# W10. Affective computing: komputerowe rozpoznawanie emocji

Psychoinformatyka | Wykład 10

2026-11-04

# Cele wykładu

- Rozróżnij afekt, emocję i nastrój.
- Porównaj samoopis z głosem, mimiką i EDA.
- Zaplanuj walidację grupową.

# Czym jest affective computing?

- Dziedzina łączy HCI, AI i psychologię.
- Zastosowania obejmują adaptację interfejsu i badania interakcji.
- Trafność zależy od określonego celu.

# Emocja, nastrój i afekt

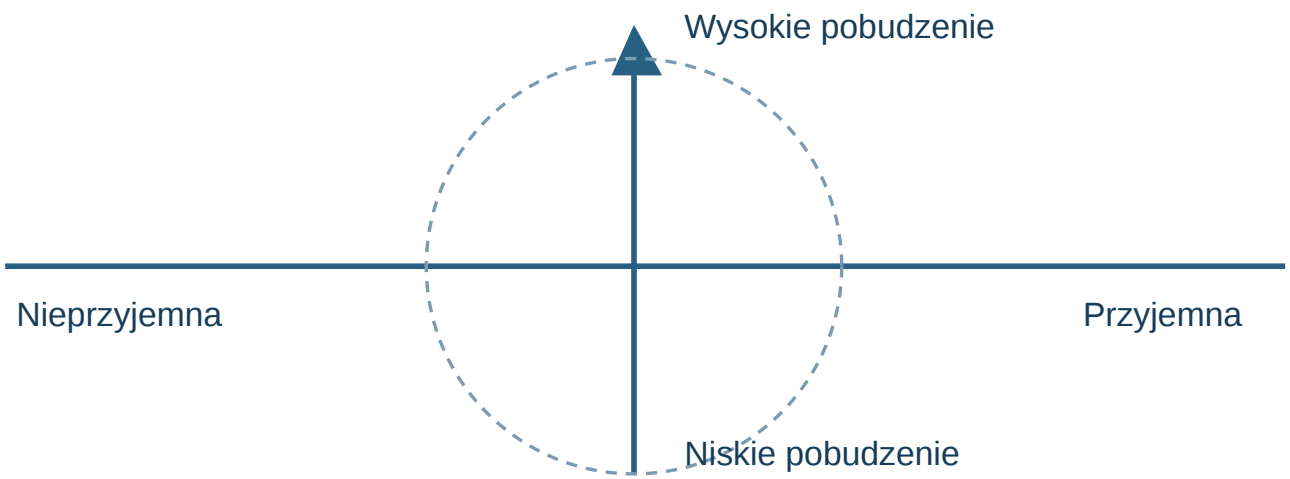
- Afekt opisuje jakość doświadczenia.
- Emocja to epizod w kontekście sytuacji.
- Nastrój zwykle obejmuje dłuższy przedział czasu.

# Modele kategorialne i wymiarowe

- Model kategorialny przypisuje etykietę klasy.
- Model wymiarowy estymuje natężenie walencji i pobudzenia.
- Wynik zależy od teorii i etykiet.

# Kołowy model Russella

- Walencja obejmuje wymiar nieprzyjemne–przyjemne.
- Pobudzenie obejmuje wymiar niskie–wysokie.
- To samo pobudzenie może towarzyszyć różnym emocjom.




Rysunek 1: Kołowy model Russella: diagram wektorowy

# Źródła etykiet emocji

- Samoopis odnosi się do przeżycia uczestnika.
- Obserwator koduje zachowanie, nie doświadczenie wewnętrzne.
- Biosygnał dostarcza korelatu fizjologicznego.

# Self-Assessment Manikin

- SAM pozwala raportować walencję i pobudzenie.
- Moment samoopisu wpływa na wynik.
- Protokół musi precyzować instrukcję i skalę.

# Mimika i punkty charakterystyczne

- Algorytm lokalizuje punkty twarzy.
- Odległości i ruchy punktów opisują geometrię ekspresji.
- Oświetlenie i poza głowy zmieniają dokładność.

# Facial Action Coding System

- FACS opisuje jednostki ruchu mięśni twarzy (AU).
- AU nie jest równoznaczne z klasą emocji.
- Kodowanie wymaga oceny zgodności ekspertów.

# Czy mimika ujawnia emocję?

- Ruch twarzy zależy od kultury, sytuacji i osoby.
- Nie istnieje pewne przyporządkowanie pojedynczej ekspresji do emocji.
- Walidacja wymaga kontekstu naturalnego.

# Głos jako źródło danych

- Sygnał akustyczny koduje przebieg i widmo.
- Prozodia może zmieniać się wraz z pobudzeniem.
- Język, mikrofon i styl mówienia są zakłóceniami.

# Parametry akustyczne

- F0 wyraża częstotliwość podstawową [Hz].
- Energia RMS i tempo mowy opisują odrębne aspekty sygnału.
- Cechy licz w tych samych oknach czasowych.

# EDA, ECG i HRV

- EDA opisuje przewodnictwo skóry i reakcje autonomiczne.
- ECG daje rytm serca oraz odstępy między pobudzeniami.
- Pojedynczy wskaźnik nie koduje konkretnej emocji.

# Eye tracking i pupilometria

- Wielkość źrenicy zależy od luminancji i pobudzenia.
- Fiksacje zależą także od wymogów zadania.
- Kalibracja i jakość śledzenia warunkują użyteczność.

# Studium przypadku: głos i EDA

- Syntetyczna etykieta reprezentuje wyższe pobudzenie.
- Porównaj sygnał głosowy, EDA i ich fuzję.
- Oceniaj skuteczność dla nowych uczestników.

# 5 minut przerwy

Pytania do przemyślenia:

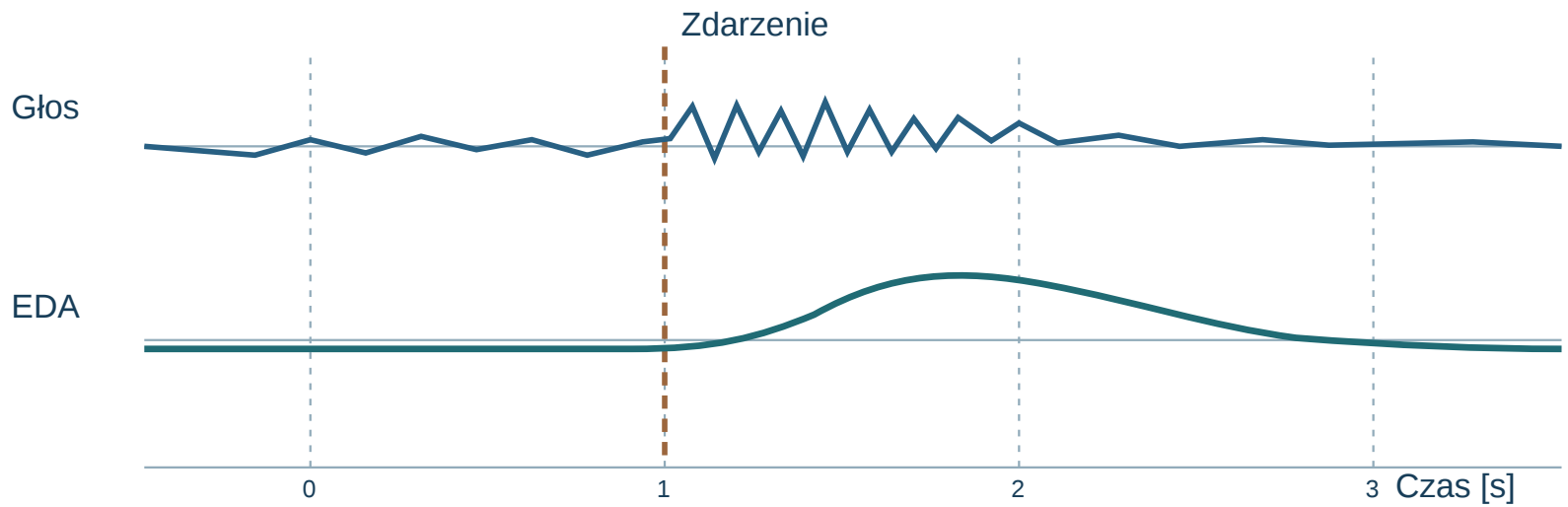
1. Dlaczego pobudzenie nie określa jednoznacznie emocji?
2. Czym różni się AU od etykiety emocji?
3. Jak zakłócenia zmieniają EDA i F0?
4. Dlaczego ważne są samoopis i walidacja grupowa?

# Po co analiza multimodalna?

- Modalności mogą przekazywać komplementarne informacje.
- Szum jednego czujnika może zmniejszać wiarygodność systemu.
- Dodanie kanału nie gwarantuje wzrostu trafności.

# Synchronizacja i wspólna oś czasu

- Zapisuj znaczniki zdarzeń i opóźnienia sprzętowe; EDA ma dłuższą latencję odpowiedzi niż zmiany akustyczne.
- Cechy powinny dotyczyć tych samych okien.
- Brak synchronizacji może powodować fałszywe zależności.



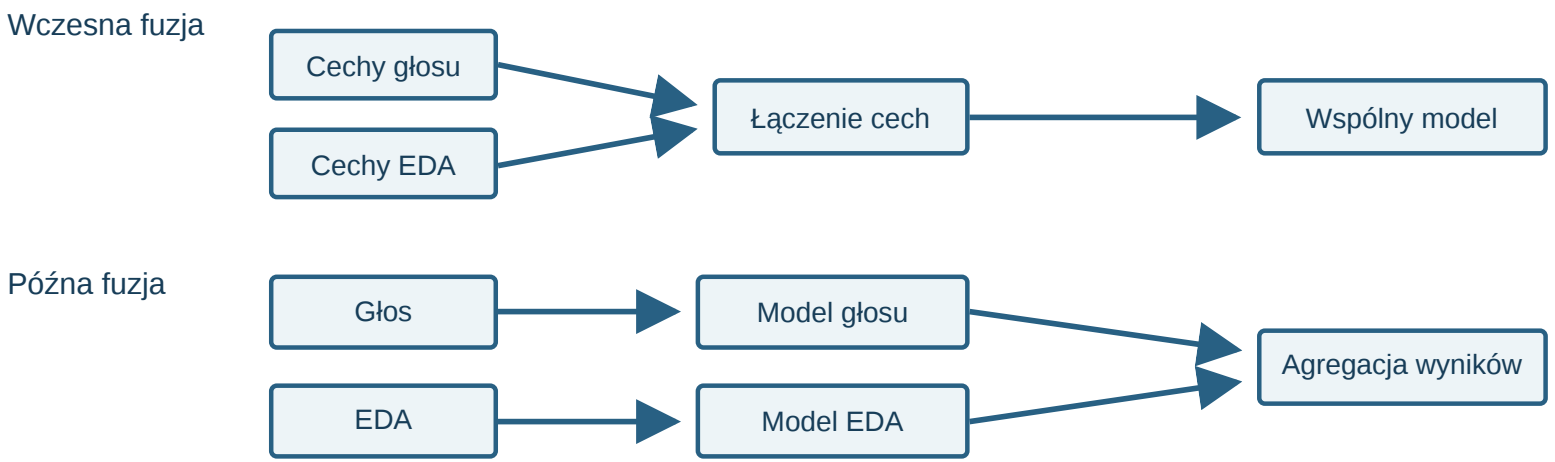

Rysunek 2: Głos i odpowiedź EDA na wspólnej osi czasu

# Ekstrakcja cech multimodalnych

- Wylicz F0, energię, poziom EDA i liczbę reakcji SCR.
- Standaryzuj tylko na treningu.
- Zapisuj braki modalności.

# Fuzja wczesna i późna

- Wczesna fuzja łączy cechy przed uczeniem.
- Późna fuzja łączy decyzje odrębnych modeli.
- Wybór zależy od synchronizacji i brakujących danych.




Rysunek 3: Fuzja wczesna i późna: diagram wektorowy

# Zbiory DEAP i WESAD

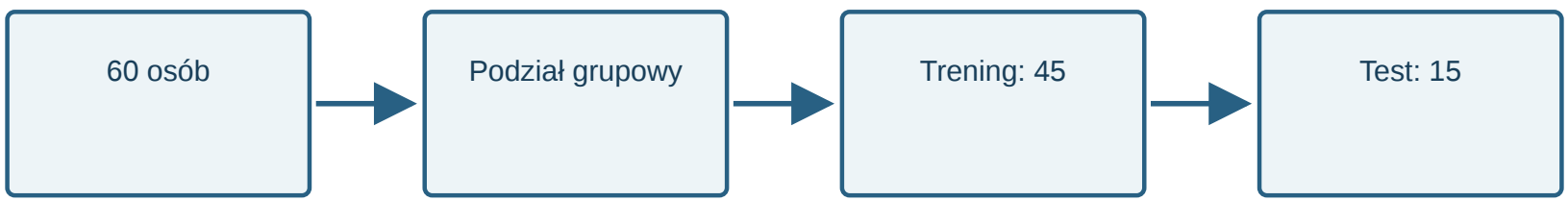
- Badania stosują publiczne zestawy fizjologicznych sygnałów i samoopisów.
- Protokół i urządzenia wyznaczają granice porównywalności.
- Sprawdź warunki dostępu i dokumentację.

# Samoopis i zgodność ocen

- Samoopis, ocena obserwatora i warunek eksperymentalny to różne etykiety.
- Różnice ocen są częścią błędu pomiaru.
- Etykieta może zmieniać się w czasie.

# Walidacja LOSO i GroupKFold

- Wszystkie pomiary jednej osoby pozostają w jednym foldzie.
- Sprawdź generalizację na wcześniej niewidzianych uczestnikach.
- Raportuj rozrzut wyników i ograniczenia.




Rysunek 4: Walidacja LOSO i GroupKFold: diagram wektorowy

# Python: generowanie danych syntetycznych

- 60 wirtualnych uczestników ma po cztery obserwacje.
- Generujemy cechy głosu i EDA.
- Etykieta pobudzenia jest syntetyczna.

```
60 osób × 4 pomiary: głos i EDA
Syntetyczna etykieta pobudzenia
Zachowanie identyfikatora każdej osoby
```

# Python: grupowy podział danych

- GroupShuffleSplit rozdziela całe osoby.
- Zbiory treningowy i testowy nie mają wspólnych identyfikatorów.
- GroupKFold(5) jest uruchamiany na treningu; test pozostaje odłożony.

```
from sklearn.model_selection import GroupShuffleSplit
from sklearn.pipeline import make_pipeline
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
from sklearn.metrics import roc_auc_score, f1_score
split = GroupShuffleSplit(n_splits=1, test_size=.25, random_state=42)
tr, te = next(split.split(X, y, groups=grupy))
assert set(grupy[tr]).isdisjoint(set(grupy[te]))
print("Uczestnicy trening / test:", len(set(grupy[tr])), len(set(grupy[te])))
```

# Python: porównanie klasyfikatorów

- Ucz odrębne modele dla głosu, EDA i fuzji.
- Pipeline standaryzuje cechy na treningu.
- ROC-AUC mierzy ranking wobec syntetycznej etykiety.

```
wyniki = {}
for nazwa, kolumny in {"Głos":[0], "EDA":[1], "Fuzja":[0, 1]}.items():
    model = make_pipeline(StandardScaler(), LogisticRegression(max_iter=1000))
    model.fit(X[np.ix_(tr, kolumny)], y[tr])
    pred = model.predict_proba(X[np.ix_(te, kolumny)])[:, 1]
    wyniki[nazwa] = roc_auc_score(y[te], pred)
    print(nazwa, "F1:", round(f1_score(y[te], pred >= .5), 3))
print({k: round(v, 3) for k, v in wyniki.items()})
```

# Python: wykres wyników

- Pokaż ROC-AUC na osi 0–1.
- Podaj liczbę osób, a nie tylko obserwacji.
- Interpretuj zmiany przy zwiększaniu szumu.

```
import matplotlib.pyplot as plt
fig, ax = plt.subplots(figsize=(6, 3))
ax.bar(list(wyniki), list(wyniki.values()))
ax.set(ylim=(0, 1), ylabel="ROC-AUC", title="Etykiety syntetyczne: nowe osoby")
ax.grid(axis="y", alpha=.2)
plt.tight_layout()
plt.show()
```

# Zastosowania w HCI i XR

- Adaptacja interfejsu powinna mieć potwierdzony cel użytkowy.
- Użytkownik musi zachować możliwość kontroli.
- Błędna inferencja może pogarszać doświadczenie.

# Etyka i granice interpretacji

- Głos i EDA mogą ujawniać wrażliwe cechy i wymagają ochrony.
- Wynik predykcyjny nie oznacza odczytu emocji.
- Oceń stronniczość, zgodę, retencję i kontekst zastosowania.

# Literatura i dokumentacja


- Picard, R. W. (1997). Affective Computing. MIT Press.
- Russell, J. A. (1980). A Circumplex Model of Affect. Journal of Personality and Social Psychology, 39(6), 1161–1178. DOI.
- Bradley, M. M., Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, 25(1), 49–59. DOI.
- Koelstra, S., i in. (2012). DEAP: A Database for Emotion Analysis Using Physiological Signals. IEEE Transactions on Affective Computing, 3(1), 18–31. DOI.
- Schmidt, P., Reiss, A., Dürichen, R., Marberger, C., Van Laerhoven, K. (2018). Introducing WESAD, a Multimodal Dataset for Wearable Stress and Affect Detection. ICMI ’18, 400–408. DOI.
- Barrett, L. F., Adolphs, R., Marsella, S., Martinez, A. M., Pollak, S. D. (2019). Emotional Expressions Reconsidered: Challenges to Inferring Emotion From Human Facial Movements. Psychological Science in the Public Interest, 20(1), 1–68. DOI.


Dokumentacja narzędzi: scikit-learn: walidacja grupowa.

# Wnioski i samodzielna praca

- Model przetwarza sygnały, a nie przeżycia wewnętrzne.
- Walidacja między osobami i jakość etykiet warunkują interpretację.
- Uruchom pi_w10.ipynb i zmień szum EDA.