

УДК 655.2

Титова М. Ю., Мильдер О. Б., Тарасов Д. А.
УрФУ, г. Екатеринбург, Россия

Градационные траектории: получение и анализ

Аннотация

Предлагается решение задачи предварительной линеаризации струйных печатных систем, основанное на анализе градационных траекторий с использованием математического аппарата дифференциальной геометрии пространственных кривых.

В настоящей работе вводится понятие градационной траектории, предлагается метод их получения и рассматривается вопрос о том, какая информация может быть извлечена из них.

Ключевые слова: градационные траектории, струйная печать.

Titova M. Yu., Milder O. B., Tarasov D. A.
UrFU, Ekaterinburg, Russia

Determination of saturation bands set using LAB color system

Abstract

Preliminary linearization of inkjet systems is considered. Gradation trajectories are suggested as a further development of gradation curves. Trajectories are considered in terms of 3D curves differential geometry.

Gradation trajectories as well as their calculating method are defined. Information that might be derived from them is discussed.

Keywords: gradation trajectories, inkjet.

Введение

При цветовой настройке струйных цифровых печатных систем на первом этапе возникает задача ограничения подачи краски. Необходимость ограничения вызвана многими факторами и, прежде всего, физико-химическими процессами взаимодействия чернил и субстрата.

3. Квалиметрия, управление качеством и стандартизация

При решении этой задачи производители как RIPов, так и оборудования рекомендуют руководствоваться различными критериями, такими как: визуальная оценка по растеканию или впитыванию, численная оценка по координатам, оптическим плотностям и т. п.

Неотъемлемым атрибутом цветовой настройки печатных систем являются градационные шкалы [1, с. 88–89]. При этом, автор высказывает сомнения в рациональности использования этих характеристик в цифровых (не аналоговых), печатных технологиях. Проблема, на наш взгляд, заключается в том, что при использовании градационных кривых в традиционном 2D варианте существенно снижает качество и количество извлекаемой из них информации.

Градационной траекторией будем называть геометрическое место точек в *Lab*-пространстве, координаты которых соответствуют результатам измерений отдельных полей градационной шкалы, расположенные в порядке возрастания процента заполнения растровой ячейки в макете от 0 % (незапечатанный субстрат) до 100 % (плашка).

Градационные шкалы содержат, как правило, не более двух десятков полей, т. е. на практике градационная траектория представлена дискретным набором точек в *Lab*-пространстве.

Современные печатные системы обеспечивают глубину цвета минимум в 256 градаций (8 бит), т. е. изменение характеристик цвета (цветового тона, насыщенности и яркости), равно как и цветовых координат, можно считать непрерывной функцией от процента (доли) заполнения растровой ячейки.

Другими словами, мы вправе ожидать практически непрерывного изменения цветовых характеристик при непрерывном изменении процента заполнения растровой ячейки.

Если принять процент заполнения растровой ячейки в качестве параметра кривой t , то градационная траектория будет задана системой параметрических уравнений:

$$\begin{cases} t \in [0; 1] \\ L = L(t), \\ a = a(t) \\ b = b(t) \end{cases}, \quad (1)$$

где L , a , b являются непрерывными функциями параметра t .

Интервал изменения параметра t принимается от 0 (незапечатанный материал) до 1 (100 % – плашка).

Поскольку мы условились считать функции (1) непрерывными на отрезке, то, в соответствии с теоремой Веерштрасса, их аналитический вид может быть задан полиномом некоторой степени.

1. Эксперимент

Для экспериментов использовался струйный широкоформатный плоттер Mimaki CJV30-160BS. Режим печати 720×720 variable dot, бумага Media Print Gloss 115 г/м².

Градационные шкалы, содержащие по 50 растровых полей были синтезированы с помощью Chart Generator в пакете Measure Tool Profile Maker в дизайне для автоматического измерителя i1 iSis. Шкалы печатались «свастикой» на одном листе. Печаталось два листа. Результаты восьми полученных измерений усреднялись в Measure Tool Profile Maker и сохранялись в виде текстового файла.

Текстовый файл результатов загружался в MS Excel, где из него выделялись в виде матричных переменных размерности 51 (50 растровых полей плюс незапечатанный материал)×4 (доля заполнения растровой ячейки плюс значения Lab-координат) – данные по отдельным цветовым каналам.

Матричные переменные импортировались в MathLab, где и осуществлялась дальнейшая математическая обработка.

Аппроксимация зависимостей (1) полиномами осуществлялась в пакете MathLab с помощью функции fit. Степень полинома определялась исходя из конкурирующих условий. С одной стороны, необходимо обеспечить минимальное совокупное цветовое различие ΔE между теоретической траекторией и экспериментальными точками. С другой стороны, доверитель-

3. Квалиметрия, управление качеством и стандартизация

ный 95 % интервал определения коэффициента при старшей степени полинома должен составлять не более четверти величины самого коэффициента. В спорных случаях предпочтение отдавалось полиному меньшей степени.

При этом величина совокупного цветового отличия ΔE экспериментальных точек от теоретической траектории составляла 4–7 единиц. Для сравнения, худшее отклонение от среднего при получении экспериментальных точек достигало 1,5–2 единиц цветового отличия ΔE .

2. Полученные результаты

Как для любой непрерывной пространственной кривой, в каждой точке градационной траектории могут быть определены такие численные коэффициенты, как кривизна и кручение в терминах дифференциальной геометрии.

На рис.1 показан вид градационной траектории для цветового канала Magenta. Точки соответствуют измерениям полей градационной шкалы, сплошная кривая – градационная траектория, внизу – проекция траектории на плоскость цветности ab . На рис. 2 приведены зависимости кривизны и кручения от степени заполнения растрового элемента.

Как видно, кривизна траектории отличается от нуля практически во всём диапазоне градаций. Это значит, что траектория не является прямой. Наличие локальных экстремумов указывает на неплавное изменение цветового тона по мере заполнения растровой ячейки.

Наличие на графике кручения областей, существенно отличающихся от нуля, говорит о том, что градационная траектория НЕ является плоской кривой, что может рассматриваться как основная причина проблем, возникающих при линеаризации плоттера.

Информация: передача, обработка, восприятие

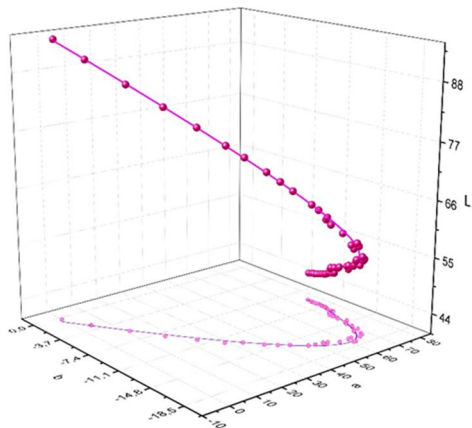


Рис. 1. Градационная траектория для канала Magenta

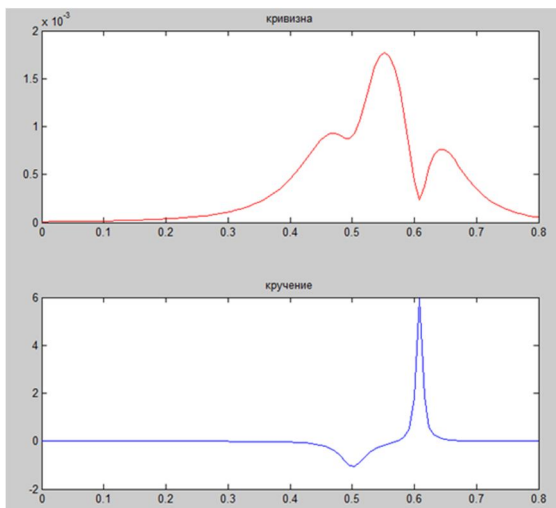


Рис. 2. Значение параметров кривизны и кручения градационной траектории в зависимости от доли заполнения растрового элемента

3. Квалиметрия, управление качеством и стандартизация

Выводы

Предложена новая трехмерная трактовка градационных кривых в Lab-пространстве – градационные траектории, а также метод их аналитического описания. Градационные траектории мыслятся как непрерывные, ограниченные на интервале градаций, кривые. В этой связи к ним применён аппарат дифференциальной геометрии пространственных кривых и вычислено значение таких параметров, как кривизна и кручение.

К сожалению, пока не выработан устойчивый критерий, используя который можно было бы уверенно указать максимальный процент подачи чернил. Наиболее подходящими представляются два варианта: либо первый максимум на графике кривизны, либо точка, в которой кручение становится существенно отличным от нуля.

Поиск этого критерия составляет направление дальнейших исследований.

Список литературы

1. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации / Пер. с нем. М.: МГУП, 2003. 1280 с.