

3D měření ozubených kol

Zdeněk Drábek

Oponent:

Ing. Pavel Drbohlav

AUREL CZ s.r.o.,

Štěpánská 539/9, Praha 2

pobočka Chrástava, Nádražní 96

Práce komplexně popisuje postup měření a to jednak při použití samotné fotografie (fotogrammetrie), dále i v kombinaci s projekcí mřížky (skenování). Z hlediska strojařského je podle mě uveden dostatečný a srozumitelný popis všech aspektů návrhu a výroby ozubených kol. Přestože je v závěru konstatován neúspěch metodiky, osobně si myslím, že přínos je dostatečný. Jednak při použití menšího skenovacího objemu bychom dosáhly detailnějšího popisu geometrie (menší rozestup bodů), ale i při použitých podmínkách a při doplňujících informacích by byla metodika funkční. Tím myslím, znát účel ozubeného převodu (vzdálenost os, nároky na hlučnost, apod.) bylo by možné zjistit základní parametry a následně navrhnout velice blízké a optimální řešení. Vliv korigování designu ozubeného kola je stejně do jisté míry těžko zpětně identifikovatelný, přesto by bylo vhodné ověřit možnosti určení právě pomocí 3D měření. Předložená práce tak splnila cíle dle uvedeného zadání, protože vyzkoušela aplikovat moderní optické bezkontaktní měření – skenování - k zpětné rekonstrukci konkrétního dílu, v tomto případě ozubeného kola.

Z hlediska jazykové úrovně má práce standardní úroveň. Osobně bych přivítal méně opisování, použil bych jiné formy (např. orientovaný vs. orientační nebo polygonová vs. polygonální) a v některých případech jiný slovosled či formulace (např. se mi nelíbí „...bohužel je ale jako...“). K diskuzi by bylo použití termínu „zaostřovací diody“, kdy smysl je jasný, přesto diody ani objektivy jimi nezaostřuji. Možná by bylo zřejmější použít v praxi běžně používaná anglická slova. Práce obsahuje i několik překlepů (úsměvné jsou „μmm“). Přesto je čtivost dobrá a má logické souvislosti tak, jako řazení jednotlivých kapitol. Teoretická část popisující ozubené kolo jako strojařský prvek je kvalitní, alespoň z hlediska mechatronika. Jako nedostatečný vidím popis principu měření skenováním. V popisu optických značek je nesprávně uveden termín „identické“ právě proto, že kódované značky v jedné bitové sadě naopak musí být jedinečné, tj. unikátní. Nejvíce mi vadí nedodržování formálního zápisu čísel a jednotek a to často chybějící mezera mezi nimi. Formátování textu je dobré, vizuálně kvalitní a dobré k orientaci v textu. Jsou dodržována pravidla používání symbolů, značek a jednotek. Citace použité literatury jsou uváděny správně.

Z odborného hlediska se zkušenostmi s měřením optickými systémy bych vytknul jako hrubou chybou spojovat rozlišení kamery s parametrem DPI (v tomto případě bez souvislosti a významu). Dalším je špatná formulace, že vliv na měřicí objem má rozlišení kamery. Měřicí objem je definován použitými objektivy a vlastní konstrukcí skeneru, resp. vzdáleností mezi kamerou a projektorem. Dále je škoda, že posluchač neprovedl měření opakovaně. Pak by bylo možné naměřená data statisticky zpracovat a např. více důvěřovat chybě měření, která je uvedena okolo 150 μm. Významným aspektem práce je kvalitní spojení praktické části s virtuální, tj. návrhem ozubeného kola. V tomto případě je zcela vhodně použita metoda hledání optimální parametrů, kdy posluchač musel vybírat z 20-ti variant a tedy určit správné řešení. Ukázkové spojení reálného světa pomocí měření s teoretickými vědomostmi a dále rozhodnutí se k výslednému závěru. Věřím, že do jisté míry nebylo snadné udělat negativní zhodnocení a tím jasně vyjádřit upotřebitelnost dané metodiky (skenování) pro oblast návrhu ozubených kol. Bylo by potřeba použít menší skenovací rozsah, který již máme ve firmě AUREL CZ

k dispozici, a vyzkoušet jeho možnosti nejenom k rekonstrukci daného ozubeného kola, ale i k využití např. archivace poškozených nebo jinak zajímavých ozubených kol. V tomto směru by přicházelo v úvahu zaznamenávat i skutečnou texturu ozubeného kola, která by mohla vést ke zjištění problému a to tzv. z pohodlí kanceláře a bez složitého skladového dohledávání.

Vzhledem k výše uvedenému jsem přesvědčen o kvalitách zpracování této bakalářské práce a o dosažení stanovených cílů.

Otázky o obhajobě:

1. Jaký je obecný princip měření skenováním pomocí projekce optické mřížky ?
2. Jaké jsou kritéria definování přesnosti měření optického systému Steinbichler Comet dle normy VDI 2634, část 2 ?
3. Proč korigování při návrhu ozubeného kola je těžko měřitelné a tedy zpětně určitelné ?

Předložená práce splňuje cíl zadání i požadavky na udělení akademického titulu bakalář uchazeči v případě úspěšné obhajoby.

1.8.2017 v Chrastavě

Ing. Pavel Drbohlav

