

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ АНТИАЛІАЙЗИНГУ

Романюк О. Н., д.т.н., проф., Панфілова Ю.О., студентка, Чан А.Л-В.,  
студентка, Лисенко Є.С., студент  
Вінницький національний технічний університет

У процесі формування растрових зображень через недостатню роздільну здатність растру часто виникають різноманітні спотворення. На зображенні з'являються дефекти, одним із проявів яких є яскраво виражені східці або зубці на краях об'єктів. Даний ефект називається ступінчастим ефектом або ефектом аліайзингу. [1]

Для запобігання появи даного ефекту застосовують згладжування — антиаліайзинг (АА). Дана технологія полягає у тому, аби зробити межі країв об'єктів на зображеннях більш гладкими. Проаналізуємо основні методи антиаліайзингу.

### ***FХАА (Fast approxImate Anti-Aliasing)***

Даний метод полягає в тому, що здійснюється один прохід по всіх пікселях зображення і кольори сусідніх пікселів набувають середнього значення відносно одне одного [2].

Перевагою даного методу є його малі вимоги до відеосистеми. Недолік — розмиття зображення: розмиваються текстури та знижується рівень деталізації. Таким чином, даний метод ефективний лише на відеосистемах із можливостями, які не можуть використовувати методи згладжування, що потребують більших ресурсів. [3, 4]

### ***MLAA (MorphoLogical anti-aliasing)***

Метод MLAA є аналогом методу FХАА від Intel, працює за таким же принципом, проте має складніший алгоритм. Все зображення розбивається на Z-, L- та U-подібні ділянки та згладжування відбувається змішуванням кольорів пікселів, що входять в кожну з цих ділянок. Порівняно з методом FХАА, зображення формуються якіснішим. [2]. Даний метод використовується не дуже часто і характерний тим, що працює не за рахунок відеокарти, а процесора. Є повільнішим за FХАА, проте результуюче зображення має менше помітного «замилування». [4]

### ***SMAA (Subpixel Morphological anti-aliasing)***

Є певним чином комбінацією методів FХАА та MLAA. Працює за рахунок відеокарти. Результуюче зображення по рівню згладженості виходить більш якісним, аніж після застосування двох попередніх методів. Тим не менш SMAA вимагає більше ресурсів.

### ***SSAA (Supersample anti-aliasing)***

Вважається одним із найскладніших методів і найбільш вимогливим до продуктивності через те, що застосовується до всього зображення повністю. Кратність розширення результуючого зображення дорівнює кратності згладжування, відбувається шляхом усереднення кольору між сусідніми

пікселями, а їх щільність при подачі на екран в кілька разів більша, ніж на самому екрані. Таким чином забезпечується плавність меж об'єктів. [2]

#### **MSAA (Multi-Sample Anti-Aliasing)**

Ґрунтується на вибіркового масштабуванні об'єктів у вищому розширенні. Тобто згладжується тільки край об'єкту. Ефект даного методу на текстурі не поширюється, при цьому виконується вищою деталізація контурів. [3]

Поширеність методу MSAA пояснюється тим, що продуктивність відеокарти майже не змінюється із його застосуванням, процес згладжування потребує менше ресурсів порівняно з методом SSAA. Це робить даний метод ефективним на слабших відеокартах. Хоча зі збільшенням кратності згладжування виникає більше вимог до пам'яті, а якість зображення зростає з меншим коефіцієнтом. [5]

Метод **MFAA (Multiframe Sampled anti-aliasing)** вважається тим же MSAA, але трохи ефективнішим при збільшенні кратності згладжування.

#### **CSAA i CFAA (Coverage Sampling anti-aliasing ma Custom-filter anti-aliasing)**

Цей метод є модифікацією MSAA. Розроблений Nvidia та AMD. Алгоритм згладжування полягає в вибірці додаткових обрахунків перекриття пікселів, по яких уточнюється результуюче значення кольору пікселя, що розташований на краю трикутника [2]

#### **TXAA (Temporal antialiasing)**

На відміну від інших методів згладжування, які працюють лише з конкретним нерухомим зображенням — кадром, може застосовуватися до рухомих об'єктів, при цьому знижуючи мерехтіння зображення. Принцип роботи поєднує у собі алгоритми методів MSAA і SMAA. Результат згладження виходить якісним, однак присутнє незначне розмиття. Водночас даний метод є доволі вимогливим до ресурсів. Метод розроблено компанією Nvidia.

Отже, проаналізувавши різні методи згладжування можна зробити висновок про їх залежність до споживаних ресурсів.

### **Список літератури**

1. Романюк О. Н. Методи та засоби антиаліайзингу контурів об'єктів у системах комп'ютерної графіки. Монографія/О. Н. Романюк, М. С. Курінний. — Вінниця: УНІВЕСУМ-Вінниця, 2006. — 163 с.
2. Романюк О. Н. Математичні моделі пікселів для задач антиаліайзингу /О. Н. Романюк, М. С. Курінний // Вісник Житомирського інженерно-технологічного інституту. — 2002. — № 3. — С. 35—47.
3. Морозов Є. «Типы сглаживания в играх», *iguides.ru*, 1 березня, 2017р., [Електронний ресурс]. Режим доступу:[https://www.iguides.ru/main/gadgets/other\\_vendors/typy\\_sglazhivaniya\\_v\\_igrakh/](https://www.iguides.ru/main/gadgets/other_vendors/typy_sglazhivaniya_v_igrakh/)
4. «Типы сглаживания и их принудительное включение в играх», *dns-shop.ru*, 21 січня, 2019., [Електронний ресурс]. Режим доступу:

<https://www.dns-shop.ru/blog/igry-i-pristavki/tipy-sglazhivaniya-i-ix-prinuditelnoe-vklyuchenie-v-igrah/>

5. «Оптимальные настройки для игр ASAP», *Клуб экспертов THG*, 11 грудня, 2016р., [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.thg.ru/forum/showthread.php?p=2143272>

## РОЗПАРАЛЕЛЕННЯ КОНТУРНОГО АНТИАЛІАЙЗИНГУ

Романюк О.Н. д.т.н., проф., Трояновська Т.І, к.т.н. доц..

Лисенко Є.С. студент

Вінницький національний технічний університет

При формуванні растрових зображень виникають спотворення, які обумовлені недостатньою роздільною здатністю растра. На зображеннях з'являються артефакти, одним із проявів яких є яскраво виражені сходинки або зубці на краях об'єктів. Даний ефект отримав назву ступінчастого ефекту чи ефекту аліайзингу [1-9].

При згладжуванні границі примітива згідно з методами крайового антиаліайзингу найбільш трудомістким є обчислення площі покриття піксела траєкторією [1,2]. Пропонується новий метод визначення площі покриття піксела, який використовує додаткові оцінювальні функції [11].

Нехай задано множину точок  $T_{i,j}$  ( $i=1,2,\dots,H$ ,  $j=1,2,\dots,V$ ), які розташовані всередині піксела у вигляді матриці, що складається з  $H$  стовпців та  $V$  рядків (рис. 1). Для кожної точки  $T_{i,j}$  введемо ознаку  $P_{i,j}$  таким чином, що для точок, які покриваються графічним примітивом,  $P_{i,j} = 1$ . В усіх інших випадках  $P_{i,j} = 0$ . Площу покриття піксела графічним примітивом можна наближено обчислити за

виразом:  $S_{\text{покр.}} \approx S_a = \frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^V P_{i,j}}{H \cdot V}$ . Для розрахунку значення ознак  $P_{i,j}$  використаємо метод оцінювальної функції [11]. Відомо, що оцінювальна функція від'ємна для всіх точок, що лежать всередині графічного примітива. Таким чином, знак оцінювальної функції, яка розрахована у допоміжній точці  $T_{i,j}$ , визначає розташування даної точки відносно границі графічного примітива.

При обчисленні площі покриття піксела графічним примітивом має місце абсолютна похибка:  $\Delta S = |S_{\text{покр.}} - S_a|$ .

Визначимо залежність максимального значення  $\Delta S$ , від  $H$  і  $V$ .