

Графический инструментарий (планшет) для системы распределенного обучения планиметрии

В. Е. Кривцов, А. С. Тарасов, Д. А. Хуторной

1. Введение

Возможности

С развитием Интернета стала активно развиваться концепция дистанционного образования. По сравнению с традиционным обучением появляется существенный набор новых возможностей. Среди них такие возможности, как:

- обучение людей из труднодоступных регионов,
- обучение людей с ограниченной подвижностью,
- лучшее качество образования за счет доступности лучших учителей,
- увеличение доступности курсов
- и многие другие.

Основное направление

Магистральным направлением развития дистанционного обучения сейчас является создание курсов лекций в различных форматах плюс проверка знаний с помощью автоматических тестов. Достоинствами подобного подхода являются масштабируемость и низкие требования к качеству интернет-канала. В системе такого рода относительно несложно обучать достаточно большое количество людей. А так же относительно несложно добавлять новые курсы.

Проблемы отсутствия удаленных семинаров

Обучение состоит из трех важных составляющих: изложение материала, выработка навыков, контроль знаний. В обычном обучении этим частям соответствуют лекции, семинары и контрольные работы. В описанной выше схеме, представлено изложение материала в виде курса и контроль знаний в виде тестов и полностью отсутствует такой элемент, как выработка навыков.

Отсутствие возможности отрабатывать навыки серьезно ограничивает возможности дистанционного образования. Если эту проблему не решать, то качество дистанционного обучения очень сильно падает.

Проблема отсутствия аналога семинара имеет фундаментальную основу. Во-первых, существует достаточно много навыков, которым невозможно научить через Интернет. Например, ремонт автомобиля, игра в большой теннис, бальные танцы и т. п. Для остальной части навыков, которую теоретически можно выработать через Интернет, создание дистанционного аналога семинара также вызывает серьезные технологические трудности.

Методы решения этой проблемы

Вариантов решения существует три.

Семинарская часть проводится вживую

Сейчас является основным вариантом. Это решение позволяет лишь частично использовать преимущества дистанционного обучения. Тем не менее, даже частичных преимуществ (главным образом экономия денег) оказывается достаточно, чтобы такой активно метод применялся.

Видеоконференция

Это универсальный метод, с помощью которого можно обучать большинству навыков, за исключением описанных выше, где требуется непосредственный контакт между учеником и учителем или учеником и какой-либо установкой. При достаточно хорошем развитии техники и интернет-связи, можно, например, удаленно обучать вязанию. К сожалению, у видеоконференции есть существенные недостатки. Это высокая стоимость оборудования и высокие требования к интернет-каналу. Фактически, на существующих каналах видеоконференция не может быть полностью развита. В результате видеопоток ограничивают по размеру картинки, частоте смены кадров и т. п. Получаемое качество картинки, стабильность связи, время отклика при этом оказывается неудовлетворительным для большинства курсов.

Текстовая конференция

Например, общение через различные чаты и форумы. Это относительно не сложный и не дорогой способ, который реально используется на практике. Его главным недостатком является относительно узкий круг возможных применений. Пожалуй, полностью с помощью такого метода можно обучать только русскому языку. Во всех остальных курсах будут какие-то графические части, которые нельзя таким образом передать. Еще при использовании его в режиме on-line (чата) сильно сказывается медленный набор текста большинством пользователей.

Аудиоконференция

Это промежуточный шаг между видеоконференцией и текстовой. В отличие от видео этот метод может использоваться при современных интернет-каналах. Аудиопоток может передаваться с приемлемым качеством даже через модемное соединение. Кроме этого можно просто

говорить с учителем по телефону. В отличие от текстового способа скорость общения не падает. Главным недостатком, как и в текстовом случае, является невозможность передачи графической информации. Кроме этого, по сравнению с текстовым общением, появляется дополнительный недостаток — отсутствие возможности поиска по материалам прошедших семинаров.

Специализированное приложение

Для курса разрабатывается специальное сетевое приложение, дистанционный аналог семинара. Общение между учеником и учителем формализуется в соответствии с курсом. Это эффективный способ создать дистанционный механизм выработки навыков. Так же есть возможность создания по аналогии с тестовыми заданиями автоматической системы, не требующей учителя. Мы считаем, что это один из перспективных методов, который будет постепенно развиваться. Тем не менее, у этого метода есть недостатки, тормозящие его развитие. Главным является отсутствие масштабируемости. Для каждого курса специализированное приложение создается заново. В результате создание специализированного приложения составляет львиную долю работы при создании курса. Кроме этого не для каждого курса можно формализовать общение между учителем и учеником в такой степени, чтобы можно было сделать приложение.

Доска (Whiteboard)

Представляет собой приложение для совместного рисования графики и письменного ввода текста. Для комфортного использования требуется специальная аппаратура — графический планшет или планшетный компьютер (*TabletPC*). На данный момент эта технология не развита, однако мы считаем ее очень перспективной. Она обеспечивает необходимые функции для большинства курсов.

При разработке электронной версии учебника геометрии 7–9 классов И. Ф. Шарыгина [1] мы столкнулись с проблемой выбора метода обучения навыкам работы. С учетом выше сказанного, мы остановились на создании специализированного приложения.

В идеале нам бы хотелось видеть геометрический планшет, позволяющий школьнику самостоятельно решать геометрические задачи, работать в месте с учителем в сетевом режиме. Планшет должен быть простым, удобным и понятным школьнику. Так же желательно, чтобы планшет мог проверять задачи самостоятельно, без обращения к учителю.

2. Обзор существующих геометрических планшетов

The Geometer's Sketchpad

Программа Sketchpad [3] (рис. 1) разработана фирмой Key Curriculum Press в 2001 г. является общепризнанным стандартом в данной области. Это профессиональное средство работы с геометрическими конструкциями

обеспечивающее широкий спектр необходимых инструментов. Это приложение является весьма мощным. В нем есть все необходимые функции для создания геометрических чертежей по планиметрии, анимацию и свой

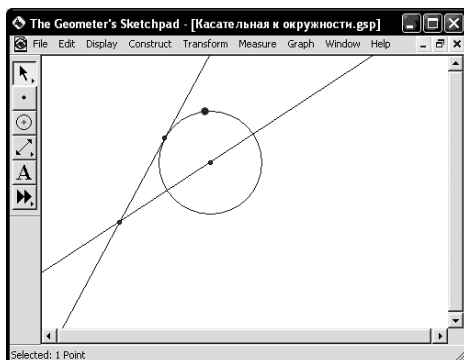


Рис. 1. Sketchpad

собственный язык для написания скриптов. Sketchpad позволяет строить чертежи, графики параметрических и непараметрических функций, геометрические места точек. Кроме этого существует набор плагинов, расширяющих функциональность приложения. Основными причинами, по которым мы не воспользовались этой программой, является отсутствие сетевой поддержки и так же относительно высокая стоимость этого приложения. Кроме

этого мы заметили некоторые достаточно тонкие моменты, при построении графиков не были обойдены. Например, построение точки пересечения двух окружностей является не однозначным. Это будет приводить к тому, что чертежи будут вести себя не всегда предсказуемо, правильно построенный чертеж при шевелении будет становиться неправильным. Например, построенная биссектриса в какие-то моменты перестает быть биссектрисой, перпендикуляр перестает быть перпендикуляром и так далее. В случае сложного построения эти эффекты могут выглядеть совершенно непонятно и непредсказуемо. По этим же причинам нарушается еще один принцип: при малых изменениях положения начальных данных, построение так же должно изменяться относительно слабо. Из-за таких моментов, как неоднозначный выбор точки пересечения, слабые изменения могут приводить к скачкообразным изменениям.

Использование этого приложения в наших целях ограничивает то, что оно является платным и в нем отсутствует возможность сетевой поддержки.

Cinderella

Девизом программы Cinderella [4] (рис. 2) является: «это Sketchpad, только лучше». Действительно по сравнению со Sketchpad у нее есть ряд важных преимуществ. Cinderella имеет красивый и удобный интерфейс. Существенно шире набор функций. Кроме построения геометрических чертежей и анимации, есть возможность строить чертежи не только в Евклидовой плоскости, но и на сфере или в пространстве Лобачевского. Построение можно просматривать несколькими способами просмотра, например в полярных координатах.

Cinderella позволяет работать с кривыми второго порядка — эллипсами, параболами, гиперболами, парами прямых.

В Cinderella решена проблема неоднозначности построений и различных исключений.

Геометрическая плоскость на самом деле проективная, а координаты точек комплексные. В результате окружности и прямые представляют собой поверхности в двухмерном комплексном пространстве, что аналогично четырехмерному действительному.

Пересечением в такой ситуации является так же сложный объект, который состоит уже не из пары точек и является связанным. Это системный подход, который позволяет бороться с различными исключениями и тем самым делает более ситуацию более естественной. Однако такой подход не годится для учебных целей в школе, так как комплексное пространство выходит далеко за пределы школьной программы. Кроме того, такой подход не позволяет рассказать некоторые элементы школьной программы. Например, Cinderella не видит разницы между вписанной и невписанной окружностью.

В Cinderella существует проверка решения. Сложность проверки заключается в том, что к правильному решению можно подойти многими способами и нельзя просто сравнивать чертеж с эталоном. В результате используется следующий трюк. Берется несколько вариантов начальных данных и для этих наборов проводится построение решения и сравнивается с эталонным решением. Далее идет численная проверка. Если во всех случаях решение было близко к эталонному, система считает, что решение верное. Это не является надежным способом проверки решения. К примеру, не сложно придумать задачу и в ней неверное решение, которое будет совпадать с верным во всех точках кроме одной.

Школьник должен уметь разбираться с такими исключениями, однако система отловить такую ошибку не сможет.

Так же как и Sketchpad, программу Cinderella нельзя непосредственно использовать в курсе в связи с отсутствием сетевой поддержки и относительно высокой ценой.

WIMS

WIMS расшифровывается как WWW Interactive Multipurpose Server [5] (рис. 3) — это веб-проект, разработанный французским университетом l'Université de Nice Sophia Antipolis. На этом сервере выложен набор различных интерактивных уроков. Среди этих уроков встречается и уроки по работе с циркулем и линейкой. Уроки сделаны в виде HTML страниц, интерактивность поддерживается с помощью CGI технологий. Технология работы следующая. Задается определенная задача и рисуется

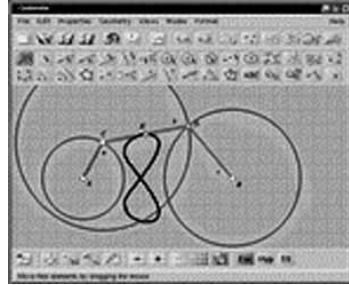


Рис. 2. Cinderella

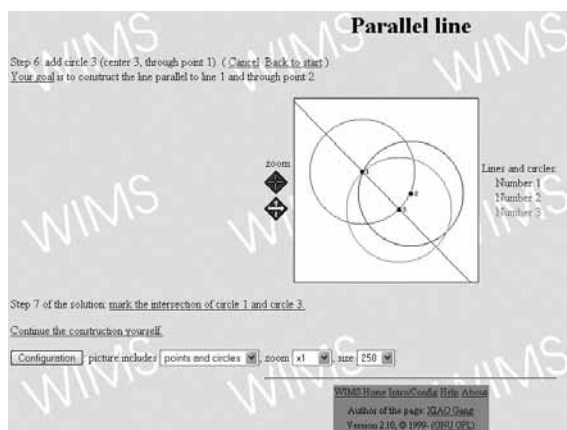


Рис. 3. WIMS

чертеж с начальными данными. Далее школьнику на выбор предлагается сделать одно из ряда возможных действий. Провести окружность по данным точкам, провести прямую по данным точкам, построить пересечение определенных объектов и т. п. Все объекты автоматически нумеруются, линии и окружности раскрашиваются для удобства в разные цвета. В случае решения задачи система автоматически сообщает об этом. Так же есть возможность посмотреть правильное решение задачи, изображение геометрического построения можно увеличивать, уменьшать, изменять масштаб, передвигать. Неоднозначность построения пересечения точек изящно решена. Во-первых, ученик не может передвигать начальные данные. Во-вторых, при построении пересечения пары объектов строятся сразу все возможные пересечения и нумеруются. Таким образом, в дальнейшем ученик точно указывает необходимую ему точку. Проверка решения производится численно. Каждый вновь построенный объект сравнивается с проверочным. В случае совпадения, задача считается решенной. Такой подход в какой-то мере является трюком, однако с учетом заложенных ограничений, является вполне корректным.

Недостатки этой системы связаны с использованием CGI технологии. Во-первых, как отмечалось выше, ученик не может предвигать различные объекты чертежа, что, как мы считаем, сильно снижает наглядность материала. Вторым существенным недостатком является перегрузка страницы при каждой операции. Это достаточно сильно утомляет при работе с данной системой.

3. Наш планшет ТТ2К

Общее описание

Планшет ТТ2К был создан для электронной версии учебника по геометрии И. Ф. Шарыгина для 7 класса. Этот учебник состоит из трех ком-

понент: системы управления обучением (Learning Management System), сетевой геометрический планшет и самого курса геометрии. Система управления обучением — это механизм показа различных курсов.

Планшет может работать в нескольких режимах:

- *Живые иллюстрации.* При просмотре урока, планшет показывает заранее сделанный геометрический чертеж в качестве иллюстрации.
- *Отдельное приложение.* Школьник может решать в нем домашние задания. Чертеж может быть сохранен на жесткий диск.
- *Сетевое приложение.* Предназначено для решения общения с учителем и решения задач вместе с ним.

Планшет интегрирован с курсом геометрии для работы живых иллюстраций.

Планшет написан на Java. В силу этого он является платформо-независимым и не требует инсталляции. Независимость от платформы важна в школьном обучении, так как в образовательной среде существует достаточно много компьютеров на платформе Macintosh.

Геометрическая часть

Планшет позволяет строить любые геометрические чертежи, встречающиеся в школьной планиметрии. Школьник может строить точки, прямые, отрезки, лучи, окружности, дуги, пересечения объектов между собой. Есть возможности для выделения объектов цветом, толщиной, пунктиром. Все объекты имеют обозначения и их можно выводить на экран. Так же можно обозначать углы. Интерфейс русскоязычный и дублируется графическими символами. В планшете есть возможность создания и использования различных, заранее сконструированных построений — макросов. При достаточно высоком уровне сложности задачи школьнику будет не нужно повторять рутинные операции, такие как построение биссектрисы или перпендикуляра. Решена описанная выше проблема неоднозначности выбора точки пересечения.

Живые иллюстрации

Все геометрические иллюстрации сделаны в виде графиков на планшете. По сравнению с обычными иллюстрациями достигаются два положительных момента. Иллюстрации получаются действительно «живыми» — школьник может шевелить элементы чертежа, глубже понимая изучающиеся закономерности. Второй момент заключается в том, что существенно облегчается работа по созданию иллюстраций.

Иллюстрации могут быть многокадровыми. На каждом кадре могут быть постепенные стадии построения чертежа, или несколько независимых чертежей. Ученик может свободно перелистывать различные кадры. Кроме этого в тексте могут расставляться ссылки, открывающие конкретный кадр, соответствующий данному месту в тексте.

Сетевое взаимодействие

Планшет позволяет ученику и учителю удаленно взаимодействовать в режиме реального времени (рис. 4). Сначала ученик самостоятельно запускает планшет и решает задачу. В этот момент он работает точно так же, как и в отдельном приложении. Когда ученик встретил затруднение или решил задачу и хочет получить за нее отметку, он вызывает учителя. Если в данный момент учитель свободен, то он подключается и начинается режим сетевой работы планшета. При этом в планшете появляются несколько новых элементов.

Система обмена текстовыми сообщениями

Ученик и учитель в любой момент могут обмениваться текстовыми сообщениями.

Система обмена сообщениями состоит из трех элементов — окно истории разговора, в котором появляются текстовые сообщения, окно ввода очередного сообщения и кнопка «послать сообщение». Размеры всех окон при желании можно менять.

Светофор

Так же появляется светофор, показывающий, кто в данный момент работает с графиком. Светофор состоит из двух лампочек — красной и зеленой. В каждый момент времени редактировать геометрическое построение может только один человек. У того человека, который работает в данный момент с чертежом, горит зеленая лампочка, у другого горит красная. Право на работу с графиком переключается светофором. Учителю для этого достаточно нажать на нужную лампочку — красную, если он хочет отдать управление ученику, и зеленую, если хочет забрать. Если управление хочет забрать ученик — он нажимает на зеленую кнопку. При этом подтвердить передачу управления должен учитель.

Оценка за урок

Третьим дополнительным элементом планшета является поле оценки. С помощью этого поля учитель может выставить оценку за задачу. В процессе работы с учеником учитель может сколько угодно раз менять эту оценку. После того как ученик заканчивает работу с задачей, эта оценка записывается в LMS. Ученик может запросить выставление оценки, нажав на поле. У учителя поле оценки начинает мигать.

Как было описано выше, с графиком может работать в каждый момент времени только один человек. Ко второму при этом посылаются изменения графика. Во время работы с графиком ученик и учитель видят не только свой указатель мышки в виде стрелки, а так же противоположный указатель в виде указки. В простых случаях изменения ситуации — изменения координат мышки и перетягивание определенной точки, между планшетами передается только изменение ситуации. При изменении самого графика — он передается целиком. Обычный размер графика в XML формате составляет порядка 5–10 килобайт и изменяется он достаточно редко — не чаще раза в несколько секунд. В случае перемещения

мышки передаются только новые координаты. Таким образом, обеспечивается комфортная скорость взаимодействия и низкая требовательность к интернет-каналу. Работать с планшетом можно с помощью обычного модемного соединения. В дальнейшем планируется сделать передачу только изменений графика, что снизит использование интернет-канала до минимально возможного значения порядка нескольких байт в секунду.

Сетевое взаимодействие осуществляется посредством специального сервера LSS Instructor. Этот сервер поддерживает список подключенных учителей и их статус: свободен или занят. Для вызова учителя планшет ученика посылает запрос в LSS, если в этот момент есть свободный учитель, то LSS подтверждает вызов ученика и передает ему информацию об учителе и одновременно посылает запрос планшету учителя о вызове ученика. В дальнейшем планшеты учителя и ученика взаимодействуют непосредственно между собой.

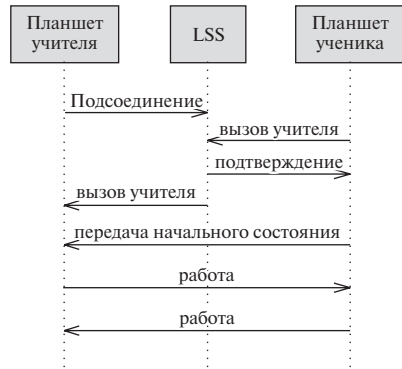


Рис. 4. Сетевое взаимодействие

Пример использования

Ученик заходит в систему обучения (ее описание вынесено за рамки этой статьи) и начинает решать заданную ему задачу, например, построить окружность, вписанную в данный треугольник.

Ученик строит биссектрису угла ABC , потом биссектрису угла BAC , находит точку пересечения биссектрис O .

Далее он проводит окружность с центром в точке O и проходящую через точку D — пересечение биссектрисы AO и стороны треугольника BC .

Считая, что задача решена, он вызывает учителя, чтобы тот поставил оценку (рис. ??? а).

Соединившись с учителем, он говорит, что задача решена.

Учитель смотрит на решение и говорит, что это не так.

Он забирает себе управление и перемещает точку B . Становится видно, что окружность перестала быть вписанной (рис. ??? б).

Ученик пишет: «Извините, я понял, в чем ошибка».

Ученик просит взять управление чертежом, учитель отдает. Далее ученик стирает окружность и точку D . Потом он проводит срединный перпендикуляр из точки O на отрезок BC и проводит окружность через точку пересечения срединного перпендикуляра и отрезка BC .

Эта окружность действительно является вписанной.

Сравните, мог ли учитель на школьной доске так легко и быстро показать, что построение является неверным?

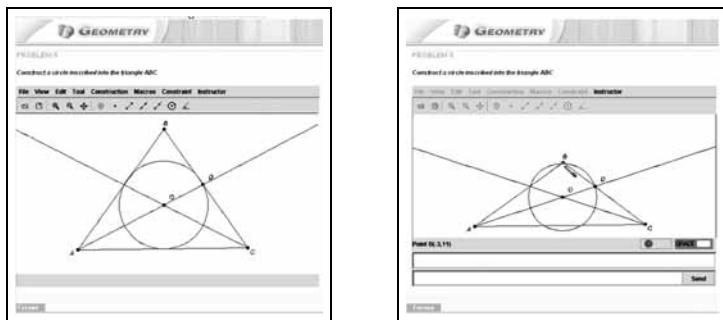


Рис. 5. Пример использования

Перспективы развития

Голосовое сообщение

Как показала практика, обмен информацией с помощью текстовых сообщений недостаточно удобен. Большинство людей не владеет слепым десятипальцевым методом печати и в результате обмен сообщениями происходит медленно. Представляется перспективным использование голосовых технологий. Сейчас уже появилось достаточно широкий спектр продуктов VoIP (Voice over IP), в том числе и бесплатных, самым известным среди которых является Skype. Голосовое общение относительно не сильно загружает интернет-канал и может работать через модемное соединение.

Создание окончательного XML формата геометрического чертежа

На данный момент используется рабочая версия. Создание окончательного формата позволит интегрироваться с другими приложениями (Sketchpad, Cinderella) и форматами (SVG).

Уменьшение использования интернет-канала для передачи изменения геометрического графика

Наработанные технологии позволяют уменьшить объем передаваемой информации до десятков байт в секунду.

Одновременная работа нескольких учеников с учителем

Это позволит обеспечить групповую работу учеников. И сэкономит время учителю при переходе от одного ученика к другому.

Автоматическая проверка решения

Структурная запись построения позволяет сделать автоматическую проверку решения задачи, что резко расширяет возможности пользования системой.

Создание планшетов для других курсов

Специализированные приложения требуются не только в геометрии. Хочется сделать общую платформу, на которой будет проще создавать новые приложения. Например, платформа может взять на себя полностью сетевое взаимодействие, текстовые и звуковые переговоры. Кроме этого должна быть возможность интегрирования уже существующих подобных приложений с целью расширения их функциональности.

Литература

1. Шарыгин И. Ф. Геометрия 7–9 кл.: Учебник для общеобразовательных учреждений. 7-е изд., стереотипн. М.: Дрофа, 2004. 368 с., ил.
2. Проект ТТ2К (www.tt2k.ru).
3. The Geometer's Sketchpad (www.keypress.com/sketchpad).
4. Cinderella (www.cinderella.de).
5. WIMS (wims.unice.fr/wims/wims.cgi?lang=en&+session=E0338CAF52.1).