

# Model inteligentnego systemu edukacyjnego rozpoznającego emocje ucznia

Agnieszka Landowska  
Politechnika Gdańska  
[nailie@eti.pg.gda.pl](mailto:nailie@eti.pg.gda.pl)

Michał Wróbel  
Politechnika Gdańska  
[wrobel@eti.pg.gda.pl](mailto:wrobel@eti.pg.gda.pl)

## 1. Wprowadzenie

Nauczyciele zdają sobie sprawę, że procesy edukacyjne mogą być wspierane lub zakłócane przez różnego rodzaju emocje. Znużenie, frustracja czy nadmierna wesołość nie sprzyjają uczeniu się, a dumna czy satysfakcja mogą skutecznie zmotywować ucznia do zwiększenia wysiłku edukacyjnego. Badania wskazują, że inteligencja emocjonalna jest lepszym wyznacznikiem sukcesu edukacyjnego niż inteligencja tzw. logiczno-matematyczna czy językowa (Goleman, 1997). Jednocześnie w budowie inteligentnych systemów uczących główny nacisk kładziony jest na materiały i stany kognitywne ucznia, z pominięciem aspektu emocjonalnego (Landowska, 2014). Rozszerzenie możliwości aplikacji edukacyjnych o postrzeganie stanów emocjonalnych ucznia może przyczynić się do zwiększenia ich skuteczności (Kolakowska, Landowska, Szwoch, Szwoch, & Wróbel, 2014).

W niniejszym raporcie omówiono model afektywnego systemu edukacyjnego i jego składowe oraz wyzwania, jakie stoją przed konstruktorami tego rodzaju rozwiązań.

## 2. Model afektywnego systemu edukacyjnego

Afektywne Systemy Edukacyjne rozszerzają koncepcję Inteligentnych Systemów Edukacyjnych (ang. ITS) o przetwarzanie stanów emocjonalnych ucznia w celu poprawy procesu nauki. Tego rodzaju rozwiązania wymagają wbudowania w aplikację edukacyjną mechanizmów rozpoznawania i interpretacji emocji oraz wpływania na stan emocjonalny ucznia (Landowska, 2013a).

Problem rozpoznawania emocji użytkowników komputerów jest bardzo złożony. Dotychczas opracowane algorytmy cechują się różną, często niewysoką wiarygodnością, która dodatkowo zależy od wielu czynników zewnętrznych. Dlatego też należy uwzględnić wiarygodność oceny podczas podejmowania decyzji o wykonaniu akcji, która ma wpłynąć na stan emocjonalny ucznia. Model afektywnego systemu edukacyjnego adresuje powyższe kwestie poprzez dekompozycję systemu na obszary, moduły i biblioteki, a także powiązania pomiędzy poszczególnymi komponentami.

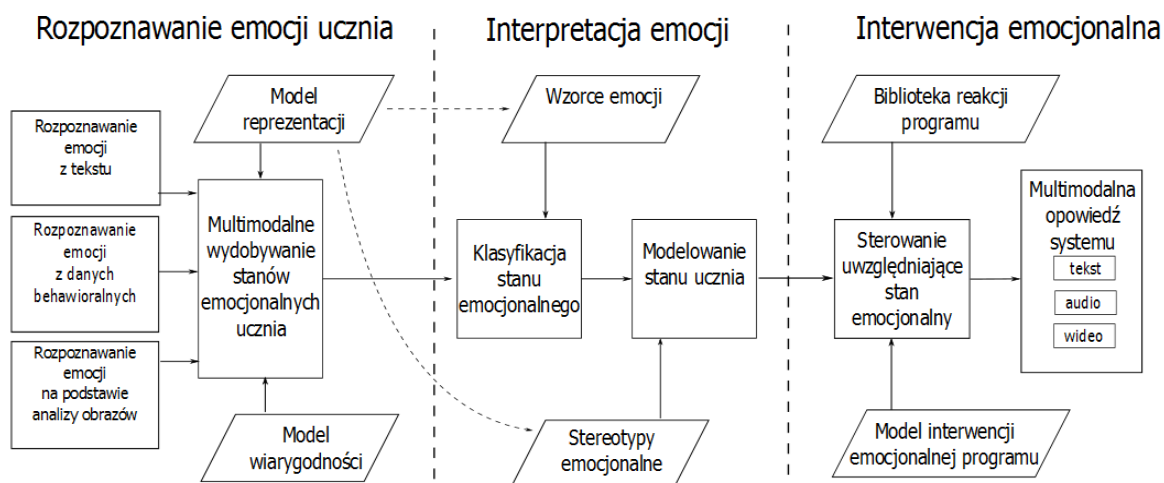
Na Rys. 1 przedstawiono model afektywnego systemu edukacyjnego oraz jego części składowe. Wyróżniono w nim trzy obszary: rozpoznawanie emocji ucznia, interpretację emocji oraz interwencję emocjonalną. Dzięki takiemu podziałowi prace badawcze mogą być prowadzone równolegle we wszystkich obszarach. Dla każdego z obszarów wyróżniono procesy oraz wspierające je modele i biblioteki.

## 3. Rozpoznawanie emocji w aplikacji edukacyjnej

Zgodnie z proponowanym modelem dla skutecznego rozpoznawania emocji ucznia wymagane jest wybranie jednego modelu reprezentacji emocji dla całej aplikacji. Dzięki temu możliwe będzie wykorzystanie wielu algorytmów rozpoznawania emocji, które mogą działać na podstawie różnych sygnałów wejściowych. Wielowymiarowy model emocji PAD, jako najczęściej używany

w dziedzinie informatyki afektywnej, jest polecany do wykorzystania w aplikacjach edukacyjnych (Kolakowska, Szwoch, Szwoch, Landowska, & Wrobel, 2015).

Rozpoznawanie emocji powinno być przeprowadzane z wykorzystaniem kilku niezależnych algorytmów. Każdy z algorytmów może korzystać z różnych źródeł wejściowych sygnałów, takich jak obraz wideo, sygnały biometryczne. Ponadto algorytmy mogą wewnętrznie wykorzystywać dowolny model reprezentacji emocji. Jednak na wyjściu muszą zwrócić informacje o rozpoznanych emocjach zgodnie z uzgodnionym modelem reprezentacji.



Rysunek 1. Model afektywnego systemu edukacyjnego i jego składowe (opracowanie własne na podstawie (Landowska, 2013a))

Zebrane informacje o rozpoznanych emocjach z różnych algorytmów są następnie przetwarzane przez algorytm syntezy stanu emocjonalnego. Jego zadaniem jest określenie emocjonalnego ucznia. W związku tym, że informacje pochodzące z algorytmów mogą się w sposób znaczący różnić, konieczne jest również obliczenie wiarygodności oceny. W tym celu używany jest model wiarygodności, który uwzględnia pewność rozpoznawania emocji z określonego kanału wejściowego oraz poziom zgodności między algorytmami operującymi na różnych modalnościach.

#### 4. Interpretacja emocji

Badania w dziedzinie nauczania wykazują, iż nie wszystkie stany emocjonalne są optymalne do nauki. Jednym z głównych zadań afektywnych systemów edukacyjnych jest wpływanie na stan emocjonalny użytkownika tak, żeby przeprowadzić go ze stanu nieproduktywnego do produktywnego. Tego typu akcje nazywane są interwencjami afektywnymi. Przed podjęciem decyzji o interwencji afektywnej, oprócz rozpoznania stanu emocjonalnego ucznia, konieczne jest dokonanie jego interpretacji z perspektywy wpływu na proces nauczania.

Algorytm klasyfikacji stanu emocjonalnego na podstawie danych z obszaru Rozpoznawania emocji ucznia oraz zdefiniowanych wzorców emocji przypisuje stan emocjonalnych ucznia do jednej z klas. Wzorce emocji opisują, które stany emocjonalne są produktywne, a które nieproduktywne. Informacje takie są przechowywane w osobnym module i opisane zgodnie z wybranym modelem reprezentacji. Definicja wzorców emocji powinna być niezależna od konkretnego systemu, różnice mogą się jednak pojawić w przypadku stosowania różnych modeli emocji.

Na podstawie klasyfikacji stanu emocjonalnego tworzony jest model stanu ucznia. Przy jego tworzeniu brane są również pod uwagę reakcje ucznia na bodźce emocjonalne, które zostały już

wcześniej zarejestrowane przez program. Dodatkowo istotnym czynnikiem może być również dynamika stanów emocjonalnych ucznia w czasie procesu uczenia.

## 5. Interwencja emocjonalna

Na podstawie modelu stanu ucznia system edukacyjny może podjąć interwencję emocjonalną. Model interwencji emocjonalnej programu definiuje, jakie stany emocjonalne wymagają interwencji oraz na czym taka interwencja ma polegać. Możliwe do wykonania przez program akcje są zgromadzone w bibliotece reakcji afektywnych programu. Podczas podejmowania decyzji o wykonaniu interwencji emocjonalnej powinien być brany pod uwagę nie tylko zidentyfikowany model stanu ucznia, ale również informacja o pewności, z jaką został określony. W przypadku identyfikacji stanu emocjonalnego o niskiej pewności bardziej zasadne może być zrezygnowanie z interwencji, gdyż takie działanie może mieć niepożądane skutki, np. wytrącenie ucznia z odpowiedniego rytmu nauki.

## 6. Wyzwania

Jednym z głównych problemów z jakim muszą zmierzyć się Afektywne Systemy Edukacyjne jest jakość kanałów wejściowych służących do rozpoznawania emocji. Przykładowo, przy wykorzystaniu obrazu z kamery wideo niezwykle istotną rolę gra oświetlenie, które w sposób znaczący może wpłynąć na działanie algorytmu rozpoznawania emocji. Dlatego też sugerowane jest korzystanie z jak największej liczby kanałów wejściowych. Oprócz obrazu wideo, analizowanym sygnałem może być dźwięk nagrywany za pomocą mikrofonu, wzorce pisania na klawiaturze i ruchu myszką (Kolakowska, 2015), a w niektórych przypadkach wskazania czujników biometrycznych. Zastosowanie proponowanego modelu afektywnego systemu edukacyjnego pozwala na jednoczesne wykorzystanie wielu algorytmów korzystających z różnych źródeł.

Kolejnym problemem jest dokładność rozpoznawania emocji. Największą skuteczność osiągają algorytmy, które przydzielają stan emocjonalny do jednej z dwóch klas, np. odróżniają emocje pozytywne od negatywnych czy stres od jego braku. W przypadku większej liczby klas skuteczność klasyfikacji emocji spada znacząco. Dlatego też niezwykle istotne jest zidentyfikowanie i skoncentrowanie mechanizmów rozpoznawania na takich stanach emocjonalnych, które pomagają i takich, które przeszkadzają w nauce (Landowska, 2013b).

Inna grupa wyzwań stojących przed Afektywnymi Systemami Edukacyjnymi jest związana z procesem reakcji afektywnej. Trudność polega na tym, że decyzja, kiedy system ma podjąć reakcję oraz jak taka reakcja powinna wyglądać, żeby poprawić produktywność, może zależeć wielu czynników, w tym od indywidualnych cech ucznia czy postępu w nauce.

## 7. Podsumowanie

Największym problemem, z jakim muszą zmierzyć się Afektywne Systemy Edukacyjne, jest niepewność oceny stanu emocjonalnego ucznia. Wiąże się to z przynajmniej czterema przyczynami: rozmytym charakterem emocji, niewystarczającą dokładnością algorytmów rozpoznawania emocji, częstą zmianą stanów emocjonalnych w czasie oraz ograniczaniem modeli reprezentacji emocji. Te kwestie nie mogą zostać całkowicie wyeliminowane, dlatego należy je odpowiednio uwzględnić.

Prezentowany model dostarcza modularnego szkieletu dla afektywnych systemów edukacyjnych. Dzięki temu możliwe jest dołączenie dowolnych algorytmów, zarówno rozpoznawania emocji, ich interpretacji jak i podejmowania interwencji afektywnych.

Rozszerzenie systemów ITS o mechanizmy związane z przetwarzaniem emocji może się przyczynić do zwiększenia skuteczności procesu nauki, jednak praktyczne zastosowania wymagają przeprowadzenia jeszcze wielu badań.

## 8. Podziękowania

Prace badawcze nad afektywnymi systemami edukacyjnymi są wspierane przez Polsko-Norweski Mechanizm Finansowy w ramach projektu Pol-Nor/209260/108/2015 AFFITS – *Methods and tools for Affect-aware Intelligent Tutoring Systems* oraz przez fundusze DS Wydziału Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej.

## 9. Bibliografia

1. Goleman, D. (1997). *Inteligencja emocjonalna*. Poznań: Media Rodzina.
2. Kolakowska, A. (2015). Recognizing emotions on the basis of keystroke dynamics. In *Human System Interactions (HSI), 2015 8th International Conference on* (pp. 291–297).
3. Kolakowska, A., Landowska, A., Szwoch, M., Szwoch, W., & Wrobel, M. R. (2014). Emotion Recognition and Its Applications. In *Human-Computer Systems Interaction: Backgrounds and Applications 3* (pp. 51–62). Springer.
4. Kolakowska, A., Szwoch, M., Szwoch, W., Landowska, A., & Wrobel, M. R. (2015). Modeling emotions for affect-aware applications. *Journal of Management and Finance*.
5. Landowska, A. (2013a). Affect-awareness framework for intelligent tutoring systems. In *Human System Interaction (HSI), 2013 The 6th International Conference on*. doi:10.1109/HSI.2013.6577878
6. Landowska, A. (2013b). Affective computing and affective learning--methods, tools and prospects. *EduAction. Electronic Education Magazine*, 5(1).
7. Landowska, A. (2014). Affective Learning Manifesto – 10 Years Later. In *European Conference on e-Learning* (p. 281).