

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБЛИЧЧЯ ПРИ ВІДТВОРЕННІ ЕМОЦІЙНИХ СТАНІВ

Наведена інформаційна технологія, за допомогою якої проведено аналіз мімічних проявів емоційних станів людини. В результаті аналізу виявлені ділянки обличчя, мімічні зміни яких є особливостями для моделювання та розпізнавання візуальних проявів емоційних станів. Визначені 11 мімічних проявів емоційних станів, комбінації яких описують візуальні прояви емоцій. Проведений порівняльний аналіз отриманих шляхом застосування запропонованої інформаційної технології результатів мімічних проявів емоцій з результатами, отриманими експертним шляхом, показав достатньо повне співпадіння.

Ключові слова: емоції, міміка, аналіз, маркери, інформаційна технологія.

O. BARMAK, R. SOROKATYY
Khmelnyskyi National University

INFORMATION TECHNOLOGY FOR FEATURES, BY THE REPRODUCTION OF EMOTIONAL STATES

Abstract - An information technology for the analysis of emotional states of human facial expressions is represented.

Input information is a video image of the actor with his main areas of the face applied with markers. Video streams contain the reproduction of certain emotional states by the actor. The input information is transformed in the following way: normalization and centering the face; analysis of the frames of video stream to track the movement of each marker relative to the initial state and obtaining the corresponding sets of quantitative characteristics of movement for each marker and for each emotional state; analysis of sets (quantitative and qualitative). The output information is the selection of resistant facial expressions and combinations that characterize emotional states.

The analysis identified areas of the face, where facial changes are specific for modelling and recognition of emotional states visual manifestations. 11 facial expressions of emotional states are identified, a combination of which describes emotions visual displays. The comparative analysis of emotions facial expressions results were obtained by the proposed information technology application and the results obtained by experts showed a fairly complete match.

Keywords: emotions, facial expressions, analysis, markers, information technology.

Вступ та постановка задачі

Обличчя є своєрідним дзеркалом, в якому, в більшій чи меншій мірі, відтворюється динаміка актуальних переживань людини. Завдяки цьому обличчя виконує сигнальну та регулятивну функції, виступаючи як один з каналів невербальної комунікації.

В останні роки невербальна, мімічна поведінка людини стала предметом інтенсивних досліджень. Проведені дослідження дозволили запропонувати своєрідні «формули» деяких мімічних виразів. Тим самим був зроблений не тільки важливий крок на шляху суворого експериментального дослідження відображення експресії, але і була поставлена проблема диференційованості сприйняття міміки обличчя.

Недостатня розробленість питання про диференційований сприйнятті міміки обличчя, досить різко контрастує з практичними потребами (криміналістика, віртуальна реальність, образний комп'ютер тощо), що й ініціювало проведення цих досліджень. У роботі автори, взявши за основу формальну модель емоцій, запропоновану в [1], спробували розширити її для аналізу мімічних відображень емоційних станів людини. Результати цього дослідження можуть бути використані для створення систем розпізнавання емоційних станів при моделюванні інтелектуальної діяльності людини, як складова при розробці алгоритмів і програмно-апаратних засобів для систем комп'ютерного розпізнавання та відтворення (синтезу) зорових образів а також для створення високоінтелектуальних мультимедійних технологій та засобів для систем штучного інтелекту.

Постановка задачі. Запропонувати інформаційну технологію для аналізу мімічних проявів на обличчі людини в процесі відтворення ним емоційних станів.

Опис технології

Для досягнення мети роботи запропонована наступна інформаційна технологія (рис. 1). *Вхідною інформацією* є відео-зображення актора, на основні ділянки обличчя якого нанесені маркери. Відео-потоки містять процес відтворення актором певних емоційних станів. Над вхідною інформацією проводяться наступні перетворення: 1) нормування (за відстанню між центрами очей) та центрування (за кінчиком носу) області обличчя; 2) аналіз кадрів відео-потоків з метою відстеження переміщення кожного маркера відносно початкового (нейтрального) стану та отримання відповідних множин кількісних характеристик переміщення для кожного маркера та для кожного емоційного стану; 3) аналіз отриманих множин (кількісний та якісний). *Вихідною інформацією* є виділення стійких мімічних проявів та їх комбінацій, що характеризують емоційні стани.

Для дослідження відтворення міміки звернемо увагу на основні м'язи обличчя людини [2], з метою поділу обличчя на певні ділянки для подальшого розташування точок для аналізу. Щоб покрити всі основні м'язи обличчя виділимо 17 ділянок (рис. 2). Позначимо виділені ділянки обличчя відповідними маркерами і проведемо відео-зйомку процесу відтворення актором основних (базових) емоційних станів [1]: горе, радість, страх, надія, гнів, задоволення, інтерес, зневага, здивування.



Рис. 1. Інформаційна технологія аналізу мімічних проявів на обличчі людини при відтворенні різних емоційних станів

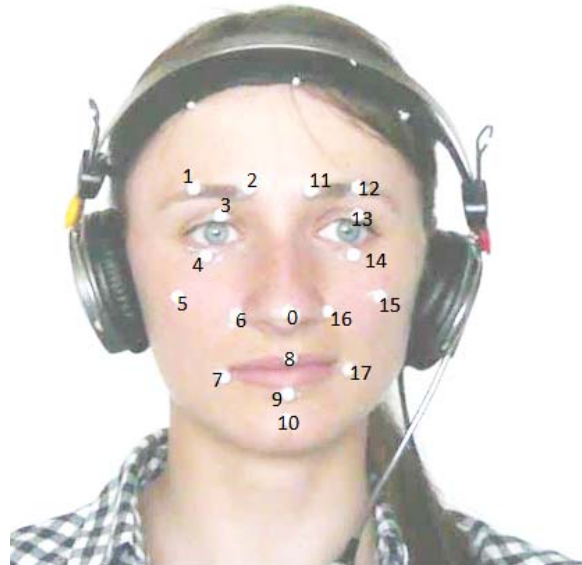


Рис. 2. Ділянки обличчя актора для аналізу: (1 – середина правої брови; 2 – край правої брови; 3 – верхня повіка правого ока; 4 – нижня повіка правого ока; 5 – верх правої щоки; 6 – правий край носа; 7 – правий край губ; 8 – верхній край губ; 9 – нижній край губ; 10 – підборіддя; 11 – край лівої брови; 12 – середина лівої брови; 13 – верхня повіка лівого ока; 14 – нижня повіка лівого ока; 15 – верх лівої щоки; 16 – лівий край носа; 17 – лівий край губ)

Перший крок інформаційної технології полягає у приведенні отриманого відео-зображення основних емоційних проявів до однієї метрики. На першому кадрі (обраному за початковий) визначається відстань між центрами очей, яка приймається за одиницю. При обробці наступних кадрів також визначається відстань між центрами очей і проводиться масштабування зображення. Також на кожному кадрі визначається нульовий маркер (кінчик носа) і проводиться центрування кадру. За умови того, що при зйомці актор намагається тримати голову в одній площині, припускається, що зроблених перетворень досить для наступного визначення переміщень маркерів в цій площині.

На другому кроці інформаційної технології потрібно, кадр від кадру, відслідковувати переміщення маркерів (відносно стану спокою) для отримання кількісних характеристик цих переміщень. Для автоматизації цього процесу пропонується використовувати метод оптичних потоків (Optical Flow)[3, 4]. За допомогою цього методу стає можливим відслідковувати переміщення маркерів кадр від кадру та обраховувати Евклідову відстань між ними. Застосування Евклідової відстані обумовлене накладеними початковими обмеженнями (актор намагається тримати голову в одній площині). В результаті перетворень другого кроку інформаційної технології отримуються множини переміщень маркерів від кадру до кадру для кожної емоції.

В ході третього кроку інформаційної технології проводиться аналіз отриманих на попередньому кроці множин. Відкидаються маркери, переміщення яких для всіх емоцій незначне або однакове. Визначаються інтервали змін для конкретних маркерів, для всіх емоцій. Проводиться перехід від кількісних показників переміщення до якісних (трохи підняті, значно підняті тощо). Визначається множина мімічних проявів емоцій, необхідних для їх сталої ідентифікації.

На виході інформаційної технології отримується перелік ділянок обличчя та їх вклад у формування мімічної складової емоцій. Проводиться порівняння з експертними оцінками мімічних проявів.

Отримані результати

Для перевірки запропонованої технології та проведення досліджень було створене відповідне програмне застосування. Проведено аналіз особливостей обличчя при відтворенні міміки одного актора. Для дослідження обрано 17 ділянок обличчя (рис. 2). Дослідження проводилось на 9 різних емоціях: гнів; горе; задоволення; здивування; зневага; надія; радість; страх; інтерес.

Всього для дослідження було взято 12 відео-файлів з різними емоціями. В ході дослідження виявилось, що ділянки обличчя такі як лівий край носа (16) і правий край носа(6) є найменш активними і мало впливають на емоції, тому було вирішено зробити їх неактивними. Також було визначено, що ділянки

обличчя такі як верх правої щоки (5), верх лівої щоки (15) та підборіддя (10) не є інформативними, тому їх також було вирішено зробити неактивними. Після цього всі ці точки виключились з подальших досліджень.

Отже в результаті проведеного дослідження на активність точок було зроблено висновок, що для дослідження емоцій достатньо наступних 12 ділянок обличчя: середина правої брови (1); край правої брови (2); верхня повіка правого ока (3); нижня повіка правого ока (4); правий край губ (7); верхній край губ (8); нижній край губ (9); край лівої брови (11); середина лівої брови (12); верхня повіка лівого ока (13); нижня повіка лівого ока (14); лівий край губ (17).

Наступним етапом досліджень був аналіз відео-файлів на якісні характеристики мімічних проявів досліджуваних емоцій. Отримані результати наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Якісні характеристики мімічних проявів емоцій

Емоції	Маркери (рис. 3) В – високий вплив, С – середній вплив, Н – низький вплив											
	1	2	3	4	7	8	9	11	12	13	14	17
Гнів	В	В	С	С	Н	Н	Н	С	С	Н	Н	Н
Горе	Н	В	–	–	–	–	–	В	С	–	–	–
Задоволення	–	–	В	–	–	–	–	–	–	В	–	–
Здивування	–	–	–	–	Н	–	В	–	–	–	–	Н
Зневага	Н	В	–	–	–	–	–	В	Н	–	–	–
Інтерес	В	В	Н	–	–	–	–	В	В	–	–	–
Надія	–	–	Н	Н	В	Н	Н	–	–	Н	Н	В
Радість	–	–	–	Н	С	Н	Н	–	–	–	–	В
Страх	–	–	–	–	Н	–	В	–	–	–	–	Н

В результаті аналізу вибраних 12 ділянок обличчя запропоновані 11 мімічних проявів (за трьома областями: 1) чоло і брови; 2) очі; 3) рот, підборіддя). Для першої області виділено 4 мімічних прояви: 1) зведення брів; 2) підняття внутрішніх країв брів; 3) опускання брів; 4) підняття середин брів. Для другої області виділено 4 мімічних прояви: 5) підняття верхніх повік; 6) опускання верхніх повік; 7) широке розкриття очей; 8) примруження. Для третьої області виділено 3 мімічні прояви: 9) стиснення губ; 10) розкриття рота; 11) зміщення кутиків губ в сторони. Отримані результати, в розрізі запропонованих мімічних проявів наведені у табл. 2.

Таблиця 2

Якісні характеристики мімічних проявів емоцій (в розрізі мімічних проявів)

Емоції	Мімічні прояви (ЗЗ – значно зведені, ТЗ – трохи зведені, ЗП – значно підняті, ТП – трохи підняті, ЗО – значно опущені, ТО – трохи опущені, О – опущені, ШР – широке розкриття, СПр – середнє примруження, ЗПр – значне примруження, С – стиснуті, Р – розритий, ТЗм – трохи зміщені, СЗм – сильно зміщені)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Гнів	ЗЗ	–	ЗО	–	–	–	–	СПр	С	–
Горе	ЗЗ	ЗП	–	–	ТП	–	–	–	–	–	–
Задоволення	–	–	ТО	ТП	–	О	–	ЗПр	–	–	ТЗм
Здивування	–	ЗП	–	ТП	–	–	ШР	–	–	Р	–
Зневага	–	ЗП	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Інтерес	–	ЗП	–	ЗП	ТП	–	ШР	–	–	–	–
Надія	–	ТП	–	ТП	ЗП	–	–	–	–	–	ТЗм
Радість	–	–	–	–	ТП	–	–	–	–	Р	–
Страх	ТЗ	ТП	–	–	ТП	–	ШР	–	–	Р	СЗм

В завершення досліджень було проведено порівняння результатів мімічних проявів емоцій отриманих шляхом застосування запропонованої інформаційної технології з результатами, отриманими експертним шляхом [6]. З аналізу результатів порівняння слідує повний збіг основних мімічних проявів. Розбіжність виявлено в мімічних ознаках, пов'язаних зі зморшками або незначними мімічними проявами, які не було можливості виявити за допомогою запропонованої інформаційної технології (наприклад, губи і повіки напружені або не напружені). Також деякі розбіжності випливають з особливостей мімічних проявів у різних людей: у деяких людей вони виражені не чітко, тому запропонована технологія їх відкинула, як несуттєві, а експерти їх помічають. В табл. 3 наведені емоції, для яких експертні та експериментальні результатів аналізу відрізняються, де напівжирним шрифтом позначаються ознаки що збіглися, а курсивом – ознаки, які не співпали.

Тестування запропонованої технології на групі акторів, як з різними типами овалів особи, так і з різними темпераментами дозволить уточнити запропоновані і вивести загальні оцінки.

Аналіз експертних та експериментальних мімічних проявів емоцій

<i>Оцінка експерта</i>	<i>Результат аналізу</i>
РАДІСТЬ	
Брови та чоло спокійні	Брови та чоло без проявлення мімічних проявів
<i>Верхні повіки спокійні</i>	<i>Верхні повіки трохи підняті</i>
Під нижніми повіками зморшки	
У зовнішнього краю кутиків очей зморшки	
<i>Рот закритий</i>	<i>Рот розкритий</i>
Кутики губів відтягнуті в сторони та припідняті;	Кутики губ сильно змішені в сторони
Від носа до зовнішнього краю губів тягнуться зморшки	
ІНТЕРЕС	
Брови припідняті, на лобі зморшка	Внутрішні краї та середини брів значно підняті
Повіки трохи розширені	Очі широко розкриті
	Верхні повіки трохи підняті

Висновки

В роботі запропонована інформаційна технологія для аналізу особливостей обличчя людини при відтворенні емоційної міміки. В процесі дослідження отримані наступні основні результати:

1. Досліджені ділянки обличчя, мімічні зміни яких є особливостями для опису візуальних проявів емоційних станів – виявлено 12 таких ділянок: середина правої брови; край правої брови; верхня повіка правого ока; нижня повіка правого ока; правий край губ; верхній край губ; нижній край губ; край лівої брови; середина лівої брови; верхня повіка лівого ока; нижня повіка лівого ока; лівий край губ;

2. В результаті аналізу запропонованих 12-и ділянок обличчя визначені 11 мімічних проявів емоційних станів, комбінації яких описують візуальний прояв емоції – 1) зведення брів; 2) підняття внутрішніх країв брів; 3) опускання брів; 4) підняття середин брів; 5) підняття верхніх повік; 6) опускання верхніх повік; 7) широке розкриття очей; 8) примруження; 9) стиснення губ; 10) розкриття рота; 11) зміщення кутиків губ в сторони;

3. Проведений аналіз отриманих шляхом застосування запропонованої інформаційної технології результатів мімічних проявів емоцій з результатами, отриманими експертним шляхом, який показав досить повне співпадіння.

Подальші дослідження будуть направлені на вдосконалення запропонованої інформаційної технології у таких напрямках:

1) розширення списку акторів з різними степенями мімічних проявів та узагальнений аналіз для них;

2) пропозиція підходів для аналізу зморшок та несуттєвих мімічних проявів, виявлення яких (на думку експертів) важливе під час аналізу емоційної міміки.

Література

1. Кривонос Ю.Г. Моделювання та аналіз мімічних проявів емоцій / Ю.Г. Кривонос, Ю.В. Крак, О.В. Бармак // Доповіді НАНУ. – 2008. – № 12. – С. 51–55.
2. Fehrenbach M. J. Herring S.W. Illustrated Anatomy of the Head and Neck. 4th Edition. Elsevier inc., 2012. 336 p.
3. Форсайт Д. Компьютерное зрение. Современный поход / Д. Форсайт, Ж. Понс. – М. : Издательский дом “Вильямс”, 2004. – 928 с.
4. Pyramidal Implementation of the Lucas-Kanade Feature Tracker Description of the algorithm. URL: http://robots.stanford.edu/cs223b04/algo_tracking.pdf

References

1. Kryvonos Ju., Krak Ju., Barmak O. Modeluvania ta analiz mimichnyh proiaviv emochiy // Dopovidi NANU. – 2008. – № 12. – С. 51–55.
2. Fehrenbach M. J. Herring S.W. Illustrated Anatomy of the Head and Neck. 4th Edition. Elsevier inc., 2012. – 336 p.
3. Forsyth D., Ponce J. Computer Vision: A Modern Approach (2nd Edition). Prentice Hall, 2004. – 792 p.
4. Pyramidal Implementation of the Lucas-Kanade Feature Tracker Description of the algorithm http://robots.stanford.edu/cs223b04/algo_tracking.pdf

Рецензія/Peer review : 15.09.2014 р.

Надрукована/Printed : 1.10.2014 р.

Стаття рецензована редакційною колегією