

А. В. Товстик

РАЗРАБОТКА СРЕДЫ ИМИТАЦИОННОГО МУЛЬТИАГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭПИДЕМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ГЕПАТИТА В

В статье описана имитационная мультиагентная модель эпидемического процесса гепатита В с использованием событийного подхода. Описана имитационная среда. Предложен улучшенный подход к моделированию инфицирования агентов посредством взаимодействия

Ключевые слова: мультиагентный подход, событийный подход, эпидемический процесс, гепатит В

1. Введение

Сохранение и укрепление здоровья населения является важной социально-экономической проблемой, одним из аспектов которой является снижение инфекционной заболеваемости. Для разработки и проведения экономически эффективных и адекватных противоэпидемических мероприятий требуется адекватное прогнозирование динамики заболеваемости и ее факторов. Эпидемический процесс, как многофакторное явление со сложными причинно-следственными связями, содержит много неопределенностей.

Целью данной работы есть построение адекватной имитационной мультиагентной модели распространения гепатита В для последующего ее использования при формировании мер по эффективному снижению уровня заболеваемости.

2. Проблема моделирования эпидемического процесса

Широкая распространенность в мире вирусного гепатита В, тяжелое клиническое течение заболевания, высокая частота хронизации инфекционного процесса и др. обуславливают медико-социальную значимость инфекции.

Большинство моделей распространения гепатита В, изученных в последнее десятилетие, являются непрерывными и основаны на использовании систем дифференциальных уравнений. Основным ограничением этих моделей является то, что они рассматривают все население как однородное. В этом случае не учитывается наличие вакцинации или же, что она проводится для всего населения. Такой подход влечет возникновение ошибок и влияет на качество управленческих решений.

Использование имитационного мультиагентного моделирования в применении к эпидемическому процессу обусловлено тем, что оно позволяет рассматривать большое количество факторов, влияющих на эпидемический процесс, а также дает возможность проводить численные эксперименты с ними.

Предполагается использование большого числа агентов (порядка 100 тыс.), т. к. адекватность результатов моделирования во многом зависит от количества агентов в системе. Для описания перемещения агентов в модельном мире предлагается использование событийного подхода [1]. При таком подходе рассматриваются два типа последовательностей событий. Первый из них присущ агентом как физически перемещаемым объектам (пространственные события). Второй тип связан с изменениями внутренних состояний агентов в результате их взаимодействия, а также с воздействием внешней среды.

Специфика широкого круга заболеваний связана с инфицированием между людьми. Чтобы учесть такую особенность используя мультиагентный подход, необходимо четко определить что считать взаимодействием. В работе [1] агенты рассматриваются как физические частицы, а их взаимодействия — это события столкновения. Обработка такого рода событий приводит к замедлению процесса моделирования вследствие усложнения модели.

Очевидно, что участники взаимодействуют не только при непосредственном физическом контакте (например, заболевания, передающиеся воздушно-капельным путем). Поэтому в данной работе предлагается упрощение обработки взаимодействия программных агентов.

3. Описание среды моделирования

При разработке модели были использованы официальные данные о заболеваемости гепатитом В, научные данные об эпидемическом и инфекционном процессах гепатита В, демографические данные о возрастных группах населения, проживающих в г.Харьков (Украина) и др.

Модельный мир представлен множеством областей («Дом», «Больница» и пр.), характеризующихся параметрами, влияющими состояние агента («Здоров», «Инфицирован», «Болен» и др.). Также для агентов учитываются возраст, пол, тип агента (благоразумный или рискующий) и др.

Каждая область представляет собой квадратную матрицу ячеек. Среди событий имеются события-пересечения границ ячеек, образующие поток событий первого рода. События этого типа представлены возрастающей последовательностью моментов времени, обрабатывающихся как переход из одной ячейки в другую. Более подробно имитационная среда описана в работе [2].

Для упрощения процесса моделирования попадание в одну ячейку агентов в данной работе предлагается считать их взаимодействием. Взаимодействие обрабатывается средой в зависимости от области, к которой принадлежит ячейка, а также от типов взаимодействующих агентов.

Таким образом, считается, что контакт между агентами возможен, если в одной ячейке располагается более одного агента. В таком случае рассматриваются пары из текущего обрабатываемого агента с остальными агентами в текущей ячейке. Если, по крайней мере, один из агентов является носителем заболевания, то считается, что между агентами происходит контакт, достаточный для осуществления заражения; здоровый агент инфицируется с некоторой вероятностью, зависящей от степени сопротивляемости организма.

При рассмотрении определенных заболеваний обработки взаимодействия агентов обладает спецификой. Например, при моделировании гепатита В необходимо проверять, что агенты являются совершеннолетними, а текущая область подходит для взаимодействия, т. к. по статистике инфицирование часто осуществляется половым путем. Переход в зону риска учитывает возраст, склонности, общее состояние культуры в обществе и т. п. Длительность пребывания в зоне риска также является регулируемой модельной величиной.

Помимо агентов, в модельном мире в определенных областях задаются дополнительные объекты (мед. инструменты, инструменты в тату-салонах и пр.). Такие модельные объекты становятся переносчиками заболевания при контакте с инфицированным агентом и способны инфицировать здоровых агентов.

На данном этапе рассматриваемые агенты, являются реактивными и обработка событий, связанных с изменением текущей области агента или его состояния, происходит с использованием вероятностей. Вероятности зависят от области, в которой находится агент, а также от типа агента.

В дальнейшей работе планируется использование интеллектуальных агентов. В отличие от реактивных, интеллектуальные агенты обладают большей степенью автономности, а также характеризуются наличием таких свойств, как «убеждения», «желания», «намерения», способностью к общению [3]. Автономность интеллектуальных агентов достигается способностью самостоятельно координировать свои действия, используя базу знаний и логический вывод, принимать решения

в условиях неопределенности, обусловленной недостаточными или противоречивыми знаниями об окружающем мире [4].

Способность агентов к логическому выводу обеспечивается за счет использования специализированных средств, таких как интерпретаторы языков логического программирования (LISP, Prolog) [3]. Знания агента хранятся с использованием одной из существующих моделей представления знаний. Наиболее прогрессивным в агентной технологии является использование нечетких знаний и нечеткого логического вывода [5].

Литература

1. Chernyshev Yu. Multiagent simulation of contact disease distribution based on event approach [Text] / Yu. Chernyshev, O. Sokolov // Proceedings of the International Conference on Modelling and Simulation 2010, 22–25 June 2010, Prague, Czech Republic. — P. 172–175.
2. Chernyshev Yu. System of Simulation of Epidemic Diseases Spreading [Text] / Yu. Chernyshev, T. Chumachenko, D. Chumachenko, A. Tovstik // Proceedings of East West Fuzzy Colloquium 2012 (19th Zittau Fuzzy Colloquium), 5–7 September 2012, Zittau, Germany, 2012. — P. 154–161.
3. Sokolov O. Cooperative Behavior Modeling of Intelligent Agents in NetLogo Environment using Fuzzy Logic [Text] / O. Sokolov, A. Tovstik // Proceedings of East West Fuzzy Colloquium 2012 (19th Zittau Fuzzy Colloquium), 5–7 September 2012, Zittau, Germany, 2012. — P. 147–153.
4. Товстик А. В. Принятие решений в мультиагентной среде в условиях неопределенности [Текст] / А. Ю. Соколов, О. С. Радивоненко, А. В. Товстик. — Радиоелектронні і комп'ютерні системи. — 2011. — № 4(52). — С. 77–81.
5. Sokolov Oleksandr. Multiagent Investigation of Epidemic Disease Using Fuzzy Logic [Text] / Oleksandr Sokolov, Oleksiy Sokolov, D. Chumachenko // Proceedings of East West Fuzzy Colloquium 2006 (13th Zittau Fuzzy Colloquium), 13–15 September 2006, Zittau, Germany, 2006. — P. 55–60.

РОЗРОБКА СЕРЕДОВИЩА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЕПІДЕМІЧНОГО ПРОЦЕСУ ГЕПАТИТУ В

А. В. Товстік

У статті описана імітаційна мультиагентна модель епідемічного процесу гепатиту В із використанням подійного підходу. Описане імітаційне середовище. Запропонований покращений підхід до моделювання інфікування агентів шляхом їх взаємодії.

Ключові слова: мультиагентний підхід, подійний підхід, епідемічний процес, гепатит В.

Андрій Вадимович Товстік, аспірант каф. Інформатики, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна, e-mail: thedarkest@i.ua.

DEVELOPMENT OF HEPATITIS B EPIDEMIC PROCESS MULTIAGENT SIMULATION ENVIRONMENT

A. Tovstik

The article describes simulation multi-agent model of hepatitis B epidemic process with event-based approach. Simulation environment is described. We propose improved approach for simulation of agents infection through interaction.

Keywords: multi-agent approach, event-based approach, epidemic process, hepatitis B.

Andrii Tovstik, postgraduate, National Aerospace University, Dept. of Informatics, Kharkiv, Ukraine, e-mail: thedarkest@i.ua.