

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДА ОПТИМИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В АСПЕКТЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

М. В. Буйневич^{1,2}, П. А. Курта^{1*}

¹Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация

²Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России,
Санкт-Петербург, 196105, Российская Федерация

*Адрес для переписки: expert@kurta.ru

Аннотация

Предмет исследования. Информационное взаимодействие пользователя с информационной системой. **Цель работы.** Повышение эффективности взаимодействия пользователя с информационной системой по решению основной задачи путем настройки его интерфейса и сценария работы. **Основные результаты.** Предложена методология научного исследования, направленного на достижение цели, и состоящая из 3-х шагов. В результате выполнения каждого из них предполагается получение следующих основных научных результатов: модель взаимодействия, методика оценки взаимодействия, метод оптимизации взаимодействия. Также, предполагается получение частных научных результатов: классификация недостатков взаимодействия, влияние его параметров на итоговую эффективность, архитектура системы оптимизации интерфейса и сценария. **Основные выводы.** Предложенная схема исследования является научно-корректной и позволяет провести полноценное научное исследование и достигнуть цели работы. В результате будет разработан метод и программное средство, которые дадут возможность подстраивать конкретный интерфейс и сценарий его работы под собственные критерии эффективности – результативность, оперативность и ресурсоэкономность; при этом, общая логика решения задачи информационной системой останется неизменной.

Ключевые слова

Методология исследования, информационное взаимодействие, информационная система, интерфейс, сценарий работы, модель, методика оценки, метод оптимизации, генетический алгоритм, эффективность.

Информация о статье

УДК 004.5

Язык статьи – русский.

Поступила в редакцию 02.09.2019, принята к печати 30.12.19.

Ссылка для цитирования: Буйневич М. В., Курта П. А. Методология исследования метода оптимизации информационного взаимодействия в аспекте решения задачи пользователя // Информационные технологии и телекоммуникации. 2019. Том 7. № 4. С. 50–58. DOI 10.31854/2307-1303-2019-7-4-50-58.

RESEARCH METHODOLOGY OF THE METHOD OF OPTIMIZATION OF INFORMATION INTERACTION IN THE ASPECT OF SOLVING THE USER'S PROBLEM

M. Buinevich^{1,2}, P. Kurta^{1*}

¹The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications,
St. Petersburg, 193232, Russian Federation

²Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia,
St. Petersburg, 196105, Russian Federation

*Corresponding author: expert@kurta.ru

Abstract—Research subject. Information interaction of the user with the information system. **Objective.** Improving the efficiency of user interaction with the information system to solve the main problem by customizing its interface and work script. **Core results.** The proposed methodology of scientific research aimed at achieving the goal, and consisting of 3 steps. As a result of each of them, the following main scientific results are expected to be obtained: interaction model, interaction assessment method, interaction optimization method. Also, it is expected to obtain private scientific results: the classification of the disadvantages of interaction, the influence of its parameters on the final efficiency, the architecture of the interface and scenario optimization system. **Main conclusions.** The proposed research scheme is scientifically correct and allows you to conduct a full-fledged scientific research and achieve the goal of the work. As a result, a method and a software tool will be developed that will make it possible to adjust a specific interface and a scenario for its work according to its own performance criteria - potency, operativeness and resource efficiency; at the same time, the general logic of solving the problem by the information system will remain unchanged.

Keywords—research methodology, information interaction, information system, interface, work scenario, model, assessment method, optimization method, genetic algorithm, efficiency

Article info

Article in Russian.

Received 02.09.2019, accepted 30.12.19.

For citation: Buinevich M., Kurta P.: Research Methodology of the Method of Optimization of Information Interaction in the Aspect of Solving the User's Problem // Telecom IT. 2019. Vol. 7. Iss. 4. pp. 50–58 (in Russian). DOI 10.31854/2307-1303-2019-7-4-50-58.

Введение

Современную жизнь человека невозможно представить без возникновения перед ним различного рода задач. Для решения части из них предназначены специализированные информационные системы – от достаточно небольших до существенно масштабных [1, 2]. При этом зачастую информационные системы имеют одноцелевую направленность – они ориентированы лишь на единственную задачу (например, получение справочной информации из базы данных по ключевому слову или вычисление значений некоторой функции по заданным параметрам), в отличие от многоцелевых – предназначенных для решения целого

комплекса задач в интерактивно-непрерывном режиме (например, редактирование текстов или компьютерные игры) [3, 4]. Впрочем, последние могут быть теоретически сведены к первым путем декомпозиции. Очевидно, что успешность решения задачи влияет не только на человеческую удовлетворенность (в случае мобильных приложений), но и может увеличивать финансовый успех организаций (при работе с банковскими приложениями), не говоря уже про влияние на жизнь людей и государства (в соответствующих системах поддержки принятия решения). И если сама «формула», по которой решается задача и может быть доведена до «идеала» – т. е. иметь корректные (без уязвимостей [5, 6, 7]) архитектуру, алгоритмы и программную реализацию, то узким местом может стать именно сам процесс информационного взаимодействия человека с системой, в которой находится формула решения. Данное взаимодействие может быть представлено как совокупность внешнего интерфейса (набор графических объектов – форм, элементов и пр.) и внутреннего сценария работы (логика переходов между графическими формами, реагирование на элементы, вызов вычислителя формулы и пр.). От эффективности же такого взаимодействия зависит и непосредственное получение результата [8]. Так, например, даже если он вычисляется безошибочно, то допущение ошибок при вводе начальных условий задачи, высокое время получения ответа от системы, чрезмерная когнитивная нагрузка на пользователя могут существенно понизить значение итогового результата. Таким образом, вычисление эффективности пользовательского взаимодействия, а затем и его оптимизация, являются актуальной исследовательской задачей. В данной статье предлагается общая методология такого исследования, которое может быть расширено на любые процессы человеко-машинного взаимодействия.

Схема исследования

Приведем общую схему предлагаемого исследования в интересах решения поставленной задачи. При этом отойдем от классического процесса «анализ → синтез → оценка», что, как будет обосновано далее, является полностью корректным. Также введем следующие разумные ограничения к рассматриваемому вопросу. Во-первых, будем считать, что информационная система предназначена исключительно для решения единственной задачи, у которой есть 5 этапов: начало, ввод условий, вычисление решения, вывод результата, конец. Таким образом по завершению для повторного решения пользователь запускает весь процесс заново. Во-вторых, решение задачи представляет собой вычисление некоторой формулы, у которой есть входные параметры и выходное значение. Формула может вычисляться чисто аналитически (например, просто складывать входные параметры: $F(x, y) = x + y$, так и выполнять определенные алгоритмы (например, обходить графа с целью подсчета количества циклов в нем). И, в-третьих, интерфейс, предоставляемый пользователю, состоит из набора графических объектов – форм, на которых расположены элементы (кнопки, поля ввода, текстовые метки, *чекбоксы* и пр.). При этом формы всегда имеют одинаковый размер (соответствующий размеру физического дисплея), и при этом не позволяют осуществлять «скроллинг».

Шаг 1. Модель взаимодействия с информационной системой

Поскольку практически любой процесс, в котором участвует человек, имеет достаточную долю субъективизма и не позволяет использовать необходимый уровень формализма, то целесообразным будет построение некоторой модели такого взаимодействия. Она, хотя и не будет отражать на 100 % реальную ситуацию, но учтет все особенности взаимодействия, создавая при этом некоторый базис для реализации методов по работе с ней. Сразу же можно предположить следующие объекты, из которых будет состоять модель: граф сценария – описывающий логику перемещения пользователя по интерфейсным формам и их взаимосвязь с информационной системой; граф данных – связь данных, вводимых пользователем или выводимых ему, с узлами графа сценария по выбору пути, а также с входными параметрами формулы решения задачи и ее возвращаемым значением; формы – набор полей, отображением которых управляет граф сценариев и которые содержат графические элементы; графические элементы – примитивы, используемые для обмена данными с пользователем.

Очевидно, что в модели будут присутствовать и другие, более сложные объекты и связи, такие как тезаурусы решаемой задачи и интерфейсных объектов, понятия предметной области пр.; однако все это требует отдельного научного исследования. Модель является общей (аналогично подобным в области информационной безопасности [5, 9]), поскольку описывает все многообразие реализаций интерфейсов и сценариев. Каждое же конкретное взаимодействие будет иметь свои особенности, отражаемые с помощью частной модели, построенной из общей настройкой некоторого набора ее параметров (изменением топологии графов, размещением элементов на формах, уточнением текстовых сообщений на метках и пр.). Важной особенностью параметров является то, что они не влияют на общий алгоритм решения задачи, получаемые или возвращаемые данные – они лишь делают некоторые изменения в интерфейсе и сценарии. Такие изменения параметров могут привести как к возникновению одних недостатков, так и исчезновению других, что в конечном итоге повлияет на итоговую эффективность. Однако логика такого влияния представляется достаточно сложной и ее невозможно сформулировать на данном шаге. Например, разбиение формы с множеством элементов на несколько форм с их различным количеством с одной стороны понизит когнитивную нагрузку на человека (поскольку у него отпадет необходимость анализа сразу всех элементов на одном экране), а с другой – повысит время ввода данных (из-за дополнительных манипуляций со старой формой и открывания новой формы).

Шаг 2. Методика оценки эффективности взаимодействия

Когда будет построена модель пользовательского взаимодействия, то возможно создание методики оценки его эффективности. При этом получение в результате каких-либо абсолютных значений оценок не является необходимым, поскольку методика требуется исключительно для сравнения двух реализаций информационного взаимодействия пользователей в аспекте решения единой задачи. Оценивание даже обычного интерфейса является сложнейшей научной задачей, поэтому применим здесь следующий подход. Будем считать, что существует некая идеальная пара интерфейса и сценария работы с ним (возможно

недостижимая); реальные же «неидеальные» пары обладают некоторыми недостатками, снижающими эффективность. Т. е. будем исходить от обратного – есть идеальная эффективность и есть факторы, ее понижающие; большее количество и степень факторов сильнее снижают эффективность и т. п. Касательно же самого понятия эффективности информационного взаимодействия пользователя с информационной системой можно ее рассматривать в виде классического набора из трех компонентов: *результативность*, *оперативность* и *ресурсоэкономность*. Под первым компонентом будем понимать точность результата, полученного при взаимодействии человека через интерфейс с информационной системой. Например, неудобство ввода начальных условий решаемой задачи приведет и к ошибкам (по причине человеческого фактора) и, как следствие, к неверному результату. Второй компонент имеет очевидный смысл, а именно – время ввода данных и получение результата. Так, медлительные способы ввода в графические элементы или сложные сценарии работы интерфейса приведут к существенной задержке в решении задачи (что, кстати, будет критично для систем реального времени). Третий компонент является наиболее сложным для интерпретации и оценки, поскольку соответствует количеству ресурсов (а точнее их сохранению – поскольку в названии компонента участвует постфикс «-экономность»), которые затратил пользователь на работу с информационной системой в процессе решения задачи. Например, если от пользователя требуется ввод данных в нестандартном формате (римская запись чисел вместо десятичной), то он получит определенную когнитивную нагрузку и на 10-й итерации работы с задачей может существенно снизить свою производительность. Т. е. можно сказать, что эффективное взаимодействие должно быть «точным, быстрым и легким». Таким образом, методика оценки эффективности будет анализировать модель взаимодействия (см. Шаг 1), выявлять в ней недостатки и вычислять по ним компоненты эффективности.

Шаг 3. Метод оптимизации взаимодействия

Поскольку на данном шаге уже построена модель информационного взаимодействия, а также существует методика оценки ее эффективности, то возможно решение оптимизационной задачи. В данном случае целевой функцией является эффективность, вычисление которой осуществляется с помощью методики (см. Шаг 2). При этом, поскольку вычисление прогнозируется, как полностью автоматическое (т. е. применяемое без участия человека, или же с его участием лишь на подготовительной фазе), то и весь процесс оптимизации будет обладать высоким быстродействием.

Существуют различные подходы к решению оптимизационных задач; однако исходя из ее специфики, а также из такого перспективного направления искусственного интеллекта [10, 11], как эволюционные алгоритмы, может оказаться востребованным применение генетических алгоритмов [12, 13, 14]. Суть последних заключается в использовании механизмов, близких к естественному отбору в природе: наследование, мутация, отбор, кроссинговер.

Приведем интерпретацию основных понятий рассматриваемой предметной области с позиции генетического алгоритма. Во-первых, *особью* будет считаться частная модель, построенная для конкретного взаимодействия при решении ин-

формационной системой некоторой задачи. Так, множество интерфейсов и сценариев, решающих одну задачу, будут иметь различные частные модели. Во-вторых, *хромосомой* является множество настроек частной модели, отличающей ее от остальных; соответственно, *геном* хромосомы будет одна из настроек модели. В-третьих, *популяция* особей представляет собой множество новых моделей взаимодействий, полученных из предыдущих в процессе одной итерации эволюции. В-четвертых, *функцией приспособленности* считается значение эффективности; таким образом, чем более взаимодействие эффективно, тем выше у него это значение и тем лучше он приспособлен к выживанию. В-пятых, *селекция* в процессе эволюции есть некий алгоритм выбора моделей взаимодействий с наибольшей приспособленностью. В-шестых, в результате *скрещивания* будет получена новая модель взаимодействия, унаследовавшая (т. е. имеющая такие же значения генов) некоторые параметры своих родительских моделей. И, в-седьмых, мутация частной модели означает случайную замену одного или нескольких ее параметров – т. е. получение некоего нового интерфейса и сценария, «немного» отличающегося от старого случайными показателями.

В результате эволюции в рамках применения генетического алгоритма из множества изначальных вариаций частных моделей (за счет случайных «колебаний» параметров) будет получено новое множество, все также решающая общую задачу. Затем, часть из них будет удалена (селекцией) по причине низкой эффективности, из другой части будут получены недостающие модели с лучшими параметрами (скрещиванием), а затем в некоторых будут случайно изменены выборочные параметры (мутацией). Последнее необходимо, чтобы не оказаться в локальном экстремуме, поскольку в идеальном случае требуется найти глобальный. Затем такой эволюционный процесс будет повторен, пока эффективность взаимодействия не перестанет расти – т. е. можно будет констатировать факт, что популяция достигла точки экстремума.

Заключение

Предложенная схема исследования (рис., см. ниже), хотя и отличается от классической, тем не менее является полностью корректной.

Так, схема состоит из последовательности шагов, соответствующих стандартным для научно-технических задач методам исследования: «анализ → оценка → синтез». На каждом шаге исследования должен быть получен соответствующий основной научный результат:

- 1 – модель взаимодействия с информационной системой;
- 2 – методика оценки эффективности взаимодействия;
- 3 – метод оптимизации взаимодействия.

При этом получение третьего основного научного результата (метода) возможно лишь при наличии первого (модели) и второго (методики). Именно с этим и связана перестановка шагов исследования (т. е. методов оценки и синтеза), поскольку на последнем решается оптимизационная задача, для которой требуется изначальное создание функции оценки и базы для ее вычисления (связь отмечена на рис. линиями со стрелками).

Также, предполагаются следующие частные научные результаты:
на 1-м шаге – классификация и систематизация недостатков,

на 2-м – схема влияния параметров интерфейсов и сценариев на компоненты эффективности взаимодействия,
 на 3-м – архитектура системы оптимизации.
 Все это планируется сделать в дальнейшем научном исследовании.

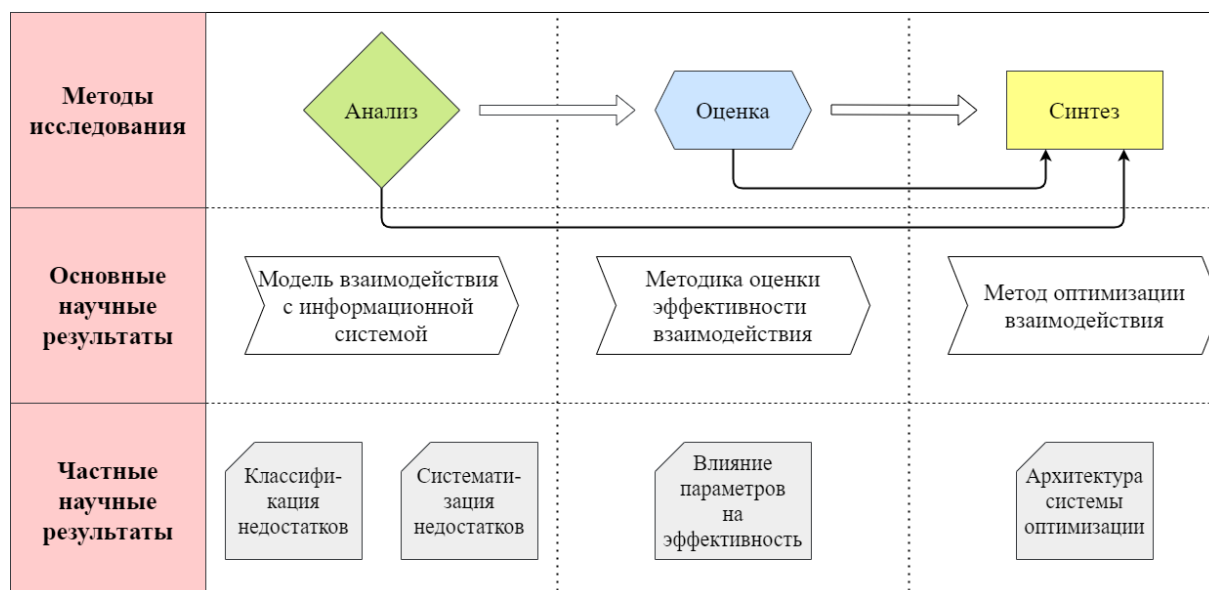


Рис. Схема методологии исследования и получаемые результаты

Литература

1. Buinevich M. V., Izrailov K. E., Pokusov V. V., Sharapov S. V., Terekhin S. N. Generalized interaction model in the information system // International Journal of Pure and Applied Mathematics. 2018. V. 119. No 17. pp. 1381–1385.
2. Покусов В. В. Особенности взаимодействия служб обеспечения функционирования информационной системы // Информатизация и связь. 2018. № 5. С. 51–56.
3. Покусов В. В. Синергетические эффекты взаимодействия модулей системы обеспечения информационной безопасности // Информатизация и связь. 2018. № 3. С. 61–67.
4. Израйлов К. Е., Покусов В. В. Актуальные вопросы взаимодействия элементов комплексных систем защиты информации // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2017). VI Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. 2017. Т. 3. С. 255–260.
5. Буйневич М. В., Израйлов К. Е., Щербаков О. В. Структурная модель машинного кода, специализированная для поиска уязвимостей в программном обеспечении автоматизированных систем управления // Проблемы управления рисками в техносфере. 2014. № 3(31). С. 68–74.
6. Буйневич М. В., Израйлов К. Е., Мостович Д. И., Ярошенко А. Ю. Проблемные вопросы нейтрализации уязвимостей программного кода телекоммуникационных устройств // Проблемы управления рисками в техносфере. 2016. № 3 (39). С. 81–89.
7. Израйлов К. Е. Архитектурные уязвимости программного обеспечения // Шестой научный конгресс студентов и аспирантов СПбГИЭУ (ИНЖЭКОН-2013): сборник тезисов докладов научно-практической конференции факультета информационных систем в экономике и управлении «Инфокоммуникационные технологии и математические методы». 2013. С. 35.
8. Макаров В. В., Гусев В. И., Сеница С. А. Методический подход к оценке информационных ресурсов // Информационные технологии и телекоммуникации. 2013. Т. 1. № 3. С. 72–78.
9. Буйневич М. В., Израйлов К. Е., Щербаков О. В. Модель машинного кода, специализированная для поиска уязвимостей // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2014. № 2 (11). С. 46–51.
10. Королов М. Как искусственный интеллект может противостоять киберугрозам // Директор информационной службы. 2017. № 10. С. 36.

11. Турыгина В. Ф., Форд В. Ф., Матвеевнина А. И. Применение машинного обучения в кибербезопасности // Научный альманах. 2017. № 6–1 (32). С. 405–408.
12. Федоров Е. А. Исследование скорости работы генетического алгоритма и алгоритма полного перебора // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. 2019. Т. 1. № 1–2. С. 107–109.
13. Панченко Т. В. Генетические алгоритмы: учебно-методическое пособие. Астрахань: Астраханский ун-т, 2007. 88 с.
14. Израйлов К. Е. Применение генетических алгоритмов для декомпиляции машинного кода // Защита информации. Инсайд. 2020. № 3 (93). С. 24–30.

References

1. Buinevich M. V., Izrailov K. E., Pokusov V. V., Sharapov S. V., Terekhin S. N. Generalized interaction model in the information system // International Journal of Pure and Applied Mathematics. 2018. V. 119. No 17. pp. 1381–1385.
2. Pokusov V. V. Features of interaction of services for the operation of the information system // Informatization and communication. 2018. No 5. pp. 51–56.
3. Pokusov V. V. Synergetic effects of interaction of the information security system modules // Informatization and communication. 2018. No 3. pp. 61–67.
4. Izrailov K., Pokusov V. Actual Issues of Interaction of Elements of Complex Information Security Systems. // 4th ICAIT. 2017. T. 3. pp. 255–260.
5. Buinevich M. V., Izrailov K. E., Scherbakov O. V. Structural model of machine code specialized for search for software vulnerabilities of the automated control systems // Problems of technosphere risk management. 2014. No 3 (31). pp. 68–74.
6. Buinevich M. V., Izrailov K. E., Mostovich D. I., Yaroshenko A. Yu. Problematic issues of neutralization of vulnerabilities in a software code of telecommunication devices // Problems of technosphere risk management. 2016. No 3 (39). pp. 81–89.
7. Izrailov K. E. Architectural vulnerabilities of software // Sixth Scientific Congress of Students and Postgraduates of SPbGIEU (INZHEKON-2013): a collection of abstracts of the scientific-practical conference of the Faculty of Information Systems in Economics and Management "Information-communication technologies and mathematical methods." 2013. S. 35.
8. Makarov V. V., Gusev V. I., Sinitsa S. A. Methodical Approach to the Evaluation of Information Resources // TelecomIT. 2013. V. 1. No 3. pp. 72–78.
9. Buinevich M. V., Izrailov K. E., Scherbakov O. V. Model of machine code specialized for vulnerabilities search // Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MChS Rossii. 2014. No 2 (11). pp. 46–51.
10. Korolov M. Kak iskusstvennyy intellekt mozhet protivostoyat kiberugrozam // Direktor informatsionnoy sluzhby. 2017. No 10. S. 36.
11. Турыгина В. Ф., Форд В. Ф., Матвеевнина А. И. Применение машинного обучения в кибербезопасности // Научный альманах. 2017. № 6–1 (32). С. 405–408.
12. Федоров Е. А. Исследования скорости работы генетического алгоритма и алгоритма полного перебора // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. 2019. Т. 1. № 1–2. С. 107–109.
13. Панченко Т. В. Генетические алгоритмы: учебно-методическое пособие / Астрахань: Астраханский ун-т. 2007. 88 с.
14. Израйлов К. Е. Applying of genetic algorithms to decompile machine code // Защита информации. Инсайд. 2020. № 3 (93). pp. 24–30.

**Буйневич
Михаил Викторович**

– доктор технических наук, профессор, СПбГУТ,
Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация;
профессор, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС
России, 196105, Российская Федерация,
bmv1958@yandex.ru

**Курта
Павел Андреевич**

– аспирант, СПбГУТ, 196105, Российская Федерация,
expert@kurta.ru

Buinevich Mikhail

- Doctor of Engineering Sciences, Full Professor, SUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation; Professor Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, 196105, Russian Federation, bmv1958@yandex.ru

Kurta Pavel

- Postgraduate, SUT, 196105, Russian Federation, expert@kurta.ru