

Akusztóoptikai kétfoton-mikroszkóp vezérlésének matematikai modellezése és fejlesztése

Kivonat

Mátyás Péter (alkalmazott matematikus hallgató)

Témavezető: Dr. Maák Pál (BME Fizika Intézet, Atomfizika Tanszék)

Az agyban lejátszódó folyamatok megértésének első lépése az őt felépítő idegsejtek térbeli és időbeli aktivitásának minél pontosabb feltérképezése és rögzítése. Ezeket a vizsgálatokat tipikusan fluoreszcens lézermikroszkópokkal hajtják végre, amelyek gerjesztő lézernyalábjával a mintát pásztázzák.

Az utóbbi évek egyik nagy újítása a Kísérleti Orvosi Kutatóintézet és BME Atomfizika Tanszék együttműködése által kifejlesztett három dimenzióban gyors pásztázásra képes mikroszkóp. Ebben a fő újdonságot az jelenti, hogy a pásztázást egy speciális akusztóoptikai eszközzel oldják meg. Elmondható, hogy jelenleg ez a világon a leggyorsabb fókuszpont-változtatásra képes eszköz. Az akusztóoptikai szkennerek vezérlése azonban összetett probléma, melynek már a matematikájára is különálló feladatként tekinthetünk.

Diplomamunkámban az akusztóoptikai szkennerek működésének és vezérlésének matematikai hátterét mutatom be. Levezetem a vezérlő frekvencia-függvények alakjának és együtthatóinak függvényében a fókuszpont koordinátáinak egyenleteit majd meghatározom egy előre megadott pontba történő fókuszálás kritériumait.

A dolgozat jelentős részét és a legnagyobb újdonságokat a térbeli pályák nyomkövetésének vizsgálata jelenti. Ez a kérdés azért érdekes, mivel a biológusok számára fontos, hogy az idegsejtek háromdimenziós nyúlványait minél gyorsabban és térbelileg pontosan letapogathassák. A fő célom az volt, hogy levezessem azokat az egyenleteket, melyek alkalmassá teszik a rendszert a pontról pontra való ugrások általi mintavételezés helyett folyamatos szkennelésre és detektálásra. Itt az egyszerűbb két dimenziós esettől indulva egyre összetettebb feladatok felé haladtam, míg végül a tetszőleges 3D görbe letapogatását leíró hangfrekvencia-függvények alakját és paramétereit is megadtam. Ezekkel a mikroszkóp olyan új működési módra lesz képes, amelyre eddig nem volt – a hasznos jelfelvételi képessége a jelenleginek legalább tízszerese lesz.