

# LGS – эффективный и доступный решатель геометрических задач

Сергей Прейс ([spr@ledasgroup.com](mailto:spr@ledasgroup.com))

## Зачем нужны геометрические решатели

Функционирование многих программных продуктов (САПР, графические системы, игры и др.) невозможно без решения разнообразных геометрических задач. Назначение соответствующих функциональных модулей – **геометрических решателей** – заключается в том, чтобы повысить производительность работы конечного пользователя за счет упрощения процессов создания и модификации геометрических моделей.

Сейчас основной технологией, для которой используются геометрические решатели (**солверы**), является т.н. *вариационное*, или *параметрическое*, проектирование. При использовании этой техники проектирования принципиальное значение имеют не только чертежные примитивы, но и *ограничения*. Ограничения могут относиться к самым разнообразным геометрическим сущностям и категориям, используемым в практике: расстояниям, углам, радиусам, инцидентности, касанию, симметрии, фиксации положения, ориентации и многому другому. Вариационная, или параметрическая, модель состоит из соответствующих объектов и ограничений, так что все модификации одного или нескольких элементов модели автоматически распространяются через взаимосвязанные ограничения, обеспечивая, таким образом, постоянное соответствие новых версий модели первоначальному замыслу проектировщика. Вследствие такого подхода кропотливый, сложный и чреватый ошибками процесс построения, развития и модификации чертежа фактически трансформируется в комфортабельное взаимодействие пользователя с высокопроизводительной высокоуровневой экспертной системой.

Геометрический решатель берет на себя существенную долю труда и ответственности за построение чертежей, радикально повышая производительность этого процесса за счет накопленных в нем геометрических знаний и умения эффективно применять их в соответствии с конкретной ситуацией.

Естественно, для создания такого интеллектуального модуля требуются оригинальные решения и многолетние усилия весьма высококвалифицированных специалистов, что обходится не дешево. Это и стало одной из причин того, что цены на лицензии и сопровождение, определенные фактически монопольным поставщиком геометрических решателей – британской компанией **D-Cubed**, – незаслуженно оставили практически без интеллектуальной геометрической поддержки огромную нишу мирового рынка малых и средних САПР и графических систем.

## Геометрический решатель LGS

Но уже очень скоро ситуация улучшится: компания **ЛЕДАС** выпускает на рынок свой геометрический решатель **LGS**, сравнимый по основным характеристикам с решателем **DCM** компании **D-Cubed**, а в чем-то и превосходящий его. Наша компания видит свою миссию в том, чтобы геометрический решатель стал неотъемлемой стандартизированной компонентой малых и средних систем, существенно связанных с геометрией (проектирование, графика, моделирование, игры и др.), способствуя значительному росту производительности работы инженеров и дизайнеров. Широкая доступность системы **LGS** базируется на эффективности архитектурных и алгоритмических решений, компактности, гибкой ценовой политике и развитом сервисе.

По мнению аналитиков нашей компании, неизбежному расширению сферы приложения геометрических решателей также должно способствовать существенное повышение производительности настольных систем и развитие вычислительных методов (в т.ч. геометрических), профессиональной разработкой которых компания активно занимается и которые использует в своих продуктах.

На начальном этапе распространения **LGS** компания **ЛЕДАС** предлагает особые условия его приобретения, а также **полную локализованную техническую поддержку высокого уровня**. Помимо обычного консультирования по телефону и *e-mail* предоставляется доступ к прозрачной системе отслеживания ошибок **IMS** (<https://ims.ledasgroup.com>), через которую клиенты могут не только сообщать о проблемах, но и отслеживать статус их решения. Кроме того, партнер **ЛЕДАС**, компания **Sib3** (<http://www.sib3.ru>), предлагает услуги: по интеграции **LGS** в приложения наиболее адекватным образом, по разработке приложений, основанных на **LGS**, а также разработку специализированных версий **LGS** с учетом потребностей конкретного приложения.

Основные сведения о решателе **LGS** можно найти на сайте <http://lgs.ledasgroup.com>. Выход первого официального релиза продукта назначен на осень 2003 года, но уже сейчас можно получить “полноценную” документацию, а также скачать все необходимое для тестирования и предварительной интеграции, приняв участие в программе опережающей разработки (<http://lgs.ledasgroup.com/eap>). Там же, на сайтах **ЛЕДАС**, содержится более подробная информация о геометрических решателях: их назначении, свойствах, сферах применения, возможностях интеграции и развития, примеры и др.

### Интеллектуализация черчения

В качестве простейшего примера работы геометрического решателя возьмем задачу модификации равно-стороннего треугольника со скругленными углами. Чтобы увеличить уже начерченный треугольник, оставив радиусы скруглений прежними, в самом простом случае надо увеличить длину всех трех сторон до одной и той же величины – по очереди и аккуратно. Но ведь с этими сторонами могут быть связаны большие сложные узлы... Чтобы справиться с этой задачей при помощи геометрического решателя, достаточно указать измене-

ние только одной стороны, поскольку данный треугольник задается длиной одной стороны и условиями (*ограничениями*) равенства длин всех сторон.

В современных вариационных подходах с использованием геометрических решателей ограничения стали неотъемлемой частью чертежа. К преимуществам вариационного подхода относятся:

- уменьшение объема данных, которыми оперирует САПР;
- возможность задания любых зависимостей, в т.ч. и циклических;

- упрощение переноса данных между различными САПР и др.

Именно к классу *вариационных геометрических солверов* и относится *LGS*. Выпускаемая в настоящее время версия предназначена для поддержки черчения на плоскости.

Сегодня *LGS* работает со всеми элементарными объектами, которые встречаются в модулях черчения: точками, прямыми, окружностями, эллипсами, произвольными кривыми. Более сложные объекты – ломаные, прямоугольники, скругления и т.п. – легко моделируются с помощью простых элементов и ограничений внутри модуля черчения и могут быть доступны пользователям как примитивы.

На простых объектах поддерживаются отношения двух видов:

- меры – угол, расстояние, радиус;
- ограничения – совпадение точек, принадлежность точки прямой или кривой, касание прямой и кривой, равенство расстояний, симметрия и пр.

Набор отношений, поддерживаемых *LGS*, весьма широк. К тому же каждое ограничение поддерживается в нескольких вариантах – в зависимости от объектов, которые оно связывает.

На моделях, состоящих из объектов и ограничений, поддерживаются операции *размещения* объектов с учетом наложенных отношений и *перемещения* отдельных объектов на чертеже – их сдвиг и поворот. При этом если ограничения противоречивы, или перемещение противоречит наложенным ограничениям, то решатель выдает точную диагностику: какие именно ограничения надо удалить, чтобы устранить противоречия.

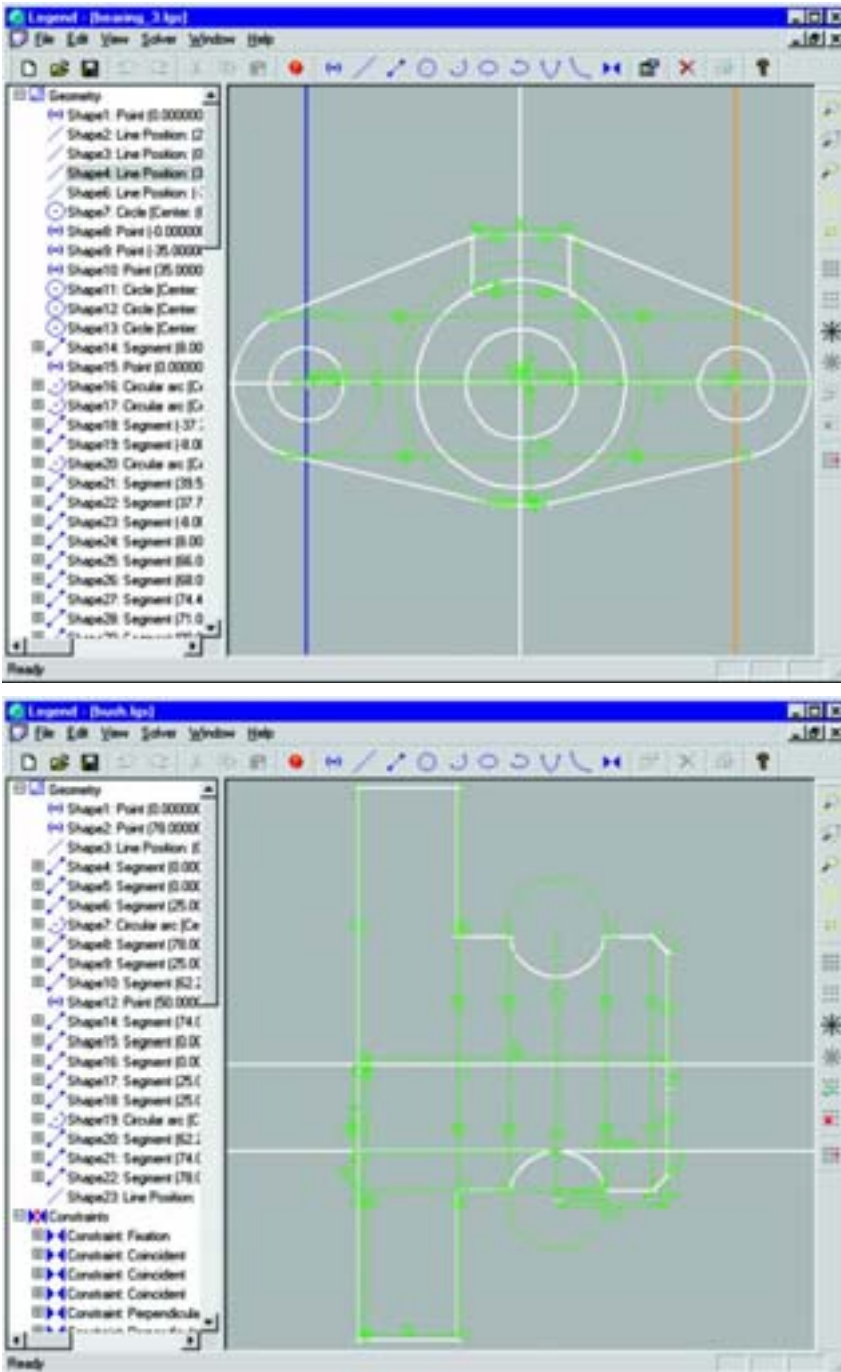


Рис. 1. Примеры плоских чертежей объемных деталей с наложенными ограничениями

## Ограничения – сфера приложения неограниченна

Решатель *LGS* может стать основой для широкого ряда приложений, часть из которых кратко характеризуется ниже.

### ✓ Модули двумерного черчения в 2D- и 3D-системах САД

Это традиционная сфера приложения вариационных решателей. Использование ограничений позволяет сделать черчение более точным: достаточно нарисовать два пересекающихся отрезка прямых и указать между ними угол в 30 градусов, чтобы они расположились именно под таким углом с высокой точностью. Добавим описание скругления с заданным радиусом – и оно встанет на свое

место. Укажем другой угол между прямыми – скругление сохранит изначально заданные характеристики.

Более того, такое приложение может само анализировать чертеж и стараться понять, какие соотношения между объектами конструктор имел в виду. В этом случае программа предложит задать соответствующие ограничения – таким образом, чертеж будет уточняться непосредственно в ходе черчения. Подобная функциональность встречается в “больших” САПР, но до сих пор, в основном, не была доступна пользователям простых систем.

Еще одной интересной возможностью, которая может быть реализована с использованием геометрического

решателя, является интерактивное изменение модели. Скорость работы современных решателей позволяет переменить отдельные части модели так, что все наложенные ограничения остаются выполненными: таким образом, проектировщик, меняя позицию части модели, видит, как меняется вся модель, какие положения допустимы, а какие – нет.

### ✓ Моделирование механизмов

С использованием геометрического решателя можно просчитать все фазы изменения модели при изменении какого-нибудь параметра на чертеже. Так, например, можно анимировать процесс движения поршня в двигателе внутреннего сгорания, учитывая зависимость положения поршня от угла поворота вала.

Такое моделирование может выполняться как с помощью изменения значения параметра во времени (задаются границы изменения и интервал времени), так и динамически – в результате действий пользователя (например, перетаскивания мышью).

### ✓ Архитектурные САПР

В архитектурных САПР проектировщик чаще всего имеет дело с плоскими проекциями – полом, стенами и т.д. Предоставляемая решателем *LGS* возможность задания ограничений значительно обогатит процесс динамического проектирования: можно будет просматривать разные варианты проекта, изменяя те или иные условия. При этом ключевые соотношения будут сохраняться автоматически.

Также можно использовать геометрический решатель для моделирования мебели и аксессуаров при создании дизайна интерьеров. Использование ограничений позволит

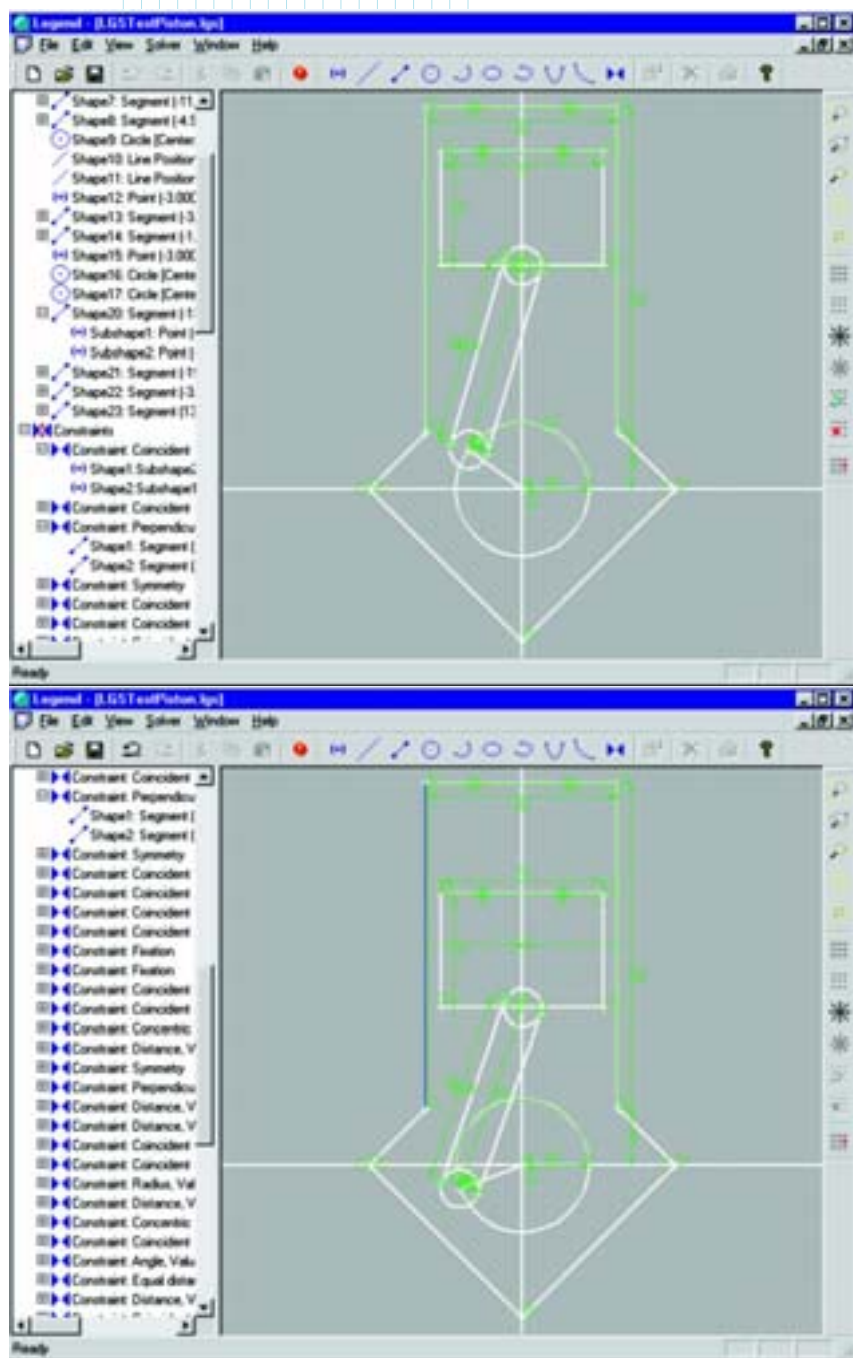


Рис. 2. Модель поршня: две фазы движения



варьировать лишь некоторые параметры изделия, сохраняя его общий внешний вид.

Конечно, это далеко не все сферы приложения *LGS*. Этот решатель может работать как в составе машиностроительной САПР или другой системы 3D-моделирования, так и в составе пользовательских приложений. В последнем случае он будет решать уже конкретные геометрические задачи, которые возникают в таких приложениях, например:

- сохранять целостность рисунка при трансформациях в дизайнерских пакетах типа *CorelDraw*;
- уточнять взаимное расположение объектов (к примеру, на интегральных схемах);
- использоваться для построения библиотек объектов, уменьшая размер таких библиотек и делая объекты параметрическими.

В планах развития *LGS* есть ряд направлений, которые позволят еще более расширить применимость решателя. Это и создание полноценного трехмерного солвера, и включение в число ограничений сложных мер (длин контуров и площадей), физических отношений из области статики и динамики, и даже включение средств совместной распределенной работы с возможностью разрешения возникающих противоречий (коллаборативность).

### Почему именно ЛЕДАС

Основой успеха проекта *LGS* стал многолетний опыт сотрудников компании ЛЕДАС в исследованиях и технологиях, связанных с *программированием в ограничениях (constraint programming)*, который уходит корнями во времена лаборатории искусственного интеллекта Новосибирского института систем информатики им. академика А.П.Ершова (ИСИ СО РАН). С другой стороны, компания ЛЕДАС приобрела огромный практический опыт за четыре года своего постоянно расширяющегося сотрудничества с лидером мирового САПР-строения – *Dassault Systèmes* (Франция) – в области разработки интеллектуальных компонентов для *САТ/А*.

ЛЕДАС – одна из ведущих групп в области экспертизы и построения решений для интеллектуализации процессов проектирования. Исходя из этого, компания объявляет о проведении в июне 2004 года в Новосибирском Академгородке, совместно с рядом известных организаций-партнеров, **международной конференции “Интеллектуальные подходы в САД/САМ/САЕ и компьютерной графике: от методов к приложениям” (isiCAD-2004)**. Ожидается, что участие в конференции примут представители разработчиков

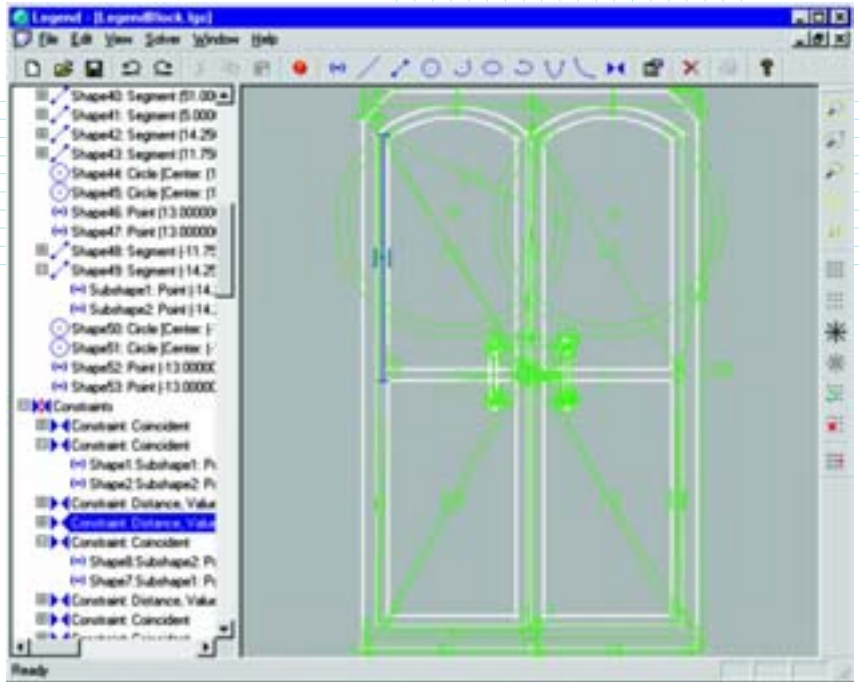


Рис. 3. Модель мебельной детали

САПР, исследовательских групп в области интеллектуальных технологий для САПР, а также российские и зарубежные пользователи САПР. В плане подготовки к конференции ЛЕДАС планирует серию публикаций, посвященных использованию ограничений для черчения, распределенного дизайна, концептуального дизайна и др.

К основным разработкам компании ЛЕДАС, наряду с *LGS*, относятся интеллектуальные решения: для расчета и оптимизации расписаний проектов с учетом сложных ограничений на ресурсы, для интеллектуального планирования персонала, интервальный вычислитель и др. (см. <http://ledasgroup.com/solutions.html>). Компания предлагает свои услуги в области консалтинга по интеллектуализации приложений, экспертизе и выбору оптимальных технологий, а также – в партнерстве с *Sib3* – услуги по построению специализированных эффективных вычислительных подсистем широкого класса.

Компания ЛЕДАС, расположенная в Новосибирском Академгородке, поддерживает тесные контакты с академическими исследовательскими группами. В штате компании – программисты и аналитики, имеющие весьма высокую квалификацию в разработке и построении наукоемких решений и продуктов. Кроме того, компания постоянно расширяется за счет привлечения талантливых выпускников НГУ.

Более подробную информацию о группе компаний ЛЕДАС можно получить на Web-сайтах <http://ledasgroup.com> и <http://sib3.ru>. Свяжитесь с представителями компании можно по e-mail [info@ledasgroup.com](mailto:info@ledasgroup.com), по тел. +7 (3832) 396-504 и факсу +7 (3832) 344-110. ☎