

Разработка интерактивной Web-платформы для обучения обработке сигналов

An interactive Web platform development for teaching signal processing

Хейра Сали (Kheira Sahli),¹ Жером Марс (Jerome Mars),¹ Жан Люк Мари (Jean Luc Mari),² Франсуа Гланго (Francois Glangeaud),¹ и Марианна Гентон (Marianne Genton)³

Введение

Наша двуязычная (франко-английская) платформа, которая называется e-TSLIS, делает процесс обучения обработке сигналов более доступным и позволяет организовать взаимодействие путем использования современных средств мультимедиа (Internet, Web).

Представляемый пакет создан в основном в рабочей группе SIN (Signals and Images in Natural environments – сигналы и изображения в естественной среде) лаборатории сигналов и изображений (Signals and Images Laboratory, LIS) института ENSIEG (Ecole Nationale Supérieure des Ingénieurs Electriciens de Grenoble), Гренобль, Франция, при участии школы IFP-School (Ecole Nationale Supérieure du Pétrole et des Moteurs).

Под электронным обучением понимается обучение с использованием новых средств обучения для совершенствования процесса: помощи в организации рабочего времени, формального преподавания, доступа к документам, а также средств оценки, практики и моделирования (Toxopeus et al., 2003, Hesthammer, 2003). Остаются, однако, технические проблемы: качество электронного обучения падает, если обучающийся не получает преимущество от использования всех имеющихся средств. Например, если модуль с озвученной анимацией запускается на машине без звуковой карты, интерес к обучению снижается. Другим вопросом является время работы обучающегося, который может быть сосредоточен около 20 минут; таким образом, электронному обучению следует придавать структуру цикла, в котором показаны ограничения обработки данных.

Электронное обучение должно дополнять обычный учебный курс. Сочетая в пропорции 50/50 обычное и электронное обучение, можно сохранить богатство взаимодействия учителя и ученика. Короткие (несколько дней) курсы могут включать и большую долю электронного обучения. Правильно сочетающиеся формы электронного и обычного обучения можно представить в виде системы с богатыми ресурсами CD-диски, Internet-сайты, учебные модели (симуляторы) и др. Таким образом, электронное обучение позволяет проводить курсы быстро в нескольких местах сразу. Важным вопросом является приспособление электронных курсов к уровню слушателя. Слушатели получают знания, давая команды компьютеру: они пробуют, совершают ошибки, и решают задачи. Обучение через «игру» позволяет дольше удерживать внимание слушателя. Не следует пренебрегать элементами творчества в электронном обучении; следует всегда поощрять любопытство слушателя. Открытое

дистанционное обучение возможно в двух формах: синхронной (видеоконференции, виртуальные классы и др.) и асинхронной (обучающие программы, индивидуальная работа и др.), которые можно представить в двух измерениях: с одной стороны – коллективное или индивидуальное, с другой стороны – очное или дистанционное. Программа e-TSLIS используется для большой аудитории: исследователей, геологов, студентов старших курсов и студентов специализированных вузов. Чтобы проект электронного обучения дал положительные результаты, нужно 3–5 лет. Это значит, что разработки следует поддерживать в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Цели и ограничения

Задача сетевых средств непосредственного доступа в программы e-TSLIS состоит в том, чтобы в ходе серии занятий, сопровождаемых анимацией, показать средства и способы обработки сигналов, используемые в сейсморазведке. Ряд интерактивных заданий позволяет слушателю получать знания и одновременно проверять усвоение, отвечая на контрольные вопросы. Широко используется анимация. При использовании данных полевых измерений, указаны организации, их предоставившие. Имеющиеся в настоящее время курсы основаны на CD-диске по обработке сигналов (Glangeaud et al., 1999) и серии пособий «Обработка сигналов для геологов и геофизиков» (‘Signal processing for geologists and geophysicists’) в нескольких томах (Mari et al., 1999; Mari et al., 2001, Glangeaud et al., 2001; Mars et al., 2004). Удобный интерфейс платформы создан под впечатлением от электронного курса геофизики Лозаннского университета (Chapellier et al., 2002).

Например (рис. 1) пакет курса по скважинной сейсморазведке (Well Seismic) включает две главы («Предварительная обработка сигналов» и «Вертикальное сеймопрофилирование»), словарь, именной указатель, список литературы и каталог данных. Каждое занятие состоит из текста, интерактивных изображений, набора формул (если нужно) и контрольной части, включающей тест с вариантами ответов. Основные ограничения на использование платформы e-TSLIS связаны с необходимостью обеспечить совместимость с аппаратным и программным обеспечением (тип ПЭВМ, браузер), с которыми она будет использоваться, и качество изображения (анимации в виде Java-апплетов на Web-страницах). Кроме того, используемые технологии (обработка данных, телекоммуникации) должны отвечать требованиям дистанционного обучения.

¹ Laboratoire des Images et des Signaux, INPG, BP 46, 38402 Saint Martin d'Herès Cedex France, <http://www.lis.inpg.fr>

² IFP SCHOOL, 228-232 Avenue Napoleon Bonaparte, 92852 Rueil Malmaison Cedex France, <http://www.ifp.fr>

³ Institut National Polytechnique de Grenoble, <http://www.inpg.fr>



Рис. 1. Стартовая страница сайта e-TSLIS

Выбранные решения

Мы хотели создать дружественную платформу, доступную для широкой аудитории, удобную и преподавателям, и учащимся. Для этого доступ к нашей программе осуществляется через Интернет с помощью браузера, в котором пользователь должен указать лишь адрес сайта e-TSLIS. Помимо всего вести обучение, если слушатель электронного курса может задавать вопросы и быстро получать ответы. Для этого используются возможности электронной почты. В следующих версиях проекта предусмотрены места для обсуждения (форум и др.), которые будут введены с учетом опыта эксплуатации системы.

Наконец, чтобы улучшить взаимодействие, мы создали базу данных контрольных вопросов, которая может автоматически генерировать вопросы, а также позволяет контролировать пользователей и др.

Мы решили разделить систему на пользователей, окружение и взаимодействие. Предусмотрены три типа пользователей: 1) администраторы могут добавлять или удалять места пользователей (*преподавателей или слушателей), а также включать в базу базовых курсов, предоставляемые преподавателями; 2) преподаватели могут изменять существующие контрольные вопросы, к которым у них есть доступ; в выделенной им области они могут следить за успехами слушателей своих курсов; 3) слушатели имеют доступ к модулю, на котором они зарегистрированы и могут контролировать свои успехи с помощью прогрессивной серии интерактивных упражнений (Sahli et al., 2002; Sahli et al., 2004).

Реализация

Для сокращения объема текста используется анимация (рис. 2). Целью может быть демонстрация особых технических методов, используемых при обработке сигналов и применяемых в сейсморазведке. Другой целью является демонстрация одной или нескольких геофизических программ обработки на модельных сигналах или специально подобранных геофизических данных, например рассеянных волнах в сейсмической записи.

Анимация позволяет визуализировать данные при изучении воздействия параметров обработки, заданных пользователем. Первый этап создания анимации выполняется в программе MUSTIG в виде графа зависимостей. Граф – это последовательность обработки данных, представленных на изображении. Он показывает структуру последовательности обработки в программе MUSTIG, используемой при показе анимации. Она показывается в виде связанных прямоугольников, каждый из которых представляет средство обработки, составленное из элементарных функций. Параметры можно изменять, перемещая курсоры, вычисления выполняются в программе MUSTIG в реальном времени. Изображения показываются так, что их можно сразу визуально сравнивать и оценивать влияние изменения конкретного параметра на результат обработки. Второй этап состоит в автоматическом создании файлов JAVA внутренними средствами программы MUSTIG.

Анимация и текст могут быть проиллюстрированы слайдами с математическими формулами (рис. 3). Комментарии и демонстрации полностью объясняются в литературе, поставляемой с продуктом.

Оценка усвоения проводится с помощью теста, как на рис. 4. Таким образом, слушатели могут сами оценить степень усвоения материала, представленного в анимации. Достигнутый уровень знаний подтверждается финальными оценками. Получение и генерация контрольных вопросов идет динамически. На каждый вопрос можно дать один ответ. Слушатель подтверждает выбор ответа нажатием кнопки 'Answer'.

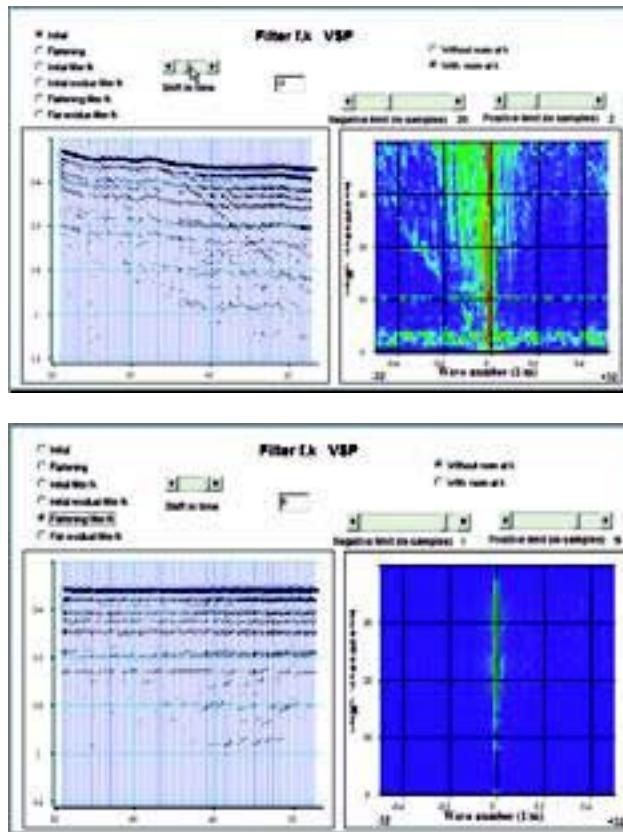


Рис. 2. Анимация

Phase shift

Phase shifted cosine

$$h(t) = \cos(2\pi f_0 t + \Phi)$$

$$h(t) = \cos(2\pi f_0 t) \cos(\Phi) - \sin(2\pi f_0 t) \sin(\Phi)$$

$$\text{FT}[h(t)] = \cos(\Phi) \frac{\delta(f - f_0) + \delta(f + f_0)}{2}$$

$$+ \sin(\Phi) \frac{\delta(f - f_0) - \delta(f + f_0)}{2}$$

$$\text{FT}[h(t)] = \frac{1}{2} [\delta(f - f_0) e^{i\Phi} + \delta(f + f_0) e^{-i\Phi}]$$

[Next ▶](#)

Рис. 3. Врезка с формулами

Подтвердив ответ, пользователь или переходит к следующему ответу, нажав кнопку 'Next', или видит свои оценки, если он ответил на последний вопрос соответствующего занятия. Пользователь не может вернуться к вопросу, ответ на который он уже подтвердил. Таким образом, эти упражнения нацелены на оценку усвоения знаний: если дать возможность исправлять ответы, конечный результат не будет соответствовать фактическому уровню. Со временем, после нескольких заходов, пользователь получит представление о верных ответах. Мы полагаем, что слушатели должны получать ответы сразу после прохождения теста. Вопросы логически связаны между собой. Конечная оценка и время, потраченное слушателем на прохождение теста, в реальном времени записываются в базу данных. Точно так же сохраняются ответы пользователей на каждый вопрос. Преподаватель может просмотреть и проанализировать результаты своих слушателей, чтобы понять их ошибки и оценить их успехи.

Оглавление формируется автоматически по названиям глав и занятий, имеющимся в базе данных. Преподаватели могут обновлять курс, не прибегая к программированию. Перейдя непосредственно на уровень базы данных, они легко могут изменять содержание занятий и создавать новые занятия.

На сайте имеются указатели трех видов: именной указатель, список литературы и каталог данных. В каждом указателе ссылка на слово направляет пользователя к словарю, а нумерованные ссылки – к соответствующим занятиям. Система справки невелика и представлена в дружественном виде (слова в облачках, как в комиксах). Это сделано, чтобы максимально привлечь внимание пользователя (Sahli, 2004).

Накопленный опыт применения

С точки зрения пользователя система позволяет простыми средствами удовлетворить специфические нужды. Знания по обработке сигналов получаются путем усвоения идей, теорий и техники. Слушатели обучаются, применяя

f, k filter applied to a VSP

By choosing as limits of the filter (-5, 0), which type of wave do we observe on the residual section?

Up-going waves.

Down-going waves.

Up-going and tube waves.



[Question 9 on 10](#) [Answer](#)

Рис. 4. Контрольные вопросы

свои знания для решения научных задач. Они также учатся быть самостоятельным, проходить проверки, вступать в диалог, сотрудничать и, тем самым, получать знания. Эти методы обучения поддерживают коллективную работу и упорядочивают индивидуальную работу. В настоящее время система электронного обучения испытывается студентами университета и школы IFP-School. Студенты IFP уже привыкли работать с полевыми данными в составе рабочих групп, по им часто нужны курсы с большим личным участием. Возрастающие различия в базовой подготовке заставили IFP изменить как структуру курсов, так и формы обучения. Следует, однако, заметить, что электронные курсы лишь дополняют диски с системами обработки и не заменяют книги, в которых содержится больше детальной информации (вывод формул и др.). Обращение к основополагающим работам по обработке сигналов по-прежнему необходимо. Эксперимент показывает, что сочетание электронного обучения с прямым взаимодействием с преподавателем (в виде курсовой работы или подготовке доклада) повышает эффективность усвоения знаний. Использование средств мультимедиа позволяет сократить время обучения и дает слушателям возможность управлять своим временем, усваивая, по крайней мере частично, материал дома или при работе в своей организации. Сэкономленное время можно использовать для:

- сокращения очных занятий, хотя и на дистанционное обучение тоже нужно время. Таким образом, необходимо четкое разделение времени между слушателем, его местом работы и учебным заведением
- поскольку для проведения обычной длительной учебной сессии необходимо некоторое минимальное количество участников (иначе затраты не оправдываются), сокращение времени позволит проводить их даже при ограниченном числе участников
- улучшения уровня преподавания за счет учета специфических нужд участников с разной базовой подготовкой или за счет увеличения аудиторных практических занятий.
- улучшения содержания курсов в соответствии с развитием техники путем введения специальных лекций или увеличения числа полевых примеров

Распределение времени и состав курса зависят от слушателя и должны соответствовать целям обучения:

опыт показывает, что один и тот же курс по-разному воспринимается слушателями разных специальностей. Интерес к средствам мультимедиа, используемым в курсах, понятен: эти интерактивные средства можно использовать и по окончании самого курса для закрепления материала и даже для углубления знаний. Средства мультимедиа, постоянно доступные на сайте, можно также использовать как техническую базу данных, легко обновляемую по мере развития техники.

Выводы

Смешанное обучение сочетает электронное обучение с традиционными курсами. Электронное обучение сохраняет богатство обмена между учителем и учеником. Сбалансированное сочетание дистанционных курсов и традиционного обучения должно быть представлено в виде системы с большим количеством ресурсов (CD-дисков, Internet, средства на базе WWW). Электронное обучение позволяет разделять время и место обучения. Слушатели сами добывают знания и учатся учиться. Четырехлетний опыт 200 студентов школы IFP показал, что в будущем смешанное обучение станет главной формой непрерывного образования. Программа e-TSLIS является электронной частью смешанного курса обработки сигналов. В курсе e-TSLIS используются примеры конкретных программ. Он позволяет учиться более независимо. Созданы платформа e-TSLIS и база данных *etslis*. Имеется полный курс «Скважинная сейсморазведка» (занятия, анимация, формулы, контрольные вопросы и др.) и средства управления различными сферами общения (для преподавателей и слушателей). Структура сайта подразумевает развитие платформы и включение новых курсов, (например «Теория информации в обработке сигналов»). Проект e-TSLIS постоянно развивается: включение курса «Теория информации в обработке сигналов» входит в программу кафедры электротехники института Institut National Polytechnique de Grenoble и школы IFP. В будущем можно рассчитывать на включение новых функций, таких как автоматическое создание полного курса, установка поисковой системы для улучшения навигации по сайту и приспособление платформы к другим видам курсов (обработка изображений и др.).

Литература

- Chapellier, D., Mari, J-L., Tacchini, G., Perret, F., Baron, L., Monnet, R., Marescot, L., and Rochat, S. [2002] *Cours on-line de Geophysique*. <http://www-ig.unil.ch/cours/>.
- Glangeaud, F., Mari, J-L., Baribaud, D., Lejeune, G., and Lienard, J. [1999] *Signal processing in geosciences*. Editions Technip (French/English), Paris.
- Glangeaud, F., Mari, J-L., and Coppens, F. [2001] *Traitemet du signal pour geologues et geophysiciens*, Vol. 2: *Les techniques de base en traitement du signal*. Editions Technip, Paris.
- Hesthammer, J. [2003] How modern technology can meet needs of modern learning in geoscience. *First Break*, 21, 8, 49-54.
- Mari, J-L., Glangeaud, F., and Coppens, F. [1999] *Signal processing for geologists and geophysicists*. Technip Editions, Paris.
- Mari, J-L., Glangeaud, F., and Coppens, F. [2001] *Traitemet du signal pour geologues et geophysiciens*, Vol.1: *La prospection sismique*. Editions Technip, Paris.
- Mars, J., Glangeaud, F., Lacoume, J-L., and Mari, J-L. [2004] *Traitemet du signal pour geologues et geophysiciens*, Vol. 3: *Les techniques avancees en traitement du signal*. Editions Technip, Paris.
- Sahli, K., Mars, J., Mari, J-L., Glangeaud, F., and Lejeune, G. [2002] *CD-ROMs et cours en ligne: de nouveaux outils de formation en traitement du signal*. TICE2002, Lyon.
- Sahli, K. [2004] *Conception et realisation d'une plate-forme interactive pour l'enseignement a distance du Traitemet du Signal*, Memoire d'Ingenieur CNAM (Conservatoire National des Arts et des Metiers). Laboratoire des Images et des Signaux, Paris, 104.
- Sahli, K., Mars, J., Mari, J-L., Glangeaud, F., and Genton, M. [2004] *E-Learning for signal processing teaching*. CALIE'04, Grenoble.
- Toxopeus, G., Slob, E., and M. Draijer [2003] E-Learning for geoscience: an educational approach. *First Break*, 21, 9, 45-47.