Здравствуйте, уважаемые члены комиссии.

В жизни каждого человека присутствуют задачи, решение которых можно разбить на отдельные этапы. Одним из примеров является поступление в университет. На каждом этапе, начиная с выбора университета для подачи заявления, заканчивая тем, в какой университет отнести оригинал документа об образовании, человек принимает решения и, в зависимости от принимаемого решения человек получает обратную связь, то есть новую для себя информацию. Однако, на каждом этапе принятия решений существуют риски нежелательных или негативных последствий. В зависимости от типа принимаемого решения эти риски могут быть как приемлемыми, так и неприемлемыми, но, в любом случае, возникает задача принятия решений с минимальными рисками.

С точки зрения искусственного интеллекта подобные решения способны принимать такие системы, как системы, основанные на нейронных сетях или экспертные системы. Однако, у данных систем есть критические недостатки, которые не позволяют им находить широкое применение в повседневной жизни. Так, обучать нейронные сети для решения широкого круга задач, связанных с высокими рисками, крайне проблематично, поскольку всего одно неправильно принятое решение может принести неприемлемые последствия. Это, пожалуй, основная причина, почему беспилотные автомобили пока не используются в массовом применении. Для экспертных систем крайне проблематично обновлять базу знаний. Таким образом, возникает потребность в разработке систем, способных принимать эффективное решение в любой потенциальной ситуации заданного круга задач.

Таким образом, целью данной работы является разработка комплекса алгоритмов с элементами самообучения для решения каузально-логических игры, которые представляют из себя модели пошаговых задач, встречающихся в жизни. Каузально-логические игры — это самостоятельно определённый класс логических игр среднего или низкого уровня сложности, среднего или высокого уровня формализуемости и имеющие однозначное (детерминированное) решение. В качестве примера такой задачи была выбрана игра «Сапёр».

Входные данные представлены на слайде. Основной задачей является разработка таких методов решения, содержащих элементы самообучения, которые в дальнейшем можно применять не только для поиска решения выбранной игры, а для всего класса каузально-логических игр.

Исходные данные содержатся в кортеже . Элементами данного кортежа являются 3 кортежа, содержащие данные о полях различного уровня сложности: «Новобранец» (длина кортежа 25), «Новичок» (длина кортежа 50), «Ветеран» (длина кортежа 1000). Элементами данных кортежей является кортеж длины 5. Особое внимание необходимо уделить матрицам S и VOC. На слайде представлено отображение множества значений клеток поля во множество SS, пример матрицы S, отображение множества значений клеток поля во множество SVOC и пример матрицы VOC.

Необходимо найти значения элементов кортежа , который по своей структуре имеет сходство с кортежом .

Исходя из них определим новые параметры и переменные и установим связь между ними. Для этого определим кортеж TF аналогичный кортежу . Элементами каждого из трёх подкортежей данного кортежа являются кортежи F. С первыми пятью элементами мы уже знакомы, рассмотрим последние 4. На слайде представлено отображение множества значений клеток поля во множество SVCC, пример матрицы VCC, отображение множества значений клеток поля в объединение множество SVOC и SVCC, пример матрицы VC, отображение множества значений клеток поля во множество нулей и единиц, пример матрицы MC.

Определим теперь тот факт, что число в клетке означает количество мин в соседних клетках. Это возможно сделать, записав следующую систему равенств. Заменив значения элементов матриц MC и VOC на переменные x и y соответственно для закрытых клеток поля, определим систему уравнений. На данном слайде представлена математическая запись факта, что число в клетке определяет количество мин с соседних с ней клетках. Сначала задаётся система равенств, затем с помощью замены

Также зададим равенство для определения общего количества мин на поле. Выполнив замену MC на x для закрытых клеток поля, получим следующее уравнение. Исходя из этого, можно записать систему уравнений. Таким образом, решение игры «Сапёр» получилось свести к решению системы уравнений.

Свойства системы уравнений представлены на слайде. Особо необходимо выделить свойство детерминированности, то есть наличие единственного решения системы уравнений.

Перейдём к описанию методов поиска решения. Рассмотрим небольшое поле и рассмотрим клетку с координатами (2, 2). Исходя из значения в клетке можно сделать вывод, что в соседних с данной клеткой клетках находится 3 мины. Среди соседних с данной клеткой клетках есть 3 закрытые клетки, в каждой из которых может находиться мина (значение 1) или отсутствовать (значение 0). Выполним перебор данных значений для каждой из трёх клеток и найдём сумму полученных значений. Можно заметить, что сумма значений равна числу в клетке с координатами (2, 2) только в одном случае, когда и равны единице, то есть, когда в каждой клетке находится мина. Следовательно, данный вариант будет верным.

Рассмотрим второй метод. Возьмём другое поле и рассмотрим клетки с координатами (2, 3) и (3, 3). Исходя из значения в клетке c координатами (2, 3) можно сделать вывод, что в соседних с данной клеткой клетках находится 1 мина, то есть мина гарантированно находится в одной из клеток с координатами (3, 2) и (3, 4). Исходя из значения в клетке c координатами (3, 3) также можно сделать вывод, что в соседних с данной клеткой клетках находится 1 мина, однако мы уже определили, что мина гарантированно находится в одной из клеток с координатами (3, 2) и (3, 4), следовательно, в клетках с координатами (4, 2), (4, 3) и (4, 4) мины отсутствуют. Справа приведена математическая запись данного рассуждения.

Рассмотрим третий метод. Возьмём другое поле и рассмотрим клетку с координатами (2, 3), а также информацию об общем количестве мин на поле. Исходя из значения в клетке c координатами (2, 3) можно сделать вывод, что в соседних с данной клеткой клетках находится 3 мины, а, поскольку всего мин на поле — 3, можно сделать вывод, что все мины находятся в соседних с клеткой с координатами (2, 3) клетках. Получается, что в клетках с координатами (1, 1), (2, 1) и (3, 1) мины отсутствуют. Справа приведена математическая запись данного рассуждения.

Рассмотрим четвёртый метод. Возьмём другое поле и рассмотрим клетку с координатами (3, 3). Предположим, что в данной клетке есть мина. Рассмотрим клетку с координатами (2, 2). Исходя из предположения получается, что единственная мина, которая должна находиться в одной из соседних с данной клеткой клетках, находится в клетке с координатами (2, 3), следовательно, в клетках с координатами (3, 1) и (3, 2) мины отсутствуют. Однако, в таком случае получается, что в соседних с клеткой с координатами (2, 1) клетках мины отсутствует, что неверно, поскольку, исходя из значения в данной клетке, в соседних клетках должна находиться одна мина. Следовательно, предположение неверное. Справа приведена математическая запись данного рассуждения.

Для каждого метода определяются исходные данные. Например, для метода однозначного определения значений в соседних клетках — это одна открытая клетка, а для метода связанных клеток 1 — это две открытые клетки. Назовём проверку всех входных данных поля одним этапом применения метода, а конкретное применение метода для заданных входных данных как попытку применения метода. При этом, результат попытки и результат этапа может быть как положительным, так и отрицательным.

Теперь определим общий метод для поиска решения, в котором в некотором порядке будут поэтапно применяться представленные ранее методы. Определим критерий остановки поиска решения. Это произойдёт при условии нахождения решения или при неуспехе на каждом из этапов применения методов. Теперь возникает необходимость в определении очерёдности применения методов.

Будем определять очерёдность применения методов, исходя из увеличения значения среднего времени одного цикла метода, который для каждого метода рассчитывается по представленной формуле.

Рассмотрим теперь самообучающийся элемент — сбор и применение схем. Будем называть схемой найденное решение с помощью одного из методов, которое можно запомнить, а затем применить полученное знание в аналогичной ситуации. Исходя из этого, необходимо запомнить данные, представленные на слайде. Для метода однозначного применения значений и метода связанных клеток 2 схемы будут выглядеть так, а для метода связанных клеток 1 и метода гипотез так.

Математически схему можно определить как кортеж из семи элементов. Напомню, что фокусные клетки — это открытые клетки, для которых необходимо сохранять значения в соседних клетках. В данном случае это клетки с координатами (2, 1) и (2, 2), а целевые клетки — это закрытые клетки, для которых определяется значение (есть ли в данной клетке мина или нет). В данном случае это клетка с координатами (3, 3).

На данном слайде представлена общая блок-схема алгоритма и блок-схема алгоритма поиска решения.

Будем искать решения тремя способами, представленными на слайде. Но, для начала, вычислим среднее время цикла для каждого метода поиска решения и определим очерёдность применения методов, исходя из увеличения среднего времени одного цикла. Графики зависимости время поиска решения тем или иным способом от порядкового номера полей представлены на слайде. Можно заметить, что применение метода поиска решения примерно для первых 900 полей эффективнее, чем применение схем. Далее, эффективнее работает метод применения схем.

В результате работы программы было найдено решение для 95,9% полей. Также, исходя из нормированной диаграммы можно определить, что для решения полей с уровнем сложности «Новобранец» достаточно метода однозначного определения значений в соседних клетках. Для уровня сложности «Новичок» данный метод доминирует, но для решения также применяется метод связанных клеток 1. А для уровня сложности «Ветеран» доминирует метод гипотез.

Основным выводом данной работы является разработка системы, которая, хоть и с ограничениями, но может обучаться. Результатом процесса обучения являются приобретённые знания, умения и навыки. Если рассматривать знания как информацию о некоторой задаче, умения как возможность применять полученные знания для решения задачи, а навыки, как возможность быстро и эффективно применять знания для решения задачи, то, можно сказать, что разработанная система в процессе обучения приобретает знания, умения применять данные знания запрограммировано, но навыки у системы отсутствуют.

В ходе данной работы успешно достигнуты поставленные цели. Имеется публикация в сборнике тезисов 77 Днеё Науки НИТУ МИСиС.