

# Predykcja nagłego zgonu sercowego na podstawie algorytmów sztucznej inteligencji: EKG

dr inż. hab. Teodor Buchner

dr inż. Tomasz Gradowski

Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki

# Czy to działa?

- Czułość / specyficzność 97 / 99% (Nguyen 2018)
- Alamgir et al 2021. Metaanaliza 47 prac
- Patient monitoring systems
- Electronic health records
- approach to cardiac arrest reliable and more effective, increasing the rate of survival over time.
- wearable devices with sensors tracking various aspects of health and activity - develop techniques to predict and alert patients at risk of OHCA's.
- Furthermore, clinicians need to be on board with the rapidly growing technology as, without them, we cannot move forward.

[JMIR Med Inform.](#) 2021 Dec; 9(12): e30798.

Published online 2021 Dec 17. doi: 10.2196/30798: 10.2196/30798

PMCID: PMC8726033

PMID: [34927595](#)

Artificial Intelligence in Predicting Cardiac Arrest: Scoping Review

Monitoring Editor: Christian Lovis

Reviewed by Joseph Walsh and Philip Sarajlic

[Asma Alamgir](#), BSc,<sup>#1</sup> [Osama Mousa](#), BSc,<sup>#1</sup> and [Zubair Shah](#), PhD<sup>#1,2</sup>

<sup>1</sup> College of Science and Engineering, Hamad Bin Khalifa University, Qatar Foundation, Doha, Qatar,

<sup>2</sup> Centre for Health Informatics, Australian Institute of Health Innovation, Macquarie University, Sydney, Australia,  
Zubair Shah, College of Science and Engineering, Hamad Bin Khalifa University, Qatar Foundation, Education City,

# Co mogę rozpoznawać? Ryzyko NZK?

- Można postawić dowolną hipotezę kliniczną
  - Poza takimi dla których nie ma danych (ale to można sprawdzić)
- Przewidzieć NZK
- Przewidzieć czy arytmia będzie shockable / non shockable
- Ocena czynników ryzyka (pośrednio)
  - Ocena poprawy wnioskowania po dodaniu nowego parametru klinicznego
  - Porównanie wnioskowania dla różnych zestawów parametrów klinicznych
- Dodanie EKG generalnie poprawiało wykrywalność: w szczególności dotyczy to HRV:
  - All studies using HRV reported higher performance in terms of accuracy and other outcome indicators (Alamgir et al 2021)
  - System sterowania a nie efektor
  - Reakcja na trigger przy określonym substracie (w holterze pacjent sam sobie robi test wysiłkowy)
- Budowa systemu wczesnego ostrzegania (detekcja stanu o podwyższonym ryzyku NZK)
- Identyfikacja grupy podwyższonego ryzyka



# Ile zapisów i jakie?

- Lancet: 180.922, 649.931 10s EKG (12 lead), 1993-2017 (Mayo)
- 2018 IEEE International Conference on Healthcare Informatics (ICHI) MIT-BIH (47) + PTB (290)
- Only 5 studies out of 47 used data sets of more than 10,000 samples (Alamgir 2021)
- Można trenować algorytm na innym zbiorze niż zbiór testowy
- Można użyć istniejących baz
- Dowolne urządzenie, dowolna częstość próbkowania, dowolna długość. Protokół badania dowolny ale ustalony, można również dodawać dane kliniczne.
- W badaniu wieloośrodkowym muszą być jednolite protokoły

# Jaki będzie format wyniku?

O to spytamy specjalistę AI

Btw:

Struktura zespołu:

- Klinicysta
- Specjalista dziedziny
- Specjalista AI

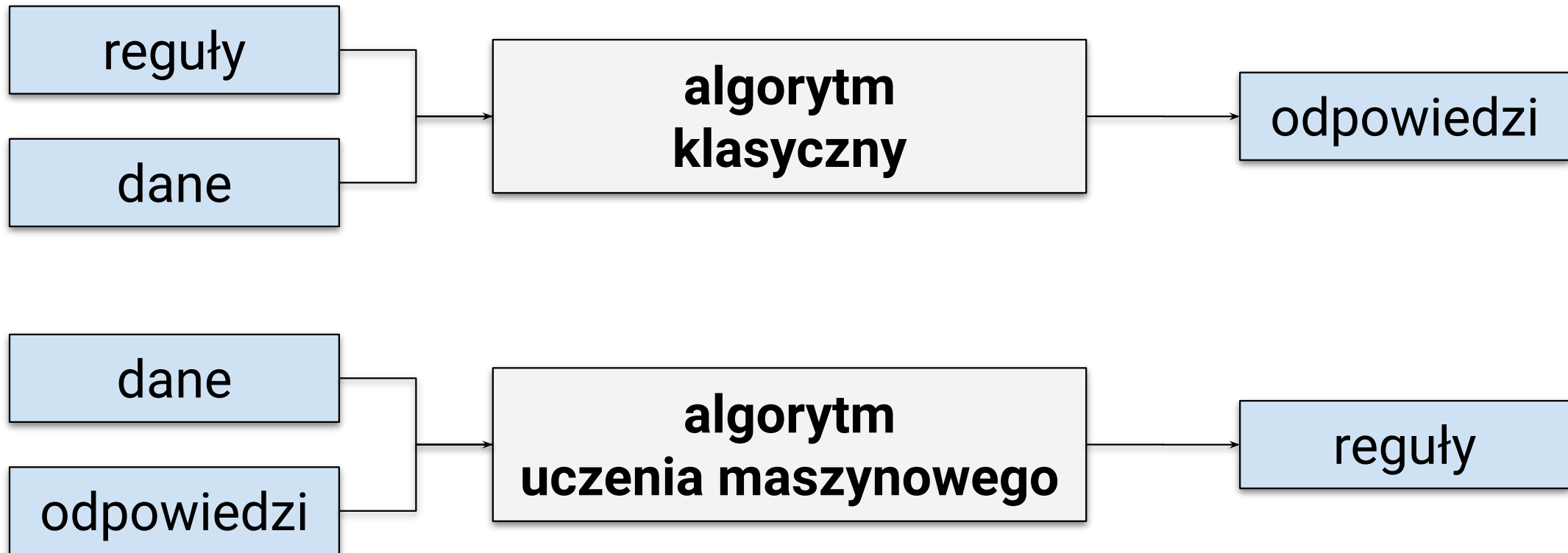
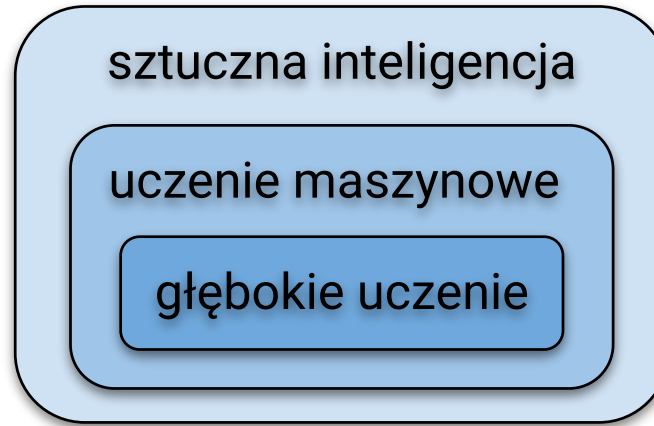


# Czy mogę zrozumieć jak myślał algorytm?

- Nie. Algorytm rozwiąże problem i jest zadowolony
- Ostateczny podział na klasy odbywa się w tzw. przestrzeni cech ukrytych. Cechy te są dobrane w wyniku wstecznej propagacji i minimalizacji funkcji straty, nie mają one praktycznej interpretacji.
- Explainable AI – druga generacja

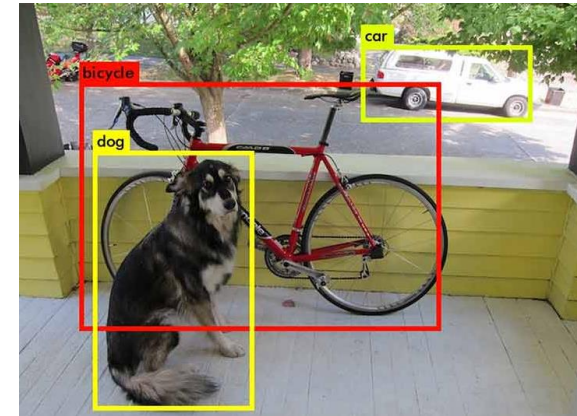


# AI? ML? DL?



# Sieci splotowe (konwolucyjne)

- szeroko stosowane w widzeniu komputerowym
- używane do klasyfikacji, identyfikacji i segmentacji
- dokonują detekcji cech wysokopoziomowych
- definicja cech na podstawie danych





# Dane, cechy, klasy

- **Definicja cech** – ma miejsce podczas trenowania modelu. Wymaga zestawu uczącego (bazy danych z nadanymi etykietami)
- **Detekcja cech** – pierwszy etap wnioskowania. Przebiega z wykorzystaniem filtrów splotowych
- **Klasyfikacja cech** – drugi etap wnioskowania. Oparty na gęstej sieci sztucznych neuronów.

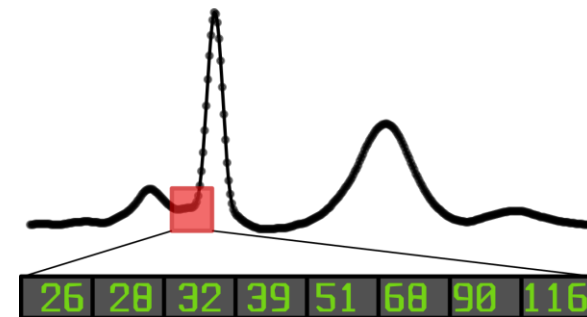
# Definicja cech

## Lekarz

- Widzi cechy morfologiczne (załamki, odcinki i odstępy) i rytm serca (interwały)
- Definiuje cechy na podstawie wiedzy i doświadczenia

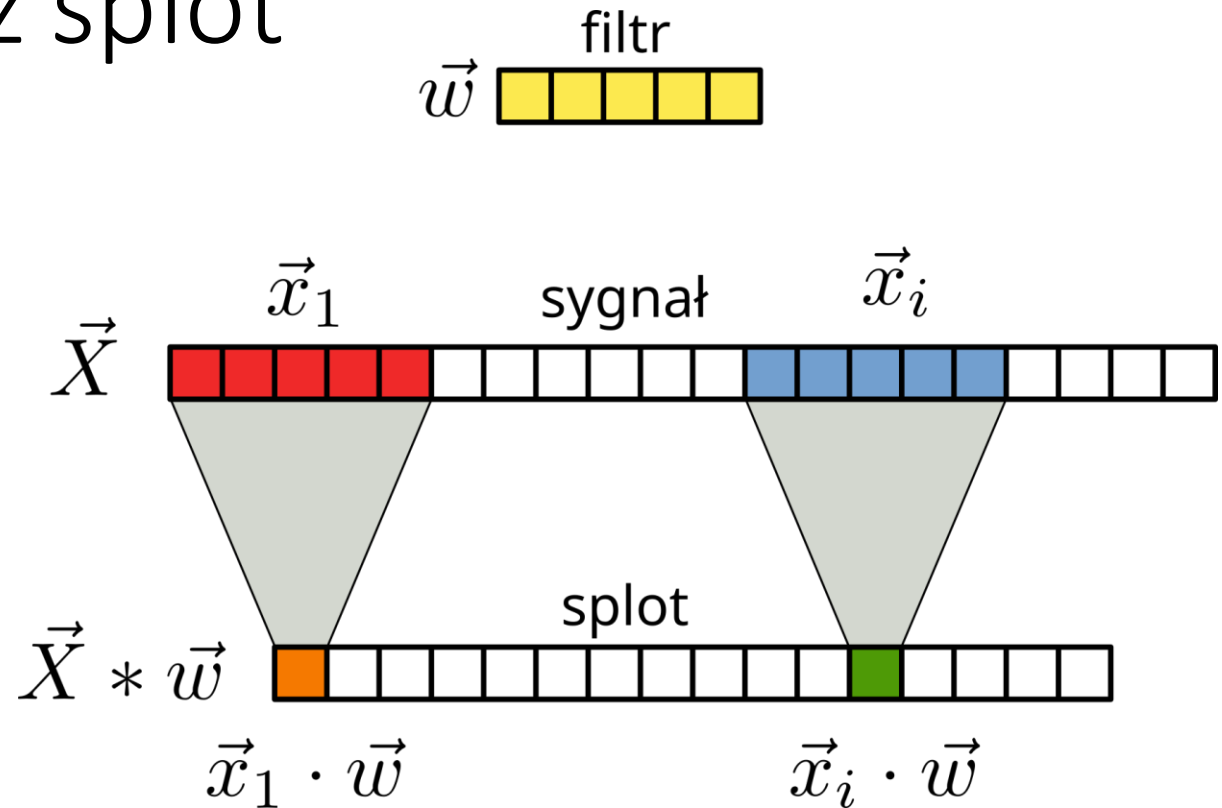
## Komputer

- Widzi liczby.
- Definiuje cechy bezpośrednio z danych.



# Detekcja cech poprzez splot

- Filtr jest krótkim wektorem liczb
- **Przesuwamy filtr** wzdłuż sygnału
- Liczymy iloczyn skalarny filtra z fragmentem sygnału
- Otrzymana wartość jest **miarą podobieństwa** wzorca z każdym oknem sygnału
- Splot z zestawem filtrów daje tzw. **mapę cech**



# Przykłady filtrów splotowych

oryginalny sygnał



- filtry splotowe dokonują detekcji cech poprzez przekształcanie sygnału
- przykładowe operacje wykonywane przez splot to wygładzanie, odwracanie lub różniczkowanie sygnału

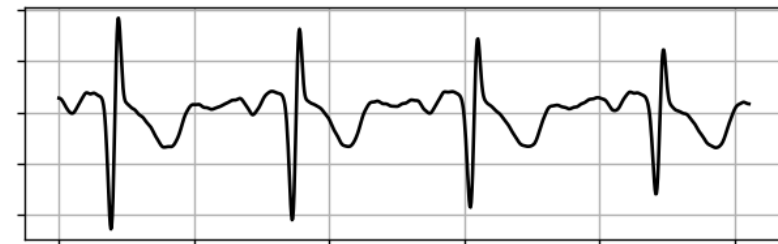
splot z filtrem  $[1, -1, 0]$



splot z filtrem  $[1, -2, 1]$

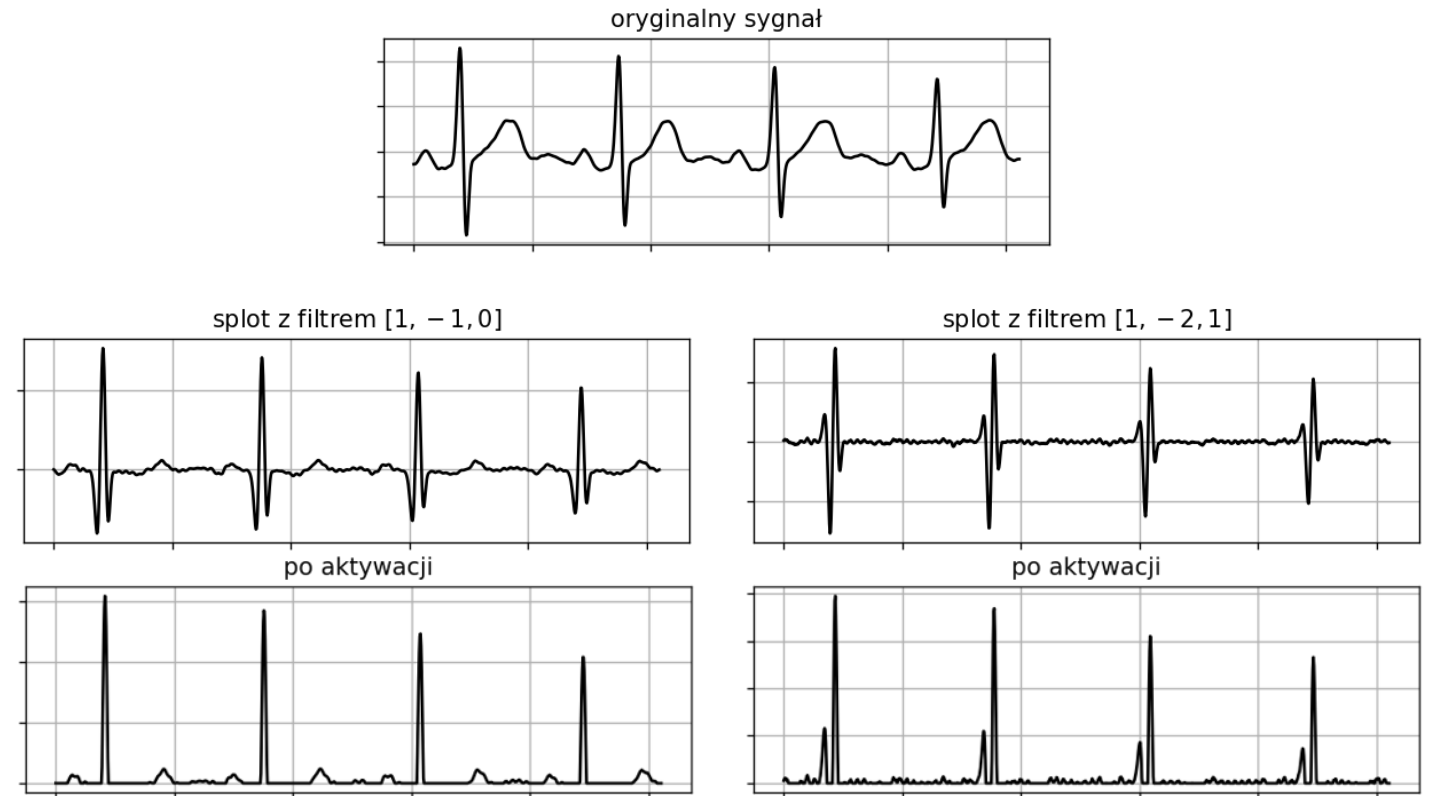
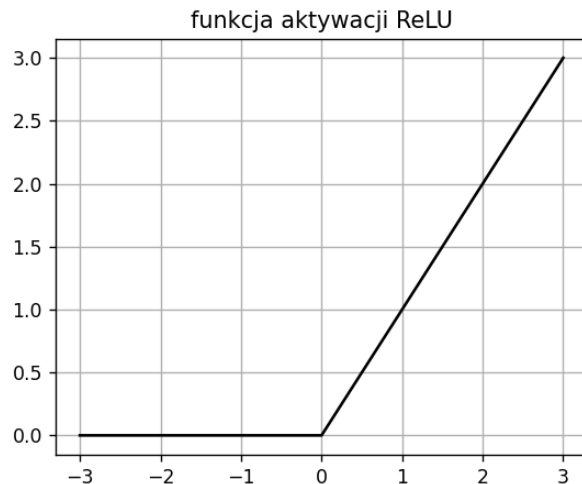


splot z filtrem  $[0, -1, 0]$



# Aktywacja

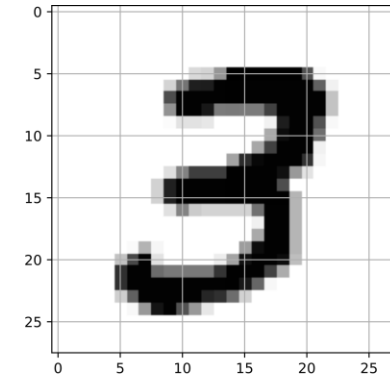
- wzmacnia / filtruje informację o wystąpieniu cechy
- przekształca nieliniowo przestrzeń cech



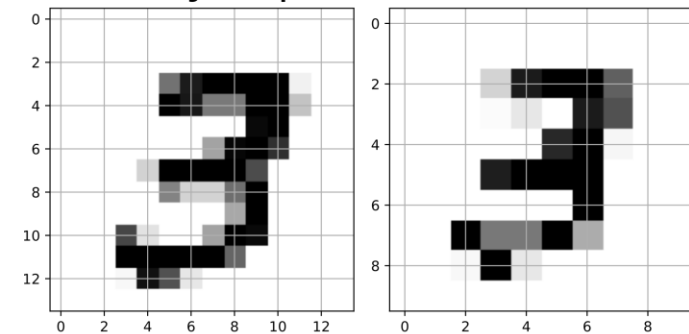
Funkcja aktywacji jest istotna zarówno przy **detekcji** cech, jak i **klasyfikacji**.

# Redukcja wymiarowości

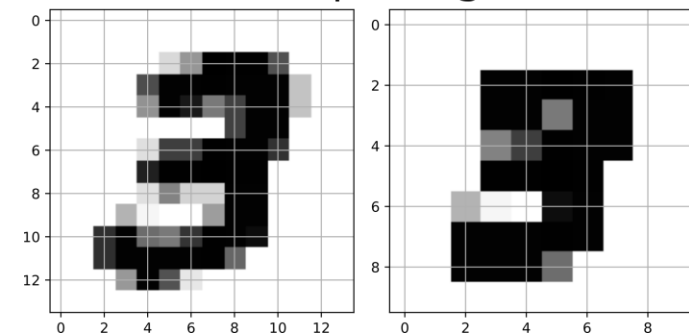
- Filtrowaniu splotowemu towarzyszy operacja redukcji
- Operacja ta **zmniejsza częstotliwość próbkowania**
- **Kompresja** z zachowaniem najważniejszych informacji
- Zwiększa zasięg filtrów
- Pozwala szukać **cech wysokopoziomowych**



zwykłe przeskalowanie

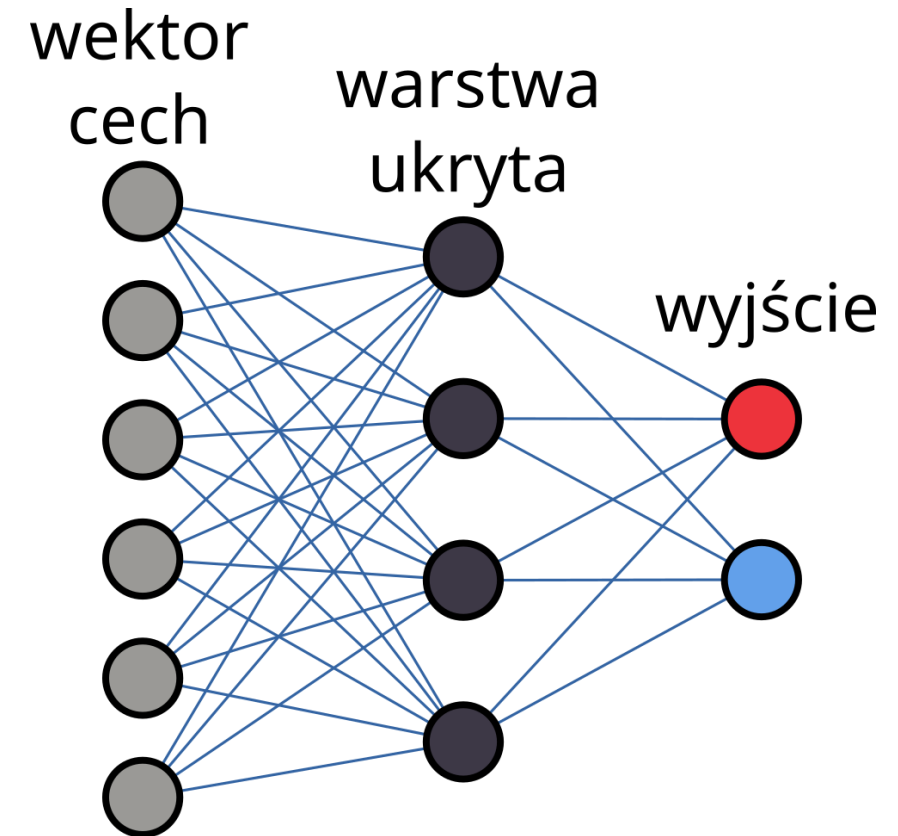


max pooling

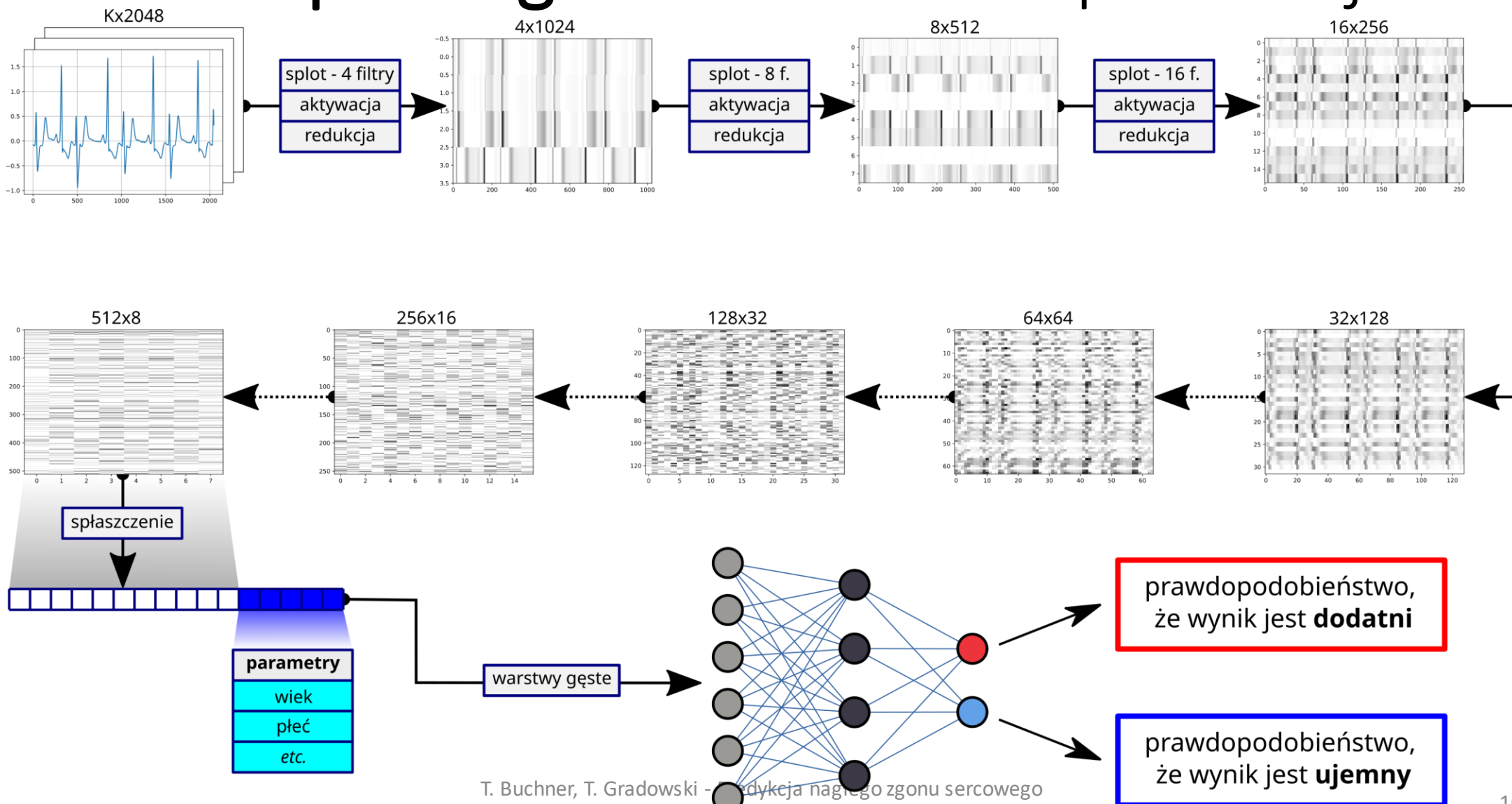


# Klasyfikacja – warstwy gęste

- Klasyfikator odwzorowuje przestrzeń cech do przestrzeni klas
- Klasyfikator zawiera warstwy neuronów (perceptronów)
- Pojedynczy perceptron wykonuje liniową operację mnożenia "*macierz x wektor*"
- Wynik operacji zostaje nieliniowo przekształcony



# Schemat prostego modelu sieci splotowej



T. Buchner, T. Gradowski - Prognoza nagłego zgonu sercowego  
na podstawie algorytmów sztucznej inteligencji: EKG



# Wnioski

- Trzeba mieć hipotezę.
- Trzeba mieć dane.
- Trzeba mieć specjalistę AI i **bioinżyniera**.
- Głębokie uczenie robi karierę w przemyśle, codziennie korzystamy z efektów jego działania.