

**اصول شبیه سازی**

**گزارش از روند حل پروژه­ی پایانی**

**استاد درس**

جناب آقای دکتر احمدی

**تهیه کنندگان**

**فاطمه نیک خواه - 8828096**

**علی لشگری - 8725717**

**محمدرضا تأثیری – 8812076**

*[This page intentionally left blank]*

[](https://github.com/taesiri/Simulation)**[](https://github.com/taesiri/Simulation)**

Fork Source Code on Github

<https://github.com/taesiri/Simulation>

We do love Open Source, Full Source code and project documentation is available on github.com/taesiri/Simulation.

**فهرست مطالب**

اطلاعات فنی 5

متن مسئله 6

فرض های ساده ساز8

نکاتی در مورد ساخت اعداد تصادفی10

نمودارهای جریان12

نکاتی در مورد نرم افزار17

شبیه سازی خودکار18

شبیه سازی 3 بعدی22

عناصر شبیه سازی 23

ابزار مطالعه آماری29

نمودارهای جریان مربوط به شبیه سازی30

Class Diagrams31

اطلاعات فنی

Helix 3D Toolkit is a collection of custom controls and helper classes for WPF.

License: The MIT License (MIT)

Project page: http://helixToolkit.codeplex.com

Source: https://hg.codeplex.com/helixtoolkit

Build requirements

- Microsoft .NET 4.5 Client profile

- Visual Studio 2012

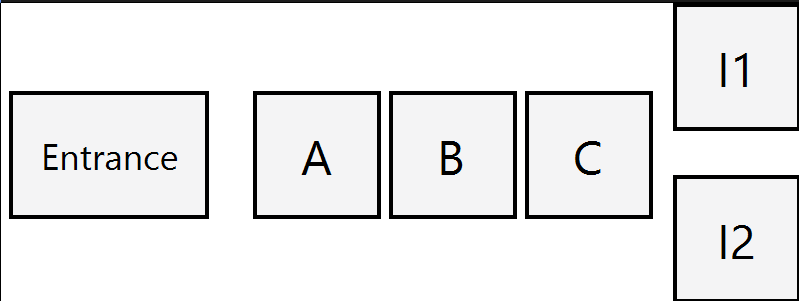
Helix 3D Toolkit

همانند پروژه های قبلی، از بستر نرم افزاری *.NET Framework 4* برای شبیه سازی استفاده شده است. زبان اصلی استفاده شده C# است ولی در پشت صحنه عملیاتی از زبان برنامه نویسی R نیز برای مطالعات آماری استفاده شده است.

در این پروژه از کتابخانه ی *Helix 3D Toolkit* برای شبیه سازی سه بعدی استفاده کرده ایم.

متن مسئله

سیستمی شامل یک ایستگاه ورودی، سه ایستگاه کاری A,B,C و یک ایستگاه بازرسی I می باشد، که به صورت سری پشت سر هم قرار گرفته اند؛ علاوه بر این ایستگاه ها، سیستم دارای رباتی است که عملیات انتقال قطعات را انجام می دهد؛ در شکل زیر مکان و چگونگی استقرار ایستگاه ها و ربات نشان داده شده است.



ابتدا مواد اولیه بر اساس یک توزیع exp(12) (نمایی با میانگین 12 دقیقه) وارد سیستم می شوند. در این لحظه دو حالت ممکن است رخ دهد. اگر ربات بی کار باشد و ایستگاه A خالی باشد، ربات قطعه را برداشته و بر اساس یک توزیع exp(0.7) در ماشین A بارگذاری می نمایید و پس از آن ربات آزاد می گردد. در صورت مشغول بودن ربات یا اشغال بودن ایستگاه A، قطعه ورودی، وارد یک صف انتظار FIFO در ایستگاه ورودی می شود؛ پس از اتمام بارگذاری هر یک از قطعات در ایستگاه A، این ایستگاه با یک توزیع exp(1.1) شروع به خدمت دهی به قطعه می نماید.

با اتمام کار قطعه در ایستگاه A و در صورت خالی بودن ایستگاه بعد، ربات در صورت آزاد بودن ابتدا عمل بار برداری از ایستگاه A را با توزیع exp(0.7) انجام داده و سپس قطعه را در ایستگاه B با توزیع exp(0.7) بارگذاری می نماید. در این لحظه ایستگاه B کار بر روی قطعه را با توزیع exp(1.3) آغاز می کند.

پس از اتمام کار قطعه در ایستگاه B و در صورت خالی بودن ایستگاه بعد، ربات در صورت آزاد بودن عملیات بار برداری از ایستگاه B را با توزیع exp(0.7) انجام داده و قطعه را در ایستگاه C با توزیع exp(0.7) بارگذاری می نماید. در این لحظه ایستگاه C کار بر روی قطعه را با توزیع exp(1.2) آغاز می کند و پس از انجام این عملیات، قطعه آماده می شود.

قطعه پردازش شده در ایستگاه C، پس از باربرداری توسط ربات با توزیع exp(0.7) از این ایستگاه در ایستگاه بازرسی (I) با توزیع exp(0.7) بارگذاری می شود؛ در این ایستگاه دو خدمت دهنده وجود دارند که با توزیع Normal(2,1) به خدمت­دهی می پردازند، در صورت مشغول بودن هر دو خدمت دهنده؛ قطعه وارد شده به این ایستگاه، وارد یک صف انتظار FIFO می شود.

پس از مرحله بازرسی، قطعه از سیستم خارج می شود.

فرض های ساده ساز

برای حل بهتر این مسئله، گروه فرض­های ساده­سازی برای این شبیه سازی در نظر گرفته است.

این فرض­ها عبارت­اند از:

1. عملیات بارگذاری و باربرداری

* عملیات بارگذاری و باربرداری را تبدیل به عملیات انتقال و آماده­سازی کرده­ایم، به این نحو که ربات ابتدا جعبه را بین دو ایستگاه جابه­جا می­کند، بعد از انتقال جعبه، مدتی را صرف آماده سازی جعبه در آن ایستگاه می­کند.
* بین ایستگاه ورودی و ایستگاه A هر دو نوع عملیات را لحاظ کرده­ایم.
* وقتی کار قطعه در ایستگاه C تمام می شود، فقط عملیات انتقال جعبه به ایستگاه بازرسی (I) را داریم و بارگذاری در این ایستگاه وجود ندارد.

بدیهی است که این فرض ها فقط جهت زیبایی شبیه سازی سه بعدی انجام شده است.

1. اولیت­بندی انتقال

مشاهده نشان می دهد که امکان دارد رویداد­های اتمام سرویس­دهی، ممکن است برای چند ایستگاه همزمان رخ دهد؛ یعنی در چند ایستگاه به طور همزمان نیاز به ربات برای انتقال قطعه داشته باشیم. ابتدا به بیان تمامی احتمالاتی که قرار است اتفاق بی­افتد می پردازیم.

* کار بر روی قطعه تمام شده است؛ ولی ربات مشغول است
* کار بر روی قطعه تمام شده است؛ ربات آزاد ولی ایستگاه بعدی مشغول عملیات است.
* کار بر روی قطعه تمام شده است؛ ربات مشغول، و همچنین ایستگاه بعدی مشغول عملیات است.

همیشه ابتدا ازچپ به راست عملیات نیاز به ربات را بررسی می کنیم! یعنی پس از این که ربات آزاد شد، اول به ایستگاه C رسیدگی می شود که آیا نیاز به ربات دارد یه نه؛ پس از آن ایستگاه B و بعد از آن A.

1. انتقال از ایستگاه C به ایستگاه بازرسی

در ایستگاه C دو کارگر آماده خدمت دهی هستند. اولیت­بندی بین این دو خدمت دهنده صورت نگرفته است. یعنی هر بار به صورت تصادفی یک عدد بین 1 تا 10 تولید شده، اگر عدد از 5 کمتر بود، جعبه به کارگر اول انتقال می یابد، در غیر این صورت جعبه به کارگر دوم انتقال داده می شود.

1. زمان "“*Warm up time”* برابر یک ساعت در نظر گرفته شده است.درحالتی که جعبه قبل از ساعت 9:00 صبح وارد شده است، ولی زمان خروج آن پس از ساعت 9:00 صبح هست، جعبه را در محاسبات شبیه سازی به حساب می آوریم.

نکاتی در مورد ساخت اعداد تصادفی

برای تولید اعداد تصادفی، در این شبیه سازی از روش های تبدیل مستقیم و تبدیل معکوس استفاده شده است. ابتدا از روش تبدیل مستقیم برای تولید اعداد تصادفی با توزیع نرمال در بازه­ی استفاده شده است. سپس اعداد بدست آمده را به روش تبدیل معکوس به اعداد تصادفی با توزیع نمایی تبدیل می کنیم.

به فرمول های زیر توجه فرمایید.

روش تبدیل مستقیم

روش تبدیل معکوس (نمایی)



توجه داشته باشید که

به طور مثال، اگر بخواهیم اعدادی با میانگین 12 بسازیم؛ از فرمول زیر

استفاده می کنیم.

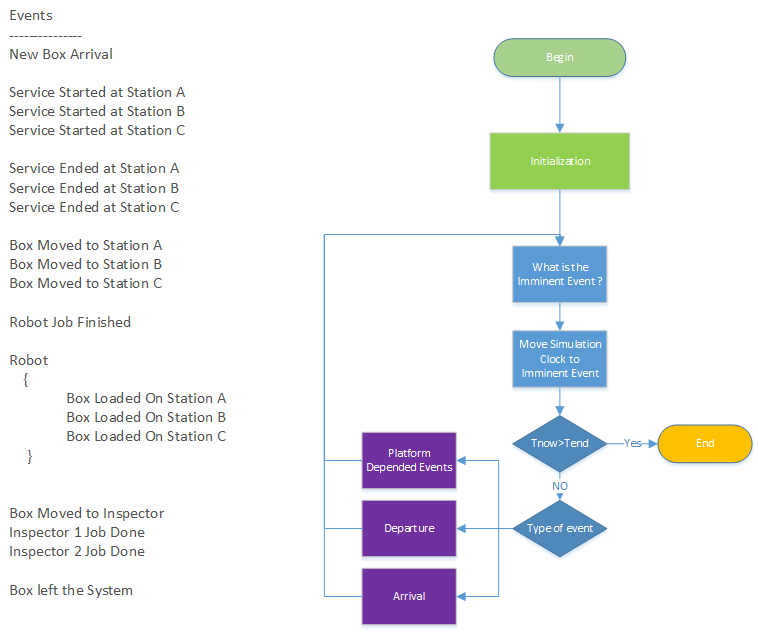
نکته : اعداد تصادفی اولیه برای روش تبدیل مستقیم را از کتابخانه درونی C# می سازیم.

به صورت زیر:

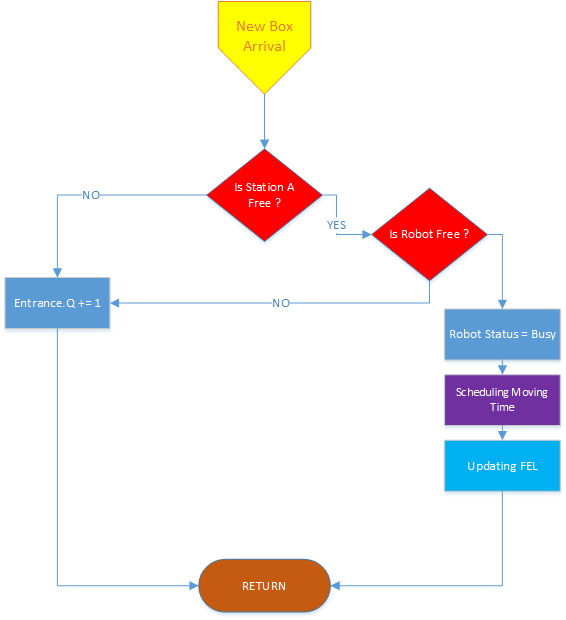


نمودارهای جریان

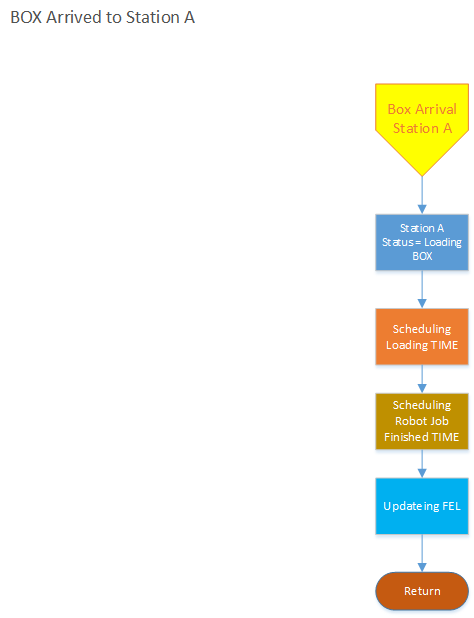
از آنجا که نمودارهای جریان این پروژه را از طریق خود برنامه نیز قابل مشاهده می باشند و به دلیل تعدد این نمودارها فقط به قراردادن تعدادی از آن­ها بسنده می کنیم.



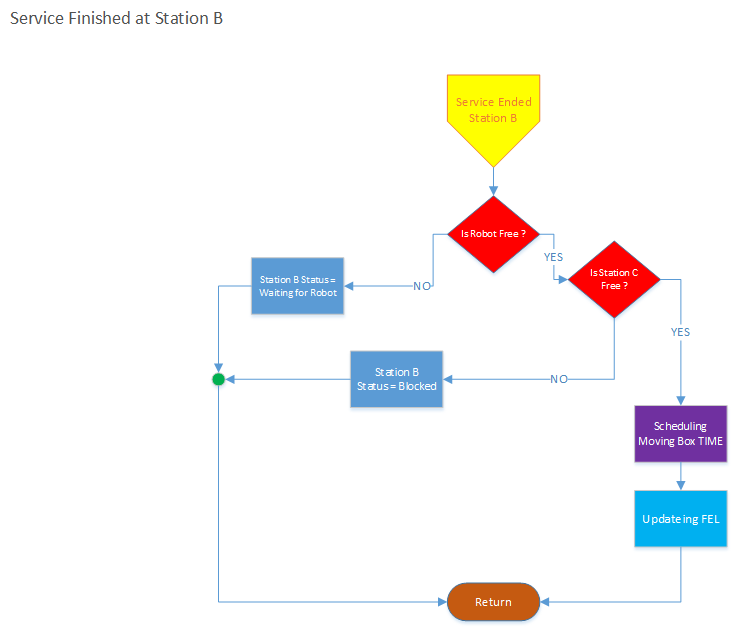
کنترلر شبیه سازی



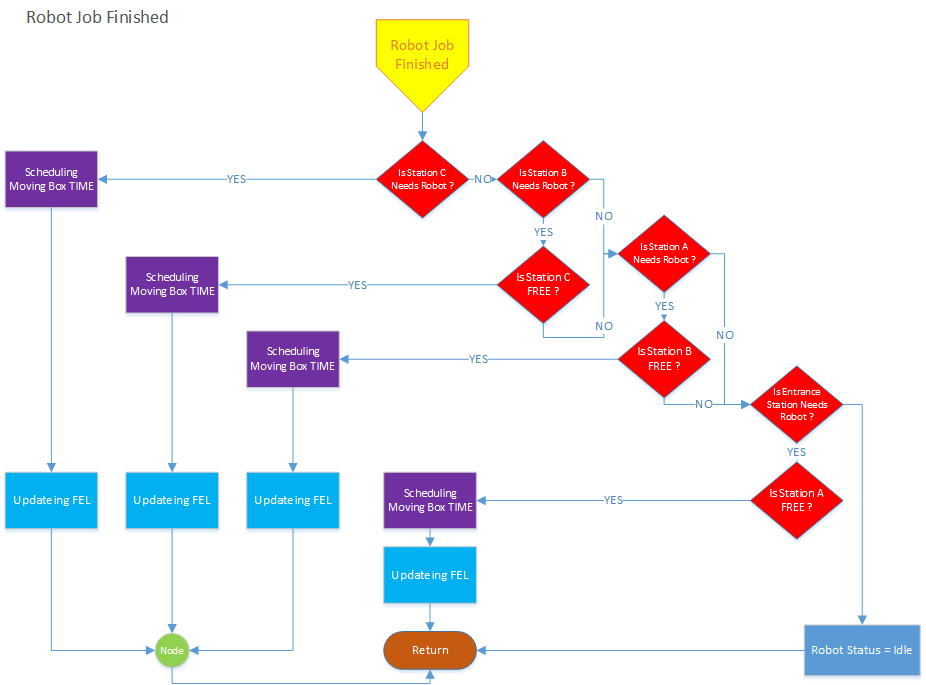
رویداد ورود جعبه­ی جدید



ورود جعبه به ایستگاه A



اتمام سرویس در ایستگاه B

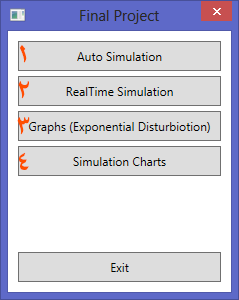


رویداد اتمام کار ربات

نکاتی در مورد نرم افزار

به دلیل این که نحوه پیاده سازی پروژه­ی نهایی، کاملا متفاوت با پروژه­های قبلی است، گزارش آن نیز متفاوت است. در این قسمت به آموزش نرم افزار می­پردازیم.

در اولین اجرای برنامه صفحه­ایی مانند زیر خواهید دید.



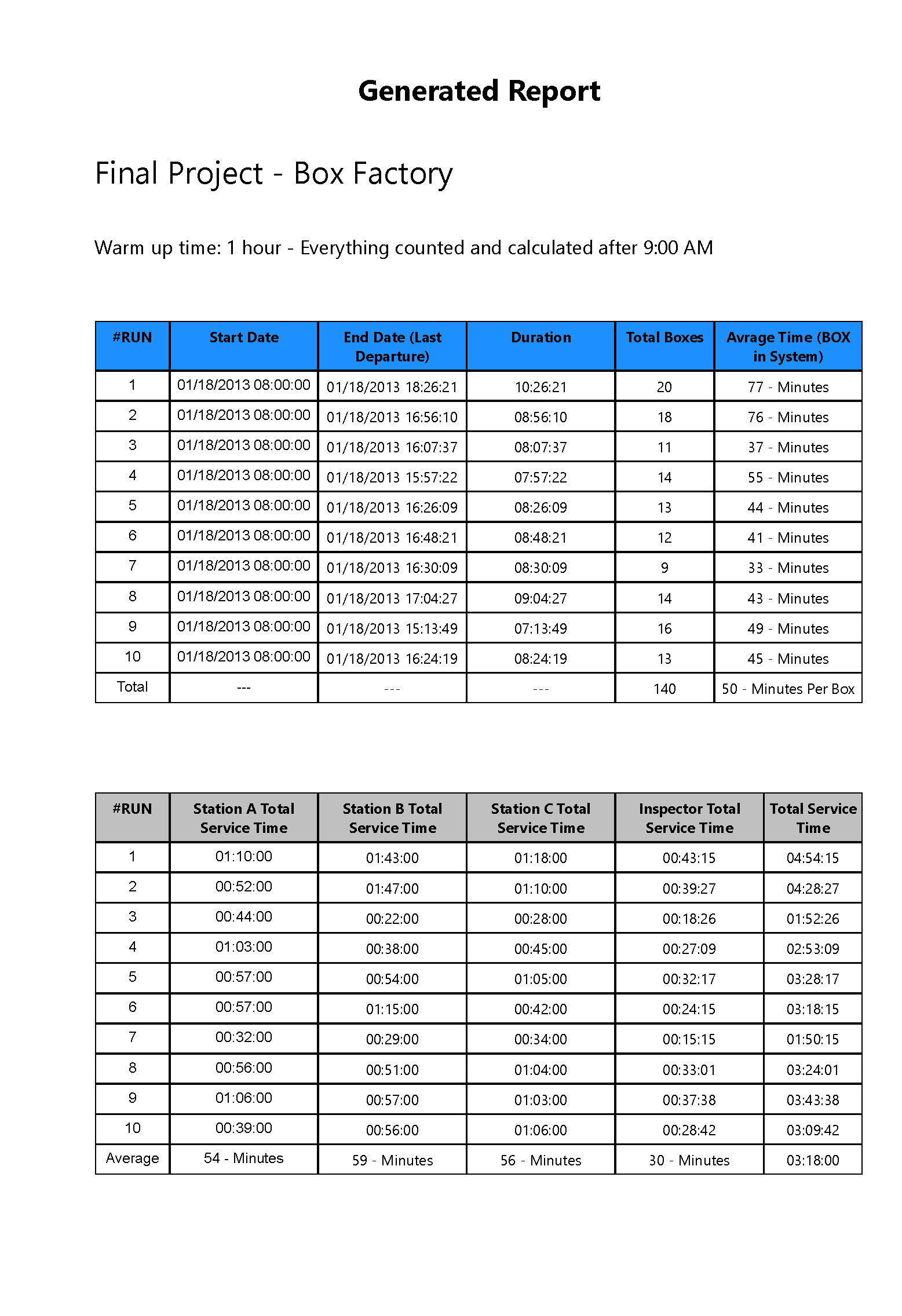
1. شبیه سازی خودکار برای 10 بار اجرای سیستم ( گزارش کار)
2. شبیه سازی سه بعدی بلادرنگ (Real-time 3D Simulation)
3. ابزار مطالعه آماری برای توزیع نمایی با میانگین دلخواه (گراف)
4. نمودارهای جریان مربوط به شبیه سازی

شبیه سازی خودکار

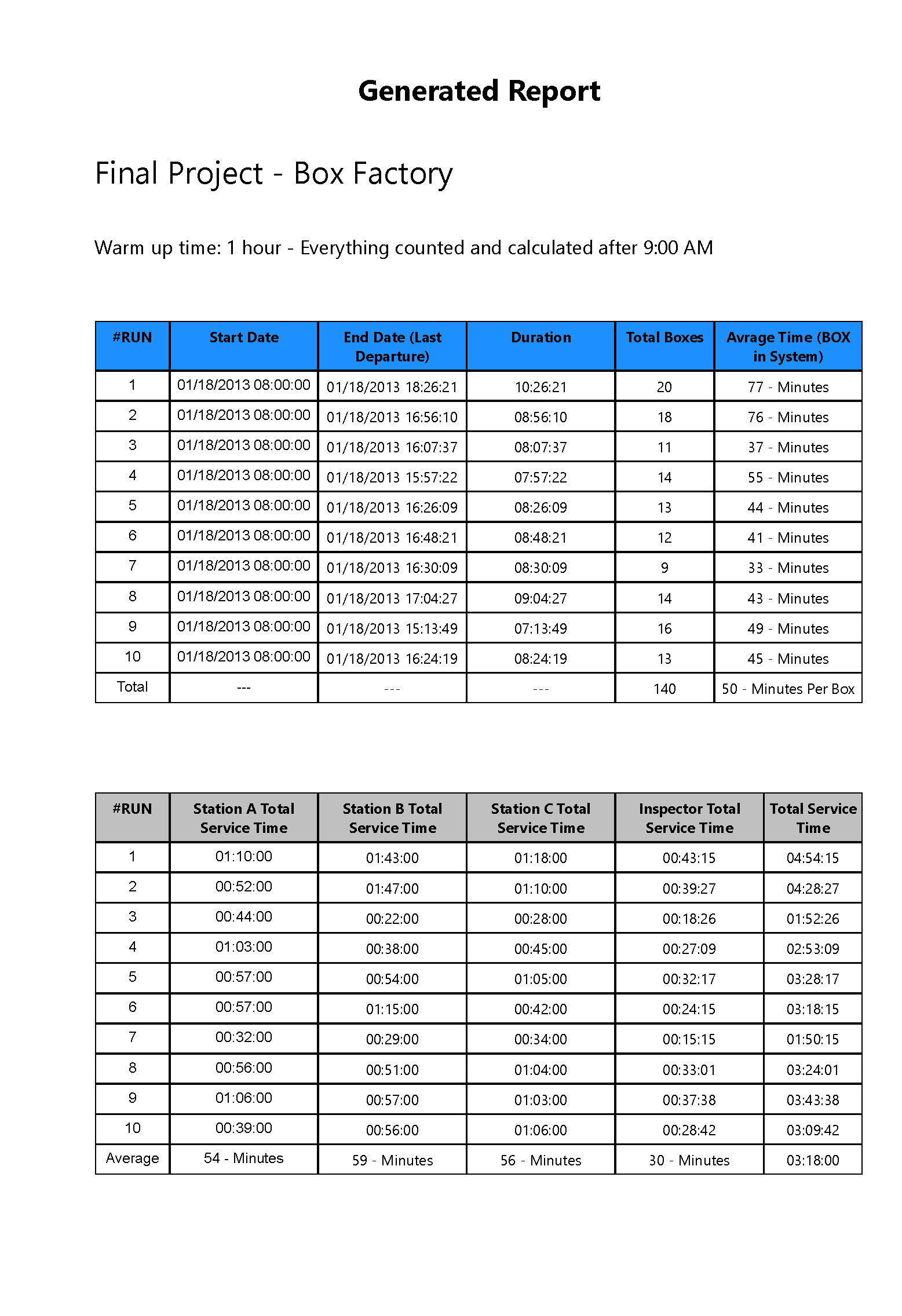
در این حالت، برنامه به صورت خودکار، 10 بار شبیه سازی را اجرا کرده و نتایج آن­ها را گزارش می دهد.

این گزارش شامل میانگین زمان خدمت دهی، میانگین اشتغال کلیه ایستگاه ها است، زمان شروع و اتمام شبیه­سازی، نمودار های مربوط به شبیه­سازی و سایر موارد است.

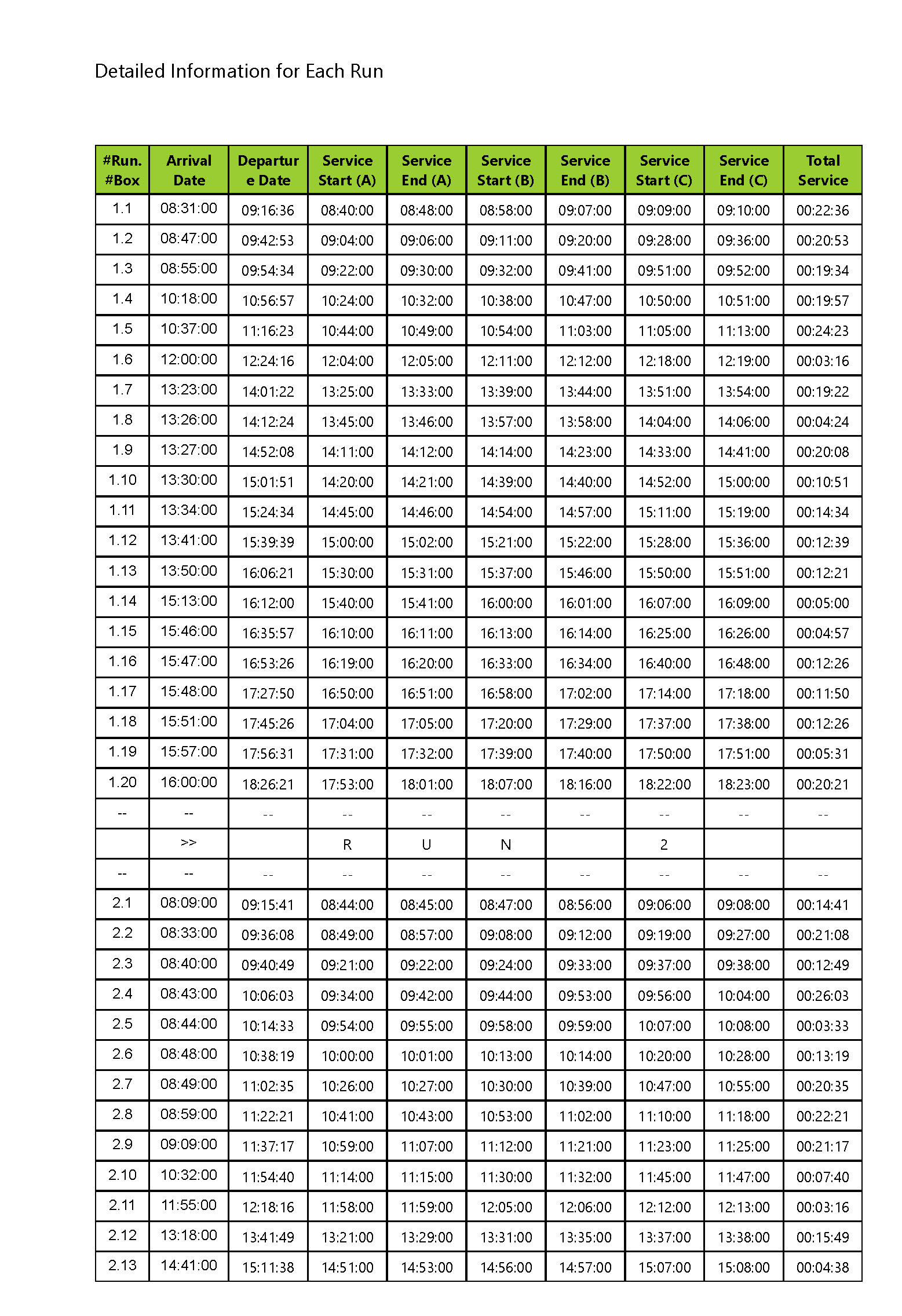
نمونه خروجی برنامه



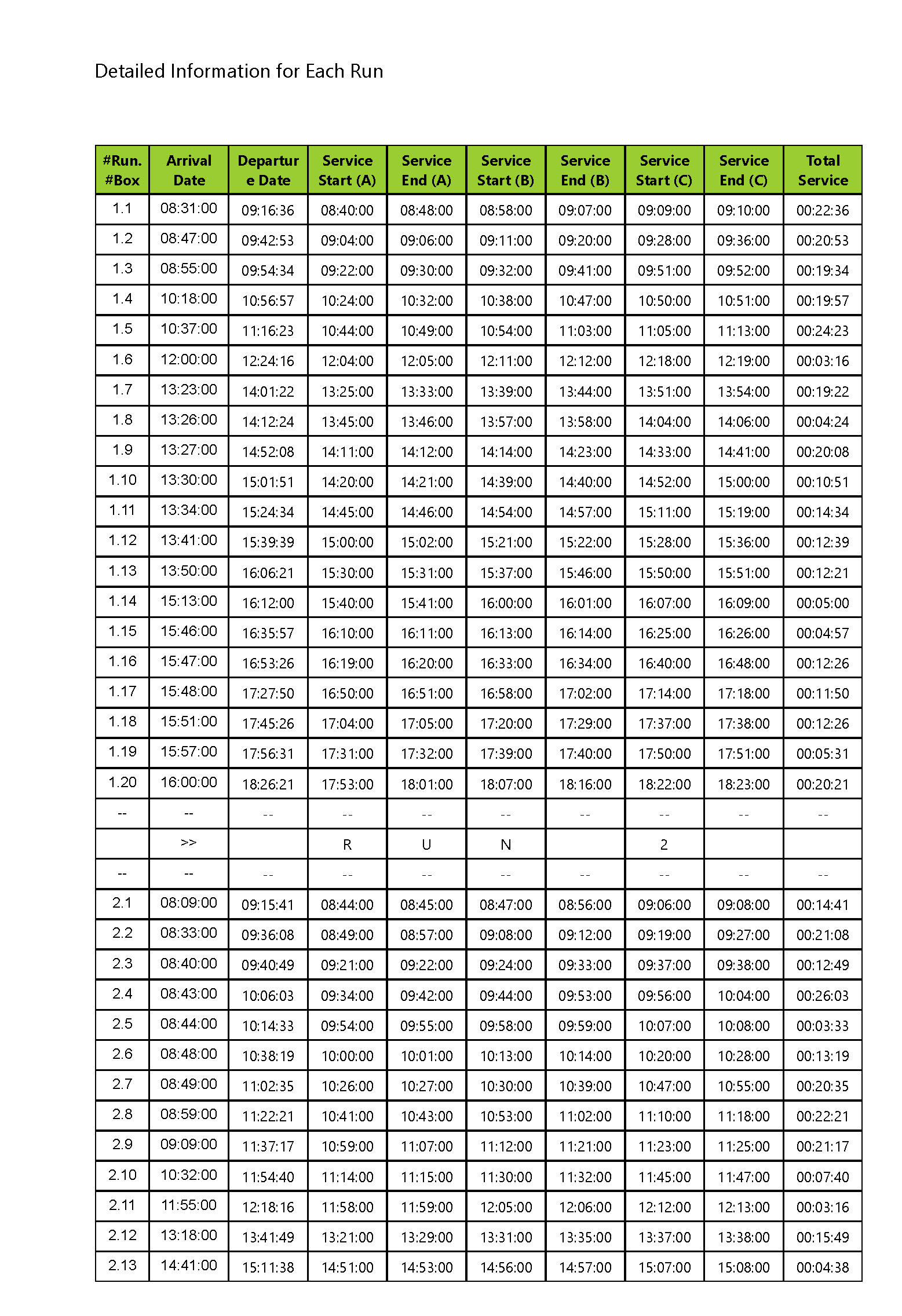
نمونه خروجی برنامه – اطلاعات کلی در مورد هر اجرا



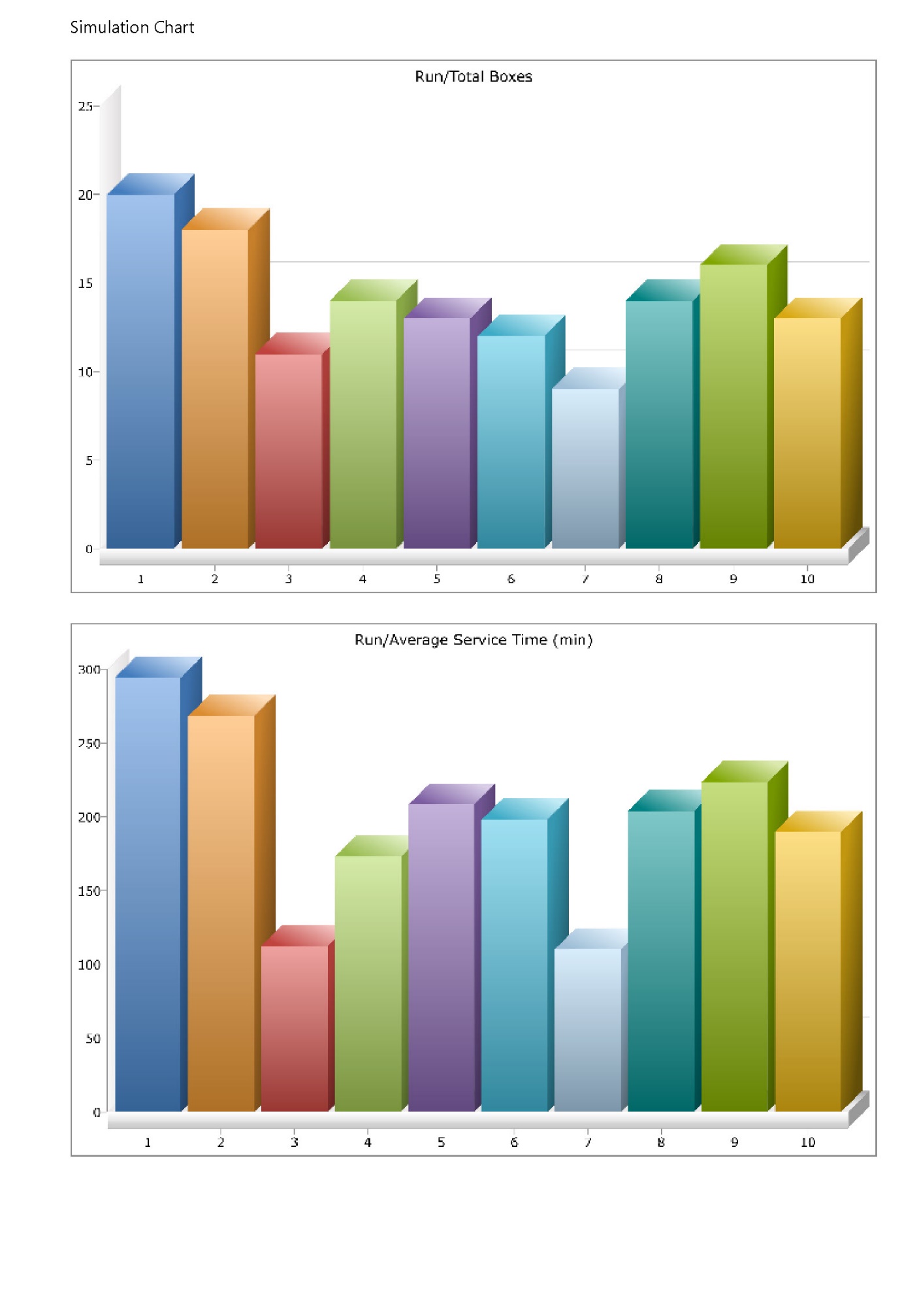
نمونه خروجی برنامه – مدت خدمت دهی در هر اجرا

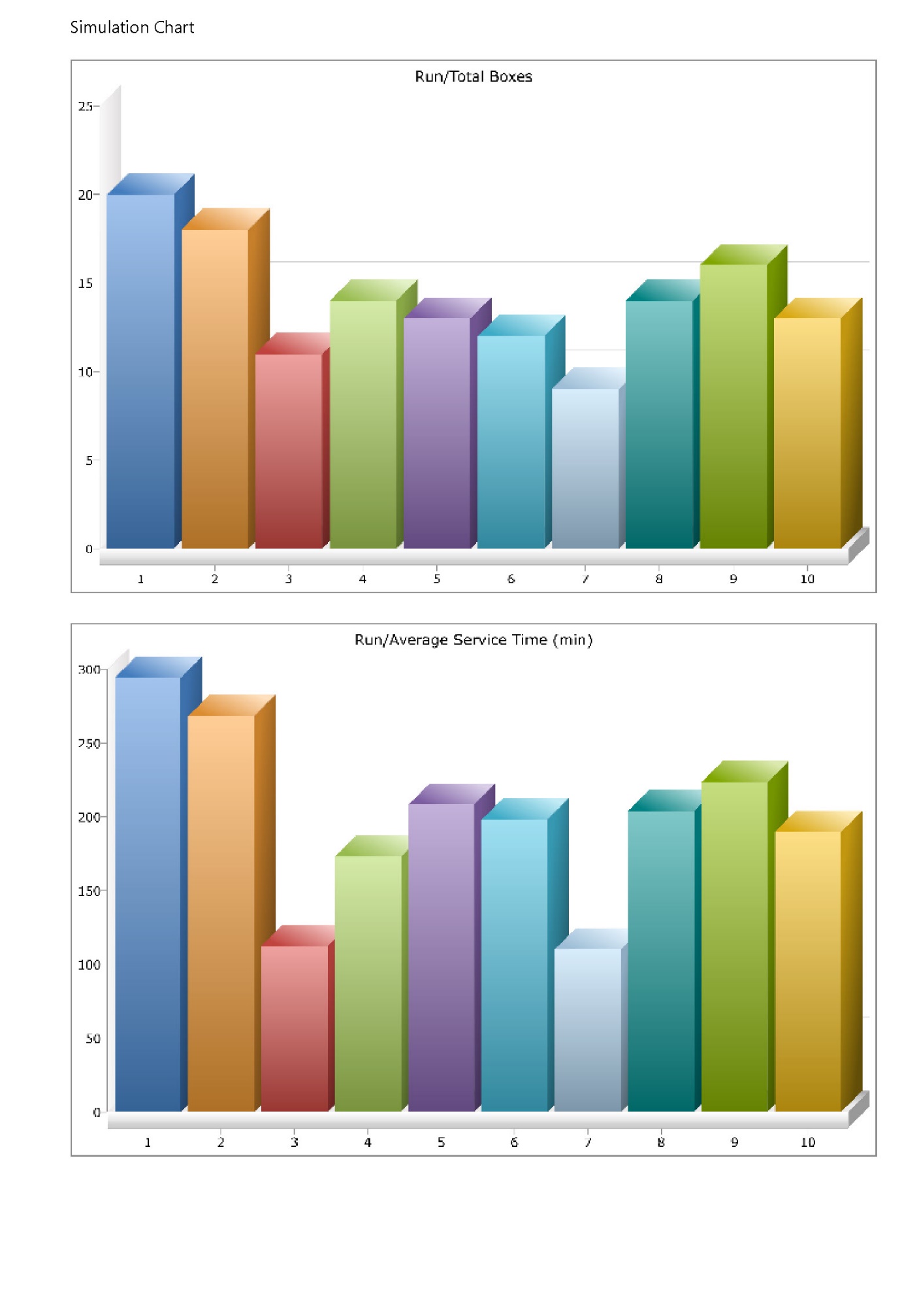


نمونه خروجی برنامه- ریز اطلاعات مربوط به هر جعبه در هر بار اجرا



نمونه خروجی برنامه- ریز اطلاعات مربوط به هر جعبه در هر بار اجرا

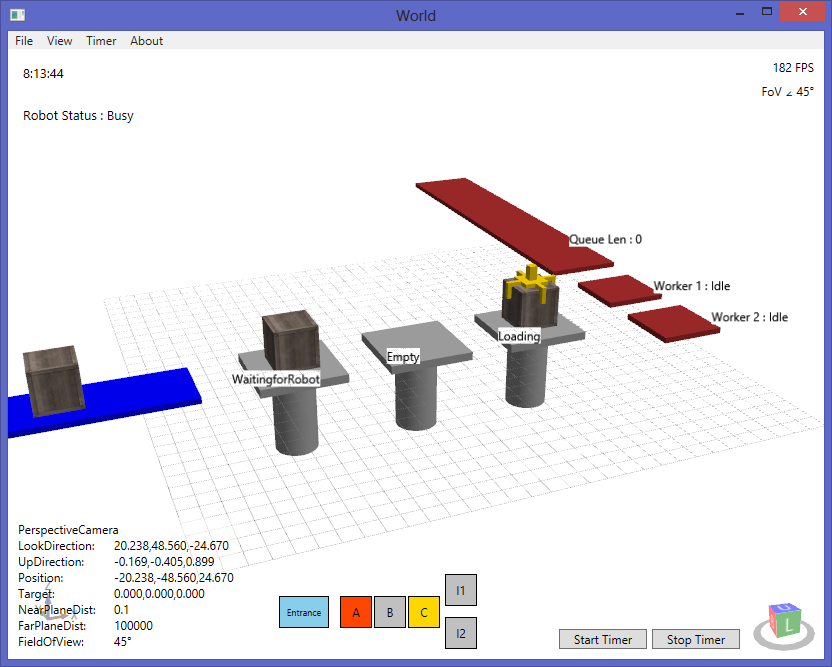
 نمونه خروجی برنامه – نمودار مربوط به تعداد جعبه ها در هر اجرا



نمونه خروجی برنامه - نمودار مربوط به متوسط مدت خدمت دهی

شبیه سازی 3 بعدی

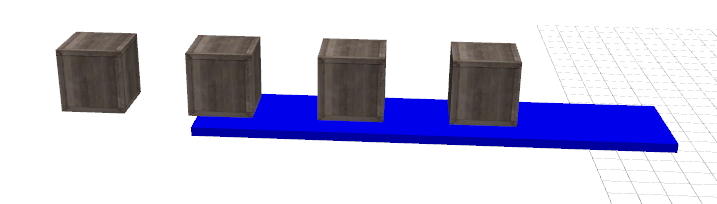
در این بخش به شرح قسمت های شبیه ساز می پردازیم. در زیر نمایی کلی از شبیه ساز را می توانید مشاهده کنید. با فعال کردن ساعت شبیه سازی(Start Timer) سیستم شروع به کار می کند. جعبه ها وارد سیستم می­شوند و ربات آنها را بین ایستگاه­ها منتقل می­کند.



عناصر شبیه سازی

1. ایستگاه ورودی

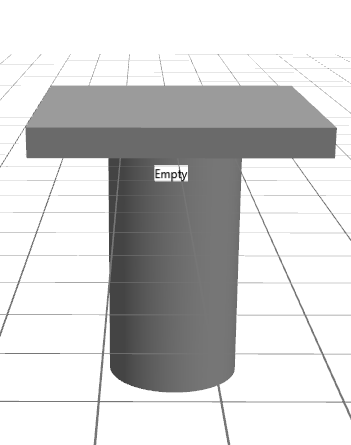
این ایستگاه را با صفحه ی آبی رنگی می توانید مشاهده کنید. جعبه ها از این قسمت وارد سیستم می شوند و در صورت مشغول بودن ربات یا پر بودن ایستگاه A وارد صفی در این ایستگاه می شوند.



ایستگاه ورودی

1. ایستگاه­های کاری

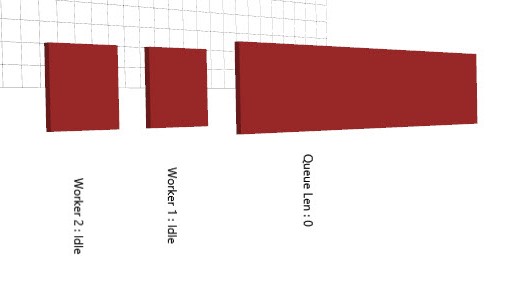
این ایستگاه را با رنگ خاکستری (و با شکلی خاص!) می توانید مشاهده کنید. در کنار هر یک از این ایستگاه­ها یک نوشته­ایی وجود دارد که وضعیت ایستگاه را در هر لحظه نمایش می دهد.



یک ایستگاه کاری

1. ایستگاه بازرسی

این ایستگاه شامل دو سکوی کاری و یک صف می باشد. از صفحات با رنگ قرمز برای نشان دادن آن استفاده شده است. در کنار هر کدام از دو سکوی کاری وضعیت فعلی کارگر مربوط به آن سکو، نشان داده شده است؛ همچنین در کنار صف انتظار، تعداد جعبه هایی که در حال انتظار هستند نمایش داده می شوند.



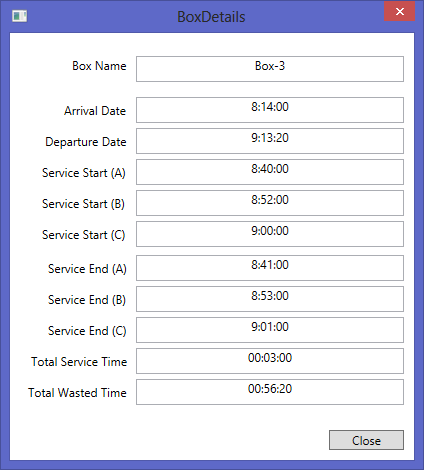
ایستگاه بازرسی

1. جعبه ها

جعبه ها عناصر اصلی شبیه سازی هستند. تمامی اطلاعات مربوط به زمان­های ورود و خروج و شروع و اتمام سرویس، در هر جعبه به صورت مجزا ذخیره می شود. هر یک از جعبه ها به شکل مکعب مستطیل هستند. با پوسته (texture) به شکل جعبه چوبی! با کلیک کردن بر روی هر یک از جعبه ها، صفحه­ایی مربوط به اطلاعات آن جعبه نشان داده می شود. اطلاعات مربوط به ورود و خروج،زمان های شروع خدمت­دهی و پایان خدمت­دهی.



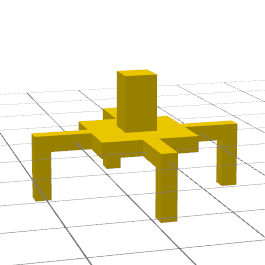
جعبه



نمایش دهنده اطلاعات مربوط به جعبه

1. ربات سیستم

ربات سیستم را می­توانید با رنگ زرد مشاهده کنید. قابل ذکر است که این ربات به طور کلی توسط کد­های برنامه نویسی ساخته شده است؛ و از هیچ نرم افزار سه بعدی­ساز در ساخت آن کمک گرفته نشده است.



ربات سیستم در وضعیت بی کار

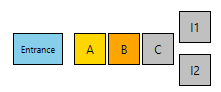


ربات سیستم در حال بارگذاری جعبه

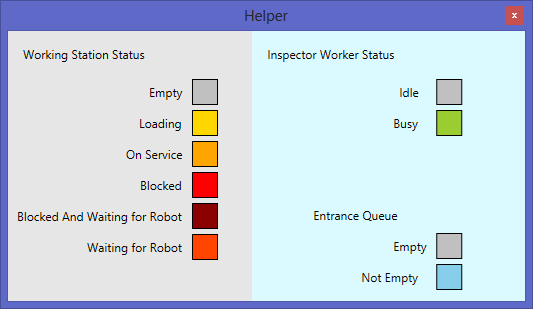
1. نمایش­دهنده وضعیت سیستم

در قسمت پایینی صفحه­ی اصلی (پنجره)شبیه­ساز، می توانید وضعیت فعلی سیستم را توسط این ابزارک مشاهده نمایید. این ابزارک به اختصاص دادن رنگ­های مختلف به هر ایستگاه سیستم، وضعیت فعلی آن را نمایش می­هد.

برای فهمیدن معنی هر رنگ، کافیست از منو View گزینه­ی Show Color Helper را انتخاب کنید.



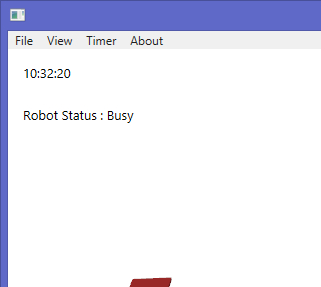
نمایش­دهنده وضعیت سیستم



اطلاعات مربوط به معنی هر رنگ

1. ساعت شبیه سازی و وضعیت ربات

در قسمت گوشه­ی سمت چپ پنجره شبیه سازی، اطلاعات مربوط به زمان فعلی شبیه سازی و وضعیت فعلی ربات سیستم را می توانید مشاهده کنید.



1. پیش­آمد ها آتی

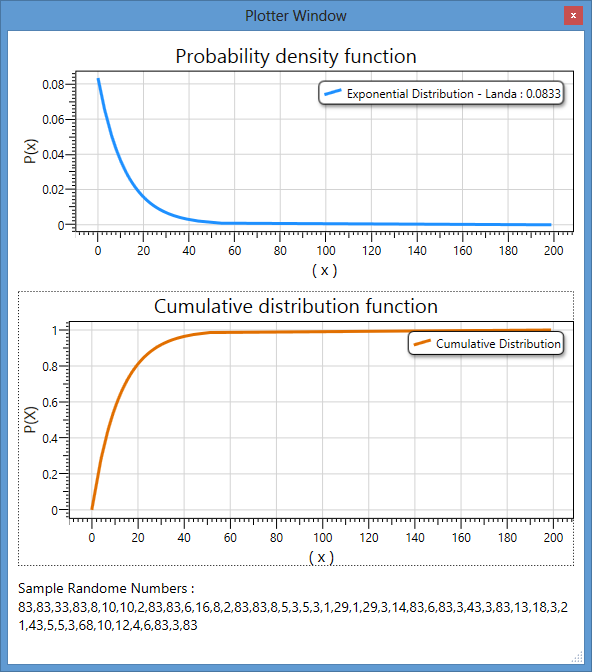
همراه با شبیه ساز، پنجره­ای باز می­شود که در آن تمامی پیش­آمد­های آتی سیستم را می­توانید مشاهده فرمایید.

1. سایر عناصر

عناصری در صفحه می توانید مشاهده کنید که مربوط به موتور رندرینگ شبیه ساز است. اطلاعاتی در مورد تعداد فریم ها در ثانیه، زاویه دوربین، و سایر. برای غیر فعال کردن نمایش این موارد می توانید از منو View اقدام به حذف آن­ها نمایید.

ابزار مطالعه آماری برای توزیع نمایی با میانگین دلخواه

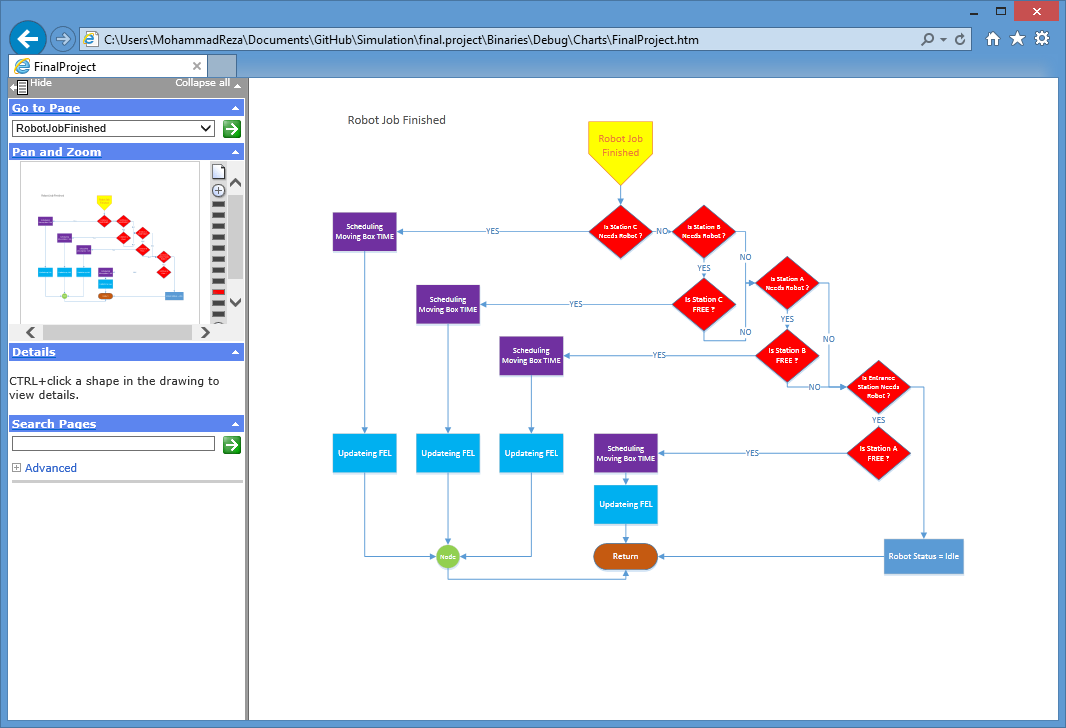
این قسمت گراف مربوط به تابع نمایی با میانگین دلخواه را رسم می­نماید. در پایین دو نمودار 50 عدد تصادفی، با توزیع نمایی (و میانگینی که کاربر وارد می کند) ساخته شده است.



Plotter

نمودارهای جریان مربوط به شبیه سازی

در نرم افزار قابلیت مشاهده تمامی نمودارهای جریان فراهم آمده است. با کلیک بر روی گزینه Simulation Charts به صورت خودکار، مرورگر اینترنت اجرا می شود و در آن به راحتی امکان مشاهده نمودارهای جریان وجود دارد.



نمودارهای جریان

Class Diagrams

