

**BULLETIN 3-4' 2014  
ENGINEERING  
ACADEMY  
OF UKRAINE**



**3-4' 2014**

**ВІСНИК**

**ІНЖЕНЕРНОЇ  
АКАДЕМІЇ  
УКРАЇНИ**

ТЕОРЕТИЧНИЙ І НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ  
ІНЖЕНЕРНОЇ АКАДЕМІЇ УКРАЇНИ

THEORETICAL AND APPLIED SCIENCE JOURNAL  
ENGINEERING ACADEMY OF UKRAINE



***ВІСНИК***  
***ІНЖЕНЕРНОЇ АКАДЕМІЇ УКРАЇНИ***

*ВИПУСК 3-4*

***BULLETIN OF ENGINEERING***  
***ACADEMY OF UKRAINE***

*Issue 3-4*

Київ 2014 Kyiv

ТЕОРЕТИЧНИЙ І НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ  
ІНЖЕНЕРНОЇ АКАДЕМІЇ УКРАЇНИ

THEORETICAL AND APPLIED SCIENCE JOURNAL  
ENGINEERING ACADEMY OF UKRAINE

Журнал друкує статті науковців вузів та установ  
України, інших країн відповідно до рубрик:

Авіаційна й космічна техніка  
Будівництво і будіндустрія  
Інженерні проблеми агропромислового комплексу  
Медична інженерія  
Інформаційні системи, обчислювальна й електронна  
техніка, системи зв'язку та приладобудування  
Хімічні технології й інженерна біотехнологія  
Стандартизація, метрологія і сертифікація  
Геологія, видобування та переробка корисних  
копалин  
Машинобудування  
Енергетика  
Охорона навколишнього середовища (інженерна  
екологія) і ресурсозбереження  
Матеріалознавство  
Технологія легкої промисловості

Матеріали друкуються українською, російською або  
англійською мовами.

Номер затверджено на засіданні Вченої ради  
Кіровоградського національного технічного  
університету

Протокол № 2 від 29.09.2014р  
Вісник Інженерної академії України включений у  
новий Перелік наукових фахових видань України, в  
яких можуть публікуватися результати дисертаційних  
робіт на здобуття наукових ступенів доктора і  
кандидата наук в галузі технічних наук (Постанова  
президії ВАК України від 14.04.2010 р. № 1-05/3)

Співзасновники:  
Кіровоградський національний технічний  
університет  
Інженерна академія України  
Університет внутрішніх справ

Journal submits articles of researchers of universities  
and institutions of Ukraine and other countries in  
accordance with headings:

Aviation and Space Engineering  
Building and Construction Engineering  
Engineering Problems of Agroindustrial Complex  
Medical Engineering  
Information Systems, Computer and Electronic  
Chemical Technologies and Engineering Biotechnology  
Standardisation, Metrology and Certification  
Geology, Mining and Processing of Minerals  
Mechanical Engineering  
Power Engineering  
Preservation of Environment (Ecological Engineering)  
and Resource Saving  
Material Science  
Technology of Light Industry

Materials are submitted in Ukrainian, Russian or English  
languages.

The issue is approved at the meeting of Academic  
Council of Kirovograd National Technical University

Protocol No. 2 dated 29.09.2014  
Bulletin of Engineering academy of Ukraine is included  
into the new List of Scientific special editions of  
Ukraine, in which results of dissertation works may be  
published for to be conferred with academic degrees of  
doctor and candidate of sciences in the field of  
engineering sciences (Decree of presidium of the  
Ukraine HCC No. 1-05/3 dated 14.04.2010)

Cofounders:  
Kirovograd National Technical University

Engineering Academy of Ukraine  
University of Internal Affairs

ISBN 5-7763-8361-7

## Зміст

<b>Авіаційна й космічна техніка</b>	
<b>Бабушкин А.А.</b> ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СБОРКИ КОНСТРУКЦИЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	7
<b>Безвесільна О. М., Чепюк Л.О.</b> МАГНІТОЕЛЕКТРИЧНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ СТРУННОГО ГРАВИМЕТРА АВІАЦІЙНОЇ ГРАВИМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ	11
<b>Безвесільна О. М., Горбачов А. А., Козько К. С., Чепюк Л.О.</b> МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ЗБУРЕНЬ НА РОБОТУ ГРАВИМЕТРА АГС	16
<b>Безвесільна О. М., Цірук В. Г., Смоляков Д. О., Чепюк Л.О.</b> ВИТРАТОМІР БІОПАЛИВА ЛЕГКОЇ БРОНЬОВАНОЇ ТЕХНІКИ	23
<b>Карускевич М.В., Погребняк А.Д., Плашинская А.В., Щепак С.В., Линник О.П., Олексюк В.М.</b> ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ВТОМНИХ ТРИЩИН У ПЛАКОВАНОМУ СПЛАВІ ДІ6АТ	27
<b>Лінник О.П.</b> МЕТОДИКА ПРИЗНАЧЕННЯ МЕТОДІВ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОМПЛЕКТУЮЧИХ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ	33
<b>Будівництво і будіндустрія</b>	
<b>Гамеляк, І.П., Слізков А.М., Гончаров О.С., Дмитренко Л.А., Котлярова І.І.</b> ВПЛИВ КОРОТКОСТРОКОВИХ ЦИКЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГЕОСИНТЕТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ	39
<b>Гевко Р. Б., Синій С. В., Паньків М. Р., Варголяк М. А.</b> РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ РОБОТИ МАШИН ДЛЯ ЕНЕРГООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗБИРАННЯ КОРЕНЕБУЛЬБОПЛОДІВ	46
<b>Медична інженерія</b>	
<b>Лебедев Д.Ю.</b> МОДЕЛЮВАННЯ БЛОКУ РЕЄСТРАЦІЇ СИГНАЛІВ ЗАТРИМАНОЇ ВИКЛИКАНОЇ ОТОАКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ	53
<b>Інформаційні системи, обчислювальна й Електронна техніка, системи зв'язку та приладобудування</b>	
<b>Іванов В.В.</b> АНАЛІЗ РИЗИКІВ В СКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ	58
<b>Квасніков В.П., Ганєва Т.І.</b> ЧУТЛИВІ ЕЛЕМЕНТИ СЕНСОРІВ ДЕФОРМАЦІЇ В СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ	65
<b>Квасніков В.П., Шелуха А.О.</b> СИСТЕМА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРОВ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ В СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	68
<b>Кучерук В.Ю., Ліщук Р.І.</b> МОДИФІКОВАНИЙ ХВИЛЬОВИЙ МЕТОД СКЕЛЕТИЗАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ	73
<b>Кучерук В.Ю., Мостовий Д.В.</b> ВИЗНАЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ СИЛОВИХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЯК ОБ'ЄКТІВ ДІАГНОСТУВАННЯ	77
<b>Краснопольський А.О.</b> ОГЛЯД КАНАЛІВ ВИТОКІВ КОНФІДЕНЦІЙНИХ ДАНИХ В КОРПОРАТИВНІЙ АРХІТЕКТУРІ	84
<b>Кузовик В.Д., Оникієнко Ю.Ю.</b> ФУНКЦІОНУВАННЯ ОПТИЧНОГО КАНАЛУ КЕФАЛОГРАФІЧНОГО КОМПЛЕКСУ	88

<b>Лактіонов О.І.</b> РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ СКЛОВАРНОЇ ПЕЧІ У ВИГЛЯДІ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ ІЗ ЗОСЕРЕДЖЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ	93 98
<b>Латенко В.І.</b> ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РЕЗИСТИВНИХ СЕНСОРІВ ТЕМПЕРАТУРИ ДЛЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ	103
<b>Левченко Є.Г.</b> ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРІВ З ПЕРЕБУДОВОЮ ЧАСТОТИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ВИСОКОТОЧНИХ ПРИЛАДІВ ВИМІРЮВАННЯ ЛІНІЙНИХ І КУТОВИХ ВЕЛИЧИН	107
<b>Марченкова С.В., Квасніков В.П.</b> МЕТОД ОЦІНКИ СКЛАДНОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МОБІЛЬНИМ РОБОТОМ	111
<b>Німченко Т.В., Мужик І.М., Мужик А.І.</b> АЛГОРИТМ ВИЯВЛЕННЯ НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ВИТОКУ ПЕРСОНАЛЬНИХ ДАНИХ МЕРЕЖЕВИМИ КАНАЛАМИ	116
<b>Овчаров Ю.В.</b> УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МЕТОД ДИСТАНЦІОННОГО КОНТРОЛЯ СРЕД	122
<b>Подчашинський Ю.О.</b> КОМПЕНСАЦІЯ ВПЛИВУ НЕСПРИЯТЛИВИХ ФАКТОРІВ ПРИ ВИЗНАЧЕНІ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБІВ ЗА ЇХ ВІДЕОЗОБРАЖЕННЯМИ	129
<b>Рудик А.В., Рудик В.А., Семенова О.О., Семенов А.О.</b> АНАЛІЗ ЗМІНИ ХАРАКТЕРИСТИК ФІЛЬТРА ТОУ	135
<b>Юдін О.К., Бучик С.С., Фролов О.В.</b> РЕЄСТР ЕЛЕКТРОННИХ ДЕРЖАВНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ НОРМАТИВНО-ПРАВОВИЙ АНАЛІЗ, ЗМІСТ ТА ІЄРАРХІЯ	142
<b>Хохлачова Ю., Чумаченко С., Дуксенко О.</b> СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ УРАЗЛИВОСТЕЙ І МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВІВ НА ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ	147
<b>Шмельова Т.Ф., Шостак О.В., Шишаков В.В., Васильєв М.В.</b> МЕТОД ДІАГНОСТИКИ ПОТОЧНОГО ЕМОЦІЙНОГО СТАНУ ПІЛОТА В ПОЛЬОТІ	154
<b>Хімічні технології й інженерна біотехнологія</b>	
<b>Кулаков П.І.</b> ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ТВАРИН НА ОСНОВІ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ЇХ ЗООТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ	159
<b>Стандартизація, метрологія і сертифікація</b>	
<b>Грабовський О. В., Габер А. А.</b> АНАЛІЗ ЗАДОВОЛЕНОСТІ ЗАМОВНИКІВ ЯК ВАЖЛИВИЙ ЕЛЕМЕНТ АНАЛІЗУВАННЯ СУЯ З БОКУ ВИЩОГО КЕРІВНИЦТВА	163
<b>Зенкін М.А., Коваль О.О.</b> ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ВІДПОВІДНО ДО МІЖНАРОДНОГО СТАНДАРТУ ISO 9001 В УНІВЕРСИТЕТІ ІННОВАЦІЙНОГО ТИПУ	169
<b>Дяченко О.Ф., Штовба Ю.О.</b> КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ СУМНІВНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ЛАБОРАТОРНИХ ВИПРОБУВАНЬ	173
<b>Карпов Ю. О., Кацев С. Ш., Козловський А. В.</b> АНАЛІЗ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ІНДУКТИВНИХ КОЛАХ З ПОРУШЕННЯМ ЗАКОНІВ КОМУТАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ІДЕЙ ТА МЕТОДІВ НЕСТАНДАРТНОГО АНАЛІЗУ	179
<b>Геологія, видобування та переробка корисних Копалин</b>	
<b>Кухарчук В. В., Кацев С. Ш., Мадьяров В. Г., Усов В. В., Биковський С. О.</b> ПОПЕРЕДНІ ДІАГНОСТИЧНІ ВИСНОВКИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ДЕФЕКТІВ ГІДРОАГРЕГАТІВ ДЛЯ 3-ГО ГІДРОАГРЕГАТУ ДНІСТРОВСЬКОЇ ГЕС-2	179

	<b>Машинобудування</b>	186
<b>Васілевський О. М.</b>	МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ ВИМІРЮВАНЬ НЕЕЛЕКТРИЧНИХ ОБЕРТАЮЧИХ ПАРАМЕТРІВ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОМОТОРІВ	194
<b>Квасников В. П., Орнатский Д. П., Михалко Н. В.</b>	АНАЛОГОВЫЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ СИГНАЛОВ ГЕНЕРАТОРНЫХ ДАТЧИКОВ	200
<b>Мисак С.Й., Клуб М.В.</b>	РОЗРОБЛЕННЯ АЛГОРИТМУ ТА ПРОГРАМИ РОЗРАХУНКУ СУШИЛЬНОЇ ТА РОЗМЕЛЮВАЛЬНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ПИЛОСИСТЕМ З КБМ(Ш-50) КОТЛІВ ТП-100 ЕНЕРГОБЛОКІВ 200МВт	207
<b>Соловей В.В., Васильев А.И.</b>	МЕТАЛЛОГИДРИДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТРАНСФОРМАЦИИ ТЕПЛОТЫ НИЗКОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОТЕНЦИАЛА	214
<b>Черновська К.О.</b>	РОЗРОБКА МОДЕЛІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ НА МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ	217
<b>Черновська К.О.</b>	ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ НА МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ	221
	<b>Енергетика</b>	
<b>Варченко О.І., Юрчук А.О.,</b>	СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ	225
<b>Васильев А.И.</b>	ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛОГИДРИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСФОРМАЦИИ ТЕПЛОТЫ НИЗКОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОТЕНЦИАЛА	231
<b>Данчук М.І., Озарків І.М., Кочубей В.В., Мисак Й.С., Уйгелій А.Ю.</b>	ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУМІШЕЙ СОЛЕЙ-КРИСТАЛОГІДРАТІВ	237
	<b>Охорона навколишнього середовища (інженерна екологія) і ресурсозбереження</b>	
<b>Реут Д. Т., Древецкий В. В.</b>	ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ НЕПЕРЕРВНОГО ВИМІРЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ МІКРОПЛАНКТОНУ	241
<b>Шавурський Ю.О.</b>	АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ПІРОЛІЗУ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИМ МЕТОДОМ ДЛЯ ОТРИМАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА	246
	<b>Матеріалознавство</b>	
<b>Зенкін М.А.</b>	ФОРМАЛІЗОВАНИЙ ВИБІР ЗМІЦНЮЮЧИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	250
<b>Німченко Т.В.</b>	ДІАГНОСТИКА ТА МОНІТОРИНГ ЗНОШУВАННЯ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ В ПРОЦЕСІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ	254
	<b>Технологія легкої промисловості</b>	
<b>Марченкова С.В.</b>	СИНТЕЗ ПРИНЦИПУ ВРАХУВАННЯ ПЕРЕДІСТОРІЇ В ТЕХНІЧНІЙ ДІАГНОСТИЦІ МОБІЛЬНОГО РОБОТА	218
	АНОТАЦІЇ	262
	ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ	266
	ВИМОГИ ДО СТАТЕЙ	

УДК 004.93

<sup>1</sup>В.Ю. Кучерук, д.т.н.  
<sup>2</sup>Р.І. Ліщук

## МОДИФІКОВАНИЙ ХВИЛЬОВИЙ МЕТОД СКЕЛЕТИЗАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет, e-mail: Vladimir.Kucheruk@gmail.com

<sup>2</sup>Уманський національний університет садівництва, e-mail: roma\_lir@mail.ru

*У статті запропоновано модифікацію хвильового методу скелетизації зображень, яка дозволяє більш чітко скелетизувати елементи зображення, які містять прямі лінії. Запропонований метод може враховувати розширення (звуження), поворот об'єкта. Він є стійким до шуму на зображенні.*

**Ключові слова:** зображення, скелетизація, хвильовий метод

### Вступ

Скелетизація – це процес звуження ліній до товщини в 1 піксель. Скелетне представлення використовується для виділення ознак (характеристик) на зображенні. При цьому основна увага приділяється збереженню властивостей об'єктів, що будуть розпізнаватися (векторизуватися). Основна проблема полягає у тому, що часто неможливо адекватно визначити ознаки, на основі яких слід здійснювати розпізнавання.

Скелетизація є одним із етапів підготовки зображення до розпізнавання. Багато методів обробки зображень використовують принцип багаторазового "проходження" по зображенню. Це, у свою чергу, впливає на швидкість роботи та на якість представлення об'єктів для розпізнавання.

Метою даної статті є аналіз основних підходів до скелетизації зображення та вдосконалення методу скелетизації зображення.

### Аналіз існуючих досліджень

Для одержання скелетного зображення використовують різні методи скелетизації бінарного зображення, найпоширеніші з яких шаблонний, хвильовий, Зонга-Суня.

*Шаблонний метод [1].*

Реалізація шаблонного методу базується на 8 масивах розміром 3×3 (рис. 1), де центральний елемент є поточним пікселем. У будь-якій області, що відповідає одному із шаблонів (сірим кольором позначені пікселі будь-якого кольору), видаляється чорний центральний піксель. Здійснюється кілька проходів по зображенню, поки не залишиться пікселів, що підлягають видаленню.

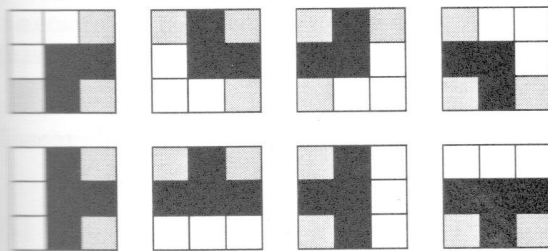


Рис. 1 Шаблони для скелетизації

Для підготовки до етапу розпізнавання в отриманому скелеті виділяються ключові точки: точки з'єднання трьох або чотирьох ребер скелета та кінцеві точки. Створюється порожній стек для зберігання координат початку й кінця ребер, точок розгалуження скелета. Заноситься в нього будь-яка точка скелета. Поки стек не порожній, продовжується подальше занесення координат в стек. Далі вибирається точка із стека і будується послідовність ребер з обраної точки зображення, поки не відбудеться розгалуження скелета, або не досягнеться кінцева точка. Якщо досягнута кінцева точка або позначене раніше ребро, то в масив заноситься пройдений шлях. Якщо відбулося розгалуження скелета, то знаходиться місце з'єднання ребер, і в масив заноситься послідовність ребер. При цьому у стек заноситься точка розгалуження і так далі продовжується. Недоліком є невисока швидкодія алгоритму.

*Хвильовий метод [2].*

Метод полягає в аналізі шляху проходження сферичної хвилі по зображенню. На кожному кроці аналізується зсув центру мас точок, що утворюють нову генерацію хвилі, щодо його попередніх положень. Метод складається з побудови скелета зображення за допомогою сферичної хвилі та оптимізації отриманого скелета.

точки утворюють рівнобедрений трикутник (відрізки АВ і АС – радіуси). За властивістю медіани рівнобедреного трикутника, проведена до основи трикутника, точка О є серединою відрізка ВС та точкою середньої вісі об'єкта (рис. 4).

4. З точки О будується наступне коло (повторити пункт 3).

У результаті виконання алгоритму отримуються точки середньої вісі об'єкта, які можуть бути використані для векторизації або представлення скелетного зображення. Результат роботи алгоритму продемонстрований на рис. 5.

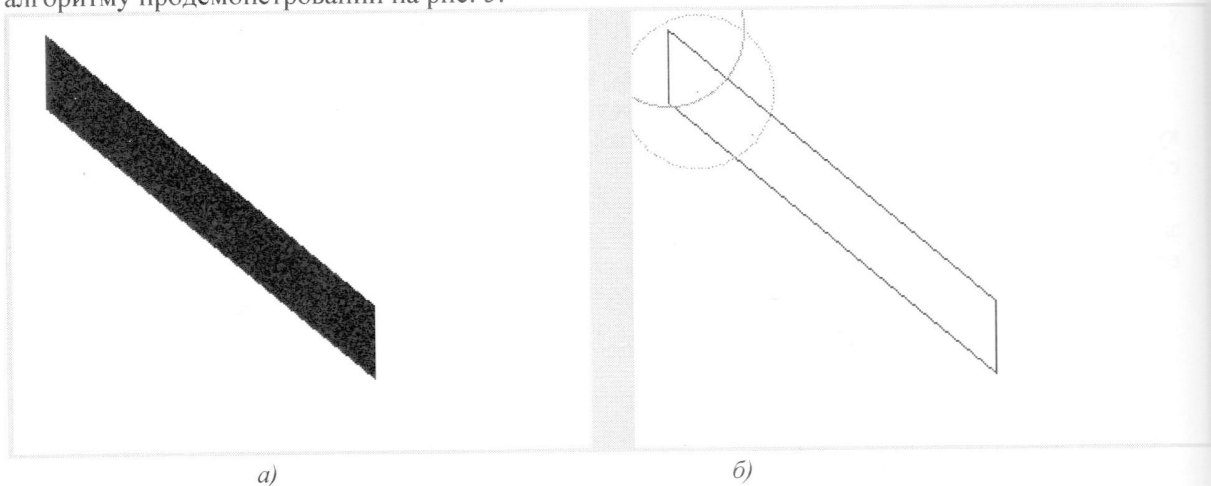


Рис. 5. Демонстрація роботи запропонованого способу скелетизації зображень

Як видно з рис. 5, б, червоні точки знаходяться на середній вісі об'єкта та є центрами генерованих кіл (рис. 5, а). Знайдений масив точки можна легко апроксимувати у пряму, тобто це дає можливість векторизації прямих. Запропонований метод може враховувати розширення (звуження), поворот об'єкта. Він є стійким до шуму на зображенні.

З рис. 6 можна побачити різницю між методом Зонга-Суня та запропонованим методом скелетизації. Рис. 6, б демонструє, що контур ліній є більш чіткіший.

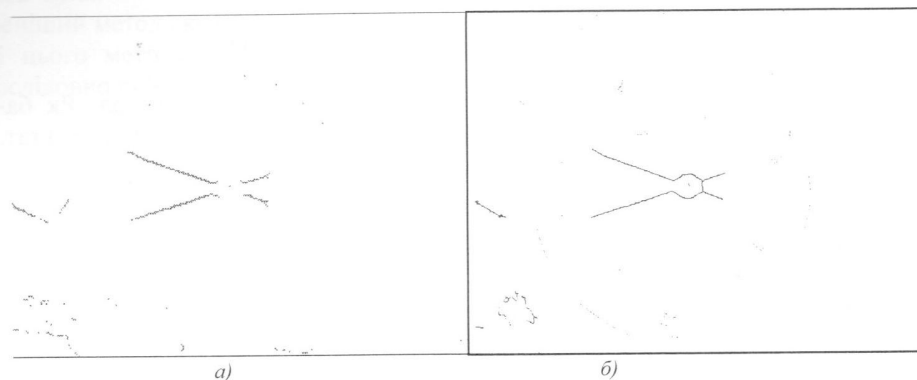


Рис. 6. Скелетизація зображень: а) Метод Зонга-Суня; б) Запропонований метод

#### Список літературних джерел

1. Немченко Т.А., Ляпун Е.А., Захаров М.Ю., Крашенинникова Ю.С., Флитман Е.В., Использование процедуры «скелетизации» для выделения линий на спутниковых изображениях // Исследование Земли и космоса. - №6. - 1994. - с. 43-50.
2. И.М. Клубков Применение волнового алгоритма для нахождения скелета растрового изображения // Вестник ДГТУ. Т. 1. - №1(7) - 2001. - с. 126-133.
3. Zhang T.Y., Suen C.Y. A fast parallel algorithm for thinning digital patterns // Comm. ACM. - 1984. - V. 27. - No. 3. - P. 236-239.
4. Hilditch C.J. Linear Skeletons from Square Cupboards // Machine Intelligence. - No. 4, 1969, pp. 403-420.