

PŘÍSPĚVEK K MOŽNOSTEM MECHANIZACE VYHODNOCENÍ INTERFERENČNÍHO OBRAZU

RNDr. Miroslav Hrabovský, CSc. - Ing. Martin Peč
SIGMA Výzkumný ústav, Olomouc

1. Úvod

Rozvoj optických měřicích metod byl v posledním desetiletí výrazně ovlivněn stále častějšími aplikacemi holografické interferometrie ve strojírenské praxi. Lze konstatovat, že v této oblasti aplikací i "klasické" optické metody prožívají svou renezanci, avšak kvalitativně v jiné poloze, v součinnosti s teoreticko-výpočtářskými postupy jako prvek fyzikálního experimentu. Vedle holografických metod jsou to klasické interferenční metody, metody moiré, fotoelasticimetrie atd. Jejich aplikace je velmi široká, přičemž společným je výsledný názorný obraz proužkového systému, který charakterizuje zkoumaný jev. Vyhodnocení takového proužkového systému vyžaduje zpravidla stanovení geometrického rozložení proužků, jejich řád apod. V případech hromadnějšího nasazení je i při relativně jednoduchých algoritmech vyhodnocení studovaného jevu nutné nasazení výpočetní techniky. Mechanizace přípravy dat pro vyhodnocení na samočinném počítači bývá zpravidla v čs. podmínkách limitujícím faktorem nasazení příslušné metody.

V současné době většina uživatelů užívá pro záznam interferogramu fotografickou emulzi. Vyhodnocení je prováděno přímo z fotografie resp. ze zvětšeného obrazu prostým promítnutím pomocí běžných audiovizuálních pomůcek a následným proměřením geometrie obrazu. Kvalitativně vyšším stupněm je analogový resp. číslicový přepis tohoto obrazu např. využitím vhodného typu digitizeru s kalkulátorem, mikrofotometru, převodem televizního signálu do počítače aj.

Referát podává popis konkrétního řešení posledních dvou případů v podmínkách SIGMA Výzkumného ústavu. Řešení jsou však natolik univerzální, že jsou použitelná i na dalších pracovištích.

2. Mikrofotometr

Proměření zčernání fotografického záznamu pomocí mikrofotometru s odečtem (stanovením) souřadnic maxim resp. minim zčernání je sice pracné, ale z hlediska přesnosti velmi vhodné a v čs. podmínkách zpravidla i dostupné. V principu tato zařízení dovolují i stanovení fáze mezi dvěma interferenčními extrémy (v případě požadavku velmi přesných měření).

V ČSSR jsou k dispozici mikrofotometry s nejrůznějším určením, převážně pak z produkce firmy Carl Zeiss Jena, např. starší typ G II určený pro hodnocení spektrogramů. Optická soustava zobrazuje detail fotografického záznamu na matnici, v jejímž středu je zpravidla stavitelná clona volící velikost světelného svazku dopadající na selenový fotočlánek. Článek tvoří zdroj proudu pro citlivý galvanometr s optickou indikací.

Fotometr G II je opatřen milimetrovými měřítky ve dvou osách (jedna s mikrometrem). Příčný posuv stolu je vyveden a pomocí hřídele s kardanovým kloubem je možné spojení s analogovým zapisovačem (zčernání v závislosti na poloze v jednom směru). Řada mikrofotometrů (především novější výroby) má již vlastní odměřování polohy pomocí el. snímačů. Pokud je odměřování pouze mechanické (např. G II s mechanickou vůlí), pak se nám jako nejvýhodnější jevila relativně jednoduchá úprava využitím lineárního indukto-synového měření vyráběného n. p. Tesla Kolín (hledisko relativní snadnosti úpravy fotometru při zachování původních funkcí, vysoká přesnost). Sestává z indikátoru polohy NS 140, měřítek IML 120 a jezdců IML 122. Dosažitelná přesnost je podle třídy výroby 2 až 6 μ m.

Indikátor polohy NS 140 vysílá data po multiplexované sběrnici, kterou nelze synchronizovat s vnějšími zařízeními. Je proto užita tzv. řídicí jednotka obsahující vyrovnávací paměť pro pět cifer. Řídicí jednotku tvoří spojovací člen mezi indukto-synovým odměřováním a záznamovými jednotkami, tj. děrovačem děrné pásky (Cellatron C 8021/1), psacím strojem (Consul 242.9) a ovládacími jednotkami MT 108 a MT 109 ze souboru přístrojů číslicového měření Adimes (n. p. Metra Blansko). Podle činnosti je možné řídicí jednotku dělit na tři části. První slouží k záznamu souřadnic do vyrovnávací paměti, druhá k ovládání a úpravě záznamu a třetí část je řadič, který koordinuje činnost obou předcházejících částí. První i druhá část je řešena s vlastní logikou, řeší své úkoly samostatně a řadiči pouze oznamuje, zda je s požadovanou činností hotova. Řadič je tvořen pěti-bitovým registrem určujícím pět základních taktů přístroje: přepis dat z NS 140 do vyrovnávací paměti, nulování zápisových obvodů, zápis tzv. zápisového slova na záznamové medium, nulování zápisových obvodů a zápis návratových znaků na záznamové medium. Dále je v některých taktech možné činnost řadiče blokovat obsazovacím signálem, což umožňuje synchronizovat činnost řadiče s časovými požadavky řízených periférií. Záznamová jednotka sama adresuje jednotlivé adresy vyrovnávací paměti měřených dat event. doplňuje záznam tak, aby odpovídal požadavkům rekordového čtení počítače. Pro usnadnění programového zpracování se číslovají jednotlivé odečítané body - série čísel. Zařízení je relativně jednoduché konstrukce, dostupné v čs. podmínkách. Činnost operátora je velmi jednoduchá, podle výchylky indikátoru najde zvolený bod (např. interferenční extrém) a odstartuje činnost řídicí jednotky, která zaznamenává souřadnice měřeného bodu, a přidělí jim pořadové číslo. Operátor přitom má vizuální kontrolu na matnici mikrofotometru o okolí měřeného bodu.

3. Digitalizace interferenčního obrazu upravenou TV kamerou

Pro další rozvoj měření (hromadné nasazení) je zřejmé, že se nevystačí ani s poloautomatickým zařízením typu mikrofotometr. Jednou z cest je přímý vstup do počítače prostřednictvím TV kamery (odpadá navíc mezistupeň záznamu na fotogr. emulzi). Některé možnosti jsou obsaženy v [1, 2, 3, 4]. Obvykle se používá kamera průmyslové televize s vidikonem, na jejíž rozkladovou elektrodu se promítá vyšetřovaný obraz. Poměr stran obrazu je 4:3. Signál z obrazové elektrody je snímán elektronovým paprskem po řádcích, kterých je podle naší normy 625. Řádkový opakovací kmitočet je 15 625 Hz, snímkový kmitočet 50 Hz. Konstrukce kamery neumožňuje libovolný přístup k jednotlivým bodům, vždy se snímá celý obraz rozložený do jednotlivých řádků.

V řadě úkolů se vystačí s nižší rozlišovací schopností, a proto (i z hlediska rychlosti výpočtu na počítači) byla zvolena max. pracovní matice 256 x 256 bodů. Ideální stav by byl sejmut celou tuto matici během jednoho snímku, uchovat ji ve vyrovnávací paměti a potom ji přesunout do počítače. Jasový signál lze zpracovat až na 256 úrovních. Z tohoto pak vyplývají nároky na velikost paměti 64k x 8 bitů. Ve velké části případů se zpracovává statický obraz. Potom je snazší digitalizovat obraz po sloupcích a jednotlivé naměřené hodnoty rychlostí 15,625 kbyte/s přenášet přímo do počítače tak, jak je popsáno ve [2, 3]. Budoucnost patří ale obrazovým pamětím. Pro dodržení geometrické přesnosti rastru je nezbytné dodržet řádkový a snímkový kmitočet, proto jsou tyto kamery vždy synchronizovány stabilním oscilátorem.

V SIGMA VÚ je v současné době zkoušeno zařízení, které vzniklo převzetím části televizního řetězce pro defektoskopii prozařováním a doplněním o televizní digitizer, které bylo zhotoveno ve VPZVÚ Běchovice. Zařízení je řešeno až na určité odchylky podle normy CAMAC, což zjednodušuje

připojení na počítač HP resp. ADT. Komunikace mezi počítačem a TV digitizerem probíhá přes upravenou jednotku 03-170 na straně ADT(4100) a řadič rámu CAMAC NL 2104 pod systémem RTE II. Byla použita kamera průmyslové televize ETS 5200 s úpravou pro externí synchronizaci.

4. Použitá literatura

- [1] Vavřín, P. - Šolc, F.:
Systémy automatického zpracování optické informace.
Automatizace 1983 (26), č. 11.
- [2] Valina, P.:
Zařízení pro digitalizaci obrazů v systému CAMAC.
Sdělovací technika 1982, č. 7.
- [3] Špunda, I.:
Poznámky ke zpracování a digitalizaci obrazů.
Jemná mechanika a optika, 1980 č. 1.
- [4] Škvařil, I. - Špunda, I.:
CAMAC interfejs pro vstup TV signálu po sloupcích
do počítače.
Z konference "Modulární systémy pro sběr a zpracování
dat CAMAC, IMS", Praha, listopad 1977.
- [5] Peč, M.:
Zařízení pro automatický zápis souřadnic v rovině.
Výzkumná zpráva, SIGMA Výzkumný ústav Olomouc, 1982.