

УДК 004.021

Н.Л.Розанов (6 курс, каф. КИТвП), М.А.Курочкин, к.т.н., доц.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДА РАЗМЕЩЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ В ЗАМКНУТОМ ПРОСТРАНСТВЕ ДЛЯ САПР «ГИДРОПРИВОД»

Целью данной работы является разработка метода размещения оборудования в замкнутом пространстве. Оборудование и помещение, в котором происходит размещение, представлены в виде объёмных моделей в системе Pro/Engineer. Элементы размещения связаны между собой трубопроводами, конфигурация которых задана принципиальной гидравлической схемой. Разработка метода заключается в постановке задачи оптимизации, выработке целевой функции, критериев и ограничений, выработке математической модели оптимизационной задачи, алгоритма размещения, методов оценки полученных результатов. В результате работы метода должен быть получен окончательный вариант размещения в виде чертежа общего вида с разводкой трубопровода.

Сама задача размещения требует построения алгоритма размещения, результатом работы которого должно являться либо успешное его завершение, либо некоторая формальная оценка, дающая обоснование тому, что размещение не может быть выполнено при конкретных исходных данных.

Решение задачи размещения требует наличия инструмента, позволяющего некоторым образом изменять размещаемые объекты. Такой инструмент предлагается ввести с помощью операторов преобразования, то есть операций над множествами, например, О1 – операция масштабирования, О2 – операция поворота, О3 – операция переноса.

Приведенные операции являются аффинными преобразованиями. Кроме них вводятся также операции структурных преобразований: О4 – операция сужения множества, О5 – операция расширения множества.

Композиция операторов преобразования объектов размещения позволяет выполнять различные модификации. Для каждого из этих операторов важно определить:

- Область определения. С точки зрения задачи размещения, все множество объектов размещения следует разбить на классы эквивалентности, если к ним применим один и тот же набор операторов преобразования.
- Область значений. Для каждого оператора формально задается правило построения образа для элемента, к которому он применяется.
- Границы применимости оператора. Так как некоторый оператор может применяться несколько раз к одному и тому же элементу множества (более того, в композиции с другими операторами), то необходимо указать максимальную степень (число повторений применения) оператора, при которой объект сохраняет свои свойства.

Таким образом, задача размещения ставится следующим образом: определить координаты размещения элементов (объектов) множества, удовлетворяющие множеству критериев оценки размещения, с учетом заданных на исходном множестве бинарных отношений и операторов преобразования.

В дальнейшем, при разработке алгоритма для конкретной предметной области, достаточно, опираясь на теоретическое исследование данной задачи, определить эти множества, задать требуемые для данной предметной области бинарные отношения (параметры) и выбрать необходимые операторы преобразования, то есть свести решение задачи к конкретной предметной области.

Для решения задачи оборудование гидропривода, представленное исходно в виде объёмных моделей в системе Pro/Engineer, заменяем параллелепипедами, используя их

габаритные размеры. Это существенно облегчает работу с ними и при этом незначительно отразится на качестве полученного размещения. Для каждого из объектов размещения на одной или нескольких плоскостях параллелепипеда его упрощённой габаритной модели задаются контактные разъемы в виде связей между данной плоскостью текущего объекта и плоскостью (плоскостями) объекта или объектов, к которым идут эти связи. Для каждой размещаемой модели задаются ограничения на применение к ней операторов вращения в горизонтальной и вертикальных плоскостях. Так, одни модели могут быть повернуты в вертикальной плоскости для оптимизации размещения, а другие не могут в силу свойств данного оборудования. Также для каждого объекта размещения задаётся плоскость, к которой должен быть обеспечен доступ, плоскость крепления объекта (вертикальная или горизонтальная) если это важно для данного оборудования. Соответственно, всё множество оборудования делится на подмножества в зависимости от высотных требований к его размещению. Один тип оборудования должен обязательно устанавливаться в плоскости пола, установка другого возможна как на горизонтальную, так и вертикальную поверхность, остальные обязательно должны быть установлены, например, над верхней плоскостью оборудования первого типа. Также задаётся эксплуатационное пространство оборудования, которое должно быть обеспечено при размещении. Для трубопровода имеют место ограничения на длину соединений, радиус изгиба, возможность доступа к оборудованию.

Сам процесс размещения состоит из 3 основных этапов:

1. Из всего множества размещаемых объектов выбирается подмножество, для элементов которого является обязательным размещение в плоскости пола. Из этого подмножества выбирается наиболее связанный элемент и размещается таким образом, чтобы обеспечить доступ к его связанным и обслуживаемым плоскостям и с учётом всех ограничений. Далее размещается наиболее связанный с уже размещённым элемент. Проводится последовательное размещение элементов, в результате которого получаем начальное размещение.
2. Когда все элементы размещены (или не получилось разместить) производится попытка оптимизировать размещение одним из итерационных алгоритмов (например, методом парных замен). Производится перестановка двух элементов размещения (если это возможно) и производится оценка улучшения размещения с точки зрения критерия качества.
3. После окончания размещения первого подмножества переходим к размещению элементов, для которых возможной или обязательной является их установка не на плоскость пола помещения. Для этого проводим горизонтальную плоскость на уровне высоты самого низкого из размещённых объектов. В результате получим запрещённые области в местах пересечения этой плоскости с уже размещённым оборудованием и области, пригодные для размещения. Решаем задачу размещения на этой плоскости как в пунктах 1 и 2. Таким образом поднимаемся в пространстве размещения, пока не будет размещено всё оборудование. Если достигнута максимальная высота помещения, а осталось неразмещённое оборудование, делаем попытку разместить оборудование на плоскости пола. Если и это не удаётся, то предлагается ослабить ограничения на размещение и повторить весь процесс.

Таким образом, нами предложена методика для размещения оборудования в замкнутом пространстве. Необходимо уточнение ограничений на размещение, критериев оценки полученного размещения, выработка по ним целевой функции. Также необходимо компьютерное моделирование для выявления наиболее подходящего для данной предметной области алгоритма плоского размещения.