

Цифровая печать. Линии, точки, пиксели. Часть 3

Выясняем, что такое dpi, ppi, lpi

» Разрешение струйного принтера

Для струйного принтера это также важная характеристика и измеряется она в **dpi**. Количество капель, которые головка принтера может поставить на запечатываемом материале на линейном размере 1 дюйм является его главной характеристикой или его разрешением. Если сравнивать технологию струйной печати с лазерной технологией, то очевидно различие в точности нанесения минимальной точки (субэлемента) на материал для печати. Вспомним, что в лазерной печати минимальная точка рисуется лучом лазера на фоторецепторе. В струйной печати минимальная точка образуется каплей, вылетевшей из дюзы печатающей головки. Лазер абсолютно жестко, механически связан с барабаном, поэтому положение каждой отображаемой им точки достаточно четко фиксировано. При струйной печати соседние точки даже одинакового цвета могут быть выполнены печатающей головкой при разных проходах и разными дюзами. Печать выполняется множеством дюз одновременно и очень похожа на дождь, проливающейся из тучи. Правда, упорядоченный дождь. Но представьте себе тучу, быстро перемещающуюся туда и обратно над поливаемой поверхностью... На траекторию полета отдельной капли будут влиять перемещения воздуха (ветер), скорость капли, ее размер, степень электризации при трении о воздух и т. д. Получается, что нет гарантии попадания капли абсолютно точно в то место, куда ее «выстрелили». Изобразить такую же точную и красивую сетку из растровых точек, какую рисует лазер, в струйной печати невозможно. И, как выяснилось, не нужно – если печатать «стохастикой».

Стохастический растр не настолько требователен к положению точки, как упорядоченный растр амплитудно-модулированного растрирования. При стохастическом растрировании используется частотно-модулированный способ.

Амплитудно-модулированное растрирование (Amplitude Modulation)

Упрощенно – при постоянной частоте изменяется амплитуда функции. Применительно к нашему случаю, частота – это линиатура лазерного принтера и она неизменна на всем печатном листе. Амплитуда – размер растровой точки, именно он и меняется. Изменяя размер растровой точки, изменяем плотность изображения.



Рис. 1. AM растровый градиент

Идея полутонового растрирования (также называемый AM -растрирование) впервые была предложена в 1850 году Уильямом Фоксом Тальботом .

К 1881 году, первый успешный коммерческий процесс

создания растровых полутонов запатентовал Фредерик Айвз из Филадельфии. Последующие десятилетия процесс постоянно улучшается, но в значительной степени остается неизменным относительно идеи 1850 года.

В коммерческой офсетной печати линиатура растра, как правило, принимает одно из значений: 100, 133, 150, 175 и 200 lpi. Эти цифры отражают количество точек на линейный дюйм.

Итого, методу AM-растрирования более 150 лет.

Что такое FM-растрирование (Frequency Modulation)?

При частотно-модулированном растрировании линиатурная сетка отсутствует. Плотность изображения регулируется изменением количества точек на единицу площади поверхности, то есть изменением частоты нанесения капель краски. Чем больше точек, тем выше частота и тем темнее тон.

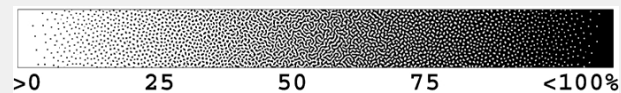


Рис. 2. FM растровый градиент

Сколько лет этому методу? Хотя широко признается, что стохастический метод FM-растрирования впервые был задуман в 1965 году Карлом Шойтером, в Техническом университете Дармштадта в Западной Германии, есть также богатая история изобретателей, которые помогли эту технологию реализовать.



Рис. 3. Сравнение регулярного и стохастического растров

Стохастическая технология включает в себя ряд вычислительных алгоритмов высокого уровня, по всей видимости, имеющих свои корни в "методе Монте-Карло".

Термин "метод Монте-Карло" был придуман в Лос-Аламосской национальной лаборатории в 1940-х годах, где в то время физики работали над американской программой создания ядерного оружия, или Манхэттенским проектом. Этот метод использовал сложные вычислительные алгоритмы, которые построены на результатах повторения случайных выборок.

Ясно одно: возрасту фундаментального математического понимания FM процесса растривания, реализованному в физических технологиях можно дать твердых 50 с лишним лет. Технически он был воплощен только после появления дешевых быстродействующих процессоров в конце 80-х и начале 90-х.

Итак, FM –растривание, при всей своей внешней простоте, гораздо моложе традиционного амплитудного.

Параметры FM растривания струйного принтера

Разрешение струйного принтера определяется двумя техническими характеристиками: шагом перемещения печатающей головки (по сути, этот параметр и записывается производителем как разрешение) и размером капли, которая используется при печати.



Рис. 4. Пример струйной стохастической печати с различным разрешением

Понятно, что с целью повышения качества печати, следует увеличивать разрешение принтера – уменьшать шаг головки в продольном и поперечном направлении. Но, какой смысл делать это, если размер капли больше шага перемещения? Тогда капли будут перекрывать друг друга и сливаться в «микроружи».

Сопоставим размеры и выясним корректность параметров принтера. Разрешение современных «струйников» - 2880x1440dpi, 4800x1200dpi, 5760x1440dpi, 9600x2400dpi.

2880 dpi соответствует шагу каретки	0,0088 мм
5760 dpi соответствует шагу каретки	0,0044 мм
9600 dpi соответствует шагу каретки	0,0026 мм

Размер капли измеряется в пиколитрах – pl. Самый малый размер капли, полученный современными технологиями печати – 1 пиколитр. Фотопринтеры

печатают каплями 1,5-3,5 pl.

$$1\text{pl} = 10^{-12}\text{l} = 0,000\ 000\ 000\ 001\ \text{литра}$$

Если рассчитать линейный размер капли объемом 1pl, то получается кубик размером 0,01x0,01x0,01 мм, или 10x10x10 мкм. Таким размером капли печатает принтер с разрешением 9600 dpi.

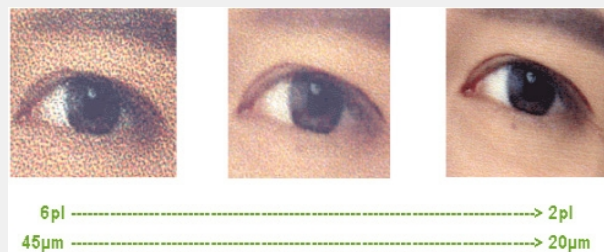


Рис. 5. Пример печати разными размерами капли

Сравниваем размеры и видим, что капля почти в четыре раза превышает шаг печатающей головки, то есть печать плотных тонов выполняется с наложением капель друг на друга. Для предотвращения слияния капель изготовители тщательно подбирают как параметры чернил (скорость высыхания) так и параметры печати (время прохода каретки, обеспечивающее высыхание). Кроме того, заливка плашки до 100% плотности выполняется за несколько проходов, что дает возможность RIP-процессору расставлять капли не вплотную друг к другу.

Размер капли 3 pl на бумаге дает точку диаметром около 30 мкм. Это очень мелкая точка и для качественного восприятия изображения на бумаге мельче, казалось бы, не требуется. Однако на светлых тональных переходах, где принтер вынужден ставить точки реже, они становятся различимы. Для улучшения качества в светах изготовители добавили в принтер каналы с более светлыми чернилами. При одинаковом размере капель, светлая капля эквивалентна темной меньшего размера. Cyan и Magenta получили по одному дополнительному каналу, а Black, как самая темная краска, даже два канала – серый и светло серый. Получился 8-цветный принтер.

Что такое dpi?

Печать мелкими точками, конечно, очень качественная, но не производительная. А надо ли, например, ставить множество мелких точек на сплошных заливках в тенях, если они все равно не различимы?

Появилась технология изменяемого размера капли, названная Variable Sized Droplet Technology (VSDDT), которая была специально разработана компанией Epson для того, чтобы улучшить способность принтеров передавать полутона и градации. Эта технология обеспечивает печать каплями нескольких размеров. Капли среднего и большого размера наносятся на более темные участки изображения, характеризующиеся низкой детализацией, а маленькие капли формируют светлые области. В итоге, темные участки изображения максимально быстро заполняются каплями среднего и большого размера, а светлые тщательно пропечатываются мелкими каплями.

Ну а dpi, если кто не догадался, «dots per dot» - точек на точку, или, точнее, количество субкапель на одну

печатающую каплю.

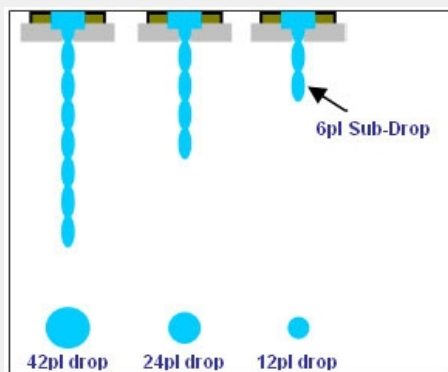


Рис. 6. Способ формирования капель разного размера. Из дюзы, практически непрерывно, выпускается необходимое количество суб-капель, которые в полете объединяются в одну каплю большего размера.

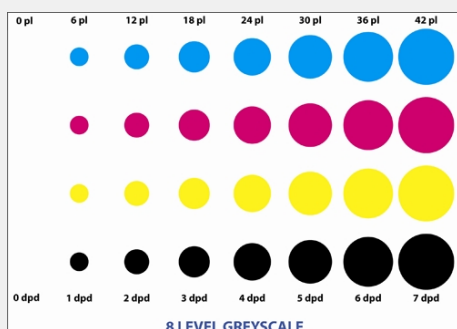


Рис. 7. Размерный ряд 7 ступеней капель серой шкалы

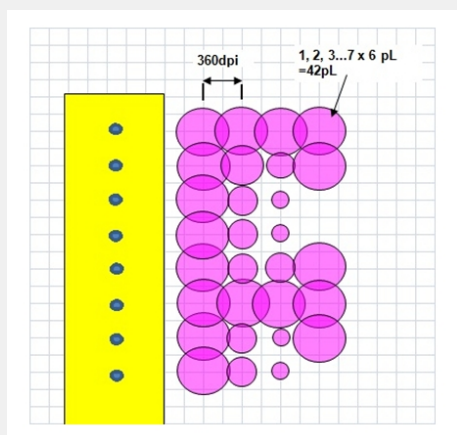


Рис. 8. VSDT печать разрешением 360 dpi. Разрешение определяется шагом перемещения печатающей головки, а печатается изображение каплями разного размера, в том числе и мелкими, соответствующими более высокому разрешению

Обратите внимание, получился некий смешанный тип растривания. Струйный принтер, использующий VSDT-технологии печатает вариантом FM растра, но при этом, имея несколько уровней размера капли, в какой-то мере использует AM вариант.

Устройство принтеров и принципы растривания постоянно совершенствуются. Увеличивается точность попадания капли в нужное место за счет повышения ее скорости.

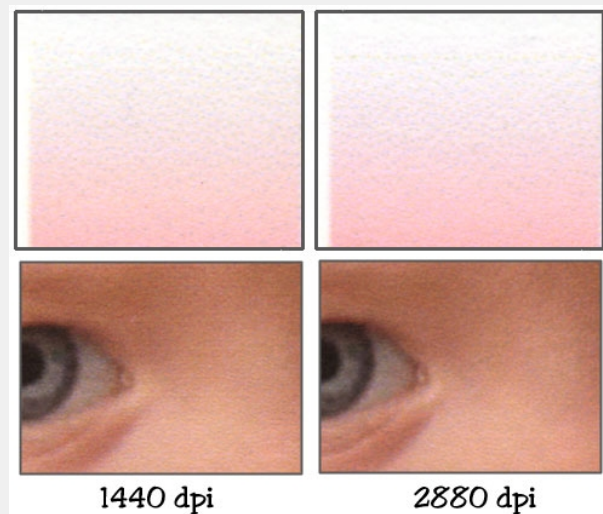
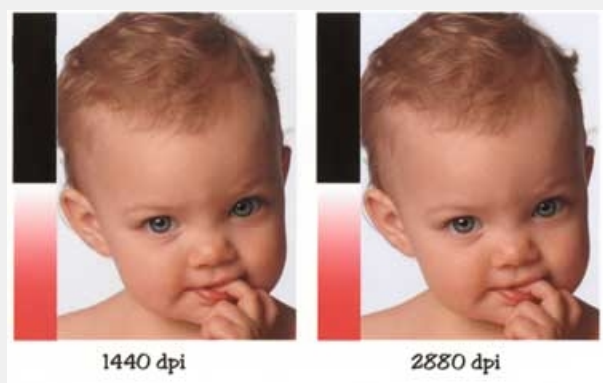


Рис. 9. Печать с разным разрешением технологией переменного размера капли

Улучшается не только печать фотографий и других растровых объектов, но и векторных.

Для снятия полошения изображения от перемещения печатающей головки применяется печать с имитацией волны. При этом не каретка совершает волновые перемещения, а изображение волны печатается с помощью соответствующего включения дюзы.

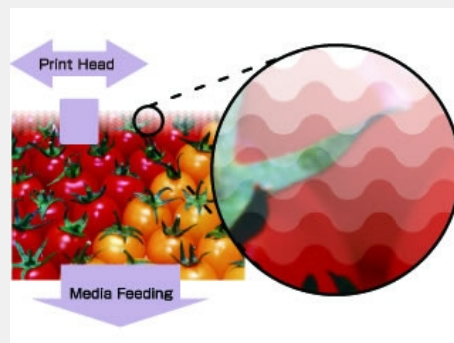


Рис. 10. Технология волнообразной печати (WAVE Stitching)

А основным ориентиром определения эффективности улучшения технических характеристик принтера, как всегда, остается впечатление от увиденного отпечатка.

Статью подготовил: Е.Чмель