عنوان: **مقایسه بین حلقه های تکرار (Lambda ForEach و for و foreach)**
نویسنده: مسعود پاکدل
تاریخ: ۱۳۹۲/۰۳/۰۵ ۲۳:۴۰
آدرس: www.dotnettips.info
برچسب‌ها: C#, foreach, Performance

به حلقه‌های تکرار زیر دقت کنید.

#1 حلقه for با استفاده از متغیر Count لیست

```
var ListOfNumber = new List<int>() { 100, 200, 300 , 400 , 500  };
for ( int i = 0 ; i < ListOfNumber.Count ; i++ )
{
       Console.WriteLine( ListOfNumber[i] );
}
```

#2حلقه for با استفاده از متغیر یا مقدار صریح

```
var ListOfNumber = new List<int>() { 100, 200, 300 , 400 , 500  };
for ( int i = 0 ; i < 5 ; i++ )
{
       Console.WriteLine( ListOfNumber[i] );
}
```

#3 foreach ساده که احتمالا خیلی از شماها از اون استفاده می‌کنید.

```
var ListOfNumber = new List<int>() { 100, 200, 300 , 400 , 500 };
foreach ( var number in ListOfNumber )
{
    Console.WriteLine( number );
}
```

#4 Lambda ForEach که مورد علاقه بعضی‌ها از جمله خود من است.

```
var ListOfNumber = new List<int>() { 100, 200, 300  , 400 , 500 };
ListOfNumber.ForEach( number =>
{
     Console.WriteLine( number );
});
```

به نظر شما حلقه‌های بالا از نظر کارایی چه تفاوتی با هم دارند؟
تمام حلقه‌های بالا یک خروجی رو چاپ خواهند کرد ولی اگر فکر می‌کنید که هیچ تفاوتی ندارند سخت در اشتباه هستید.
هر 4 حلقه تکرار بالا رو در 21 حالت مختلف با شریط یکسان در یک سیستم تست کردیم و نتایج زیر حاصل شد.(منظور از نتایج مدت زمان اجرای هر حلقه است)

تعداد تکرار	#1 for با استفاده از متغیر Count لیست	#2 for-استفاده از متغیر	#3 foreach	#4 Lambda ForEach
1000	0.000008	0.000007	0.000014	0.000012
2000	0.000014	0.000013	0.000026	0.000022
3000	0.000019	0.000016	0.000036	0.000028
4000	0.000024	0.000022	0.000047	0.000035
5000	0.000029	0.000025	0.000058	0.000043
10,000	0.000059	0.000047	0.000117	0.000081

تعداد تکرار	#1 for با استفاده از متغیر Count لیست	#2 for-استفاده از متغیر	#3 foreach	#4 Lambda ForEach
20,000	0.000128	0.000093	0.000225	0.000161
30,000	0.000157	0.000141	0.000336	0.000233
40,000	0.000221	0.000180	0.000442	0.000310
50,000	0.000263	0.000236	0.000553	0.000307
100,000	0.000530	0.000443	0.001103	0.000773
200,000	0.001070	0.000879	0.002194	0.001531
300,000	0.001641	0.001345	0.003281	0.002308
400,000	0.002233	0.001783	0.004388	0.003083
500,000	0.002615	0.002244	0.005521	0.003873
1,000,000	0.005303	0.004520	0.011072	0.007767
2,000,000	0.010543	0.009074	0.022127	0.015536
3,000,000	0.015738	0.013569	0.033186	0.023268
4000,000	0.021039	0.018113	0.044335	0.031188
5000,000	0.026280	0.022593	0.055521	0.038793
10,000,000	0.052528	0.046090	0.111517	0.078482

بررسی نتایج :

سریع‌ترین حلقه تکرار حلقه for با استفاده از متغیر معمولی به عنوان تعداد تکرار حلقه است.

رتبه دوم برای حلقه for همراه با استفاده از خاصیت Count لیست مورد نظر بوده است. دلیلش هم اینه که سرعت دستیابی کامپایلر به متغیرهای معمولی حتی تا 3برابر سریع‌تر از دسترسی به متد get خاصیت هاست.

مهم‌ترین نکته این است که Lambda ForEach عمکردی بسیار بهتری نسبت به foreach معمولی داره.

پس هر گاه قصد اجرای حلقه ForEach رو برای لیست دارید و سرعت اجرا هم براتون اهمیت داره بهتره که از Lambda ForEach استفاده کنید. حالا به کد زیر دقت کنید:

```
int[] arrayOfNumbers = new int[] {100 , 200 , 300 , 400 , 500 };
   Array.ForEach<int>( arrayOfNumbers, ( int counter ) => { Console.WriteLine( counter ); } );
```

من همون حلقه بالا رو به صورت آرایه پیاده سازی کردم و برای اجرای حلقه از دستور Array.ForEach که عملکردی مشابه با List.ForEach داره استفاده کردم که نتیجه به دست اومده نشون داد که Array.ForEach از نظر سرعت به مراتب از foreach معمولی کندتر عمل می‌کنه.دلیلش هم اینه که کامپایلر هنگام کار با آرایه‌ها و اجرای اون‌ها به صورت حلقه، کد IL خاصی رو تولید می‌کنه که مخصوص کار با آرایه هاست و سرعت اون به مراتب از سرعت کد IL تولید شده برای IEnumeratorها پایین تره.

نظرات خوانندگان

نویسنده: قاسم کشاورز حداد
تاریخ: ۱۳۹۲/۰۳/۰۶ ۱۹:۲۹

خیلی برام جالب بود، ممنون از مطلبت

نویسنده: محمد رعیت پیشه
تاریخ: ۱۳۹۲/۰۳/۰۶ ۲۳:۵۱

ممنون از مطلبتون.
فقط در صورت امکان توضیحی هم درباره نحوه تست کردن چنین دستوراتی بدید.

نویسنده: شاهین کیاست
تاریخ: ۱۳۹۲/۰۳/۰۷ ۸:۴۸

یک روش ساده :

```
Stopwatch sw = Stopwatch.StartNew();
var ListOfNumber = new List<int>() { 100, 200, 300 , 400 , 500  };
for ( int i = 0 ; i < ListOfNumber.Count ; i++ )
{
       Console.WriteLine( ListOfNumber[i] );
}
sw.Stop();
Console.WriteLine("Total time (ms): {0}", (long) sw.ElapsedMilliseconds);
```

نویسنده: مصطفی عسگری
تاریخ: ۱۳۹۲/۰۳/۰۷ ۲۳:۳

جالب بود که این روش از foreach سریعتر عمل میکنه

نویسنده: یوسف نژاد
تاریخ: ۱۳۹۲/۰۳/۰۸ ۰:۳۳

یا استفاده از Microbenchmark برای دریافت نتایج دقیقتر.

نویسنده: یوسف نژاد
تاریخ: ۱۳۹۲/۰۳/۰۸ ۰:۴۱

متد ForEach در کلاس List از حلقه for معمولی استفاده میکنه و نه foreach:

```
public void ForEach(Action<T> action)
{
  if (action == null)
    ThrowHelper.ThrowArgumentNullException(ExceptionArgument.match);
  for (int index = 0; index < this._size; ++index)
    action(this._items[index]);
}
```

متد Array.ForEach هم از روشی مشابه استفاده کرده:

```
public static void ForEach<T>(T[] array, Action<T> action)
```

```
{
  if (array == null)
    throw new ArgumentNullException("array");
  if (action == null)
    throw new ArgumentNullException("action");
  for (int index = 0; index < array.Length; ++index)
    action(array[index]);
}
```

foreach به دلیل استفاده از اشیای درون IEnumerable و درنتیجه اجرای دستورات بیشتر در هر حلقه کندتر عمل میکند.
اما! اگر هدف تنها بررسی سرعت اجرای حلقه‌های اشاره شده باشه متدهای بالا نتیجه درستی نشان نخواهد داد، چون عملیات انجام شده در حلقه‌های نشان داده شده با هم دقیقا یکسان نیست. بهتره که یه عملیات ثابت و مستقل از متغیرهای درگیر استفاده بشه تا نتایج دقیقتری بدست بیاد. مثلا یه چیزی مثل اکشن زیر:

```
() => { int a = 1; }
```

بهتره تو این تستها مشخصات دقیق سخت افزاری هم ارائه بشه تا مقایسه‌ها بهتر انجام بگیره.
با این شرح با روشی که در مطلب Microbenchmark آورده شده آزمایشات رو دوباره انجام دادم و برای تعداد تکرار 100 میلیون اختلاف تمام حلقه‌ها در حد چند میلی ثانیه بود که کاملا قابل صرفنظره!
نتایج برای حالات مختلف موجود تفاوتهای زیادی داشت اما درنسخه ریلیز نهایتا نتایج کلی این بود که حلقه for معمولی از همه سریعتر، سپس Array.ForEach و بعد متد ForEach در کلاس List و درنهایت ازهمه کندتر حلقه foreach بود.
من آزمایشات روی یک سیستم با پردازنده 4 هسته ای با کلاک 3.4 گیگاهرتز (AMD Phenom II 965) با ویندوز 7 و 32 بیتی با رم 4 گیگ (3.25 گیگ قابل استفاده)انجام دادم. متاسفانه تعداد تکرار بیشتر خطای OutOfMemory میداد.
نکته: اجرای تستهای این چنینی برای آزمایش کارایی و سرعت به شدت تحت تاثیر عوامل جانبی هستند. مثل میزان منابع در دسترس سخت افزاری، نوع سیستم عامل، برنامه‌ها و سرویس‌های در حال اجرا، و مهمتر از همه نوع نسخه بیلد شده از برنامه تستر (دیباگ یا ریلیز) و محل اجرای تست (منظور اجرا در محیط دیباگ ویژوال استودیو یا اجرای مستقل برنامه) و ... . (همونطور که آقای نصیری هم مطلبی مرتبط رو به اشتراک گذاشتند ^)

نویسنده: مسعود م.پاکدل
تاریخ: ۱۳۹۲/۰۳/۰۸ ۱۴:۲

درابتدا بهتر عنوان کنم که در کل 2 نوع برنامه نویس وجود داره. برنامه نویسی که می‌خواد برنامه درست کار کنه و برنامه نویسی که میخواد برنامه درست نوشته بشه. در این جا هدف اصلی ما نوشتن برنامه به صورت درست هستش. دلیل اینکه foreach کندتر از Lamba ForEach عمل می‌کنه همان طور که جناب یوسف نژاد عنوان کردند به خاطر اجرای دستورات بیشتر در هر تکرار است.
مثل کد زیر:

```
long Sum(List<int> intList)
{
  long result = 0;
  foreach (int i in intList)
    result += i;
  return result;
}
```

کامپایلر برای انجام کامپایل ، کدهای بالا رو تبدیل به کدهای قابل فهم زیر می‌کنه:

```
long Sum(List<int> intList)
{
  long result = 0;
  List<T>.Enumerator enumerator = intList.GetEnumerator();
  try
  {
    while (enumerator.MoveNext())
    {
      int i = enumerator.Current;
      result += i;
    }
```

```
  }
  finally
  {
    enumerator.Dispose();
  }
  return result;
}
```

همانطور که می‌بینید از دو دستور enumerator.MoveNext و enumerator.Current در هر تکرار داره استفاده می‌شه در حالی که List.ForEach فقط نیاز به یک فراخوانی در هر تکرار دارد.
در مورد Array.ForEach هم این نکته رو اضافه کنم که Array.ForEach فقط برای آرایه‌های یک بعدی استفاده میشه و کامپایلر هنگام کار با آرایه‌ها کد IEnumerator رو که در بالا توضیح دادم تولید نمی‌کنه در نتیجه در حلقه foreach برای آرایه‌ها هیچ فراخوانی متدی صورت نمی‌گیرد در حالی Array.ForEach نیاز به فراخوانی delegate تعریف شده در ForEach به ازای هر تکرار دارد.
آزمایشات بالا هم در یک سیستم DELL Inspiron 9400 با Core Duo T2400 و 2 GB RAM انجام شده است . این آزمایشات رو اگر در هر سیستم دیگر با هر Config اجرا کنید نتیجه کلی تغییر نخواهد کرد و فقط از نظر زمان اجرا تفاوت خواهیم داشت نه در نتیجه کلی.

نویسنده: یوسف نژاد
تاریخ: ۱۳۹۲/۰۳/۱۲ ۱۲:۳۳

"این آزمایشات رو اگر در هر سیستم دیگر با هر Config اجرا کنید نتیجه کلی تغییر نخواهد کرد و فقط از نظر زمان اجرا تفاوت خواهیم داشت نه در نتیجه کلی."
این مطلب لزوما صحیح نیست. یک بنچمارک میتونه تو مجموعه سخت افزارهای مختلف، نتایج کاملا متفاوتی داشته باشه. مثلا سوالی در همین زمینه آقای شهروز جعفری تو StackOverflow پرسیدن که در جوابش دو نفر نتایج متفاوتی ارائه دادن.
معمولا برای بیان نتایج تستهای بنچمارک ابتدا مشخصات سخت افزاری ارائه میشه مخصوصا وقتیکه نتایج دقیق (و نه کلی) نشون داده میشه. مثل همین نتایج دقیق زمانهای اجرای حلقه‌ها.
نکته ای که من درکامنتم اشاره کردم صرفا درباره تست "سرعت اجرای" انواع حلقه‌ها بود که ممکنه با تست کارایی حلقه‌ها در اجرای یک کد خاص فرق داشته باشه.
نکته دیگه هم اینکه نمیدونم که آیا شما از همون متد Console.WriteLine در حلقه‌ها برای اجرای تستون استفاده کردین یا نه. فقط باید بگم که به خاطر مسائل و مشکلات مختلفی که استفاده از این متد به همراه داره، به نظر من بکارگیری اون تو این جور تست‌ها اصلا مناسب نیست و باعث دور شدن زیاد نتایج از واقعیت میشه. مثلا من تست کردم و هر دفعه یه نتیجه‌ای می‌داد که نمیشه بر اساس اون نتیجه‌گیری کرد.

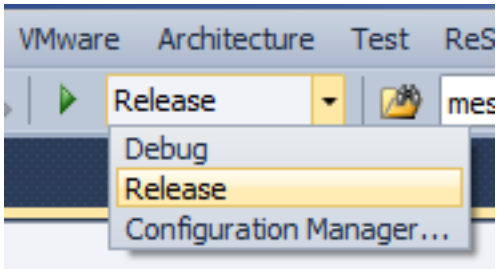
مورد دیگه ای هم که باید اضافه کنم اینه که بهتر بود شما کد کامل تست خودتون رو هم برای دانلود میذاشتین تا دیگران هم بتونن استفاده کنن. اینجوری خیلی بهتر میشه نتایج مختلف رو با هم مقایسه کرد. این مسئله برای تستای بنچمارک نسبتا رایج هست. مثل کد زیر که من آماده کردم:

```
static void Main(string[] args)
{
  //Action<int> func = Console.WriteLine;
  Action<int> func = number => number++;
  do
  {
    try
    {
      Console.Write("Iteration: ");
      var iterations = Convert.ToInt32(Console.ReadLine());
      Console.Write("Loop Type (for:0, foreach:1, List.ForEach:2, Array.ForEach:3): ");
      var loopType = Console.ReadLine();
      switch (loopType)
      {
        case "0":
          Console.WriteLine("FOR loop test for {0} iterations", iterations.ToString("0,0"));
```

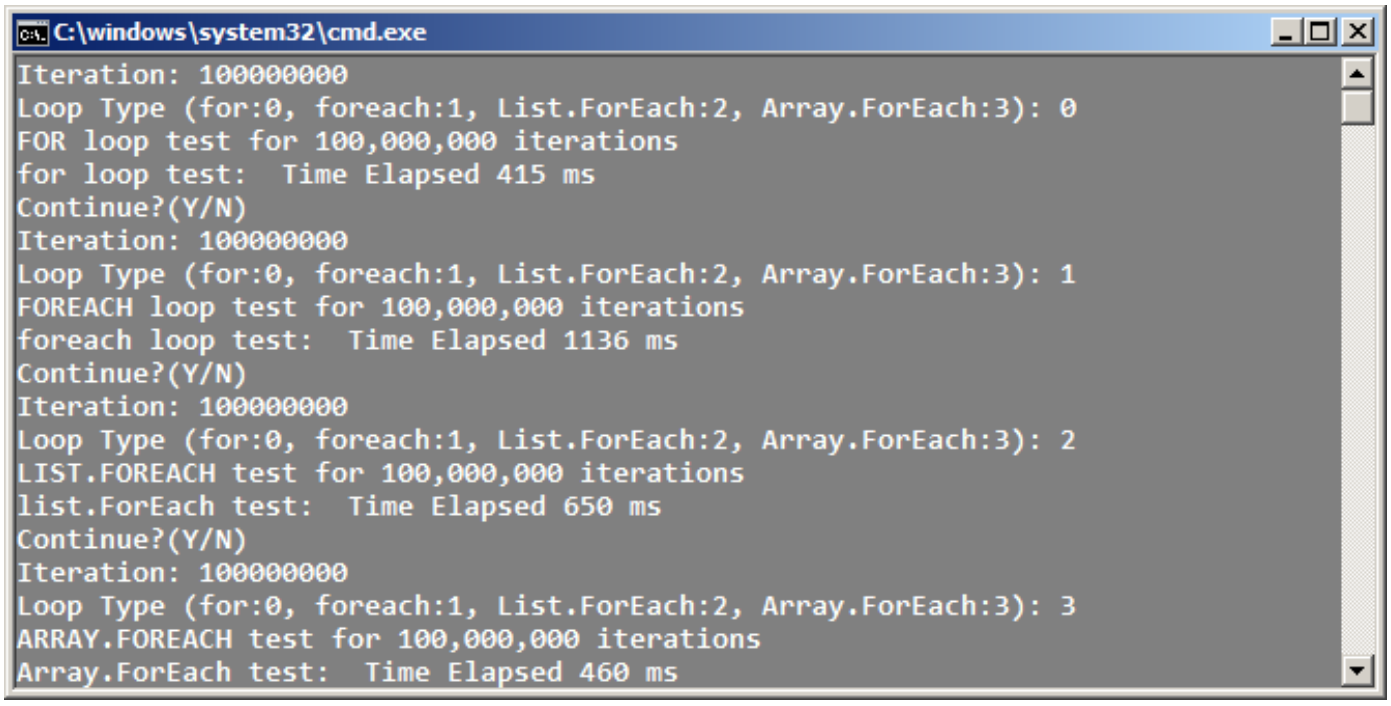
```
          TestFor(iterations, func);
          break;
        case "1":
          Console.WriteLine("FOREACH loop test for {0} iterations", iterations.ToString("0,0"));
          TestForEach(iterations, func);
          break;
        case "2":
          Console.WriteLine("LIST.FOREACH test for {0} iterations", iterations.ToString("0,0"));
          TestListForEach(iterations, func);
          break;
        case "3":
          Console.WriteLine("ARRAY.FOREACH test for {0} iterations", iterations.ToString("0,0"));
          TestArrayForEach(iterations, func);
          break;
      }
    }
    catch (Exception ex)
    {
      Console.WriteLine(ex);
    }
    Console.Write("Continue?(Y/N)");
    Console.WriteLine("");
  } while (Console.ReadKey(true).Key != ConsoleKey.N);

  Console.WriteLine("Press any key to exit");
  Console.ReadKey();
}


static void TestFor(int iterations, Action<int> func)
{
  StartupTest(func);

  var watch = Stopwatch.StartNew();
  for (int i = 0; i < iterations; i++)
  {
    func(i);
  }
  watch.Stop();
  ShowResults("for loop test: ", watch);
}

static void TestForEach(int iterations, Action<int> func)
{
  StartupTest(func);
  var list = Enumerable.Range(0, iterations);

  var watch = Stopwatch.StartNew();
  foreach (var item in list)
  {
    func(item);
  }
  watch.Stop();
  ShowResults("foreach loop test: ", watch);
}

static void TestListForEach(int iterations, Action<int> func)
{
  StartupTest(func);
  var list = Enumerable.Range(0, iterations).ToList();

  var watch = Stopwatch.StartNew();
  list.ForEach(func);
  watch.Stop();
  ShowResults("list.ForEach test: ", watch);
}

static void TestArrayForEach(int iterations, Action<int> func)
{
  StartupTest(func);
  var array = Enumerable.Range(0, iterations).ToArray();

  var watch = Stopwatch.StartNew();
  Array.ForEach(array, func);
  watch.Stop();
  ShowResults("Array.ForEach test: ", watch);
}

static void StartupTest(Action<int> func)
{
  // clean up
```

```
  GC.Collect();
  GC.WaitForPendingFinalizers();
  GC.Collect();

  // warm up
  func(0);
}
static void ShowResults(string description, Stopwatch watch)
{
  Console.Write(description);
  Console.WriteLine(" Time Elapsed {0} ms", watch.ElapsedMilliseconds);
}
```

قبل از اجرای تست بهتره برنامه رو برای نسخه Release بیلد کنیم. ساده‌ترین روشش در تصویر زیر نشون داده شده:



پس از این تغییر و بیلد پروژه نتایج رو مقایسه میکنیم. نتایج اجرای این تست در همون سیستمی که قبلا تستای StringBuilder و Microbenchmark رو انجام دادم (یعنی لپ تاپ msi GE 620 با Core i7-2630QM) بصورت زیر:



البته نتایج این تستها مطلق نیستن. نکاتی که در کامنت قبلی اشاره کردم از عوامل تاثیرگذار هستن.
موفق باشین.

نویسنده: محسن خان

تاریخ: ۱۳۹۲/۰۳/۱۲ ۱۳:۳۸

شما هم در کل به این نتیجه رسیدید که list.ForEach از foreach loop سریعتر است. حلقه for معمولی نیز از تمام این‌ها سریعتر. بنابراین کار شما ناقض مطلب آقای پاکدل «*نتیجه کلی تغییر نخواهد کرد و فقط از نظر زمان اجرا تفاوت خواهیم داشت نه در نتیجه کلی*» نیست و مطلب ایشان برقرار است.

نویسنده: یوسف نژاد
تاریخ: ۱۳۹۲/۰۳/۱۲ ۱۳:۴۷

من نمیخواستم مطلبی رو نقض کنم فقط میخواستم بگم بهتره برای مقایسه نتایج اینجوری عمل بشه. درضمن نتایج بدست اومده من برای متد Array.ForEach با نتایج آقای پاکدل فرق میکنه.
اما بحثی که اشاره کردم درست است و "یکسان بودن نتایج کلی با تغییر سخت افزار" همیشه برقرار نیست و برخی مواقع میتونه تفاوتهایی هم وجود داشته باشه. اما شاید تو این مثال کوچیک بهش برنخوریم اما در کل اینطوریست.

نویسنده: وحید نصیری
تاریخ: ۱۳۹۲/۰۳/۱۲ ۱۴:۰

در مورد تفاوت نتایج حاصل از بررسی کارآیی Array.ForEach، مطالبی در اینجا هست که علت رو بیشتر باز کرده (و دقیقا در مثال‌های جاری صادق هست؛ یکی با lambda است و دیگری بدون lambda):
تفاوت کارآیی در حین استفاده از Lambdas و Method groups