

Posudek disertační práce Measurement of amplitude and phase of ultrashort optical pulses by using nonlinear processes in optical fibers

Autor: ing. Bohuslav Vraný

Zvolené téma disertační práce je velmi aktuální. Ačkoli metoda současného měření intenzity a fáze ultrakrátkých optických pulsů pomocí kmitočtově rozlišeného optického vzorkování (Frequency Resolved Optical Gating – FROG) byla navržena již v roce 1993, články popisující nové varianty metody FROG se objevují i v roce 2009. Zpracování signálu z FROG, založeném na křížové modulaci fáze v nelineárním vlákně standardními metodami je obtížné. Proto byl autorem disertační práce zvolena metoda založená na genetických algoritmech.

Ve druhé kapitole jsou popsány tři základní principy použité pro realizaci FROG a porovnány jejich výhody a nevýhody. Na jednoduché simulaci jsou porovnány spektrogramy těchto tří realizací FROG. V další části této kapitoly jsou analyzovány chyby vzniklé při měření a vyhodnocování spektrogramů a vliv šumu signálu a možnosti jeho snížení.

Třetí kapitola je věnována algoritmům dosud používaným pro obnovu signálu FROG. Jsou to iterativní metody, jejichž přesnost závisí na typu FROG a jsou citlivé na počáteční odhad. Jsou popsány modifikace publikovaného *Composite algorithm* a jeho vylepšení.

Čtvrtá kapitola popisuje experimentální pracoviště FROG v ÚFE. Nejsou však uvedeny žádné experimentální výsledky. Dále jsou uvedeny základní rovnice popisující FROG.

V páté kapitole je podán na deseti stránkách stručný popis základních principů hledání minim pomocí genetických algoritmů. Jsou vysvětleny základní pojmy, způsoby kódování potenciálních řešení a další postupy. Vždy jsou uvedeny odkazy na konkrétní zdroj, ze kterého bylo čerpáno.

V šesté kapitole je popsána první implementace genetického algoritmu pro zpracování signálu FROG. Program byl vytvořen v jazyce C++ a FFTW 3.0.1 knihovnu pro FFT. Simulace byly provedeny pro čerpaný sekant hyperbolický puls. Je uvedeno 21 grafických výsledků optimalizace parametrů genetického algoritmu s ohledem na minimalizaci průměrné chyby FROG (FROG error G). Původní a zrekonstruovaný signál jsou uvedeny na Fig. 6.23.

Seďmá kapitola popisuje nový GA a změny, provedené vůči první verzi.

V osmé kapitole je popsána optimalizace druhé verze genetického algoritmu. Byly ukázány výsledky simulace 14 signálů, 13 z nich mělo Gaussovský tvar a bylo generováno pomocí jediného výrazu. Čtrnáctý puls byl čerpaný sekant hyperbolický puls, analyzovaný první verze GA.

Obecné připomínky a dotazy

Proč bylo v celé práci používáno pro různá uspořádání FROG označení *geometry*, místo i v optice běžně používaného termínu *experimental setup*. Proč v případech, kdy se jedné o výsledky kandidáta, používá kandidát množné číslo, např.: The solution we are looping for....

Str. 7...Fig. 2.4Intensity is linearly mapped to color with blue being the highest intensity and red the lowest.....nemělo by to být naopak???? Na Obr.8.7 – 8.10 intenzita ve spektrogramu vzrůstá od modré k červené.

Str. 16 mělo by být zdůrazněno, že v rovnicích 3.13 a 3.14 je použit I_{FROG} dle rovnice 3.3

Str. 17....bylo nutné opakovat rovnice 3.15, 3.16. když již byly v této kapitole jako 3.1, 3.2 ???

Str. 19...objevuje se zkratka GP, jejíž význam nebyl vysvětlen. Dá se předpokládat, že se jedná o Generalized Projection

Str. 22....nejsou vysvětleny některé zkratky (VDL, FM, OSA)

Str. 22.....v rovnici 4.1 je γ nazýváno jako *nonlinear coefficient*, v rovnici 2,5 jako *Kerr nonlinearity coefficient*. Jedná se o totéž, ale kandidát by měl být důsledný

Str. 39... vliv parametru P_{mut} a ξ je demonstrován na 13 grafech. Stačilo by ukázat 3 mezní stavy, např. pro $\xi = 0,001, 0,01, \text{ a } 5,00$. pomalý pokles G s rostoucím počtem iterací po počátečním rychlém poklesu je na těchto 3 grafech rovněž demonstrován.
Rovněž graf 6,18 mohl být vypuštěn, stačí komentář v textu o nárůstu doby simulace.
Str. 62..... v tabulkách 8.1 a 8.2 nejsou uvedeny parametry čerpovaného sekant hyperbolického pulsu z Obr. 8.19

Připomínky k jazykové stránce disertace

Kladně hodnotím snahu ing. Vraného podat disertační práci v angličtině. Nalezl jsem však řadu nepříliš anglicky znějících formulací, na která by zřejmě poukázali oponenti při zaslání částí této disertaci za účelem jejich publikace formou článku v zahraničním časopise. Pro stručnost uvede jen několik příkladů.

Str. 4... in picture 2.1... in figure 2.1... tato formulace se vyskytuje i v kapitole 6

Str. 5.... text Fig 2.1.... are incident.... pass through the nonlinear...

Str. 6... We use a derivative of this method.... We modified this method

Str. 16... get replaced... is replaced

Str. 21 **which was missing** the erbium and ytterbium codoped fibre amplifier in front of the microstructured fiber... where the erbium and ytterbium codoped fibre amplifier in front of the microstructured fiber was not used ...

Str. 22... 4.2... in a birefringent fiber **governs** by... in a birefringent fiber can be described by a pair of coupled Schroedinger equations. Je však uvedena je jedna rovnice 4.1??? ...

Str. 22.... v rovnici 4,1 je γ je nazýváno *nonlinear coefficient*, v rovnici 2,5 jako *Kerr nonlinearity coefficient*

Str. 55..... 7.1.2... points that are close to one another in time remain close to one another in an array index... neighbouring points in time have neighbouring indexes in an array....

Dotazy k obhajobě

1. Můžete porovnat nároky na strojní čas PC simulací první a druhé verze GA. Tento údaj uvádíte jen pro druhou verzi (6 až 8 minut).
2. Na straně 61 se zmiňujete, že pulsy simulované v kapitole 8 jsou podobné těm, které jste analyzoval pomocí annealing algoritmu
3. [35]. Můžete porovnat rychlost a přesnost této metody a GA programů?
4. Proč jste neprovedl rekonstrukci některých FROG experimentálně získaných signálů?

Závěrečné zhodnocení

Zvolené téma disertační práce je velmi aktuální. Články popisující nové varianty metody FROG se objevují i v roce 2009. Zpracování signálu z FROG, založeném na křížové modulaci fáze v nelineárním vlákně standardními metodami je obtížné. Proto byl autorem disertační práce zvolena metoda založená na genetických algoritmech.

Za přínos práce považuji vytvoření programových nástrojů pro zpracování signálů FROG metodou genetických algoritmů.

Za nedostatky práce považuji zbytečně zdlouhavý popis genetických algoritmů v Kapitole 5 a velký počet obrázků v Kapitole 6.

Přes všechny výše uvedené připomínky se domnívám, že předložená disertace obsahuje původní a autorem disertace publikované výsledky a je přínosem pro další rozvoj bádání v oblasti zpracování optických signálů. V databázi SCOPUS jsem našel 4 záznamy, h – faktor po odečtení autocitací 2. **Proto doporučuji tuto práci k obhajobě** a navrhuji komisi pro obhajoby udělit kandidátovi příslušnou vědecko-akademickou hodnost.

Ing. Miroslav Karásek, DrSc.



V Praze dne 26. července 2010