

Паньгина Нина Николаевна,
Шляхтенко Галина Ивановна

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧ НА ПЕРЕПРАВУ

ВВЕДЕНИЕ

Задачи на переправу используются для развития алгоритмического стиля мышления школьников (в игровой форме). В коллекции Цифровых Образовательных Ресурсов (ЦОР) [1] в состав информационного источника сложной структуры (ИИСС) «Математика на компьютерах. 5–6 класс» входит имитационная модель переправы «RiverCross» с набором задач данного типа.

Предложенная программная разработка для решения задач переправы направлена на проведение продуктивного обучения, которое связывает развитие ученика с активной деятельностью самого ученика. Ученик становится субъектом, конструктором своего собственного образования.

Ориентация на творческое начало в учебной деятельности у школьников развивает креативное мышление для выхода из проблемных ситуаций. Осмысление проблемы начинается с её формулировки, поиска путей и методов её решения и продолжается вплоть до выражения решения в наглядной, яркой и привлекательной форме.

ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА

Интерактивная программа отличается от от многочисленных

динамических моделей, представленных в Интернете, тем, что она содержит конструктор задач с заданием различных ограничений на связи между персонажами, рис. 1.

Персонаж – это любой субъект действия или предмет, который может участвовать в переправе с одного берега на другой: например, фермер, коза или капуста.

Конструктор задач позволяет пользователю составлять собственные задачи о переправах. Формальное описание задачи складывается из задания:

- условия задачи;
- параметров лодки: вместимость (грузоподъемность), наличие постоянного лодочника;



Рис. 1. Имитационная модель переправы

- набора персонажей с их характеристиками (вес);
- правил, задающих отношения между персонажами.

Последовательно, в пошаговой форме конструктор предлагает пользователю ввести все перечисленные аспекты задачи.

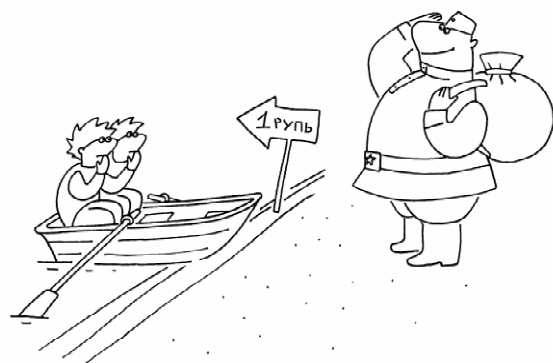
Правила-ограничения могут быть следующего вида:

- отдельный персонаж «конфликтует» с другим персонажем или объектом («коза-капуста»);
- отдельный персонаж «конфликтует» с другим персонажем без присутствия (или при присутствии) третьего типа персонажа («муж-жена», «рыцарь-оруженосец»);
- количество одного типа персонажей больше количества другого типа персонажей («разбойники-купцы»).

Из общего списка известных программе персонажей пользователь выбирает тех, кто участвует во вновь создаваемой задаче. Выбранному персонажу можно определить цвет в качестве дополнительной характеристики (чтобы различать персонажи с одним и тем же рисунком) и выбрать берег стороны реки результирующего расположения персонажа. Общий список возможных персонажей формируется из набора графических файлов, который может пополняться.

Сформированная задача (условие, персонажи, ограничения) может быть сохранена и в дальнейшем использована в качестве «стандартной». Существует файл помощи и инструкция использования программы.

Пользовательский интерфейс программы сводится к простому перетаскиванию персонажей методом drag-and-drop с бе-



рега в лодку и нажатии на кнопку-стрелку для переправы на другой берег. Программа не допускает присутствия персонажа в лодке при превышении ее вместимости или грузоподъемности, а в случае нарушения других правил-ограничений будет отображено надлежащее предупреждение.

В любой момент времени процесс можно прервать, сохранив текущее состояние переправы в файле на диске. Для этого выбирается пункт меню «Сохранить решение». Впоследствии, открыв тот же файл из пункта «Загрузить решение», можно восстановить данное состояние со списком совершенных ходов. Сохраненные таким образом файлы могут использоваться преподавателем для последующей проверки или для демонстрации, для разбиения на простейшие подзадачи.

СИСТЕМНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

- Процессор Pentium III или выше.
- Видеоадаптер с аппаратным ускорением DirectX.
- Microsoft Windows 2000/XP.
- DirectX 8.1 или выше.

Программа корректно работает в графическом разрешении экрана 1024×768 пикселей. Если монитор поддерживает, программа автоматически переключится в указанное разрешение, а по выходе восстановит исходное разрешение экрана.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Так как задачи переправы изначально могут вызывать у школьников затруднения в их решении, то следует вначале разобрать задачи с небольшим числом персонажей и ходов решения (условия задач включены в «копилку»).

Пример 1

Один солдат (С) подошел к реке, через которую лежал его дальнейший путь. У берега стояла лодка с сидящими в ней двумя мальчиками (М1, М2). Солдат попросил мальчиков перевести его на другой берег. Составьте алгоритм переправы, если

известно, что лодка вмещает только одного солдата, либо двух мальчиков?

Решение:

1. Два мальчика (M1, M2) переправились на другой берег (→).
2. Один мальчик (M1) переправился обратно (←).
3. Солдат (C) переправился на другой берег (→).
4. Другой мальчик (M2) переправился обратно (←).

Задача решена за 4 хода (рейса) переправы.

Для самостоятельного решения предложить учащимся задачу с переправой двух солдат.

Дополнительные вопросы: какое минимальное число рейсов (ходов переправы) нужно сделать для переправы 2 солдат (8), 5 солдат (20), 100 солдат (400)? В скобках указано количество ходов.

Можно изменить условие примера 1, чтобы учащиеся придумали алгоритм переправы по аналогии.

Пример 2 (для коллективной работы)

Трем путешественникам – Борису, Жене, Коле – надо переправиться на лодке, выдерживающей вес не более 100 кг, с одного берега реки на противоположный. Как им переправиться через реку, если Борис весит 54 кг, Коля – 46 кг, а Женя – около 70 кг?

Указания к решению.

Для закрепления навыка работы с интерактивной программой введите данную задачу как «новую», отработав ввод условия задачи, выбор персонажей с их характеристиками – весом и цветом (белый, желтый, красный – по начальной букве имени), пропустив пункт задания правил ограничений (за их отсутствием). Создание «собственной» задачи является дополнительным стимулом для ее решения.

При решении задач переправы педагог должен иметь в методическом «арсенале» дополнительно серию вопросов, примеров, пояснений, облегчающих понимание материала. Так, в классической задаче про переправу волка, козы и капусты

графическое представление возможных состояний после первого хода переправы (рис. 4) наглядно показывает единственно возможный первый ход переправы.

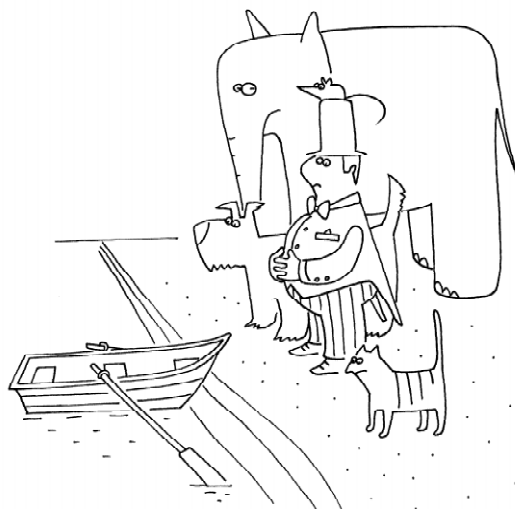
Для пропедевтики понимания такой трудной темы, как *основы логики*, рекомендуется предложить учащимся самим (сначала коллективно, а затем самостоятельно) сформировать условие новой задачи в терминологии имеющихся ограничений, концентрируя их внимание на значимость логических союзов «и», «или», «без» при составлении ограничений.

Пример 3

Владельцу цирка-шапито необходимо переправить слона, собаку, кошку и мышку через реку. Он может взять на имеющееся плавсредство только одного из животных. Известно, что кот «конфликтует» с мышью, собака с котом, слон с собакой. Однако, как каждый знает, слон боится мыши, и, если мышь присутствует, слон не будет конфликтовать с собакой. Как цирку переправиться через реку?

На справедливое замечание про вес слона можно предложить изменить формулировку условия задачи о грузоподъемности плавсредства, однако отработка в алгоритме переправы правил ограничений остается неизменной.

Примеры различного рода задач на переправу можно найти в сборнике [2], а также в Интернете заданием в поисковой системе релевантной строки «river crossing puzzle».



ПОИСК РЕШЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФОВ

Задачу о переправе можно отнести к типу логических игровых задач, предлагающихся в заданиях ЕГЭ. Решение задачи предполагает от исходного состояния рассмотреть всевозможные промежуточные состояния, которые достигаются из предыдущих за один «шаг» игры. При этом требуется выбрать путь для достижения некоторого конечного состояния (цели), отвечающий выигрышной (или оптимальной) стратегии.

Каждое состояние игры обозначим номером (или другим условным обозначением), отобразим его точкой (кружком и т. п.) на плоскости и свяжем дугой с состояниями, образованными из него. Получившийся связанный набор состояний называют графом.

Построим такой граф на примере решения классической задачи про переправу Крестьянина (farmer – f), Волка (wolf – w), Козы (goat – g) и Капусты (cabbage – c), условие которой приведено на рис. 1. Английские названия персонажей выбраны для удобства обозначений.

Определим состояние переправы взаимным расположением персонажей на разных берегах реки. Два состояния считаются связанными, если одно состояние можно получить из другого за один ход переправы. К примеру, фрагмент переправы (рис. 2) можно обозначить графически как на рис. 3.

На рис. 4 приведен результирующий граф переправы до конечного состояния.

Недопустимые по условию задачи состояния выделены красным цветом, эти тупиковые состояния исключаются из последующего рассмотрения порождаемых из них состояний.

Начальное и конечное состояния выделены синим цветом.

Стрелками указан на графе один из путей перехода от начального состояния до конечного, номер соответствует ходу переправы:

1. Перевезти козу.
2. Лодка (с фермером) возвращается.
3. Перевезти волка.
4. Лодка с козой возвращается.
5. Перевезти капусту.
6. Лодка возвращается.
7. Перевезти козу.

Как видим из графа на рис. 4, существует два решения задачи (определите второе решение самостоятельно).

Для решения задачи переправы можно использовать программу RiverSolver [3]. Данная программа даже для заданных сложных комбинаций ограничений и большого количества персонажей в условии задачи определяет и выводит на экран монитора оптимальный путь переправы.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ (КОЛЛЕКТИВНОЙ) РАБОТЫ

1. Нарисуйте граф переправы для примера 2, учитывая, что одновременно втроем переправа на лодке невозможна. Найдите в графе путь решения и проверьте его с помощью интерактивной программы.

2. С помощью построения графа возможных состояний решите задачу, предлагаемую в тренировочных тестах ЕГЭ.

Даны две горки фишек, содержащих соответственно 2 и 4 фишки. За один ход разрешается или удвоить количество фишек в какой-нибудь горке или добавить по две фишки в каждую из двух горок. Выигрывает тот игрок, после чьего хода в двух горках суммарно становится не

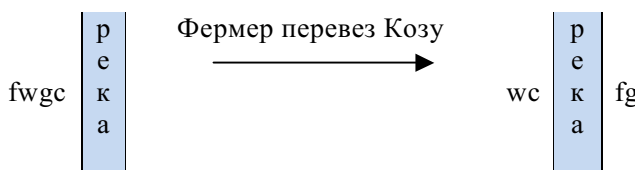


Рис. 2. Фрагмент переправы

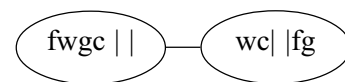


Рис. 3. Граф фрагмента переправы

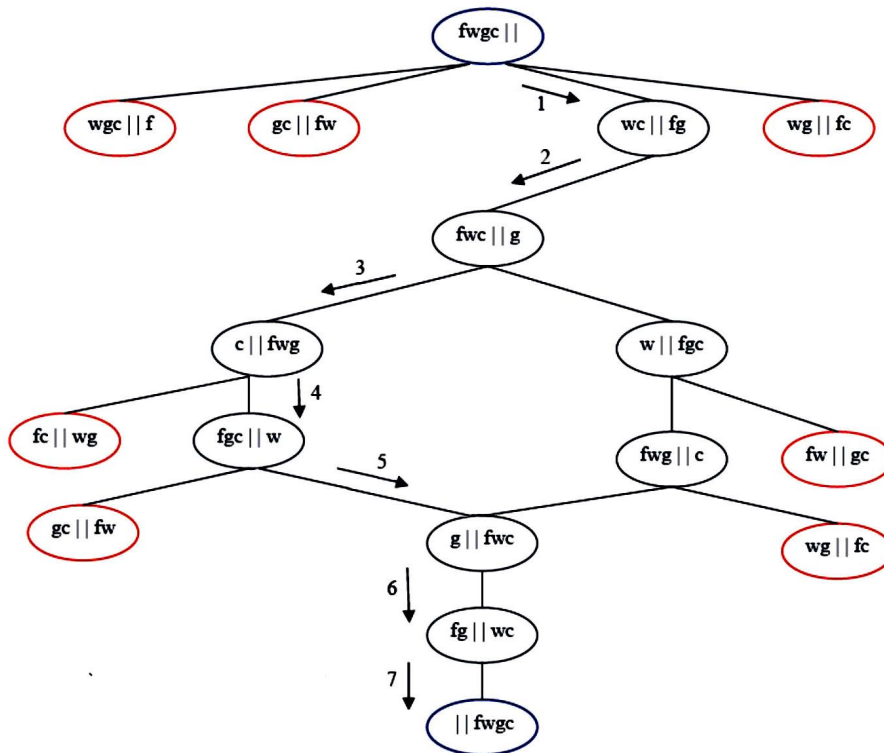


Рис. 4. Граф переправы

менее 24 фишек. Игроки ходят по очереди. Кто выигрывает – игрок, делающий ход первым, или игрок, делающий ход вторым?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для эффективного обучения и освоения алгоритмов решения задач переправы

использована интерактивная программа, содержащая конструктор задач на переправы различного типа.

Проведена формализация задачи переправы, построена сетевая модель, которая наглядно (графически) показывает пути решения задач на переправы.

Литература

1. <http://school-collection.edu.ru/> – Единая коллекция Цифровых Образовательных Ресурсов.
2. Босова Л.Л., Босова А.Ю., Коломенская Ю.Г. Занимательные задачи по информатике. М.: «Бином. Лаборатория знаний», 2005.
3. Паньгин А.А., Паньгин А.В. Задачи на переправу. моделированию Алгоритмы // Компьютерные инструменты в образовании, 2010.д № 1.

*Паньгина Нина Николаевна,
директор Центра Информационных
Технологий (ЦИТ) г. Сосновый Бор,
Шляхтенко Галина Ивановна,
учитель математики
МОУ «Лицей №8», г. Сосновый Бор.*



Наши авторы, 2010.
Our authors, 2010.