Analiza sentymentu, emocji i szeregów czasowych

Podsumowanie

Niniejszy dokument stanowi syntetyczne opracowanie zagadnień dotyczących natury emocji, metod ich zautomatyzowanej analizy (analiza sentymentu), rygorystycznych regulacji prawnych wprowadzanych przez *AI Act* oraz metodologii badania procesów zmiennych w czasie (analiza szeregów czasowych).

Kluczowe wnioski wynikające z analizy źródeł:

- **Natura emocji:** Emocje są złożonymi procesami psychofizjologicznymi o charakterze adaptacyjnym. Istnieją uniwersalne emocje podstawowe (Ekman, Plutchik), które stanowią fundament dla bardziej złożonych stanów pochodnych.
- **Analiza sentymentu:** Rozwój technik *text mining* umożliwia automatyczną klasyfikację wydźwięku wypowiedzi przy użyciu metod słownikowych (np. słownik RID) lub statystycznych (naiwny klasyfikator Bayesa). Skuteczność tych metod zależy od nadzoru i kontekstu językowego.
- **Regulacje prawne (AI Act):** Od 2 lutego 2025 r. wprowadzone zostaną surowe zakazy dotyczące wykorzystywania systemów AI do rozpoznawania emocji w miejscach pracy i instytucjach edukacyjnych, o ile systemy te bazują na danych biometrycznych.
- **Analiza szeregów czasowych:** Dekompozycja danych czasowych na trend, sezonowość i szum jest kluczowa dla budowania precyzyjnych modeli prognostycznych w ekonomii, medycynie i zarządzaniu.

I. Psychologiczne i funkcjonalne aspekty emocji

1. Definicja i komponenty procesu emocjonalnego

Emocje to subiektywne stany psychiczne, które uruchamiają priorytetowe programy działania. Składają się z trzech głównych komponentów:

- **Pobudzenie emocjonalne:** Zmiany mobilizacyjne w organizmie (fizjologiczne, np. wydzielanie adrenaliny).
- **Uświadomienie znaczenia:** Poznawcza interpretacja zmian i zdarzenia.

- **Komponent behawioralny:** Ekspresja (mimika, postawa ciała) oraz konkretne działania (np. ucieczka, walka).

2. Klasyfikacje emocji

W literaturze przedmiotu dominują dwa podejścia do klasyfikacji emocji:

Badacz	Emocje Podstawowe (Wrodzone)	Charakterystyka Teorii
Paul Ekman	Strach, smutek, złość, radość, zaskoczenie, wstręt, pogarda.	Uniwersalność ekspresji mimicznej niezależnie od kultury; opracowanie systemu FACS.
Robert Plutchik	Radość, smutek, zaufanie, obrzydzenie, strach, złość, zaskoczenie, oczekiwanie.	"Koło emocji"; emocje tworzą pary przeciwieństw i łączą się w dyady (emocje złożone).

Emocje złożone (pochodne) powstają z połączenia emocji podstawowych i są nabywane w procesie socjalizacji (np. wstyd to połączenie strachu i wstrętu; zazdrość to połączenie smutku i złości).

3. Funkcje i zadania emocji

Emocje pełnią kluczowe role w przetrwaniu jednostki:

- **Adaptacyjna:** Przygotowanie ciała do działania (np. strach przed egzaminem mobilizuje do nauki).
- **Społeczna:** Ułatwianie interakcji poprzez przewidywanie zachowań innych.
- **Motywacyjna:** Kierowanie działaniem (emocje pozytywne podtrzymują aktywność, negatywne skłaniają do jej przerwania).

II. Analiza sentymentu i eksploracja tekstów

1. Metody klasyfikacji tekstów

Analiza sentymentu ma na celu identyfikację wydźwięku emocjonalnego wypowiedzi (pozytywny, negatywny, neutralny). Główne techniki to:

- **Metody słownikowe:** Wykorzystanie gotowych zasobów leksykalnych, takich jak słownik RID (*Regressive Imagery Dictionary*). Klasyfikacja opiera się na zliczaniu słów kluczowych i ich rdzeni (stemming).

- **Metody statystyczne (Naiwny Bayes):** Podejście probabilistyczne oparte na założeniu o niezależności predyktorów. Algorytm uczy się rozpoznawać kategorie na podstawie częstości występowania słów w zbiorach treningowych.

2. Wyzwania w analizie sentymentu

Źródła wskazują na konieczność ewaluacji narzędzi przy zmianie materiału empirycznego. Problemy obejmują:

- **Wieloznaczność:** Słowa takie jak "zabierać" mogą mieć różny ładunek emocjonalny w zależności od kontekstu.
- **Język niesformalizowany:** W wywiadach i języku potocznym tradycyjne słowniki (np. RID) wykazują niższą trafność.
- **Konieczność nadzoru:** Najlepsze efekty daje połączenie metod automatycznych z uczeniem nadzorowanym i analizą kontekstową.

III. Implikacje prawne: AI Act i analiza emocji

1. Praktyki zakazane (Art. 5.1.f)

Zgodnie z nowymi przepisami unijnymi, zakazuje się wprowadzania do obrotu i wykorzystywania systemów AI do wyciągania wniosków na temat emocji osób fizycznych w:

- Miejscu pracy (np. analiza nastrojów pracowników, ocena jakości rozmów w call center pod kątem emocji konsultantów).
- Instytucjach edukacyjnych (np. analiza reakcji studentów podczas zajęć).

Wyjątek: Systemy mogą być stosowane wyłącznie ze względów medycznych lub bezpieczeństwa.

2. Definicja systemów rozpoznawania emocji

Kluczowym kryterium podziału między dozwoloną analizą sentymentu a zakazanym rozpoznawaniem emocji jest rodzaj danych:

- **System rozpoznawania emocji:** Wymaga przetwarzania **danych biometrycznych** (wizerunek twarzy, cechy głosu jak ton czy szept, wzorzec pisania na klawiaturze).
- **Analiza sentymentu:** Jeśli opiera się wyłącznie na **analizie tekstu**, nie podlega definicji systemu biometrycznego rozpoznawania emocji i pozostaje dozwolona w takich obszarach jak monitoring mediów społecznościowych czy analiza rynku.

IV. Metodyka analizy szeregów czasowych

1. Struktura i dekompozycja szeregu

Szereg czasowy to ciąg obserwacji zjawiska w czasie. Jego analiza ma na celu dekompozycję przebiegu na czynniki determinujące:

- **Trend (tendencja rozwojowa):** Ogólny kierunek zmian w długim okresie.
- **Wahania sezonowe:** Krótkookresowe (do 1 roku) cykle wynikające z kalendarza.
- **Wahania cykliczne:** Długookresowe rytmy koniunkturalne.
- **Szum (wahania przypadkowe):** Nieprzewidywalne zakłócenia.

2. Modele matematyczne

W analizie stosuje się dwa podstawowe rodzaje modeli:

1. **Model addytywny:** $y_t = f(t) + g(t) + h(t) + \zeta_t$ (suma trendu, sezonowości i błędu).
2. **Model multiplikatywny:** $y_t = f(t) \cdot g(t) \cdot h(t) \cdot \zeta_t$ (iloczyn składowych; stosowany, gdy amplituda wahań rośnie wraz z trendem).

3. Techniki wygładzania i prognozowania

- **Średnie ruchome:** Lokalnie uśredniają przebieg zjawiska, eliminując nieregularności i ułatwiając identyfikację trendu.
- **Wygładzanie wykładnicze:** Przypisuje większe wagi nowszym obserwacjom.
- **Identyfikacja obserwacji odstających:** Wykorzystanie rozstępu międzykwartylowego (Q1 i Q3) do wykrywania danych nietypowych (np. awarie, jednorazowe duże zamówienia), które mogłyby zniekształcić model.

4. Cele analizy

Analiza szeregów czasowych służy przede wszystkim budowaniu modeli diagnostycznych i prognostycznych (*forecasting*). Pozwala to na racjonalne przewidywanie przyszłych zdarzeń (np. sprzedaży, zużycia energii elektrycznej), co jest niezbędne w procesach wspomagania decyzji zarządczych.