

# Оброблення та розпізнавання маркіровки на зображеннях тепловиділяючих збірок

С.Г.Антощук, В.М.Крилов, М.В.Максимов

Одеський державний політехнічний університет

м. Одеса, пр. Шевченко 1. Факс (0482)600-83E-mail

Krylov@enf.opu.odessa.ua

Розроблено проблемно-орієнтований програмно-апаратний комплекс. Були вирішені питання попередньої обробки сигналів зображень ТВЗ, завадостійкої бінаризації зображень, виявлення характерного фрагменту з надписом, знижки рівня завад, поліпшення якості зображень, сегментації, нумування і класифікації символів.

## ВСТУП

У теперішній час на АЕС використовується система керування машинним перевантаженням (СКМП) для проведення ядерно-небезпечних робіт. Вона призначена для заміни тепловиділяючих збірок (ТВЗ). У відділенні перевантаження встановлена система промислового телебачення, за допомогою якої оператор ідентифікує номер ТВЗ і згідно з цим номером, перевантажує ТВЗ у суворо визначене місце. Для системи промислового телебачення характерний високий рівень як аддитивних, так і мультиплікативних завад.

Стомлення операторів перевантажувальної машини та високий рівень завад приводить до неправильної ідентифікації номера ТВЗ, що при проведенні ядерно-небезпечних робіт є неприпустимим. Так з'явилась необхідність створення автоматизованої системи читання номерів ТВЗ. До комплексу оброблення та розпізнавання маркіровки ставились такі вимоги: швидкодія (час

обробки кадру повинен не перевищувати 60 секунд), завадостійкість (система має бути працездатною при відношенні сигнал/завада 2 (за потужністю)), інваріантність до масштабу символів (ТВЗ можуть знаходитися на різній відстані від датчика), інваріантність до повороту (надпис нанесений на циліндричну поверхню ТВЗ), інваріантність до зсуву у полі зору.

## 1. СТРУКТУРА СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ

У даній роботі для вирішення цієї задачі використовувалось кореляційно-екстремальне розпізнавання у просторі рішень. З виходу телевізійного датчика зображення надходить на аналогово-цифровий перетворювач і у цифровому вигляді зберігається на час обробки у кадровому накопичувачі. Після цього відбувається виділення характерного фрагменту зображення, або фрагменту з надписом. Попередня обробка поліпшує якість зображення та зменшує вплив завад.

Далі продиться бінаризація зображень символів, яка значно скорочує об'єм відеоінформації, що обробляється. Бінаризоване зображення підлягає сегментації, маркіровочний надпис розподіляється на окремі символи. Потім вираховуються ознаки геометричної форми символів. По цих ознаках проводять класифікацію символів

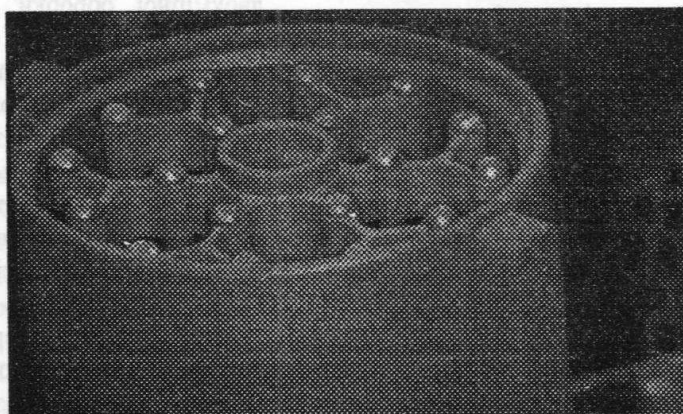


Рис. 1. Зображення тепловиділяючих збірок

Під характерним фрагментом розуміють фрагмент з надписом на зображенні ТВЗ. Використання операції виділення області маркування та характерного фрагменту дозволить значно зменшити об'єм інформації, яка оброблюється. Корисна інформація являє світле або темне зображення символів на сірому фоні. Існуючі методи фрагментації зображень недієздатні при робочому діапазоні відношення сигнал/завада 2-5 (по потужності) розроблюємої системи розпізнавання символів [1-4]. Аналіз зображень, які обробляються, показав, що взаємне положення області маркування та верхньої частини головки циліндру міцно зв'язані. Тому доцільно на зображенні ТВЗ виділити цю висококонтрастну деталь та, використовуючи одержані відомості про її координати і априорні відомості про взаємне положення цієї деталі та надпису, визначити орієнтовно область, де зходиться маркування (область маркування). Потім область маркування можна звзяти та отримати з неї фрагмент с надписом (характерний фрагмент). Для виділення на зображенні ТВЗ верхньої частини головки циліндру достатньо використовувати бінаризоване зображення ТВЗ. Через високий рівень адитивних завод виникають значні викривини, тому використовувалась заводстійка бінаризація зображень, розроблена авторами [5,6].

Об'єм області маркування менший, ніж об'єм зображень ТВЗ в 10-15 разів. Однак цей об'єм ще можна зменшити при подальшій обробці - виділенні характерного фрагменту. Для цього проводиться бінаризація цієї області. Характерний фрагмент являє собою кластер значущих пікселей. Границі цього кластеру визначають характерний фрагмент. В результаті такої обробки вдалося знизити об'єм відеоінформації, яка обробляється, в 20-30 разів та побудувати сприятливі умови для наступного розпізнавання у реальному масштабі часу[5].

## 2. ПОПЕРЕДНЯ ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ

Зображення об'єкту, як відомо, формується з двох мультиплікативних компонент. Компонента  $I_0(x, y)$  визначається нерівномірністю освітлення. Компонента  $R(x, y)$  - це корисний сигнал, що визначається відбивною здібністю об'єкту. Таким чином

$$I(x, y) = I_0(x, y) \cdot R(x, y),$$

де  $x, y$  - просторові координати пікселей зображення,  $I$  - інтенсивність сигналу зображення.

Компонента  $I_0(x, y)$  утворюється із низькочастотних просторових складників. Компонента  $R(x, y)$  багата деталями та знаходиться в області більш високих просторових частот. В зображеннях, які обробляються рівень мультиплікативної завади дуже високий, що

відбувається через нерівномірне освітлення зображень ТВЗ.

Перспективним методом поліпшення якості зображень і усунення мультиплікативної завади є просторове автоматичне регулювання підсилювання (ПАРП). На вхід регулюючого елемента (РЕ) поступає рядок зображення. Коефіцієнт підсилювання РЕ змінюється у відповідності зі значеннями керуючої напруги. Опорне значення інтенсивності визначалось як головний максимум гістограми характерного фрагменту. Пристрій усереднення (ПУ) визначає середнє значення інтенсивності в околі пікселя, що оброблюється. Так як об'єм околу вибирається набагато більше за товщину символа, на виході ПУ буде локальна оцінка фону. У відповідності з різницею між локальною і глобальною оцінками фону буде відбуватися зміна коефіцієнту підсилювання РЕ. В результаті фон в кожному локальному фрагменті буде прямувати до головного максимуму варіаційного ряду зображення (до глобальної оцінки фону). Дослідження реальних сигналів дозволяє усунути в процесі обробки завади типу "світло-чорна" або "біла" пляма). Для цього нами використовується операція рангового зрізу для всіх об'єктів, які по яскравості перевищують раніше визначений динамічний діапазон символів, що виділяються.

## 3. БІНАРИЗАЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ

Заводстійка бінаризація зображень проводилась на базі групової узгодженої обробки в просторі перетворення Гільберта. Для підвищення швидкодії здійснено перехід від "плаваючої" обробки до групової. Існуючі методи і алгоритми для виділення контурів використовують "плаваючу" обробку, тобто після обробки поточного фрагменту відбувається зсув на 1 піксель та обробка повторюється. В даній роботі відбувається зсув на один фрагмент, що дозволяє підвищити швидкодію не менш, ніж в 4 рази. Замість традиційної двохмірної обробки здійснюється одомірна по рядках, що також дозволяє значно підвищити продуктивність операції виділення контурів. Об'єм фрагмента був вибраний виходячи з вимог до розрізняювальної здатності, заводстійкості, швидкодії і результатів досліджень зорового аналізатору, та дорівнює 4. Для підвищення розрізняювальної здатності необхідно підкреслити перепад інтенсивності. При підкресленні контурів використовувалось пофрагментне дискретне перетворення Гільберта (ДПГ), тому що воно достатньо ефективно підкреслює контури, має високу у порівнянні з операцією диференціювання заводстійкість, не змінює дисперсію шуму, зближує ідеальний і затягнений перепади. Пофрагментне

ДПГ інтерпретуємо як лінійну неказуальну згортку фрагменту, що оброблюється з матрицею

$$H_D = \begin{pmatrix} -2^m & -2^0 & -2^{-1} & -2^{-2} \\ 2^0 & -2^m & -2^0 & -2^{-1} \\ 2^{-1} & 2^0 & 2^m & -2^0 \\ 2^{-2} & 2^{-1} & 2^0 & 2^m \end{pmatrix},$$

де  $m=6$ .

Для підвищення завадостійкості операції виділення контурів використовувались методи теорії статистичних рішень і узгодженої фільтрації. Для фрагменту об'ємом  $n=4$  можливі наступні варіанти форми перепаду інтенсивності:

$$S_1 = \{0001\}; S_2 = \{0011\}; S_3 = \{0111\}; S_4 = \{1000\}; \\ S_4 = \{1000\}; S_5 = \{1100\}; S_6 = \{1110\}; S_0 = \{0000\}.$$

Моделі еталонних фрагментів рядка зображення визначаються таким чином

$$I = a_0 + a_1 S_k, k = 1, \dots, 8,$$

де  $a_0$  - рівень фону;  $S_k$  - еталонний сигнал;  $a_1$  - коефіцієнт. Оцінка параметрів здійснюється за критерієм найменшої середньоквадратичної похибки, що приводить до виразу

$$\hat{a}_0 E_1 + \hat{a}_1 E_{1s_k} = Z_k;$$

$$\hat{a}_0 E_{1s_k} + \hat{a}_1 E_{s_k} = Z_1$$

Тут  $E_1$  - енергія одиничної функції в просторі ДПГ,  $E_{s_k}$  - енергія сигналу  $S_k$  в просторі ДПГ,  $\hat{\eta}$  - ДПГ одиничної функції;

$$Z_1 = \sum_{i=1}^n \hat{\eta}(i) I_2(i); Z_k = \sum_{i=1}^n \hat{S}_k(i) I_2(i); E_1 = \\ = \sum_{i=1}^n \hat{\eta}^2(i); E_{1s_k} = \sum_{i=1}^n \hat{\eta}(i) \hat{S}_k(i); E_{s_k} = \sum_{i=1}^n \hat{S}_k^2(i).$$

Вирішувальне правило при цьому має вигляд:

$$\hat{a}_0 Z_1 + \hat{a}_1 Z_k > \frac{\hat{a}_0^2}{2} E_1 + \frac{\hat{a}_1^2}{2} E_{s_k} + \hat{a}_0 \hat{a}_1 E_{1s_k}$$

Правило вибору рішення:

$$D_k(a_1, a_0) \geq \max\{\hat{a}_1 Z_i + \hat{a}_0 Z_1 - \Pi_i > 0\},$$

$$k = [1, 8], i \in [1, 8],$$

де  $D_k(a_1, a_0)$  - рішення про наявність на вході сигналу  $a_1 S_k$  з фоном  $a_0$ .

Дія флуктуаційної завади приводить до появи збійних пікселів в бінаризованому зображенні. Медіанна фільтрація є найбільш ефективним методом боротьби з такою завадою і полягає в заміні інтенсивності пікселя, що оброблюється, медіанним значенням варіаційного ряду в околі цього елемента. При реалізації медіанної фільтрації в просторі рішень відпадає необхідність в побудові варіаційного ряду, що складає основний об'єм обчислювальних витрат. Виявляється достатнім додавати члени ковзаючого вікна і перевіряти умови

$$I_i = \begin{cases} 1, & \sum_{i=1}^{N_s} I_i > \frac{N_s}{2} \\ 0, & \sum_{i=1}^{N_s} I_i < \frac{N_s}{2} \end{cases}$$

Тут  $N_s$  - об'єм околу пікселя, який оброблюється. В результаті експериментів в ролі околу було вибрано вікно  $[3 \times 3]$ . Результати обробки характерного фрагменту зображення ТВЗ з медіанною обробкою в просторі рішень приведені на рис.2.

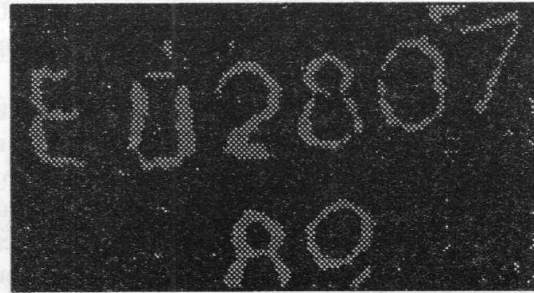


Рис.2. Бінаризований характерний фрагмент

#### 4. СЕГМЕНТАЦІЯ СИМВОЛІВ

Розроблено також метод сегментації символів за допомогою кореляційної функції в просторі рішень. Метою сегментації є виділення зображень окремих символів зображення. Це дозволяє докорінно скоротити об'єм інформації, що обробляється, і зменшити обчислювальні витрати, на класифікацію символів. При кореляційному методі сегментації здійснюється плоскопаралельне зміщення маски по зображенню, що обробляється та підрахунок пікселів, що співпадають. Взаємне положення маски і символу, для якого кількість таких збігів максимальне, приймається за реальне положення символу, який треба розпізнати. В околицях максимуму відбувається адаптація розмірів маски до розміру символу, який оброблюється. За результатами адаптації проводиться обчислення розмірів нормалізованого сегменту. Ці розміри визначаються як медіанні значення висоти та ширини всіх сегментів. Завершальним етапом є "вписування" зображення символу у нормалізований сегмент. Результати сегментації бінаризованого характерного фрагменту приведені на рис.3

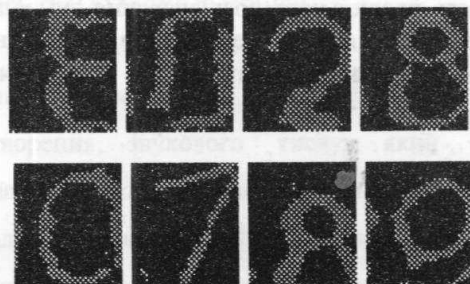


Рис.3. Результати сегментації

## 5. КЛАСИФІКАЦІЯ СИМВОЛІВ

У ролі базового метода класифікації був вибраний статистичний метод стохастичної геометрії. Цей метод має цілий ряд корисних для вирішення цієї задачі властивостей:

- результат розпізнавання не залежить від кута повороту і зміщення об'єкту в полі зору;
- метод стійкий до локальних дефектів зображень об'єктів (невеликі розриви, зернистість фону);
- відносно невеликі обчислювальні витрати.

Вади методу - залежність від масштабу зображень символів та від розмірів виділеного сегменту.

Процес розпізнавання починається зі сканування зображення об'єктів. Вибрано сканування випадково орієнтованими і випадково розташованими в полі зображення відрізками прямої фіксованої довжини. В ролі ознак форми використовується кількість одно-, дво- і трьохразових перетинів відрізка прямої с символом. Для того, щоб забезпечити інваріантність методу до зміни масштабу, вирішено застосовувати нормовані довжини скануючого відрізка в відповідності з розмірами сегменту. Ця довжина визначалась як середнє геометричне лінійних розмірів сегменту.

Геометричні розміри сегментів можуть змінюватись в межах одного надпису внаслідок впливу завад, кривизни циліндричної поверхні ТВЗ і геометричних характеристик конкретного символу. Для того, щоб усунути залежність довжини скануючого відрізка від характеристик сегменту, запропоновано використовувати нормалізовані розміри сегменту.

Для підвищення завадостійкості вектора ознак запропоновано проводити медіанну обробку в просторі рішень в напрямку відрізка сканування. В цьому випадку вдається усунути вплив одиничних збійних пікселів на вектор ознак. Об'єм околу для медіанної фільтрації було вибрано за результатами машинних експериментів (3x3). При більших об'ємах околу знижується розрізнявальна здатність методу.

В ролі інтегрального критерію для оцінки завадостійкості системи розпізнавання символів була використана ймовірність ложної тривоги і ймовірність правильного розпізнавання символів. В ході машинного експерименту були оброблені 50 зображень ТВЗ, які включають в себе більш ніж 400

символів. Під ложної тривоги розумілась ймовірність розпізнавання завади як символу.

Ймовірність правильного розпізнавання у робочому діапазоні відношень сигнал/завада не менш ніж 0,96 при ймовірності ложної тривоги не більш ніж 0,002.

При класифікації символів надпису, крім результатів додаткового сканування для пар символів 6 и 9, 2 и 5, слід використовувати інформацію про положення символів в надпису. Так, наприклад, в надпису на ТВЗ на третій позиції може бути тільки цифра. Ця інформація допоможе підвищити ймовірність правильного розпізнавання при наявності в цій позиції цифри 0 (в окремому випадку вона може бути схожа на букву Д). Крім того, в банку даних є лічена кількість варіантів маркіровки ТВЗ. Вибираючи з нього найбільш до розпізнаного надпису, можна довести ймовірність правильного розпізнавання практично до 1.

## ВИСНОВКИ

На базі єдиного методу розроблені проблемно-орієнтовані програмно-апаратні комплекси, що забезпечують попередню обробку сигналів зображень, зниження рівня завад, поліпшення якості зображень, зниження зайвності зображень, визначення ознак форми, мінімізацію ознакового простору і класифікацію об'єктів розпізнавання.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов Б.В., Курганов В.Д., Злобин В.К. *Распознавание и цифровая обработка изображений*. - М.: Высшая школа, 1983. - 256 с.
2. Розенфельд А. *Машинное зрение: Основные принципы* // ТИИЭР. Т.76. - 1988. - №8. - С.10-17.
3. Горелик А.А., Скрипкин В.А. *Методы распознавания*. - М.: Высш. школа, 1989. - 232 с.
4. *Распознавание, классификация, прогноз*. Ежегодник. Вып.2. - М.: Наука, 1989. - 301 с.
5. Крылов В.Н., Максимов М.В. *Вторичные преобразователи сигналов изображений*. - Одесса, Астропринт, 1997. - 176 с.
6. Крылов В.Н., Максимов М.В. *Помехоустойчивая бинаризация изображений методом групповой согласованной обработки*. - Межвузовский журнал "Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы." - Херсон, 1998, №1. - С.52-58.

# СИСТЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ ТОНАЛЬНИХ СИГНАЛІВ СЕРЦЯ ЛЮДИНИ

*Ярослав Драган, Богдан Яворський, Галина Осухівська*

Кафедра біомедичних систем,

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя,

вул. Руська 56, м.Тернопіль, Україна, 282001

Тел.: +(0352) 22-4133

Факс: + (0352) 25-4983

E-mail:yavorsky@politech.ternopil.ua

Описано систему відбору і дослідження тональних сигналів серця людини. Наведено інваріанти тонів, отриманих за допомогою поданої системи, що дозволяє ефективніше оцінювати стан серцевої діяльності людини.

## ВСТУП

Стан роботи серця оцінюють за сигналами, які можна відібрати різними методами. Кожен з цих видів сигналів (викликані потенціали, пружні коливання, звук, ультразвук та ін.) несе інформацію про стан тої чи іншої структури серця. Особливий інтерес викликають акустичні (тональні) сигнали, які поки що мало досліджуються з тієї причини, що необхідні відповідна апаратура і модель, які б враховували всі специфічні характеристики сигналу.

Тони серця – це коливання, які лежать в смузі частот до 100-150 Гц. Реєструють тони серця за допомогою фонокардіографії (ФКГ), яка дає інформацію про звукові явища, що супроводжують відкриття і закриття клапанів.

Детальна оцінка тональних сигналів вимагає візуалізації, для якої необхідно вибрати фінітні, інваріантні характеристики, такими для певних класів сигналів є спектральні. Саме тому спектральна фонокардіографія (СпФКГ) є інформативнішою. За допомогою СпФКГ лікарі оцінюють наявність високочастотних складових в тому чи іншому серцевому тоні. Але для ранньої діагностики таких відомостей недостатньо. В такому разі для розв'язання поставленої проблеми виникає необхідність створення системи досліджень, за допомогою якої можлива була б рання діагностика захворювань клапанів серця людини.

## 1. ВІДБІР ТОНАЛЬНИХ СИГНАЛІВ СЕРЦЯ ЛЮДИНИ

Для відбору тонального сигналу серця використано стандартні методи.

Для зняття тональних сигналів серця використано мікрофон МФ-І призначений для перетворення звукового тиску, який створює коливання стінки грудної клітки в електричний сигнал і фонокардіографічний блок підсилювача. Фонокардіографічний канал призначений для

підсилення електричного сигналу, який відповідає тонам і шумам серця, які перетворюються фономікрофоном в електричний сигнал.

Система відбору фонокардіографічного сигналу (тонів серця) має вигляд: 1) мікрофон МФ-І; 2) блок підсилювача фонокардіографічний; 3) АЦП звукового сигналу; 4) ЕОМ. На рис. 1. показана функціональна схема відбору тонального сигналу, а на рис. 2. - блок-схема дослідження таких сигналів.

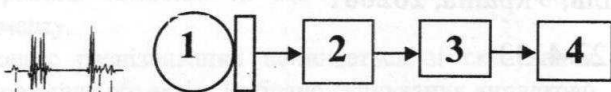


Рис.1. Функціональна схема відбору тонів серця людини:

- 1 - мікрофон;
- 2 - фонокардіографічний підсилювач;
- 3 - аналогово-цифровий перетворювач (АЦП);
- 4 - електронно-обчислювальна машина (ЕОМ).

## 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТОНІВ СЕРЦЯ ЛЮДИНИ

Спектри тонів мають характерне розміщення зі стабільними, вузькими тональними смугами, які розподілені в широкій смузі частот. В діапазонах частот спектрів практичних сигналів з врахуванням реального часу спектральний аналіз реалізують використанням засобів цифрової обчислювальної техніки.

Тон як звуковий сигнал є періодичним і випадковим. Виходячи з фізичної природи породження, його можна вважати періодично нестационарним зі скінченною за період корельованості середньою потужністю. Тому він відноситься до класу  $\pi$ . Для опису такого сигналу використаємо модель у вигляді періодично корельованого випадкового процесу (ПКВП) [1-4].

Розглянувши спектри окремо кожного тону сигналу по всій вибірці помітно деяку мінливість.

Серед наявної мінливості потрібно виявити закономірності і знайти інваріантні ознаки.

Виникає перша задача - аналіз тонів за їх виглядом. Це можна зробити за допомогою Фур'є-обробки. При розгляді спектру тонального сигналу добре видно розподіл частот і максимальної енергії сигналу, що дає інформацію про наявність того чи іншого відхилення в структурі серця.

Математичним апаратом для розв'язку таких задач використано спектрально-кореляційну теорію випадкових процесів.

Моделлю ритмічних сигналів (коливань зі стохастичною повторюваністю), до яких відносяться і тональні, служить ПКВП  $\xi(t)$ , математичне

сподівання якого  $m(t) = E\xi(t)$  і кореляційна

функція  $r(t,s) = E\dot{\xi}(t)\dot{\xi}(s)$ , де

$\dot{\xi}(t) = \xi(t) - m(t)$ , є періодичними функціями часу з періодом  $T$ , який називають періодом корельованості.

Коли ПКВП класу  $\pi$  трактувати як гармонізовний (має гармонічний розклад зі скінченною сумарною дисперсією його складових гармонік), то з означення класу  $\pi^T$  виходить, що корельованими з даною гармонікою будуть виключно гармоніки, частоти яких творять арифметичну прогресію з першим елементом  $\lambda$  і з

різницею  $\frac{2\pi}{T}$ , тобто гармоніки частот вигляду

$$\mu = \lambda + j\frac{2\pi}{T}, j \in Z, \text{ або інакше спектральна}$$

біміра цього процесу зосереджена на множині прямих паралельних до бісектриси 1-3 квадрантів площини і таких, що перетинають осі координат у

точках  $j\frac{2\pi}{T}, j \in Z$ . А це показує, що сукупність

ідеальних смугових фільтрів  $\{\Phi_k^\Lambda, k \in Z\}$  із

смугами пропускання  $\left[ \left( k - \frac{1}{2} \right) \Lambda, \left( k + \frac{1}{2} \right) \Lambda \right)$

розбиває ПКВП на модульовані частотами  $k\Lambda$  вузькосмугові (з фінітним, зосередженим на

відрезках  $\left[ \left( k - \frac{1}{2} \right) \Lambda, \left( k + \frac{1}{2} \right) \Lambda \right)$  спектром)

стаціонарні та стаціонарно пов'язані випадкові процеси, які творять векторний процес стаціонарних з фінітним спектром компонент ПКВП.

Оцінки спектральних характеристик отримують методом фільтрації.

Оцінка компонента для математичного сподівання:

$$\hat{m}_k = \int_{-\theta}^{\theta} \frac{1}{2\theta} \left\{ \left( \Phi_k^\Lambda \xi \right) (t) \right\} e^{-ik\Lambda t} dt,$$

де  $k \in Z$ ;  $\theta$  - довжина відрізка реалізації.

Відповідно оцінка для симетричного кореляційного компонента:

$$\hat{D}_{kj}(u) = \int_{-\theta}^{\theta} \frac{1}{2\theta} \left\{ e^{-i\Lambda(j-k)t} \left( \Phi_k^\Lambda \xi \right) (t+u) \overline{\left( \Phi_k^\Lambda \xi \right) (t)} e^{-ik\Lambda u} \right\} dt,$$

де  $u = t - s$ .

Оцінки характеристик ПКВП фільтровим методом в такому випадку будуть для кореляційної функції:

$$\hat{r}_\xi^{(\theta)}(t, s) = \sum_{k=1, N} \hat{D}_{kj}(t-s) e^{-i\Lambda(kt-js)};$$

і для математичного сподівання:

$$\hat{m}_\xi^{(\theta)}(t) = \sum_{k=1, N} \hat{m}_k e^{-ik\Lambda t},$$

де оцінка для симетричного кореляційного компонента буде з імовірністю 1 незсунутою

оцінкою елемента кореляційної матриці стаціонарних компонент з фінітним спектром ПКВП, а оцінка компонент матсподівання є оцінками матсподівань стаціонарних компонент.

При багатоканальній обробці сигналу при крутих фронтах амплітудно-частотної характеристики в реальному масштабі часу використовують рекурсивні цифрові фільтри [5,6].

Для реалізації гребінки смугових фільтрів використовуються наступні структурні одиниці: а) ланка; б) смуговий фільтр; в) гребінка смугових фільтрів. Смуговий фільтр реалізується за допомогою ланок з різними значеннями коефіцієнтів. Гребінки часових фільтрів реалізуються за допомогою смугового фільтра при різних значеннях наборів коефіцієнтів. Таке розв'язання задачі дозволяє ефективно використовувати можливості цифрової обробки сигналів при мінімумі обладнання.

Добре відомим методом розрахунку цифрових фільтрів є метод білінійного перетворення. Його перевага - розрахунок цифрового фільтра можна провести за заданим фільтром-прототипом [6].

Отже, першим основним етапом дослідження сигналу є відбір кожного тону окремо, який здійснюється на ЕОМ за допомогою спеціально створеної для цієї мети програми. Для визначення смуг локалізації створюють математичну модель у вигляді періодично корельованого випадкового процесу [2-4] і визначають статистичні характеристики досліджуваного сигналу за допомогою фільтрового методу [2].

Для отримання інваріантів пропускають отриманий спектр сигналу через гребінку вузькосмугових цифрових фільтрів і візуалізують результат на дисплеї ЕОМ. Практично інваріанти отримаємо за допомогою рекурсивного алгоритму цифрової фільтрації [5,6]. Наступний і завершальний етап - візуалізація результатів на екран.

Блок-схема дослідження тональних сигналів серця людини показана на рис.2.



Рис.2. Блок-схема дослідження тонального сигналу.

Згідно з описаною методикою отримані інваріанти тонального сигналу, які зображені на рис.3.

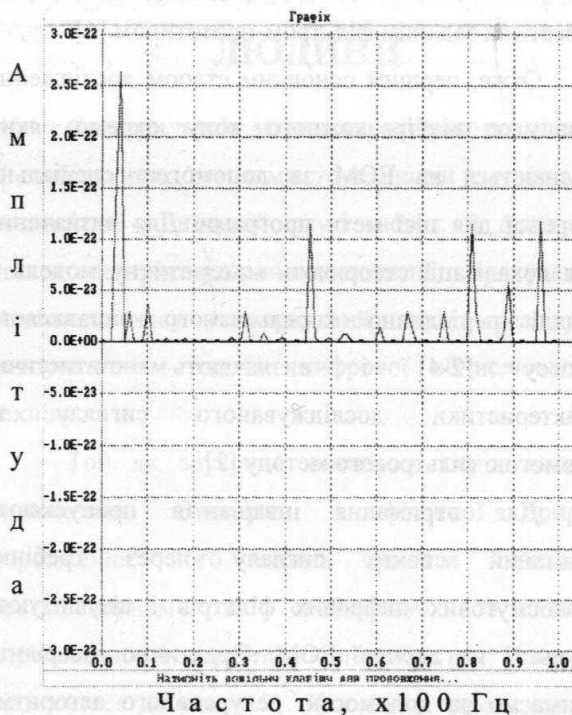


Рис.3. Інваріанти тонального сигналу.

## ВИСНОВКИ

Для отримання інваріантів за поданою методикою затрачається час на зняття сигналу і комп'ютерну обробку. Час, який використовує лікар для розшифрування фонокардіограми, в основному залежить від ступеня його кваліфікації і досвіду, тому що при цьому необхідно враховувати багато різноманітних варіантів фонокардіограм і зміст різних її ділянок.

Запропонована система досліджень, яка використовує формалізовані і автоматизовані процедури дозволяє прискорити оцінювання стану серця.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Драган Я.П. *Модели сигналов в линейных системах*. -Киев: Наукова думка. -1972. -302с.
2. Драган Я.П. *Енергетична теорія лінійних моделей стохастичних сигналів*. -Львів: Центр стратегічних досліджень еко-біо-технічних систем. -1997. -361с.
3. Драган Я.П. *Свойства отсчетов периодически коррелированных случайных процессов*.//Отбор и передача информации. -1972. -№33. -С.9-12.
4. Драган Я.П., Рожков В.А., Яворский И.Н. *Методы вероятностного анализа ритмики океанологических процессов*. -Ленинград: Гидрометеиздат. -1987. -319с.
5. Осухівська Г.М. *Вибір фільтру для статистичного аналізу тональних сигналів*.//Праці ІІІ всеукр. міжн. конф. «УкрОБРАЗ'96». -Київ. -1996. -С.220-222.
6. Яворский Б.И., Олексий Б.Б., Демченко В.Е. *Имитационная модель цифровых рекурсивных полосовых фильтров*.//Исследование в области измерения параметров пространственных полей. -Львов: Изд-во ВНИИМИУС. -1985. -С.14-21.



# ІМІТАЦІЯ АКУСТИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ПІДВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ: КОНЦЕПЦІЯ, ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

В.Ф. Миргород

Одеський державний політехнічний університет, Україна, 270044, м. Одеса,  
пр. Шевченка, 1; Тел. 380 482 288-847, Факс 380 482 250-104, Електрона пошта:  
Kostrova @ ospu. odessa. ua

В межах досліджень акустичних зображень, результати яких, викладаються обґрунтовано положення концепції їх імітації та запропоновано метод одержання функцій розсіювання. Експериментально підтверджена необхідність та можливість реконструкції фазового розподілення акустичної сигнатури за допомогою напівнатурного масштабного моделювання.

## ВСТУП

Акустичні зображення (АЗ), як об'єкт дослідження, методи їх формування та обробки, становлять самостійний напрям в загальній проблематиці обробки просторових сигналів та полів внаслідок як особливостей їх фізичної природи, так і певної специфіки області застосування.

Класифікація АЗ та їх імітація є дуальними проблемами у вказаному напрямі досліджень, причому проблема імітації має більш змістовний та загальний характер, оскільки по необхідності має сенс імітувати тільки такі структурні особливості АЗ, які формують впізнаваний образ об'єкта (звісно при вибраній статистиці прийняття рішень).

Невпинне зростання розподільчої спроможності акустичних зондуючих сигналів створює можливості аналізу просторового розподілу вторинного поля об'єктів, внаслідок чого проблема імітації АЗ є актуальною, а її вирішення необхідним і технічно підготовленим.

## 1. КОНЦЕПЦІЯ ІМІТАЦІЇ

Відомі пристрої імітації, кількість тільки типів яких вже налічує десятки, засновані на концепції імітації енергетики ехосигналів. Їх загальною вадою є принципова неможливість формування саме АЗ (спроби імітації просторового розподілу об'єктів, як деякого приближення АЗ, реалізовано лише в пристрої ADMATT (USA)). Для вирішення класифікаційних задач така концепція імітації очевидно невірогідна.

Детальний аналіз відомих технічних рішень та досліджень у суміжних областях (когерентні оптичні та радіолокаційні зображення), а також проведений

комплекс теоретичних та експериментальних досліджень дозволили сформуванню технічні вимоги до перспективних засобів імітації АЗ та запропонувати концепцію вирішення вказаної проблеми стосовно гідроакустики. Така концепція ґрунтується на наступних положеннях:

По-перше, належить імітувати заздалегідь одержаний мінімально необхідний комплекс характеристик об'єкту, формуючих його впізнаваний образ: sharge.

По-друге, імітується зображення, яке не є аналогом оптичного, а саме ті особливості, які його відрізняють: впорядкована структура «блискучих точок». В оптичних зображеннях різкі зміни контрасту відповідають контуру об'єкту, імітації якого інколи достатньо для впізнаваності. Для АЗ аналогічні зміни інтенсивності відповідають явищу інтерференції «блискучих точок», структурне розположення яких також формує впізнаваний образ.

По-третє, імітується зображення «таким, як воно є», без урахування впливу середовища розповсюдження, а як результат взаємодії зафіксованого в даному циклі зондування конкретного сигналу зі заздалегідь визначеною та препарованою функцією розсіювання (ФР) типового об'єкту.

Нарешті, саме поняття «зображення» зумовлює просторову розподільність об'єкту імітації. Відповідність просторових масштабів реального та імітованого АЗ є однією з необхідних умов вірогідної імітації.

## 2. ФІЗИЧНІ ТА МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ

Центральним питанням імітації АЗ є одержання для типових об'єктів ФР з необхідною мірою деталізації. Акустичні зондуючі коливання мають високу когерентність, а їх відносний просторовий масштаб відповідає Кіргофському розсіюванню. Тому ФР, як правило, розпадаються на впорядковану сукупність  $\delta$ -подібних функцій (так звані «блискучі точки», відблиски). Відоме трактування такої сукупності як хаотичної (моделі Делано, Ольшевського, спекл-структури [1-3]) дозволяє статистично об'єднати поля «блискучих точок» та

використати апробовані методи обробки, але на жаль не відповідає дійсності. Згідно експериментальним даним вторинне акустичне поле підводних об'єктів в дійсності формується відносно невеликою кількістю (одиниці-десятки) локальних областей відображення, які є охрестям Френеля точок стаціонарної фази, що створюють впорядковану сукупність відносно нечисленних віртуальних джерел вторинних (відбитих) акустичних коливань. Об'єднання полів таких джерел можливо тільки з урахуванням фазового розподілення, результатом якого є явище інтерференції як суттєвої особливості АЗ. Урахування фазового розподілення та кутової залежності приводять до математичної моделі ФР в вигляді:

$$h(\tau, q) = \sum_{n=1}^{N(q)} a_n(q) \delta[\tau - \tau_n(q)] \quad (1)$$

де  $a_n = a_n(q) \exp[j\varphi_n(q)]$ ,

$N(q)$  - кількість розподіляємих «блискучих точок»,

$\tau_n(q)$  - відносна затримка,

$a_n(q), \varphi_n(q)$  - амплітудне та фазове розподілення,

$q$  - ракурс об'єкту.

### 3. МЕТОД РЕКОНСТРУКЦІЇ ФР

Найкращим засобом одержання ФР міг би бути прямий натурний експеримент, але на жаль існують значні технічні та інструментальні труднощі для його проведення. Розрахунок елементів ФР методом математичного моделювання можливий тільки для відносно простих об'єктів, поверхня яких не має зламів, кутів, ребер. Тому для вирішення задачі реконструкції ФР розроблено комбінований метод напівнатурного масштабного моделювання, який є певним компромісом між експериментальним та теоретико-розрахунковим методами, та базується на експериментальних вимірюваннях в гідроакустичному басейні (ГАБ) за допомогою моделі типового об'єкту, що повністю відтворює особливості його зовнішньої поверхні.

Первинними даними для запропонованого методу є результати вимірювань амплітудно-просторового розподілення «блискучих точок» та інтегральна амплітуда ФР для різних кутів зору. Це досить відома задача і її рішення не викликає труднощів[3]. Додатково проводяться вимірювання фронтів ехо-сигналу як реакції на просування переднього фронту імпульсу зондування вздовж об'єкту, тобто послідовні амплітуди результатів часткової інтерференції «блискучих точок» (амплітуди часткових векторних сум) в вигляді:

$$\left\{ \begin{aligned} a_{S1} e^{j\varphi_{S1}} &= a_1 e^{j\varphi_1}, \\ a_{S2} e^{j\varphi_{S2}} &= a_1 e^{j\varphi_1} + a_2 e^{j\varphi_2}, \\ a_{S2} e^{j\varphi_{S2}} &= a_1 e^{j\varphi_1} + a_2 e^{j\varphi_2} + a_3 e^{j\varphi_3}, \\ &\vdots \\ a_{SN} e^{j\varphi_{SN}} &= \sum_{n=1}^L a_n e^{j\varphi_n}. \end{aligned} \right.$$

В зв'язку з невизначеністю  $\varphi_{SK}$  ця система загалом має  $2^{N-1}$  рішень відносно невідомих  $\varphi_K$ , але більшість з них можуть бути виключено за спеціальним алгоритмом обробки ехо-сигналів.

Після розрахунку фазового розподілення порівнювались (за допомогою кореляційного та середньоквадратичного критеріїв) експериментальні записи ехо-сигналів для різних ракурсів та зондуючих сигналів та розрахунки сигналів в відповідних умовах.

### ВИСНОВКИ

Прикладне значення проблем формування, обробки та імітації АЗ потребують розробки сукупності теоретичних та експериментальних методів їх дослідження, які б відповідали особливостям вторинних акустичних полів підводних об'єктів зондування.

Концепція імітації АЗ, що враховує ріст інтелектуальних можливостей апаратури зондування та розширення прикладних застосувань, повинна базуватися на відтворенні детальної структури ФР, її просторово-часових масштабів, не тільки енергетичних, а також фазових співвідношень.

Для одержання ФР об'єктів з метою наступної імітації їх АЗ найбільш доцільно використовувати напівнатурне масштабне моделювання в ГАБ, доповнене запропонованим методом реконструкції фазового розподілення. Одержані для типових об'єктів ФР дають вичерпну інформацію про їх вторинне поле, оскільки дозволяють розрахувати (або сформувати) таке поле для зондуючого сигналу довільного вигляду.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Акустика океану/ Під ред. Л.М. Бреховських.- М. : Наука, 1974. - 696 с.
2. Е.І. Качанов та ін. Методи та засоби гідроакустичної голографії. - Л. : Суднобудівництво, 1989.- 256 с.
3. Е.А. Штагер. - Розсіювання радіохвиль на тілах складної форми. - М. : Радіо та зв'язок, 1986. - 184 с.

# IMAGE PROCESSING IN THE NEW GENERATION OF SECURITY SYSTEMS

*lecturer eng. Iulian I. Corduneanu*

University "Stefan cel Mare" Suceava – Romania

str. Universitatii, 1, Suceava, Romania

e-mail: [tehnocrat@assist.cccis.ro](mailto:tehnocrat@assist.cccis.ro)

tel.: 40-092-708.724

## *Abstract*

*In the new generation of security system one of the most important action is control access with maximum exigency and the obstruction of trace passing from non-authorized persons. In this context the possibility of recognition of human beings can be one of the best factors that could be used in decisional process of starting final alert. The article present some possibilities of processing the images from the supervise video cameras. The methods of human physiognomy identifications in real time are not very precise because the human face presents parts variable in time and is difficult to find the invariable particulars characteristics for a correct identification.*

## INTRODUCTION

The security systems – for alarming at burglary, fire, sabotage, etc. – present a strategic importance in the best functionality from some important human objectives: banks, economical units, military bases, etc. In more cases for this type of systems, usually it uses passive equipment for survey: microwave detectors, infrared passive sensors, magnetically contacts, etc. This equipment is use for controlling all events with one central system helpful, without human assistance. If is necessary to increase the security level, it could be developing by mounting control access systems and video closed television circuits. These systems usually are assisted from human assistants. They have the principal duty to recognise in real time the video images of events from surveying space. The problem that must be solved is completing the existent structure with computers. Its must identify in most cases the new objects who can trace passing the secured area. This must be useful because in many cases the human presence can be unavailable or the guard agent is missing, or his decisions can be subjective.

For upstairs described cases, when is necessary the computerised assistance for video survey areas, the common structure for this kind of security systems is present in figure 1. The video objects identification is possible to be made with specialised graphics software.

This programs processing some special conditions from image modifications and it extract any particularity that can be use in recognition process.

Further is present an identification of human body method from one security system without human assistance. This case is use in medium importance objectives with a less number of guards and actions agents. A human body identification with success accomplish in secured area will activate a video capture process from all event or a pre-set period of time from entire visible space. Video elements, as movies or images capture, will be used in the next rebuild of the activity of surveyed area.

For the beginning is necessary to make the accuracy that is possible to obtain a complex system composed of three video cameras disposed in a visualised 3D space, one camera from each axe. Each video camera look to the object and take it image by one of Cartesian axes: x, y and z. In this way with these three images is possible to recreate a new virtual 3D space. In this virtual space the images can rebuild the real object with some professionals 3D graphical programs, and after that it can be compared with any models from the internal database on computer.

In this way can be compared various kind of new objects forms inside the survey area. The disadvantage of this method consists in high price of the equipment supplemented with value of licence from graphical 3D software. The working computer who make the identification process must be at least a Pentium 90 MHz generation, or better, with 32Mb RAM memory (SDRAM preferred), and at least 4Gb external memory on HDD. With all this equipment required we could add another important disadvantage that is consisted in the number of three video cameras for one point of survey area. This will made to treble the price of video system, and generated very large expenses. The situation presented is used in research. In operational systems is too expensive and it is rejected by users.

If image processing identification works with a decreasing probability of success recognition, permitting an 80% of correct diagnose rate, than we can complete the security system with only one video camera. The captured images of this video camera can be used as input data in a program for generating pseudo-3D objects, start from one 2D image. Many times the

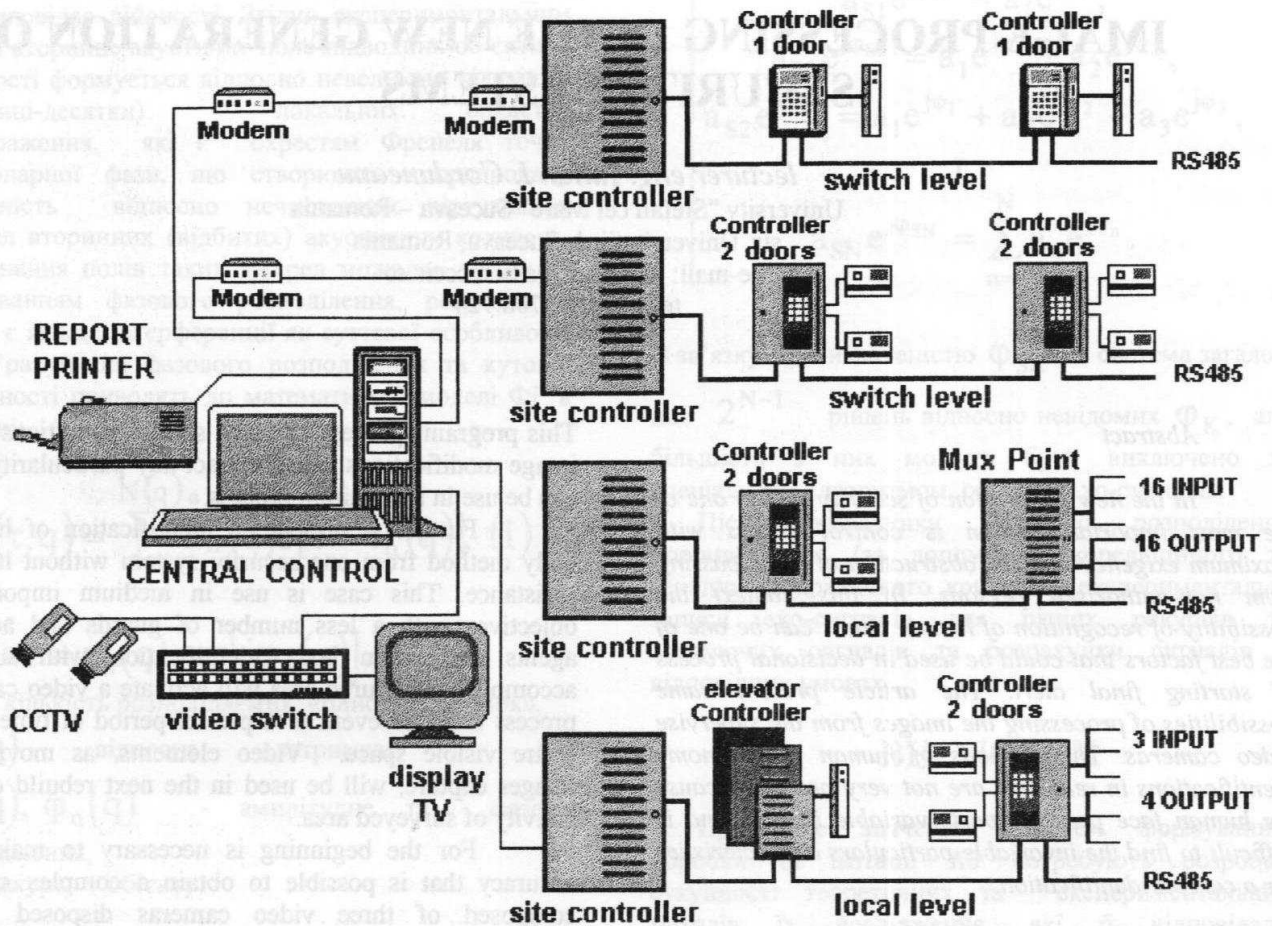


Fig. 1 – The based structure for a security system for access control with video survey area

identification process not pass all the steps until 3D object is resulted. The comparison between generated pseudo-3D object and database on computer is made on partial stage of construction from virtual object. The model for database component could be generated in programs like Designer, 3D Studio, etc.

From a security system with video camera for survey a special space, like system from fig. 1, we want to activate video capture when is indicate a success identification from a human body in access area. From this purpose the video observation is made in continuum mode, in real time. The video signal is transferred as input signal from a video-Blaster. This device converts video signal in digital frame sequence. The capture device could be pre-set from a certain number of frames per second. For a computer with 32Mb RAM memory, microprocessor Pentium 150MHz, 4Gb HDD external memory and main board TX generation with PCIBIOS 2.1 compliance it could be realised video capture with 25-30 frames per second. But for security application it is not necessary this processing speed. It is considered more than satisfied a rate about 1 or 4 frames per second, if a person in less than time couldn't pass survey area between two key-frame in sequence. Also it is necessary to stop with success the converting images process in

virtual three-dimensional objects and the identification step, in time between two real captured images.

On this stage when we want to isolate the object out-lines that will be recognise on computer it appearance a new problem, such as the background cancel. In this way the looking camera space is usually without some supplementary elements. It has in normal case, one single colour: mat white is preferred. The video camera is directed to a wall or a corridor. It will be paint in white usually for obtain a maximum contrast level. It will be illuminated with high and non-polarised light, sufficient to emphasise most details on survey object. When it uses directly light source is preferred the front position from the main video camera.

A human body image that pass the video survey area is recorded and send to the computer where it will be graphical transformed.

It will be start from the case when the record of object is one two dimensions image. This capture are not sufficient in most of cases for transforming it in a three dimensional complete configuration of virtual object. Is using in this stage some graphical software (as: 3D Studio, 3D Bryce, etc.), who can offer some special effects for simulating three-dimensions. In this way it can add virtual shadow or perspective effects, but without creating the real deep 3D space.

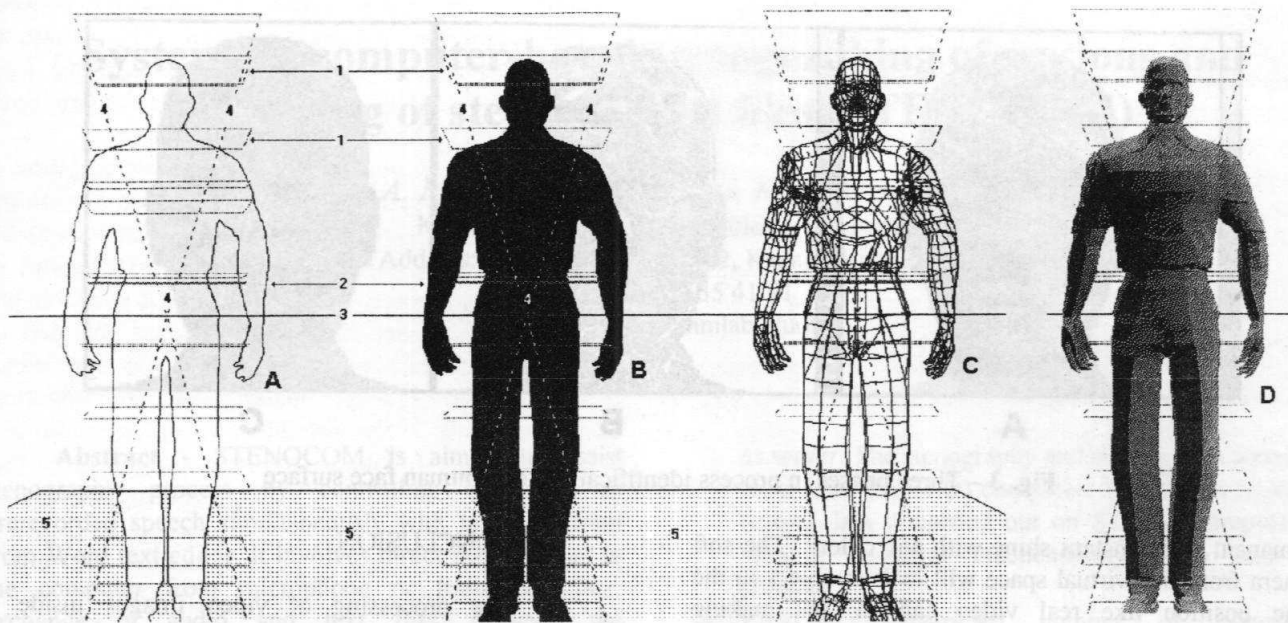


Fig. 2 – Different kind of human silhouette and guides lines for positioning the video camera

Display: A – Outline  
 B – Silhouette  
 C – Wireframe  
 D – Flat Shaded

Guides: 1 – Head Lengths  
 2 – Hip-Shoulder Relationship  
 3 – Horizon Line

4 – Vanishing lines  
 5 – Ground plane

The images obtained from video scanning of secured area, could be use in various kind of detail complexity. If it will be use the best detail image of the recording object, with many particulars signs, the process of identification will be more complicated and it require one computing system with more hardware resource and high speed microprocessor.

The advantage of complex identification process is the higher level of success recognition from the video-recording object in secured area. For many cases when is necessary a high level of identification probability, the process of graphical modifications will take more time that is necessary to record two frame in sequence from the video camera. Some of the recorded key-frame will be jump from test process. Occur in this way long period of time, when a human beam has sufficient time to pass through secured area, without starting alert signal from the main security system.

The upstairs-presented case could be improved by activated video scanning from a movement sensor, such as passive infrared or microwave.

If we revert to our last video-scanning image, this is used to create a new graphic file, named "low detail 2D summary" or "2D summary". This last graphic format is the point for obtained new surfaces or volume 3D. This is the first step in three-dimensional creating process of a new virtual object starting with a 2D summary.

Next step is fixing the virtual look for exterior object surface. In figure 2, we can observe various presenting forms for a human body. The simple type is the "out-lines" body visage, which is possibly to used for object diagnose with less effort from the computing system, but with the minim probability level for success

test. The second variant is to use the initial image type "silhouette" with increased chances in higher probability of successfully identification. This is the case with high frequency in diagnose process, because it use a medium database with eventually position from the real object. The success probability is increasing to 80% or higher. based to comparison software, the size of database and the computer resource. If identification database is increased with purpose to obtain a better diagnose. it result a medium processing time more expanded.

A high precision variant used in major importance systems is to achievement one "2D summary" using the flat-shaded human body silhouette. The video-scanned image is usually made in black and white colours. The final resulting image is in 16 tone of grey. This type of image is presented in figure 2-D. For better diagnose process is need a computer with Pentium at 233MHz or better, 64Mb RAM memory and 9Gb HDD. Hard-disk capacity is higher because one single key-frame image could have between 1Mb to 5Mb depended of deep colours palette and pixels image area.

Next step in image processing is referring to colour adjustment and if are possible some modifications for surface variable, such as: transparency, reflection and radiant property. These are more important in flat-shadow case identification.

Further is perfected video capture image through positioning the virtual light exactly like in their real correspondence. Each light is possible to illuminate the virtual object with almost all power disposable and any colour you wish. The simulated lights can shine over the virtual object identical with reality. Its could create intense shadows or vague shadows, could be very quickly top shine or instant darkness or its could have a

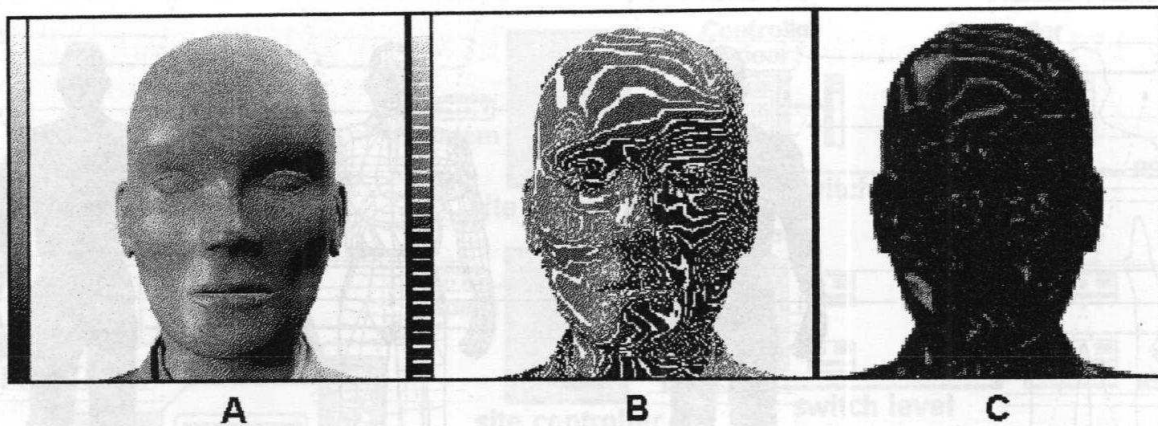


Fig. 3 – Three phases in process identification for a human face surface

permanent and constant shine with any colour. The soft camera from this virtual space will look to object in the same position like real video camera, for making possible a preview from the same visual angle as in real case.

Last stage in captured images processing is the 3D-render operation. This phase is presented by one line tracing from the operator eye through each pixel from image. The way that visual ray will react when it touch the object surface, depend from the render program. Some programs for 3D-render allow to light ray to jump from one reflecting surface to another, passing through one object to another. Some 3D-render programs, named: ray tracing renders, permit from transparency objects to curve the ray line inside objects.

In each case, computer internal estimation involves crossing from the visual ray with object surface. This must be defining through a geometrical equation. If the render test is finalised with success, it allows modifying the pixel's colour, based on his material propriety. The computer executes the complex calculations, named often after their inventor's name, like: Phong or Gouraud. Even a relative simple scene like is the silhouettes from figure 2-B needs iterate calculations from thousand times, before the shadows effects finished. In many times if we need an achievement render operation, is necessary a long time for calculation, in such cases by minutes order for a single image. It is possible that the final decision to come too late in real time and it will be useless.

In figure 3 is presented the images that we can obtain in final of recognition process from one human face (A), who was scanned with video camera. In part (B) it is transformed in 2D-summary with light gradient. This image is used to create one volumetric form in three-dimensional space. Looking in front to this face it will appear like part (C). This last 3D volume is connected to identification process. It will be compared one by one with all objects from database. The comparison is stopped when identification process give one result upstairs the probability fixed limit, and it is a valid result, or when the objects from database is finished and the result of recognition is negative.

## CONCLUSION

The processing of video images inside of security systems is a part from one last hour application, because until now this systems are based their functionality only on the signals from specific sensors, like: motions, temperature, noise, etc.

The identification process from a certain object or creature, based on it external form is a difficult method. It is necessary quality hardware resource, which made the system price to be expensive for an ordinary case, and it is accepted only from strategically objectives. Also the great possibility for a wrong result in identification process, if the object captured image is not included in computer database, make that recognition method to not be very frequent accepted. Yet this method of identification is object for study in many factory implicated in device production from security system.

Other factor who has an important contribution in smallest expansive utility from this method of video scanning of human physiognomy is the greater number of elements with major modifications in a short time. Also in human plan exist many methods from voluntary physiognomy changed (make up operations or esthetical surgery, etc.), who made to be very difficult to have trust in human body identification. It can be used only for general human presence recognition in a dedicated area.

## REFERENCES

- [1]. Lammers J., Peterson T. M., "3D Studio", New Riders Publishing, U.S.A., 1995.
- [2]. Norton P., Stanek W., "Peter Norton Guide to Java Programming", Ed. Teora, Bucharest, Romania, 1997
- [3]. Krause K., Kotay S., Clevenger P., Wenger E., "Bryce 3D", MetaCreation, Carpentaria, U.S.A., 1997
- [4]. Weinberg L., Reid G., Ahrens S., Prochazka D., "Fractal Design Poser", Interface Copyright 1996, Scotts Valley CA.

# System for computer-based stenographing of sessions and archiving of stenographed files (STENOCOM)

A. Rudžionis, V. Rudžionis, K. Ratkevičius

Kaunas University of Technology, Lithuania

Address: 3031 Studentu 56-302, Kaunas, Lithuania

Phone: (3027) 35 41 91

E-mail: alrud@mmlab.ktu.lt

**Abstract** - STENOCOM is aimed to assist stenography process by controlling playback of prerecorded speech simultaneously with text collection from Word text editor. It involves direct speech input to the computer from microphone or translation line, exchange of audio and text files between the stenographers, editors and publishing center, flexible control of audio output, fast and easy access to the collected audio-textual information. Application area of such system: teleconferencing, phone-meals, conferences, seminars, meetings, courts, parliaments, etc

## I. INTRODUCTION

There are three versions of STENOCOM:

- **SMALL** (single computer): the speech input, stenography and access to audio-textual data are carried out consequently by separate programs;
- **MEDIUM** (two computers, network): this version allows to perform speech input and stenography simultaneously within network. First (INPUT) computer is used for speech input as audio tape and

as server. The stenography and editing are carried out on second (STENO) computer. The access to audio-textual data is carried out on STENO computer by separate program independently when data are prepared;

- **LARGE** (unrestricted number of computers, network): this version suppose the simultaneous activity of stenographers and editors groups. The audio-textual data preparation delay is minimised. The stenography and editing are carried out on unrestricted number of computers. The access to audio-textual data is carried out on every network computer by separate program independently when data are prepared.

## II. DESCRIPTION OF STENOCOM

The LARGE version of STENOCOM is implemented as a computer network in Lithuanian parliament (Seimas) for computer-based stenographing of sessions and archiving of stenographed files. Fig. 1 shows the structure of STENOCOM.

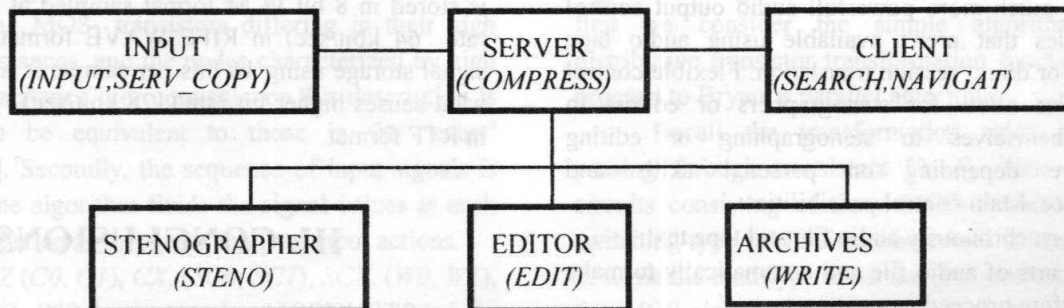


Fig. 1. The structure of STENOCOM

STENOCOM consists of server (SERVER), voice input computer (INPUT), some computers for stenographing (STENOGRAPHER), editing (EDITOR), searching of information (CLIENT) and archiving of information (ARCHIVES).

The software of system consists of seven main

programs: *INPUT*, *SERV\_COPY*, *STENO*, *EDIT*, *SEARCH*, *NAVIGAT*, *COMPRESS* and some auxiliary ones. Program *INPUT* records the audio signal from microphone or translation line via audio adapter card to INPUT computer. Continuous audio file of session and short temporary audio files (the size can be selected) are

formed during the session. Program *SERV\_COPY* sends short audio files to the server computer via network. Stenographer receives short audio file and using installed playback program *STENO* and Microsoft Word text editor could synchronously listen audio data and type the appropriate text file. Prepared text file is sent to the server and is available for editing. Editors receive short audio files together with the corresponding text files. Using playback control program *EDIT* he/she listens audio data and introduces corrections where necessary. As soon as text is prepared by editors, the sound and text are offered immediately to access for any interested people by program *SEARCH*. It enables to find text and corresponding audio according the name of speaker or the topic of report. Continuous audio file, corresponding edited text file and additional files are recorded to CD-ROM by standard program in ARCHIVES computer.

Additional index files are used for text and audio searching. The user can choose CD-ROM or computer files as the source of information. Fast audio search by graphic control units and options for printer, font selection, text justification, copying to clipboard, text scrolling are available in program *SEARCH*.

The features of STENOCOM:

1. *Circulation and automatic distribution of audio and text files in the network*: the computer network connects all persons responsible for a preparation of stenographed materials. It involves direct input of session debates to the computer from microphone or translation line, exchange of audio and text files between the stenographers, editors and publishing center in the network and fast and easy access to the collected audio-textual information.
2. *Synchronous stenographing and editing*: the stenographing and editing are performed simultaneously. It means that audio data are distributed automatically among stenographers and editors chunk by chunk (for example, 10 - 20 minutes). Computerisation of audio output provides new and much more powerful audio output control capabilities that aren't available using audio tape recorder or direct session translation. Flexible control capabilities allow for stenographers or editors to adopt themselves to stenographing or editing procedure depending on personal skills and experience. Main control possibilities:
  - to listen synchronously audio file and type text;
  - to play parts of audio file and automatically to make pause before proceeding next part;
  - to repeat fragment one or some times;
  - to make pause and restart from the place where it was stopped;
  - to make steps forward or backward in audio file simply by key pressing and without exit from text editor window.

The length of steps, length of fragment to play and pause to make are fully user selectable. Embedded dynamic

libraries are used to exchange information between text editor and playback program. This allows to control playback procedure without exiting from editor what makes stenographing procedure more convenient for the stenographer.

1. *Fast access to prepared material*: implementation of computerised system allows to speed up availability of prepared materials, i.e., audio material is available just after short part ( 5 -30 minutes typically) of session was written, draft text version is available just after stenographer finished to process the part of session, edited version is available just after editor finished to process material. Another important characteristic is the possibility to access audio and textual material simultaneously. It is possible to find text and corresponding audio according the person name, time and the theme of session.
2. *Long term storage of audio-textual data on CD ROM*: materials of some sessions are placed in CD-ROM. Each CD-ROM has its own number. The numbers of CD-ROM's together with topic names and dates of sessions are placed in the data basis. Program *NAVIGAT* enables directly to find the text of session and corresponding audio according the topic and the date of session using the data basis of CD-ROM's.
3. *Compression of audio data*: one of speech compression algorithms (ADPCM-40, ADPCM-32, ADPCM-24 or DFCD) can be selected in program *COMPRESS* to decrease the size of memory space for audio data. Standart ADPCM algorithms provide 40 kbps, 32 kbps and 24 kbps, correspondingly. Fast algorithm of differential encoding DFCD compresses the speech to 20-32 kbps depending on the selected threshold.

STENOCOM operates under Windows 95 and WindowsNT. Microsoft Word for Windows 7.0 is used for stenographing and editing procedures. 8 bit or 16 bit audio adapters can be used for voice input. Audio signal is stored in 8 bit PCM format sampled at 8000 Hz (bit rate 64 kbit/sec) in RIFF WAVE format files. Audio signal storage using 16 bits per sample is also available what causes higher bit rate (128 kbit/sec). Text is stored in RTF format.

### III. CONCLUSIONS

STENOCOM operates about one year in Lithuanian parliament. The SMALL version of STENOCOM is used for stenographing of separate sessions. Voice-controlled stenographing is under development: some speech commands (stop, continue, go, back, etc.) will create additional conveniences for stenographers.