NORME INTERNATIONALE

ISO 15529

Troisième édition
2010-08-01

Optique et photonique — Fonction de transfert optique — Principes de mesure de la fonction de transfert de modulation (MTF) des systèmes de formation d'image échantillonnés

Optics and photonics — Optical transfer function — Principles of measurement of modulation transfer function (MTF) of sampled imaging systems

Numéro de référence
ISO 15529:2010(F)

© ISO 2010

PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2010

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos ..... **iv**

Introduction ..... **v**

1 Domaine d'application **1**

2 Références normatives **1**

3 Termes, définitions et symboles **2**
3.1 Termes et définitions **2**
3.2 Symboles **4**

4 Relations théoriques **5**
4.1 Transformée de Fourier de l'image de la fente objet (statique) **5**
4.2 Transformée de Fourier de la sortie d'une ouverture d'échantillonnage simple impliquant une fente objet explorée à travers l'ouverture **7**
4.3 Transformée de Fourier de la LSF moyenne impliquant différentes positions de la fente objet **7**

5 Méthodes de mesure des MTF associées aux systèmes de formation d'image **8**
5.1 Généralités **8**
5.2 Azimut d'essai **9**
5.3 Mesurage de la MTF du système, $T_{sys}(r)$, d'un dispositif de formation d'image échantillonné ou d'un système complet **10**
5.4 Mesurage de la MTF de l'ouverture d'échantillonnage, T_{ap} **16**

6 Méthode de mesure de la fonction de repliement du spectre, du rapport de repliement du spectre et du potentiel de repliement du spectre **17**

Annexe A (informative) **Théorie fondamentale** **18**

Annexe B (informative) **Repliement du spectre dans les systèmes de formation d'image échantillonnés** **21**

Bibliographie **26**

© ISO 2010 – Tous droits réservés

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 15529 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et photonique*, sous-comité SC 1, *Normes fondamentales*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 15529:2007), qui a fait l'objet d'une révision mineure afin d'inclure les modes opératoires de mesure et d'essai pour le repliement du spectre des systèmes de formation d'image échantillonnés.

© ISO 2010 – Tous droits réservés

Introduction

La fonction de transfert de modulation, MTF, constitue l'un des principaux critères de description des performances d'un système ou d'un dispositif de formation d'image. Les conditions d'application du concept MTF auxquelles satisfait un système de formation d'image sont spécifiées dans l'ISO 9334 et impliquent que le système de formation d'image soit linéaire et isoplanétique.

Pour qu'un système soit isoplanétique, l'image d'un point objet (c'est-à-dire la répartition des éclairements dans l'image d'un point) doit être indépendante de sa position dans le plan objet, dans les limites d'exactitude spécifiées. Il existe plusieurs types de systèmes de formation d'image où cette condition n'est pas strictement remplie. Ce sont des systèmes où l'image est générée en échantillonnant la répartition de la luminance dans l'objet sur un nombre de points discrets ou de lignes discrètes, plutôt que sur un continuum de points.

Parmi ces dispositifs ou systèmes, on peut citer les lames frontales de fibres, les faisceaux de fibres optiques cohérents, les caméras utilisant des groupements de détecteurs tels que des matrices de CCD, les systèmes infrarouges à balayage tels que les caméras infrarouges (dont l'azimut est perpendiculaire aux lignes), etc.

Si l'on essaye de déterminer la MTF de ce type de système en mesurant la répartition des éclairements d'une droite objet statique étroite et en calculant le module de la transformée de Fourier, on trouvera que la courbe MTF résultante dépend étroitement de la position et de l'orientation exactes de la droite objet par rapport à la barrette des points d'échantillonnage (voir Annexe A).

La présente Norme internationale spécifie une MTF s'appliquant à des systèmes de ce type et expose plusieurs méthodes de mesure appropriées. La MTF spécifiée répond aux principaux critères suivants:

— la qualité du système en tant que dispositif de formation d'image dépend de la MTF;

— la MTF est une valeur unique et indépendante de l'appareil de mesure (c'est-à-dire que l'effet des largeurs de la fente-mire, etc., peut faire l'objet d'une déconvolution à partir de la valeur mesurée);

— la MTF peut, en principe, être utilisée pour calculer la répartition de luminance dans l'image d'un objet défini, bien que le mode opératoire ne suive pas les mêmes règles que pour un système de formation d'image non échantillonné.

La présente Norme internationale décrit également les MTF destinées aux unités secondaires, c'est-à-dire les étapes de formation d'image constituant ce type de systèmes. Ces dernières répondent également aux critères susmentionnés.

Un aspect très important des systèmes de formation d'image échantillonnés est le repliement du spectre qui peut leur être associé. L'importance de ce phénomène réside dans le fait qu'il permet la production de fréquences spatiales supérieures à la fréquence de Nyquist dans l'image finale sous forme de basses fréquences parasites. Cela génère dans l'image finale des artefacts qui peuvent être considérés comme une forme de bruit. Le degré de nuisance de ce type de bruit dépendra des caractéristiques de l'image échantillonnée. Par exemple, des images à motifs réguliers ayant des fréquences spatiales supérieures à la fréquence de Nyquist (par exemple textures tissées de vêtements) peuvent se traduire par des motifs à franges très visibles dans l'image finale, communément appelés franges moirées. Celles-ci sont inacceptables dans la plupart des applications si le contraste les rend visibles pour l'observateur. Même en l'absence de motifs réguliers, le repliement du spectre peut produire des motifs bruités susceptibles de dégrader une image.

Une mesure quantitative du repliement du spectre peut être obtenue à partir des mesurages de la MTF effectués dans des conditions données. La présente Norme internationale définit ce type de mesurages et décrit les conditions de mesure.

© ISO 2010 – Tous droits réservés

Optique et photonique — Fonction de transfert optique — Principes de mesure de la fonction de transfert de modulation (MTF) des systèmes de formation d'image échantillonnés

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale décrit les principales MTF associées à un système de formation d'image ainsi que les conditions connexes et expose plusieurs méthodes de mesure possibles de ces MTF. Elle définit également une mesure pour le repliement du spectre lié à la formation d'image avec ce type de système.

La présente Norme internationale s'applique particulièrement aux dispositifs d'imagerie électroniques tels que les appareils photonumériques et les caméras vidéo numériques, et les groupements de détecteurs qu'ils renferment.

Bien qu'un certain nombre de méthodes de mesure MTF soient décrites ci-après, la présente Norme internationale n'a pas vocation d'exclure les autres méthodes si tant est qu'elles fournissent des résultats similaires et qu'elles correspondent aux définitions générales et aux lignes directrices visant à mesurer la MTF conformément à l'ISO 9334 et à l'ISO 9335. L'exploitation du mesurage de la répartition des éclairements dans l'image d'un «bord de plage», plutôt que de la répartition des éclairements dans l'image d'une ligne, LSF, est mentionnée comme solution de départ optionnelle pour déterminer l'OTF/MTF d'un système de formation d'image (OTF = fonction de transfert optique).

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 9334, *Optique et photonique — Fonction de transfert optique — Définitions et relations mathématiques*

ISO 9335, *Optique et photonique — Fonction de transfert optique — Principes et procédures de mesure*

ISO 11421, *Optique et instruments d'optique — Exactitude du mesurage de la fonction de transfert optique (OTF*)

© ISO 2010 – Tous droits réservés