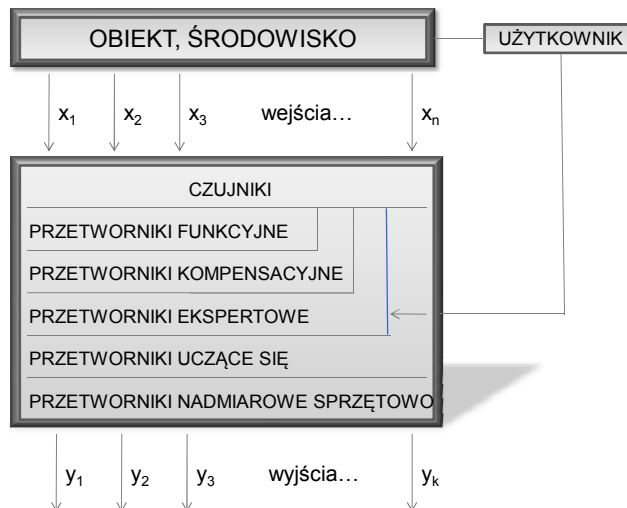


## Schemat blokowy inteligentnego przetwornika pomiarowego





## Hierarchia przetworników



## Obliczenia komputerowe

- **Przetwarzanie sygnałów**
  - kondycjonowanie, filtracja, przetwarzanie analogowo-cyfrowe
- **Wyznaczanie parametrów**
  - analiza sygnałów z czujników, wydzielanie cech
- **Analiza danych**
  - klasteryzacja, predykcja, klasyfikacja, podejmowanie decyzji





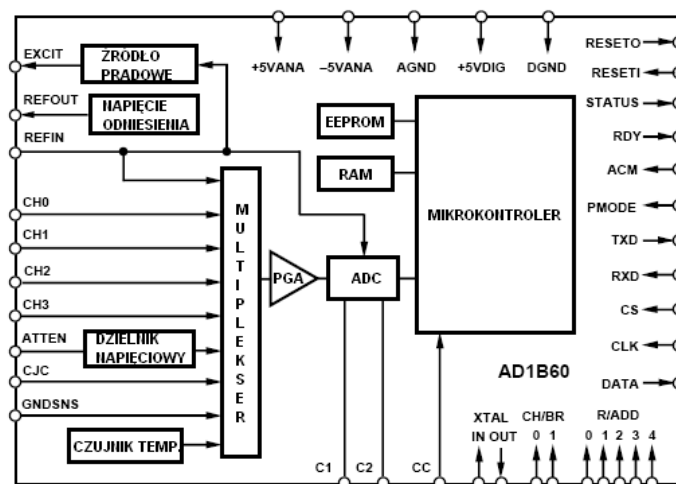
## Metody analizy danych

- Analiza statystyczna sygnałów (lub obrazów)
- Sztuczne sieci neuronowe
- Logika rozmyta
- Systemy ekspertowe
- Algorytmy ewolucyjne
- Podejścia hybrydowe

Metody  
inteligencji  
obliczeniowej



## Inteligentny interfejs pomiarowy

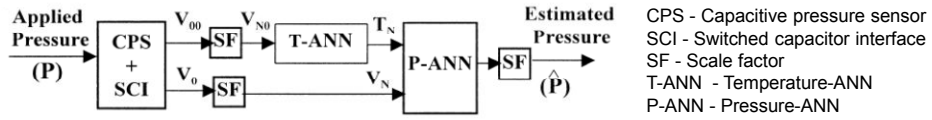


Schemat blokowy układu AD1B60

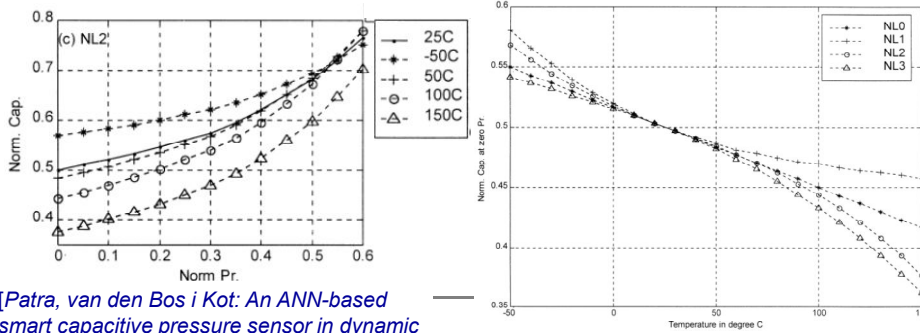




## Inteligentny czujnik ciśnienia



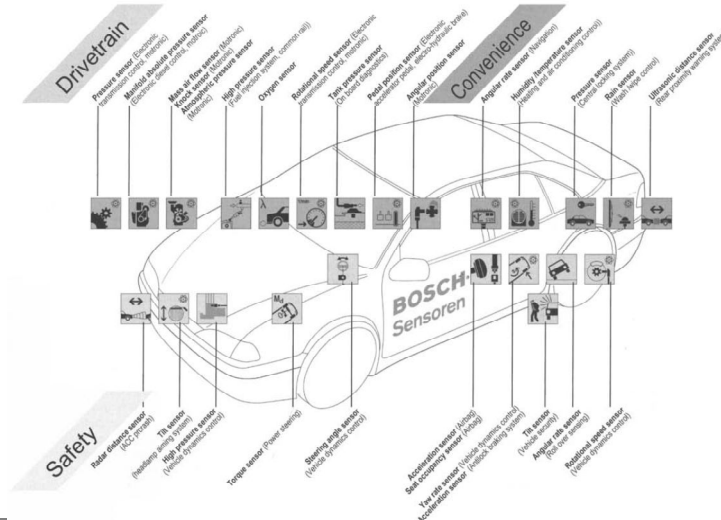
Schemat pojemnościowego czujnika ciśnienia z linearyzacją charakterystyki przetwarzania oraz korekcją wpływu zmian temperatury



[Patra, van den Bos i Kot: An ANN-based smart capacitive pressure sensor in dynamic environment, Sensors and Actuators, 2000]



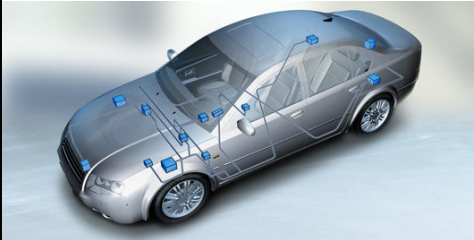
## Rozproszony system pomiarowy



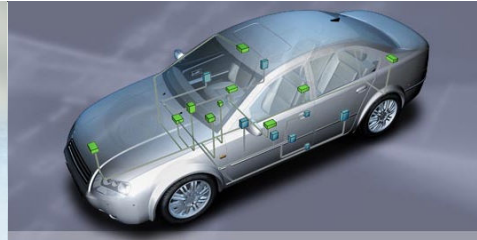
[Vellekoop, Jakoby, Chabicovsky: Development trends in the field of sensors, Elektrotechnik und Informationstechnik, 2003]



## Rozproszony system pomiarowy



Controller Area Network (CAN)

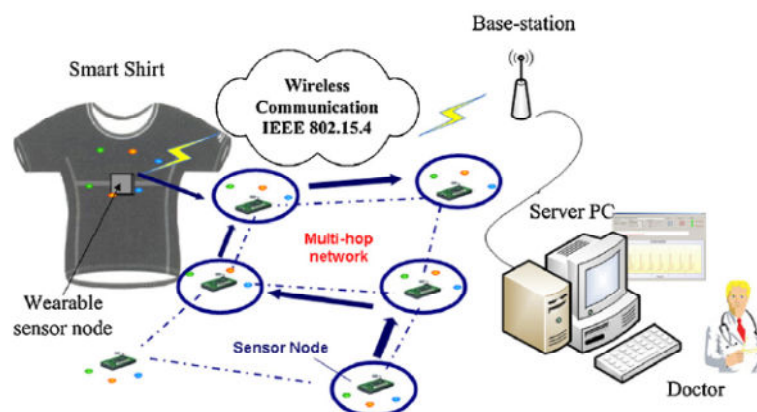


Local Interconnect Network (LIN)

[<http://www.semiconductors.bosch.de/en/20/can/index.asp>]



## Rozproszony system pomiarowy



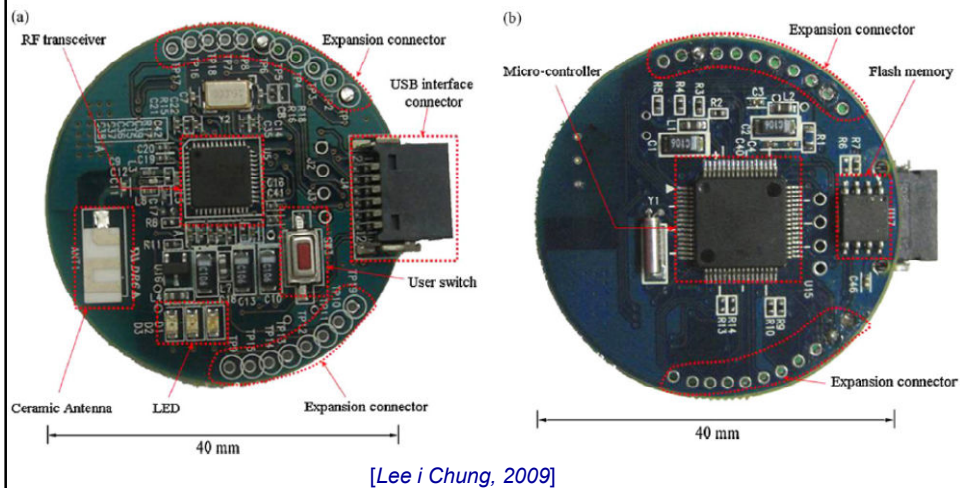
Architektura bezprzewodowego systemu monitorowania zdrowia

[Lee i Chung: *Wireless sensor network based wearable smart shirt for ubiquitous health and activity monitoring*, *Sensors and Actuators B*, 2009]





## Integracja układu pomiarowego



Lidia Jackowska-Strumiłło, Inteligentne przetworniki pomiarowe

15

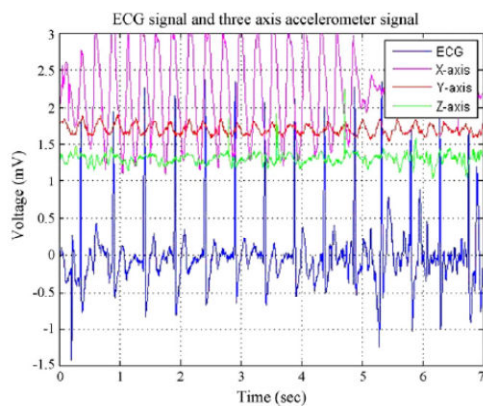


## Testowanie systemu pomiarowego



Smart shirt  
Wearable sensor node

Ubranie z modulem czujnika



Przebieg EKG oraz przebiegi wyjściowe z trójosiowego czujnika przyspieszenia

[Lee i Chung 2009]



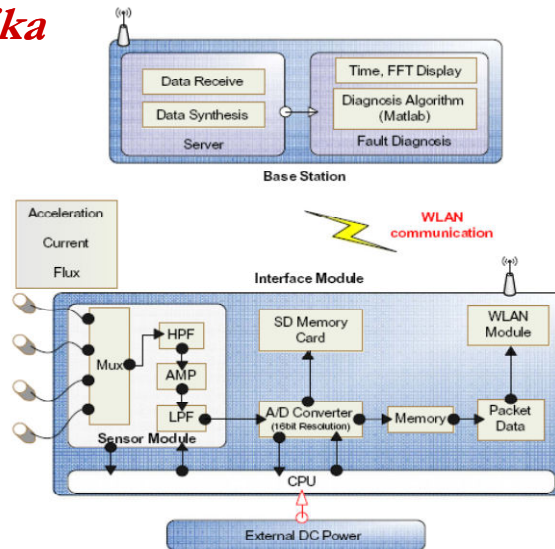
Lidia Jackowska-Strumiłło, Inteligentne przetworniki pomiarowe

16





## Rozproszony system diagnostyczny silnika

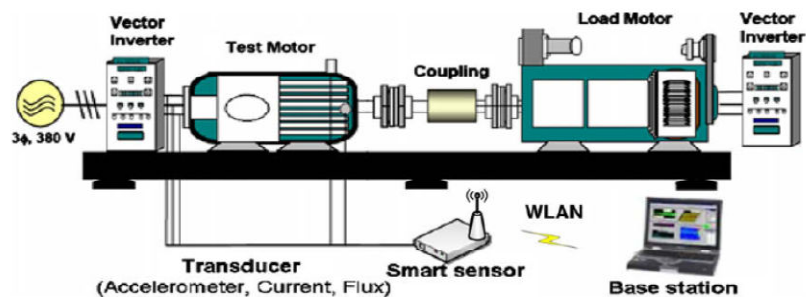


[Son, Niu, Yang, Hwang i Kang: Development of smart sensors system for machine fault diagnosis, Expert Systems with Applications, 2009]

17



## Stanowisko badawcze

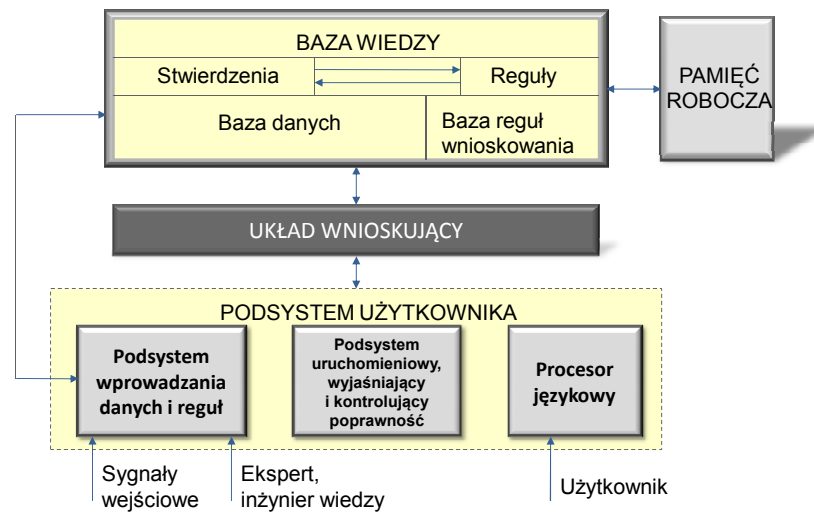


[Son, Niu, Yang, Hwang i Kang: Development of smart sensors system for machine fault diagnosis, Expert Systems with Applications, 2009]

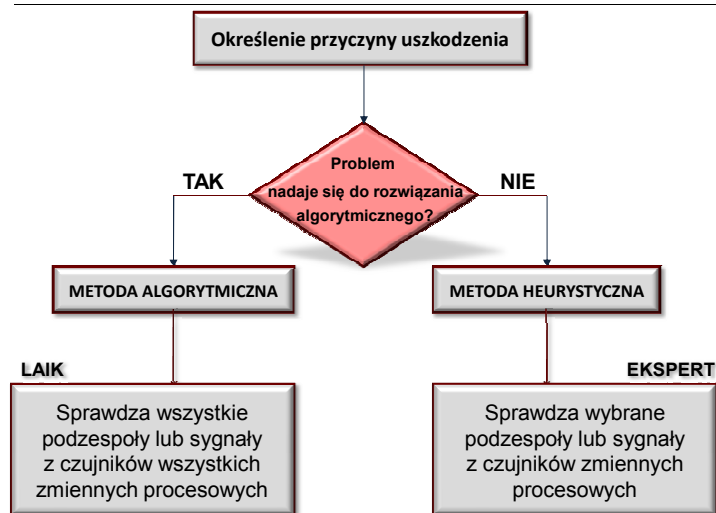




## Schemat blokowy systemu ekspertowego



## Metody algorytmiczne a heurystyczne





## DARPA Urban Challenge 2007



<http://www.darpa.mil/grandchallenge/>



Lidia Jackowska-Strumiłło, Inteligentne przetworniki pomiarowe

21



## Literatura

- Kwaśniewski J. : *Wprowadzenie do inteligentnych przetworników pomiarowych*. WNT, W-wa, 1993
- Lee Y.-D., Chung W.-Y. : Wireless sensor network based wearable smart shirt for ubiquitous health and activity monitoring, *Sensors and Actuators B*, Vol. 140, 2009, pp. 390–395
- McGhee J., Korczyński J., Henderson I.A., Kulesza W. : *Scientific Metrology*. Technical University of Lodz, 1996
- Nawrocki W. : *Sensory i systemy pomiarowe*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2006
- Nawrocki W. : *Rozproszone systemy pomiarowe*. WKiŁ, W-wa, 2006
- Patra J. C., van den Bos A., Kot A. C. : An ANN-based smart capacitive pressure sensor in dynamic environment. *Sensors and Actuators*, vol.86, 2000, pp.26–38
- Rutkowska D., Piliński M., Rutkowski L. : *Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte*. PWN, W-wa, 1999
- Son J.-D., Niu G., Yang B.-S., Hwang D.-H., Kang D.-S. : Development of smart sensors system for machine fault diagnosis, *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, 2009, pp. 11981–11991
- Vellekoop M. J., Jakoby B., Chabicovsky R. : Development trends in the field of sensors, *Elektrotechnik und Informationstechnik*, Vol. 120, No 11, Nov. 2003, pp. 388 – 394
- <http://www.analog.com/en/index.html>
- <http://www.semiconductors.bosch.de>



Lidia Jackowska-Strumiłło, Inteligentne przetworniki pomiarowe

22