



Slika 4. Tanek, fleksibilen zrcalni sistem M4 porazdeljen preko mreže 8.000 aktuatorjev se lahko deformira vsakih nekaj milisekund in na ta način kompenzira motnje v atmosferi.

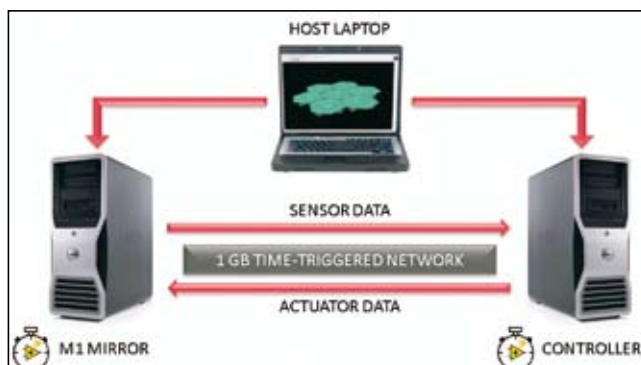
kanalov, ko so se lotili izziva matematike in krmiljenja. Inženirji družbe NI simulirajo postavitev in zasnovo krmilne matrike ter krmilne zanke. V središču vseh teh dejavnosti je zelo velika matrično-vektorska funkcija LabVIEW, ki izvaja večino izračunov. Krmiljenje zrcal M1 in M4 zahteva ogromno računsko zmogljivost, kar bomo rešili z uporabo več večjedrnih sistemov. Krmiljenje M4 predstavlja 15 izračunov podmatrik s 3.000×3.000 celicami, zato potrebujemo 15 naprav, ki vsebujejo čim večje število jeder. Zato mora krmilni sistem upravljati večjedrno obdelavo. Okolje LabVIEW ponuja to zmogljivost z rešitvami COTS, zato predstavlja zelo privlačno rešitev te težave.

Rešitev težave z okoljem LabVIEW in funkcijo za večjedrni način HPC

Ker smo morali načrtovanje krmilnega sistema opraviti pred samo gradnjo teleskopa E-ELT, bi lahko konfiguracija sistema vplivala na nekatere značilnosti gradnje teleskopa. Ključnega pomena je bilo temeljito preizkušanje rešitve, kot da bi teleskop že deloval. S tem izzivom so se inženirji družbe NI soočili tako, da so izvedli krmilni sistem, poleg tega pa še sistem, na katerem se izvaja simulacija zrcala M1 v realnem času, kar omogoča izvedbo preizkusa krmilnega sistema z vključeno strojno opremo (HIL) – *slika 5*. Način preizkušanja HIL se pogosto uporablja pri načrtovanju v avtomobilski in letalski industriji za potrjevanje krmilnikov s točnim simulatorjem, ki deluje v realnem času. Inženirji družbe NI

so ustvarili simulator zrcala M1, ki se odziva na signale krmilnega sistema in tako potrjuje njegovo delovanje. Ekipa NI je razvila krmilni sistem in simulacijo zrcala v okolju LabVIEW, nato pa jih je izvedla na večjedrnem osebnem računalniku, na katerem se izvaja LabVIEW Real-Time Module, kar zagotavlja deterministično izvajanje.

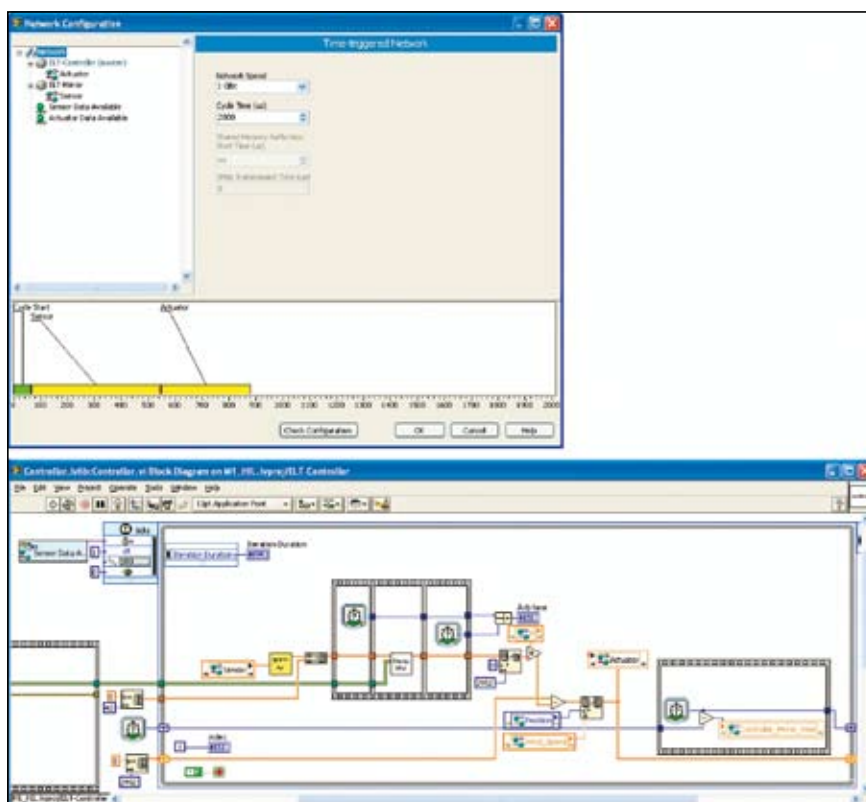
V podobnih aplikacijah HPC za izvajanje v realnem času so komunikacijske in računske naloge tesno povezane. Odpovedi komunikacijskega sistema pomenijo odpoved celotnega sistema. Zaradi tega se skozi celoten postopek razvoja aplikacije načrtuje tudi medsebojno sodelovanje komunikacije in računanja. Inženirji družbe NI so za jedro sistema potrebovali hitro in deterministično izmenjavo podatkov, zato so kmalu



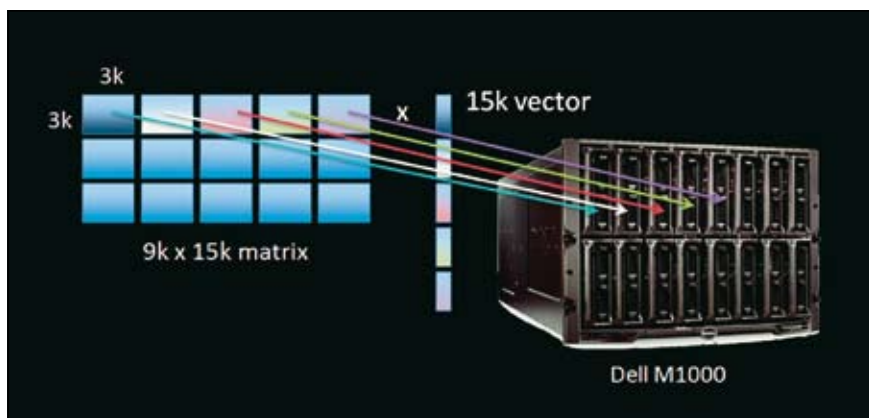
Slika 5. Inženirji NI so preverili krmilni sistem (desno) zrcala M1 s pomočjo HIL sistema strojne opreme v zaprti zanki (levo)

ugotovili, da standardno omrežje Ethernet ni primerno, saj uporablja nedeterministični omrežni protokol. Za izmenjavo podatkov med krmilnim sistemom in simulatorjem zrcala M1 so uporabili funkcijo časovno proženega omrežja v sistemu LabVIEW Real-Time Module, ki omogoča deterministični prenos podatkov s hitrostjo 36 MB/s.

Družba NI je razvila celotno rešitev za zrcalo M1, ki vključuje dve delovni postaji Dell Precision T7400 (vsaka ima po osem jeder) in prenosnik, ki



Slika 6. Za doseganje zahtevane časovne odzivnosti krmilne zanke so inženirji NI sestavili zelo determinističen mrežno porazdeljen sistem v aplikaciji pozivan s pomočjo časovnih sekvenc in neskončnih časovno upravljanjih zank.



Slika 7. Ilustracija predstavlja trenutni pristop NI implementaciji M4. Težavnost je približno 15-krat zahtevnejša od krmilnega sistema M1.

predstavlja vmesnik za uporabnika. Vključuje dve omrežji – standardno, ki oba sistema za izvajanje v realnem času povezuje s prenosnikom, in časovno proženo omrežje 1 GB Ethernet med sistemoma za izvajanje v realnem času, preko katerega se izmenjujejo V/I-podatki.

Ko smo preverjali zmogljivost sistema, smo ugotovili, da krmilnik v vsaki zanki prejme 6.000 vrednosti iz tipa, izvede krmilni algoritem za izravnavo segmentov in odda 3.000 vrednosti za aktuatorje. Ekipo NI je ustvarila krmilni sistem, ki dosegata te rezultate, in izvedla simulacijo delovanja teleskopa v realnem času, ki ji pravimo »zrcalo«.

Zrcalo prejme 3.000 izhodov za pogone, jim prišteje spremenljivko, ki predstavlja atmosferske motnje, kot je veter, izvede krmilni algoritem za simulacijo zrcala M1 in odda 6.000 vrednosti tipa, da zaključi zanko. Celotna krmilna zanka se izvede v manj kot 1 ms, da je zagotovljeno primerno krmiljenje zrcala (slika 6).

Končni rezultati, ki so jih inženirji NI izmerili za svoje izračune z matrikami in vektorji:

- Sistem LabVIEW Real-Time Module na računalniku z dvema štirijedrnima procesorjema pri uporabi štirih jeder in enojne natančnosti potrebuje 0,7 ms.

- Sistem LabVIEW Real-Time Module na računalniku z dvema štirijedrnima procesorjema pri uporabi štirih jeder in enojne natančnosti potrebuje 0,5 ms.

M4 kompenzira izmerjena popačenja valovne fronte v atmosferi, inženirji NI pa so ugotovili, da je to mogoče izvesti samo z najsodobnejšim sistemom z večjedrnimi strežniškimi rezinami. Dell je povabil ekipo, da je rešitev preizkusila na njegovem sistemu M1000 s 16 strežniškimi rezinami, rezultati pa so bili spodbudni. Vsaka izmed strežniških rezin sistema M1000 ima po osem jeder (slika 7), kar pomeni, da so lahko inženirji krmiljenje razdelili na 128 jeder.

Inženirji družbe NI so dokazali, da je dejansko mogoče uporabiti okolje LabVIEW in enoto LabVIEW Real-Time Module za izvedbo rešitev na osnovi strojne opreme COTS ter za upravljanje večjedrne računalniške obdelave za rezultate v realnem času. Zaradi tega preboja na področju zmogljivosti naša ekipa pri projektu E-ELT še naprej postavlja nove mejnike na področju informatike in astronomije, kar bo prispevalo k napredku znanosti.

IRT³⁰⁰⁰
inovacijarazvojt tehnologije

**NEPOGREŠLJIV VIR
INFORMACIJ ZA STROKO**

**VSATA DVA MESECA
NA VEČ KOT 140 STRANEH**

Vodnik skozi množico informacij

- kovinsko-predelovalna industrija
- proizvodnja in logistika
- obdelava nekovin
- napredne tehnologije