

Dépendances des résolutions dans l'industrie de l'impression

Chaque jour, nous sommes confrontés à des unités telles que dpi, lpi, ppi, etc. Souvent, ces unités sont déjà utilisées de manière trompeuse dans la documentation technique. Parfois, les mêmes abréviations sont utilisées mais ont une signification différente. Pour ajouter à la confusion, les unités de mesure impériales et métriques ainsi que les langues (allemand - anglais) sont mélangées.

Objectif de cette documentation :

Un aperçu des unités de mesure courantes pour les appareils et les trames dans l'industrie de l'impression et de leurs dépendances mathématiques.

Fondements de la vision humaine :

Dans une étude des années 1970, les limites de la vision humaine ont été explorées. Les affirmations faites ici peuvent être comprises comme une moyenne issue de centaines de personnes ayant passé des tests de vision standardisés. Bien sûr, chaque être humain est individuel, donc ces valeurs ne sont pas absolues. Cependant, aucun humain ne peut voir deux fois mieux que la moyenne.

Les conclusions de ce test sont les suivantes :

1. Le système visuel humain ne peut pas distinguer plus de 200 nuances de gris. (Le gris = noir présente le contraste le plus élevé. Ainsi, pour les nuances de couleur au sein d'une même teinte, du clair au foncé, il y a plutôt moins de 200 niveaux).
2. Le système visuel humain ne peut pas distinguer plus de 250 paires de lignes (par pouce).
3. Le système visuel humain ne peut pas distinguer les points plus petits que 30 μm .
4. Le système visuel humain ne peut pas distinguer simultanément un faible contraste et des détails fins.

Unités utilisées ici :

Lpi	Lines per Inch : Désigne le nombre de points de trame par pouce. 1 pouce = 2,54 cm. Le terme « lignes » est utilisé pour faire la distinction avec les points (dots) dpi. Les trames conventionnelles représentent toujours les points sur une ligne. C'est pourquoi le nombre de lignes a été choisi ici. Une trame FM n'a pas de lpi ni de L/cm.
L/cm	Lignes par centimètre : Désigne le nombre de points de trame par centimètre. Le terme « lignes » est utilisé pour faire la distinction avec les points P/cm. Les trames conventionnelles représentent toujours les points sur une ligne. C'est pourquoi le nombre de lignes a été choisi ici. Une trame FM n'a pas de lpi ni de L/cm.
Dpi	Dots per Inch : Désigne la résolution d'un appareil technique dans la restitution.
Ppi	Pixel per Inch : Désigne le nombre de pixels d'une image numérique. Cela détermine la taille d'affichage finale d'une image ou la possibilité de l'agrandir sans perte de qualité.
Profondeur de bits	Profondeur de bits : Le nombre de bits qui peuvent être adressés pour un seul point (dot). Avec une profondeur de bits de 2^1 , un point ne peut avoir que l'état 0 (éteint) ou 1 (allumé). Avec une profondeur de bits de 2^8 , le même point peut présenter 256 nuances de ton différentes. Dans l'illustration ci-dessous, nous voyons la comparaison entre une profondeur de bits de 2^1 et 2^3 .

Bit-Tiefe 2^1 vs. 2^3

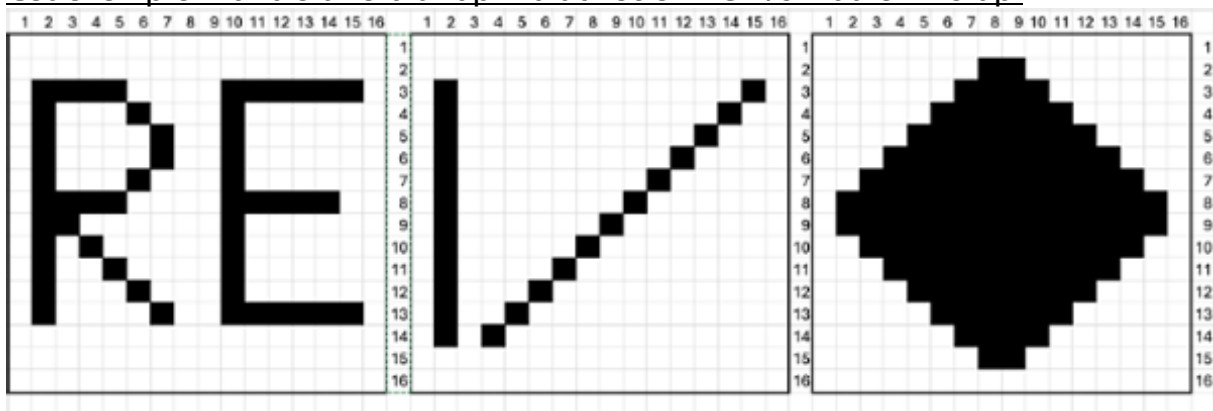


Fondements d'un imagesetter CtP (Computer to Plate)

Computer to Plate (CtP) signifie que les données numériques sont transférées directement sur une forme d'impression (plaque). Cela se produit non seulement en offset, mais aussi dans d'autres procédés d'impression comme la flexographie ou l'héliogravure. Fondamentalement, cela signifie que l'étape intermédiaire = le film est omise et qu'une forme d'impression matérielle est créée directement à partir du numérique. Nous nous limitons ici à l'offset, mais la technique de base est identique dans d'autres procédés d'impression.

Le support, la couche sur la plaque offset, nécessite une énergie élevée pour l'insolation, qui peut être générée le plus simplement par des lasers. De plus, les lasers offrent les meilleures propriétés pour atteindre la précision requise de manière reproductible. La plaque offset est un support binaire et ne peut distinguer que les zones imprimantes et non imprimantes. L'insolation se déroule dans une matrice virtuelle. Cette matrice est construite horizontalement/verticalement et permet ainsi une grille sur toute la forme d'impression. Dans cette grille, l'information de l'image d'impression est transférée dans un premier temps dans le RIP (Raster Image Processor) ; la bitmap 1 bit est créée. Dans un deuxième temps, le laser est piloté via cette bitmap 1 bit. Si un 0 se trouve dans la bitmap, aucune énergie n'est transférée sur la plaque ; si un 1 s'y trouve, de l'énergie est délivrée sur la plaque.

Cet exemple montre une bitmap 1 bit avec env. 3 P/cm ou env. 8 dpi.



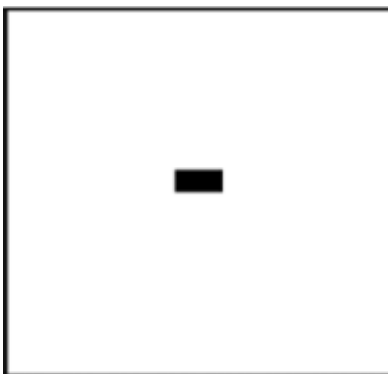
Avec les imagesetter CtP les plus utilisés aujourd'hui, le nombre se situe à 2400 dpi (horizontal/vertical).

Si nous agrandissons cette bitmap à environ 1400 %, nous voyons à nouveau que la structure est composée de points individuels et ne connaît que deux états : 0/1 ou on/off.

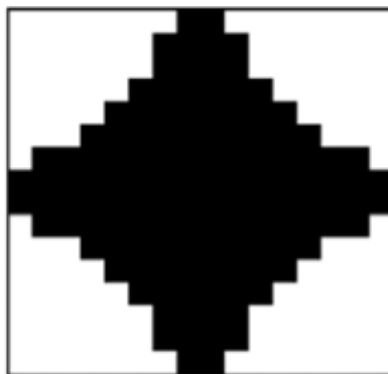


Le point de trame

Fondements du point de trame numérique, la cellule de trame (carré unitaire)
Géométriquement, un point de trame est une surface avec deux dimensions : largeur/hauteur. Bien que la finesse de trame soit indiquée en lignes (unidimensionnel), un point de trame couvre toujours une surface (bidimensionnel).



Couverture de surface 0.8%.



Couverture de surface 50%.



Couverture de surface 100%.

Un point de trame a une surface clairement définie dans laquelle il peut croître de 0 à 100 %. Si la couverture de surface de la cellule de trame est de 100 %, toute la surface est recouverte d'encre sur le papier. À l'inverse, 0 % de couverture de surface correspondrait à une cellule de trame ne présentant aucun recouvrement d'encre sur le papier.

La fréquence de trame



C'est pourquoi les trames étaient désignées comme trames 60, 80, 120. Ou plus précisément avec 60 - 80 - 120 L/cm. Dans l'image ci-dessus, nous voyons que les points deviennent toujours plus petits et que les lignes de trame sont disposées selon un angle de 45°. En règle générale, plus il y a de points de trame sur un centimètre, moins les points individuels sont visibles pour nous, et l'impression d'un ton gris homogène se crée.

Voyons maintenant comment nous pouvons en tirer parti. En impression couleur, l'échelle de la couleur Noir présente le contraste le plus élevé (imprimé sur du papier très blanc). Par conséquent, la trame pour cette couleur est inclinée à 45°. À l'inverse, l'angle pour la couleur Jaune, qui présente le contraste le plus faible, est généralement de 0°. Ici, nous les humains avons des yeux de faucon pour les lignes, mais le faible contraste joue encore contre nous.

Faisons le calcul.

Quelle peut être la surface maximale d'un point de trame (couverture de surface 100 %) si nous voulons placer X points de trame sur une distance d'un pouce ou d'un centimètre ?

Surface maximale d'un point de trame à 100 % de couverture :

L/inch	L/cm	mm	mm ²	µm ²
60 (63.5)	25 L/cm	0.4 mm	0.16 mm ²	160.0 µm ²
120 (121.9)	48 L/cm	0.208 mm	0.0432 mm ²	43.20 µm ²
150 (152.4)	60 L/cm	0.167 mm	0.0278 mm ²	27.80 µm ²
175 (177.8)	70 L/cm	0.143 mm	0.02 mm ²	20.00 µm ²
200 (203.2)	80 L/cm	0.125 mm	0.0156 mm ²	15.60 µm ²
300 (304.8)	120 L/cm	0.083 mm	0.0069 mm ²	6.800 µm ²
500 (508.0)	200 L/cm	0.05 mm	0.003 mm ²	3.000 µm ²

1 inch = 2,54 cm – La conversion de L/cm en L/inch ne donne pas de nombres entiers. C'est pourquoi, dans les régions qui utilisent le système métrique ou impérial, la fréquence de trame est toujours indiquée en nombres entiers. Comme nous le voyons dans l'exemple ci-dessus, une trame de 80 L/cm

correspond mathématiquement à une trame de 203,2 L/inch. Aux États-Unis, par exemple, on utilise cependant la valeur arrondie de 200 L/inch. En pratique, cette petite différence de ± 2 points n'est pas visible.

Si nous utilisons 16 éléments horizontalement / verticalement pour former un point de trame et que nous voulons 150 points de trame par inch (150 lpi), cela donne 150×16 points sur la longueur d'un inch. $150 \times 16 = 2400$ dpi.

La formule pour le calcul des niveaux de gris est : niveaux de gris = $n \times n + 1$.

Matrice	Niveau de gris	Incrément 0 - 100%
2x2	5	25%
4x4	17	6.25%
6x6	37	2.8%
8x8	65	1.56%
10x10	101	1%
12x12	145	0.69%
14x14	197	0.51%
16x16	257	0.39%

Nous savons maintenant pourquoi un imagesetter CtP courant présente 2400 dpi. L'appareil peut représenter une trame de 60 L/cm / 150 lpi avec 256 niveaux de gris et répond ainsi aux exigences.

Théoriquement, une matrice de $15 \times 15 = 225$ niveaux de gris suffirait également et l'imagesetter devrait donc avoir 2250 dpi. Comme il y a toujours une perte de niveaux de gris lors du transfert de la bitmap à la plaque, puis de là via le blanchet sur le papier, le choix s'est porté sur 16x16. Ainsi, dans de bonnes conditions, plus de 200 niveaux de gris arrivent sur le papier.

Les imagesetter de 2540 dpi proviennent généralement de fabricants de la zone du système métrique (par ex. l'Allemagne). Ainsi, lors de la conversion du pouce en centimètre, $2540 \text{ dpi} = 1000 \text{ P/cm}$ (Points par centimètre). Avec 2400 dpi, cela fait 944,8 points par centimètre.

Ainsi, pour une trame 60, 60 points de trame sont générés avec 1000 points par centimètre. Le calcul est maintenant $1000/60 = 16,66$. Comme un imagesetter CtP ne peut pas insoler 0,66 point (profondeur de bits 2^1), cela sera arrondi à la fin à une matrice 16x16 ou 17x17. Selon le cas, une finesse de trame effective de 62,5 - 58,8 L/cm en résultera.

Résolution d'image :

Ici aussi, nous prenons comme référence la trame 60 (150 lpi). Dans une surface d'1 Inch², on obtient 150x150 points de trame. En général, dans le monde numérique, la règle empirique suivante s'applique : réduire sans perte, agrandir avec perte ou apparition d'artefacts.

Si nous avons un fichier image de 300x300 dpi et que nous en calculons une trame de 150x150 lpi, le RIP peut regrouper 2x2 pixels de l'image en un point de trame. Un niveau moyen peut être calculé à partir de ces 4 pixels. À partir de ces informations, le RIP peut aussi détecter des transitions de contraste nettes et les reproduire correctement dans l'image tramée.

Si l'image est agrandie à 150%, 1,5x1,5 pixels de l'image correspondent à un point de trame. À 200% d'agrandissement, un pixel de l'image correspond à un point de trame. Jusqu'à ce seuil, le RIP peut toujours travailler avec des données réelles existantes. Au-delà de 200%, le RIP doit générer des points de trame qui ne disposent plus d'un pixel d'image complet comme valeur de départ.

Le RIP doit alors « inventer » des valeurs intermédiaires qui ne sont plus présentes dans l'image d'origine. Cela a une influence nette sur la qualité d'impression de l'image. En règle générale, une image devrait toujours présenter au minimum 1,5 fois la résolution de la fréquence de trame d'impression (à échelle 1:1 ou inférieure).

Une résolution supérieure au double de la fréquence de trame n'améliore ni ne dégrade la qualité, mais augmente inutilement la taille du fichier. Le double de la fréquence de trame est donc une bonne valeur, permettant en pratique un agrandissement de l'image jusqu'à environ 130% sans perte de qualité visible.

Trame	Échelle 100%	Échelle 200%	Échelle 300%
60 lpi	Minimum 90 ppi	Minimum 180 ppi	Minimum 270 ppi
120 lpi	Minimum 180 ppi	Minimum 360 ppi	Minimum 540 ppi
150 lpi	Minimum 225 ppi	Minimum 450 ppi	Minimum 675 ppi
200 lpi	Minimum 300 ppi	Minimum 600 ppi	Minimum 900 ppi
300 lpi	Minimum 450 ppi	Minimum 900 ppi	Minimum 1'350 ppi

Veuillez noter que le nombre de ppi d'une image n'est qu'une indication liée aux entrées dans les métadonnées. Si la résolution physique est par ex. de 300 ppi et la dimension de 10x7 cm, mais que les métadonnées indiquent « afficher à 72 ppi », l'image sera affichée à 72 ppi et donc agrandie de 416 %. Si cette image est insérée dans un programme de mise en page dans une boîte d'image de dimension 10x7 cm, le programme de mise en page affichera une réduction à 24 %. Ainsi, la résolution revient à 300 ppi et tout sera correct pour l'impression.

Stefan Wundrig / 28.02.2024

Dokrev: 1.0.2