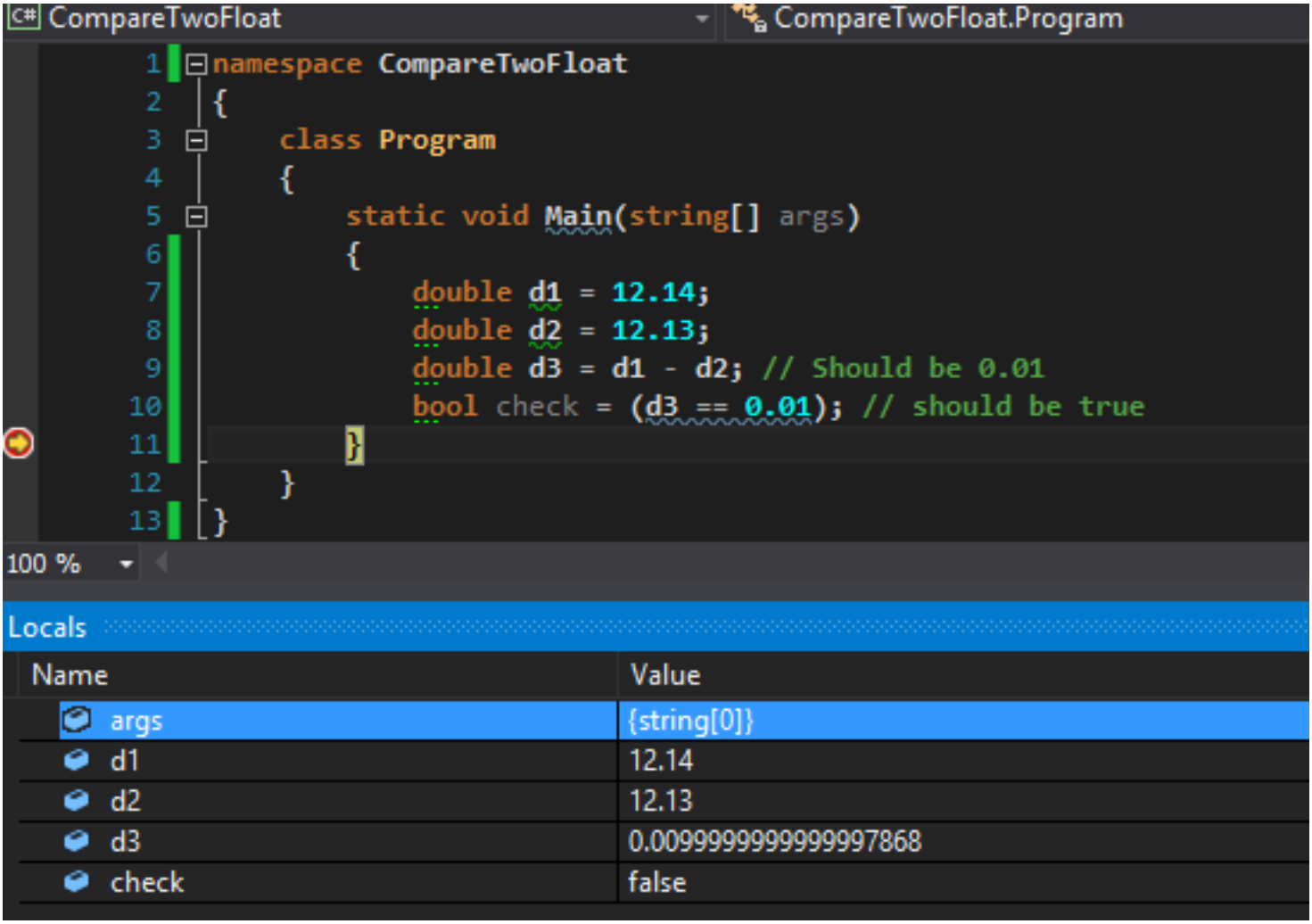
عنوان: **روش صحیح مقایسه دو عدد اعشاری با هم**
نویسنده: وحید نصیری
تاریخ: ۱۳۹۳/۰۸/۰۳ ۱۱:۴۵
آدرس: www.dotnettips.info
گروه‌ها: C#, Math

استفاده از عملگر == برای مقایسه اعداد اعشاری عموما جواب نخواهد داد و کار صحیحی نیست. از این جهت که اعداد، اساسا به صورت یک سری صفر و یک ذخیره شده و امکان ذخیره سازی کامل و دقیق قسمت اعشاری وجود ندارد.
برای مثال نوع‌های double و float امکان ذخیره سازی دقیق عدد یک دهم را ندارند. عدد 10/1 به صورت 0.0001100110011001100... ذخیره می‌شود (در حالت باینری) و مقایسه دقیق مقادیر ثابت 0.00011 یا 0.00011001100 با آن میسر نیست؛ چون دقت نهایی این اعداد متفاوت است.
در زبان C#، نوع double، مطابق استاندارد IEEE-754 تهیه شده‌است و تنها 15 رقم اعشار دقت دارد و ذخیره سازی اعداد اعشاری در آن، به یک گرد سازی نهایی ختم خواهد شد. بنابراین به دلیل وجود این rounding error طبیعی، امکان استفاده از عملگری مانند == جهت مقایسه‌ی اعداد اعشاری همیشه پاسخ صحیحی را به همراه نخواهد داشت.
برای نمونه مثال زیر را بررسی کنید:

```
double d1 = 12.14;
double d2 = 12.13;
double d3 = d1 - d2; // Should be 0.01
bool check = (d3 == 0.01); // should be true
```

که یک چنین خروجی را به همراه دارد (حاصل آن برخلاف تصور مساوی 0.01 نیست):



روشی که برای حل این مساله پیشنهاد شده‌است، تفریق دو عدد از هم و مقایسه‌ی نتیجه‌ی آن با epsilon است؛ بجای مقایسه با صفر:

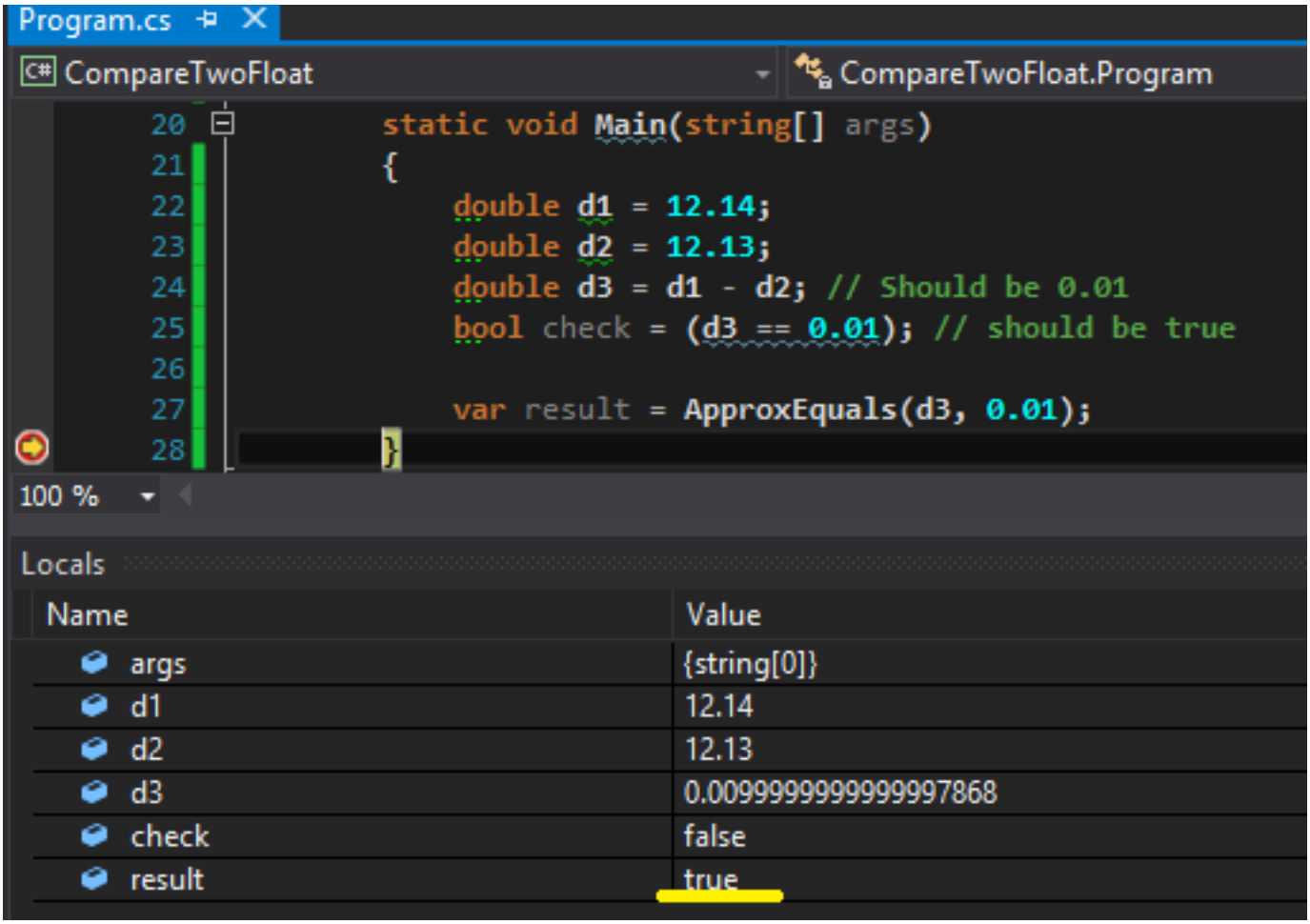
```
public static bool ApproxEquals(double d1, double d2)
        {
            const double epsilon = 2.2204460492503131E-16;

            if (d1 == d2)
                return true;

            double tolerance = ((Math.Abs(d1) + Math.Abs(d2)) + 10.0) * epsilon;
            double difference = d1 - d2;

            return (-tolerance < difference && tolerance > difference);
        }
```

متد فوق را در فایل MathUtils کتابخانه‌ی JSON.NET می‌تواند مشاهده کنید.
با این خروجی:



در این حالت می‌توان نتیجه گرفت که d3 و 0.01 بسیار بسیار نزدیک به هم هستند؛ یا تقریبا مساوی.

نظرات خوانندگان

نویسنده: سوین
تاریخ: ۱۳۹۳/۰۸/۰۳ ۱۶:۴۷

با سلام
من خودم در یه نرم افزار به این مشکل برخورده بودم و برای حل این مشکل ، قبل از اعمال جبری نوع‌های double اون‌ها رو تبدیل به decimal کرده و مقایسه یا تفریق می‌کنم .

نویسنده: عثمان رحیمی
تاریخ: ۱۳۹۳/۰۸/۰۳ ۱۹:۵۸

سلام .
آیا این قسمت

```
if (d1 == d2)
        return true;
```

در تابع ApproxEquals اصلا اجرا می‌شود ، یعنی true برگردانده می‌شود ؟ اگر بله چه زمانی ؟
و چه فرقی با

```
(d3 == 0.01)
```

دارد مگه هر دو بررسی دو مقدار double نیستند ؟ پس وقتی (d3 == 0.01) نتیجه‌ی مورد نظر را ندهد if هم true را (تقریبا هیچ وقت) بر نمیگرداند.

نویسنده: وحید نصیری
تاریخ: ۱۳۹۳/۰۸/۰۳ ۲۱:۴۴

زمانیکه d1 و d2 حاصل هیچ نوع عملیات ریاضی خاصی نباشند. برای مثال اگر 0.33 را با 0.33 مقایسه کنید. اما مقایسه (double)0.33333 == (double)1/3 هرچند صحیح به نظر می‌رسد اما حاصل false است چون دقت اعشار دو طرف یکی نیست. سمت چپ حداکثر دقت را دارد و سمت راست یک عدد ثابت غیر محاسباتی است. همچنین در بسیاری از محاسبات، نتیجه‌ی نهایی در یک double جای داده می‌شود ؛ مانند d3 در تصاویر فوق. علت اینجا است که مطابق استاندارد IEEE 754، نوع double یک عدد floating-point **binary** است و علت اینکه d3 حاصل از محاسبات در اینجا دقیقا مساوی 0.01 نشده این است که تمام بیت‌های حاصل از عملیات ریاضی محاسبه‌ی آن در double ایی که در کل 64 بیتی است، جای نمی‌گیرد و نتیجه‌ی نهایی، خیلی جزئی کمتر است از 0.01 (rounding error).
اطلاعات بیشتر

نویسنده: وحید نصیری
تاریخ: ۱۳۹۳/۰۸/۰۳ ۲۲:۰

- نوع double در دات نت 64 بیتی و نوع decimal دارای 128 بیت است. نوع double توسط CPU به صورت مستقیم پشتیبانی می‌شود اما نوع decimal خیر. به همین جهت کار کردن با double چندین برابر سریعتر است از decimal.
- نوع double به صورت باینری ذخیره می‌شود؛ اما نوع decimal دقیقا در مبنای 10. به همین جهت نوع decimal برای کارهای رومزه تجاری دارای اعشار، بسیار مناسب‌تر است.