

Young-Ju Kang
101-1702 POSCO APT Daichi-dong Kangnam-gu Seoul, Korea

“ АНАЛИЗ ДЕРЕВА ФУНКЦИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НОВЫХ ИЗДЕЛИЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ”



АННОТАЦИЯ

Научный руководитель: Александр Любомирский

ТРИЗ является набором правил технической эволюции инженерных систем. С помощью ТРИЗ были созданы многие замечательные изобретения. Также, она может быть применена для 1) обхода патентов, 2) снижения стоимости изделий, 3) улучшения систем, 4) инновации процессов и 5) создания новых изделий. Современный тризовский процесс состоит из аналитической фазы для анализа системы и творческой фазы для генерирования концепций.

Одно из основных направлений эволюции ТРИЗ это подход к моделированию систем. В классической ТРИЗ отсутствует метод описания системы, так что начальная формулировка задачи должна была осуществляться методом инженерной интуиции. В дальнейшем, для анализа систем был разработан функциональный анализ, и он позволил выявлять более практические проблемы в системе. Это упростило поиск решений в ТРИЗ.

В 1999 я изучал аналитическую часть тризовских процессов и столкнулся с ситуацией предсказания будущих систем. Иногда новая техническая система (система, задающая новую парадигму) не базируется на анализе предыдущей системы. Например, жидкокристаллический дисплей имеет ту же самую функцию что и дисплей с катодной трубкой, но их компоненты совершенно различны. Функции этих двух систем очень похожи, но новая система вряд ли могла бы произойти из предыдущей. В это время обычно используются функционально ориентированный поиск или же радикальное свертывание, но новая система обычно новые компоненты и функции приобретает а не теряет через свертывание.

Иногда функция в системе могла быть нужной во время разработки. Однако, техническая эволюция сегодня очень быстра. Функция приобретается на начальной и переходной стадиях, но ее ценность может смотреться по-другому в другом прямоугольнике на 9 виде экрана.

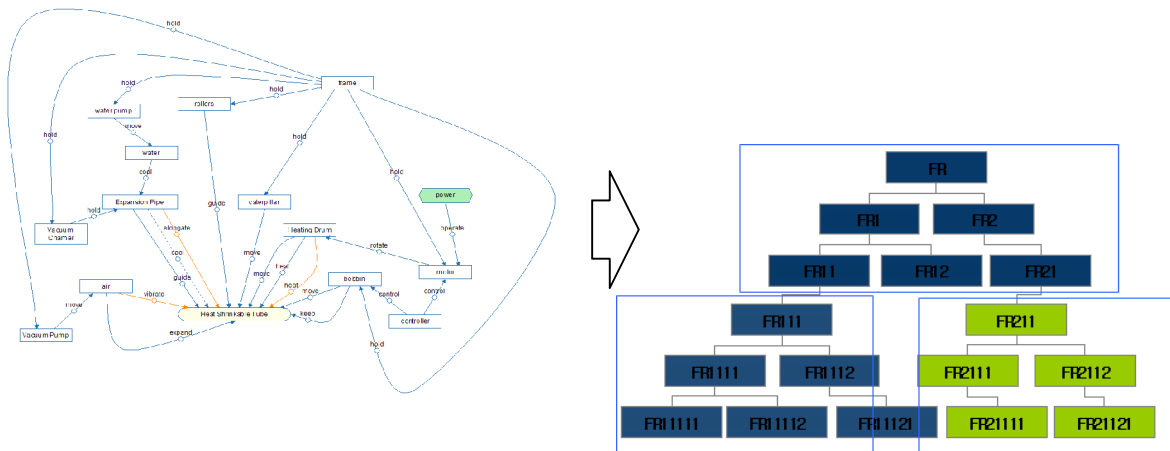
Поэтому, мои исследования были сосредоточены на разработке нового метода анализа задач для разработки новых изделий. Я взял за пример иерархическую структуру "аксиоматического дизайна" (axiomatic design) и решил модифицировать эту структуру с точки зрения ТРИЗ.

Окончив университет Yonsei, я работал как ТРИЗ-организатор на фирмах LG-Cable, Hyundai Motors и POSCO в течении 10 лет. Я встретил нескольких ТРИЗ экспертов и технических инженеров и учился у них. К счастью, мне удалось применить и далее разработать мою теорию через практические проекты.

Обычно функциональный анализ это наиболее популярный способ, чтобы описать систему. Хотя он позволяет построить объективную модель системы, он недостаточен для разработки новых изделий, так-как обычно он моделирует существующие компоненты ныне существующей системы.

Будущие системы могут базироваться на той же самой структуре функций и компонентов, но обычно набор функций новой системы значительно отличен от предыдущего дизайна. Чтобы предсказать будущее системы, следует изучить структуру функции а не компонентов существующей системы.

.



Я внедрил разработку дерева функций для описания функциональной структуры для разработки будущей системы. В начале, мы проводим обычный функциональный анализ и извлекаем из него функции. Далее, они преобразуются в "функциональные требования" (function requirement) и группируются в "функциональные модули" (function module). Далее, они образуют иерархическую структуру наборов функциональных требований. Дерево функций дает лучшую картину системы с точки зрения разработчика.

АЛГОРИТМ ДЕРЕВА ФУНКЦИЙ

1. извлечь функции из существующих правил инженерной системы
2. категоризировать функции
3. преобразовать функции в функциональные требования

Function Requirements	Function Module	Functions	Components

4. организовать функциональные требования в форме дерева



5. расширить функциональное дерево (необязательный шаг)
6. анализировать выполнение функций

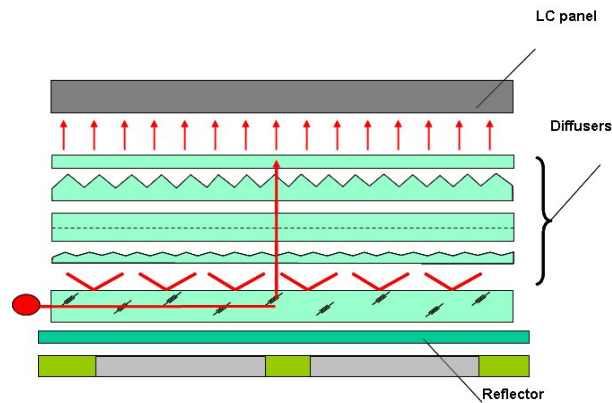
Functional Requirement	Operation Time	Operation Space	Performance	Cost

7. выбрать сценарий для дерева функций
8. построить новое дерево функций
9. провести оценку нового дизайна

Этот подход был многократно проверен на практике в LG-Cable и Hyundai Motors. Я пришел к выводу, что это моделирование позволяет найти более удобную задачу для разработки новой системы. В этой диссертации я обсужу разработку нового устройства подсветки для жидкокристаллическо-светодиодного экрана как наглядный пример этого метода для разрешения задач в системе.

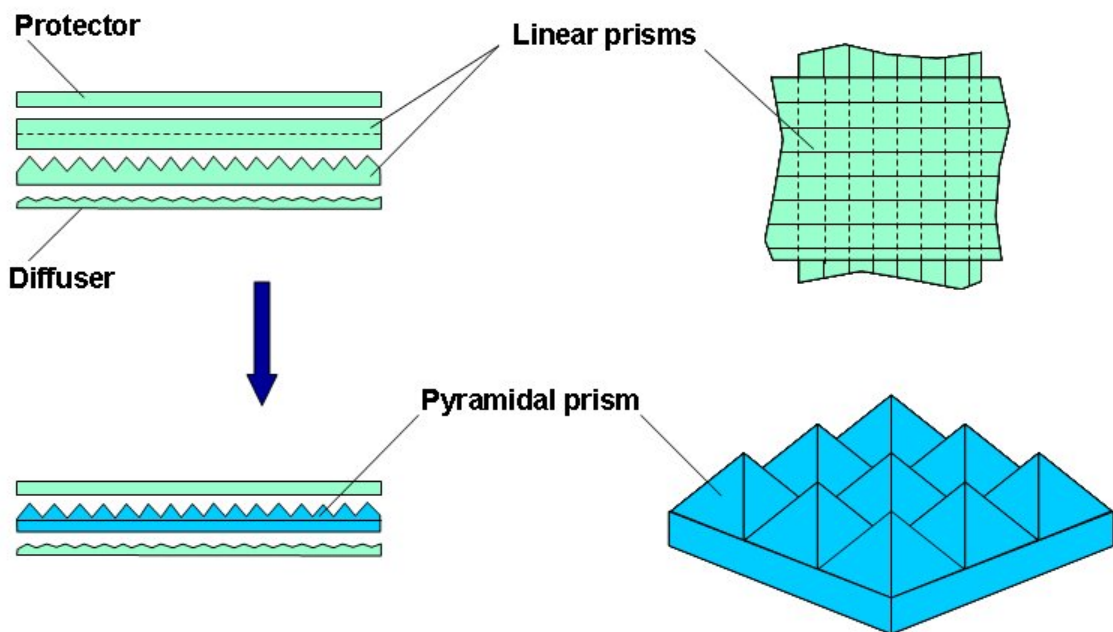
Изначальная система подсветки (рисунок 1.) была очень сложной, и было необходимо разработать новую концепцию. Инженеры пробовали применить FOS, "изобретательские принципы" (inventive principles) и свертывание, но не преуспели.

Рис. 1. Система подсветки



Это происходило потому, что они сосредотачивались на существующих на данный момент функциях пленок (одной пленки diffuser и двух призм-пленок). Сначала они объединили пленки воедино или же объединяли их с другими компонентами системы. Но предлагаемые идеи были слишком трудны в производстве.

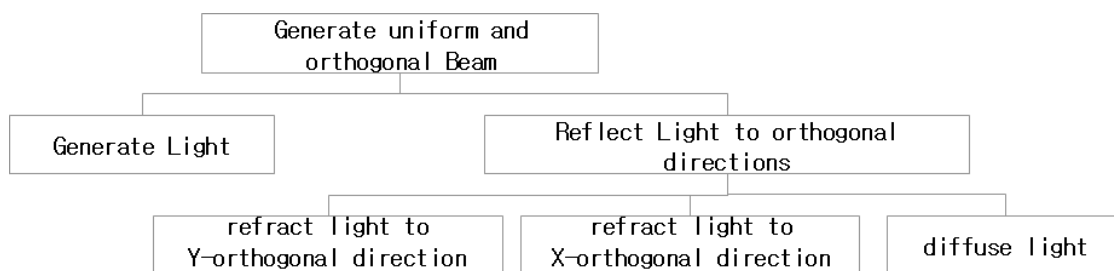
Рис. 2 Идеи по свертыванию



Они также попробовали использовать FOS и нашли идею использования поляризующих зеркал. У этого были две проблемы, оно уже было запатентовано другой фирмой и также было слишком дорого.

Эти проблемы были вызваны тем, что разработчики сосредоточились на уже существующих функциях системы. Тогда дерево функций было применено, чтобы сформулировать задачу заново.

Рис. 3 Дерево функций



С помощью дерева функций было выявлено, что функции трех пленок являются придаточными функциями единого функционального требования (functional requirement), "отражать свет на экран". Так-как толщина рефлектора очень мала, свет не может быть отражен в перпендикулярном направлении. Поэтому добавляются придаточные функции, а именно преломление света (в направлении X-Y) и рассеивание света.

На основании функциональных требований более высокого уровня можно поставить вопрос "как отразить в перпендикулярном направлении, сохраняя малую толщину системы подсветки".

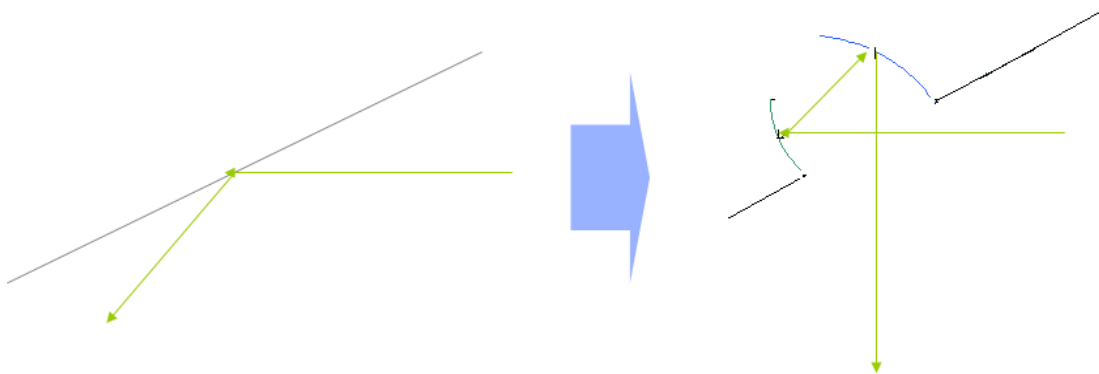
Одна функция может быть эквивалентно разделена на две функции:

на входе горизонтальный свет => на выходе вертикальный свет (одна функция)

эквивалентно

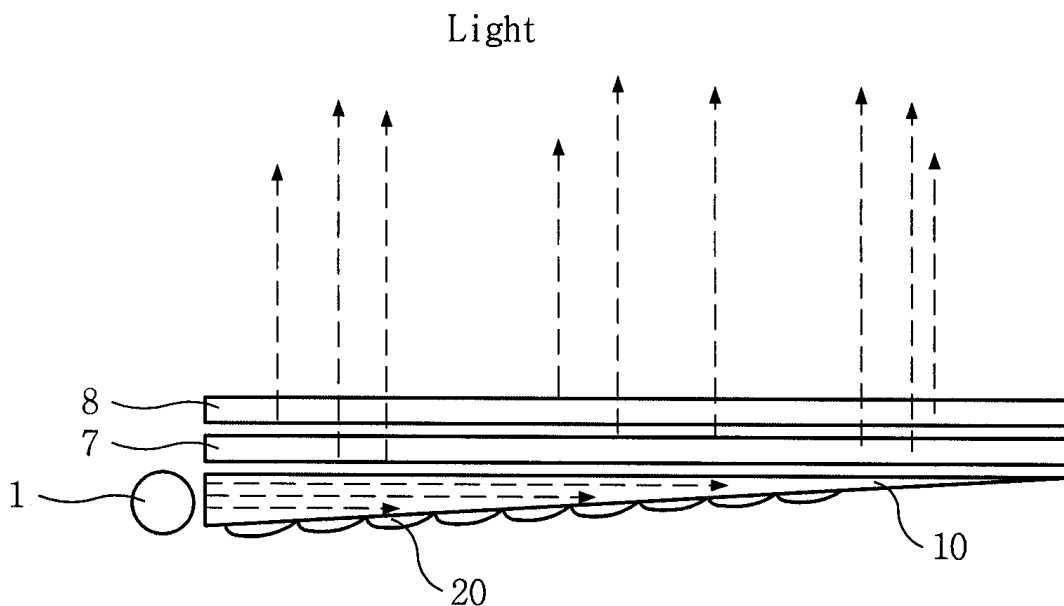
на входе горизонтальный свет => свет в альфа-направлении => на выходе вертикальный свет (две функции)

Рис. 4 Зеркало, делающее несколько отражений



Разработка новой концепции. Свет не отражается на экран, а возвращается обратно и отражается снова в сторону экрана.

Рис. 5 Система подсветки, использующая несколько отражений, целиком



Изначально все инструменты ТРИЗ применялись к задачам, выведенным через функциональное моделирование. Это не выявило этой задачи, потому что оно хорошо работает как есть в изначальной системе.

Дерево функций является не только способом моделирования технической системы, но также и мышления разработчика. Каждая система имеет свою собственную философию и смысл в ее функциях. Это моделирование дает возможность переформулировать систему.

С 1999-го года эта теория изучалась в LG-Cable, Hyundai Motors и POSCO. Также она применялась в различных проектах, в частности по оптическим кабелям, подвеске автомашин и также областях эко-дизайна.

Генерирование концепций является одной из самых важных частей улучшения инженерных систем. Для генерирования концепций в ТРИЗ разработаны много инструментов, но для моделирования будущих систем многие эксперты и мастера ТРИЗ стараются разработать новые инструменты.

Дерево функций может помочь инженерам разработать систему с нуля (функции могут быть взяты из других систем) или же значительно изменить уже существующую систему, так-как оно ставит задачи под другим углом зрения (не ныне существующей системы, а над- или же под-системы).

Дерево функций позволяет описать систему более интуитивным образом, так-как оно стартует с очень небольшого количества функциональных требований (функциональный модуль) и также ранжирует функции более эффективным образом. Из этого описания можно изучить развитие дерева функций системы. (Компоненты меняются очень быстро, но функции меняются медленно). Также, легко находится противоречие и может применяться в области программного обеспечения, где компоненты отсутствуют.

С помощью дерева функций ТРИЗ будет эффективно использован для решения не выявленных задач, и техническое прогнозирование может быть анализировано более систематически.