

Freeform Hadamard spectral imaging

N Ducros^{1,2}

¹ INSA-Lyon, UCBL 1, CNRS, Inserm, CREATIS UMR 5220, U1294, F-69691, Lyon, France,

² Institut Universitaire de France (IUF), France

nicolas.ducros@creatis.insa-lyon.fr

Résumé

Depuis les travaux de Duarte et al. (2008), l'imagerie « single-pixel » est associée à la théorie du compressed sensing. Bien que plus ancien, le concept de spectroscopie de Hadamard (Harwitt et Sloane, 1979) reste riche d'enseignements lorsqu'il s'agit d'analyser l'erreur quadratique moyenne (EQM) des images obtenues par imagerie single-pixel.

Après avoir décrit quelques mises en œuvre récentes de techniques d'imagerie hyperspectrale single-pixel, nous analyserons l'EQM de reconstruction associée aux matrices d'acquisition classiquement dérivées de matrices de Hadamard, sous l'hypothèse d'un bruit de Poisson-Gauss qui prévaut généralement en pratique.

Constatant que la suppression de pixels du champ de vue a pour effet de réduire l'EQM de reconstruction, nous proposons un mode d'acquisition dit « libre » dans lequel seul un sous-ensemble des pixels est observé. Grâce aux modulateurs spatiaux de lumière que l'on peut contrôler de façon informatique, la mise en œuvre d'un tel mode d'acquisition est particulièrement commode.

Sur le plan conceptuel, l'imagerie libre peut être réalisée au moyen de matrices d'acquisition « masquées », dont certaines colonnes sont mises à zéro, ou au moyen de matrices dont les lignes s'appliquent directement au sous-ensemble de pixels appartenant à la zone libre. Cette dernière façon de procéder peut réduire davantage l'EQM de reconstruction par rapport à une matrice d'acquisition masquée.

Nous avons quantifié théoriquement l'EQM d'images libres et validé nos résultats à partir de simulations et d'acquisitions expérimentales. En présence de faibles flux lumineux pour lesquels notre approche est la plus pertinente, nous avons observé des gains significatifs, de l'ordre de 17 à 25 dB par rapport au balayage d'un point de mesure dans la zone libre, et de l'ordre de 6 à 7 dB pour une acquisition single-pixel complète.

Bibliographie

M. Duarte, M. Davenport, D. Takhar, J. Laska, T. Sun, K. Kelly, and R. Baraniuk, “Single-Pixel Imaging via Compressive Sampling,” *IEEE Signal Processing Magazine*, vol. 25, no. 2, pp. 83–91, Mar. 2008.

M. Harwit and N. J. A. Sloane, *Hadamard Transform Optics*. Academic Press, 1979.