

# ІНФОРМАТИЗАЦІЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ

УДК 681.3

О.А. Щербина, В.Ю. Синиця

*Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ*

## ОРГАНІЗАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ТЕСТУВАННЯ СТУДЕНТІВ

*Розглянуто організаційні аспекти комп'ютерного тестування в умовах вищого навчального закладу, регламент проведення тестувань, апаратні і програмні засоби, які забезпечують його виконання. Досліджено засоби верифікації особи студента, що використовують систему розпізнавання облич.*

**Ключові слова:** система оцінювання знань, комп'ютерне тестування, організація навчального процесу, система розпізнавання облич

### Постановка проблеми

На сьогодні комп'ютерне тестування ще не набуло достатнього поширення у вищих навчальних закладах України, незважаючи на загальновідомі переваги комп'ютерних технологій, непогане оснащення комп'ютерною технікою наших навчальних закладів та величезну кількість створених для тестування програм.

На наше глибоке переконання головна причина такої ситуації лежить в організаційній площині. Справа в тому, що комп'ютерне тестування важко вписується в існуючий розклад занять з більшості дисциплін. Винятком є лише ті, що вже мають комп'ютерні класи у своєму розкладі. Ось деякі організаційні питання, які постають при спробі проведення комп'ютерного тестування в межах існуючого розкладу занять:

- Як узгодити розклад регулярних занять у звичайних аудиторіях з розкладом тестувань, які проводяться у комп'ютерних класах лише час від часу?
- Чим студенти будуть зайняті решту пари, якщо тривалість тестування здебільшого становить 10-20 хв.?
- Що робити, якщо кількість комп'ютерів у тест-класі менша за кількість студентів у групі?
- Як бути зі студентами, які були відсутні на тестуванні або одержали на ньому незадовільну оцінку?
- Чи всі викладачі вміють керувати роботою студентів у комп'ютерному класі?

Відповіді на ці та багато інших подібних питань ми бачимо у винесенні комп'ютерного тестування за межі розкладу занять і проведення його у позаурочний час, як різновид самостійної роботи студентів.

Справді, навчальною програмою кожної дисципліни передбачені десятки годин самостійної роботи. Це дає викладачу право зобов'язати студента присвятити одну-дві з них складанню

тестів у спеціально пристосованому для цього комп'ютерному класі.

При такому підході студенти відвідують комп'ютерні тест-класи після занять, за вільним графіком, подібно до відвідування читальних залів бібліотеки. Оскільки це самостійна робота, від викладача не вимагається бути присутнім у тест-класі під час складання студентами тестів з його дисципліни. Завдання викладача – підготувати тести, повідомити студентів про місце і час їх здачі, а потім проаналізувати одержані ними результати.

Така форма проведення тестувань є зручною і для студентів, і для викладачів. Вона не вносить жодних збурень в існуючий навчальний процес. В ній легше вирішуються всі організаційні питання, пов'язані з Perezдачами незадовільних оцінок тощо, однак її реалізація потребує вжиття певних заходів, що мають на меті забезпечити об'єктивність результатів тестування. Насамперед серед них – забезпечення надійної ідентифікації осіб студентів та унеможливлення складання тестів одними студентами замість інших, підтримання в тест-класі належного порядку тощо.

Саме це коло питань є основним предметом проекту «Розробка автоматизованої системи тестування для проміжного і підсумкового контролю знань студентів», який реалізується в Київському національному університеті будівництва і архітектури на замовлення Міністерства освіти і науки України.

Система тестування будується на базі безкоштовної веб-платформи дистанційного навчання з відкритим кодом Moodle. Це дозволяє не тільки використати її потужну систему тестування та базу тестових питань, які вже напрацьовані у багатьох навчальних закладах України, а й організувати з її допомогою навчання викладачів застосуванню даної системи і в більш широкому плані – технологіям комп'ютерного тестування,

технологіям дистанційного навчання та їх практичному використанню в навчальному процесі.

Програмне забезпечення, що розробляється в рамках даного проекту, являє собою спеціальні модулі, що встановлюються в систему Moodle і забезпечують необхідну зміну її існуючих функцій і реалізацію нових. Зокрема, до параметрів тесту додано такий, що дає викладачу змогу унеможливити складання даного тесту поза межами спеціально призначених для цього комп'ютерних тест-класів. Це досягається шляхом формування «білого списку» IP адрес тест-класу.

Звичайна система ідентифікації особи, що заснована на введенні логіна і пароля, не підходить для тест-класу через те, що дуже важко проконтролювати чи свої логін і пароль вводить кожний студент на своєму робочому місці. Тому для тест-класів розроблена спеціальна система ідентифікації, при якій студенту не потрібно вводити логін і пароль (не існує проблеми, що пов'язана із забуванням паролів студентами). Ідентифікацію особи студента здійснює працівник тест-класу за фотографією у студентському квитку. Правильність ідентифікації можна додатково підтвердити за допомогою дактилоскопічного сканера. Це дає змогу надійно ідентифікувати особу студента, навіть якщо він не має при собі жодних документів, а також контролювати правомірність дій самого працівника тест-класу. Пришвидшити процедуру ідентифікації дозволяє сканування штрих-коду розміщеного на студентському квитку.

Після ідентифікації студенту надається комп'ютер, з якого на сайт неможливо зайти під жодним іншим іменем, крім імені даного студента. Тепер, щоб унеможливити складання тестів одними студентами замість інших, достатньо лише контролювати, щоб під час тестування вони не змінювали закріплених за ними робочих місць. Ця функція покладена на працівника тест-класу і може бути підкріплена технічними засобами у вигляді веб-камер, що встановлюються на робочих місцях студентів. Фотознімки, що зроблені веб-камерами під час тестування, можуть бути переглянуті викладачем. Крім того може бути використана автоматизована система розпізнавання осіб за зображенням облич. Оскільки ця система ще не така надійна, як розпізнавання за відбитками пальців, результат її роботи може зберігатися у формі сигналу тривоги. Це дозволяє викладачеві переглянути знімки і зробити остаточний висновок щодо особи студента та інших зафіксованих обставин складання тесту. Бажання випробувати на практиці ці технології спонукали нас провести окремі дослідження з метою розглянути можливість використання веб-камер для верифікації осіб студентів, а також, можливо, виявлення фактів, що

дають підстави запідозрити студента у використанні під час тестування недозволених джерел інформації.

Для виконання задачі з розпізнавання облич використовувалася програма Verilook 4.0 SDK від компанії Neurotechnology [1]. Вона призначена для ідентифікації людського обличчя за допомогою фото- чи відеозображення. VeriLook розповсюджена у форматі Software Development Kit (SDK) – набору засобів розробки, утиліт і документації, який дозволяє програмістам створювати прикладні програми за визначеною технологією або для певної платформи (програмної або програмно-апаратної).

### **Мета дослідження**

Необхідно перевірити та проаналізувати можливості програмного засобу Verilook для розпізнавання облич, знімки яких зроблені веб-камерами, встановленими на робочих місцях студентів у комп'ютерному тест-класі, а також дати відповіді на такі питання:

- Яка точність розпізнавання облич у різних зовнішніх умовах?
- Які зовнішні умови оптимальні для забезпечення високої точності розпізнавання?
- Які рекомендовані вимоги до формату зображень можна висунути?
- Яка швидкодія програми?
- Чи можна використовувати програму для виявлення фактів, що дають підстави запідозрити студента у використанні під час тестування недозволених джерел інформації?

Як зазначено багатьма провідними дослідниками [2], сучасні системи розпізнавання облич мають три основні проблеми: зовнішнє освітлення; вираз обличчя суб'єкта розпізнавання; поза суб'єкта. Розглянемо ці питання за порядком та перевіримо відносно програмного засобу Verilook 4.0.

Відомо, що світло характеризується багатьма фізичними показниками, але для нас найбільш цікаві ті, які характеризують кінцеве освітлення обличчя суб'єкта розпізнавання, а це, передусім, освітленість та колірна температура.

Колірна температура – величина, що характеризує спектральний склад випромінювання джерела світла. Чим менша колірна температура, наприклад, тим більше червонуватих тонів містить спектр випромінювання, для високої колірної температури характерні синюваті відтінки. Для зменшення впливу колірної температури на кінцеві знімки, фото- чи відеокамери мають певні налаштування та можуть виконувати процедуру калібрування балансу білого. Ця процедура полягає у зведенні колірної гамми знімка до найбільш природного для людського зору вигляду. Освітлення часто змінюється, і не завжди фото-, відеокамери правильно налаштовані для конкретних зовнішніх умов освітлення, тому у зроблених знімках може

бути розкалібрований баланс білого. Щоб перевірити вплив балансу білого на знімки для розпізнавання обличчя програмою Verilook біло проведено експериментальне дослідження. Взято відкриту базу даних California Institute of Technology [3], що містить загалом 450 кольорових зображень близько 27-ми різних суб'єктів, формат зображень JPG 896 на 592 пікселів. По одному еталонному зображенню кожного суб'єкта занесено у базу даних (БД) Verilook для подальшого порівняння. Усі суб'єкти на зображеннях у даному експерименті мають нейтральний вираз обличчя, стоять прямо, а їх обличчя рівномірно освітлене. У зображеннях для порівняння з еталонним, за допомогою редактора Adobe Photoshop, штучно змінюється колірна гамма збільшенням рівня червоного, зеленого, синього почергово на 100%. Таким чином, отримано 81 зображення (по 3 на кожного з 27 осіб) з розкаліброваним балансом білого. Пропонується Verilook розпізнати цих видозмінених суб'єктів. Результатом обробки зображення програмою є деякий коефіцієнт схожості (величина від 0 до 180), який показує скільки ідентичних порівняльних точок програма знайшла на обличчі суб'єкта. Чим вище даний коефіцієнт, тим більш обличчя на зображенні схоже на еталонне у БД програми. Результатом проведеного експерименту з розкаліброваним балансом білого є 100% точність розпізнавання програмою. Додатково було вирішено вивести монохромні (чорно-білі) зображення з отриманих, які Verilook також розпізнав з максимальною точністю. Можна зробити висновок, що на результати розпізнавання обличчя у Verilook 4.0 баланс білого зображень не має жодного впливу, більш того, програма здатна ефективно працювати з монохромними зображеннями.

Як вже зазначалось, одними з найважливіших проблем сучасних систем розпізнавання обличчя є проблеми виразу обличчя у суб'єкта та освітлення. Наступний тест, для якого була залучена база даних Єльського університету (Yale Faces Data Base) [4], присвячений дослідженню саме цих проблем. Якщо у попередньому тесті проаналізовано вплив колірної температури на процес розпізнавання Verilook, то тут сфокусовано увагу на рівномірності освітленості обличчя суб'єкта. Yale Faces Data Base містить 165 зображень 15-ти різних суб'єктів – представники різних вікових, етнічних та статевих груп. Кожен із суб'єктів представлений на 11-ти окремих зображеннях, де варіюються умови освітлення та вирази обличчя. Умовно вони поділені на такі групи:

1. Над'яскраве центральне освітлення;
2. Суб'єкт у окулярах;
3. Радісний вираз;
4. Освітлення зліва;
5. Суб'єкт без окулярів;

6. Нормальні, еталонні умови;
7. Освітлення зправа;
8. Сумний вираз;
9. Суб'єкт зі заплученими очима;
10. Здивований вираз;
11. Суб'єкт підморгує.

Усі фото виконані у фас без зміни пози (без повороту, нахилу голови). Розмірність кожного зображення 320 на 243 пікселів. Еталонне зображення групи № 6 занесено у БД Verilook. Інші групи порівнюються з ним. Отож, результати порівняння з усіма зображеннями по групах наведено в табл.1:

Таблиця 1

**Загальна точність розпізнавання та середній коефіцієнт схожості Yale Faces Data Base**

Номер групи зображень	Середній коефіцієнт схожості (СКС), %	Загальна точність розпізнавання (ЗТР), %
1	47,1	93,3
2	90,6	100,0
3	64,8	100,0
4	35,5	80,0
5	94,4	100,0
7	41,3	80,0
8	81,9	93,3
9	96,8	100,0
10	56,4	80,0
11	66,6	93,3

Ці дані показано більш наглядно на рис.1:

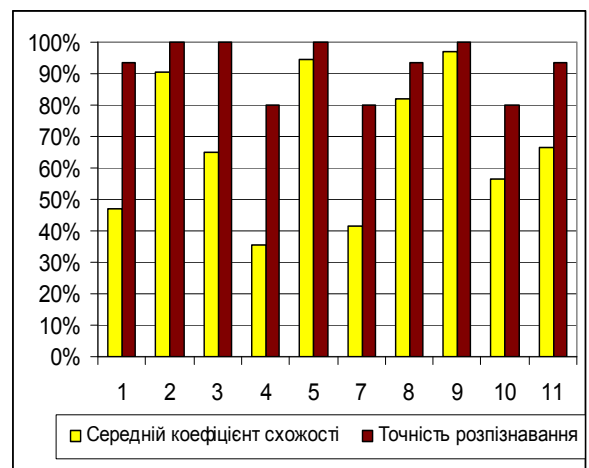


Рис. 1. Гістограма загальної точності розпізнавання та середнього коефіцієнта схожості зображень Yale Faces Data Base

На осі X – номери груп, а на Y – відсоткова доля середнього коефіцієнта схожості (СКС) та загальної точності розпізнавання (ЗТР). Нагадуємо, еталонне зображення групи № 6 занесено у БД Verilook, тому даної групи немає у табл.1 та гістограмі, що наведені вище. Показник СКС - середнє арифметичне відсоткової долі від максимуму коефіцієнтів схожості при порівнянні

усіх зображень по групах. Загальна точність розпізнавання, яка є найбільш визначним показником, показує який відсоток зображень було позитивно розпізнано взагалі, без урахування коефіцієнта схожості при розпізнаванні. З гістограми видно, що найбільше падіння СКС (від 41,3 до 47,1 %) спостерігається у групах № 1,4 та 7, все це зображення зі зміненими умовами освітленості, ЗТР для цих груп також невисока (від 80% до 93,3%). З розпізнаванням різних виразів обличчя програма впоралась добре (ЗТР більше 93,3%), крім розпізнавання виразу групи №10 (здивований вираз), де ЗТР лише 80 %, а СКС 56,4 %. Навіть із зображенням суб'єктів у окулярах, чи з заплученими очима, програма впоралась дуже добре (100% ЗТР). Виходячи з результатів тесту, можна сказати, що найбільші ускладнення у розпізнаванні образів програмою Verilook 4.0 спостерігаються при зміні освітленості обличчя суб'єкта розпізнавання.

Наступним питанням є дослідження впливу пози суб'єкта на розпізнавання програмою Verilook, а саме вплив нахилу та повороту голови. Для цього експерименту залучено Georgia Tech face database [5], у яку включені зображення 50-ти осіб у 15 різних позиціях, формат зображень JPG 640 на 480 пікселів. Для дослідження відібрані лише перші 10 осіб. Зображення суб'єкта у нейтральній позі при нормальному освітленні (еталонне зображення) занесене у БД Verilook для подальшого порівняння з ним. До тесту залучені такі 6 позицій суб'єктів:

1. Повернута голова ліворуч;
2. Повернута голова праворуч;
3. Нахилена голова донизу;
4. Нахилена голова доверху;
5. Нахилена голова ліворуч.
6. Нахилена голова праворуч.

Таким чином, загальна точність розпізнавання по групах наведена у табл.2:

Таблиця 2

**Загальна точність розпізнавання зображень  
Georgia Tech face database**

Номер групи зображень	ЗТР, %
1	30
2	30
3	80
4	70
5	60
6	60

Найбільше падіння загальної точності розпізнавання маємо при повороті голови суб'єктів у бік ліворуч чи праворуч (групи зображень № 1 та 2). Нахили голови у різні боки відзначаються значно меншою мірою падіння ЗТР, але все ж таки досить вагомою. Загалом, у всьому дослідженні точність розпізнавання є досить низькою. Можна зробити

висновок, що поза суб'єкта є визначною для забезпечення високої точності розпізнавання засобами Verilook 4.0, особливо важливу роль відіграють повороти голови у бік.

Ми дослідили три основні проблемні питання сучасних систем розпізнавання образів, але хотілося б отримати більш детальні відомості про роботу програми Verilook. Зокрема, вимоги до формату зображення, а саме роздільної здатності. Також перевірити залежність коефіцієнта схожості від роздільної здатності зображення. Для цього дослідження залучена вже відома California Institute of Technology [3], що використовувалась при дослідженнях з зміною балансу білого на зображеннях. Ця база дуже зручна для даного випадку, тому що зображення мають велику роздільну здатність (896 на 592 пікселів). Для зміни (поступового зменшення) роздільної здатності зображень використовувався Adobe Photoshop. Крок зміни розмірності був визначений емпірично, щоб найбільш чітко прослідкувати залежність. Отож зображення можна розподілити на такі умовні групи за роздільною здатністю: 1. Оригінальне зображення 896\*592; 2. Зменшене 592\*391; 3. 391\*258; 4. 258\*230; 5. 230\*210; 6. 210\*170; 7. 170\*112.

Загалом, залучено зображення 8-ми різних осіб, по одному еталонному зображенню на кожного та по 7 груп зображень у різних роздільних здатностях. Для тесту вибрані не лише зображення з нейтральним виразом, позою та рівномірним освітленням, але й з нерівномірним освітленням. Таким чином, можна прослідкувати вимоги до роздільної здатності за оптимальних та неоптимальних зовнішніх умов. Отож, результати експерименту зведені у табл.3

Таблиця 3

**Середній коефіцієнт схожості зображень БД  
California Institute of Technology**

Номер групи зображень, №	Роздільна здатність зображень, у пікселях	СКС при неоптимальних умовах, %	СКС при неоптимальних умовах, %
1	896*592	66,4	100,0
2	592*391	61,7	100,0
3	391*258	43,1	99,9
4	258*230	19,2	72,3

Закінчення таблиці 3

5	230*210	0,0	53,5
6	210*170	0,0	20,8
7	170*112	0,0	0,0

Ці дані представлені більш наглядно на гістограмі (рис.2.):

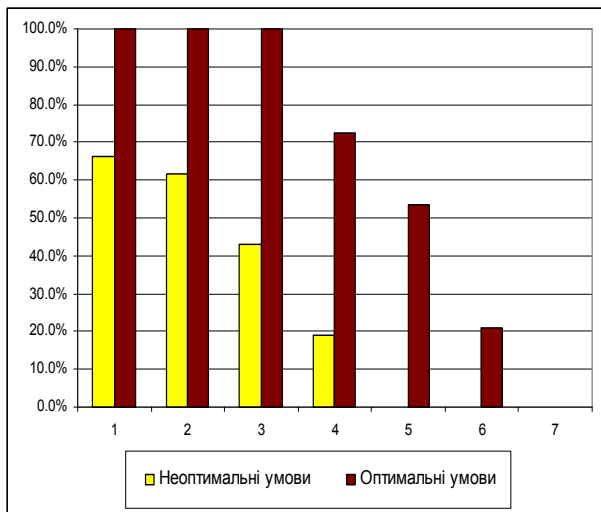


Рис. 2. Гістограма середнього коефіцієнта схожості зображень бази даних California Institute of Technology

На гістограмі вісь X – номери груп зображень, Y – відсоткова доля СКС. Таким чином, ми бачимо, що за нормальних умов роздільна здатність не впливає на СКС, якщо не опускається нижче величини приблизно рівної 391 на 258 пікселів, а при роздільній здатності менше 210\*170 розпізнавання взагалі виявилось неможливим. Неоптимальними умови освітлення висувають більш жорсткі вимоги до роздільної здатності зображення: розпізнавання неможливе при роздільній здатності менше 258\*230. Розмір зображень різної роздільної здатності коливається від 200 до 40 кілобайт у форматі JPG. Розробники програми Verilook рекомендують використовувати камери, що здатні робити знімки не менш ніж 640\*480 пікселів. Ми побачили, що за оптимальних умов ці вимоги можна значно послабити.

Результати дослідження програми Verilook засвідчують її швидкодію та деякі апаратні вимоги. Час обробки усіх зображень, що використовувались у зазначених експериментах занотовували та підраховували. Середній час відпрацювання одного зображення становить лише 0,0648с, з них 0,0187с (min 0,137с; max 0,0408с) на обробку та підготовку зображення та 0,0461с (min 0,0452с; max 0,0468с) на пошук співпадінь у БД. Шаблон кожного зображення, що заноситься у БД, займає не більше 4 кілобайт. Конфігурація тестового комп'ютера: центральний процесор Intel E8400 3.0 GHz; оперативна пам'ять Mushkin 996587 4 GB DDR2 800 MHz; жорсткий диск WD 6401AALS 640 GB; материнська плата ASUS P5Q Pro; відеокарта ASUS 4850 512 MB. За описом Verilook розробниками, програма потребує не менш 128 МБ оперативної пам'яті, та додатково 24 МБ на кожні 10000 записів у БД.

Verilook 4.0 достатньо добре впоралась з поставленими задачами. На точність розпізнавання мало впливають різні вирази обличчя суб'єктів, але

треба приділити додаткову увагу забезпеченню рівномірним освітленням приміщення (тест-класу), де працює система. Якщо суб'єкт, що складає тест буде відвертатися від камери, то система не буде його розпізнавати, що, в свою чергу, дасть підстави запідозрити його у порушенні правил складання тестів (використанні недозволених джерел інформації тощо). Ми виявили деякі суттєві апаратні можливості та вимоги, які висуває програма для підтримки достатньої точності розпізнавання. Це дозволить у майбутньому налагодити та налаштувати правильно програмно-апаратне середовище підсистеми розпізнавання облич.

Можна впевнено сказати, що всі проведені дослідження засвідчують принципову можливість використання веб-камер для виявлення фактів, що дають підстави запідозрити студента у використанні під час тестування недозволених джерел інформації.

Знімки, зроблені камерами спостереження на робочих місцях студентів і камерами загального огляду, можна зробити доступними викладачам, які разом з результатами тестів матимуть також і достатнє уявлення про обстановку, в якій проходило тестування. Такі заходи дисциплінують як студентів, так і працівників тест-класів, застерігаючи їх від порушень регламенту, яким забороняється присутність у тест-класі більшої кількості осіб, ніж кількість робочих місць для тестування, спілкування студентів між собою, використання ними мобільних телефонів та інших джерел інформації тощо. Використання ж самого комп'ютера, як джерела підказок, блокується програмою Safe Exam Browser [6], яка не дає змогу студенту відкривати інші вікна, запускати інші програми тощо.

Вказані заходи дисциплінарного і програмного характеру мають підтримуватися ще і відповідними налаштуваннями тесту. Найпростішими з них є часові обмеження. Часу на тестування має виділятися достатньо для того, щоб студент, який знає правильні відповіді, встиг їх ввести, але не достатньо для пошуку в сторонніх джерелах інформації відповідей, яких він не знає. Кількість спроб та мінімальний інтервал часу між спробами має обмежуватися так, щоб студент відповідально підходив до кожної спроби, готувався до неї, вивчаючи предмет, а не намагався вгадати правильну відповідь зі сто першої спроби. Звісно, якість тестових запитань має бути на належному рівні. Для цього викладач має перевіряти розраховані сайтом значення показники, зокрема індекси і коефіцієнти дискримінації, і вносити у разі потреби відповідні корективи до тестових завдань, регулярно їх оновлювати і доповнювати. Варіанти тесту, зазвичай, мають компонуватися випадковим чином, щоб кожний студент у кожній спробі одержував щоразу інший набір тестових запитань.

Взагалі треба зробити все для того, щоб вивчення самого предмету ніколи не підмінялось вивченням способів його здачі.

### **Висновок**

Описана конфігурація системи комп'ютерного тестування, що використовує дактилоскопічні сканери, сканери штрих-кодів, засоби спостереження і розпізнавання облич є бажаною, але зовсім не єдино можливою її конфігурацією. Описані експерименти доводять доцільність та можливість інтеграції підсистеми розпізнавання облич у процес комп'ютерного тестування студентів. Метою є реалізувати і випробувати на практиці дану систему в різних варіантах її конфігурації та регламентах використання, аж до повної відсутності зазначених вище елементів, коли всі турботи щодо забезпечення умов для чесного і об'єктивного проведення тестувань покладаються на персонал, що працює в тест-класі. Це дасть змогу кожному з майбутніх користувачів системи вибрати для себе конфігурацію, яка максимально відповідатиме його потребам і можливостям.

### **Список літератури**

1. Verilook 4.0:  
[http://www.neurotechnology.com/vl\\_sdk.html](http://www.neurotechnology.com/vl_sdk.html)
2. K. Delac, M. Grgic, "Face Recognition", I-TECH Education and Publishing, 2007.
3. Frontal face dataset. Collected by Markus Weber at California Institute of Technology:  
<http://www.vision.caltech.edu/html-files/archive.html>
4. The Yale Face Database:  
<http://cvc.yale.edu/projects/yalefaces/yalefaces.html>
5. Georgia Tech face database:  
[http://www.anefian.com/research/face\\_reco.htm](http://www.anefian.com/research/face_reco.htm)
6. Safe Exam Browser: <http://www.safeexambrowser.org/>

*Стаття надійшла до редколегії: 22.03.2010*

**Рецензент:** к-т техн. наук, доц. В.М. Вишняков, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ