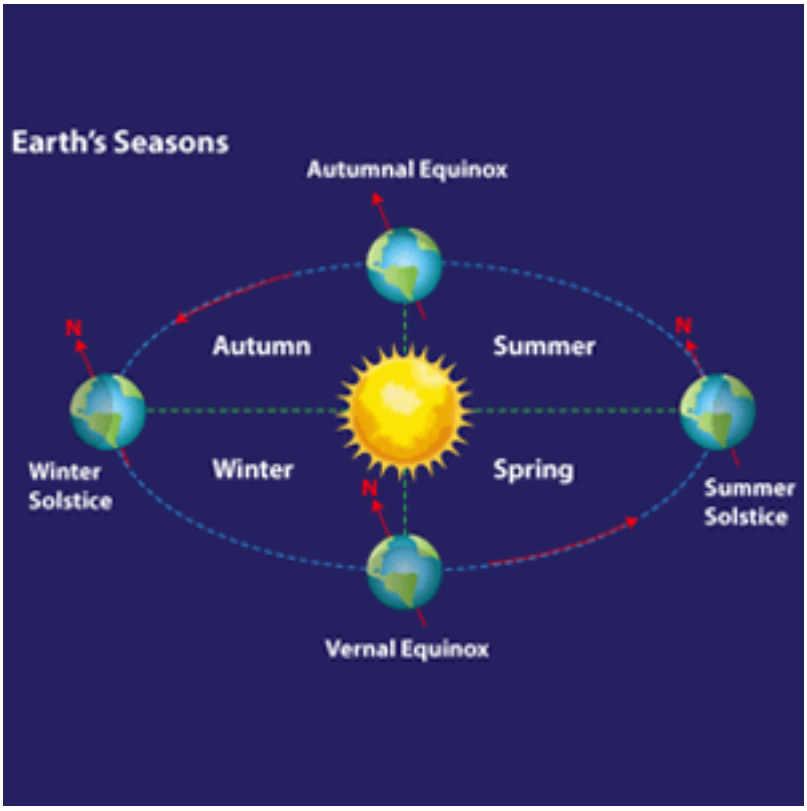
عنوان: **روش محاسبه‌ی لحظه‌ی سال تحویل**
نویسنده: وحید نصیری
تاریخ: ۱۳۹۳/۱۲/۱۸ ۸:۵
آدرس: www.dotnettips.info
گروه‌ها: PersianCalendar, Iran, Astronomy

سال قبل نتیجه‌ی جستجوی من برای یافتن فرمول محاسبه‌ی زمان سال تحویل، برای ارسال ایمیل‌های خودکار تبریک آن، در سایت‌های ایرانی حاصلی نداشت. اما واژه‌ی انگلیسی Equinox سرآغازی شد برای یافتن این الگوریتم.
نام علمی لحظه‌ی سال تحویل، Vernal Equinox است. Equinox به معنای نقطه‌ای است که یک فصل، به فصلی دیگر تبدیل می‌شود:



Equinox واژه‌ای است لاتین به معنای «شب‌های مساوی» و به این نکته اشاره دارد که در Equinox، طول شب و روز یکی می‌شوند. هر سال دارای دو Equinox است: vernal equinox و autumnal equinox (بهاری و پائیزی). البته باید درنظر داشت که Equinox بهاری در نیم کره‌ی شمالی بیشتر معنا پیدا می‌کند؛ زیرا در نیم کره‌ی جنوبی در همین زمان، پائیز شروع می‌شود.
بنابراین می‌توان enum زیر را برای تعریف این چهار ثابت رخدادهای خورشیدی تعریف کرد:

```
public enum SunEvent
{
    /// <summary>
    /// march equinox
    /// </summary>
    VernalEquinox,

    /// <summary>
    /// june solstice
    /// </summary>
    SummerSolstice,

    /// <summary>
    /// september equinox
    /// </summary>
    AutumnalEquinox,
```

```
    /// <summary>
    /// december solstice
    /// </summary>
    WinterSolstice
}
```

در ادامه برای محاسبه‌ی زمان equinox از فصل 27 کتاب Astronomical Algorithms کمک گرفته شده و تمام اعداد و ارقام و جداولی را که ملاحظه می‌کنید از این کتاب استخراج شده‌اند.

```
/// <summary>
/// Based on Jean Meeus book _Astronomical Algorithms_
/// </summary>
public static class EquinoxCalculator
{
    /// <summary>
    /// Degrees to Radians conversion factor.
    /// </summary>
    public static readonly double Deg2Radian = Math.PI / 180.0;

    public static bool ApproxEquals(double d1, double d2)
    {
        const double epsilon = 2.2204460492503131E-16;
        if (d1 == d2)
            return true;
        var tolerance = ((Math.Abs(d1) + Math.Abs(d2)) + 10.0) * epsilon;
        var difference = d1 - d2;
        return (-tolerance < difference && tolerance > difference);
    }

    /// <summary>
    /// Calculates time of the Equinox and Solstice.
    /// </summary>
    /// <param name="year">Year to calculate for.</param>
    /// <param name="sunEvent">Event to calculate.</param>
    /// <returns>Date and time event occurs as a fractional Julian Day.</returns>
    public static DateTime GetSunEventUtc(this int year, SunEvent sunEvent)
    {
        double y;
        double julianEphemerisDay;

        if (year >= 1000)
        {
            y = (Math.Floor((double)year) - 2000) / 1000;

            switch (sunEvent)
            {
                case SunEvent.VernalEquinox:
                    julianEphemerisDay = 2451623.80984 + 365242.37404 * y + 0.05169 * (y * y) - 0.00411
* (y * y * y) - 0.00057 * (y * y * y * y);
                    break;
                case SunEvent.SummerSolstice:
                    julianEphemerisDay = 2451716.56767 + 365241.62603 * y + 0.00325 * (y * y) - 0.00888
* (y * y * y) - 0.00030 * (y * y * y * y);
                    break;
                case SunEvent.AutumnalEquinox:
                    julianEphemerisDay = 2451810.21715 + 365242.01767 * y + 0.11575 * (y * y) - 0.00337
* (y * y * y) - 0.00078 * (y * y * y * y);
                    break;
                case SunEvent.WinterSolstice:
                    julianEphemerisDay = 2451900.05952 + 365242.74049 * y + 0.06223 * (y * y) - 0.00823
* (y * y * y) - 0.00032 * (y * y * y * y);
                    break;
                default:
                    throw new NotSupportedException();
            }
        }
        else
        {
            y = Math.Floor((double)year) / 1000;

            switch (sunEvent)
            {
                case SunEvent.VernalEquinox:
                    julianEphemerisDay = 1721139.29189 + 365242.13740 * y + 0.06134 * (y * y) - 0.00111
* (y * y * y) - 0.00071 * (y * y * y * y);
                    break;
```

```
                case SunEvent.SummerSolstice:
                    julianEphemerisDay = 1721233.25401 + 365241.72562 * y + 0.05323 * (y * y) - 0.00907
* (y * y * y) - 0.00025 * (y * y * y * y);
                    break;
                case SunEvent.AutumnalEquinox:
                    julianEphemerisDay = 1721325.70455 + 365242.49558 * y + 0.11677 * (y * y) - 0.00297
* (y * y * y) - 0.00074 * (y * y * y * y);
                    break;
                case SunEvent.WinterSolstice:
                    julianEphemerisDay = 1721414.39987 + 365242.88257 * y + 0.00769 * (y * y) - 0.00933
* (y * y * y) - 0.00006 * (y * y * y * y);
                    break;
                default:
                    throw new NotSupportedException();
            }
        }

        var julianCenturies = (julianEphemerisDay - 2451545.0) / 36525;

        var w = 35999.373 * julianCenturies - 2.47;

        var lambda = 1 + 0.0334 * Math.Cos(w * Deg2Radian) + 0.0007 * Math.Cos(2 * w * Deg2Radian);

        var sumOfPeriodicTerms = getSumOfPeriodicTerms(julianCenturies);

        return JulianToUtcDate(julianEphemerisDay + (0.00001 * sumOfPeriodicTerms / lambda));
    }

    /// <summary>
    /// Converts a fractional Julian Day to a .NET DateTime.
    /// </summary>
    /// <param name="julianDay">Fractional Julian Day to convert.</param>
    /// <returns>Date and Time in .NET DateTime format.</returns>
    public static DateTime JulianToUtcDate(double julianDay)
    {
        double a;
        int month, year;

        var j = julianDay + 0.5;
        var z = Math.Floor(j);
        var f = j - z;

        if (z >= 2299161)
        {
            var alpha = Math.Floor((z - 1867216.25) / 36524.25);
            a = z + 1 + alpha - Math.Floor(alpha / 4);
        }
        else
            a = z;

        var b = a + 1524;

        var c = Math.Floor((b - 122.1) / 365.25);

        var d = Math.Floor(365.25 * c);

        var e = Math.Floor((b - d) / 30.6001);

        var day = b - d - Math.Floor(30.6001 * e) + f;

        if (e < 14)
            month = (int)(e - 1.0);
        else if (ApproxEquals(e, 14) || ApproxEquals(e, 15))
            month = (int)(e - 13.0);
        else
            throw new NotSupportedException("Illegal month calculated.");

        if (month > 2)
            year = (int)(c - 4716.0);
        else if (month == 1 || month == 2)
            year = (int)(c - 4715.0);
        else
            throw new NotSupportedException("Illegal year calculated.");

        var span = TimeSpan.FromDays(day);

        return new DateTime(year, month, (int)day, span.Hours, span.Minutes,
            span.Seconds, span.Milliseconds, new GregorianCalendar(), DateTimeKind.Utc);
    }

    /// <summary>
```

```
    /// These values are from Table 27.C
    /// </summary>
    private static double getSumOfPeriodicTerms(double julianCenturies)
    {
        return 485 * Math.Cos(Deg2Radian * 324.96 + Deg2Radian * (1934.136 * julianCenturies))
               + 203 * Math.Cos(Deg2Radian * 337.23 + Deg2Radian * (32964.467 * julianCenturies))
               + 199 * Math.Cos(Deg2Radian * 342.08 + Deg2Radian * (20.186 * julianCenturies))
               + 182 * Math.Cos(Deg2Radian * 27.85 + Deg2Radian * (445267.112 * julianCenturies))
               + 156 * Math.Cos(Deg2Radian * 73.14 + Deg2Radian * (45036.886 * julianCenturies))
               + 136 * Math.Cos(Deg2Radian * 171.52 + Deg2Radian * (22518.443 * julianCenturies))
               + 77 * Math.Cos(Deg2Radian * 222.54 + Deg2Radian * (65928.934 * julianCenturies))
               + 74 * Math.Cos(Deg2Radian * 296.72 + Deg2Radian * (3034.906 * julianCenturies))
               + 70 * Math.Cos(Deg2Radian * 243.58 + Deg2Radian * (9037.513 * julianCenturies))
               + 58 * Math.Cos(Deg2Radian * 119.81 + Deg2Radian * (33718.147 * julianCenturies))
               + 52 * Math.Cos(Deg2Radian * 297.17 + Deg2Radian * (150.678 * julianCenturies))
               + 50 * Math.Cos(Deg2Radian * 21.02 + Deg2Radian * (2281.226 * julianCenturies))
               + 45 * Math.Cos(Deg2Radian * 247.54 + Deg2Radian * (29929.562 * julianCenturies))
               + 44 * Math.Cos(Deg2Radian * 325.15 + Deg2Radian * (31555.956 * julianCenturies))
               + 29 * Math.Cos(Deg2Radian * 60.93 + Deg2Radian * (4443.417 * julianCenturies))
               + 28 * Math.Cos(Deg2Radian * 155.12 + Deg2Radian * (67555.328 * julianCenturies))
               + 17 * Math.Cos(Deg2Radian * 288.79 + Deg2Radian * (4562.452 * julianCenturies))
               + 16 * Math.Cos(Deg2Radian * 198.04 + Deg2Radian * (62894.029 * julianCenturies))
               + 14 * Math.Cos(Deg2Radian * 199.76 + Deg2Radian * (31436.921 * julianCenturies))
               + 12 * Math.Cos(Deg2Radian * 95.39 + Deg2Radian * (14577.848 * julianCenturies))
               + 12 * Math.Cos(Deg2Radian * 287.11 + Deg2Radian * (31931.756 * julianCenturies))
               + 12 * Math.Cos(Deg2Radian * 320.81 + Deg2Radian * (34777.259 * julianCenturies))
               + 9 * Math.Cos(Deg2Radian * 227.73 + Deg2Radian * (1222.114 * julianCenturies))
               + 8 * Math.Cos(Deg2Radian * 15.45 + Deg2Radian * (16859.074 * julianCenturies));
    }
}
```

خروجی‌های زمانی ستاره شناسی، عموما بر اساس فرمت Julian Date است که آغاز آن 4713BCE January 1, 12 hours GMT است. به همین جهت در انتهای این مباحث، تبدیل Julian Date به DateTime دات نت را نیز ملاحظه می‌کنید. همچنین باید دقت داشت که خروجی نهایی بر اساس UTC است و برای زمان ایران، باید 3.5 ساعت به آن اضافه شود.

خروجی این الگوریتم را برای سال‌های 2014 تا 2022 به صورت ذیل مشاهده می‌کنید:

```
2014 -> 1392/12/29 20:28:08
2015 -> 1394/01/01 02:16:29
2016 -> 1395/01/01 08:01:21
2017 -> 1395/12/30 14:00:00
2018 -> 1396/12/29 19:46:10
2019 -> 1398/01/01 01:29:29
2020 -> 1399/01/01 07:21:03
2021 -> 1399/12/30 13:08:41
2022 -> 1400/12/29 19:04:37
```

برای نمونه زمان محاسبه شده‌ی 01/01/1394 02:16:29 با زمان رسمی اعلام شده‌ی ساعت 2 و 15 دقیقه و 10 ثانیه روز شنبه 1 فروردین 1394 و یا برای سال 93 زمان محاسبه شده‌ی 29/12/1392 20:28:08 با زمان رسمی ساعت ۲۰ و ۲۷ دقیقه و ۷ ثانیه پنجشنبه ۲۹ اسفند ۱۳۹۲، تقریبا برابری می‌کند.

کدهای کامل این پروژه را از اینجا می‌توانید دریافت کنید

Equinox.zip