

Повишаване на резолюцията и четимостта на двумерни медицински изображения посредством математически трансформации

Автор: Дейвид Каменов

Научен ръководител:

Доц. Станислав Харизанов

Институт по математика и информатика,
Българска академия на науките

Научен ръководител:

Александър Коларски

Старши програмист в SevOne

Резюме

Употреба:

- Обработка на дигитални изображения
- Био информатика
- Медицина
- Инженерство
- GPS и сателитни технологии

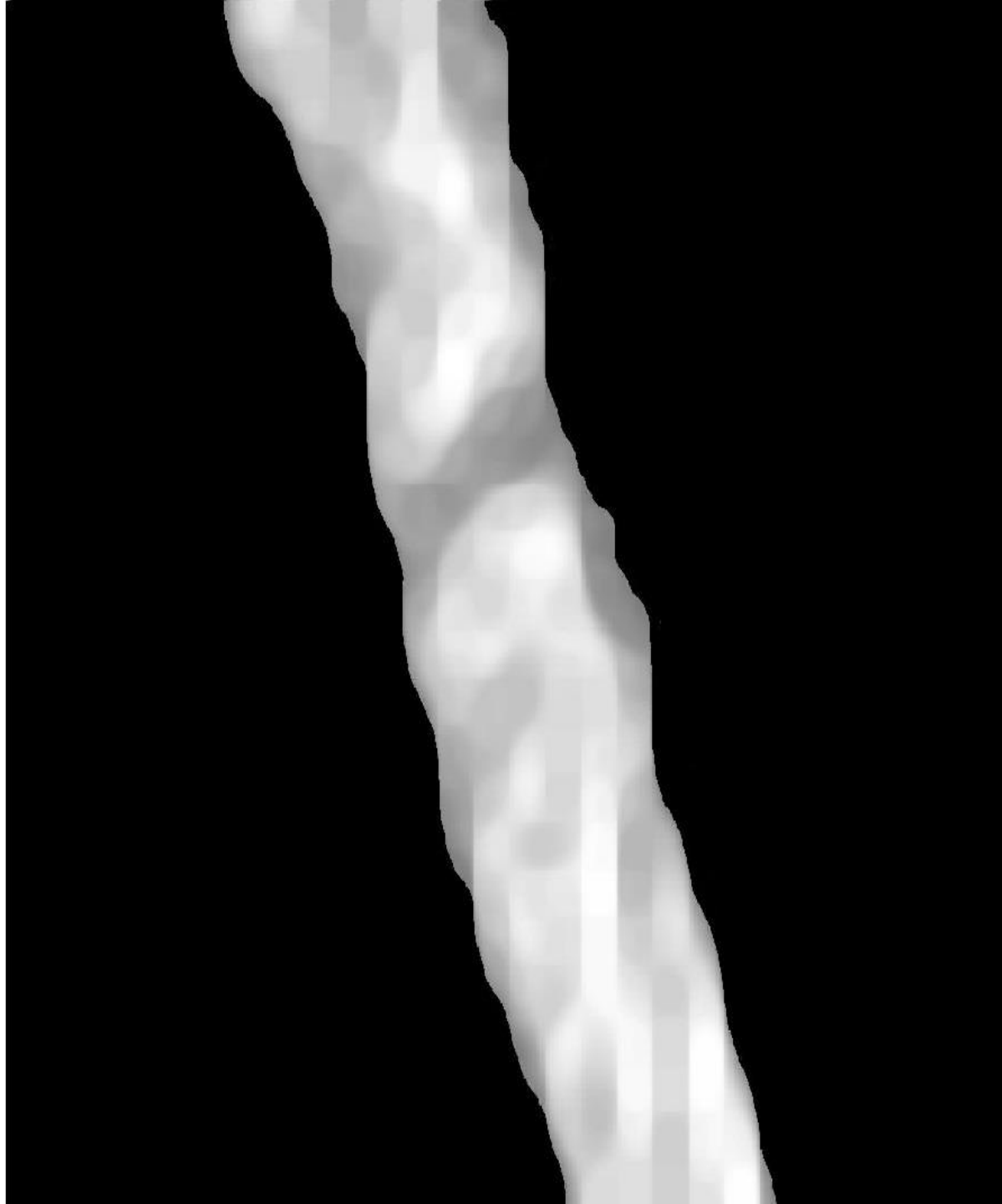


Въведение

Цели:

- Повишаване на резолюцията на дигитални изображения
- Подобряване на четимостта на дигитални изображения
- Намаляване нивото на използваната радиация при рентгенови и томографски изображения
- **МОЖЕ ДА СПАСИ ЧОВЕШКИ ЖИВОТИ ЧРЕЗ ПОДОБРЯВАНЕ НА ОБРАЗНАТА ДИАГНОСТИКА**
- **МОЖЕ ДА БЪДЕ ИЗПОЛЗВАН ЗА ПО-ТОЧНО ДИАГНОСТИЦИРАНЕ НА COVID-19**





Описание на алгоритмите

1. Преобразуване на изображението в черно-бяло
2. Преобразуване на черно-бялото изображение в матрица
3. Алгоритъм за извличане на променливите от матрица
4. Алгоритъм за повишаване на резолюцията
5. Алгоритъм за понижаване на резолюцията
6. Алгоритъм за подобряване на четимостта
7. Алгоритъм за запазване на ръбовете
8. Преобразуване на матрицата в изображение



Стъпка 1 & 2: Изображение към черно-бяло/матрица

- Алгоритмите са направени за работа с черно-бели изображения, защото повечето медицинските са такива
- 8 битово черно-бяло
- Матрица




255	205	101	125	170	211	244	255	255	255	182	89	192	254	254	255
255	249	252	255	222	182	176	223	255	254	130	88	233	255	249	255
254	255	211	101	88	89	88	92	232	252	94	114	254	232	110	182
255	218	88	149	218	240	249	110	182	232	88	154	255	176	88	182
255	130	162	255	255	255	240	94	222	192	89	192	255	125	89	233
255	114	154	223	211	167	92	141	255	149	88	232	249	92	120	255
255	192	88	88	88	94	167	252	255	120	92	252	222	88	162	255
255	255	232	211	222	252	255	255	244	94	114	255	186	88	196	255
254	255	240	176	130	114	149	249	232	88	141	255	154	88	222	255
255	196	88	94	130	141	89	167	223	88	167	255	125	89	240	255
223	92	176	244	255	255	162	135	211	88	186	255	110	101	252	255
149	135	255	255	255	218	94	205	192	89	205	255	88	110	255	254
170	98	167	167	125	88	149	255	167	88	211	255	167	192	255	254
244	135	88	88	120	196	255	254	182	98	232	255	255	255	255	255

Step 3: Извличане на променливите

- Номенклатура
- Как се извлича тяхната стойност – стандартна матрица 3x3
- Ако променливите „съществуват“
- Ако променливите „не съществуват“
 - Ръбове
 - Стени

	$j-1$	j	$j+1$
$i-1$	F	U	C
i	L	I	R
$i+1$	N	D	M

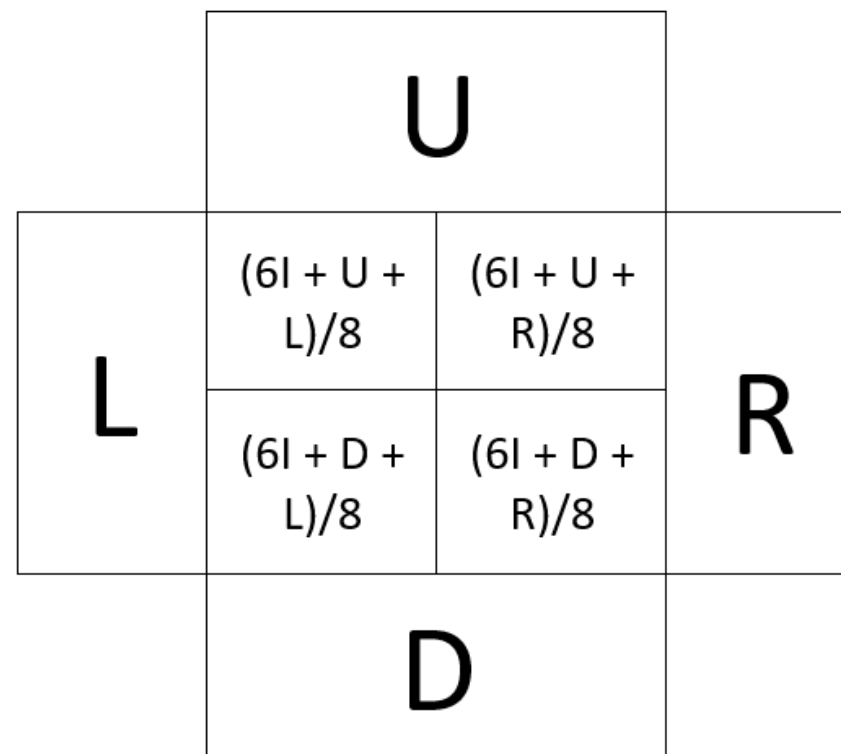


АЛГОРИТЪМЪТ Е АВТОРСКИ

Стъпка 4: Алгоритъм за повишаване на резолюцията

- Използване на „Chaikin“ подход
- Средно аритметично с тежест
- Формулата за повишаване на резолюцията е 2^{2n} при “n”-коефициент на повишаване на резолюцията

АЛГОРИТЪМЪТ Е АВТОРСКИ



□

Стъпка 5: Алгоритъм за понижаване на резолюцията

- Защо е необходима връзка между двата алгоритъма? – Защото се използва за подобряване на четимостта
- Защо матрицата е разделена на 4 фрагмента? – Защото иначе излиза “out of bounds”
- Как е изведена формулата? – От алгоритъма за повишаване на резолюцията

Central	Last Column
Last row	Last pixel

$$\begin{aligned}d &= \frac{6I + D + R}{8} \implies 6d - f - d = \frac{34I - 2M}{8} = \frac{17I - M}{4} \\f &= \frac{6I + I + M}{8} \implies g - d = \frac{6M - 6I}{8} = \frac{3M - 3I}{4} \\e &= \frac{6M + D + I}{8} \implies 3(6d - f - e) + g - d = \frac{51I - 3I}{4} = 12I \\g &= \frac{6R + I + M}{8} \implies I = \frac{17d - 3e - 3f + g}{12}\end{aligned}$$

a	b	
c	d	e
	f	g

**АЛГОРИТЪМЪТ
Е АВТОРСКИ**

Стъпка 6: Алгоритъм за подобряване на четимостта

$$matrix[i, j] = \lambda[\tilde{h} * (\bar{g} - T(h * u^n))]_{i,j} +$$

$$\frac{\epsilon + (U - D)^2(R - 2I + L) - (\epsilon + (R - L)^2(U - 2I + D)) - \frac{1}{2}(R - L)(U - D)(C - F - M + N)}{4h_x^2h_y^2\epsilon + h_x^2(U - D)^2 + h_y^2(R - L)^2}$$

**Алгоритъмът е 50% базиран на научна статия, но е видоизменен и променен.
Не е използван на готово, а за него е съставен нов видоизменен
математически модел**

S. Joshi, A. Marquina, S. Osher, I. Dinov, J. Van Horn, A. Toga. *Edge-enhanced image reconstruction using (TV) total variation and Bregman refinement*. LNCS Volume 5567, pp. 389–400, Springer, Berlin, Heidelberg, 2009.

0.077847	0.123317	0.077847
0.123317	0.195346	0.123317
0.077847	0.123317	0.077847

Стъпка 7: Алгоритъм за запазване на ръбовете

- Повишава резолюцията без да замазва ръбовете
- Прави ръбовете по-остри и ясни
- Запазва детайли

АЛГОРИТЪМЪТ Е АВТОРСКИ

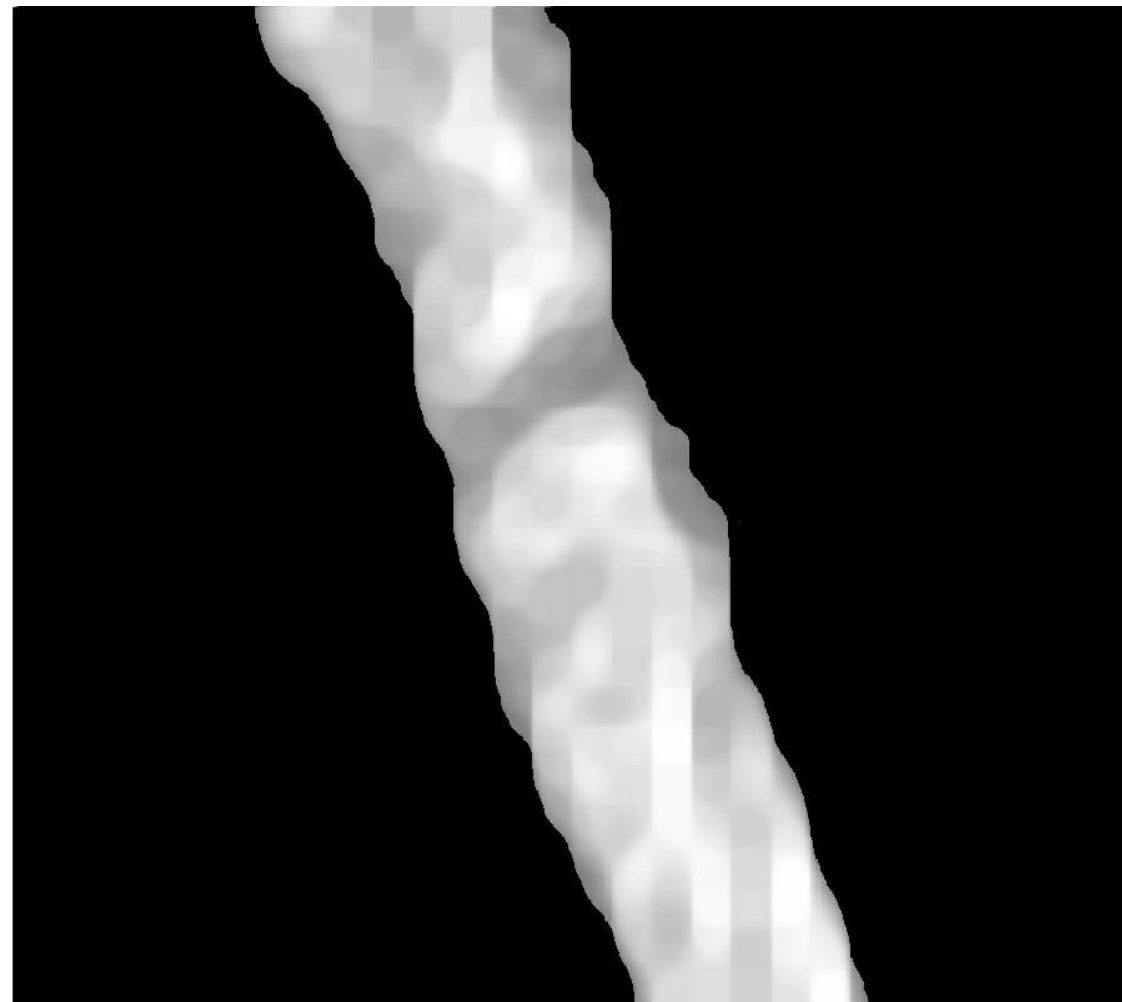




Резултати

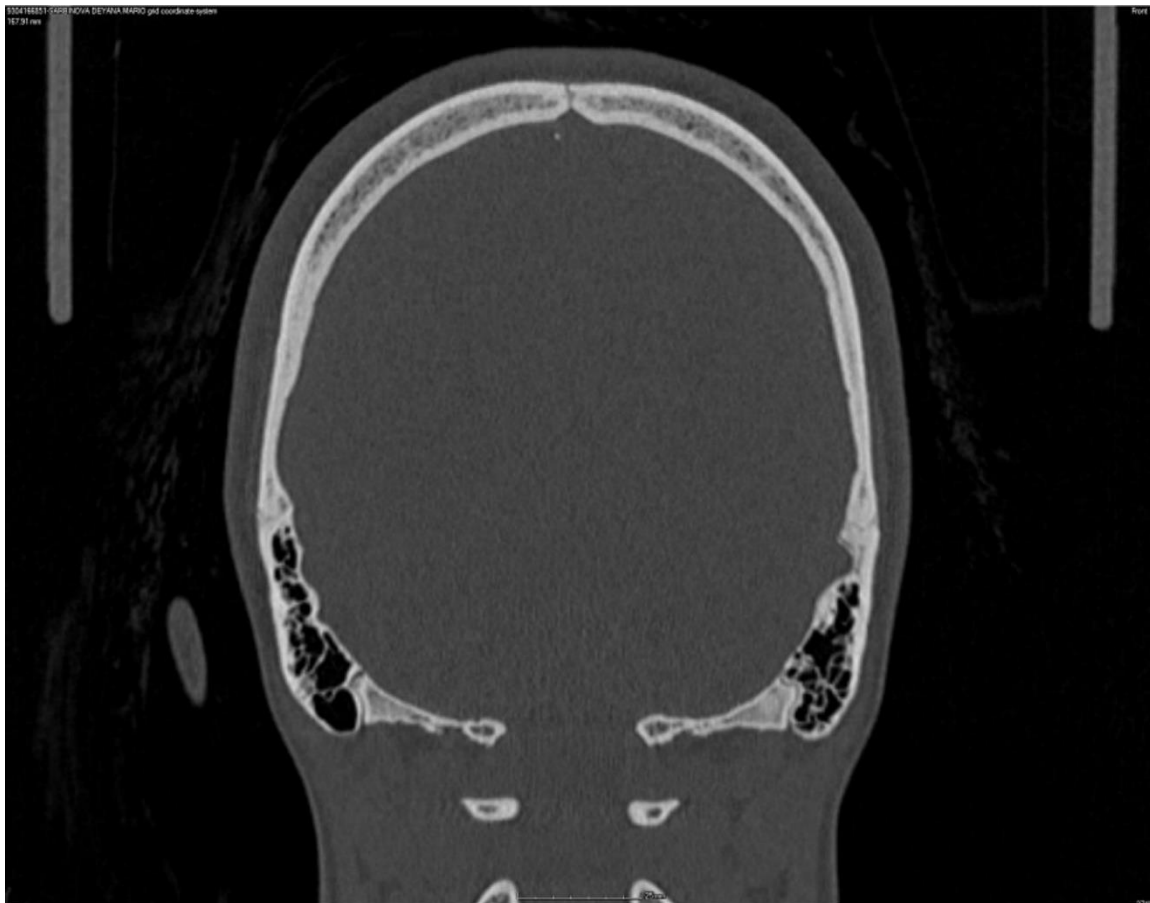


Входно изображение
28 x 25 пиксела

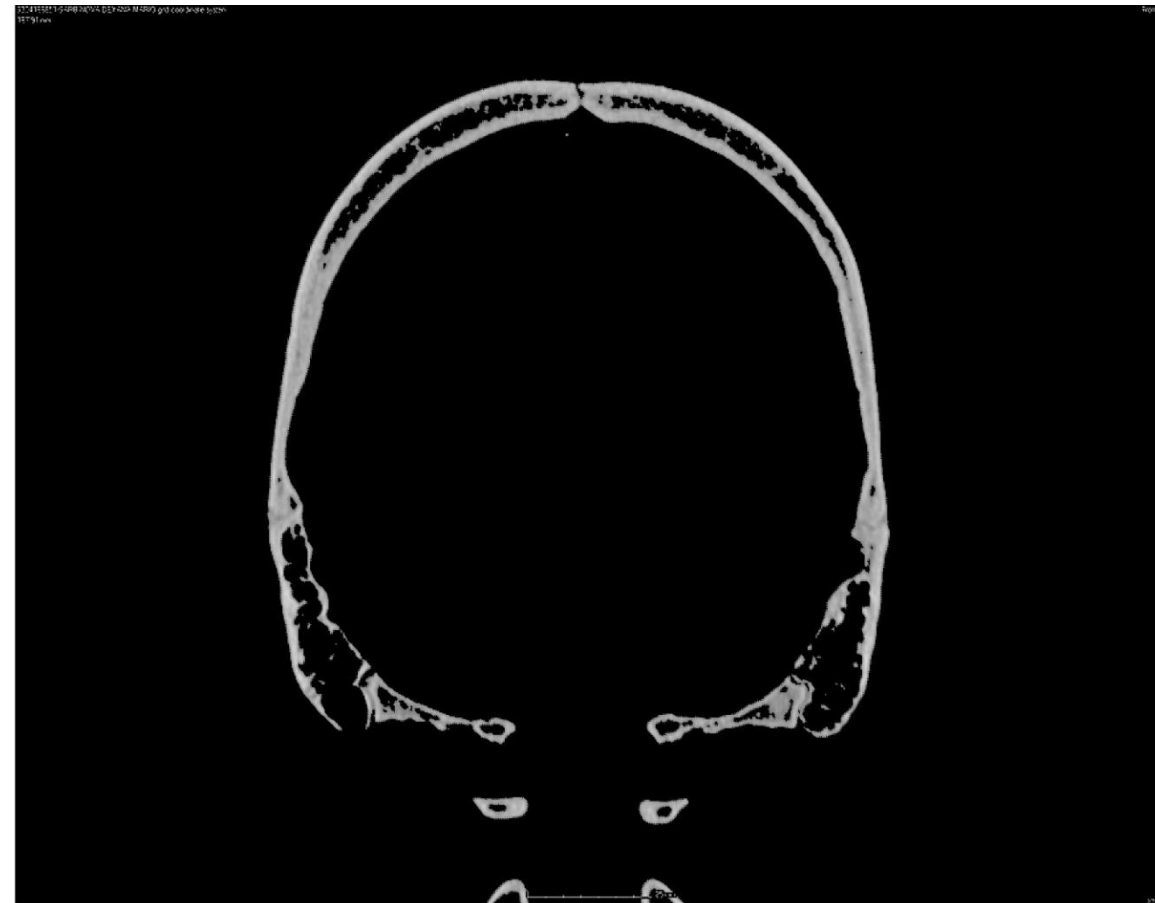


Повишаване на резолюцията и четимостта
1792 x 1600 пиксела

Резултати



Входно изображение
869 x 683 пиксела



Повишаване на резолюцията и четимостта
13904 x 10928 пиксела

Резултати



Входно
изображение
16 x 16 пиксела



Повишаване на резолюцията
1024 x 1024 пиксела



Повишаване на резолюцията и четимостта
1024 x 1024 пиксела

Резултати



Входно изображение
16 x 24 пиксела



Повишаване на резолюцията
(Запазване на ръбовете) 1024 x 1536 пиксела



Повишаване на резолюцията и четимостта
1024 x 1536 пиксела

Input Image



Input Image Width: 16

Input Image Height: 16

flower.jpg

Load Image

Convert

Save As

Upsample
(Standard)

Upsample (Edge
Preserving)

Downsample
(Standard)

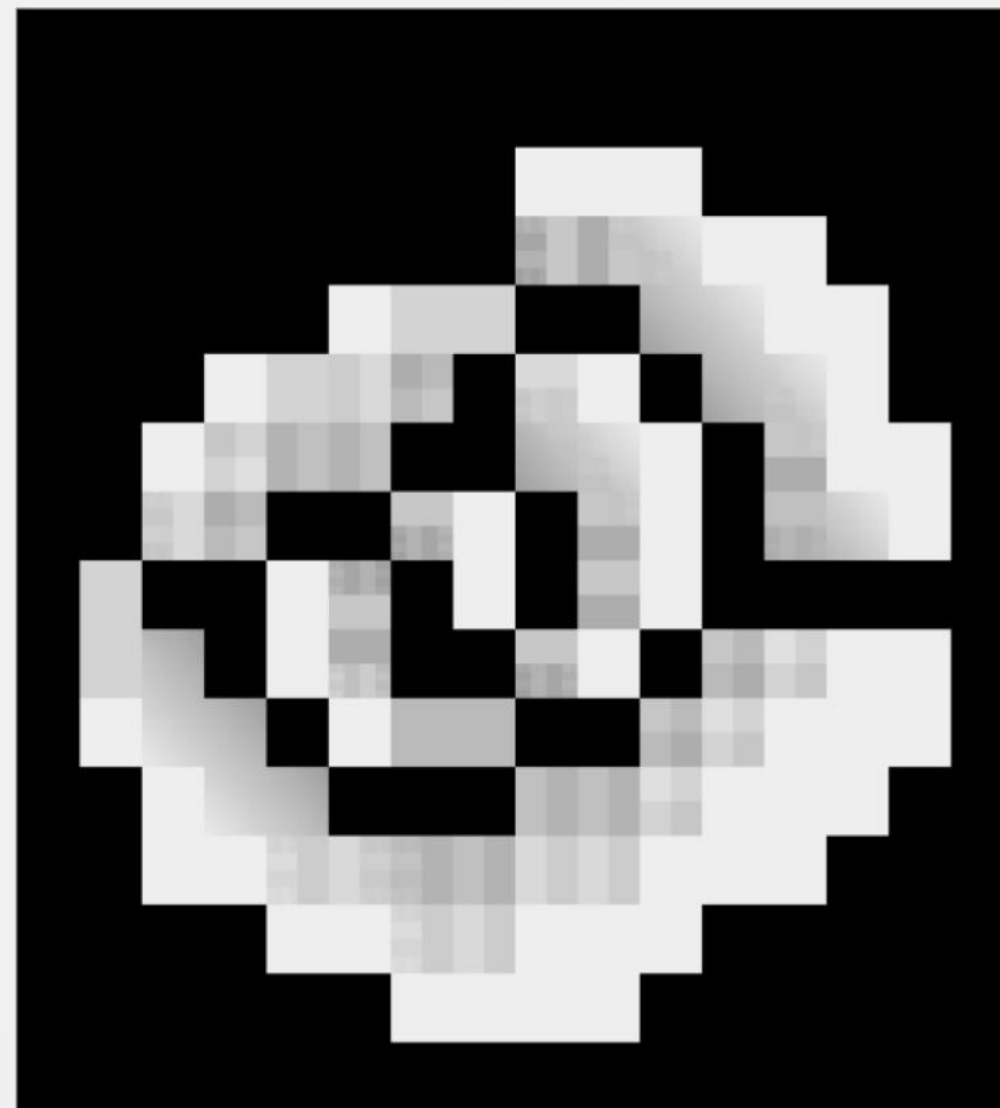
Downsample
(Edge Preserving)

Improve
Readability
(Standard)

Improve
Readability (Edge
Preserving)

Segment

Output Image



Output Image Width: 4096

Output Image Height: 4096

Какви са приносите от този проект?

- Създадени математически модели за нови алгоритми
- Математическо моделиране вместо невронни мрежи
- Нов вид оператори за повишаване и понижаване на резолюцията
- Динамична промяна на коефициента на замазване с всяка итерация на промяна на резолюцията в алгоритъма за подобряване на четимостта
- Сравнителен анализ между различни техники за супер резолюция
- Създадено е десктоп приложение
- Създадено е уеб приложение
- **МОЖЕ ДА СПАСИ ЧОВЕШКИ ЖИВОТИ ЧРЕЗ ПОДОБРЯВАНЕ НА ОБРАЗНАТА ДИАГНОСТИКА**
- **МОЖЕ ДА БЪДЕ ИЗПОЛЗВАН ЗА ПО-ТОЧНО ДИАГНОСТИЦИРАНЕ НА COVID-19**

Бъдещо развитие

- Имплементиране на алгоритъм за настройка на променливите
- Имплементиране на неврони мрежи
- Автоматизация
- Паралелна парализация
- “Anti-aliasing” алгоритъм
- Използването на повече изображения (индустриални и медицински)

Благодарности

- Доц. Станислав Харизанов (ИМИ, ИИКТ – БАН)
- Александър Коларски (старши програмист)
- Доц. Емил Келеваджиев (ИМИ – БАН), Проф. Петър Миланов (ЮЗУ – Благоевград) – рецензенти
- Доц. Евгения Сендова (ИМИ – БАН)
- Виктор Колев (ученик – СМГ)
- УЧИМИ & ЛИШ19
- Българска академия на науките и Институт по математика и информатика
- Национален Есенен Турнир „Джон Атанасов“
- SAP & GeekyCamp (Стоян Велев & Петър Иванов)
- Илиян Ценков & Дора Стоянова (ПМПГ „Св. Климент Охридски“)

Благодаря Ви за вниманието

