

ПРИНЦИПЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОЦЕССАХ АВТОМАТИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Жигалов К.Ю.

Институт проблем управления Российской академии наук им В.А. Трапезникова, НОУ ВПО «Московский технологический институт «ВТУ», e-mail: kshakalov@mail.ru

В статье описывается процедура изготовления трехмерных моделей современными способами для дальнейшего использования в процессах автоматизации строительных объектов. Основное внимание уделено проблемам дополнения трехмерных моделей необходимыми для автоматизации атрибутами. Важно, что предложенный вариант хранения атрибутов позволяет сохранить файлы моделей в исходном виде. Это позволяет сохранять совместимость с программами 3d-моделирования. Кроме того, предложено решение автоматизации наполнения геоинформационной системы (ГИС) новыми актуальными данными и моделями, что существенно облегчит использование ГИС со временем. Последнее достигнуто путем размещения эталонных баз данных на сервере разработчика и включением периодической функции синхронизации баз между собой. Применение описанных в статье предложений возможно и в других сферах, использующих ГИС.

Ключевые слова: 3d-моделирование, модели для ГИС, доработка моделей для ГИС, моделирование в ГИС.

THE PRINCIPLES OF 3D MODELS PRODUCTION OF OBJECTS FOR USE IN PROCESSES OF CONSTRUCTION AUTOMATION

Zhigalov K.Y.

V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow Technological Institute, E-mail: kshakalov@mail.ru

In article are described procedure of three-dimensional models production by modern ways for further use in automation processes of construction objects. The main attention is paid to problems of addition of three-dimensional models by attributes which are necessary for automation. It is important that the offered option of storage of attributes allows to save files of models in an initial look. It allows to keep compatibility with the programs of 3D modeling. Besides, the solution of geoinformation system (GIS) filling automation is proposed by new actual data and models that will significantly facilitate GIS use over time. The last is reached by placement of reference databases in the developer's server and inclusion of function, which makes periodic synchronization of data bases among themselves. Application of the described in article offers can be useful and in other spheres which uses GIS.

Keywords: 3d modeling, models for GIS, completion of models for GIS, modeling in GIS.

В настоящее время изготовление трехмерных моделей занимает все более значимое место в самых разных областях. Модели используют в процессах визуализации в киноиндустрии, аэродинамического моделирования в промышленности, изготовления учебных пособий и т.д. Трехмерные модели находят использование и в процессах автоматизации строительства автодорог и магистралей для решения следующих задач:

- моделирование систем управления;
- визуализация процессов, происходящих на строительных объектах с ГИС.

В настоящее время 3d-моделирование производится следующими способами:

- по чертежам (рис. 1);
- по результатам лазерного сканирования.

В основном для построения 3d-моделей используют чертежи, фотографии и результаты непосредственных замеров. Это связано с тем, что сантиметровой точности для решения поставленных перед моделями задач вполне достаточно.

При построении моделей по чертежам на объектах выбирают «опорные» точки. Опорными точками обычно служат точки пересечения всех основных плоскостей объектов. Планы предварительно сканируют (если они на бумаге).

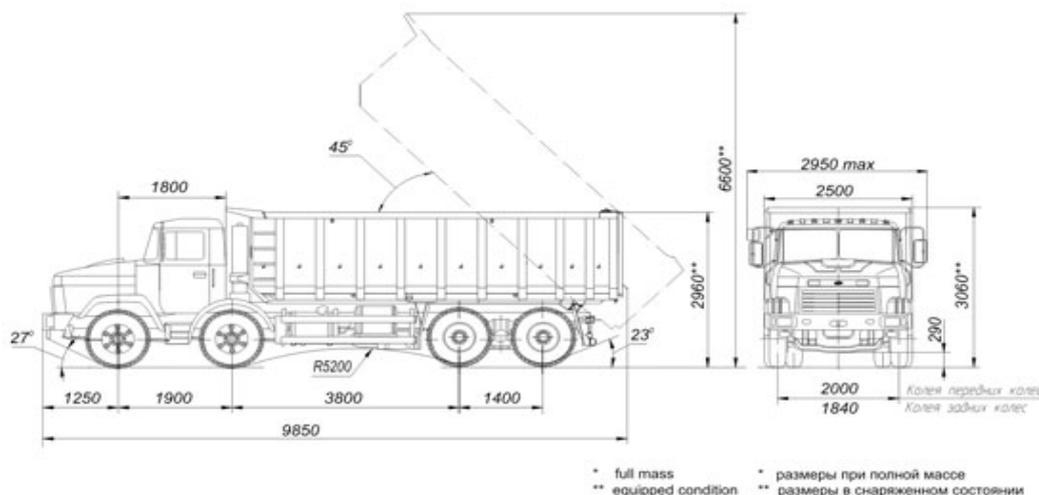


Рис. 1. Чертеж самосвала.

Далее растровые планы загружаются в программу 3d-моделирования (например: 3D MAX, Autocad). Там их располагают в тех плоскостях, проекциями которых они являются. На планах выбирается по два отрезка, лежащих и в других плоскостях (x и y для проекции на ось z, y и z для проекции на ось x, x и z для проекции на ось y), и задаются их реальные размеры в миллиметрах. После чего планы автоматически пересчитываются и начинают соответствовать реальному масштабу 1:1. На планах выбираются две точки, лежащие на разных проекциях, но имеющиеся на обоих планах. Эти точки сопоставляются друг относительно друга. С помощью привязки этих точек друг к другу планы строго позиционируются между собой.

Теперь можно приступать к непосредственному моделированию. При этом векторизуются все остальные линии посредством нахождения соответствующих точек или линий на всех планах и ручной обрисовки их в программной среде. Количество таких векторизованных граней будет напрямую влиять на детализацию изготавливаемой модели. В данном случае от детализации каждой модели будет зависеть производительность всей системы в целом, т.к. на отображение и просчет лишних граней затрачиваются вычислительные мощности. После проведения этой кропотливой процедуры получается своего рода «скелет» модели (рис. 2), соответствующий масштабу 1:1. В зависимости от последующего использования по этому скелету строят плоскости, затем или заливают их

определенным цветом для наглядности, или накладывают соответствующие плоскостям текстуры. В случае наложения текстур используются или рисунки, или фотографии, соответствующие каждой плоскости (предварительно их подготавливают путем копирования необходимых частей из фотографий). Для наложения на текстуре и модели расставляются соответствующие углам точки, после чего текстура натягивается на модель в автоматическом режиме [1].

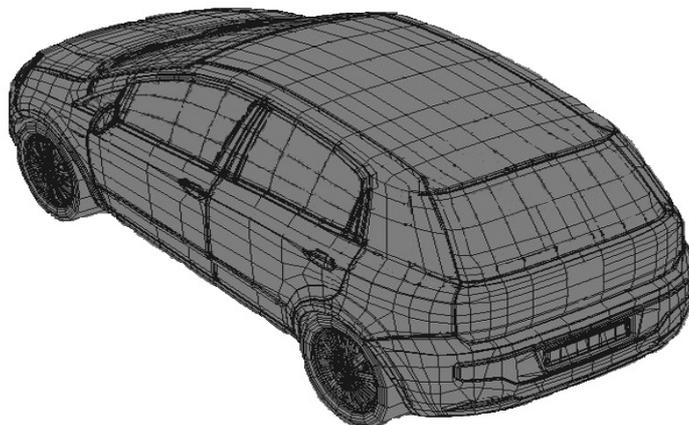


Рис. 2. «Скелет» модели.

При построении модели по данным лазерной локации основным источником данных является облако точек [4]. В данном облаке точек выбирают точки, соответствующие углам пересечения плоскостей реального объекта (по аналогии со способом построения моделей по чертежам). По выполнении данной процедуры векторизуются грани пересечения плоскостей путем проведения линий между выбранными точками. По завершении процедуры векторизации облако точек удаляется из проекта за отсутствием дальнейшей необходимости в нем. Таким образом, получается «скелет» модели. Дальнейшее моделирование ничем не отличается от предыдущего случая. Следует отметить, что изготовление модели таким способом более точное, но в поставленных задачах в этом нет никакой необходимости. Соответственно целесообразнее использовать способ моделирования по чертежам и прибегать к построению по данным лазерной локации только в экстренных случаях [3].

Подготовленную любым из описанных выше способов модель сохраняют в формате данных, поддерживаемом управляющей информационной системой. Тем не менее эта модель еще не совсем готова к использованию. Дело в том, что модель не имеет характеризующих реальный объект атрибутов, без которых дальнейшее ее использование в процессах моделирования затруднительно [2].

Добавление атрибутов возможно путем создания нового формата данных. Тем не менее внедрение другого формата связано с целым рядом сложностей:

- отсутствие систем 3d-моделирования для нового формата;

- отсутствие управляющих информационных систем, способных работать с новым форматом данных.

Для решения описанных выше задач необходимо производить большую работу с производителями ПО. Крайне сомнительно, что большинство из них пойдет на внедрение новых форматов для сравнительно небольшой целевой аудитории конечных клиентов. Наиболее подходящий вариант видится в добавлении к файлу, содержащему модель, еще одного файла с расширением *.gdb. Данный файл представляет собой некую базу данных, содержащую атрибуты модели. Поскольку системы 3d-моделирования не поддерживают создание и заполнение файла в данный момент (возможно, не будут поддерживать и далее), его можно создать и наполнить данными следующими способами:

- создать вручную и редактировать с помощью текстового редактора, встроенного в операционную систему;
- создать с помощью единственной на сегодняшний момент поддерживающей его системы «Талка-ГИС», разработки ИПУ РАН.

При создании вручную используется пустой макет. Первоначально пустой файл макета копируется и переименовывается аналогично названию файла, содержащего 3d-модель (за исключением расширения). Таким образом, избегается путаница с файлами в дальнейшем. По получении файла оператор заполняет данные в форму, исходя из ТТХ реального объекта. Форма избыточна, т.к. рассчитана под разные типы объектов, использующихся при строительстве, соответственно оператором заполняются поля, только необходимые для данного конкретного объекта.

Таблица 1

Пример файла базы данных для 3d-модели

<i>Наименование атрибута</i>	<i>Значение атрибута</i>
Наименование файла с 3d-моделью	*.*
Марка	
Модель	
Доп. данные	
Грузоподъемность	кг
Мин. скорость	м/час
Макс. скорость	м/час

Расход топлива	л/час (км)
Вес	кг
Объем разравниваемого грунта	куб. м.
Объем извлекаемого грунта	куб. м
Управление объектом	автоматическое/ручное
Угол поворота колес	град.
Мин. высота укладки асфальта (для асфальтоукл.)	см
Макс высота укладки асфальта (для асфальтоукл.)	см
Клиренс	см
Макс. угол подъема	град.
Макс. высота преодолеваемого препятствия	см
Ширина захвата грунта (для грейдера)	см
Ширина	см
Макс. угол преод. препят. спереди	град.
Макс. угол преод. препят. сзади	град.
Расстояние между осью колес/гусениц	см
Расстояние между осями	см
Макс. высота от земли	см
Время остановки со скор. 20 км/час	сек
Ширина катка	см

Следует отметить, что данная таблица будет дополняться со временем и другими разделами, при использовании и других типов машин и механизмов. В этом случае новые атрибуты будут добавляться в файл ниже дополнительными строками. ГИС будет обрабатывать дополнительные строки сразу после общего обновления через Интернет.

В случаях заполнения информации через ГИС оператор сначала выбирает марку и модель единицы, если информация имеется во встроенной БД, то остальные данные подставляются автоматически. Если же информации о данной единице в базе данных нет, то оператор вводит их вручную, отвечая на запрашиваемые ГИС данные. После ввода новых данных вся информация записывается в БД с пометкой «новые данные» и при первой же синхронизации ГИС с сервером разработчика передается на него. По завершении передачи пометка «новые данные» снимается для исключения повторений. Таким образом, постоянно поддерживается актуальность БД за счет конечных пользователей. Это позволяет разработчику экономить средства на отслеживании актуальных используемых машин и лишь проверять правильность ввода данных конечным пользователем. По завершении выполнения проверки разработчиками и принятия данных они становятся частью БД и пополняют базы данных пользователей при следующих обновлениях систем через веб-сервер.

По завершении всех описанных выше процедур подготавливаемая модель может быть использована в системах автоматизации процессов строительства.

Следует отметить, что кроме моделей техники в ГИС используются и 3d-модели других объектов, находящихся на площадках. К таким объектам можно отнести: центр обработки данных (ЦОД), пункты автоматизированного мониторинга, забор, бытовки и другие вспомогательные строения.

Список литературы

1. Жигалов К.Ю. Методика фотореалистичной векторизации данных лазерной локации с целью дальнейшего использования в ГИС // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2007. - № 6. - С. 138-140.
2. Жигалов К.Ю., Сюняев Ш.И. Модели движения строительной техники в процессах автоматизации строительства объектов // Актуальные инновационные исследования: наука и практика [Электронный ресурс]. - 2013. - Т. 3. - URL: http://www.actualresearch.ru/nn/2013_3/Article/geosciences/zhigalov2013_3.html. (дата обращения: 18.06.2014).
3. Журкин И.Г., Волкович Е.В., Жигалов К.Ю. Технология обработки данных лазерной локации для получения крупномасштабных планов сложных инженерных сооружений // Материалы международного промышленного форума GEOFORM+ . - М., 2007. - С. 20.
4. Фрейдин А. Лазерное 3D-сканирование в геодезии для строительства // Строительная инженерия. - 2005. - № 1. - С. 40-43.

5. Larsson Sören, Kjellander J.A.P. Motion control and data capturing for laser scanning with an industrial robot // Robotics and Autonomous Systems. – 2006. - Vol. 54. - Issue 6. - P. 453-460.

Рецензенты:

Журкин И.Г., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой ВТиАОАИ Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК), г. Москва.

Никульчев Е.В., д.т.н., профессор, проректор по научной работе НОУ ВПО «Московский технологический институт «ВТУ», г. Москва.