

GC Regions





О себе

Егорченков Александр

.NET Backend разработчик в AliExpress Russia



Основы виртуальной памяти

free;

reserved;

committed;

shared;

Более подробно можно прочитать в книге Конрада Коко



Garbage collector

Состоит из:

- Allocator
- Collector



Allocator

У распределителя две основные операции:

- Allocate
- Deallocate

В зависимости от размера GC делит объекты на 2 категории:

- малые объекты ($< 85\,000$ байт)
- большие объекты ($\geq 85\,000$ байт)



Collector

У сборщика основная операция - очистка памяти



Логическое представление управляемой кучи

- **CLR GC** — это сборщик поколений.
- Для **маленьких объектов** куча делится на 3 поколения: gen0, gen1 и gen2. (SOH)
- Для **больших объектов** существует только одно поколение: gen3 (gen2) (LOH)



Физическое представление управляемой кучи

Управляемая куча — это набор сегментов управляемой кучи.

- В каждой SOH всегда есть только один эфемерный сегмент, где живут `gen0` и `gen1`.
- В LOH есть 1 или более сегментов.
- Сегменты кучи могут быть получены по мере необходимости.



Сегменты

Большие блоки памяти:

	Workstations	Server
SOH	256 MB	4 GB (#CPU <= 4) 2 GB (#CPU <= 8) 1 GB (#CPU > 8)
LOH	128 MB	256 MB



Инициализация GC



■ **gen2** ■ **gen1** ■ **gen0**





GC Regions

Регионы - маленький блок памяти

- 4 МБ для SOH
- 32 МБ для LOH



GC Regions. DPAD в .NET 6

DPAD означает динамическое продвижение и понижение (Dynamic Promotion And Demotion)

Продвижение/Promotion — это распространенная концепция в GC — это означает, что если объект пережил поколение, он теперь считается частью более высокого поколения



GC Regions. DPAD B .NET 6

New array
on LOH



New children in gen0

Child0

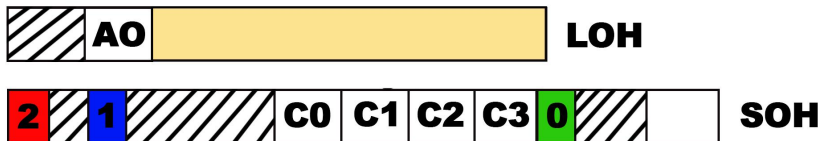
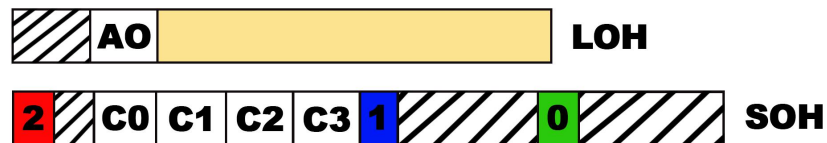
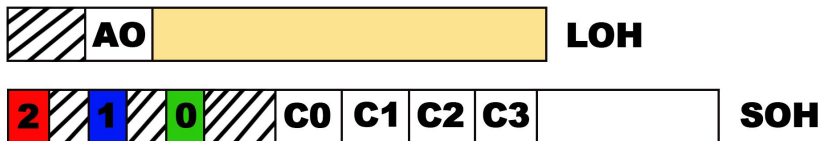
Child1

Child2

Child3

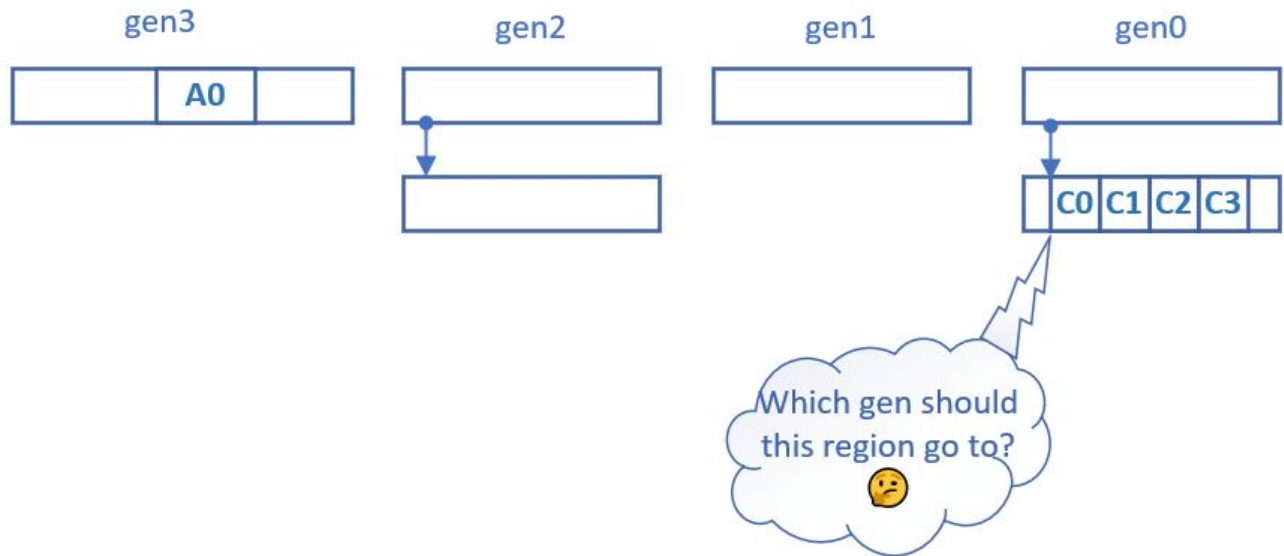


GC Regions. DPAD B .NET 6



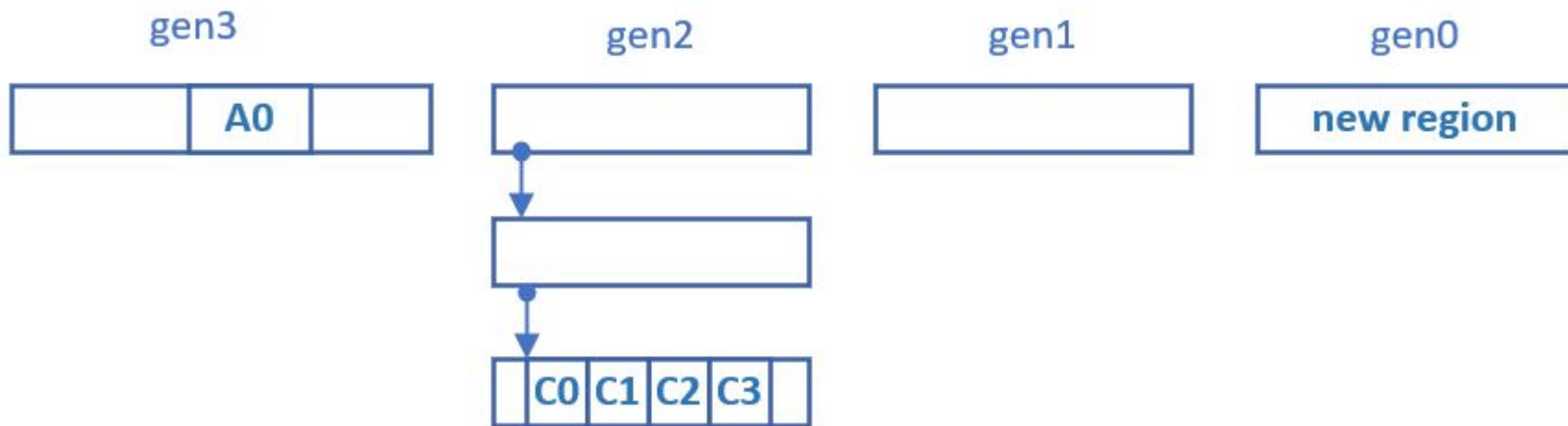


GC Regions. DPAD B .NET 6





GC Regions. DPAD B .NET 6





GC Regions. Развитие

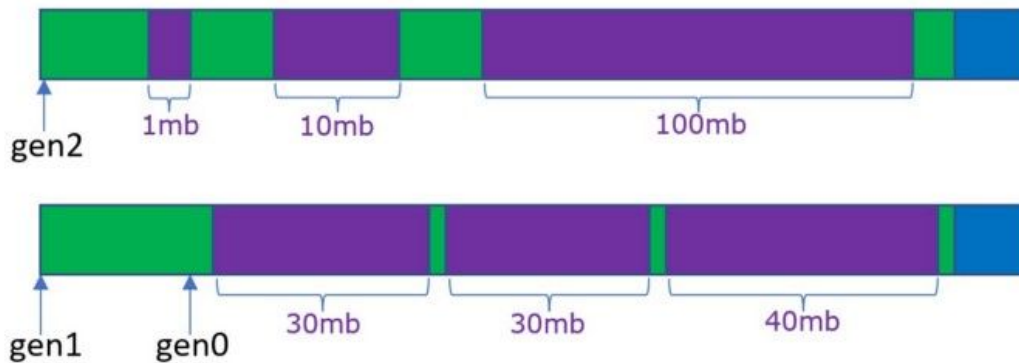
- В .NET 7 preview 3 включили GC Regions для всех 64-bit систем, кроме mac;
- В .NET 7 RC1 GC Regions доступны для всех 64-bit систем;
- Полноценный релиз .NET 7 для всех 64-bit систем в ноябре 2022;



GC Regions



Segments





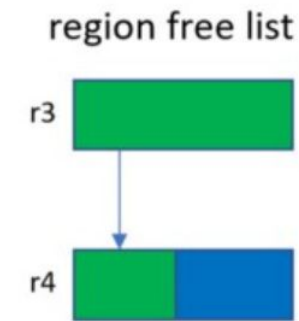
Преимущества регионов

- Обмен памятью между поколениями;
- Отделение потоков сборщика мусора от соответствующих им куч;
- Закладывает прочную основу для новых разновидностей сборок мусора



GC Regions. Особенности

- Есть пул свободных регионов;
- По крайней мере один регион на поколение;
- Свободный регион живет порядка 20 сборок мусора;
- Из списка свободных регионов выбирается наиболее полный регион;
- Хвост региона не освобождается на текущий момент;





Управление

DOTNET_GCRegionSize – размер региона по умолчанию.

По умолчанию равен 4 МБ (4194304 байт)

```
SET DOTNET_GCRegionSize=4194304
```

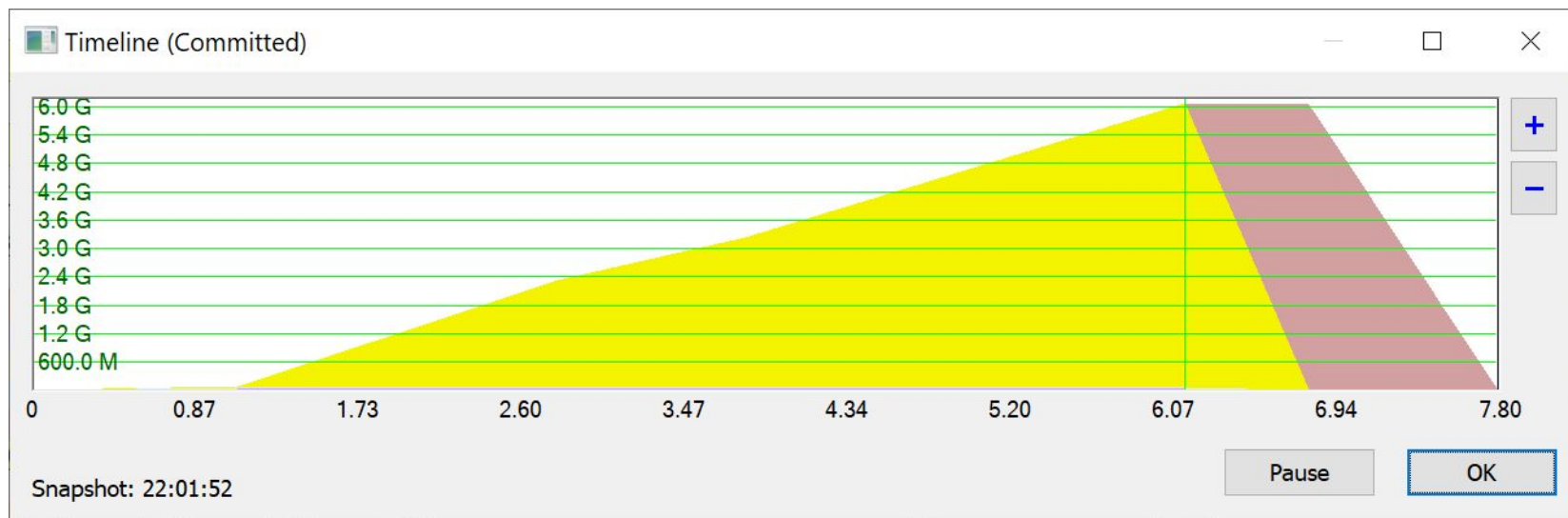


Попробовать все фишки GC .NET 7 в версии .NET 6

```
set COMPlus_GCName=clrgc.dll
```

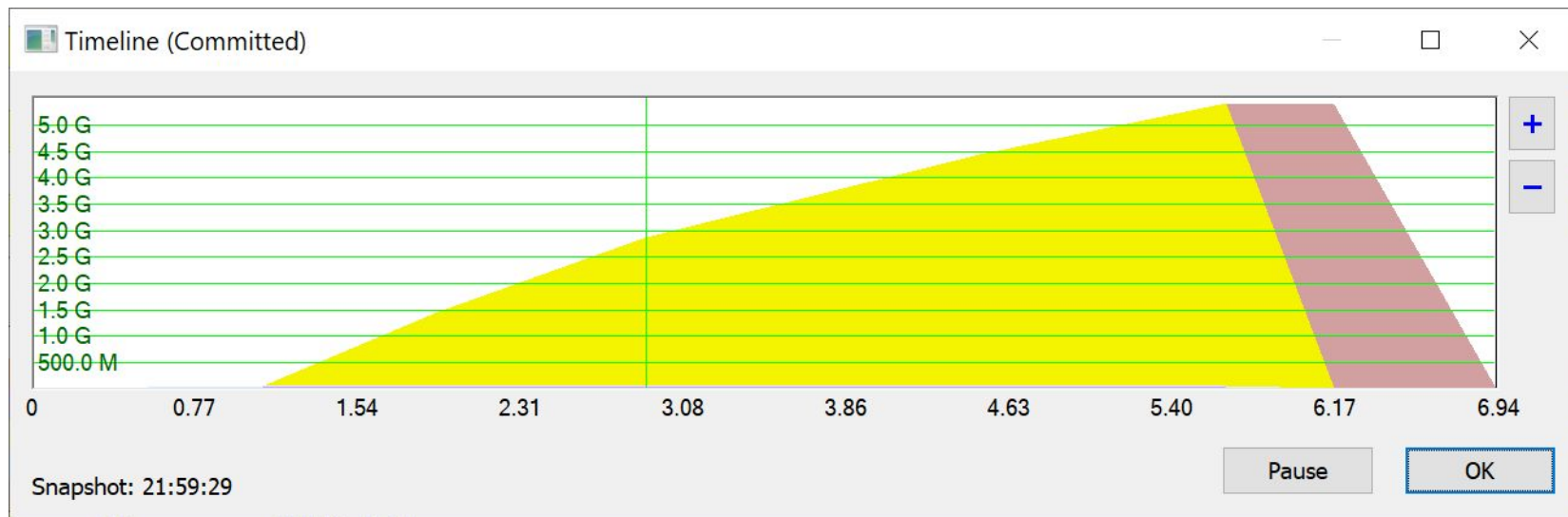


Тесты. Время работы GC .NET 6





Тесты. Время работы GC .NET 7



Тесты. Размеры в памяти .NET 6

00000279C5AA0000	Private Data	20 971 520 K	5 988 448 K	5 988 448 K	5 986 744 K	5 986 744 K	48 Read/Write
00000279C5AA0000	Private Data	741 576 K	741 576 K	741 576 K	741 576 K	741 576 K	Read/Write
00000279F2ED2000	Private Data	1 355 576 K					Reserved
0000027A45AA0000	Private Data	739 528 K	739 528 K	739 528 K	739 472 K	739 472 K	Read/Write
0000027A72CD2000	Private Data	1 357 624 K					Reserved
0000027AC5AA0000	Private Data	748 872 K	748 872 K	748 872 K	748 860 K	748 860 K	Read/Write
0000027AF35F2000	Private Data	1 348 280 K					Reserved
0000027B45AA0000	Private Data	743 112 K	743 112 K	743 112 K	743 052 K	743 052 K	Read/Write
0000027B73052000	Private Data	1 354 040 K					Reserved
0000027BC5AA0000	Private Data	741 896 K	741 896 K	741 896 K	741 868 K	741 868 K	Read/Write
0000027BF2F22000	Private Data	1 355 256 K					Reserved
0000027C45AA0000	Private Data	745 352 K	745 352 K	745 352 K	745 324 K	745 324 K	Read/Write
0000027C73282000	Private Data	1 351 800 K					Reserved
0000027CC5AA0000	Private Data	746 696 K	746 696 K	746 696 K	746 652 K	746 652 K	Read/Write
0000027CF33D2000	Private Data	1 350 456 K					Reserved
0000027D45AA0000	Private Data	745 928 K	745 928 K	745 928 K	745 920 K	745 920 K	Read/Write
0000027D73312000	Private Data	1 351 224 K					Reserved
0000027DC5AA0000	Private Data	4 820 K	4 820 K	4 820 K	4 672 K	4 672 K	Read/Write
0000027DC5F55000	Private Data	257 324 K					Reserved
0000027DD5AA0000	Private Data	5 164 K	5 164 K	5 164 K	4 872 K	4 872 K	Read/Write
0000027DE5AA0000	Private Data	256 980 K					Reserved
< 0000027DF5AA0000 >	Private Data	3 960 K	3 960 K	3 960 K	3 628 K	3 628 K	Read/Write

Тесты. Размеры в памяти .NET 7

000001DF293C0000	Private Data	268 435 456 K	5 468 908 K	5 468 908 K	5 460 244 K	5 460 244 K	105 Read/Write
000001DF293C0000	Private Data	256 K					Reserved
000001DF29400000	Private Data	4 K	4 K	4 K			Read/Write
000001DF29401000	Private Data	32 764 K					Reserved
000001DF2B400000	Private Data	4 K	4 K	4 K			Read/Write
000001DF2B401000	Private Data	32 764 K					Reserved
000001DF2D400000	Private Data	68 K	68 K	68 K	12 K	12 K	Read/Write
000001DF2D411000	Private Data	32 700 K					Reserved
000001DF2F400000	Private Data	4 K	4 K	4 K			Read/Write
000001DF2F401000	Private Data	32 764 K					Reserved
000001DF31400000	Private Data	68 K	68 K	68 K	12 K	12 K	Read/Write
000001DF31411000	Private Data	32 700 K					Reserved
000001DF33400000	Private Data	4 K	4 K	4 K			Read/Write
000001DF33401000	Private Data	32 764 K					Reserved
000001DF35400000	Private Data	4 K	4 K	4 K			Read/Write
000001DF35401000	Private Data	32 764 K					Reserved
000001DF37400000	Private Data	4 K	4 K	4 K			Read/Write
000001DF37401000	Private Data	32 764 K					Reserved
000001DF39400000	Private Data	102 520 K	102 520 K	102 520 K	101 616 K	101 616 K	Read/Write
000001DF3F81E000	Private Data	28 552 K					Reserved
000001DF41400000	Private Data	4 472 K	4 472 K	4 472 K	3 636 K	3 636 K	Read/Write
000001DF4185E000	Private Data	28 296 K					Reserved



Выводы

- Следите за произошедшими изменениями в платформе
- При переходе смотрите за метриками потребления памяти



Ссылки



- Конрад Кокоса: Управление памятью в .NET для профессионалов
- .NET GC Internals (videos)
- Put a DPAD on that GC!
- How segments and regions differ in decommitting memory in the .NET 7 GC
- Github Epic: GC Regions Support