

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭПИДЕМИИ

*Захожая Е., 522 гр.
Траньков С., 522 гр.*

18 марта 2007 г.

1. Цель курсового проекта.

Целью курсового проекта является создание программы, позволяющей проследить эволюцию распространения общественного явления – условной «эпидемии» – в системе взаимодействующих населенных пунктов. Также целью ставится исследовать влияние определенной стратегии управления ограниченными ресурсами с целью со- или противодействия «эпидемии», поиск оптимума.

2. Общая идея задачи.

Страна представляет собой совокупность населенных городов, соединенных путями сообщения. Интенсивности рождений и смертей здоровых жителей зависят только от их возраста. Люди также могут мигрировать между городами, но лишь затратив на это определенные силы. В одном из городов возникает очаг эпидемии, влияющей определенным образом на характеристики здорового человека, после чего эпидемия начинает распространяться по стране. Заболевание происходит от уже заболевших, находящихся в том же городе, выздоровление – от услуг медицинского характера, оказываемых населением города в целом. Правительство страны обладает ограниченным невосполняемым объемом ресурсов и определенной стратегией поведения. Оно может, затрачивая ресурсы, видоизменять любую из характеристик страны и ее жителей в любом доступном размахе. С ростом числа заболевших и смертности в данном городе растет социальная напряженность и эффективность действий правительства в этом регионе падает. Успешность проведенной политики оценивается исходя из затраченного объема ресурсов и степени приближения к поставленной цели.

3. Основные подзадачи и их взаимосвязь.

В поставленной задаче можно выделить несколько взаимосвязанных подзадач, а именно:

- Задание начальных условий.
- Моделирование процессов рождаемости и смертности.
- Моделирование процессов миграции.
- Моделирование процессов заболевания и выздоровления.
- Моделирование социальной напряженности.
- Моделирование политики правительства.
- Графическое отображение поведения системы в динамике.

Взаимосвязи указанных подзадач приведены на рисунке:

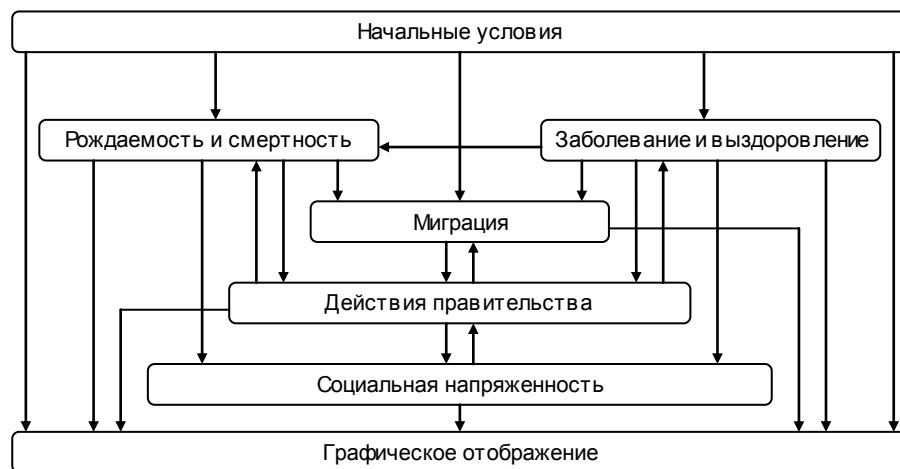


рис. 1. Поток информации между подзадачами

4. Общие предпосылки моделирования, относящиеся к задаче в целом.

Моделируемая система представляется в виде графа с точечными городами в узлах и дорогами в виде ребер. Каждый город характеризуется степенью восприимчивости к влиянию всех остальных городов в системе. Расстояния, структура существующих соединений и степень восприимчивости задаются в виде матриц. Мир в целом характеризуется определенным профилем потенциального барьера между городами, зависящим только от расстояния между ними; профилями по возрастной рождаемости, смертности и «потенциала»; степенью влияния болезни на все эти функции в зависимости от времени, проведенного в болезни – «больничного периода», и возраста болеющего. Рождение, смерть, заболевание и выздоровление происходят исключительно в городах; время, затрачиваемое на миграцию, пренебрежимо мало. Число людей меняется непрерывным образом, по возрастной рождаемости и смертности зависят только от возраста (неограниченная емкость среды). В начальных условиях задается начальная возрастная структура каждого из городов и возрастная структура уже заболевших в развертке как по возрасту, так и по больничному периоду. Число лиц одного возраста, преодолевающих барьер между двумя городами за единицу времени, пропорционально числу лиц в когорте того же возраста города-метрополи, потенциалу данной когорты и силе взаимодействия между этими городами в момент преодоления. В данном городе число дополнительно заболевших лиц пропорционально числу лиц уже заболевших, число выздоровевших пропорционально полной численности населения города. Пропорционально доли заболевших и росту смертности в городе растет социальная напряженность, снижающая эффективность действий правительства в этом городе. Правительство представляет собой внешнюю по отношению к стране группу лиц, обладающих ограниченным и невосполняемым объемом ресурсов и стратегией их использования по достижению к определенным срокам конкретного состояния системы. Правительство может изменять любую из характеристик системы, на каждую акцию заданного размаха расходуется определенное количество ресурсов. Предлагается следовать одной из стратегий на выбор или же задать поиск динамического оптимума по достижению поставленной цели. Успешность проведенной политики оценивается исходя из объема израсходованных ресурсов и степени приближения к цели.

5. Детальное описание содержания подзадач.

Задание начальных условий.

Основная часть начальных условий (матрицы расстояний, связей, чисел населения для каждого города, глобальные функциональные характеристики) будет считываться из файла; такие параметры, как рассматриваемый период времени будет задаваться с клавиатуры при запуске программы для большей вариативности исследования.

Моделирование процессов рождаемости и смертности.

Нация в целом характеризуется зависимостью доли доживших из первоначальной однородной когорты до данного возраста от этого возраста и текущего времени, смертность вводится как логарифмическая производная функции дожития по возрасту. Рождаемость определяется как скорость воспроизводства одной особи фиксированного возраста (репродуктивность). В качестве стандартной модели смертности взята модель Гомперца-Мейкема, модели рождаемости – гамма-распределение. Обе характеристики для болеющих жителей видоизменяются заданным образом. По прошествии единицы времени возрастные когорты населения сдвигаются в положительном направлении оси возрастов с

коэффициентами дожития; нулевая когорта заполняется исходя из функции рождаемости вдоль всей популяции.

Моделирование процессов миграции.

Кроме процессов рождений и смертей возможна механическая миграция. Каждый житель данного возраста характеризуется неким условным потенциалом, затратив который, он может перебраться в соседний город. Города разделены расстояниями, высота потенциального барьера зависит только от расстояния между городами, его профиль одинаков для всех городов. Для пар городов вводится сила их взаимодействия: высота барьера между этими городами домножается на некий коэффициент, заданным образом зависящий от социальной напряженности обоих городов. Число лиц одного возраста, преодолевающих барьер между двумя городами за единицу времени, пропорционально числу лиц в когорте того же возраста города-метрополии, зависит от разности потенциалов данной когорты и необходимого с коэффициентом, равным силе взаимодействия в момент преодоления. Таким образом, динамика возрастной структуры данного города определится биологической компонентой и механической.

Моделирование процессов заболевания и выздоровления.

Внутри данного города жители могут как заболеть, так и выздороветь, вне городов жители не существуют. Скорость роста числа заболевших зависит только от числа уже заболевших, скорость убыли числа заболевших пропорционально числу уже заболевших и полной численности населения города (величине произведенных за единицу времени социальных услуг медицинского характера). Таким образом, моделью служит система уравнений типа Вольтерра - Лотки.

Моделирование социальной напряженности.

Социальная напряженность данного города зависит от доли заболевших жителей, полной численности города и величины средней по возрастам смертности заданным образом. Напряженность влияет на взаимодействие с окружающими городами и эффективность действий правительства.

Моделирование политики правительства.

Правительство обладает заранее известным объемом ограниченных ресурсов и набором вариантов стратегий. По умолчанию целью правительства ставится противодействие распространению эпидемии, но задача допускает вариативность. Суть стратегий заключается в максимальном приближении к поставленной цели (минимизировать долю болеющих) путем расходования ресурсов на подвижку параметров системы. Размах акции рассчитывается исходя из наибольшей конечной эффективности в данный момент времени (динамический оптимум). По истечении отведенного срока оценивается успешность проведенной политики и в зависимости от ее удельного веса стратегия заменяется, после чего правительство следует новому курсу с восполненным объемом ресурсов. Удельный вес стратегии определяется суммарной ее успешностью в течение рассматриваемого периода. Конечным итогом служит фактическая эффективность каждой из стратегий при заданных начальных условиях, их последовательных комбинаций. Систему можно сделать обучающейся, выделив файл для записи полученных результатов для использования их в будущем.

Графическое отображение поведения системы.

На экран будут выводиться тематические "карты" расположения городов. Каждый город будет отображаться точкой различного размера в зависимости от числа населения данного города и цвета, зависящего от тематики карты. Так, цвет может соответствовать доле заболевших в данном городе, величине социальной напряженности, наибольшей скорости роста или вымирания. Проводимая политика правительства (установка "барьера", запрет на въезд в город и пр.) также будет отображаться на карте условными обозначениями. Также на экран будут выводиться зависимости: полной численности населения от времени и его возрастная структура; общего количества здоровых жителей и его возрастная структура; общего количества заболевших в развертке по возрастам и больничному периоду; среднего возраста здоровых, больных и всех жителей и его среднеквадратичное отклонение; средней по стране социальной напряженности. Отображение будет происходить в динамике.

Свод воедино и разработка внутренних интерфейсов.

Различные части программы, выполняющие разные задачи (считывание начальных данных, расчеты, вывод информации), оформляются в виде процедур или отдельных модулей, связь и взаимодействие которых осуществляется через основную программу. Тестирование осуществляется по частям, затем проверяется и отлаживается итоговая программа и отслеживается правильность взаимодействия отдельных модулей.

6. Состав работ и исполнители.

Подзадачи распределяются следующим образом

- Задание начальных условий – Захожая Е., 20 апреля.
- Моделирование процессов рождаемости и смертности – Траньков С., 15 апреля.
- Моделирование процессов миграции – Траньков С., 15 апреля.
- Моделирование процессов заболевания и выздоровления – Траньков С., 15 апреля.
- Моделирование социальной напряженности – Траньков С., 15 апреля.
- Моделирование политики правительства – Траньков С., 15 апреля.
- Графическое отображение поведения системы – Захожая Е., 20 апреля.

Дополнительные работы:

- разработка внутренних интерфейсов – Захожая Е., 20 апреля.
- Свод воедино и тестирование – Захожая Е., 25 апреля.

7. Используемые программные и технические средства.

Операционная система Windows, язык программирования TurboPascal.