электронное научно-техническое издание
НАУКА и ОБРАЗОВАНИЕ
Эл № ФС 77 - 30569. Государственная регистрация №0420900025. ISSN 1994-0408

Использование возможностей графических систем для отработки новых упражнений спортсмена

 # 06, июнь 2010
авторы: Дроздов К. В., Мартынюк В. А.

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Известно, что тяжелые графические системы (CATIA, UNIGRAPHICS, Pro-Engineer), и современные системы PDM и PDL (ENOVIA, DELMIA и др.) имеют в своем составе различные средства, позволяющие имитировать поведение рабочих исполнителей или пилотов на своих рабочих местах (на конвейере, у станков, в кабине самолета, в салоне автомобиля и пр.). Такая имитация позволяет, например, полнее определить эргономические характеристики спроектированного рабочего места пилота, или наглядно продемонстрировать возникновение возможных очередей на обработку в процессе сборки на конвейере и т.д. Эти средства стали уже достаточно привычными в системах CAD и, как правило, сведены в разделе проектирования эргономики будущего рабочего места исполнителя в проектируемом изделии.

Если таким рабочим местом является, например, кабина самолета, то в этом случае в перечень эргономических вопросов входит расчет углов обзора пилота, доступность различных кнопок и рычагов управления, освещенность рабочего места, возможные позы, которые принимает пилот, различные нагрузки, которые он испытывает во время полета и многое другое. Естественно, что предоставляемые инструменты для отработки подобных вопросов включают в себя и возможность имитировать достаточно сложные перемещения пилота. Вплоть до возможности имитировать движения любого из его пальцев на каждой руке. В общем, для имитации движения исполнителя на его рабочем месте в перечисленных выше графических системах средств – более чем достаточно.

Поэтому оказалось возможным применить этот аппарат для имитации гораздо более сложных движений спортсмена в ситуации, когда он вместе с тренером только приступает к созданию совершенно нового движения или упражнения. Речь идет о ситуации, когда тренер придумывает совершенно новые элементы в спортивной гимнастике, художественной гимнастике, прыжках в воду, в фигурном катании, различных новых современных видах

зимнего спорта (например, halfpipe) и др.

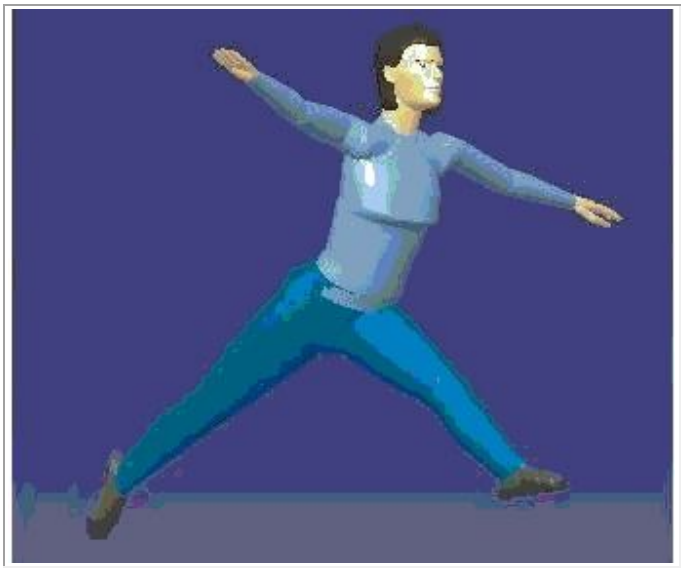


рис.1



рис.2

В таких ситуациях спортсмен ещё никогда не выполнял данного упражнения, и «заснять» учебный фильм не с чего, и не с кого. В таких ситуациях, конечно, можно разъяснить спортсмену его новые движения и элементы «на пальцах». Но гораздо нагляднее смоделировать новое движение на некоем манекене (рис.1-4) в реальной обстановке, рядом со спортивным снарядом, в реальном времени, с возможностью останавливать имитацию упражнения, рассматривать её с разных точек зрения, возвращать назад и пр. Именно такой инструмент и обсуждается в данной статье.



рис.3



рис.4

Нужно подчеркнуть, что речь идет не только о просмотре сгенерированных AVI файлов, в которых можно только останавливать и повторять движения спортсмена. Речь идет о полномасштабной имитации упражнения спортсмена с помощью соответствующей графической системы. В такой системе возможно:

- Полное обновление упражнения.
- Частичная его корректировка.
- Просмотр имитации с разных точек зрения.
- Повторы, возвраты назад, остановки и пр.
- Добавление элементов спортивного инвентаря и др.

Конечно, очевидный недостаток данной методики понятен. Если сравнивать имитацию движения спортсмена, выполненную по предлагаемой методике с помощью манекена, с последующим учебным фильмом, снятым по ходу движения реального спортсмена, то учебный фильм с живым человеком безусловно выиграет. В имитации движения манекена сразу бросается в глаза некоторая искусственность и неестественность поз и движений. Но повторим, что данная методика предлагается только для первоначальной, грубой проработки совершенно нового упражнения. И в этом случае некоторая неестественность человеческих поз и движений манекена допустима.

Конечно, первое, что приходит в голову при такой постановке задачи, - это графические системы типа 3D Studio Max и Autodesk Maya. Но мы выбрали одну из подсистем тяжелой графической системы CATIA. Не будем утверждать, что это самый оптимальный и удачный выбор. Скорее всего, в нашем случае сказалась приверженность системе CATIA по предыдущим промышленным проектам. Для нас оказалось проще и дешевле применить одну из подсистем уже освоенной большой системы, чем приобретать и осваивать меньшую новую графическую систему. Повторим - мы не настаиваем на том, что наш выбор – самый наилучший. Возможно, что имитация движения манекена с помощью системы Autodesk Maya, окажется эффективнее. Мы старались показать, что имитация достаточно сложного движения человека таким способом в принципе возможна. Кроме этого, хотелось лишний раз показать, что применение тяжелых графических систем часто оказывается слишком поверхностным. Многие их приложения практически не используются. Поэтому данную статью можно еще рассматривать и как иллюстрацию применения достаточно развитого раздела Ergonomics Design & Analysis (рис.5) в графической системе CATIA.

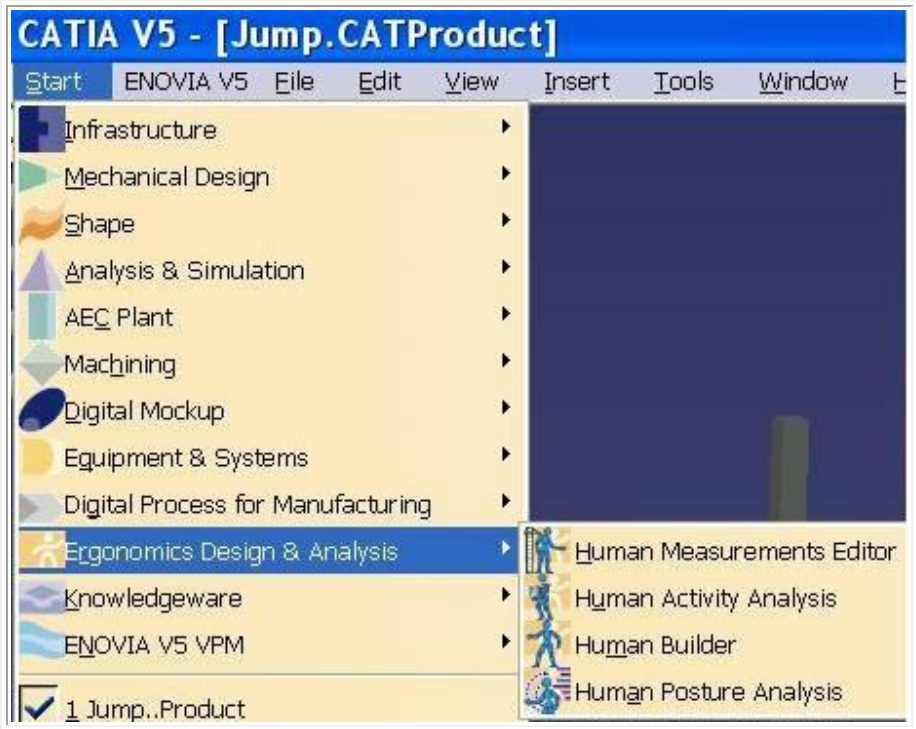


рис.5

Естественно, что разработка нового упражнения спортсмена начинается с объемного моделирования соответствующей спортивной площадки, или спортивного инвентаря. Например, для разработки новых прыжков и переворотов в таком зимнем виде спорта как Halfpipe придется смоделировать объект, показанный на рис. 6.

При имитации прыжка в высоту (конечно, ничего нового в этом упражнении нет, и мы говорим о таком прыжке только в качестве примера) придется разметить сектор для прыжков, смоделировать стойки и планку (рис.7). Желательно особо указать в секторе те места, на которые прыгун будет становиться ногой во время разбега.

Вообще, еще до имитации движений манекена важно как можно четче представлять себе не только его будущие позы, но и положения в пространстве, в которых спортсмен эти позы будет принимать. Вплоть до указания координат X, Y, и Z центра тяжести спортсмена. Применительно к прыжку в высоту важно знать: как сильно спортсмен подпрыгивает на каждом шаге разбега, как далеко или близко он ставит опорную ногу относительно стоек, как близко он подлетает к планке и пр. Все неточности, допущенные во время такого планирования будущего упражнения, явно проявятся в его итоговой имитации.

Конечно, для имитации известных упражнений очень пригодились бы так называемые фильмограммы, пример одной из которых показан на рис. 8. Но в нашей ситуации таких фильмограмм нет, и тренеру придется самому прикидывать, или рассчитывать положение спортсмена и его позы в каждый момент времени будущего упражнения. Это непросто, и может приводить к понятным ошибкам.

Конечно, выявив все ошибки и неестественности после первого же «проката» полученной имитации, вы тут же сможете эти ошибки исправить.

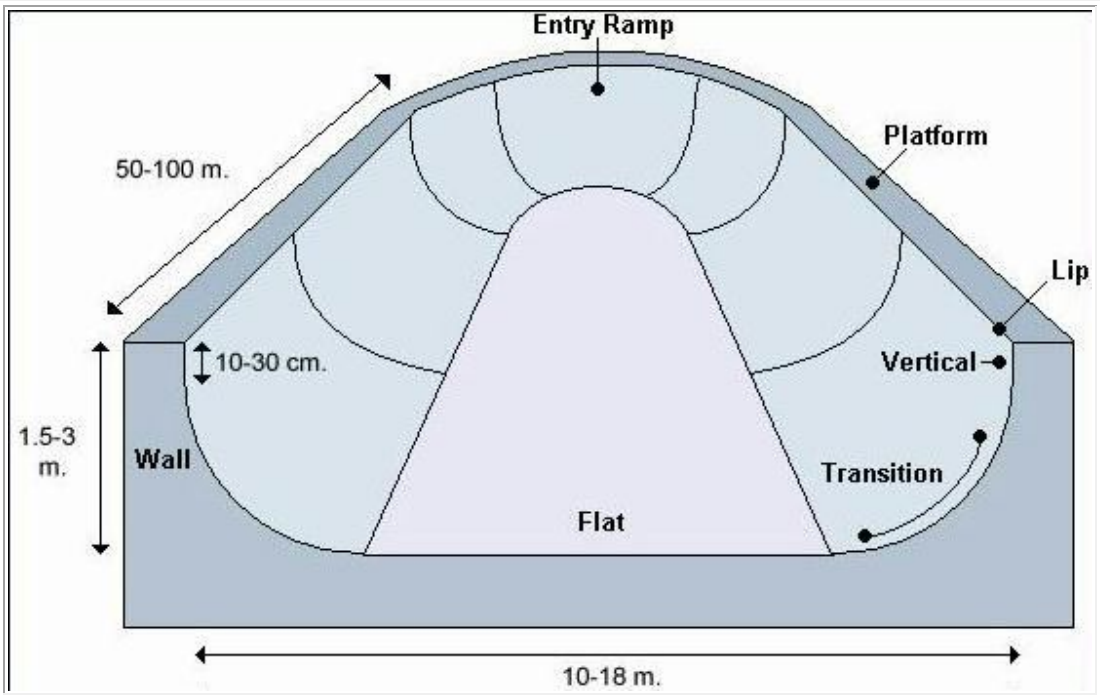


рис.6

Итак, проектирование нового упражнения спортсмена начинается с объемного моделирования его окружения. Нужно сказать, что окружение спортсмена, спортивные снаряды, его реквизит предварительно создаются как отдельные детали, которые впоследствии организуют итоговую сцену, в которой и выполняется новое упражнение. Если применять терминологию любой графической системы, то итоговую сцену мы проектируем как проект сборки.

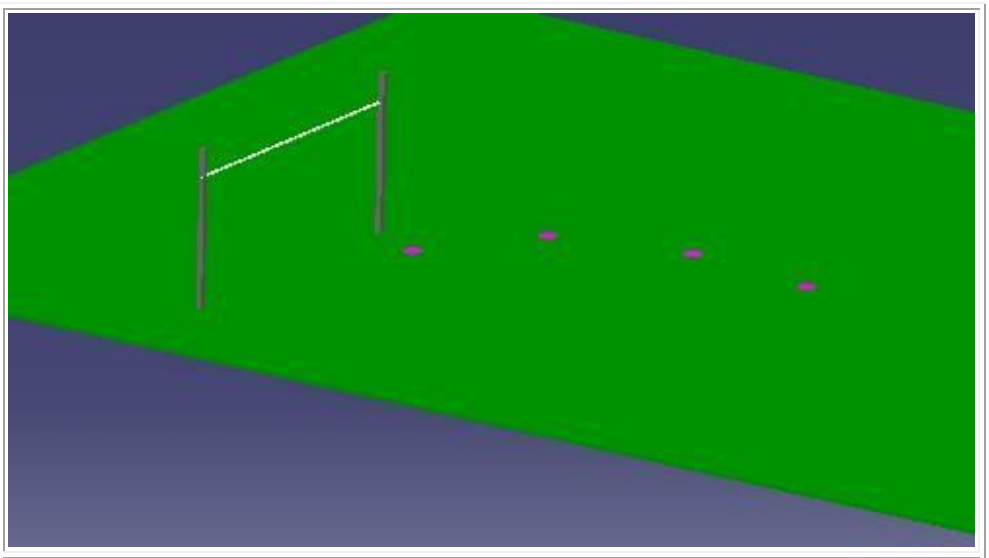


рис. 7

Можно сказать, что для прыжка в высоту такой сборкой будут изображения площадки сектора, стойки и планка (рис.7).

После того, как вы создали проект сборки, вы должны сгенерировать в этом проекте изображение человеческого манекена.

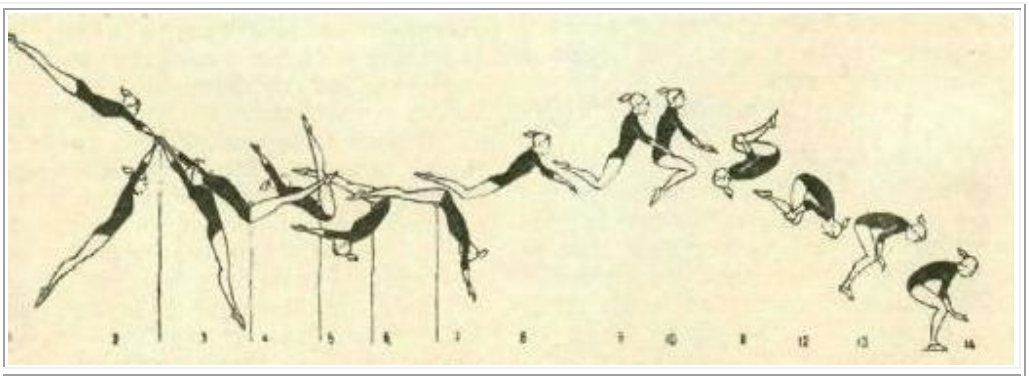


рис.8

Конечно, мы не будем подробно описывать технику выполнения этого этапа. Скажем только, что при этом возможно указать пол, вес манекена, принадлежность его к какой-либо расе. Кроме этого, можно указать точку привязки манекена, за которую вы сможете впоследствии перемещать его внутри сцены и пр.

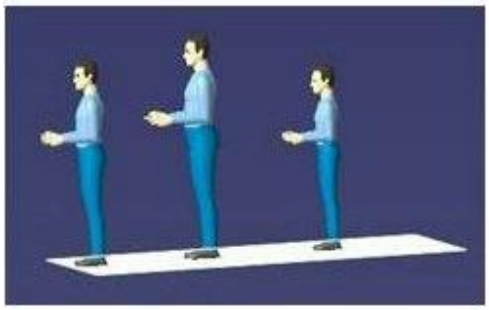


рис.9



рис.10



рис.11

На рис.9 представлены образцы манекенов разной величины.

Система предоставляет разнообразные инструменты, с помощью которых можно менять позу манекена самым произвольным образом (рис.10). В частности, можно по отдельности менять положение его рук, ног, головы, ступней, локтей, плеч, и даже каждого из пальцев на руках (рис.11).

Но главное в предлагаемой методике - это построение не отдельной позы, а создание

целой последовательности кадров, в каждом из которых важно по возможности точно смоделировать и позу спортсмена, и его положение относительно окружающей среды. Последовательность таких кадров впоследствии и создаст впечатление движущегося гимнаста, фигуриста, прыгуна и т.д.

Поэтому предварительно приходится осуществить примерную раскадровку поведения манекена в будущем упражнении. Это означает, что придется оговорить некоторое число различных поз, которые по ходу действия будет принимать манекен, и рассчитать его местоположение для каждой из таких поз в каждом будущем кадре относительно окружающих спортивных снарядов. Каждую из сгенерированных поз можно сохранить в соответствующем каталоге, что позволяет впоследствии многократно их использовать и редактировать. На рис. 12 показано содержимое раздела каталога, в котором хранятся различные позы манекена. Аналогично хранятся и соответствующие пространственные положения манекена.

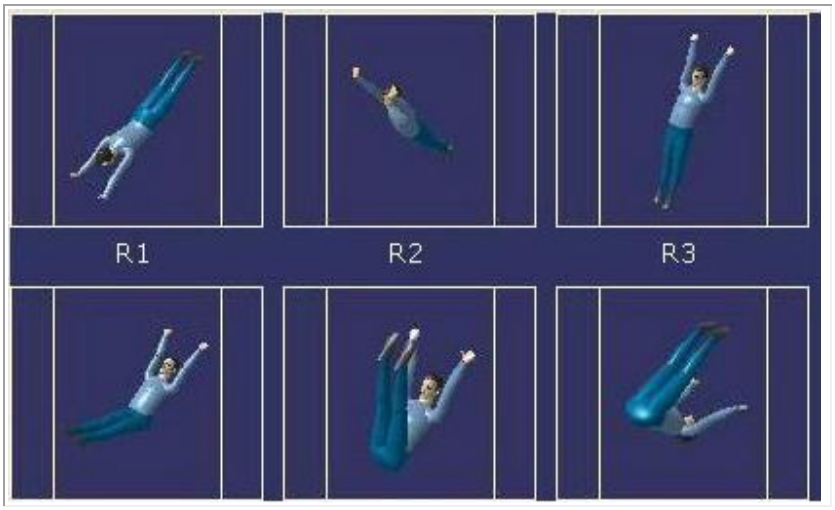


рис.12

Принцип создания анимации манекена состоит в том, что сначала вы «вручную» создаете несколько опорных кадров и положений манекена, а потом система дополняет их промежуточными подкадрами, которые в соответствии с заданным числом вставляются между опорными кадрами. Таким образом, создается последовательность достаточного количества опорных кадров и подкадров, которая в совокупности и позволит имитировать требуемое движение манекена.

Нужно подчеркнуть, что имитация движения манекена состоит из двух частей: подготовительной и основной.

На подготовительном этапе мы заготавливаем все необходимые позы манекена и фиксируем соответствующие им положения манекена в пространстве. Вся эта информация запоминается в соответствующем каталоге.

На основном этапе мы формируем последовательность опорных кадров, дополняем их промежуточными подкадрами, и определяем время имитации.

Нельзя утверждать, что описываемая технология имитации движения спортсмена полностью удовлетворяет поставленным требованиям. В частности, еще не решен вопрос наложения геометрических ограничений на манекен и элементы его реквизита. Например, во время сложных переворотов спортсмена - сноубордиста важно, чтобы доска сноуборда

плотно прилегала к его ногам. Еще сложнее организовать свободное перемещение, например, обруча, который подбрасывает, а потом опять ловит гимнастка. Эти вопросы еще предстоит решить. Конечно, при первоначальной разработке нового упражнения можно обойтись и без таких частностей, но представляет интерес сама технология наложения геометрических ограничений и свободное перемещение предметов.

Важным компонентом предложенной методики являются многократные исправления уже полученных имитаций движения спортсмена. Самыми распространенными исправлениями являются:

- Добавление в готовую имитацию новых дополнительных кадров
- Замена в готовой имитации отдельных кадров. Причем менять приходится и позу манекена, и его положение относительно окружающей среды.
- Изменение скорости перемещения манекена на отдельных участках его траектории.

Если на подготовительном этапе вы неправильно выполнили раскадровку будущего упражнения, и неравномерно сформировали опорные кадры по всей траектории движения манекена, то в итоге на отдельных участках он будет двигаться где-то быстрее, а где-то медленнее. Была предложена специальная методика исправления подобной неравномерности.

Следует отметить, что некоторые исправления в системе CATIA не всегда удобны. Поэтому приходиться разрабатывать собственные технологии отладки. Тем не менее, в целом нам показалось интересным применение одного из многочисленных приложений тяжелой графической системы CATIA для разработки новых элементов и целых упражнений спортсмена.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Басов К.А. CATIA V5. Геометрическое моделирование / К.А. Басов.-СПб.: Питер, 2008.- 280 с.

2. Мартынюк В.А. CATIA_ Начало работы [Электронный ресурс] 2007 //, (http://bigor.bmstu.ru), № 0320702622. Проверено 12.05.2010