

Boxed Economy Simulation Platform で 空港の待ち行列モデルを実行する

平成 16 年 12 月 3 日

概要

この資料では、「空港の待ち行列モデル」を題材に、「Boxed Economy Simulation Platform (長いので、私たちは BESP(ベस्प)と呼んでいます)」を利用したシミュレーションの実行方法を解説します。

1 空港の待ち行列モデル

待ち行列モデルとは、人の行列や業務フローのボトルネックを発見・分析するために用いられるモデルです。ここで取り上げる「空港の待ち行列モデル」は、空港内の業務プロセスに関する待ち行列モデル¹を、BESP 上で実行可能なマルチエージェントモデルとして作成したものです。

1.1 モデルの概観：混雑する空港が舞台

空港の待ち行列モデルの舞台は、搭乗手続きを行う乗客で混雑している空港です。乗客は、ひっきりなしに入り口から空港に入ってきます²。

入り口にはインフォメーションデスク (Information Desk) があり、空港に到着した乗客は、まずインフォメーションデスク (Information Desk) に立ち寄って、該当するチェックインカウンター (Check-in Counter) の場所に向かいます。チェックインカウンター (Check-in Counter) で搭乗券を受けとった乗客は、搭乗口 (Security Check) で検査を受けた後、飛行機に乗り込みます。

¹モデルの詳細については、『社会シミュレーションの技法』(N. ギルバート, K.G. トロイチュ, 日本評論社, 2003) の「第 5 章 待ち行列モデル」を参照してください。

²不特定多数のものが到着する間隔は、経験則として「指数分布」に従います。ここでは、入場間隔を、平均 1.5 分 (=1.5 ステップ) の指数分布としてモデル化しています。詳細については、前掲書を参照してください。

2 BESPの起動

まずはじめに、BESPの起動方法を解説します。

Windows版では、「スタート」メニューを「プログラム」へとたどり、「BESP」メニューをクリックします。あるいはデスクトップにある「BESPへのショートカット」をダブルクリックすることでもBESPを起動できます。

Mac版、Linux版では、付属するシェルスクリプトを利用して起動します。「`besp.sh`」を、実行してください。

起動すると、タイトルが表示され、しばらくするとメインウィンドウが出現します。



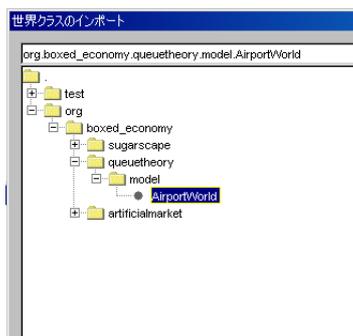
3 空港の待ち行列モデルを実行する

3.1 モデルを読み込む

BESP では、実行できる形態で配布されているシミュレーションを読み込むことを「世界をインポートする」といいます。空港の待ち行列モデルをインポートするには、まず、「ファイル」メニューから「インポート」→「世界クラス」を選択します。



以下のようなダイアログが表示されるので、「org.boxed_economy.queuetheory.model.AirportWorld」をインポートしてください。



正常にインポートできれば、制御パネルに「AirportQueue (空港の待ち行列モデルの意)」と表示されます。これで、世界のインポートは完了です。

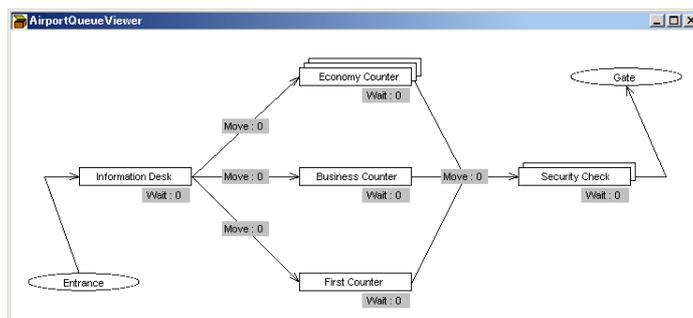


3.2 Airport Queue Viewer の設定をする

プラグインが正しくインストールされたら、空港の待ち行列モデルを実行することができます。空港の待ち行列モデルには、モデルの状況を観察できる Airport Queue Viewer というウィンドウ (プレゼンテーションコンポーネ

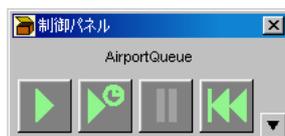
ント) が備わっています。ここでは、その Airport Queue Viewer を用いて、モデルの実行結果を観察しながら実行してみることにします。

「表示」 → 「Airport Queue Viewer」をクリックすると、待ち行列の状況を観察できるウィンドウが表示されます。

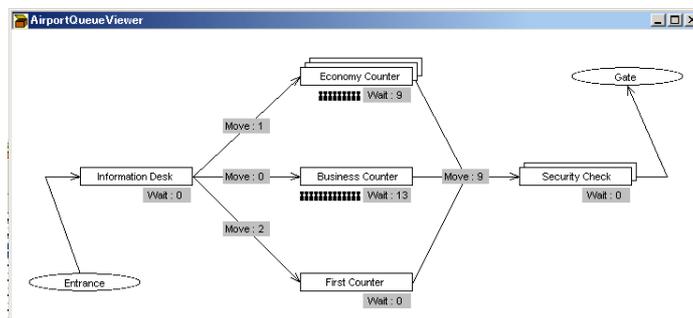


3.3 モデルを実行して結果を観察する

以上で、モデルを実行する準備は整いました。それでは、実際に実行してみましょう。制御パネルの実行（一番左のボタン）をクリックします。



しばらく実行していると、とくにビジネスクラスのカウンター（Check-in Counter）の手続きを待つ乗客の行列が長くなるのがわかります。制御パネルの停止（左から3番目）をクリックして、モデルの実行を止めてください。



4 初期パラメータを変えて実行する

ここまでで、空港の待ち行列モデルにおけるボトルネックが、ビジネスクラスのカウンター（Check-in Counter）ということがわかりました。ここでは、そのボトルネックを解消するために、モデルのパラメータを変更するためのウィンドウを表示して、パラメータを実際に変更し、再度実行してみます。BESP で、シミュレーションの初期パラメータを変更するには、「World Initializer」というツールを使います。

4.1 World Initializer を表示する

「ツール」→「WorldInitializer」メニューを選びます。World Initializer というウィンドウが新しく表示されます。この World Initializer の、各項目に注目してください。例えば、「NUMBER_CheckInCounter_BusinessClass」の値が「1」となっています。これは、空港の待ち行列モデルにおいて、ビジネスクラスのカウンター（Check-in Counter）が1つだけある、ということです。



プロパティ名	型	デフォルトの値	現在の値	コメント
AVERAGE_ArrivalTime	double	1.5	1.5	乗客の到着間隔（分）の平均値
AVERAGE_InformationDeskServiceTime	double	1.0	1.0	インフォメーションデスクの乗客1人あたりサ...
NUMBER_CheckInCounter_BusinessClass	int	1	1	ビジネスクラスのカウンターの数
NUMBER_CheckInCounter_EconomyClass	int	3	3	エコノミークラスのカウンターの数
NUMBER_CheckInCounter_FirstClass	int	1	1	ファーストクラスのカウンターの数
NUMBER_InformationDesk	int	1	1	インフォメーションデスクの数
NUMBER_SecurityCheck	int	2	2	セキュリティチェックの数
RATIO_BusinessClassPassenger	double	0.3	0.3	乗客がビジネスクラスである確率

前節で表示させた Airport Queue Viewer と対比してください。Airport Queue Viewer でもビジネスクラスのカウンター（Check-in Counter）は1つだけあるということがわかります。

4.2 World Initializer で初期パラメータを変更する

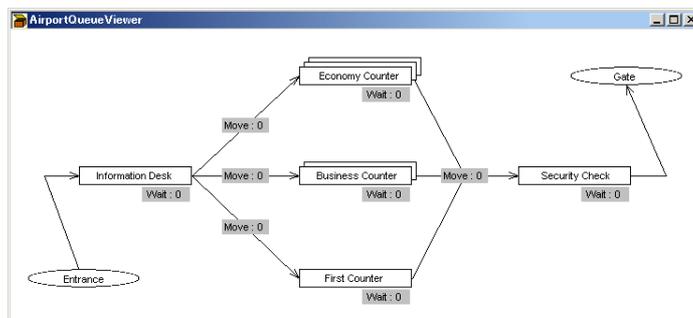
モデルで確認されたボトルネックを解消するために、セキュリティチェック（Security Check）を1つ減らし、ビジネスクラスのカウンター（Check-in Counter）を1つ増やすことにします。

セキュリティチェック（Security Check）を1つ減らしビジネスクラスのカウンター（Check-in Counter）を1つ増やすためには、World Initializer の値を変えます。

「NUMBER_CheckInCounter_SecurityCheck」の「現在の値」をダブルクリックして、新しい値「1」を入力し、Enter キーを押してください。

「NUMBER_CheckInCounter_BusinessClass」の「現在の値」をダブルクリックして、新しい値「2」を入力し、Enter キーを押してください。

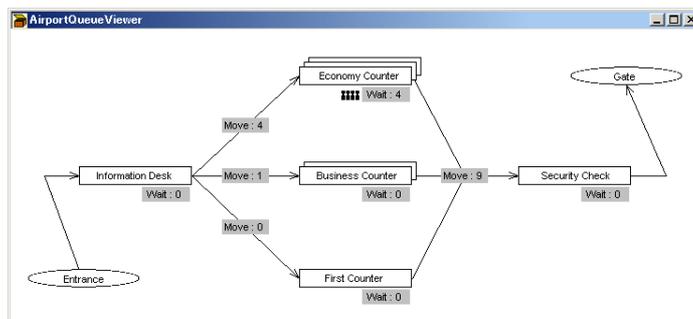
すると、ウィンドウ下部の「モデルの初期化」ボタンが選択できるようになります。このボタンを押すと、さきほどのパラメータ変更が反映され、シミュレーションのステップ数が0に戻ります。



Airport Queue Viewerを確認すると、ビジネスクラスのカウンター (Check-in Counter) の数が、2つにふえていることがわかります。

4.3 パラメータを変更したモデルを実行する

それでは、さきほどと同じように、制御パネルの実行 (一番左のボタン) をクリックして、モデルを再度実行してください。今度のモデルでは、ビジネスクラスのカウンター (Check-in Counter) を増やしたため、少なくとも、その部分のボトルネックが解消されていることがわかります。

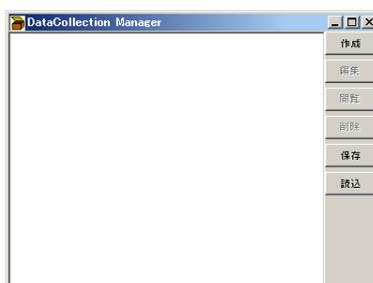


5 シミュレーションの実行結果をグラフで描画する

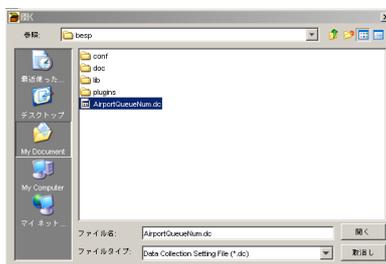
5.1 グラフ描画用の設定ファイルを読み込む

空港の待ち行列モデルのシミュレーション結果は、BESP上で、グラフ描画することができます。

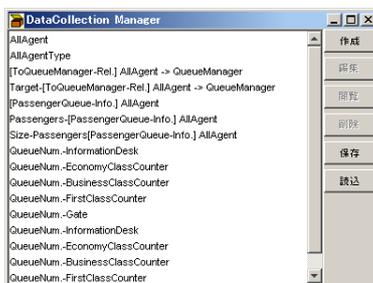
「ツール」→「DataCollection Manager」を選択してください。以下のようなウィンドウが表示されます。



右下の「読み込み」ボタンをクリックしてください。以下のようなダイアログが表示されますので、「AirportQueueNum.dc」を選択して、「開く」ボタンをクリックしてください。



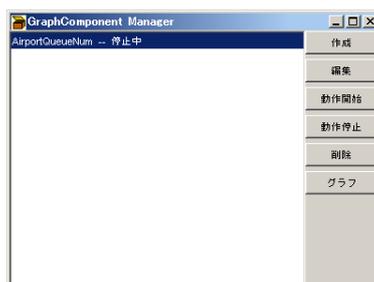
DataCollection Manager ウィンドウの表示が以下のように切り替わっていたら成功です。



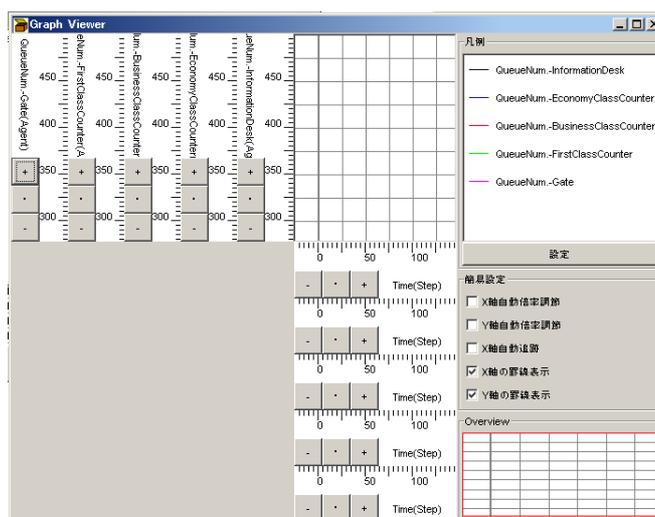
5.2 Graph Viewer を表示する

次に、実際にグラフを表示させてみましょう。

「ツール」→「GraphComponent Manager」を選択してください。以下のようなウィンドウが表示されます。



”AirportQueueNum”を選択した後に、「グラフ」ボタンをクリックしてください。以下のような Graph Viewer が表示されます。



5.3 Graph Viewer を設定する

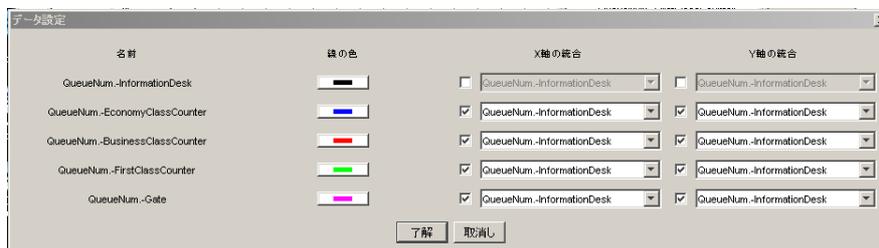
いまの状態では、出力されるデータごとに、異なる目盛りが、縦軸と横軸に表示されています。これでは見にくいので、目盛りを統合しましょう。

Graph Viewer の右中央の「設定」ボタンをクリックしてください。以下のようなダイアログが表示されます。

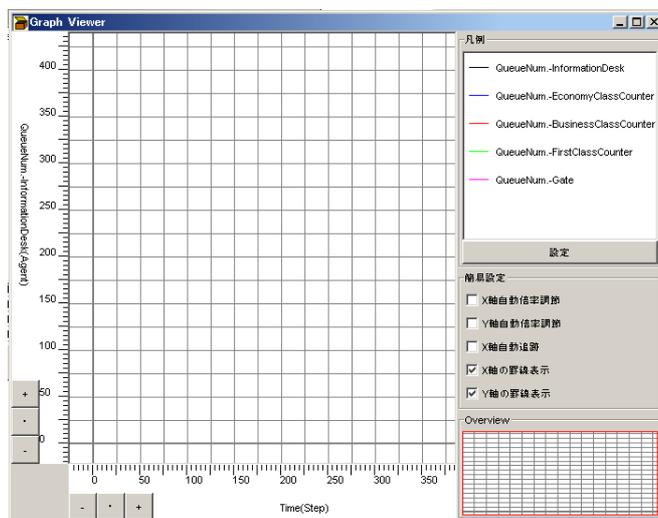


ここでは、5つのデータが1つの目盛りで表示されるようにします。

具体的には、「QueueNum.-InformationDesk」の縦軸と横軸に対して、他の4つのデータの目盛りを、統合させます。それぞれのチェックボックスをオンにして、プルダウンメニューから、「QueueNum.-InformationDesk」を選択してください。



選択が終了したら、「了解」ボタンをクリックしてください。Graph Viewer の表示が以下の通りに変更されます。



この状態で、シミュレーションを実行すると、グラフが描画されます。縦軸と横軸の目盛りに付属している「+」ボタンや「-」ボタンを使って、適切な縮尺に合わせてみるなど、色々といじってみてください。

