

Dėl vaizdo kokybės įvertinimo neparaksialiniame vieno pikselio teraherciniame vaizdinime

On evaluation of image quality in nonparaxial single-pixel terahertz imaging

Sergejus Orlovas¹, Karolis Mundrys¹, Paulius Kizevičius¹, Linas Minkevičius², Gintaras Valušis²
¹Fizinių ir technologijos mokslų centras, Fundamentinių tyrimų skyrius, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius

²Fizinių ir technologijos mokslų centras, Optoelektronikos skyrius, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius
sergejus.orlovas@ftmc.lt

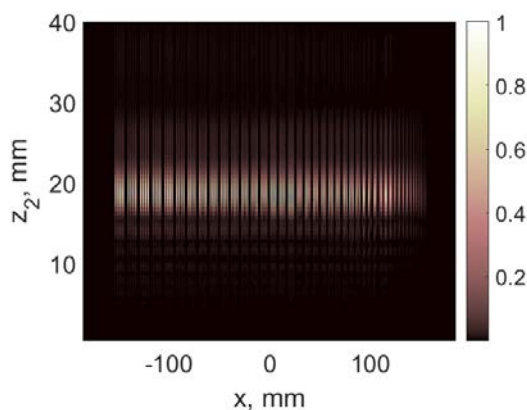
Didelės skaitmeninės apertūros atveju, vieno šūvio vaizdinime atsiranda iškraipymų, dėl kurių kokybiškus vaizdus gauti yra sunku, o kartais gal net neįmanoma. Šias kliūtis galima įveikti naudojant vieno pikselio vaizdinimą, kai įvairios strategijos leidžia su gera skiriamąja geba, kontrastu ir ryškumu matyti objektus.

Naujausi plokščiosios fotonikos pasiekimai leido sukurti kompaktiškas neparaksialines vaizdinimo sistemas, kurios yra ypač perspektyvios THz bangų ilgių diapazone [1], bei sąlygoja pažangą tokiose srityse kaip telekomunikacija, medžiagų kontrolė bei spektroskopija.

Šiame darbe pasineriame į vieno pikselio vaizdinimo problematiką: pristatome bandinio pavyzdį, kurį naudojame dviejų zoninių plokštelių vaizdinimo sistemos skyrai, kontrastui ir ryškumui nustatyti, žr. 1 pav.

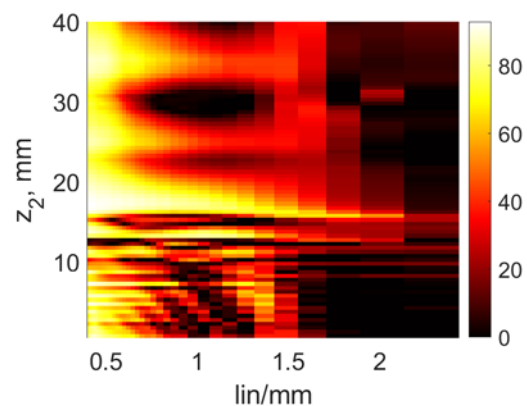


1 pav. Bandinio pavyzdys, naudojamas vaizdinimo sistemos parametrų nustatymui. Bandinyje yra vienodo pločio keturių linijų grupės. Linijų plotis mažėja iš kairės į dešinę. Mastelio juosta skirta tik dydžio įsivertinimui. Pikselių skaičius bandinyje x kryptimi yra 14710, vieno pikselio dydis yra 29.297 mikrometro.



2 pav. Bandinio pjūvių atvaizdavimas esant skirtingoms surenkančio lęšio padėtimis z_2 . Paveikslėlis buvo gautas sujungus centrinius bandinio atvaizdo pjūvius išlaikant bendrą intensyvumą. Galima pastebėti, kad atvaizdo ryškiui mažėjant, pjūvis lieka detalus.

Mes atliekame neparaksialinį šio bandinio vaizdinimą ir parodome, kad geriausio kontrasto ir geriausio ryškio sąlygos neparaksialiniame vieno pikselio vaizdinime yra atsietos viena nuo kitos, žr. 2 pav. Taip pat verta pažymėti, jog vieno pikselio vaizdinime pastebime didesnę kiekį surenkančio lęšio padėčių, kur stebima gera raiška ir kontrastas, žr. 3 pav.



3 pav. Kontrasto priklausomybė nuo surenkančio lęšio padėties. Ši priklausomybė naudojama vaizdinimo sistemos raiškai nustatyti. Skaičiuota 0.6 THz dažniui.

Tikėdamiesi apeiti šią kiek netikėtą kliūtį, mes pasinaudojame dviem integraliais vaizdo kokybės vertinimo metodais iš skaitmeninių vaizdų teorijos [2] ir įvertiname jais vaizdo kokybę virtualiame skaitmeniniame terahercų (THz) vaizdinimo scenarijuje.

Lokalizauto vidutinio kvadratinio nuokrypio metrika papildomai neapriboja gero vaizdo kokybės sąlygų, o globalus vidutinis kvadratinis nuokrypis stipriai apriboja galimų vaizdinimo atstumų diapazoną. Taigi, skaitmeniniai integralūs THz vaizdo kokybės nustatymo metodai patvirtina pagrindinį šio tyrimo teiginį, kad vieno pikselio vaizdo skiriamoji geba yra atsieta nuo vaizdo ryškumo.

Reikšminiai žodžiai: Neparaksialinis vaizdinimas, vieno pikselio vaizdinimas, kontrastas, raiška.

Literatūra

- [1] R. Ivaškevičiūtė-Povilauskienė, et al. Light: science & applications, **326**, 11.1 (2022).
- [2] Smith, Warren J. *Modern optical engineering: the design of optical systems* (McGraw-Hill Education, 2008).