

## » Visokobrzinske kamere za testiranje ponašanja materijala pri sudarima

Kada u svemiru nešto krene naopako, posljedice mogu biti tragične. Američka svemirska agencija NASA izvodi testiranja sa ciljem razumijevanja nesreća iz prošlosti i sprječavanja novih. Jedan od alata razvijenih u tu svrhu se, između ostalih, primjenjuje i pri osiguravanju sigurnosti automobila i zrakoplova te za brojne druge aplikacije.

Na raketi Columbia je 1. veljače 2003. godine svega nekoliko minuta prije slijetanja došlo do katastrofalnog kvara, koji je uzrokovao tragičnu nesreću, kada se raketa raspala u zraku. Uzrok kvara se dogodio 17 dana prije tijekom lansiranja, kada je otpali komad pjene udario u rub krila. NASA je nekoliko mjeseci istraživala nesreću, kako bi utvrdili, što se dogodilo. Matthew Melis, stručnjak za balistiku iz Glenovog istraživačkog centra, koji je sudjelovao u istrazi, pojašnjava da se uzrok za nesreću može pojasniti osnovnim načelom fizike, gdje nije važno samo, kolika je masa čestice pri sudaru, već i njegova brzina.

Melis pojašnjava, kako je pjena bila vrlo lagana, dok je rub krila, načinjen od kompozita ojačanog ugljiknim vlaknima, iznimno čvrst, međutim kinetička energija pjene bila je dovoljno velika, da je uzrokovala oštećenja na sustavu za toplinsku zaštitu rakete. Zajedno s drugim istražiteljima, u laboratoriju su simulirali uvjete pri sudari i detaljno proučili događaj, uključujući mjerenje udarca pjene u rub krila primjenom stereo fotogrametrije. Ta tehnika primjenjuje dvije sinkronizirane kamere, koje snimaju sudar pod različitim kutovima te programsku opremu, koja analizira, kako

se materijal deformira tijekom događaja. Te pomake materijala se preslika u naprezanja i deformacije.

To je vrlo slično kao i gledanje s dva oka pozicije predmeta u trodimenzijskom prostoru, pojašnjava John Tyson, predsjednik tvrtke, koja je izradila sustav stereo fotogrametrije, koju primjenjuje u NASA-i. S dvije kamere moguće je točno izmjeriti, približava li se predmet ili udaljava te se može ocijeniti prijedena udaljenost.

Tim istražitelja kod nesreće Columbie nije samo prikazao što se dogodilo na ojačanom rubu krila od karbonskog kompozita pri udaru pjene, već je predvidio što bi se dogodilo u slučaju, da su raketu pogodile i ostale čestice. Zajedno s timom za ocjenjivanje udara čestica u Johnsonovom svemirskom centru su sastavili popis različitih materijala od pjene i leda do veziva keramičkih pločica, koji bi mogli otpasti s rakete, te procijenili, kakve bi bile posljedice pri udaru u raketu.

Primjenom stereo fotogrametrije, računalnih modela i drugih alata, provjerili su, koji udarci mogu uzrokovati kritično oštećenje, te dali prijedlog promjena na strukturi rakete, kako bi smanjili rizike. Ukoliko su rezultati istraživanja pokazali, da je određen dio pjene prevelik, smanjili su ga ili čak uklonili, pojašnjava Melis. U jednom slučaju su morali povećati debljinu dvaju prozora za osminu inča, kako bi osigurali da ih udarac komada pjene ne ošteti.

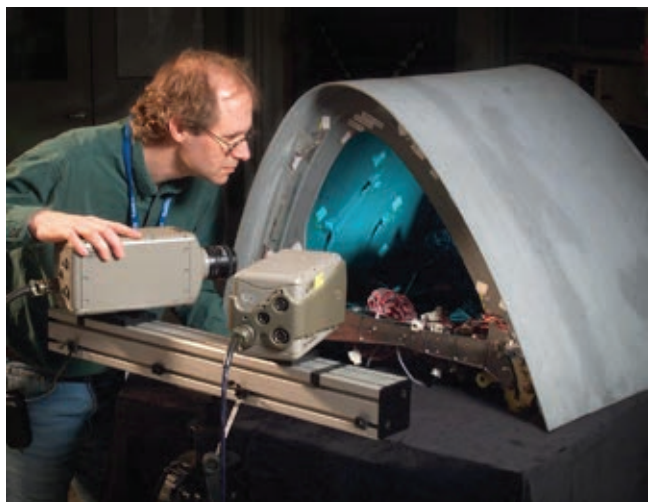
Nakon dvije godine testiranja i analiza, u NASA-i su bili dovoljno uvjereni, da mogu ponovo uspostaviti sigurna lansiranja raketa.

### Prijenos tehnologije

Godine 2003., kada je počela istraga nesreće rakete Columbia, stereo fotogrametrija nije bila nova tehnika, jer su je u NASA-i već primjenjivali za brojne svrhe, iako tada raspoloživa tehnologija nije bila primjerena za balistička istraživanja.

Programska oprema za fotogrametriju ARAMIS, koju su primjenjivali u NASA-i, mogla je analizirati video snimke s približno 15 slika u sekundi, što je relativno brzo, međutim za istragu nesreće Columbie, morali bi analizirati snimak s 30.000 slika u sekundi, što je potrebno za takve balističke događaje.

Melis pojašnjava, da su za postizanje dovoljno velikog broja slika u sekundi morali riješiti dva problema, odnosno trebali su tehniku za kalibraciju i sinkronizaciju visokobrzinskih kamera te učinkovit način prijenosa slika iz visokobrzinskih kamera u programsku opremu za provedbu proračuna. Kamere obično pohranjuju snimke izravno na računalu, dok visokobrzinske kamere pohranjuju



» Za istragu stravične nesreće rakete Columbia, 2003. godine i za bolje razumijevanje, kako spriječiti takve nesreće u budućnosti, tim u Glenovom istraživačkom centru primijenio je visokobrzinske kamere i programsku opremu za stereo fotogrametriju pri analizi sudara. Sustav primijenjen 2004. godine bio je namjenski razvijen za potrebe NASA-ine istrage.

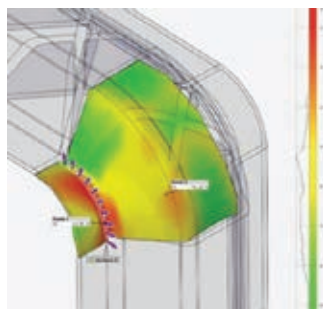
snimke na ugrađeni memorijski modul. Melis je kontaktirao tvrtku Trilion Quality Systems iz Philadelphiem, koja je jedini distributer u SAD za njemački sustav ARAMIS, te ih pitao, što mogu načiniti glede zahtjeva za obradom snimaka s velikim brojem slika u sekundi. Vrijeme je bilo vrlo ograničeno, jer je NASA željela analizu događaja, kako bi načinila potrebne promjene i ponovo uspostavila sigurna lansiranja raketa.

U tvrtki Trilion su se odmah uhvatili posla i utvrdili, da je potrebno ukloniti čitav niz manjih poteškoća, sjeća se Tyson. Između ostalog su se dogovorili s proizvođačem visokobrzinskih kamera, da prilagodi programsku opremu obzirom na zahtjeve njihove opreme.

Za odgovarajuće djelovanje programske opreme, potrošili su dva mjeseca, uključujući razvoj privremene programske opreme te fina podešavanja konačne verzije, pojašnjava Tyson. Od tada nadalje, u tvrtki Trilion poboljšavaju i nadograđuju sustav za visokobrzinsko snimanje, zajedno s proizvođačem programske opreme za kamere i tvrtkom, koja je razvila program ARAMIS, tako da obje komponente djeluju usklađeno. Visokobrzinski sustav ARAMIS predstavlja 20 posto posla tvrtke Trilion, a sve je počelo kroz suradnju s NASA-om pri analizi nesreće rakete Columbia.

### Koristi nove tehnologije

Jedno od najvažnijih područja primjene visokobrzinske stereo fotogrametrije, odnosno visokobrzinske digitalne korelacije slika, kako sustav zovu u tvrtki Trilion, područje je ispitivanja materijala. Tyson pojednostavljeno pojašnjava, da se na svim industrijskim



» Tvrtka Trilion Quality Systems je sudjelovala s Glennovim centrom na preradi postojeće programske opreme za stereo fotogrametriju za primjenu u visokobrzinskim kamerama. Sada tvrtka prodaje razvijeni sustav za analizu naprezanja i deformacija materijala na različitim područjima od analize implantata koljena do trkače obuče te za niz drugih aplikacija.

područjima pri ispitivanju materijala ispitno tijelo rasteže i promatra, kako se deformira i na kraju lomi.

Za točna mjerenja se pri rasteznom pokusu obično primjenjuju mjerni listići ili drugi senzori na površini ispitnog tijela. Takvi senzori mogu dati samo diskretna mjerenja na konačnom broju točaka. Rezultati mjerenja se unose u programsku opremu, koja eksploatira događanje tijekom ispitivanja na čitavo ispitno tijelo. Kvaliteta rezultata je u tom slučaju ovisna o računalnom modelu primijenjenom za analizu, pri čemu može doći do odstupanja od stvarnog stanja, ukoliko senzori nisu postavljeni na odgovara-

SWATYCOMET  
WEILER ABRASIVES GROUP



WEILER

## NEOPHODNI U LJEVARSTVU



OSA

FEPA

ISO 9001

2018  
AAA  
Boniteto odličnosti

SWATYCOMET, umetni brusi in nekovine, d.o.o. - Titova cesta 60, 2000 Maribor, Slovenija



jućem mjestu. U slučaju stereo fotogrametrije, programska oprema može snimati podatke sa čitave površine ispitnog tijela odjednom. Umjesto da se promatra jedna točka na ispitnom tijelu, snima se 10.000 točaka, što omogućuje bitno bolje razumijevanje stvarnog događanja na ispitnom tijelu, pojašnjava Tyson.

S takvim mjerenjima se može provjeriti računalni model, primijenjen kod mjerenja s fizičkim senzorima ili u ga u cijelosti nadomjesti.

S boljim razumijevanjem ponašanja materijala, proizvođači mogu poboljšati učinkovitost i povećati sigurnost komponenata. Kao primjer, Tyson navodi kako su nekad automobili bili načinjeni od čelika, dok je sada automobil sastavljen od 50 različitih materijala, od kojih svaki obavlja različitu funkciju. Tako se bitno povećava sigurnost automobila samo s primjenom različitih materijala.

Tvrtka Trilion prodaje svoju opremu različitim industrijskim korisnicima od proizvođača automobila i ortopedskih implantata, do dobavljača vojničke opreme.

Kada su u Adidasu željeli razviti novu visokoučinkovitu trkaću obuću, primijenili su visokobrzinski sustav ARAMIS za analizu, kako kod olimpijskih maratonaca stopalo udara na tlo pri punoj brzini, kada su bosi i kada su obuveni. Jedan od zaključaka tih ispitivanja je bio, da obična obuća tijekom trčanja ograničava gibanje noge na peri i pri Ahilovoj tetivi, pojašnjava Tyson. Na temelju tih zaključaka, načinili su trkaću obuću s otvorom u obliku slova »v« na stražnjem dijelu, tako da se tetiva može slobodno pomicati tijekom trčanja.

Proizvođač obuće je testirao i različite materijale, kako bi izabrao najprimjereniji, koji bi omogućavao, da se peta pri dodiru s tлом može raširiti. Proučavali su u stvari oblik noge i na temelju toga oblikovali obuću, koja bi bila odgovarajuća za gibanje atletičara tijekom trčanja.

Nakon loma krila tijekom simulacije letenja pri 120-postotnom opterećenju, u tvrtki Boeing su primijenili Trilionov sustav za potvrdu nosivosti konstrukcije na njihovom novom modelu Dreamliner 787. U tvrtki Ford su sustav primijenili za ispitivanje materijala za njihov model F-150, kada su željeli čelik zamijeniti s aluminijem u cilju snižavanja troškova proizvodnje i povećanja učinkovitosti potrošnje



» U Fordu su primijenili Trilionov sustav za testiranje udaraca, kada su željeli na poluteretnjaku F-150 zamijeniti čelik s aluminijem. Lakši materijal je doprinio uštedi pri izradi i potrošnji goriva, dok su se u Fordu željeli uvjeriti, da se neće smanjiti čvrstoća odnosno sigurnost vozila.

goriva radi lakše konstrukcije vozila. U Fordu su htjeli osigurati, da zamjena materijala neće ugrožavati čvrstoću njihovog poluteretnjaka.

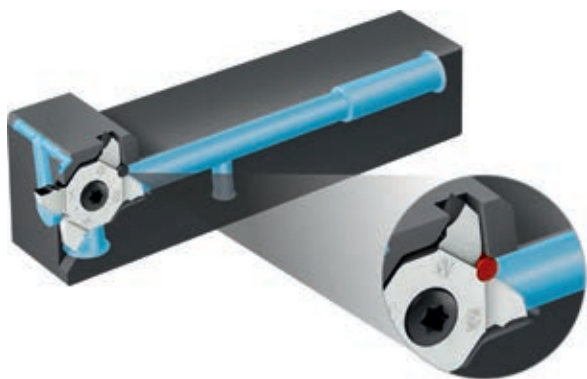
Pored osiguravanja detaljnih i točnih mjerenja po čitavoj površini, primjena visokobrzinskog sustava ARAMIS je ujedno i jeftinija, tvrdi Tyson. Mjerni listić košta 1.500 dolara, što je bitno manje od 100.000 dolara, kolika je početna investicija u sustav ARAMIS, uključujući programsku opremu, kamere i postavljanje. No pokazalo se da su troškovi s vremenom sve manji, na račun troškova rada pri obavljanju mjerenja te troškova senzora. Sudeći prema Boeing-ovim ocjenama, primjena sustava je 10 puta jeftinija u usporedbi s nabavom i izmjenom senzora, te uz činjenicu, da sustav zahtijeva polovinu manje posla.

Ponekad je teško uvjeriti nove korisnike, da dvije kamere mogu mjeriti male pomake jednako točno kao i senzori, kaže Tyson, međutim pri tome uvelike pomaže referenca s NASA-om. Nema sumnje, da su s pomoću tog sustava pomogli ponovnom uspostavljanju lansiranja raketa.

» [www.gom.com](http://www.gom.com)  
» [www.topomatika.hr](http://www.topomatika.hr)

## » Procesno sigurno tokarenje navoja, i kada smo ograničeni s prostorom

Nove Walter Cut MX obradne pločice geometrije A60/AG60



» Opis: visoka postojanost, kvaliteta površine i sigurnost procesa: radi geometrije A60/AG60 na raspolaganju je široka paleta ureznih pločica, a jednostavna primjena i iznimna ekonomičnost govore u korist MX sustava.

| Slika: Walter AG

S geometrijama A60 i AG60 za manje i srednje uspone navoja, tvrtka Walter AG zaokružuje svoj MX program ureznih pločica. Isto kao i postojeće MX geometrije (CF5 i GD8 za sve operacije urezivanja i odrezivanja, RF5 za urezivanje i kopirno glodanje), i pločice A60/AG60 su opremljene sa četiri rezne oštrice. Geometrije za izradu 60° – djelomični profil – vanjskog navoja u širokom usponu navoja (0,5-3,0 mm) primjerene su prije svega za operacije tokarenja navoja na vrlo malom prostoru, primjerice u blizini pomoćnog vretena ili blizu prijelaza s manjeg na veći promjer. Tome možemo dodati i opće sustavne prednosti, kao primjerice ekonomičnost ili univerzalnu primjenu svih pločica na istom osnovnom držalu – i lijevo i desno.

Sustav MX, koji je primjeren za sve materijale, omogućuje širinu zareza od 0,8 do 3,25 mm i dubinu zareza do 6 mm. Posebnost oblika je sjedište pločice: sa samo-centrirnim, tangencijalnim stezanjem pločica se pri pritezanju vijaka pritisne na točku nalijeganja. Posebni zatik osigurava veću točnost i sprječava pogrešnu montažu. Rezultat je visoka stabilnost dimenzija i ponovljivost. Visokoj stabilnosti sustava MX dodatno doprinosi činjenica, da se površina nalijeganja pločica pri izradi reznog dijela pločice ne brusi, a istodobno čitava debljina pločice ostaje jednaka. Tvrtka Walter nudi posebne oblike unutar standardnog programa pri količinama iznad 10 komada. Isporuka je moguća u roku četiri tjedna preko Walter Xpress Service.

» [www.walter-tools.com](http://www.walter-tools.com)