

Комплексна
магістерська кваліфікаційна робота

**Інформаційна технологія
оцінювання якості фотокамер.
Аналіз кольороспостворення**

Розробив студ. гр.1КН-16м Галушак О.В..
Керівник: доц.каф КН, к.т.н., Сілагін

Актуальність теми дослідження

На даний час, важко назвати сферу застосування цифрових технологій, де б не використовувались цифрова фотографія.

Оцінку якості зображень, одержаних за допомогою фотокамер необхідно робити при виробництві самих пристроїв, їх тестуванні, налаштуванні, а також в торгівлі і в процесі експлуатації.

Якість зображень і фотокамер характеризується величиною спотворень які вони вносять при відтворенні, наприклад, тестового зображення. Найважливішими при цьому є три види спотворень. Це спотворення кольору, шум, та геометричні спотворення. Для усунення суб'єктивної складової подібні тестування проводять на автоматизованих системах методом порівняння сфотографованих або відсканованих зображень спеціально розроблених та стандартизованих тестів з їх електронними еталонами.

Метою даного дослідження є підвищення достовірності оцінки якості растрових графічних зображень. Для досягнення поставленої мети потрібно розв'язати наступні **завдання**:

- вибір та обґрунтування методології оцінки якості растрових зображень;
- математичне моделювання інформаційної технології оцінювання якості фотокамер;
- математичне моделювання та формалізація ієрархічного процесу виведення узагальненого (інтегрованого) показника якості;
- математичне моделювання вимірювання та оцінювання якості при аналізі кольороспотворення;
- проектування та реалізація спрощеного експериментального програмного блоку оцінювання величини кольороспотворення;
- Провести тестування програмного продукту та виконати аналіз отриманих результатів;
- Провести економічні дослідження.

Об'єктом дослідження є процес оцінки якості растрових зображень з використанням інформаційних технологій.

Предметом дослідження є математичні моделі, алгоритми та програмні засоби вимірювання рівня спотворень кольору та оцінки якості растрових графічних зображень

Методи дослідження. В роботі застосовані наступні методи наукових досліджень: системного аналізу для аналізу структури інформаційної технології, теорія нечітких множин (нечіткі рівняння, нечітка логіка), продукційна експертна база знань, нечітке ієрархічне логічне виведення.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому що:

- вперше запропонована інформаційна технологія оцінювання якості фотокамер, що поєднує класичні методи вимірювання величини спотворень растрових зображень з процесом оцінювання на основі апарату нечіткої логіки;
- на основі існуючої універсальної моделі нечіткого логічного виведення, розроблена спеціалізована математична модель виведення оцінки якості растрових зображень, яка на відміну від існуючих використовує єдину нечітку продукційну базу знань (включаючи формування вхідного вектора), чим підвищує достовірність оцінки;
- удосконалено математичні моделі вимірювання величини кольороспотворення.

Практичну цінність становлять розроблені алгоритми та експериментальний програмний блок.

Особистий внесок здобувача

Усі результати отримано автором самостійно. У працях, опублікованих у співавторстві, магістранту належать:

[1] – інформаційна технологія оцінювання якості фотокамер;

[2] - доопрацьована математична модель ієрархічного нечіткого логічного виведення оцінки якості кольорових растрових зображень.

Апробація результатів роботи

Результати досліджень апробовано в доповіді на міжнародній науково-практичній конференції «ІТІ-2017», та щорічній регіональній науково-практичній конференції «ВНТУ-2016»

Публікації.

За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано 1 стаття в збірнику праць «ІТІ-2017» [1], тези доповіді конференції «ВНТУ-2016» [2].

Впровадження

Результати, одержані в процесі виконання магістерської кваліфікаційної роботи, плануються до впровадження в розробки науково-виробничого підприємства ТОВ «ІТІ».

Вибір методу розв'язання задачі оцінки якості растрових графічних зображень

Фундаментальну роль у вирішенні людиною задач ідентифікації та прийняття рішень грають дві унікальних властивості:

- **здатність до навчання**, або здатність послідовно мінімізувати відхилення фактичного результату діяльності від бажаного еталону;
- **лінгвістичність**, або здатність виразити звичайною мовою отримані у результаті навчання знання.

Інтелектуальні технології, які використовуються для вирішення задач ідентифікації та прийняття рішень, являють собою використання трьох, незалежних одна від одної теорій:

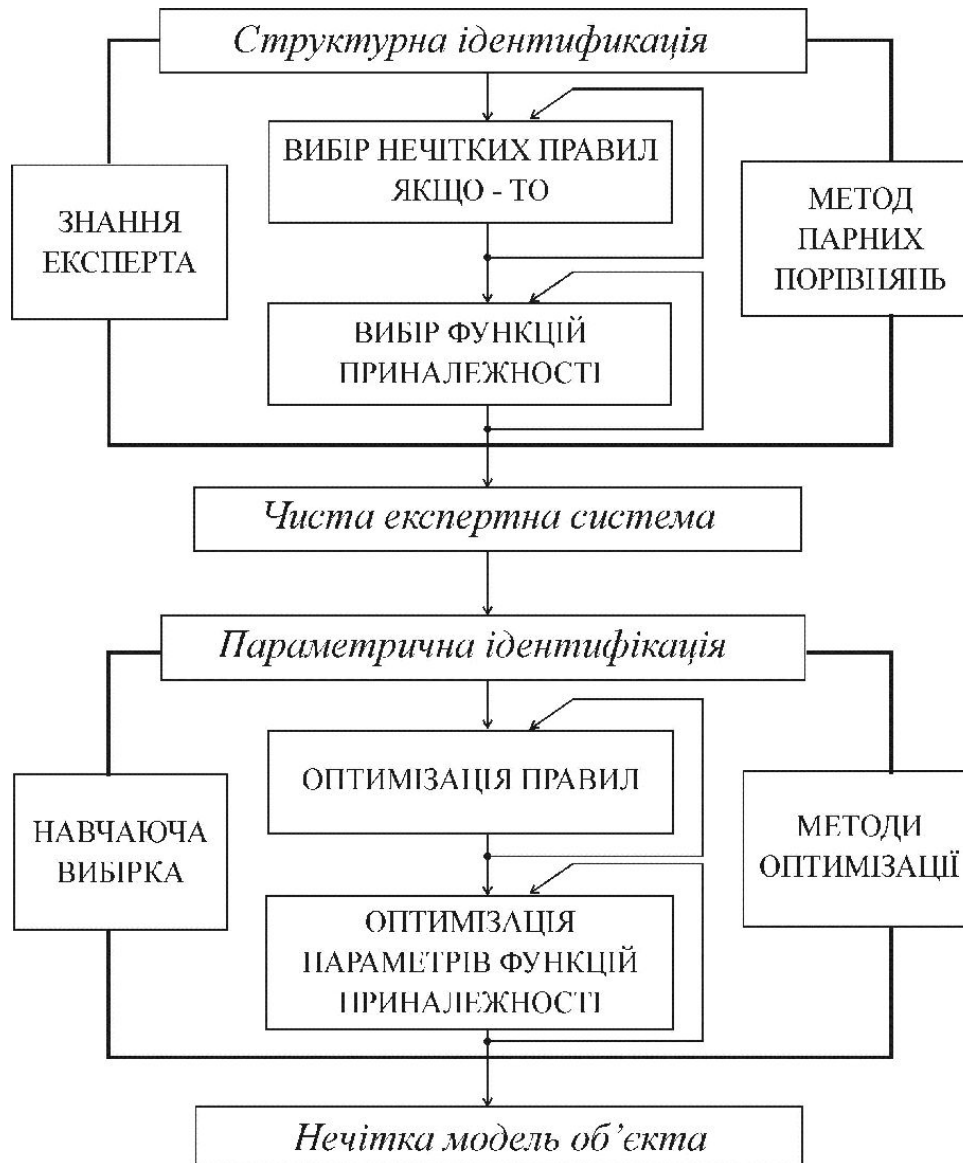
- **нечітких множин** – засобів формалізації мовних висловлювань та логічного виводу;
- **нейронних мереж** – штучних аналогів людського мозку, що моделюють властивість навчатися;
- **генетичних алгоритмів** - методу синтезу оптимальних рішень на множині початкових варіантів, з якими виконуються операції схрещування, мутації та селекції.

Основою створюваної технології оцінки якості є формування, із застосуванням апарату нечіткої логіки, матричної нечіткої бази знань та застосування до неї продукційної системи навчання.

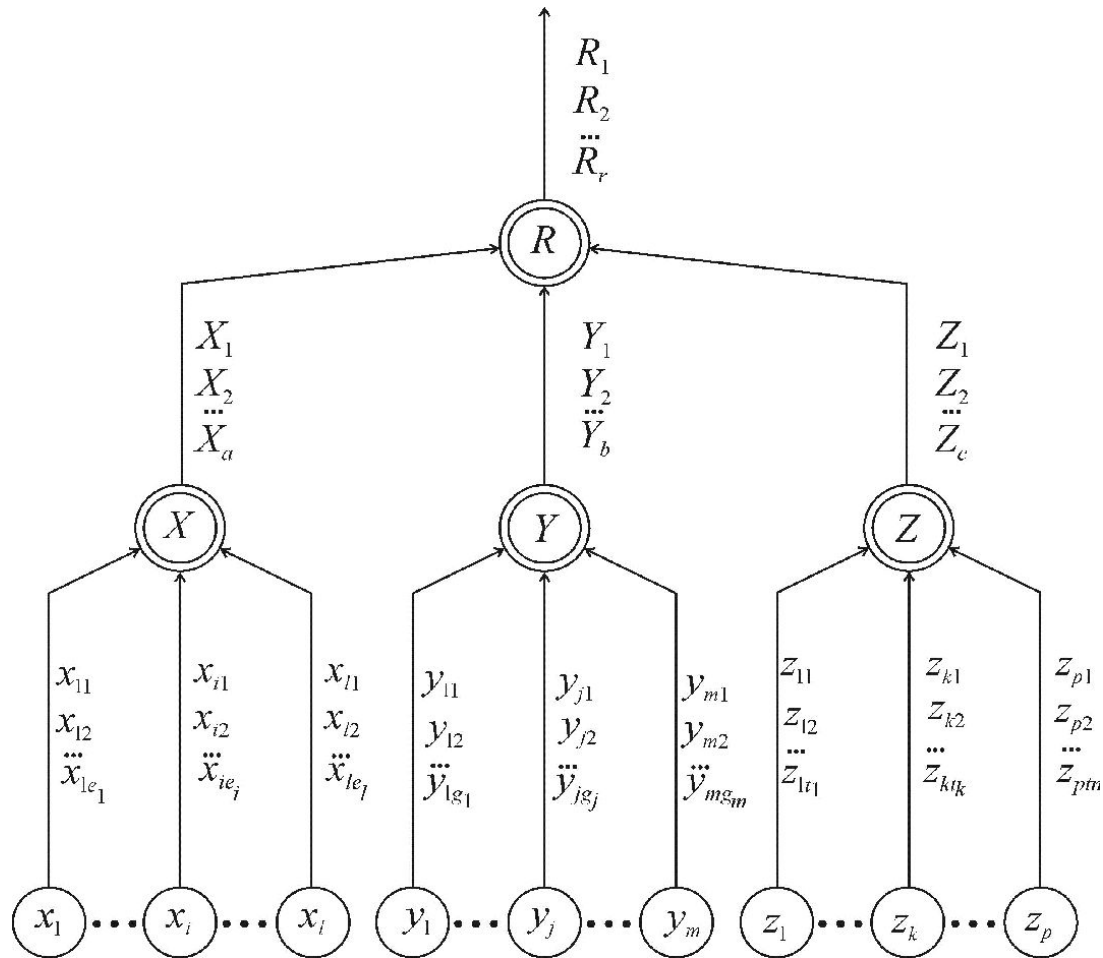
Принципи лінгвістичного моделювання

- 1) Принцип лінгвістичності вхідних та вихідних змінних.
- 2) Принцип залежності «вхід вихід» в нечіткій базі знань.
- 3) Принцип ієрархічності баз знань.
- 4) Принцип термометра в оцінці якісних змінних.
- 5) Принцип двоетапного налаштування нечітких баз знань.

Етапи налаштування нечіткої бази знань



Дерево логічного виведення інтегрованого показника якості



Залежності виведення інтегрованого показника

$$R = f_R(x, y, \dots, z)$$

$$X = f_X(x_1, x_2, \dots, x_j)$$

$$Y = f_Y(y_1, y_2, \dots, y_m)$$

$$Z = f_Z(z_1, z_2, \dots, z_n)$$

де R – вихідна змінна (інтегр. показник);

X, Y, \dots, Z – класи вхідних змінних;

x_i, y_j, z_k – вхідні змінні, класів X, Y, \dots, Z ,

причому $i = \overline{1, l}, j = \overline{1, m}, k = \overline{1, n}$.

Зв'язок змінних з лінгвістичними термами

$\{R_1, R_2, \dots, R_r\}$ – множина термів для оцінки змінної R ;

$\{X_1, X_2, \dots, X_a\}$ – множина термів для оцінки змінної X ;

$\{Y_1, Y_2, \dots, Y_b\}$ – множина термів для оцінки змінної Y ;

$\{Z_1, Z_2, \dots, Z_c\}$ – множина термів для оцінки змінної Z ;

$\{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ia_i}\}$ – множина термів для оцінки змінної $x_i, i = \overline{1, l}$

$\{y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{jb_j}\}$ – множина термів для оцінки змінної $y_j, j = \overline{1, m}$

$\{z_{k1}, z_{k2}, \dots, z_{kc_k}\}$ – множина термів для оцінки змінної $z_k, k = \overline{1, n}$

Представлення термів у вигляді нечіткої множини

$$R_i = \int_W \mu^{R_i}(w)/w, \quad i = \overline{1, r}, \quad w \in W$$

$$X_i = \int_{U_X} \mu^{X_i}(v_x)/v_x, \quad i = \overline{1, a}, \quad v_x \in U_X$$

$$Y_i = \int_{U_Y} \mu^{Y_i}(v_y)/v_y, \quad i = \overline{1, b}, \quad v_y \in U_Y$$

$$Z_i = \int_{U_Z} \mu^{Z_i}(v_z)/v_z, \quad i = \overline{1, c}, \quad v_z \in U_Z$$

$$x_{ij} = \int_{U_{x_i}} \mu^{x_{ij}}(x_i)/x_i, \quad i = \overline{1, l}, \quad j = \overline{1, a_i}, \quad x_i \in U_{x_i}$$

$$y_{jk} = \int_{U_{y_j}} \mu^{y_{jk}}(y_j)/y_j, \quad j = \overline{1, m}, \quad k = \overline{1, b_j}, \quad y_j \in U_{y_j}$$

$$z_{kl} = \int_{U_{z_k}} \mu^{z_{kl}}(z_k)/z_k, \quad k = \overline{1, n}, \quad l = \overline{1, c_k}, \quad z_k \in U_{z_k}$$

Де W – універсальна множина, на якій задана змінна R , тобто

$$R_i \subset W, \quad i = \overline{1, r};$$

U_X, U_Y, U_Z – універсальні множини, на яких задано змінні X, Y, Z , тобто

$X_i \subset U_X, Y_i \subset U_Y, Z_i \subset U_Z; U_{x_i}, U_{y_j}, U_{z_k}$ – універсальні множини, на яких

задані змінні x_i, y_j, z_k , $i = \overline{1, l}, j = \overline{1, m}, k = \overline{1, n}; \mu^\xi(x)$ – функція

приналежності змінної x нечіткому терму ξ .

Нечітка база знань

Правила виведення

ЯКЩО

$(X = X^{j1})$ та $(Y = Y^{j1})$ та ... та $(Z_l = x^{j1})$ або

$(X = X^{j2})$ та $(Y = Y^{j2})$ та ... та $(Z_l = x^{j2})$ або

$(X = X^{jh_j})$ та $(Y = Y^{jh_j})$ та ... та $(Z_l = x^{jh_j})$,

ТО $R = R_j, j = \overline{1, r}$.

Матриця знань

X	Y	Z	R
X^{11} ... X^{1h_1}	Y^{11} ... Y^{1h_1}	x^{11} ... x^{1h_1}	R_1
x^{j1} ... x^{jh_j}	Y^{j1} ... Y^{jh_j}	x^{j1} ... x^{jh_j}	R_j ...
x^{r1} ... x^{rh_r}	Y^{r1} ... Y^{rh_r}	x^{r1} ... x^{rh_r}	R_r

Представлення баз знань нечіткими логічними рівняннями

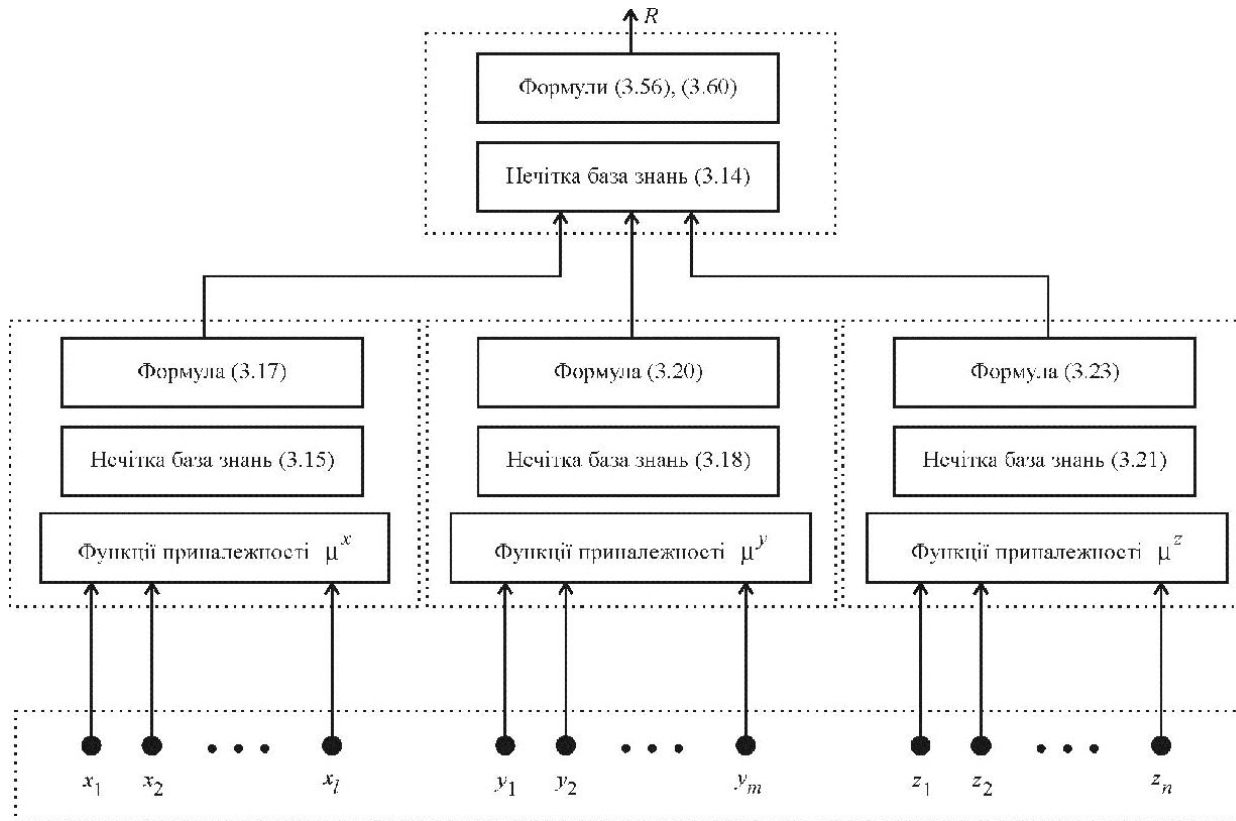
$$\mu^{R_j}(X, Y, Z) = \underset{p = \overline{1, h_j}}{\max} \left\{ \min \left[\mu^{X^{jp}}(X), \mu^{Y^{jp}}(Y), \mu^{Z^{jp}}(Z) \right] \right\},$$

$$\mu^{X_j}(x_1, x_2, \dots, x_l) = \underset{p = \overline{1, e_j}}{\max} \left\{ \min_{i = \overline{1, l}} \left[\mu^{X_i^{jp}}(X_i) \right] \right\},$$

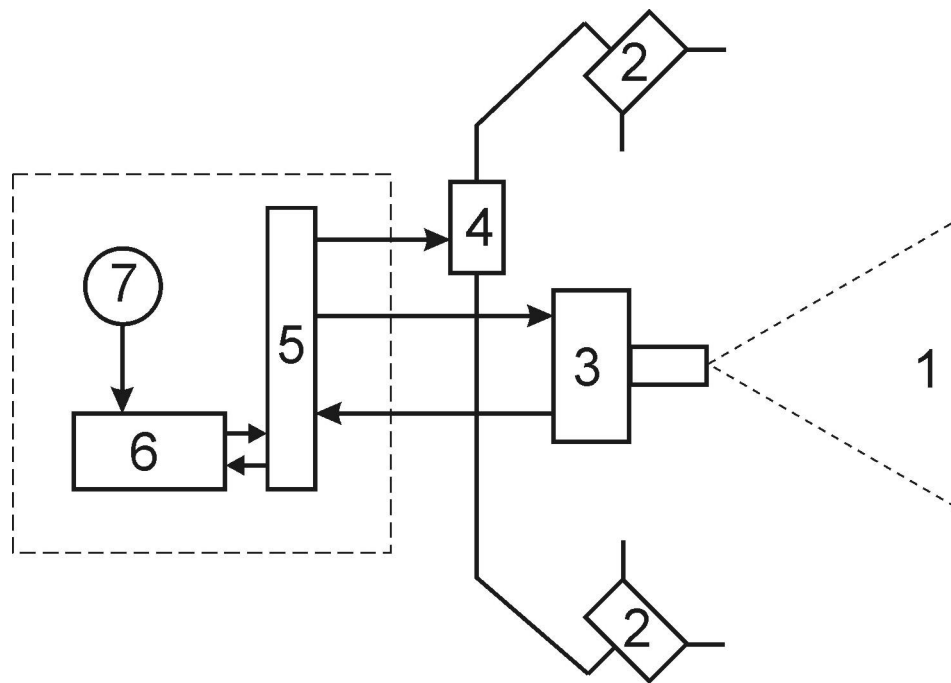
$$\mu^{Y_j}(y_1, y_2, \dots, y_m) = \underset{p = \overline{1, g_j}}{\max} \left\{ \min_{i = \overline{1, m}} \left[\mu^{Y_i^{jp}}(Y_i) \right] \right\},$$

$$\mu^{Z_j}(z_1, z_2, \dots, z_n) = \underset{p = \overline{1, t_j}}{\max} \left\{ \min_{i = \overline{1, n}} \left[\mu^{Z_i^{jp}}(Z_i) \right] \right\}$$

Послідовність розрахунків нечіткого догічного виведення

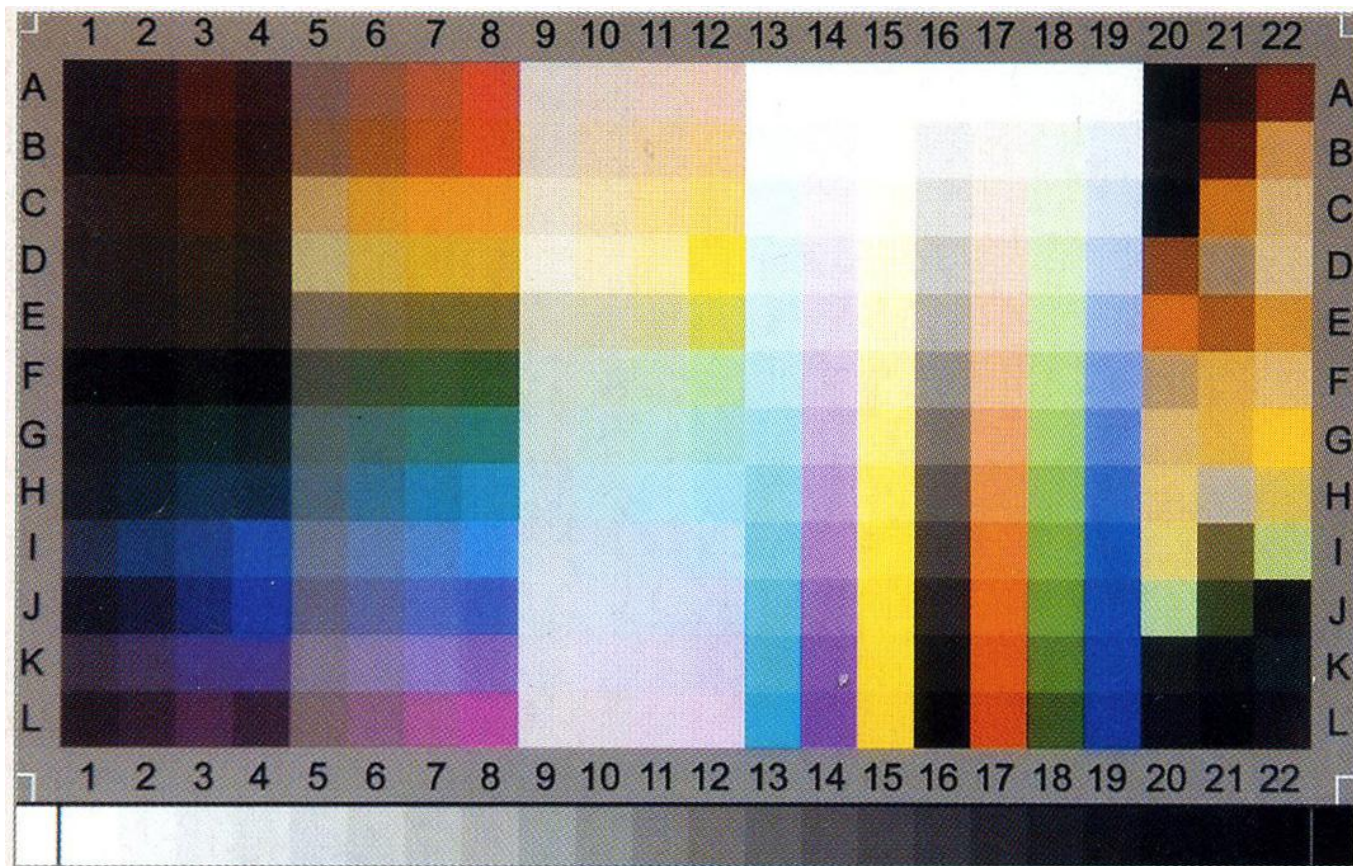


Структурна схема системи оцінки якості растрових зображень



Тут 1-універсальне тестове зображення, що включає тест ІТ-,7/2-1993, (для оцінки кольороспотоворення, геометричних спотворень та визначення рівня шумів) а також радіальні та кільцеві міри для визначення границь роздільної здатності. 2- Система освітлення. 3 Фотокамера що тестується. 4 Блок управління системою освітлення. 5 Інтерфейс системи. 6 Блок обробки та аналізу зображень. 7 Система цифрових еталонів тестованих зображень.

Стандартне тестове зображення IT-7/2-1993



Математична модель вимірювання кольороспотоверення

При тестуванні використовується графічний матричний файл "Foto", який представляє собою двомірну матрицю чисел Y^k . Величина цієї матриці y_{ij}^k залежить від роздільної здатності фотоапарата. Кожен елемент y_{ij}^k матриці Y^k є деяким випадковим числом значення інтенсивності кольору однієї точки внаслідок наявності кольороспотоверення

$$Y^k = \left| y_{ij}^k \right|$$
$$\{Y^R = \left| y_{ij}^R \right|; Y^G = \left| y_{ij}^G \right|; Y^B = \left| y_{ij}^B \right| \dots\}$$

Це число постійно змінюється навколо свого математичного очікування:

$$E\{y_{ij}^k\} = y_{вим}^k$$

де $y_{вим}^k$ - виміряне значення інтенсивності кольору в певному каналі.

За критерієм кольороспотоворення знаходимо саме кольороспотоворення

де - $y_{\text{э}}^k$ еталонне значення.

$$\Delta y^k = |y_{\text{вим}}^k - y_{\text{э}}^k|$$

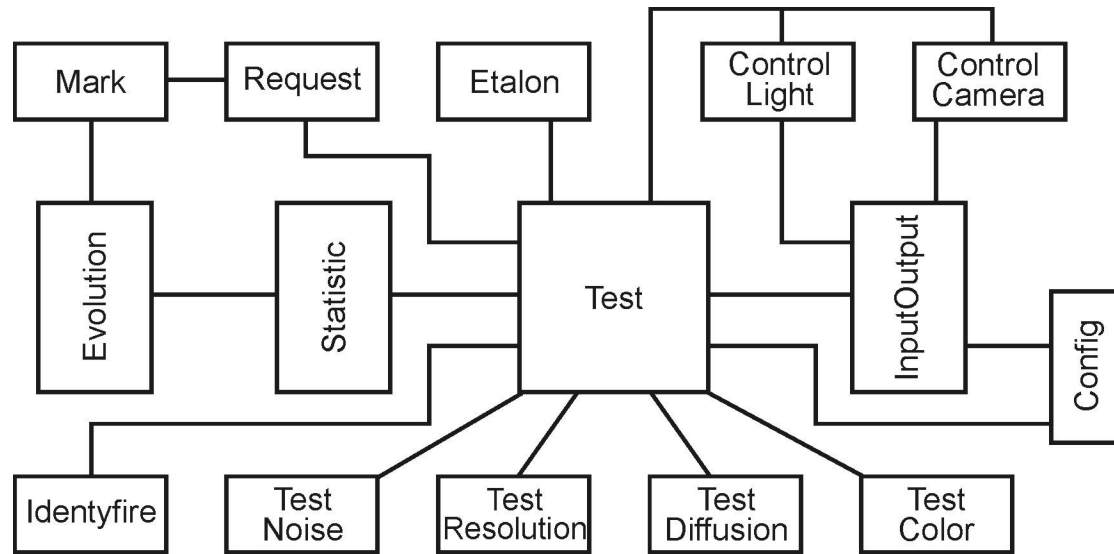
Якщо кольороспотоворення не виявляються, то $y_{\text{вим}}^k = y_{\text{э}}^k$.

Даний критерій оцінюється за функцією відповідності

$$X = \frac{\Delta y_{\text{max}}^k}{\Delta y^k} - 1$$

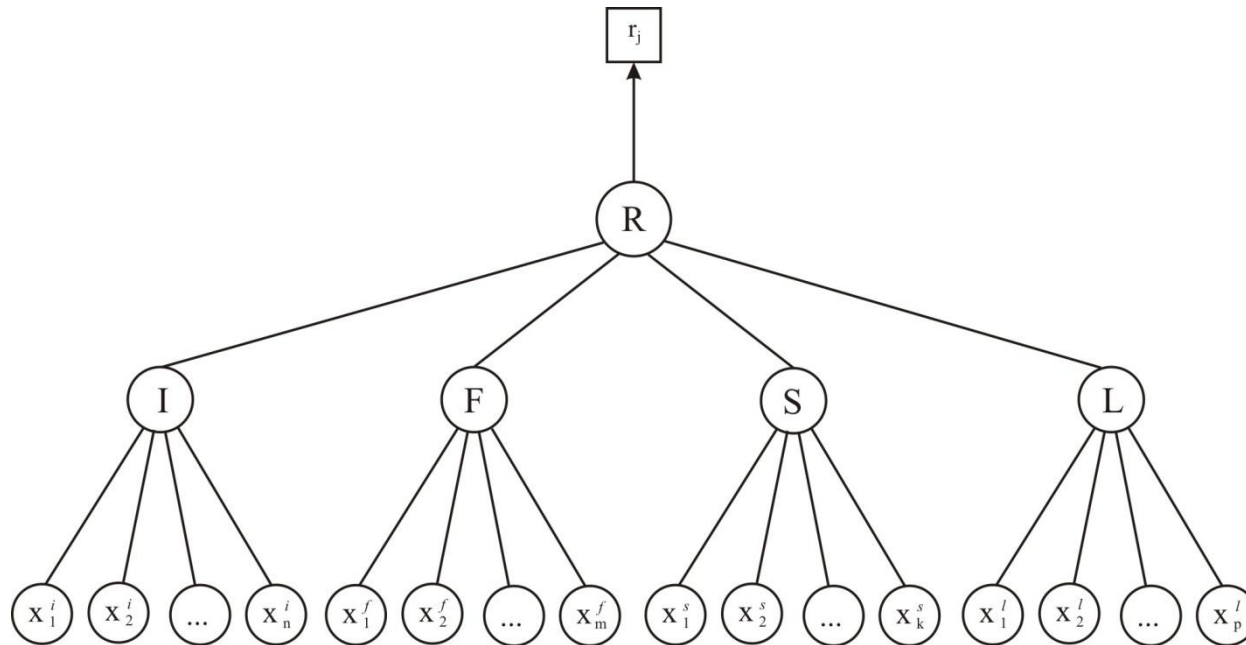
де - y_{max}^k задається з експертних оцінок.

Структура класів ПЗ оцінки якості фотокамер



В основі роботи системи лежить принцип порівняння введеного оцифрованого зображення з програмно синтезованим ідеальним еталоном. Визначення рівня шумів та спотворень виконується класом TEST з агрегованими класами TestColor, TestNoise, TestResolution, TestDiffusion та класом Etalon, де зберігаються синтезовані цифрові еталони. Тут же формуються повідомлення класам ControlLight та ControlCamera для зміни режимів освітлення та роботи фотокамери. Власне оцінювання відбувається в класі Identifyfire.

Дерево нечіткого логічного виведення частинного показника якості по критерію кольороспотворення



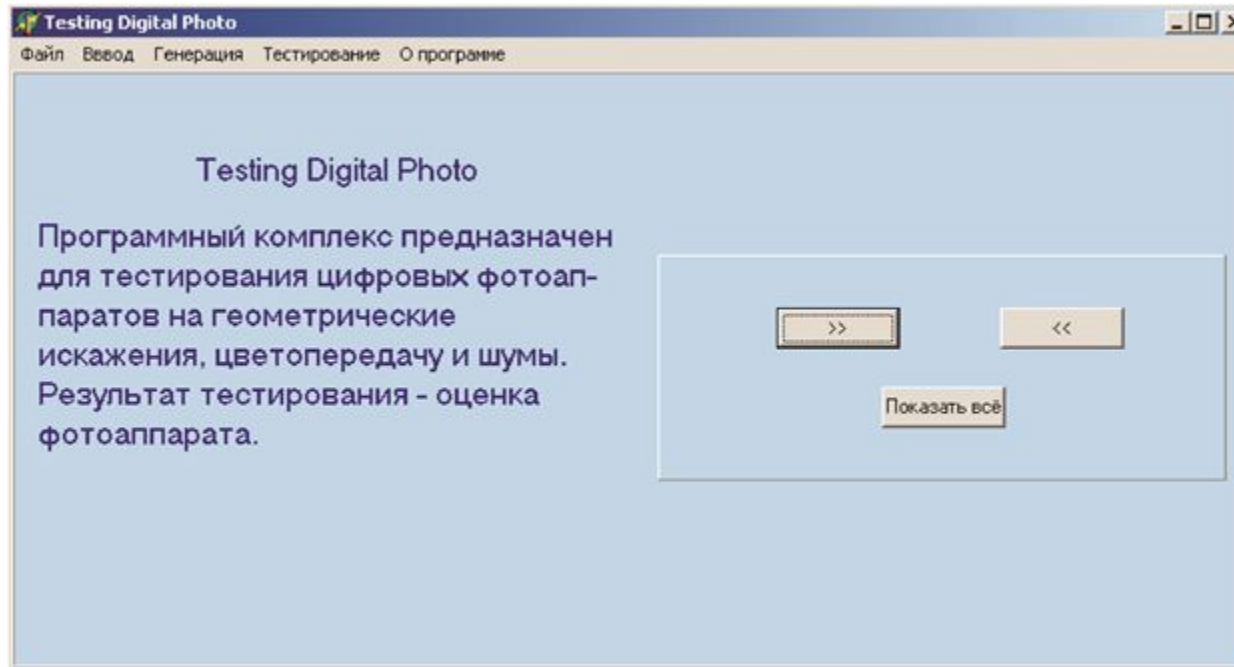
x_n^i – виміряні вхідні показники кольороспотворення в залежності від зміни режиму ISO (I)

x_m^f - виміряні вхідні показники кольороспотворення в залежності від зміни діафрагми (F)

x_k^s - виміряні вхідні показники кольороспотворення в залежності від зміни витримки (S)

x_p^l - виміряні вхідні показники кольороспотворення в залежності від інтенсивності зовнішнього освітлення (L)

Интерфейс программного модуля тестування



ВИСНОВКИ

Всі задачі, що поставлені в завданні на магістерську кваліфікаційну роботу, виконані в повному об'ємі, а саме:

- вибрано та обґрунтовано методологію оцінювання якості цифрових фотокамер;
- виконано математичне моделювання інформаційної технології оцінювання якості фотокамер;
- виконано математичне моделювання та формалізація ієрархічного процесу виведення узагальненого (інтегрованого) показника якості;
- виконано математичне моделювання вимірювання та оцінювання якості при аналізі кольоросптворення;
- спроектовано та реалізовано спрощений експериментальний програмний блок оцінювання кольоросптворення;
- проведено тестування програмного продукту та виконано аналіз отриманих результатів;
- в роботі також вирішено ряд економічних задач

Результати роботи відповідають поставленим задачам. Поставлена мета, а саме підвищення достовірності оцінки якості, досягнута за рахунок застосування на всіх стадіях виведення оцінки якості єдиного апарату нечіткої логіки і єдиної нечіткої продукційної бази знань..