



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.9

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Лисин И.С.

ФГБОУ ВО "КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ", Казань, Россия (420015, Республика Татарстан, город Казань, ул. Карла Маркса, д.68), e-mail: lisin-igor@mail.ru

На сегодняшний день вопросы автоматизации самых различных систем обслуживания населения стоят остро и нуждаются в рассмотрении с разных сторон. Во-первых, организационный подход к массовому обслуживанию меняется слишком медленно, в то время как программы обеспечения разрабатываются и предоставляются на различных уровнях работы с населением. Во-вторых, подход к работе с электронной очередью существует во многих системах в условной форме, что мешает полному переоснащению и автоматизации учреждений. Цель работы – рассмотреть подходы к автоматизации систем массового обслуживания. Методы: обзор литературы, рассмотрение ключевых алгоритмов. В результате представлены предложения по оптимизации существующих подходов к автоматизации.

Ключевые слова: Автоматизация, подходы, организация обслуживания, система массового обслуживания, социальная сфера.

THE MAIN APPROACHES TO AUTOMATION OF QUEUING SYSTEMS

Lisin I.S.

KAZAN NATIONAL RESEARCH TECHNOLOGICAL UNIVERSITY, Kazan, Russia (420015, Republic of Tatarstan, Kazan, Karl Marx st., 68), e-mail: lisin-igor@mail.ru

Today, the issues of automation of various public service systems are acute and need to be considered from different sides. Firstly, the organizational approach to mass service is changing too slowly, while support programs are being developed and provided at various levels of work with the population. Secondly, the approach to working with the electronic queue exists in many systems in a conditional form, which prevents the complete re-equipment and automation of institutions. The purpose of the work is to consider approaches to automation of queuing systems. Methods: literature review, consideration of key algorithms. As a result, proposals are presented to optimize existing approaches to automation.

Keywords: Automation, approaches, service organization, queuing system, social sphere.

Введение

Массовое обслуживание – это, с одной стороны, вопрос социального обеспечения и реализации автоматизации социальной сферы жизни общества. Но, с момента разработки первых алгоритмов успешного формирования электронных записей регистрации и обслуживания, данное направление перешло в область прикладной математики [10. С. 391-405].

Как результат, на сегодняшний день теория массового обслуживания успешно смоделировала пропускную способность в различных отраслях, в том числе в отделениях неотложной помощи, отелях, социальных службах и даже в ресторанах быстрого питания.

Однако, в современной России существует ряд препятствий к полноценному переходу на автоматическую систему массового обслуживания. Во-первых, разный возраст контингента определяет степень просвещенности в вопросах использования автоматических систем. Во-вторых, сам персонал не во всех учреждениях готов к работе с автоматическими системами регистрации, создания электронной очереди и т.д. В-третьих, во многих учреждениях продолжают работать в рамках живой очереди и прямого обслуживания, что обусловлено отсутствием и/или неработоспособностью оборудования. Но с другой стороны, разработка программного обеспечения, моделирование новых систем обслуживания и работы с массовым потребителем говорят о том, что данное направление актуально и востребовано.

Цель работы – рассмотреть подходы к автоматизации систем массового обслуживания.

Методы:

В рамках обзора литературы проведен анализ истории развития подходов к массовому обслуживанию и рассмотрены современные идеи в данном направлении.

Рассмотрение ключевых алгоритмов позволяет сделать вывод, что современные разработчики стремятся оптимизировать систему массового обслуживания с целью ее распространения и закрепления в массах, которые и являются непосредственными пользователями и в перспективе именно их потребности будут определять дальнейшее развитие автоматизации социальной сферы.

Анализ литературы

Начиная с второй половины XX века, когда встал вопрос оптимизации системы обслуживания населения, различные исследователи увидели в этом возможность развития автоматических процессов, которые только стали появляться в Европе, затем в США и Азии. В России система массового обслуживания в рамках похода математических процессов и алгоритмов появилась только в конце XX века, что обусловило отставание от других стран [8. С. 563-572].

В то же время, за рассмотренный период было изучено несколько подходов, главным из которых были случайные процессы, стройная очередь и мультиплексирования. Данные подходы, к 80-м годам XX века привели к использованию дифференциальных уравнений, характеризующих стационарное распределение занятости буфера [6. С. 131-136]. Но уже в 90-х годах XX века ориентация разработчиков была направлена на развитие понятия эффективной полосы пропускания и связанных с ним методов контроля доступа. Последующие годы шли активные споры и разработки в области моделирования и практического применения новых теорий, но все они сводились к вычислению возможностей по приему граждан в тех или иных учреждениях [7. С. 1889-1904].

В начале 2000-ных анализ системы массового обслуживания стали проводить с опорой на подход фиксированного (детерминированного) времени прибытия, в результате чего сам процесс обслуживания стал легче и перестал представлять затруднения с распределением пациентов/гостей отелей/ нуждающихся в социальной поддержке и т.д. [1, 9]

Как результат исследователи рассматривали модели или системы, в которых одно или оба фактора (время между поступлениями и обслуживанием) являются стохастическими. Их

анализ, как правило включал стохастическое описание системы и связанные с ней показатели производительности, следующим образом:

1. Распределение числа $N(t)$ в системе в момент времени t (число в очереди и обслуживаемое, если таковое имеется). $N(t)$ также называется длиной очереди системы в момент времени t . Под количеством в системе (очереди) разработчики стали понимать количество клиентов в системе (очереди).

2. Распределение времени ожидания в очереди (в системе), времени, которое пришедший должен ожидать в очереди (оставаться в системе). Если W_n обозначает время ожидания n -го прибытия, то интерес представляет распределение W_n .

3. Распределение виртуального времени ожидания $W(t)$ — время ожидания прибывшего, если бы он прибыл в момент t .

4. Распределение периода занятости — это продолжительность времени, в течение которого сервер остается занятым. Период занятости — это интервал от момента прихода объекта в пустую систему до момента, когда канал впервые становится свободным. Период занятости является случайной величиной.[4]

В данный период исследователи акцентировали свое внимание на показателях производительности [11. С. 322-338]. А ключевыми проблемами и подходами к автоматизации массового обслуживания стали следующие:

1. Стохастическое поведение различных случайных величин или возникающих случайных процессов и оценка соответствующих показателей эффективности;

2. Методы решения — точный, преобразованный, алгоритмический, асимптотический, численный, аппроксимационный и т. д.;

3. Характер решения — зависящий от времени, предельная форма и т. д.;

4. Управление и проектирование очередей — сравнение поведения и производительности в различных ситуациях, а также дисциплины очереди, правил обслуживания, стратегий и т. д.;

5. Оптимизация конкретных целевых функций, включающих показатели производительности, связанные с ними функции затрат и т. д. [15. С. 1945-1951].

В результате изучения вышеперечисленных проблем исследования в области управления массовым обслуживанием выявили три важные аспекта реализации разработанных проектов:

- моделирование (как процесс подбора оптимального алгоритма);
- согласование инфраструктуры (система распространения знаний и представлений об атомической системе и возможности ее применения и использования);
- логика процедурного субъекта (адресация разработки)[5. С.1-18].

Эти аспекты отражают доминирующие способы мышления в системе автоматизации массового обслуживания, отраженные в разрабатываемых предположениях, практиках применения тех или иных алгоритмов и значимости их реализации. Последнее так же определится простотой применения и доступностью самым неосведомленным группам. В данном контексте необходимо отметить, что ряд исследователей, изучая данные положения пришли к мнению, что применимость этих основополагающих допущений при теоретизировании система массового обеспечения нуждается в пересмотре в контексте цифровой трансформации [2. С. 692-695].

Основываясь на исследованиях, проведенных в отдельных компаниях и медицинских учреждениях, переживающих цифровую трансформацию, исследователи выявили

противоречия, связанные с применением перечисленных выше аспектов, которые указывают на необходимость обновления лежащих в их основе предположений. Как результат, А. Байере, Х. Салмела и Т. Тапанайнен предлагают новую концепцию автоматизации описывая ее как процессы легкого касания (минимального использования труда человека), гибкость инфраструктуры (удаленного доступа) и внимательные участники (ориентация на современных пользователей) [3. С.1-23].

Сегодня исследователи опираются на уравнения массового обслуживания и моделируют потребность в различных процессах внутри обслуживания пациентов/туристов/уязвимых категорий граждан и помогают учитывать влияние изменчивости на задержки и время обслуживания [16. С.373-390]. Изменчивость — это мера производительности процесса относительно спроса, которая обеспечивает быстрый способ сравнения спроса на определенные ресурсы [14. С.120-140].

Но, несмотря на некоторые значительные успехи в применении теории массового обслуживания к различным отраслям социального обеспечения, эта область по-прежнему недостаточно используется в операциях, осуществляемых социальными учреждениями в различных городах РФ.

Результаты

На сегодняшний день работа с большими данными – залог успешной автоматизации самых различных процессов. И безусловно, постепенно некоторые управленческие решения уже сегодня оказываются в сфере работы ИИ, поскольку выполняемые задачи включают аналитическую и рациональную обработку знаний. Как результат, на сегодняшний день перед разработчиками стоит принцип совместной оптимизации социальных и технических компонентов рабочих систем, который актуален сегодня так же, как и на заре проектирования социотехнических систем [13. С. 114-122].

Для разработки оптимальных предложений по внедрению программного обеспечения в рамках автоматизации системы социального обслуживания можно рассмотреть сравнительную таблицу влияния ИИ на реализацию социально-значимых решений (Таблица 1) [12. С. 1171-1204]

Таблица 1 – Влияние искусственного интеллекта, роботов, алгоритмов и других современных технологий на ключевые аспекты реализации социального обслуживания

Тип работы	Положительные эффекты	Отрицательные эффекты	Требования к соц.работникам
Контроль рабочих процессов	Локализация принятия решений в результате более широкого распространения информации	Замена человеческого суждения. Возможность полной потери контроля со стороны человека	Наличие навыков работы с ИТ, образование, технологическая самоэффективность, возраст
Автоназначение/поиск места в очереди	Виртуальная/удаленная и другие формы гибкой работы с поддержкой технологий.	Алгоритмическое управление, которое оказывает давление на работников относительно того, когда и сколько им работать.	Адаптация под новые условия работы, учет и распространение информации о возможной удаленной регистрации и формирования места в очереди
Модель распределения оставшихся функций	<ul style="list-style-type: none"> • Замена рутинных когнитивных задач. • Смена идеологии организации работы/управления • Участие сотрудников в разработке и внедрении технологий 	Автоматизация вызвала снижение активного использования навыков при усилении мониторинга	Степень вовлеченности сотрудников в процессы происходящие в организации определяют уровень активации ключевых алгоритмов и задач
Отзывы/оценки/система вопрос-ответ	Боты разгружают нагрузку с человека и реализуют алгоритмическое управление и предоставление «объективной» обратной связи	Ухудшает ситуационную осведомленность. Может привести к падению уровня знаний работников	Повышение квалификации и получение актуальных профессиональных знаний в рамках выполняемой работы

Как видно из данных Таблицы 1, на сегодняшний день, в сфере социального обслуживания прослеживается как положительный, так и отрицательный опыт применения различных функций ИИ и алгоритмов в рамках работы с людьми. Однако, такое положение

сохраняется преимущественно в РФ, в то время, как в странах Запада и Азии автоматизация социальной сферы охватывает широкий перечень выполняемых работ. И проблемы, которые обозначены, как возможная утрата контроля со стороны человека, в более развитых странах уже решена. Деятельность человека перенаправлена на продуктивное взаимодействие с ИИ, что потребовало от сотрудников социально ориентированных организаций провести мониторинг собственной производительности, пройти курсы повышения квалификации и ряд практических курсов по наработке навыков работы с новыми алгоритмами обслуживания, приема и распределения пациентов/гостей отеля/нуждающихся категорий населения и проч.

Заключение

На протяжении второй половины XX века система обслуживания в социальной сфере трансформировалась из непосредственной работы с людьми в возможность предоставления качественных услуг на основе современных технологий. В конце XX века социальное обслуживание оказалось в сфере математического моделирования, и за 80-90-е годы XX века исследователи стремились оптимизировать подход к разработке уравнений массового обслуживания. Это привело к тому, что в XXI в. в основе разрабатываемых алгоритмов оказались вопросы приема, распределения и возможностей быстрого обслуживания. Как результат, зарубежные ученые и сегодня моделируют потребности людей, которые будут обращаться в социально ориентированную службу. В то время как в РФ стремятся полноценно внедрить автоматизацию в сферу обслуживания населения и если частные отели и различного рода компании, работающие с различными категориями граждан успешно переходят на предлагаемые им программы, то в медицинских учреждениях, социально направленных службах прослеживается отставание.

Следовательно, можно выдвинуть несколько предложений:

- заинтересованность в автоматизации должна исходить не только от государства, но и от руководства и сотрудников, следовательно, последних необходимо обучить и указать на возможности снижения трудовой нагрузки;
- внедрение технологий не означает сокращение штата сотрудников, но подразумевает качественный переход на новый уровень сотрудничества, следовательно, руководители так же должны быть готовы к переменам в системе принятия решений и их последующей реализации;
- ориентация на потребности населения должна быть понятной и доступной самому населению, что определит уровень востребованности.

Но, данные предложения носят рекомендательный характер и предполагают, что учреждение, обращенное к системе массового обслуживания населения имеет достаточное техническое оснащения для полноценного перехода к автоматизации процессов.

Список литературы

1. Akhavian R. Behzadan A. H. Evaluation of queuing systems for knowledge-based simulation of construction processes// *Automation in Construction*. 2014. №47. pp. 37-49. doi: 10.1016/j.autcon.2014.07.007
2. Alexeev V., Domashnev P. Development of an Approach to Implement an Electronic Queue System with Multi-Stage Customer Service// *IEEE transactions on automatic control* iee transactions on automatic control. 2020. №79. pp. 692-695. doi: 10.1109/SUMMA50634.2020.9280579.
3. Baiyere A., Salmela H., Tapanainen T. Digital transformation and the new logics of business process management// *European journal of information systems*. 2020. №8. pp. 1-23. doi: 10.1080/0960085X.2020.1718007
4. Boiko A., Shendryk V.V. Stages of information system development in the process approach// *Procedia Computer Science*. 2015. № 77. P.365. doi: 10.1016/j.procs.2015.12.365
5. Chen C., Tiong R. L. K. Using queuing theory and simulated annealing to design the facility layout in an AGV-based modular manufacturing system// *International Journal of Production Research*. 2018. №57(12). P.1-18. DOI:10.1080/00207543.2018.1533654
6. Clemons E. K. Information systems for sustainable competitive advantage// *Information & Management*. 1986. №11. P.131-136. doi: 10.1016/0378-7206(86)90010-8
7. Dai J.G., Meyn, S.P. Stability and convergence of moments for multiclass queueing networks via fluid limit models// *IEEE transactions on automatic control*. 1995. №40. pp.1889-1904. doi: 10.1109/9.471210
8. Joseph JW. Queuing Theory and Modeling Emergency Department Resource Utilization// *Emergency Medicine Clinics of North America*. 2020. №38(3). pp.563-572. doi: 10.1016/j.emc.2020.04.006.
9. Katsman J. J., Apachidi X. N. Algorithm simulation of resource allocation of the queueing systems, based on the priorities// *IEEE transactions on automatic control*. 2014. №14. pp. 1-6, doi: 10.1109/MEACS.2014.6986896.
10. Kegoro, H., & Ochieng, J. Automated queuing system on performance of selected state-owned commercial entities in kenya: a conceptual paper// *International Journal of Research – Granthaalayah*. 2021. №9(9). pp.391–405. <https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v9.i9.2021.4220>
11. May M. C., Albers A., Fischer M. D., Mayerhofer F., Schäfer Louis., Lanza G. Queue Length Forecasting in Complex Manufacturing Job Shops// *Forecasting*. 2021. №2. pp.322-338. doi: 10.3390/forecast3020021
12. Parke r S.K., Grote G. Automation, Algorithms, and Beyond: Why Work Design Matters More Than Ever in a Digital World// *Applied Psychology*. 2019. Volume 71, № 4. pp. 1171-1204. <https://doi.org/10.1111/apps.12241>
13. Peter O. P., Sivasamy R. Queueing theory techniques and its real applications to health care systems – Outpatient visits, *International Journal of Healthcare Management*. 2021. №14:1. P. 114-122, DOI: 10.1080/20479700.2019.1616890
14. Sreelatha K. S., Soorya S. D. Application of queuing theory to reduce waiting period at ATM using a simulated approach// *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2021. №1145 (1). P.120—140. DOI:10.1088/1757-899X/1145/1/012041

15. Tarasov V. N., Bakhareva N. F. Analysis and Calculation of Queuing System with Delay// Automation and Remote Control. 2015. №76(11). pp.1945-1951
16. Xu J., Gautam N. Peak Age of Information in Priority Queuing Systems// IEEE Transactions on Information Theory. 2021. vol. 67, № 1, p. 373-390. doi: 10.1109/tit.2020.3033501

References

1. Akhavian R. Behzadan A. H. Evaluation of queuing systems for knowledge-based simulation of construction processes// Automation in Construction. 2014. №47. pp. 37-49. doi: 10.1016/j.autcon.2014.07.007
2. Alexeev V., Domashnev P. Development of an Approach to Implement an Electronic Queue System with Multi-Stage Customer Service// IEEE transactions on automatic control iee transactions on automatic control. 2020. №79. pp. 692-695. doi: 10.1109/SUMMA50634.2020.9280579.
3. Baiyere A., Salmela H., Tapanainen T. Digital transformation and the new logics of business process management// European journal of information systems. 2020. №8. pp. 1-23. doi: 10.1080/0960085X.2020.1718007
4. Boiko A., Shendryk V.V. Stages of information system development in the process approach// Procedia Computer Science. 2015. № 77. P.365. doi: 10.1016/j.procs.2015.12.365
5. Chen C., Tiong R. L. K. Using queuing theory and simulated annealing to design the facility layout in an AGV-based modular manufacturing system// International Journal of Production Research. 2018. №57(12). P.1-18. DOI:10.1080/00207543.2018.1533654
6. Clemons E. K. Information systems for sustainable competitive advantage// Information & Management. 1986. №11. P.131-136. doi: 10.1016/0378-7206(86)90010-8
7. Dai J.G., Meyn, S.P. Stability and convergence of moments for multiclass queueing networks via fluid limit models// IEEE transactions on automatic control. 1995. №40. pp.1889-1904. doi: 10.1109/9.471210
8. Joseph JW. Queuing Theory and Modeling Emergency Department Resource Utilization// Emergency Medicine Clinics of North America. 2020. №38(3). pp.563-572. doi: 10.1016/j.emc.2020.04.006.
9. Katsman J. J., Apachidi X. N. Algorithm simulation of resource allocation of the queueing systems, based on the priorities// IEEE transactions on automatic control. 2014. №14. pp. 1-6, doi: 10.1109/MEACS.2014.6986896.
10. Kegoro, H., & Ochieng, J. Automated queuing system on performance of selected state-owned commercial entities in kenya: a conceptual paper// International Journal of Research – Granthaalayah. 2021. №9(9). pp.391–405. <https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v9.i9.2021.4220>
11. May M. C., Albers A., Fischer M. D., Mayerhofer F., Schäfer Louis., Lanza G. Queue Length Forecasting in Complex Manufacturing Job Shops// Forecasting. 2021. №2. pp.322-338. doi: 10.3390/forecast3020021
12. Parke r S.K., Grote G. Automation, Algorithms, and Beyond: Why Work Design Matters More Than Ever in a Digital World//Applied Psychology. 2019. Volume 71, № 4. pp. 1171-1204. <https://doi.org/10.1111/apps.12241>

13. Peter O. P., Sivasamy R. Queueing theory techniques and its real applications to health care systems – Outpatient visits, *International Journal of Healthcare Management*. 2021. №14:1. P. 114-122, DOI: 10.1080/20479700.2019.1616890
 14. Sreelatha K. S., Soorya S. D. Application of queuing theory to reduce waiting period at ATM using a simulated approach// *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2021. №1145 (1). P.120—140. DOI:10.1088/1757-899X/1145/1/012041
 15. Tarasov V. N., Bakhareva N. F. Analysis and Calculation of Queuing System with Delay// *Automation and Remote Control*. 2015. №76(11). pp.1945-1951
 16. Xu J., Gautam N. Peak Age of Information in Priority Queuing Systems// *IEEE Transactions on Information Theory*. 2021. vol. 67, № 1, p. 373-390. doi: 10.1109/tit.2020.3033501
-