



Andrei State 2009

# 18

## *Система проектирования домов, идеальная с точки зрения специалиста по информатике, — от компьютерного представления до замысла*

*Задумав строить,  
Исследовать сперва мы станем почву,  
Потом начертим план; когда ж готов  
Рисунок дома, вычислить должны,  
Во сколько обойдется нам постройка.  
Но коль превысит смета наши средства,  
Что сделаем? Начертим план жилища  
Размеров меньших иль затею бросим.*

УИЛЬЯМ ШЕКСПИР [1598], ГЕНРИХ IV, ЧАСТЬ 2

◀ *Общий вид АРМ архитектурного проектировщика.  
Рисунок Андрея Стейта (Andrei State)*

## Двухстороннее взаимодействие

Компьютеризация умственного труда требует в первую очередь организации двухстороннего взаимодействия человека и машины. При этом следует учитывать, что человек получает основной объем информации из внешнего мира с помощью зрения. Однако это не единственный путь. Для получения представления о текущей ситуации, улавливания предупреждений, восприятия изменений в окружающей среде особую роль играет слух, а для передачи другим полученных сведений — речь. К еще более глубоким уровням сознания относятся осязание (как чувство) и обоняние. Обыденный язык богат метафорами, отражающими эту глубину. Люди “улавливают”, что происходит в сложных когнитивных обстоятельствах, когда им приходится “брать бразды правления в свои руки”, поскольку они “чуют неладное”.

## Визуальные индикаторы — одновременное применение большого количества окон

Проектировщики, работающие за компьютером, обычно используют только одно активное окно. Тем не менее специалисты в области компьютеризации уже давно поняли, что для проектировщиков требуется по меньшей мере два окна, а размеры экранов не должны быть столь малыми, как сейчас<sup>1</sup>. Необходимо найти ответ на вопрос о том, какие визуальные индикаторы желательно было бы иметь в идеальной системе проектирования зданий.

### *Изображение координатной сетки и представление на экране чертежей*

Я считаю, что в реальном проектировании основным средством всегда будут оставаться двухмерные чертежи, поэтому прежде всего необходимо обеспечить представление на экране электронного устройства координатной сетки.

- **Угол.** В проектных организациях, в которых чертежи изготавливаются вручную, поневоле приходится просматривать готовое изображение и вносить в него изменения с применением одной и той же рабочей поверхности. После перехода к использованию средств компьютеризации появляются более удобные способы организации работы. Для манипуляции компьютеризированными графическими инструментами применяется отдельная поверхность, а это означает, что больше не приходится отводить руку от чертежа, чтобы посмотреть, как он выглядит. Исследования показали, что корреляция движения мыши или пера по одной поверхности с изображением этого движения на другой не вызывает затруднений при использовании графических инструментов, основанных на этом принципе.
- **Размеры рабочей поверхности.** В компьютеризированном строительном проектировании применяются графические планшеты разных размеров,

но чаще всего используются размеры 30×48 дюймов. Эти размеры выбраны исходя из того, на какую длину можно удобнее всего протянуть руку.

- **Разрешающая способность дисплея.** Разрешающая способность дисплея должна соответствовать зоркости глаз, которая составляет примерно одну минуту дуги. Этому требованию отвечает экран компьютера с разрешающей способностью 1920 пикселей, расположенный от глаз на расстоянии, превышающем в два раза его ширину. Такие дисплеи с плоским экраном теперь можно найти во многих офисах.
- **Расстояние просмотра изображения.** Как оказалось, проектировщики меньше всего утомляются, если просматриваемое ими изображение создается на экране, который находится от них на расстоянии от 6 до 8 футов (2–2,5 м).

На своих графических планшетах они почти всегда изображают двухмерные чертежи. Кроме чертежей, на экране могут быть показаны эскизы, проекции и т.д. А в наши дни широкое применение получили средства послойного изображения чертежей с управляемой прозрачностью, которые незаменимы в тех случаях, когда возникает необходимость сосредоточить внимание на каком-то одном аспекте, сохраняя при этом общий концептуальный контекст.

### *Двухмерное контекстное представление*

В своем Северокаролинском университете мы разработали много систем компьютеризированного проектирования, предназначенных для создания строительных чертежей, молекулярных моделей, двухмерных диаграмм для публикации и т.д. Наблюдая за тем, как в действительности пользователи осуществляют с их помощью проектные работы, мы неизменно обнаруживали одну и ту же универсальную последовательность.

1. Изучение большого пространственного фрагмента для выявления контекста.
2. Увеличение масштаба.
3. Создание некоторой локальной части или манипулирование ею.
4. Уменьшение масштаба.
5. Повтор.

Очевидно, что это неестественное и непродуктивное поведение обусловлено тем, что по традиции в проектировании применяется единственная рабочая поверхность, на которой поочередно выполняется одна операция за другой. Для исправления такого положения необходимо предоставить проектировщику возможность выводить одновременно и контекстное, и детализированное представление, чтобы можно было переходить от одного представления к другому

движением глаз, а не руки. Мы обязаны прежде всего решить эту задачу. Кроме того, следует отказаться от идеи изображать контекстное окно в виде эскиза в одном из углов детализированного представления, поскольку контекст также должен быть показан достаточно подробно. В наши дни стоимость оборудования настолько снизилась, что для уважающей себя проектной организации попытка экономии на покупке дисплеев становится непростительной. Стремитесь к тому, чтобы оба представления, контекстное и детализированное, были постоянно показаны на больших экранах!

Обычно контекстное представление выполняется как пространственное или даже как общий план. Но для таких операций, как извлечение объекта из библиотеки, желательно было бы иметь еще одно представление с условным изображением библиотеки (в виде иерархического древовидного представления или содержимого определенного узла), а на другом представлении показывать то место на чертеже, где должен быть расположен объект.

### *Трехмерное представление*

В конечном итоге двумерные абстрактные чертежи должны превратиться в трехмерные здания, в которых будут жить и работать люди. В идеальной системе проектировщик должен постоянно видеть трехмерное изображение будущего дома в том виде, который полностью соответствует современному состоянию работы над проектом, причем во всех подробностях.

По-видимому, для решения этой задачи идеально подходит технология создания проекций в виртуальной среде. Применять такую среду, как CAVE, полностью обеспечивающую эффект присутствия, нет необходимости; вполне приемлемым был бы вариант, в котором формируется небольшое вертикальное изображение. Для этого подошло бы даже единственное стандартное окно с трехмерным представлением. Разумеется, для проектировщика необходимо предусмотреть возможность сидеть перед чертежной поверхностью, а не ходить вокруг нее. Ему обязательно должен быть предоставлен набор удобных графических инструментов. Что касается упомянутого дисплея с трехмерным изображением, то он должен быть вспомогательным инструментальным средством создания проекта, тогда как программное обеспечение CAVE предназначено для просмотра, а не для проектирования.

При этом должно быть решено несколько технических проблем. Прежде всего следует исключить необходимость постоянно носить стереоскопические очки для просмотра трехмерного изображения во время проектирования. На глаза и без этого бремена возлагается достаточно большая нагрузка. Поэтому должен быть предусмотрен переключатель режима просмотра, возможно, даже ножной. Еще один вариант состоит в том, что на трехмерном дисплее должно создаваться стереоскопическое изображение, не требующее дополнительных средств для просмотра.

Заметим, что здания, как правило, имеют плоские стены, поэтому для изучения их внешнего вида с помощью объемных проекций вполне подходят плоские экраны. Разумеется, возникает также необходимость в использовании визуального указателя, идеальным примером которого является EyeBall, для управления стандартными режимами показа изображения, что позволяло бы просматривать проекцию здания под разными углами зрения. Но в идеальной системе необходимо также предусмотреть режим формирования моментального снимка, который позволяет сформировать изображение дома на плоской поверхности.

### *Осмотр снаружи*

Особенно полезными способами изучения результатов проектирования дома должны стать способы, предусматривающие создание изображения дома снаружи, под широким углом зрения. При этом, как и при осмотре интерьера, необходимо предусмотреть возможность изучать внешний вид дома, применяя элементы управления изображением с учетом изменения положения солнца в разные часы и времена года.

Следует предусмотреть средства управления позицией наблюдателя при осмотре интерьера и экстерьера здания, причем в идеальном случае эти средства должны быть распределены по двум разным наборам инструментов. Как правило, внешний осмотр должен начинаться с указания координат  $x$  и  $y$  на контекстном дисплее, после чего будет неизменно создаваться изображение, по умолчанию ориентированное по центру здания. Это позволяет легко обеспечить изучение экстерьера здания с любой точки зрения.

Обычно самый потрясающий эффект создается при моделировании того, как будет выглядеть здание ночью после включения внутреннего освещения. К этому приему создания картин часто прибегал художник Томас Кинкэйд (Thomas Kinkade), поэтому его произведения выглядят такими очаровательными, привлекательными и уютными.

Я пришел к неожиданному выводу, что большую пользу приносит применение еще одного варианта осмотра экстерьера — создание представления здания при ночном освещении с динамически удаляемой ближайшей стеной. Внешний осмотр здания в этом режиме позволяет получить полное представление об этом здании (рис. 18.1).

### *Представление рабочей книги*

Еще в одном окне должна одновременно отображаться рабочая книга проектировщика. Перед каждым сеансом проектирования, выполняемого на рабочей станции, проектировщики имеют в своем распоряжении следующее.

- Все, что касается текущего состояния проекта.
- Планы действий.



Рис. 18.1. Вид жилого здания в разрезе. DeltaSphere, Inc.

Каждый сеанс проектирования, выполняемого на рабочей станции, завершается следующим.

- Обновление проектов в ходе работы и планы будущих действий.
- Журналы, в которых должны отражаться все действия проектировщиков; применение либо журналов, либо системы управления версиями необходимо для обеспечения автоматического отслеживания с возвратом в предыдущее состояние.
- Заметки, для которых в идеальном случае должна быть предусмотрена возможность ведения под диктовку, чтобы можно было не прерывать выполнение вручную операций проектирования; заметки должны касаться того, какие варианты были опробованы и почему, какие из них были отвергнуты и почему, а какие сохранены и почему.

Пояснения, изложенные в заметках, не могут быть зафиксированы в журналах действий, но являются чрезвычайно важными для обоснования сложного проекта. В частности, просмотр заметок помогает замечательным образом снова войти в курс дела после перерыва в работе. С их помощью проектировщик может быстро вспомнить, чем он руководствовался, рассматривая определенный альтернативный вариант проектирования. К тому же обоснования вариантов становятся просто бесценными для новых членов коллектива и для тех, кто подхватывает эстафету от проектировщика.

В идеальном случае план действий и итоговые заметки должны чередоваться в одном документе, будучи выделенными разным цветом или шрифтом.

В нашей идеальной системе в журнале действий предусмотрены двухстраничные вставки, которые показывают текущие значения стоимостных оценок, а также значения некоторых других регламентируемых показателей, таких как площадь помещений в квадратных футах.

### *Представление спецификации*

При возведении здания приходится руководствоваться не только чертежами, но и текстовыми спецификациями. В идеальном случае накопление текстовых сопровождающих документов происходит одновременно с чертежами, а не откладывается на более поздний срок.

Это не так уж сложно, как кажется на первый взгляд, учитывая то, что в проектировании предусмотрено применение режима постепенного приближения. Спецификации должны создаваться в соответствии с жестко заданным форматом. Если каждая из исходных моделей в библиотеке имеет собственную спецификацию, то проектировщик может работать по принципу внесения в спецификацию изменений в ходе работы над моделью. Эта задача значительно упростилась после давно произошедшего создания обширной коллекции Sweets File, которая теперь называется Sweets Network<sup>2</sup>. В этой коллекции собраны данные по миллионам продуктов с изображениями, описаниями и спецификациями. Сам файл коллекции и его таксономию сопровождает компания McGraw-Hill Construction; содержимое предоставляют поставщики продуктов; архитекторы и подрядчики подписываются на услуги доступа к коллекции. Каждый, кто причастен к работе над этой коллекцией, извлекает для себя пользу.

Таким образом, для идеальной системы требуется четвертое двумерное окно с постоянно уточняемыми текстовыми спецификациями. В идеальном случае изменения, внесенные с помощью этого дисплея, должны автоматически переноситься на дисплей с изображением. Многие описания продуктов в коллекции Sweets Network уже включают модели автоматизированного проектирования в стандартизированной форме, поэтому задача поддержания такой связи не является концептуально сложной. Распространение изменений с изображения обратно на спецификации — гораздо более сложная, исследовательская задача<sup>3</sup>.

## **Звуковое сопровождение**

Еще много лет тому назад я получил очень сильные впечатления при просмотре видеозаписи, с помощью которой группа архитекторов из Хельсинки продемонстрировала подготовленную с применением компьютерной графики модель предложенного проекта реконструкции жилого дома. Визуальные средства были хороши, но особо ничем не выделялись. Но видеозапись сопровождалась звуками, зарегистрированными на детской площадке. И даже притом что людей не было видно, эти закулисные шумы поневоле заставили зрителей почувствовать себя участниками происходящего.

Задача подготовки самого звукового сопровождения является несложной; гораздо сложнее подготовить сценарий, на основе которого будет формироваться это сопровождение. В частности, что касается нашей задачи, то для сцен, демонстрируемых внутри и вне помещения, необходимо выбрать подходящие источники звука: работающий телевизор, шум проходящего транспорта, работа стиральной машины, игры и ссоры малышей. В таком случае прогулку по виртуальному дому можно будет сопровождать воспроизведением заранее подготовленной звукозаписи, что позволит одновременно и усилить восприятие, и подчеркнуть назначение рассматриваемого помещения.

Необходимая для этого технология акустического моделирования уже достаточно развита<sup>4</sup>. Если же какие-то звуки на данный момент не могут быть сформированы в режиме реального времени, то следует пойти по пути аппроксимации и стремиться каждый раз подбирать все более и более подходящее звуковое сопровождение. Существующие сейчас затруднения во многом обусловлены недостаточным быстродействием акустических систем, но этот недостаток успешно преодолевается.

При акустическом моделировании приходится также учитывать распространение звука через двери и окна. Следует ли предусмотреть моделирование с учетом того, какие двери и окна открыты или закрыты? Должно ли учитываться пространственное расположение этих проемов? Если разнообразие учитываемых факторов будет достаточно велико, то количество возможных рассматриваемых комбинаций может стать просто колоссальным. Соблюдение требований к акустике помещения, которые могут выражаться в виде достаточно простой спецификации, может лишь с большим трудом быть проверено с помощью моделирования. Одно из возможных решений состоит в использовании двухмерных диаграмм интенсивности звука, формируемых с учетом определенной высоты от пола, которые привязаны к сетке, покрывающей весь чертеж дома, и изменяющихся в интерактивном режиме в зависимости от открытия и закрытия дверных и оконных проемов. На этом графическом изображении может быть указано место восприятия звука. И в этом случае удобным средством определения местоположения и ориентации головы слушателя в модели может стать манипулятор EyeBall.

## Восприятие с помощью осязания

По-видимому, ни одно из чувств не способно вызвать у человека столь глубокие ощущения, как осязание<sup>5</sup>. Однако при всем желании я не смог найти ни одного вероятного направления использования существующей технологии тактильной обратной связи в идеальной системе.

## Обобщения

Идеальная система проектирования зданий обладает такими особенностями, что от нее можно легко перейти к обобщениям, распространяющимся на многие другие области. При этом не столь существенно то, что не всегда предусмотренные функции применимы в полной мере. Например, в идеальной системе построения программного обеспечения вряд ли понадобятся все трехмерные возможности. Но и в эту систему необходимо включить богатую стартовую библиотеку, дисплей проектирования, контекстный дисплей, дисплей рабочей книги и дисплей тестовых примеров, соединив все компоненты необходимыми перекрестными связями.

## Осуществимость

Можем ли мы с полной уверенностью утверждать, что теперь идеальная система может быть создана? Разумеется, да. Все предусмотренные в ней технологии вполне могут быть призваны на службу. Но возникает еще один вопрос: может ли создание идеальной системы стать экономически оправданным, если речь идет об относительно скромных проектах, таких как проектирование отдельных зданий? Я полагаю, что этого можно добиться, по крайней мере, в крупных фирмах, которые способны вложить соответствующие финансовые средства, а затем предоставлять систему в режиме разделения времени многочисленным проектировщикам.

Как можно подойти к созданию этой системы? Создавать ее путем постепенного наращивания! Любой проект, в котором была бы предпринята попытка создать такую систему без тщательной теоретической и практической подготовки, почти наверняка окончилась бы неудачей. Однако поэтапное создание системы под постоянным контролем профессиональных проектировщиков должно стать успешным. Труднее всего было бы собрать первую версию качественной библиотеки исходных моделей.

Можно представить себе, что структура системы, а также такие необходимые форматы, как стандартный формат ввода и формат описания, могут разрабатываться в рамках академической научно-исследовательской работы, после чего может начаться накопление моделей на принципах добровольного участия в рамках движения за разработку с открытым исходным кодом. Именно здесь могут быть успешно предложены стимулы к участию в создании открытого репозитория<sup>6</sup>. Мне кажется, что многим архитекторам понравилась бы мысль о включении их проекта жилого дома, здания или другого объекта в общедоступную библиотеку. Ведь это не только повысило бы престиж, но и стало бесплатной рекламой, равносильной публикации в журнале. А в дальнейшем, после накопления достаточно объемистой централизованной библиотеки, было бы не слишком трудно усовершенствовать отбор проектов с учетом использования. Проекты, которые никого не интересуют, стали бы постепенно изыматься из библиотеки.

## Примечания и ссылки

1. См. [40], с. 194.
2. См. <http://products.construction.com/>.
3. В основе системы, обеспечивающей человеко-машинное взаимодействие, даже при решении такой относительно простой задачи, как редактирование текста, должны лежать некоторые весьма надежные механизмы. С ними можно ознакомиться на примере системы Lilac Кена Брукса (Ken Brooks) с двумя представлениями, которая описана в работах [47] и [48]. Проблема заключается в том, что среди двух представлений, обеспечивающих в этом случае взаимодействие человека с компьютером, одно представление содержит намного более подробную информацию по сравнению с другим, поэтому для проведения изменений в более простом представлении требуется одновременно не только изымать, но и вводить определенную информацию в более сложном представлении.
4. См. [201].
5. См. [151].
6. См. [174], глава 4.