

# Обробка зображень на основі моделі клітинного автомату (Image processing based on the cellular automaton model)

---

ПІДГОТУВАВ СТУДЕНТ КН4 ХАРЧЕНКО ДМИТРО ОЛЕКСАНДРОВИЧ  
НАУКОВИЙ КЕРІВНИК ЖЕЖЕРУН О. П., ДОЦЕНТ, К.Н.

# Вступ

---

- **Об'єкт дослідження:** зображення, методи обробки зображень.
- **Предмет дослідження:** обробка зображень за допомогою клітинних автоматів.
- **Мета дослідження:** розробити та дослідити алгоритми обробки зображень на основі клітинних автоматів, оцінити їх ефективність у різних задачах.
- **Актуальність:** обробка зображень була і залишається актуальною темою. Клітинні автомати пропонують перспективні підходи до вирішення цих задач завдяки своїй простоті та паралельній природі обчислень. Клітинні автомати застосовували для виявлення контурів на бінарних зображеннях та позбуття шуму «солі та перцю». Були описані алгоритми для пошуку таких автоматів.

# Зміст роботи

---

Розділ 1: Теоретичні основи клітинних автоматів. Описано поняття КА, його види, околи фон Неймара та Мура та сфери застосування КА.

---

Розділ 2: Теоретичні основи методів обробки зображень. Описано задачі обробки зображень та основні класичні методи порогування, фільтрації, розмиття зображення та виявлення границь.

---

Розділ 3: Програмування за допомогою графічних карт. Описано роботу з GPU за допомогою CUDA. Порівняно 2 реалізації «Гри життя»: лише CPU та комбінування CPU та GPU.

---

Розділ 4: Обробка зображення за допомогою клітинних автоматів та графічних карт. Описано алгоритм тренування КА для виявлення границь. Алгоритм застосовано для різних типів КА: тоталістичних та звичайних, з околами фон Неймара та Мура. Результати порівняно з класичними алгоритмами. Також описано та застосовано алгоритм для тренування КА для розмиття зображень.

# Характеристика результатів

---

2 програми для тренування звичайних та зовнішньо-тоталістичних КА на C++, CUDA та OpenCV;

Програма для тренування зовнішньо-тоталістичних КА для розмиття зображення;

Знайдені КА, які виконують задачу виявлення границь та розмиття зображень.

# Основні кроки алгоритму для тренування КА для виявлення границь на зображенні

---

1. Попередня обробка зображення;
2. Генерація всіх можливих правил для КА;
3. Пошук підходящих правил за допомогою методу FFS та функції порівняння двох зображень( було протестовано коефіцієнт Жаккара та середньоквадратичну похибку);
4. Відбір найбільш підходящих правил.

# Результати виявлення контурів з використанням КА



Original

Canny

Sobel operator

OTCA fon Neymar

OTCA Moore



CA result

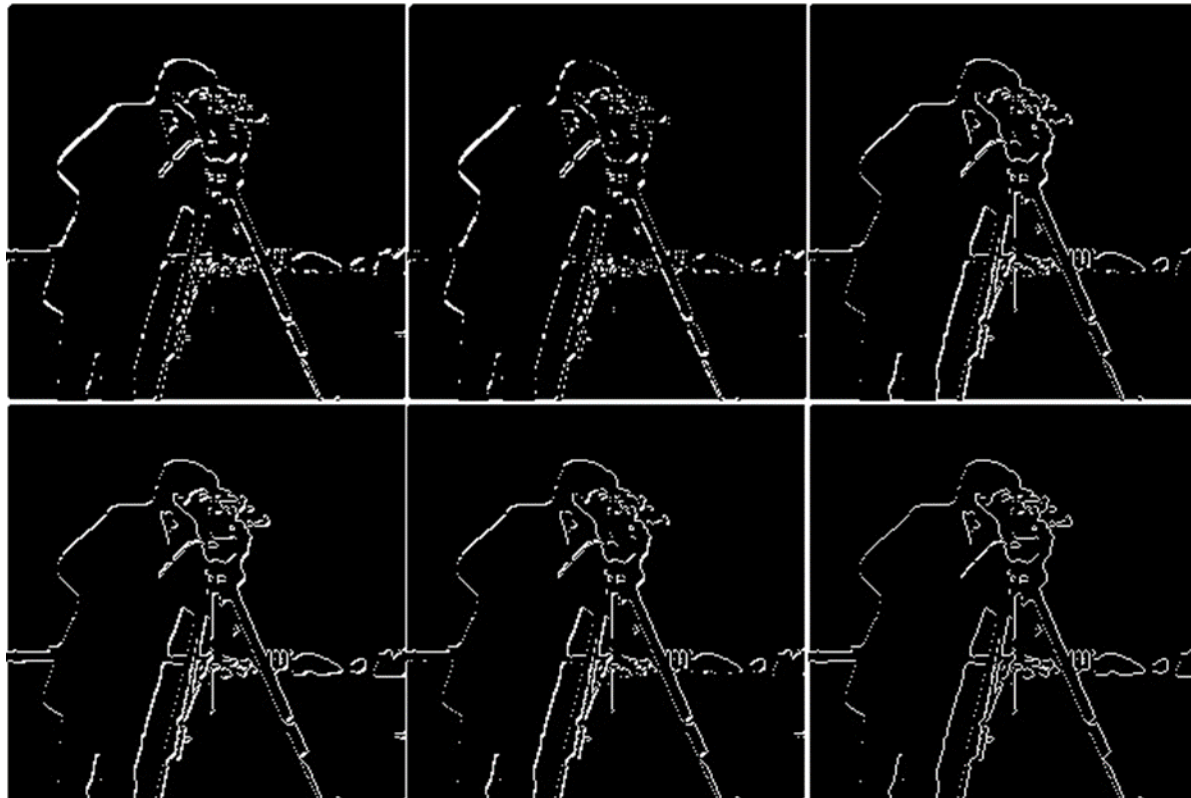
```

{{1,0,0,1,1,0,1,1,0},{0,1,0,1,1,0,1,0,0},
{0,1,0,0,1,1,0,0,1},{0,1,0,1,1,0,0,0,0},
{0,0,0,0,1,1,0,1,1},{0,0,1,0,0,0,0,1,0},
{0,1,1,0,0,1,0,1,0},{0,0,0,1,1,0,1,1,0},
{0,1,0,0,0,0,0,0,0},{1,0,0,1,0,1,1,1,1},
{0,1,1,1,0,1,1,1,0},{0,1,0,1,0,0,1,1,0},
{0,0,0,0,1,1,1,1,1},{0,0,1,1,0,1,1,1,1},
{1,1,0,0,1,1,0,0,0},{1,1,1,1,1,0,1,0,0},
{0,1,1,1,1,0,0,0,0},{1,1,0,1,0,0,0,1,0},
{0,0,0,1,0,0,1,0,0},{0,1,0,0,0,0,0,1,1},
{1,1,1,0,0,0,0,1,0}}
    
```

Ruleset

# Невдалі результати виявлення контурів з використанням КА

---



# Основна ідея алгоритму для тренування КА для розмиття зображень

---

Існує 2041 можливих сум сусідніх клітин( 0-2040). Цю множину можна поділити на підмножини фіксованої довжини, наприклад, [0, 10), [10, 20),..., [2020, 2030), [2030, 2040], і для кожної співставити новий стан центральної клітини( 0-255), утворюючи таким чином правила КА.



# Основні кроки алгоритму для тренування КА для розмиття зображень

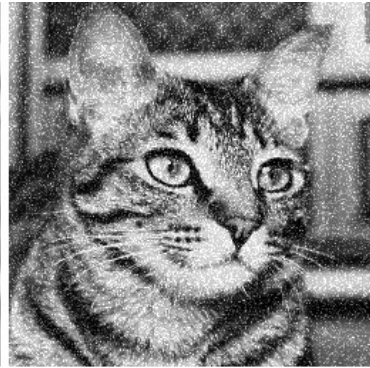
---

1. Створити підмножини певного розміру  $L$ ;
2. Для кожної підмножини підставляти результуючі значення (0-255), тим самим генеруючи правила, та обчислити середньоквадратичну похибку. На основі результатів обрати найкращий набір правил;
3. Обчислити середньоквадратичну похибку для набору з правил та зберегти результат;
4. Повторити алгоритм для меншого розміру  $L$ .

# Результати розмиття зображень з використанням КА



Original



With noise



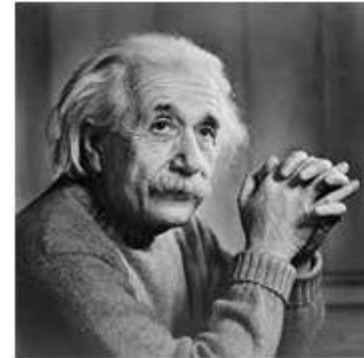
OTCA result 1



OTCA result 2



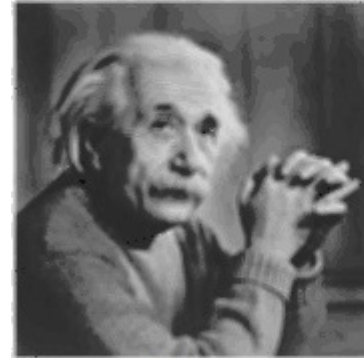
OpenCV Gaussian blur



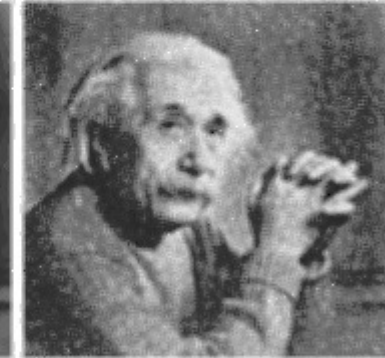
Original



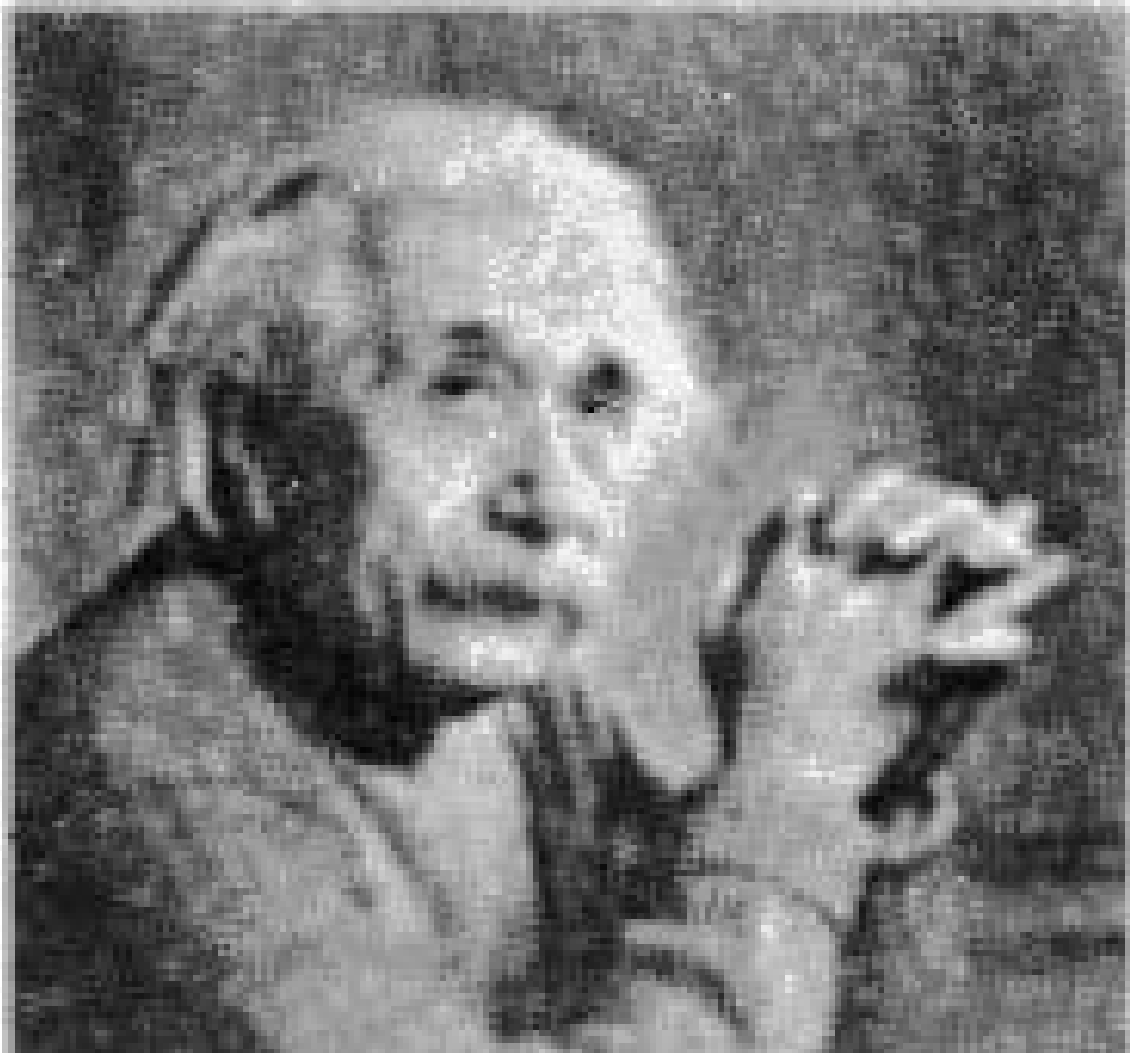
With noise added



CA applied to original



CA applied to image with noise



# Артефакти при розмитті зображення з шумом

---

# Висновки

---

- У роботі розглянуто модель клітинного автомата, основні класичні методи обробки зображень та основи програмування на CUDA.
- У практичній частині роботи було розроблено 2 алгоритми для тренування КА з метою подальшого виявлення границь на зображенні та/або розмиття зображення( для позбавлення шуму або просто розмиття).
- Описано знайдені КА та результати застосування КА до зображень порівняно зі звичайними методами.