



www.electronica-azi.ro

Algoritmi și micro-inteligență la nivel de sistem

» 22





Industria aerospațială e plină de provocări

Când eșecul nu e o opțiune, DigiKey vă oferă piese livrate rapid, oriunde și oricând e nevoie de acestea.

Găsiți piesele esențiale la [digikey.ro](https://www.digikey.ro)

DigiKey

we get technical

DigiKey este un distribuitor în franciză pentru toți partenerii furnizori. Produse noi adăugate în fiecare zi. DigiKey și DigiKey Electronics sunt mărci comerciale înregistrate ale DigiKey Electronics în S.U.A. și în alte țări. © 2026 DigiKey Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, SUA

 **ECIA MEMBER**
Supporting The Authorized Channel



Anul 2026 începe pentru Electronica Azi într-un ritm intens și, aș spune, firesc pentru domeniul pe care îl urmărim cu atenție și consecvență de peste două decenii. Tehnologiile nu mai evoluează incremental, ci prin salturi care schimbă rapid regulile jocului: inteligența artificială se mută tot mai mult la margine, securitatea devine o problemă critică de infrastructură, iar robotica și sistemele autonome ies din laboratoare și intră în viața reală.

Primul număr al revistei din acest an reflectă exact această dinamică. Am ales articole care nu doar informează, ci oferă context, explicații și direcții clare. De la securitatea cibernetică în era cuantică, unde noțiuni precum criptografia post-cuantică nu mai sunt un subiect teoretic, ci o necesitate iminentă, până la precizia localizării roboților autonomi sau provocările reale ale antrenării rețelelor neurale convoluționale, acest număr propune o privire coerentă asupra tehnologiilor care vor conta cu adevărat în anii următori.

Un punct central al ediției este reprezentat de inteligența artificială, abordată din perspective complementare.

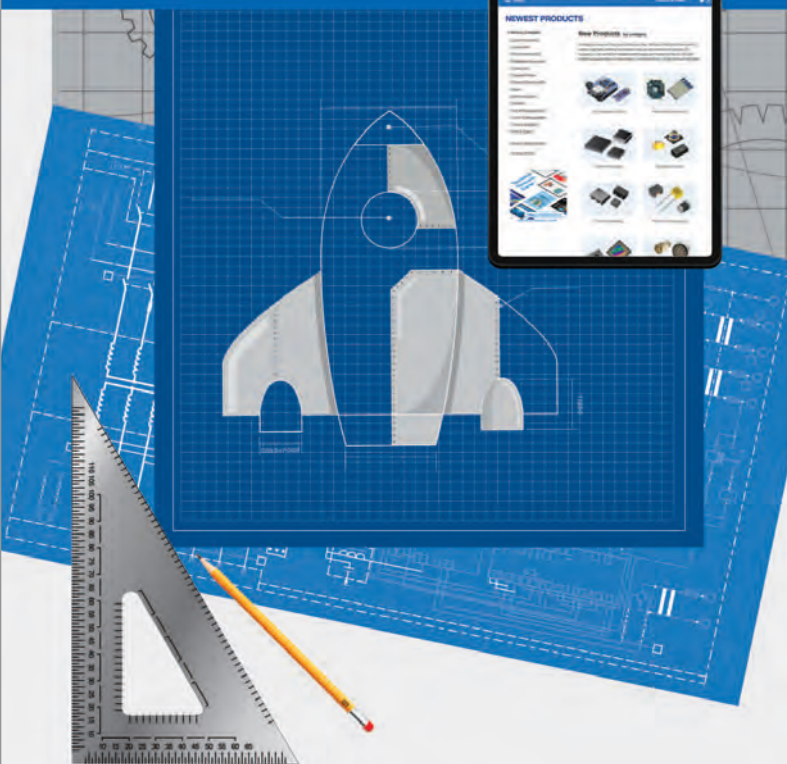
Publicăm în acest număr un material amplu dedicat rețelelor neurale convoluționale pentru a oferi cititorilor revistei o imagine completă asupra principiilor, arhitecturii și procesului de antrenare. În paralel, previziunile Analog Devices pentru 2026 deschid o fereastră către direcțiile emergente ale Edge AI, micro-inteligenței și roboticii autonome – domenii care vor influența profund modul în care proiectăm sisteme electronice.

Totodată, articolele din acest număr confirmă un lucru esențial: electronica modernă nu mai poate fi privită izolat. Hardware-ul, software-ul, algoritmi și datele formează un tot unitar, iar proiectarea devine din ce în ce mai interdisciplinară. Acesta este motivul pentru care ne-am concentrat pe materiale care explică "de ce" și "cum".

Privind înainte, 2026 marchează pentru Electronica Azi și începutul unei extinderi naturale către conținut video. Ne-am documentat, am testat și am analizat atent cum putem completa articolele din revistă cu materiale video scurte, menite să ajute la înțelegerea conceptelor prezentate. Este un început, iar ca orice început pot apărea mici stângăcii. Ni le asumăm. Important este însă obiectivul: să oferim cititorilor noștri mai multe chei de înțelegere, mai mult context și o experiență editorială adaptată modului în care informația tehnică este consumată astăzi.

Vă invit să rămâneți aproape de Electronica Azi într-un an care se anunță provocator, dar extrem de interesant pentru comunitatea tehnică.

Gabriel Neagu
gneagu@electronica-azi.ro

**Descoperiți****Proiectați****Dezvoltați****ro.mouser.com****Comandați -
cu - încredere**

Management

Director General – **Ionela Ganea**
Director Editorial – **Gabriel Neagu**
Director Economic – **Gabriela Vlaicu**
Publicitate – **Irina Ganea**
Web design – **Petre Cristescu**

Editori Seniori

Prof. Dr. Ing. **Paul Svasta**
Prof. Dr. Ing. **Norocel Codreanu**
Conf. Dr. Ing. **Marian Vlădescu**
Conf. Dr. Ing. **Bogdan Grămesu**
Ing. **Emil Floroiu**

Contact:

office@electronica-azi.ro
https://electronica-azi.ro
Tel.: +40 (0) 744 488818

Revista "Electronica Azi" apare de 10 ori pe an
(exceptând lunile Ianuarie și August).

Revista este disponibilă atât în format tipărit,
cât și în format digital - PDF.

Prețul unui abonament la revista "Electronica
Azi" în format tipărit este de 200 Lei/an.

Revista "Electronica Azi" în format digital (PDF)
este disponibilă gratuit accesând pagina web:
https://electronica-azi.ro.

2026© - Toate drepturile rezervate.



Electronica Azi este marcă înregistrată la
OSIM - România, înscrisă la poziția: 124259
ISSN: 1582-3490



EURO STANDARD PRESS 2000 srl
CUI: RO3998003 J03/1371/1993

Contact:

Tel.: +40 (0) 744 488 818 // office@esp2000.ro
www.esp2000.ro

Tipar executat la Tipografia Everest.

**SUMAR**

- 3 | Editorial**
- 6 |** Microchip extinde ecosistemul PolarFire® FPGA pentru aplicații video inteligente cu noi nuclee IP SDI și kitul Quad CoaXPress™ Bridge
- 8 |** Arrow Electronics sprijină .lumen în extinderea producției de ochelari pentru nevăzători
- 8 |** Toshiba și MIKROE prezintă o placă de comandă a motorului pentru simplificarea procesului de prototipare a aplicațiilor
- 9 |** Würth Elektronik își extinde gama de produse online
- 10 |** Instrumentul universal de depanare și trasare UDE® 2026 de la PLS Programmierbare Logik & Systeme oferă o ușurință sporită în utilizare datorită noilor funcții
- 12 |** Creșterea preciziei de localizare a roboților autonomi prin unități IMU avansate și fuziunea senzorilor
- 18 |** Un nou standard în detecția inductivă a poziției: Instrumentul Renesas pentru proiectarea bobinelor
- 22 |** Previziuni Analog Devices pentru 2026: De la Edge AI și micro-inteligență la robotică autonomă
- 24 |** I3C – Îmbunătățirea sistemelor embedded
- 27 |** Starter Kit Arduino OPLA IOT – Internetul Lucrurilor la îndemâna voastră!
- 28 |** Rețele neurale convoluționale: de la principii fundamentale la învățare și antrenare



www.electronica-azi.ro



www.electronica-azi.ro/arhiva-reviste



www.facebook.com/ELECTRONICA.AZI



- 36 | Cum să securizăm astăzi datele de mâine – Securitatea cibernetică în era cuantică
- 38 | Cum sunt îmbunătățite operațiunile cu ajutorul centrelor de date bazate pe inteligență artificială
- 43 | Microchip califică primele dispozitive TVS cu carcasă din plastic pentru aplicații militare și aerospațiale
- 43 | Powell oferă conectori Samtec AcceleRate® mP cu pas de 0,635 mm pentru sisteme cu densitate și viteză ridicată
- 44 | Mouser Electronics prezintă informații despre automatizarea industrială într-o nouă carte electronică realizată împreună cu STMicroelectronics
- 45 | u-blox ZED-X20P, modulul GNSS de înaltă precizie pentru toate benzile, disponibil acum la Mouser Electronics, oferă poziționare precisă pentru aplicații industriale, UAV și robotice
- 47 | Schneider Electric devine Partenerul Oficial de Tehnologie Energetică al McLaren Racing
- 47 | ATEN extinde tehnologia enterprise către consumatorii din România și Europa Centrală și de Est
- 48 | Vertiv estimează că alimentarea pentru AI, digital twins și răcirea lichidă adaptivă vor modela designul și operarea centrelor de date
- 49 | Vertiv lansează soluții de alimentare de rezervă pentru dispozitive personale și aplicații de business
- 50 | Brady: Siguranță și conformitate



www.instagram.com/electronica_azi



<https://international.electronica-azi.ro>



<https://x.com/ElectronicaAzi>



Microchip extinde ecosistemul PolarFire® FPGA

PENTRU APLICAȚII VIDEO INTELIGENTE CU NOI NUCLEE IP SDI ȘI KITUL QUAD COAXPRESS™ BRIDGE

Soluțiile stivuite oferă calitate video de nivel profesional, punte SLVS-EC către CoaXPress și funcționare cu consum energetic ultra-redus pentru aplicații medicale, industriale și de viziune robotică de ultimă generație

Microchip Technology și-a extins ecosistemul PolarFire® FPGA destinat aplicațiilor video inteligente venind în sprijinul dezvoltatorilor care au nevoie de interfețe video fiabile, cu consum redus de energie și lățime de bandă mare. Seturile de soluții pentru viziune embedded combină kituri de evaluare hardware, instrumente de dezvoltare, nuclee IP și proiecte de referință, contribuind la simplificarea dezvoltării, consolidarea securității și accelerarea timpului de lansare pe piață. Pachetele includ nuclee IP Serial Digital Interface (SDI) pentru recepție (Rx) și transmisie (Tx), precum și o placă quad CoaXPress™ (CXP™) care sprijină pipeline-uri video complete pentru aplicații ce variază de la diagnostic medical și imagistică cu latență redusă până la conectivitate în timp real a camerelor pentru sisteme inteligente.

Microchip este în prezent singurul furnizor cunoscut de soluții FPGA care oferă o implementare quad CoaXPress bazată pe FPGA,

permițând conectivitate directă SLVS-EC (până la 5 Gbps pe bandă) și CoaXPress 2.0 (până la 12,5 Gbps pe bandă), fără a fi necesare nuclee IP de la terți. Nucleele IP SDI Rx/Tx asigură transmisia video la 1.5G, 3G, 6G și 12G-SDI, în conformitate cu standardele SMPTE, fiind destinate aplicațiilor video profesionale și imagisticii încorporate. În plus, ecosistemul include capacități de punte HDMI-SDI și SDI-HDMI, cu suport pentru formate video 4K și 8K, permițând transmiterea fluxurilor video de înaltă rezoluție și lățime de bandă mare într-o gamă largă de aplicații embedded profesionale.

Prin valorificarea arhitecturii ultra-econome, sigure, programabile și nevolatile a FPGA-urilor PolarFire, Microchip oferă stive de soluții integrate care permit producătorilor OEM să creeze sisteme video compacte, fără ventilator, și cu performanțe ridicate. Soluțiile sunt proiectate pentru a

reduce costurile listei de materiale (BOM), pentru a simplifica complexitatea proiectării și pentru a integra securitate stratificată la nivel de hardware, proiectare și date, utilizând protecție avansată împotriva manipularii și funcții de securitate încorporate.

Cu suport nativ pentru senzorii SLVS-EC de la Sony, soluția oferă o cale de upgrade pentru proiectele afectate de componentele scoase din producție. Dezvoltatorii pot utiliza Libero® Design Suite și instrumentul de sinteză de nivel înalt SmartHLS™ de la Microchip pentru a reduce complexitatea și a scurta timpul de lansare pe piață.

Pentru mai multe informații despre colecția Microchip de pachete de soluții bazate pe FPGA, pot fi contactați reprezentanții de vânzări Microchip sau distribuitorii autorizați la nivel mondial.

■ **Microchip Technology**
www.microchip.com



DualPack3 – Densitate de putere ridicată, simplitate în utilizare

Costuri optimizate și performanțe de nivel industrial

Noile module DualPack3 cu tehnologie IGBT7 oferă densitate de putere ridicată, costuri optimizate și performanțe robuste, într-un format compact și consacrat. Disponibile în variante de 300–900 A, la 1200 V și 1700 V, modulele DualPack3 sunt proiectate pentru aplicații cu cerințe ridicate.

Caracteristici cheie

- Densitate de putere ridicată într-o amprentă mai mică
- Pierderi reduse cu până la 20% comparativ cu IGBT4
- Format compact: 152 × 62 × 20 mm
- Curent de ieșire mai mare, fără paralelizarea modulelor
- Comandă simplificată a porții, cu control precis al dV/dt
- Funcționare fiabilă în regim de suprasarcină, până la 175°C
- Securitate sporită a lanțului de aprovizionare prin furnizori multipli

Descoperiți cum DualPack3 poate alimenta următorul vostru proiect.



MICROCHIP

microchip.com/DualPack3



Numele și logo-ul Microchip, precum și sigla Microchip sunt mărci înregistrate ale Microchip Technology Incorporated în S.U.A. și în alte țări. Toate celelalte mărci comerciale sunt proprietatea deținătorilor lor de drept. © 2025 Microchip Technology Inc. Toate drepturile rezervate.
MEC2632A-ROD-11-25



Arrow Electronics sprijină .lumen în extinderea producției de ochelari pentru nevăzători

Arrow Electronics, furnizor global de soluții tehnologice, colaborează cu startup-ul românesc .lumen pentru a extinde producția ochelarilor inteligenți de ghidare, creați pentru a reproduce funcțiile esențiale ale unui câine-ghid. Ochelarii pentru nevăzători dezvoltați de .lumen reproduc funcțiile-cheie ale unui câine-ghid, combinând inteligența artificială (AI), șase camere integrate și feedback tactil în timp real într-un singur dispozitiv purtabil. Ochelarii scanează și interpretează continuu mediul înconjurător, detectează obstacolele, identifică trasee sigure și ghidează utilizatorul prin vibrații direcționale discrete.

Întregul sistem de navigație funcționează local, direct pe dispozitiv, fiind complet independent de cloud. Această arhitectură asigură o latență extrem de redusă, esențială pentru o navigație sigură și fiabilă în medii dinamice, precum străzi aglomerate sau spații interioare necunoscute.

Arrow oferă servicii complete de inginerie și lanț de aprovizionare pentru a permite companiei .lumen să își extindă producția într-un mod eficient. Acestea includ identificarea, aprovizionarea și integrarea componentelor electronice esențiale – procesoare, camere, senzori și conectori – precum și sprijin în asigurarea continuității stocurilor, controlul costurilor și optimizarea performanței dispozitivului.

Prin susținerea acestei tehnologii, Arrow își extinde activitatea în domeniul mobilității semi-autonome (SAM), care utilizează soluții inteligente pentru a crește independența persoanelor cu dizabilități fizice. Un exemplu relevant este Arrow SAM Car, o serie de vehicule avansate controlate de un pilot de curse cu tetraplegie, prin intermediul unui model AI și al unor sisteme electronice dezvoltate de inginerii Arrow.

.lumen acceptă în prezent comenzi pentru acest dispozitiv, conceput pentru a oferi utilizatorilor un nivel de mobilitate și libertate fără precedent. Actualizările viitoare de software vor include funcții precum "Take Me", destinată integrării cu servicii de cartografiere și extinderii capabilităților de navigație dincolo de simpla evitare a obstacolelor.

■ **Arrow Electronics** | www.arrow.com



Toshiba și MIKROE prezintă o placă de comandă a motorului pentru simplificarea procesului de prototipare a aplicațiilor

Toshiba a încheiat un parteneriat cu MIKROE pentru a integra SmartMCD™ pentru motoare de curent continuu cu perii duble pe placa SmartMCD TB9M001FTG.

Placa permite inginerilor din domeniul auto să evalueze și să dezvolte driverul inteligent de control al motorului TB9M001FTG pentru aplicații auto precum trape electrice, ștergătoare, geamuri electrice și scaune reglabile, eficiențizând faza de prototipare.

Cu accent pe performanță, flexibilitate și ușurință de integrare, dispozitivul SmartMCD, certificat AEC-Q100 (Grad 1), îndeplinește cerințele ASIL-A. Acesta include funcții de siguranță robuste, precum detectarea integrată a erorilor pentru supracurent (drivere low-side și high-side), supratensiune, subtenșiune și protecție împotriva opririi termice.

Dispozitivul dispune de un microcontroler (MCU) cu nucleu Arm Cortex®-M0. De asemenea, integrează 16 kB de memorie RAM și 192 kB de memorie Flash, cu 16 kB suplimentari de memorie Flash pentru date, toate protejate cu cod de corectare a erorilor (ECC), care permite corectarea erorilor simple și detectarea erorilor duble (SEC/DED).

SmartMCD integrează patru drivere de releu low-side, permițând controlul înainte și înapoi a două motoare DC cu perii atunci când sunt utilizate relee unipolare cu două poziții (SPDT). În plus, include două drivere high-side pentru alimentarea sarcinilor de 5 V și 12 V către componente externe, un transceiver LIN pentru comunicații în vehicul și un sistem complet integrat de gestionare a energiei, care generează toate nivelurile de tensiune necesare pornind de la bateria vehiculului.

Placa SmartMCD TB9M001FTG are un design compact, cu dimensiuni de 130 × 73 mm și include toate circuitele necesare pentru controlul motorului și testarea operațională. Aceasta oferă multiple intrări și ieșiri configurabile de uz general (GPIO), cu mai multe opțiuni de conectare, selectabile prin jumperi. Un depanator integrat, compatibil cu standardul CMSIS-DAP, permite funcționarea, testarea și depanarea imediată a dispozitivului țintă.

- Informații suplimentare despre circuitul integrat al Toshiba: TB9M001FTG
- Informații suplimentare despre placa MIKROE SmartMCD TB9M001FTG

■ **Toshiba Electronics** | <https://toshiba.semicon-storage.com>

Würth Elektronik își extinde gama de produse online



© Würth Elektronik

Navigatorul de produse de la Würth Elektronik ajută utilizatorii să selecteze componente electronice și electromecanice prin exemple practice de aplicații și topologii tipice.

Würth Elektronik lansează un nou instrument online care simplifică semnificativ procesul de identificare a componentelor potrivite. Navigatorul de produse îi ajută pe utilizatori să selecteze componente electronice și electromecanice pornind de la exemple practice de aplicații și topologii tipice. Prin acest Navigator, Würth Elektronik dezvoltă și perfecționează o abordare care s-a dovedit deja eficientă în Ghidul de aplicații din 2021. Acest ghid este acum complet integrat în Navigatorul de produse, care a fost extins considerabil.

Avantajul este clar: dezvoltatorii pot identifica mai rapid produsele relevante pentru domeniul lor de aplicație, fără a fi nevoiți să parcurgă cataloage complexe.

De la aplicație la componentă

Navigatorul de produse Würth Elektronik facilitează explorarea componentelor în funcție de aplicație și permite găsirea rapidă a soluției adecvate. Instrumentul oferă o selecție extinsă de domenii de aplicație, printre care: ecranare și împământare, soluții de asamblare a cablurilor, filtre de linie, surse de alimentare, filtre de curent continuu, gestionare termică, optoelectronică, distribuția energiei, periferice IC, interacțiunea om-mașină (comutatoare și afișaje), comunicații de înaltă frecvență și wireless, precum și tehnologii de măsurare și senzori.

Fiecare domeniu include topologii tipice și conținut tehnic suplimentar, conceput pentru a sprijini dezvoltatorii de electronice în procesul de proiectare.

Deoarece produsele din Product Navigator sunt conectate direct la catalogul online, mostrele gratuite – disponibile pentru aproape toate produsele Würth Elektronik – pot fi comandate prin doar câteva clicuri. În plus, majoritatea componentelor sunt disponibile din stoc. Pentru producătorii de produse cu volum redus, un avantaj important este faptul că Würth Elektronik nu impune cantități minime de comandă.

■ Würth Elektronik eiSos | www.we-online.com



Ce au în comun pasiunea, curiozitatea și creativitatea?

Răspunsul: pe dumneavoastră

Indiferent de cum vă considerați (student, meșteșugar, amator pasionat, un mag al tehnologiei...), dvs. reprezentați spiritul invenției – iar acest spirit contribuie la o lume mai bună pentru noi toți.

Dvs. veniți cu viziunea, iar noi vă ajutăm să o puneți în practică la digikey.ro

DigiKey

we get technical

DigiKey este un distribuitor în franciză pentru toți partenerii furnizori. Produse noi adăugate în fiecare zi. DigiKey și DigiKey Electronics sunt mărci comerciale înregistrate ale DigiKey Electronics în S.U.A. și în alte țări. © 2026 DigiKey Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, SUA



Instrumentul universal de depanare și trasare UDE® 2026 de la PLS Programmierbare Logik & Systeme oferă o ușurință sporită în utilizare datorită noilor funcții

Disponând de o gamă extinsă de funcții noi, menite să simplifice depanarea și analiza de trasare (*trace*) a aplicațiilor complexe bazate pe microcontrolere, PLS Programmierbare Logik & Systeme lansează versiunea majoră UDE® 2026 a Universal Debug Engine la embedded world 2026 din Nürnberg, în pavilionul 4, standul 4-310. Totodată, portofoliul de microcontrolere și procesoare embedded de înaltă performanță acceptate a fost extins semnificativ.

Capabilități îmbunătățite de analiză și scripting în timpul rulării pentru software embedded complex

Pentru a oferi dezvoltatorilor un instrument deosebit de ușor de utilizat și, în același timp, extrem de eficient pentru depanarea, trasarea și testarea software-ului embedded, funcția de analiză a utilizării CPU a fost extinsă pentru evaluarea în timp real a aplicațiilor bazate pe RTOS și AUTOSAR.

Datele necesare analizei pot fi obținute nu doar prin mecanismele de trasare ale microcontrolerului, ci și prin eșantionare utilizând interfața de depanare. Deși această metodă oferă o precizie statistică ușor mai redusă, avantajul major constă în posibilitatea evaluării utilizării CPU și pe microcontrolerele care nu dispun de suport hardware pentru trasare.

Mecanismele suplimentare ale sistemului de operare definite în AUTOSAR Runtime Interfaces (ARTI) permit o vizualizare mult mai detaliată a comportamentului aplicațiilor AUTOSAR în timpul rulării. UDE utilizează aceste mecanisme pentru a afișa apeluri de servicii și blocări de tip spinlock, alături de sarcini și întreruperi, în diagrama de execuție. Astfel, analiza comportamentului aplicației și al sistemului de operare devine mai precisă, facilitând identificarea problemelor de performanță.

Pentru automatizarea sarcinilor de depanare și testare software folosind limbajul

Python, UDE® 2026 integrează un depanator dedicat de scripturi Python. Acesta permite definirea de puncte de întrerupere, execuție pas-cu-pas și monitorizarea variabilelor Python într-o fereastră dedicată.

Suport extins pentru microcontrolere și procesoare cu funcționalitate avansată de trasare

UDE® 2026 aduce îmbunătățiri dedicate pentru familii specifice de microcontrolere, precum Infineon AURIX™ TC4Dx, primul membru al familiei TC4x. Suportul de trasare a fost extins pentru monitorizarea timpului de execuție al aplicațiilor virtualizate, permițând vizualizarea mașinilor virtuale gestionate de hipervizorul hardware TC4x direct în înregistrările de trasare.

În plus, UDE® 2026 suportă acum funcții de trasare și pentru dispozitivele de producție, permițând captarea datelor atât în faza de dezvoltare – folosind dispozitive de emulare – cât și direct în teren, cu microcontrolere standard.

Din cauza limitărilor hardware, funcționalitatea de trasare este însă restricționată în ceea ce privește dimensiunea memoriei disponibile și permite o singură înregistrare de trasare după repornirea aplicației sau resetarea controlerului.

Pentru modulele TTControl bazate pe AURIX™ TC3xx din seriile TTC 2300 și TTC 2030, UDE® 2026 oferă configurații ținută predefinite, punând la dispoziție un mediu de depanare complet funcțional, fără configurări suplimentare din partea dezvoltatorului.

Numeroase arhitecturi și familii de procesoare embedded nou acceptate beneficiază de funcțiile optimizate de testare, depanare și trasare ale UDE® 2026. Accentul este pus pe controlerele bazate pe nuclee Arm® Cortex®, inclusiv NXP S32K5, STM32H5 de la STMicroelectronics, MSPM0 și MSPM33 de la Texas Instruments, Infineon MOTIX™ și microcontrolerele auto multi-core THA6 Gen2 de la Tongxin Micro.

Pentru arhitectura deschisă RISC-V, PLS a implementat suport pentru AndesStar™ V5 pe 32 de biți, primii utilizatori dezvoltând deja software pe nucleul AndesCore™ D23 utilizând UDE®.

Lansarea pe piață a UDE® 2026 este programată pentru începutul lunii mai.

■ **PLS Programmierbare Logik & Systeme**
www.pls-mc.com



GREEN ENERGY EXPO & ROMENVIROTEC

Parteneri



MINISTERUL MEDIULUI,
APELOR ȘI PĂDURILOR



DEPARTAMENTUL PENTRU
DEZVOLTARE DURABILĂ

Expoziție pentru ENERGIE | DEȘEURURI | APĂ SMART CITY

3 – 5 MARTIE 2026 | ROMEXPO



www.greenenergyexpo-romenvirotec.ro

Organizatori:



Partener strategic:



Partener outdoor:

PROFI PRINT

În parteneriat cu:



Parteneri media:



Asociații partener:





Creșterea preciziei de localizare a roboților autonomi

PRIN UNITĂȚI IMU AVANSATE ȘI FUZIUNEA SENZORILOR

*Acest articol analizează pe scurt provocările specifice localizării roboților mobili autonomi (AMR). Apoi, prezintă IMU-urile avansate de la **Analog Devices** și arată cum pot fi utilizate pentru a răspunde acestor provocări în spații interioare, în medii în care sistemele de poziționare globală (GPS) nu sunt disponibile. În același timp, sunt prezentate concluzii relevante obținute din utilizarea acestor tehnologii în aplicații mai largi.*

Autor: Rolf Horn, Applications Engineer
DigiKey

DigiKey

Unitățile de măsurare inerțială (IMU) sunt fundamentale pentru o gamă largă de sisteme mobile, inclusiv robotica industrială, roboții umanoizi, vehiculele aeriene fără pilot (UAV) și sistemele imersive de realitate mixtă. Deși cerințele specifice diferă de la o aplicație la alta, proiectanții se confruntă constant cu provocarea de a furniza date de orientare și mișcare în timp real, din ce în ce mai precise, pentru o categorie largă de aplicații cunoscută sub denumirea de roboți mobili autonomi (AMR).

De ce localizarea reprezintă o provocare pentru dezvoltatorii de AMR-uri

Roboții mobili autonomi (AMR) sunt esențiali pentru productivitatea fabricilor și a depozitelor inteligente, unde contribuie la eficientizarea fluxului de materiale, la reducerea deșeurilor și la optimizarea operațiunilor. Asigurarea unei localizări precise în interiorul unei facilități este, prin urmare, critică pentru succesul acestora.

În facilitățile proiectate special pentru astfel de aplicații, provocările legate de localizare pot fi atenuate prin utilizarea marcajelor fiduciale bine amplasate sau a unor amenajări optimizate. În practică însă, majoritatea AMR-urilor operează în facilități existente, unde combinația dintre iluminarea variabilă, suprafețele reflectorizante și geometria complexă face localizarea mult mai dificilă. În plus, lipsa unei infrastructuri coerente – cum ar fi lățimi standardizate ale culoarelor sau marcaje previzibile pe podea – complică suplimentar sarcinile de navigare și cartografiere ale roboților.

Natura mediului de navigare generează două provocări operaționale esențiale.¹

- **Planificarea traseului:** robotul determină ruta optimă în funcție de condițiile curente ale mediului.
- **Localizare precisă:** actualizarea continuă, în timp real, a poziției și orientării robotului pe măsură ce acesta se deplasează.

În mediile interioare în care GPS-ul nu este disponibil, aceste două obiective trebuie îndeplinite exclusiv cu ajutorul capabilităților de detecție și al resurselor de calcul integrate. Pentru a face față acestor provocări, AMR-urile utilizează o combinație de modalități de detecție. Sistemele de percepție vizuală – inclusiv camerele, detectarea și măsurarea distanței cu ajutorul luminii (LiDAR) și radarul – furnizează informații detaliate despre mediul înconjurător. Sistemele de odometrie, precum codificatoarele de roți și IMU-urile, urmăresc mișcarea direct din deplasarea robotului.

Fiecare tip de senzor oferă avantaje distincte: unele excelează în detectarea la distanță mare, altele în precizia locală, însă fiecare prezintă și limitări. Prin combinarea inteligentă a acestor date prin fuziune de senzori, AMR-urile pot obține redundanța și acoperirea necesare pentru a menține o localizare precisă în condiții dinamice și imprevizibile.

Ce măsoară o unitate IMU și de ce este important

O unitate de măsurare inerțială (IMU) integrează senzori cu sisteme microelectromecanice (MEMS) pentru a măsura accelerația și viteza unghiulară în trei dimensiuni. Un accelerometru triaxial măsoară mișcarea de-a lungul axelor x, y și z în raport cu gravitația Pământului, captând atât forțele statice, precum înclinarea, cât și forțele dinamice, cum ar fi accelerația în timpul mișcării (Figura 1).

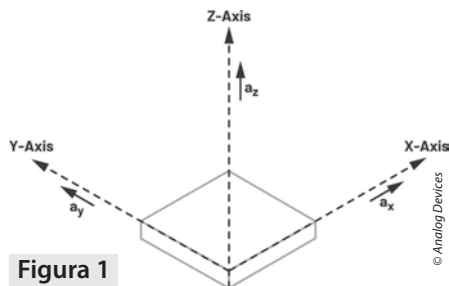


Figura 1

Un accelerometru triaxial măsoară accelerația de-a lungul axelor x, y și z, furnizând atât date dinamice de mișcare, cât și o referință statică de gravitație.

Un giroscop triaxial măsoară viteza unghiulară (ω_x , ω_y , ω_z) în jurul fiecărei axe (Figura 2), permițând robotului să urmărească modificările de orientare.

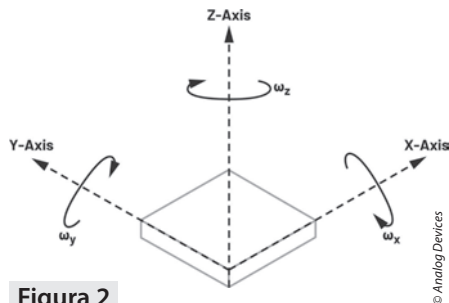


Figura 2

Un giroscop triaxial măsoară viteza unghiulară în jurul fiecărei axe, permițând urmărirea precisă a schimbărilor de orientare.

La baza accelerometrelor și giroscopelor din IMU-urile moderne se află structuri MEMS care se deformează sau vibrează atunci când sunt supuse accelerației sau rotației. Modificările rezultate în capacitate sau în frecvența vibrațiilor sunt convertite în semnale electrice. Avantajul IMU-urilor bazate pe MEMS constă în combinația dintre dimensiunile reduse, consumul scăzut de energie și ratele ridicate de măsurare, ceea ce le face ideale pentru integrarea în platforme mobile. Unele dispozitive IMU includ și senzori suplimentari care le extind capacitățile. Un magnetometru de înaltă performanță poate furniza măsurători ale câmpului magnetic, utile pentru estimarea orientării în medii dificile, deși magnetometrele sunt mai frecvente în IMU-urile tradiționale.

Un senzor de temperatură integrat permite compensarea termică a datelor accelerometrului și giroscopului, iar în unele cazuri poate fi inclus și un barometru pentru măsurarea presiunii atmosferice și estimarea altitudinii. Pe lângă matricea de senzori, IMU-urile avansate integrează lanțuri extinse de achiziție a semnalelor, care includ conversia analog-digital, filtrare de tip FIR (Finite Impulse Response) și calibrare din fabrică pentru corectarea abaterilor senzorilor și a nealinierei axelor (Figura 3).

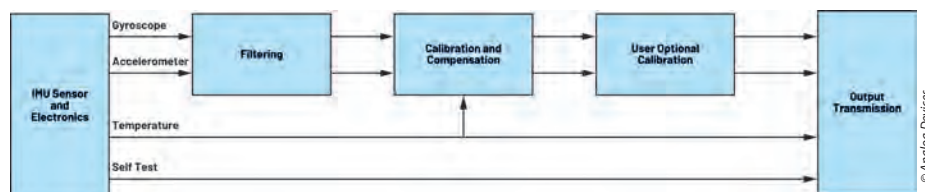


Figura 3

Diagramă bloc funcțională a unei unități IMU avansate, care evidențiază lanțul extins de procesare a semnalelor, incluzând detectarea, calibrarea, compensarea și filtrarea integrate într-un singur dispozitiv compact.

Aceste dispozitive permit adesea rotația incrementelor de orientare ($d\theta$) din cadrul de coordonate intern al IMU-ului pentru a se potrivi cu cadrul de coordonate al robotului înainte de ieșire, reducând astfel sarcina de calcul a procesorului principal.

Cum consolidează unitățile IMU localizarea atunci când alți senzori eșuează

Anumite caracteristici ale mediilor fizice pot afecta eficacitatea diferitelor tipuri de senzori. Pentru a atenua limitările fiecărui sistem senzorial în parte, un AMR tipic se bazează pe o combinație variată de senzori, care poate include sisteme de vizualizare, senzori ToF (time-of-flight), LiDAR, radar, codificatoare de roți și o unitate IMU (Figura 4).

Într-un coridor cu puține caracteristici distinctive, de exemplu (Figura 5), pereții lungi nu oferă suficiente repere pentru algoritmi de localizare și cartografiere simultană (SLAM), care trebuie să coreleze cadrele curente cu o hartă stocată. Fără indicii vizuale unice, estimarea poziției robotului poate deriva rapid, ceea ce duce la pierderea localizării AMR-ului. În acest scenariu, informațiile privind direcția și orientarea furnizate de IMU pot susține navigarea robotului, chiar și în absența unei odometrie vizuale fiabile.

În spații deschise mari, cum ar fi un depozit de 50 m x 50 m, multe caracteristici vizuale se află în afara razei de acțiune efective a LiDAR-ului (Figura 6), care oferă de obicei o rază maximă de aproximativ 10 m până la 15 m. Dispunerile uniforme, precum rafturile sau zonele de depozitare dispuse la distanțe egale, pot confunda odometria vizuală din cauza aspectului similar al mai multor locații diferite. În acest context, combinația dintre măsurătorile IMU și datele furnizate de codificatoarele roților permite robotului să își mențină estimările locale ale poziției. Suprafețele înclinate reprezintă o altă provocare majoră (Figura 7). LiDAR-ul bidimensional standard captează puncte într-un singur plan, astfel încât o pantă poate fi interpretată eronat ca un obstacol vertical.

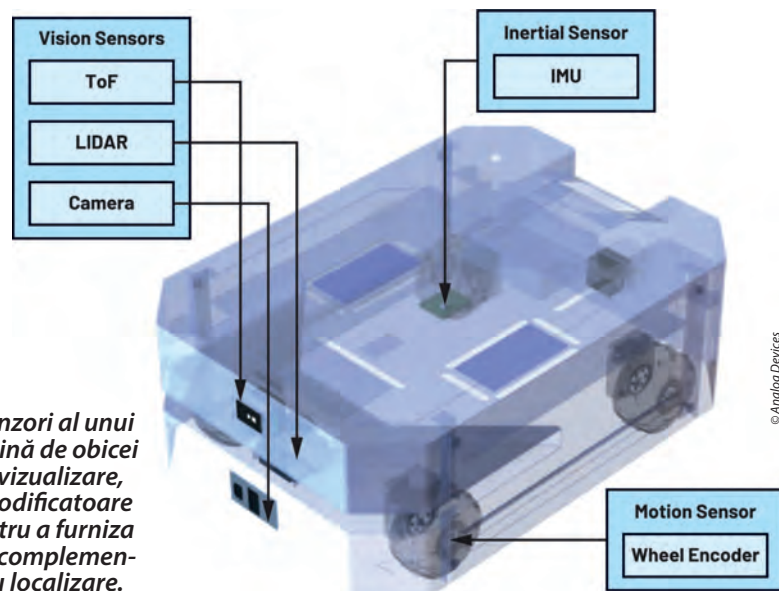


Figura 4

Setul de senzori al unui AMR combină de obicei senzori de vizualizare, un IMU și codificatoare de roți pentru a furniza informații complementare pentru localizare.

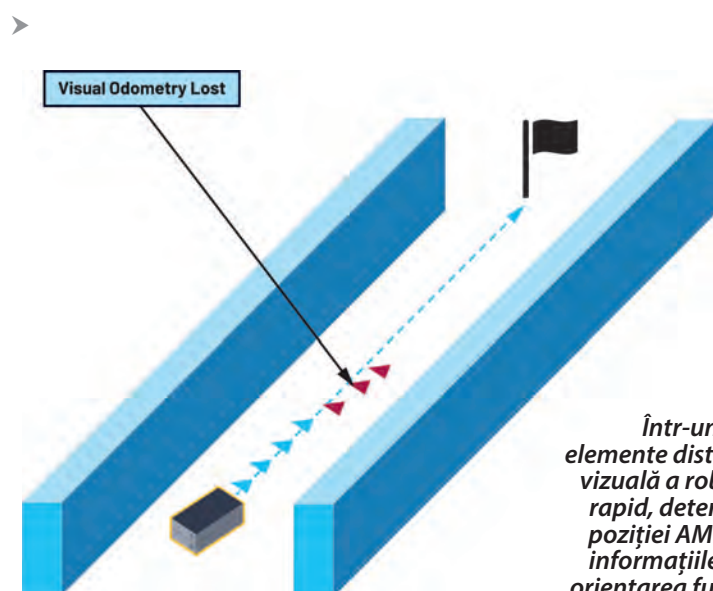


Figura 5

Într-un coridor lung, fără elemente distinctive, odometria vizuală a robotului poate eșua rapid, determinând pierderea poziției AMR-ului dacă lipsesc informațiile privind direcția și orientarea furnizate de un IMU.

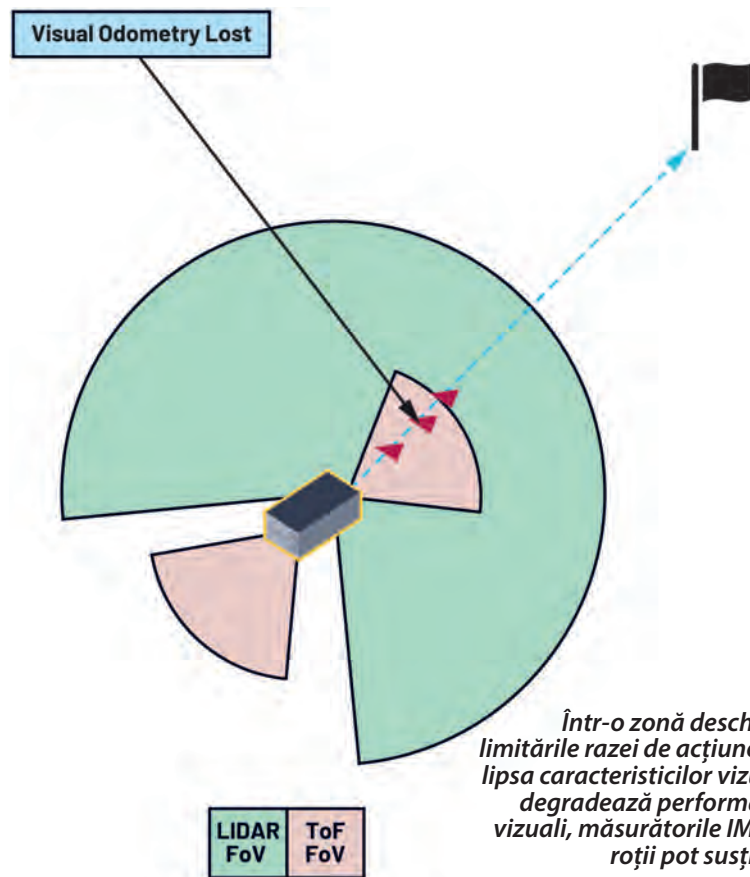
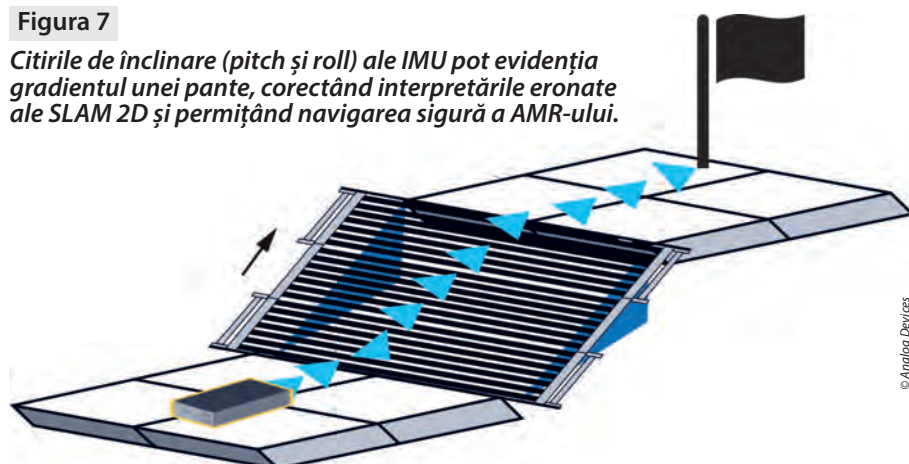


Figura 6

Într-o zonă deschisă mare, unde limitările razei de acțiune a senzorilor și lipsa caracteristicilor vizuale distinctive degradează performanța senzorilor vizuali, măsurătorile IMU și odometria roții pot susține localizarea.

Figura 7

Citirile de înclinare (pitch și roll) ale IMU pot evidenția gradientul unei pante, corectând interpretările eronate ale SLAM 2D și permițând navigarea sigură a AMR-ului.



Această interpretare greșită poate perturba navigarea sau poate determina robotul să evite căi perfect traversabile. În acest caz, datele de înclinare [pitch (unghi de înclinare longitudinală) și roll (unghi de înclinare transversală)] furnizate de IMU pot indica existența unui gradient al suprafeței, permițând algoritmilor SLAM să corecteze interpretarea LiDAR-ului și să distingă între pantele traversabile și obstacolele reale.

Influența factorilor de mediu asupra performanței senzorilor

Factorii de mediu pot degrada semnificativ performanța de localizare a diferitelor tipuri de senzori (Tabelul 1). Aspecte precum iluminarea slabă, mediile dinamice, suprafețele reflectorizante și necesitatea existenței unei geometrii bogate a scenei pot afecta eficiența majorității modalităților de detecție.

Unitățile IMU de înaltă performanță – un avantaj cheie pentru AMR-uri

Unitățile IMU furnizează date la rate de actualizare mult mai ridicate decât senzorii de percepție, permițând un răspuns rapid la schimbările dinamice din mediul înconjurător. Spre deosebire de sistemele de percepție, care operează de obicei în intervalul 10 Hz - 30 Hz, unitățile IMU pot furniza date procesate la 200 Hz și date brute până la 4 kHz. Având o rată de actualizare de până la 10 ori mai mare, o unitate IMU permite estimări intermediare ale poziției între două măsurători consecutive ale senzorilor de percepție. Această rată de actualizare mai mare duce într-un final la timpi de reacție mai rapizi la schimbările bruște de mișcare și îmbunătățește fiabilitatea sistemului în medii dinamice.

IMU-urile constituie baza pentru estimarea poziției AMR-ului, în care robotul își determină poziția curentă pornind de la o poziție inițială cunoscută, prin integrarea măsurătorilor de accelerație și viteză unghiulară livrate de IMU. Prin furnizarea datelor necesare pentru actualizarea continuă a poziției, orientării și vitezei, IMU-urile permit estimarea precisă a poziției pentru o navigare fiabilă a AMR-ului.

Dimensiunile compacte și greutatea redusă favorizează, de asemenea, integrarea IMU-urilor în AMR-uri. De exemplu, dispozitivul IMU ADIS16500AMLZ de la Analog Devices (Figura 8) este disponibil într-o capsulă BGA cu dimensiunile de numai 15 × 15 × 5 mm (milimetri) și integrează un giroscop, un accelerometru, un senzor de temperatură și un lanț complet de semnale pentru achiziția de date și condiționarea semnalelor.

Acest nivel de integrare permite furnizarea de date complete de mișcare către procesorul gazdă, facilitând în același timp utilizarea dispozitivului în configurații mecanice cu spațiu limitat, fără a compromite manevrabilitatea robotului.

asigură colectarea continuă și precisă a datelor la ratele de actualizare ridicate necesare în sistemele de control receptive. IMU-urile sunt relativ rezistente la interferențele electromagnetice (EMI) și pot funcționa în condiții de iluminare și mediu variate.

Fuziunea senzorilor poate depăși limitările unității IMU prin integrarea datelor IMU cu date provenite de la alți senzori pentru a crește calitatea și fiabilitatea datelor, a îmbunătăți estimarea stărilor nemăsurate și a crește acoperirea pentru a spori siguranța.

Tipul senzorului	Afectat de iluminare slabă	Afectat de suprafețe reflectorizante	Dependent de o geometrie bogată a scenei
Cameră RGB standard	Da	Da	Nu
ToF	Nu	Da	Da
LiDAR	Nu	Da	Da
Radar	Nu	Da	Da
Odometrie a roților	Nu	Nu	Nu
IMU	Nu	Nu	Nu

Tabelul 1: Impactul diferiților factori de mediu asupra eficienței senzorilor.

(Sursa tabelului: Analog Devices)

Cu o gamă dinamică a giroscopului de $\pm 2000^\circ$ pe secundă ($^\circ/s$), ADIS16500AMLZ captează viraje rapide fără saturație, ceea ce este esențial pentru AMR-urile care navighează în spații înguste sau care evită rapid obstacolele. Gama dinamică a accelerometrului de $\pm 392 \text{ m/s}^2$ captează atât mișcările line, cât și șocurile cu impact puternic. Stabilitatea biasului giroscopului de $8,1^\circ/\text{hr}$ și stabilitatea biasului accelerometrului de $125 \mu\text{m/s}^2$ reduc deriva pentru a îmbunătăți precizia calculului de poziție între corecții.

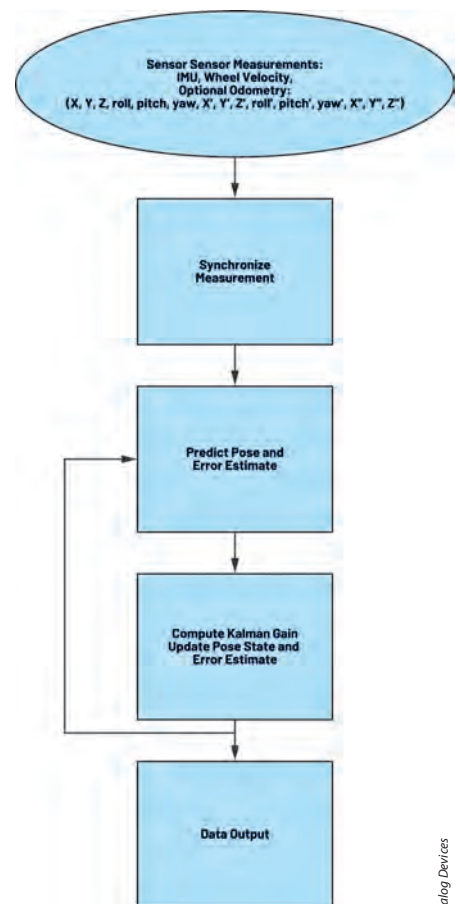
Calibrarea din fabrică oferă corecție integrată pentru sensibilitate, bias și alinierea axelor, în timp ce corecția dinamică a offsetului ține cont de schimbările de temperatură, modificările tensiunii de alimentare și interferențele magnetice, precum și de reducerea zgomotului.² Toleranța la șocuri mecanice a unității IMU de 19.600 m/s^2 și intervalul de operare de la -25 la 85°C permit utilizarea în medii solicitante, în timp ce convertoarele analog-digitale (ADC) cu zgomot redus și lățime de bandă mare

Drept urmare, aceste dispozitive pot fi utilizate într-o gamă largă de aplicații, inclusiv în medii industriale solicitante și în sisteme autonome critice.

Atenuarea limitărilor de performanță ale IMU-urilor

În ciuda avantajelor lor în ceea ce privește performanța, IMU-urile prezintă unele limitări inerente.³ Zgomotul nefiltrat poate afecta măsurătorile IMU, ceea ce reduce precizia navigației. Deriva senzorilor inerțiali (accelerometre și giroscopae) se acumulează în timp, ducând la erori progresive în estimările de orientare și mișcare.

Comportamentul nelinier al senzorilor distorsionează măsurătorile, iar variațiile termice pot genera erori aleatorii în estimarea unghiului (ARW) în giroscopae și erori aleatorii în estimarea vitezei (VRW) în accelerometre, afectând suplimentar performanța pe termen lung. Dacă nu sunt atenuate, aceste efecte reduc în timp fiabilitatea localizării.



© Analog Devices

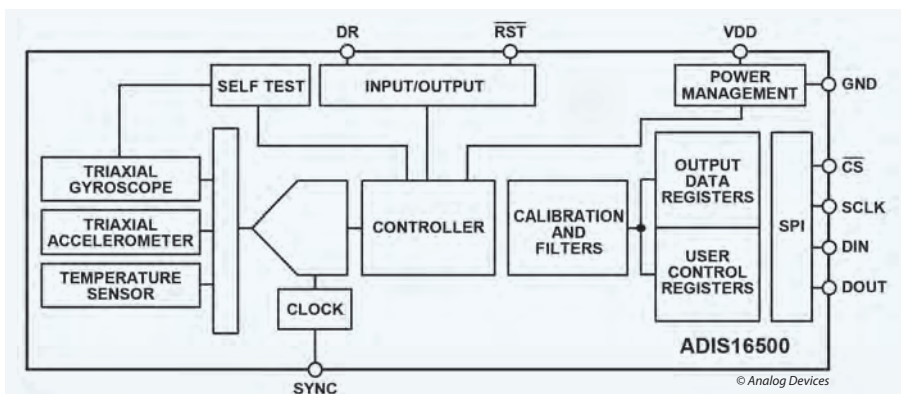


Figura 8

IMU-ul ADIS16500AMLZ integrează un giroscop, un accelerometru, un senzor de temperatură și un lanț complet de semnale pentru achiziția de date și condiționarea semnalelor.

Figura 9

Un algoritm EKF simplificat procesează măsurătorile zgomotoase ale senzorilor în timp pentru a produce o estimare corectată și continuă a poziției și mișcării robotului.

În cele din urmă, deriva biasului poate fi urmărită și corectată. În funcționare, EKF permite estimarea eficientă a stărilor trecute, prezente și viitoare, chiar și în absența unei cunoașteri complete a naturii sistemului modelat. EKF a câștigat o utilizare pe scară largă deoarece poate modela dinamica sistemului și incertitudinile de măsurare, apoi poate actualiza estimarea stării atunci când sosesc date noi.



Măsurătorile, care pot conține zgomot alb gaussian sau alte inexactități, sunt observate în timp și utilizate pentru corectare. Filtrul estimează valoarea reală a măsurătorilor prin sincronizarea măsurătorilor între senzori, predicția estimărilor de poziție și eroare și estimarea și actualizarea incertitudinii valorii prezise. Algoritmii de fuziune a senzorilor sunt încorporați în pachetul *open-source robot_localization* din cadrul Robot Operating System (ROS),⁴ care implementează fuziunea bazată pe EKF și utilizează algoritmul EKF în nucleul său (Figura 10).

Starea sistemului = (X, Y, Z, rulare, înclinare, deviere, X', Y', Z', rulare', înclinare', deviere', X'', Y'', Z'')

Accelerați dezvoltarea unui sistem precis de localizare pentru AMR

IMU-ul ADIS16500AMLZ demonstrează modul în care senzorii de precizie și procesarea integrată pot îmbunătăți performanța de localizare a AMR-urilor.

Pentru a ajuta dezvoltatorii să accelereze dezvoltarea aplicațiilor, Analog Devices oferă placa breakout **ADIS16500/PCBZ**

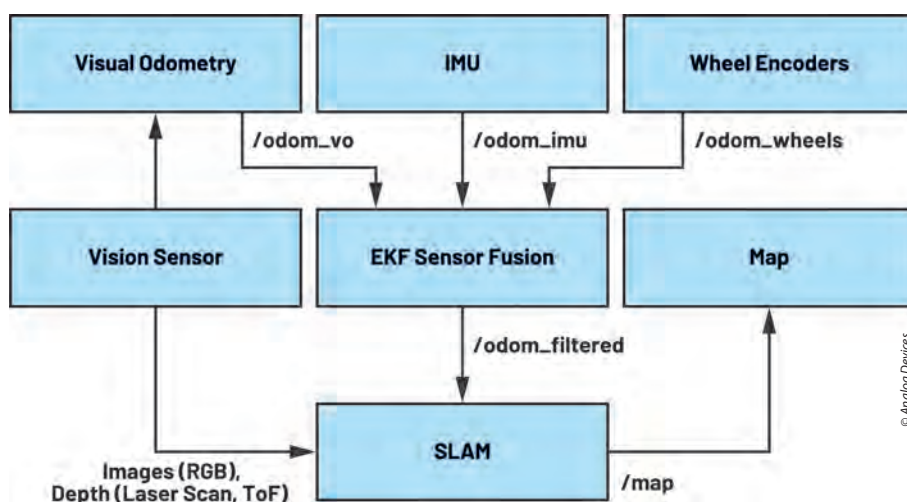


Figura 10

Arhitectură software de fuziune a senzorilor bazată pe ROS, în care pachetul *robot_localization* combină mai multe intrări pentru o estimare robustă și continuă a poziției.

Concluzie

IMU-urile sunt esențiale pentru menținerea unei localizări precise în AMR-uri, furnizând estimări de orientare și urmărirea mișcării la rate de actualizare ridicate, chiar și atunci când alte tipuri de senzori eșuează din cauza condițiilor de mediu. Prin utilizarea fuziunii senzorilor pentru a compensa limitările fiecărei modalități de detecție, AMR-urile pot realiza o navigare fiabilă chiar și în medii dinamice care, în mod normal, ar compromite localizarea. Datorită disponibilității IMU-urilor puternic integrate, precum și a plăcilor de breakout și a sistemelor de evaluare asociate, dezvoltatorii pot proiecta rapid AMR-uri capabile să asigure nivelul de precizie și fiabilitate necesar pentru o navigare sigură și eficientă.

DigiKey

www.digikey.ro

DigiKey

Despre autor

Rolf Horn este inginer de aplicații și face parte din grupul European de Asistență Tehnică din 2014, având responsabilitatea principală de a răspunde la întrebările venite din partea clienților finali din EMEA referitoare la Dezvoltare și Inginerie. Înainte de DigiKey, el a lucrat la mai mulți producători din zona semiconductoarelor, cu accent pe sistemele embedded FPGA, microcontrolere și procesoare pentru aplicații industriale și auto. Rolf este licențiat în inginerie electrică și electronică la Universitatea de Științe Aplicate din Munchen, Bavaria.



Figura 11

Placa breakout ADIS16500/PCBZ (stânga) și kitul de evaluare EVAL-ADIS-FX3Z (dreapta) permit dezvoltarea rapidă a aplicațiilor bazate pe IMU-ul ADIS16500.

Acest pachet ROS permite fuziunea unui număr nelimitat de senzori și poate accepta o varietate de tipuri de intrări, inclusiv date IMU, viteza roților și odometrie. Ieșirea fuzionată include poziția și orientarea 3D complete, vitezele liniare și unghiulare și accelerația, care alimentează direct algoritmii de navigație și SLAM. Pe baza acestor intrări, *robot_localization* generează o stare estimată a sistemului, exprimată sub forma unui vector de mărimi măsurate și derivate:

(Figura 11, stânga) și sistemul de evaluare EVAL-ADIS-FX3Z (Figura 11, dreapta).

Placa conține unitatea IMU și un conector cu 16 pini, compatibil cu cabluri panglică de 2 mm, pentru conectarea la sistemul de evaluare.

Acesta permite eșantionarea în timp real a unității IMU la rata maximă de eșantionare și este alimentat prin portul USB. Toate programele software necesare pot fi descărcate de pe **pagina de resurse**.

Referințe

- ¹⁾ Shoudong Huang and Gamini Disanayake, *Robot Localization: An Introduction*, John Wiley & Sons, August 2016.
- ²⁾ Randy Carver and Mark Looney, "MEMS Accelerometer Calibration Optimizes Accuracy for Industrial Applications," *EE Times*, October 2007.
- ³⁾ Oliver J. Woodman, "An Introduction to Inertial Navigation," University of Cambridge, August 2007.
- ⁴⁾ *robot_localization Documentation*, v2.6.12, Tom Moore, 2016.

Text - traducere și adaptare: "Electronica Azi"

SQUIX

Role model for industrial printing

cab
we identify more



Mechanically, the **SQUIX** has been designed for 24/7 operations. Thanks to the most extensive range of accessories on the market, any service can be realized highly resistant even in harsh environments.

ELTHDE



www.lthd.com

Un nou standard în detecția inductivă a poziției: Instrumentul Renesas pentru proiectarea bobinelor

ASCENSIUNEA TEHNOLOGIEI INDUCTIVE ÎN APLICAȚIILE MODERNE DE DETECȚIE A POZIȚIEI

În contextul dinamic al tehnologiilor de detecție a poziției, senzorii inductivi s-au impus ca o alternativă robustă, precisă și rentabilă la metodele magnetice și optice tradiționale. Spre deosebire de senzorii magnetici, care se bazează pe magneți permanenți, sau de codificatoarele optice, care necesită medii curate și o aliniere precisă, senzorii inductivi funcționează pe principiul cuplării electromagnetice dintre bobine și ținte metalice. Această abordare fără magneți oferă imunitate la câmpuri parazite, o toleranță ridicată la erori de aliniere și o durabilitate excelentă în medii dure, fiind ideală atât pentru aplicații auto, cât și industriale.

Autor: **Ruggero Leoncavallo**, Director of Inductive Position Sensors
Renesas Electronics

RENESAS

Renesas Electronics, lider global în soluții semiconductoare, se află în prima linie a acestei transformări tehnologice. Cea mai recentă inovație a companiei, **Renesas Position Sensor Coil Optimizer**, schimbă regulile jocului pentru inginerii care doresc să proiecteze, să simuleze și să optimizeze elemente de detecție inductivă, oferind un nivel de precizie și ușurință în utilizare fără precedent.

Cum funcționează detecția inductivă a poziției

Detecția inductivă a poziției funcționează prin generarea unui câmp magnetic alternativ cu ajutorul bobinelor emițătoare și prin detectarea tensiunilor induse în bobinele receptoare, pe măsură ce o țintă conductivă

se deplasează deasupra acestora. Tiparul semnalelor induse corespunde poziției țintei. Pentru aplicațiile de înaltă precizie, în special cele care necesită feedback absolut al poziției și o rezoluție fină, este esențial un sistem cu **bobină dublă de recepție**.

Această configurație permite utilizarea unor tehnici precum **interpolarea Vernier**, în care două bobine de recepție cu geometrii ușor diferite generează semnale suprapuse, care pot fi combinate matematic pentru a obține o rezoluție unghiulară sau liniară ultrafină.

Configurația cu bobină dublă nu doar că îmbunătățește precizia, ci permite și detectarea absolută a poziției, fără a fi necesare rutine de referință.

De ce tehnologia inductivă depășește alternativele magnetice și optice

Senzorii de poziție inductivi oferă o serie de avantaje convingătoare:

- **Imunitate la câmpuri parazite**

Spre deosebire de senzorii magnetici, senzorii inductivi sunt inerent imuni la interferențele magnetice externe, asigurând performanțe stabile chiar și în medii cu zgomot electromagnetic.

- **Fără cerințe stricte de montaj**

Senzorii optici necesită adesea o aliniere precisă și condiții de funcționare curate. Senzorii inductivi, în schimb, tolerează erori de aliniere mecanică și contaminarea, reducând complexitatea procesului de fabricație.

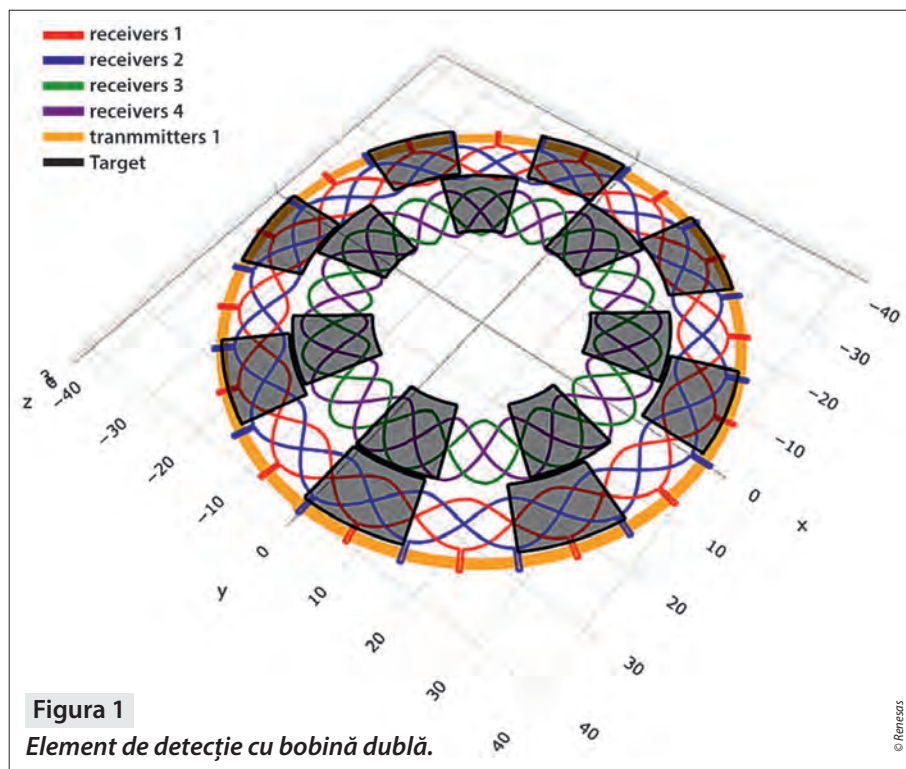


Figura 1

Element de detecție cu bobină dublă.

• Eficiență economică

Senzorii inductivi elimină necesitatea utilizării magneților și a componentelor optice costisitoare, reducând lista de materiale (BOM), fără a compromite performanța.

• Durabilitate ridicată

Fără piese mobile și cu un design robust al bobinelor realizate pe PCB, senzorii inductivi excelează în medii caracterizate de vibrații, praf, umiditate și temperaturi extreme.

Aceste caracteristici fac tehnologia inductivă deosebit de atractivă pentru aplicații în care fiabilitatea, precizia și costul sunt factori critici.

Aplicații în domeniul auto și industrial

Senzorii de poziție inductivi de la Renesas Electronics sunt deja utilizați într-o gamă largă de aplicații:

– **Auto:** De la sisteme de direcție electronică până la comutația motoarelor electrice și înlocuirea rezolverelor, senzorii inductivi oferă feedback de mare viteză și precizie, în conformitate cu standardul ISO 26262 pentru siguranța funcțională.

– **Industrial:** În robotică, automatizare și echipamente industriale, senzorii inductivi furnizează măsurători unghiulare și liniare precise, permițând controlul în buclă închisă și implementarea strategiilor de întreținere predictivă.

Deși aplicațiile din domeniul auto beneficiază de robustețe și cerințe stricte de

siguranță, tehnologia inductivă își demonstrează pe deplin avantajele în mediile industriale, în special în robotică și în mașini de precizie.

Precizie industrială: satisfacerea cerințelor de precizie și rezoluție ridicate

Aplicațiile industriale necesită adesea măsurători ultra-precise, în special în robotică, mașini CNC și echipamente pentru industria semiconductorilor.

Cel mai recent circuit integrat inductiv de la Renesas Electronics, **RAA2P3226**, a fost proiectat pentru a respecta cerințe stricte de precizie și performanță.

Acest senzor inductiv cu bobină dublă acceptă configurații precum modul Vernier, care combină două sisteme de bobine cu un număr ușor diferit de perechi de poli (N și N-1). Această abordare permite:

• Detectarea poziției absolute

Principiul Vernier permite senzorului să determine poziția pe mai multe perioade, eliminând necesitatea utilizării rutinelor de referință (*homing*).

• Rezoluție și precizie ridicate

RAA2P3226 atinge o **rezoluție de până la 19 biți** și o **precizie de 15 biți**, fiind potrivit pentru aplicații care necesită o precizie sub un grad.

Această capacitate bazată pe bobină dublă are un impact semnificativ în robotică industrială, unde pot fi realizate măsurători unghiulare cu o **precizie de până la 0,01°**.

Elementul de detecție: o componentă esențială în proiectarea inductivă

În centrul fiecărui senzor de poziție inductiv se află elementul de detecție – un ansamblu de bobine emițătoare și receptoare realizate pe PCB. Geometria, spațierea și dispunerea bobinelor influențează direct performanța senzorului. Proiectarea acestui element reprezintă o sarcină complexă, care impune luarea în considerare a mai multor factori critici, printre care:

- **Geometria bobinelor:** Forma și dimensiunile acestora influențează inductanța, amplitudinea semnalului și rezoluția.
- **Deplasarea mecanică:** Senzorul trebuie să mențină precizia pe întreaga cursă de mișcare.
- **Optimizarea performanței:** Factori precum întrefierul, proprietățile materialelor și condițiile de mediu trebuie evaluați cu atenție.

Până recent, acest proces presupunea simulări extinse, reglaje manuale și prototipări iterative.

Faceți cunoștință cu instrumentul Coil Design de la Renesas: excelență prin automatizare în proiectarea inductivă

Noul instrument **Inductive Coil Design Tool (ICDT)** de la Renesas Electronics schimbă fundamental modul în care este realizată proiectarea elementelor inductive. Construit pe o arhitectură flexibilă, bazată pe modele, instrumentul permite utilizatorilor să:

- **Proiecteze:** să aleagă între șabloane de mișcare rotativă, arcuită sau liniară și să configureze soluții cu bobină simplă, dublă sau redundantă.
- **Simuleze:** să ruleze simulări în timp real, cu vizualizări 3D, estimări ale inductanței și predicții ale tensiunilor de semnal, utilizând modele bazate pe învățare automată.
- **Optimizeze:** să genereze automat layout-uri de bobine optimizate din punct de vedere al performanței, inclusiv fișiere Gerber destinate fabricării PCB-urilor.

Instrumentul acceptă mai multe tipuri de configurații, printre care:

- **Bobină simplă:** soluție simplă și eficientă din punct de vedere al costurilor, destinată aplicațiilor de detecție de bază.
- **Bobină dublă:** permite detecția absolută a poziției și obținerea unei rezoluții ridicate.
- **Bobină redundantă:** suportă sisteme izolate galvanic, utilizate în aplicații critice din punct de vedere al siguranței. ➤

Instrumentul Renesas pentru proiectarea bobinelor



Fiecare utilizator beneficiază de un spațiu de lucru dedicat prin platforma MyRenesas, care permite urmărirea simulărilor, revizuirea rezultatelor și descărcarea fișierelor generate, într-un mod simplu și eficient.

Impactul asupra roboticii: stabilirea unui nou standard

În robotică, precizia este esențială. Fie că este vorba despre feedback-ul unghiului articulațiilor, comutația motoarelor electrice sau poziționarea efectorului final, chiar și cele mai mici inexactități pot conduce la degradarea performanței sau la apariția unor riscuri de siguranță.

Cu senzorii inductivi cu bobină dublă și tehnologia Inductive Coil Design Tool (ICDT) de la Renesas Electronics, inginerii pot obține:

- **Măsurători unghiulare ultra-precise**
Precizie de până la **0,01°**, care permite un control extrem de fin al brațelor robotizate și al sistemelor autonome.

- **Integrare compactă**
Bobinele realizate pe PCB permit proiectarea unor soluții integrate și subțiri, adecvate pentru spații mecanice restrânse.

- **Funcționare robustă**
Imunitatea la praf, umiditate și vibrații asigură performanțe fiabile în medii industriale solicitante.

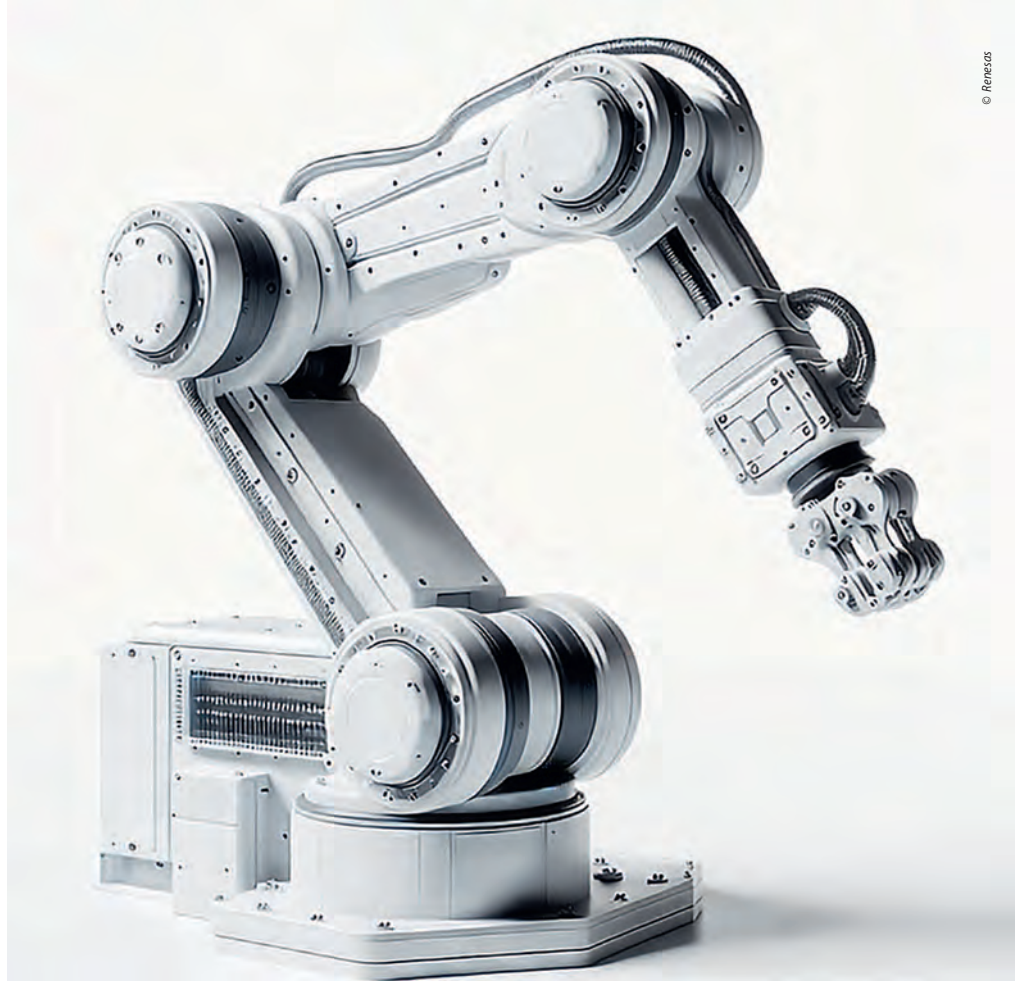


Figura 2 Robotica – următoarea etapă majoră în evoluția tehnologică.

Această combinație stabilește un nou standard în detecția inductivă a poziției, permițând inginerilor din domeniul roboticii să depășească limitele actuale ale automatizării.

Renesas depășește limitele în detecția inductivă a poziției

Noul instrument de proiectare a bobinelor de la Renesas Electronics marchează o etapă importantă în evoluția detecției inductive a poziției. Prin automatizarea proceselor de proiectare, simulare și optimizare a elementelor de detecție, acesta reduce semnificativ barierele de adopție și accelerează inovația în aplicațiile industriale și auto.

Fie că este vorba despre proiectarea unei articulații robotice, a unui actuator industrial sau a unui sistem auto critic din punct de vedere al siguranței, Renesas oferă nivelul necesar de precizie, flexibilitate și fiabilitate pentru a răspunde cerințelor actuale ale pieței.

Pe măsură ce industriile solicită sisteme tot mai inteligente, mai sigure și mai eficiente, instrumente precum **Renesas Position Sensor Coil Optimizer** vor juca un rol esențial în modelarea viitorului tehnologiilor de detecție a poziției.

■ **Renesas**
www.renesas.com

RENESAS

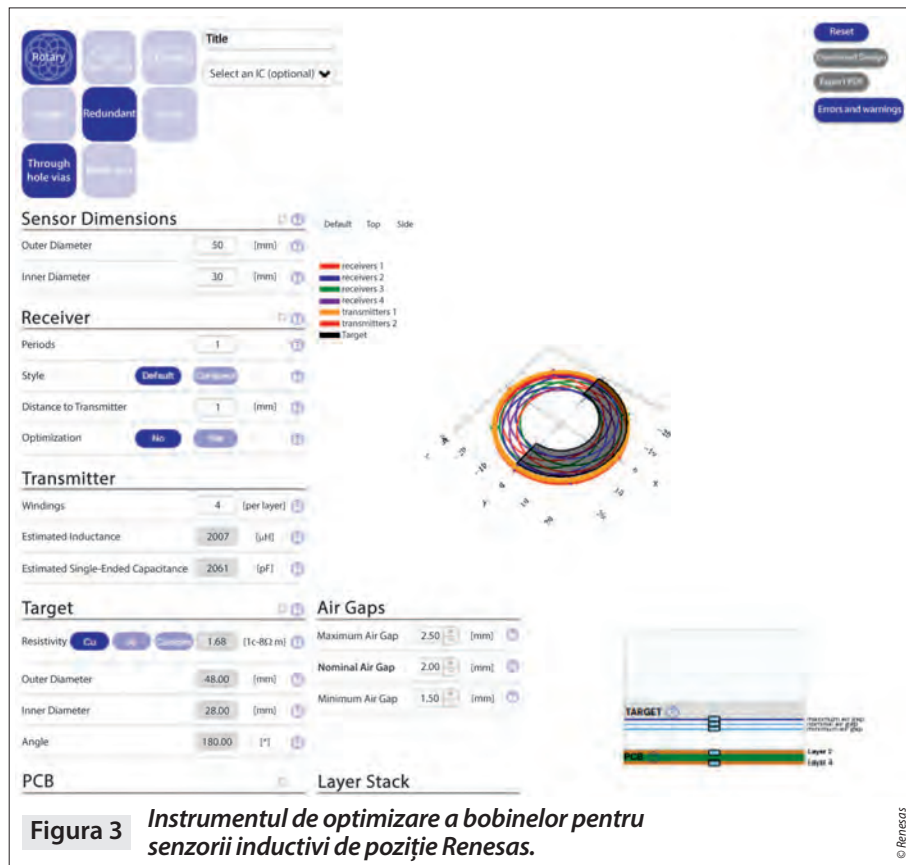


Figura 3 Instrumentul de optimizare a bobinelor pentru senzorii inductivi de poziție Renesas.

ELTHD®



Reach out for safety

Shipping **Electronic Equipment** is more challenging than shipping other forms of equipment due to the need for **Safeguarding** the shipment from electric charges. **ESD Protective Packaging** covers any materials coming into direct contact with **ESD sensitive** devices during handling, shipping and storage.

www.lthd.com



Previziuni Analog Devices pentru 2026: De la Edge AI și micro-inteligență la robotică autonomă

Analog Devices privește spre 2026 și către progresele tehnologice care vor crea noi oportunități și vor modela viața noastră de zi cu zi. Suntem încântați să vă împărtășim perspectivele și previziunile lui Dr. Massimiliano "Max" Versace, Vicepreședinte al Emergent AI la Analog Devices, precum și ale lui Paul Golding, Vicepreședinte Edge AI și Robotics, Analog Devices.

Următoarele previziuni sunt atribuite lui Dr. Massimiliano "Max" Versace, Vicepreședinte al Emergent AI, Analog Devices.



1

Inteligența artificială distribuită va transforma robotica umanoidă de nouă generație până la sfârșitul anului 2026.

Până la sfârșitul anului 2026, arhitecturile de AI distribuită, care combină detecția cu calculul neuromorfic și calculul în memorie vor trece de la programele pilot la o implementare comercială timpurie.

Vom vedea sisteme robotice umanoide care se vor apropia puțin mai mult de sistemele biologice, în care circuitele locale din organele senzoriale și căile spinale gestionează reflexele și echilibrul, permițând mișcări mai fluide și mai adaptabile, reducând radical consumul de energie și eliberând creierul central pentru a "gândi și planifica".

Aceste salturi tehnologice vor începe cu senzori inteligenți care încorporează calcul AI inovator, cum ar fi arhitecturi neuromorfice și de calcul în memorie, direct în senzor. Combinația dintre AI distribuită și arhitecturi inovatoare de calcul AI va reduce semnificativ latența și consumul de energie, permițând AI permanent activ la margine (edge) și oferind procesoarelor mai mari spațiu pentru raționament, planificare și învățare la nivel superior, în loc să se ocupe de microgestionarea buclelor de control continue senzori-motoare. Prin activarea procesării AI în timp real, cu latență redusă la margine, roboții vor deveni mai eficienți, mai receptivi și capabili de abilități sensor-motorii aproape biologice. Această schimbare va determina o transformare radicală a capacității lor de a se angaja în medii complexe și dinamice, cu o coordonare fluidă și fiabilă și va deschide calea către o robotică umanoidă practică și omniprezentă.

2

Ascensiunea calculului analogic AI va marca anul 2026.

Istoric marginalizat din cauza limitărilor de scalabilitate și precizie, calculul analogic reapare în 2026, pe măsură ce arhitecturile digitale se confruntă cu blocaje legate de consumul de energie, latență și memorie, fără soluții clare la orizont. Acest lucru este deosebit de important în mediile edge, unde capacitatea de reacție în timp real și eficiența energetică sunt o necesitate.

Calculul analogic AI utilizează fizica substratului de detecție și procesare pentru a efectua calcule, transformând energia direct în inferență AI. Aceasta este o abordare diferită a calculului AI față de procesoarele digitale convenționale, care separă detecția de calcul. AI-ul analogic îmbină aceste straturi într-un cadru unificat, în care inteligența începe chiar de la nivelul senzorului.

Până la sfârșitul anului 2026, vom asista la implementările inițiale și la adoptarea acestei tehnologii, în special în robotică, dispozitive portabile și aplicații autonome, unde AI analogică permite reacții în timp real, interacțiuni mai fluide, durată de viață mai lungă a bateriei și un comportament mai natural al dispozitivelor pe care le alimentează.

mișcare – attribute persistente ale lumii fizice. Prevăd că aceste modele de raționament fizic vor migra din centrele de date către margine, alimentând un nou tip de autonomie fluidă care gândește și acționează local, sensibilă la fizica locală și fără a recurge la servere centralizate. Astfel de modele vor învăța dinamic din situații noi, fiind expuse doar la câteva exemple de circumstanțe necunoscute. Gândiți-vă la un robot mobil din unitatea de producție, care poate raționa singur și poate determina ce să facă atunci când se confruntă cu un obstacol neașteptat. Ne putem aștepta la o creștere a “modelelor mondiale” hibride, care combină raționamentul matematic și fizic cu dinamica bazată pe date și senzori, precum și la sisteme care nu doar descriu lumea, ci participă activ la ea și învață, după cum spune Richard Sutton, din propria “experiență”

2

Audio va deveni principala interfață a inteligenței artificiale în electronica de consum.

Audio este pe cale să devină un canal de raționament, iar acest lucru se va manifesta semnificativ în 2026. Odată cu convergența sunetului spațial, fuziunii senzorilor și raționamentului pe dispozitiv, electronica de consum va evolua către companioni contextuali. Ochelarii de realitate augmentată și dispozitivele auditive, precum căștile și sistemele audio din vehicule, vor interpreta “în mod silențios” mediul nostru, deducând intenții, emoții și prezență. Aceste salturi tehnologice vor duce la o reducere semnificativă a zgomotului în dispozitivele noastre auditive, la o durată de viață mai lungă a bateriei și la apariția unor noi factori de formă care nu au fost încă imaginați. Experiența auditivă permanentă, deja în creștere în rândul generației Z, va deveni din ce în ce mai răspândită, susținută de “auzul super-uman” al unui AI sensibil la context.

3

AI-ul agentic va da naștere unor modele fizic inteligente, antrenate în medii de simulare de înaltă fidelitate.

Următoarea evoluție în Edge AI va fi inteligența agentică. În viitor, sistemele agentice vor decide, nu doar vor prezice și vor acționa în mod autonom în lume, prin intervenții fizice repetate testate în medii simulate. Pentru a susține acest lucru, până în 2026 vor apărea gemenii digitali, care vor conferi modelelor AI de mari dimensiuni o conștientizare a sistemului fizic.

Imaginați-vă modele AI care învață să prezică forțe în loc de text, dar în siguranța unui mediu simulat scalabil. Modelele fundamentale fizic inteligente vor combina raționamentul cu inteligența provenită de la senzori pentru a orchestra mașini, simulări și date. Astăzi, multe fabrici dispun de tehnologia necesară pentru a efectua întreținerea predictivă, dar vă puteți imagina un viitor în care un agent din fabrică acționează direct pe baza acestei predicții. Acesta redirecționează în mod autonom linia de producție către o mașină mai sănătoasă, ajustează funcționarea unei mașini suprasolicitate la 70% pentru a-i prelungi durata de viață și coordonează agenții lanțului de aprovizionare pentru a ajusta stocurile – totul fără intervenția umană.

4

AI va avea momentul său de debut odată cu apariția micro-inteligenței.

În 2026, va apărea o nouă clasă de modele recursive, de dimensiuni foarte reduse – sisteme compacte cu o profunzime remarcabilă de raționament într-un domeniu restrâns, dar capabile să funcționeze la margine. Gândiți-vă la ele ca la micro-inteligențe, mai degradă decât la simple modele mici: fluide, adaptabile și specifice sarcinilor, dar totuși capabile de abstractizare și reflecție. Ele vor ocupa o poziție intermediară între AI-ul programat rigid, întâlnit astăzi la margine și modelele de bază extinse, precum GPT-5, alimentând raționamentul specializat pe cipuri, în senzori și în interiorul celor mai mici sisteme, acționând ca orchestratori ai agenților specializați care încep să apară astăzi.

Aceste noi tipuri de modele vor apărea din cursa pentru construirea de sisteme inteligente fluide, încurajată de Premiul ARC și inițiative similare. Prevăd apariția unor noi tipuri de repere de performanță AI, menite să măsoare și să încurajeze un nou tip de inteligență inginerescă – micro-inteligențe multi-agent care pot colabora pentru a rezolva probleme ingineresti complexe, trecând de la lumea provocărilor matematice abstracte (cum ar fi olimpiadele de matematică) la sisteme practice de rezolvare a problemelor.

■ Analog Devices

www.analog.com



Următoarele previziuni sunt atribuite lui Paul Golding, Vicepreședinte Edge AI și Robotică la Analog Devices.



1

În 2026, inteligența artificială va părăsi ecranele și va intra în lumea fizică.

Următoarea frontieră a AI va fi inteligența fizică. Legile de scalare care au alimentat succesul modelelor lingvistice și vizuale de mari dimensiuni vor continua până în 2026, dar se vor extinde către modele care învață din vibrații, sunete, magnetism și

I3C

ÎMBUNĂTĂȚIREA SISTEMELOR EMBEDDED

În electronica modernă, sistemele embedded au devenit din ce în ce mai complexe, integrând o varietate de senzori și componente în numeroase aplicații, inclusiv IoT, sisteme de calcul, dispozitive portabile și aplicații sensibile din punct de vedere al securității.

*Pentru a răspunde cerințelor crescânde ale acestor piețe, **MIPI Alliance** a dezvoltat interfața I3C (Improved Inter-Integrated Circuit®).*

Autori: **Stephenie Pinteric** și **Ulises Iniguez**
Microchip Technology



I3C este o interfață avansată de comunicație serială care aduce o îmbunătățire semnificativă modului în care componentele electronice comunică între ele, oferind viteze mai mari de transfer, un consum redus de energie și o flexibilitate sporită în proiectare. Microcontrolerele reprezintă componentele-cheie ale unui sistem embedded, fiind utilizate pentru a controla funcțiile aplicațiilor, cum ar fi achiziția semnalelor de la senzori și controlul în buclă închisă.

În continuare, vom analiza mai multe aplicații care pot utiliza un microcontroler cu interfață de comunicație I3C, oferind o cale de upgrade robustă și compatibilitate cu implementările I2C și SPI.

Aplicații I3C și IoT

Internetul lucrurilor (IoT) se regăsește în aproape toate aspectele vieții noastre de zi cu zi, de la gadgeturi casnice la sisteme sofisticate de automatizare a clădirilor și dispozitive portabile.

Aceste dispozitive interconectate colectează și schimbă date, modelând ecosistemul nostru digital. La nivelul dispozitivelor IoT, diversele tipuri de senzori joacă un rol esențial, măsurând, monitorizând și transmitând atribute fizice critice, precum temperatura, umiditatea, presiunea și distanța, printre altele. Protocolul I3C oferă o serie de avantaje pentru nodurile de senzori conectate în rețea. Acesta permite comunicații de mare viteză, cu frecvențe de până la 12,5 MHz în modul SDR (Single Data Rate).

Agregarea datelor de la senzori utilizând I3C

Prin integrarea unui microcontroler cu cost redus, echipat cu periferice I3C încorporate, în nodurile de senzori IoT, acesta poate îndeplini rolul unui agregator de date analogice, îmbunătățind funcționalitatea și eficiența întregii rețele de senzori. În această configurație, convertorul analog-digital (ADC) integrat în microcontroler este utilizat pentru a converti citirile provenite de la mai mulți senzori analogici în valori digitale. Aceste valori pot fi apoi stocate în memoria internă a microcontrolerului pentru analize ulterioare sau organizate în vederea unei transmisii mai eficiente.

Datele agregate ale senzorilor sunt transmise controlerului principal prin magistrala I3C, la intervale optimizate pentru eficiența generală a sistemului. Avantajul distinct al interfeței I3C în sistemele bazate pe senzori devine evident atunci când se ia în considerare capacitatea sa de a reduce complexitatea componentelor, costurile și consumul de energie, necesitând mai puțini pini și fire comparativ cu interfețele de comunicație alternative. Pentru proiectanții de sisteme care activează pe piața exigentă a IoT, un microcontroler compact cu interfață de comunicație I3C reprezintă o soluție esențială, facilitând dezvoltarea de dispozitive IoT de succes, aliniate cerințelor pieței.

Protocoloale și tensiuni multiple în dispozitivele embedded

Odată cu creșterea cerințelor tehnologice, dezvoltatorii de dispozitive embedded se confruntă cu provocări tot mai mari în ceea ce privește compatibilitatea cu versiunile anterioare. Această compatibilitate este esențială, deoarece permite actualizarea treptată a sistemelor embedded, în locul reproiectării complete a acestora. Pentru a facilita tranziția către I3C, noul protocol de comunicație rezolvă limitările I2C și SMBus, utilizând aceiași doi pini ca I2C pentru semnalul de ceas și date, cu scopul de a menține compatibilitatea.

Deși I3C vizează compatibilitatea cu protocoalele I2C/SMBus, prezența unui dispozitiv I2C/SMBus pe o magistrală I3C poate afecta performanța acesteia, chiar și atunci când controlerul este optimizat pentru dispozitivele I3C. Pentru a depăși această limitare, un microcontroler dotat cu un modul I3C poate funcționa ca dispozitiv punte, izolând dispozitivele țintă I2C/SMBus de magistrala I3C "pură". Astfel, se menține integritatea magistralei I3C, permițând controlerului I3C principal să comunice cu dispozitivele I2C/SPI prin intermediul microcontrolerului punte.

În plus, microcontrolerul poate consolida întreruperile provenite de la dispozitivele I2C/SMBus și le poate transmite controlerului I3C principal folosind întreruperi în bandă, fără a fi necesari pini sau semnale suplimentare.

Gestionarea domeniilor de tensiune cu MVIO

Sistemele embedded includ diverse componente, precum microcontrolere, senzori și alte circuite integrate. Adesea, aceste componente trebuie interconectate, însă operează în domenii de tensiune diferite.

De exemplu, senzorii analogici funcționează de obicei la 5 V, în timp ce protocoalele de comunicație precum I2C și SMBus necesită 3,3 V. Magistrala I3C poate funcționa chiar și la 1 V, pentru a se adapta cerințelor procesoarelor moderne de mare viteză.

Microcontrolerele care integrează funcția MVIO (Multi-Voltage I/O) rezolvă incompatibilitățile de tensiune și elimină necesitatea utilizării circuitelor externe de conversie a nivelului. Această funcție permite magistrelor I3C și I2C/SMBus să funcționeze simultan la tensiuni diferite. De exemplu, un microcontroler poate opera magistrala I3C la 1 V, menținând magistrala I2C/SMBus la o tensiune mai mare, de 3,3 V, pentru compatibilitate cu dispozitivele existente. ➤

De asemenea, suportă întreruperi în bandă și adresare dinamică. În cazul adresării dinamice, un controler central atribuie adrese unice fiecărui dispozitiv conectat, prevenind conflictele între adrese. În comparație cu predecesorul său, I2C, I3C oferă viteze mai mari, o interfață simplificată cu două fire, o structură de protocol mai eficientă și funcționarea la tensiuni mai mici, contribuind la reducerea consumului de energie. Aceste îmbunătățiri facilitează gestionarea eficientă a mai multor noduri de senzori într-o rețea conectată.



© Microchip Technology



Microcontrolerele PIC18-Q20 de la Microchip Technology, cu suport MVIO, oferă multiple protocoale de comunicație, precum I3C, SPI, I2C și UART, precum și până la trei domenii de tensiune de funcționare independente. Această flexibilitate este extrem de valoroasă în medii de rețea complexe, în care dispozitivele utilizează protocoale și niveluri de tensiune diferite, permițând dezvoltatorilor de sisteme embedded să păstreze protocoalele existente și, în același timp, să asigure viabilitatea pe termen lung a proiectelor lor.

Infrastructură modernă de calcul

Majoritatea oamenilor nu realizează cât de mult ne bazăm pe centrele de date în viața noastră digitală de zi cu zi. De la efectuarea de tranzacții comerciale și financiare până la navigarea pe internet, stocarea datelor, utilizarea rețelelor sociale, participarea la întâlniri virtuale și divertismentul digital, toate aceste activități sunt facilitate de centrele de date. Acestea asigură siguranța datelor, viteza accesului la internet și disponibilitatea permanentă a serviciilor digitale.

defectelor, descoperirea și configurarea dispozitivelor, actualizarea firmware-ului și rularea testelor de diagnosticare, fără a încărca procesorul principal.

Această abordare contribuie la o funcționare stabilă și eficientă a sistemelor. Administrarea sideband reprezintă astfel un instrument esențial pentru îmbunătățirea fiabilității, disponibilității și eficienței centrelor de date.

Comunicații sideband și I3C în centrele de date

Unitățile SSD (Solid State Drive) sunt utilizate pe scară largă în centrele de date pentru stocarea și accesarea rapidă a volumelor mari de date. Cel mai recent factor de formă pentru SSD-uri, SNIA® Enterprise and Data-center Standard Form Factor (EDSFF), a adoptat protocolul I3C pentru comunicația sideband, ca o evoluție naturală a protocolului SMBus utilizat anterior.

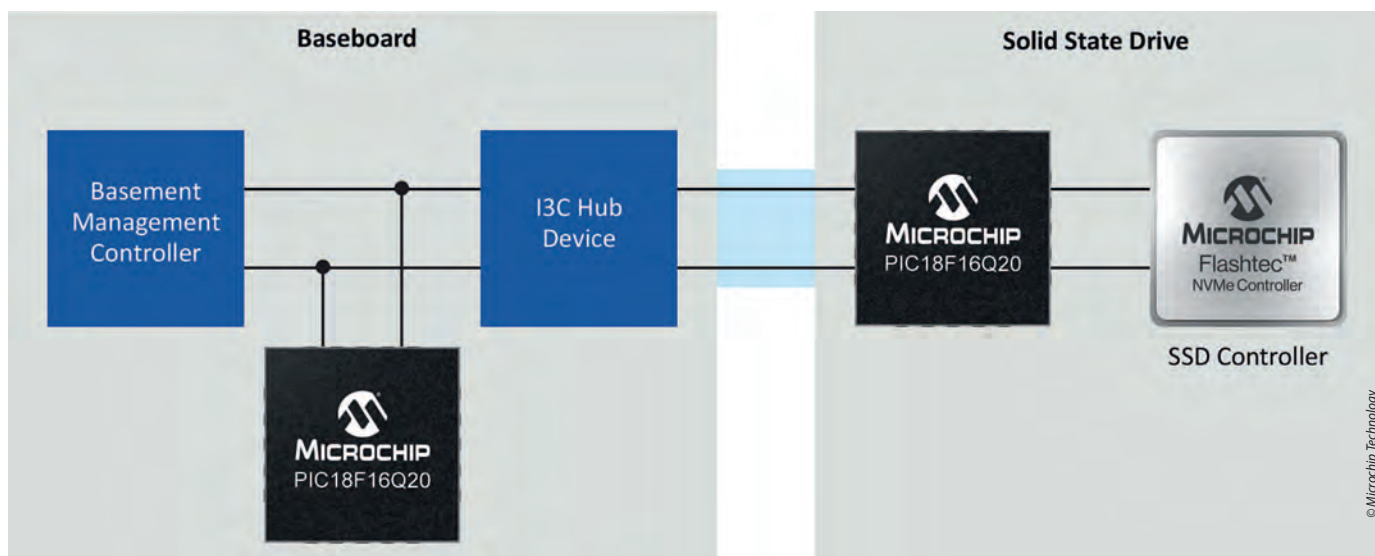
I3C răspunde cerințelor tot mai ridicate privind performanța, oferind rate de transfer mai mari și o eficiență energetică îmbunătățită.

În plus, datorită protocoalelor de comunicație integrate, precum I2C/SMBus, SPI și UART, aceste dispozitive constituie o soluție robustă atât pentru proiectele SSD actuale, cât și pentru cele din generațiile viitoare.

Concluzie

Integrarea protocolului I3C a devenit o forță motrice în evoluția sistemelor embedded. Capabilitățile de comunicație îmbunătățite, consumul redus de energie și compatibilitatea cu protocoalele existente fac din I3C o tehnologie-cheie pentru aplicațiile IoT și sistemele de calcul de generație următoare.

Prin optimizarea funcționalităților senzorilor în dispozitivele IoT și a comunicațiilor din centrele de date, versatilitatea I3C, atunci când este integrată în microcontrolere, oferă o bază solidă pentru peisajul aflat în continuă evoluție al sistemelor electronice. Pe măsură ce tehnologia avansează, adoptarea I3C devine tot mai extinsă, permițând îmbunătățiri semnificative în ceea ce privește performanța, fiabilitatea și eficiența unei game largi de aplicații electronice.



La baza unui centru de date se află **serverul blade**, un sistem de calcul extrem de avansat, proiectat pentru a maximiza densitatea de integrare și a optimiza performanța rețelei la scară largă. Datorită rolului critic pe care îl îndeplinesc, anumite sarcini de sistem din cadrul fiecărui server sunt delegate unui **controler sideband**.

În timp ce unitatea principală de procesare gestionează fluxul principal de date, controlerul sideband operează printr-un canal secundar de comunicație, dedicat supravegherii și administrării serverelor blade și îndeplinirii unor funcții esențiale, precum monitorizarea stării de funcționare, detectarea

Comunicația de mare viteză asigurată de I3C permite o gestionare mai rapidă a magistralei și modificări de configurare mai eficiente, contribuind la o capacitate de reacție superioară a sistemului. Microcontrolerele flexibile, precum cele din familia PIC18-Q20 de la Microchip Technology, sunt deosebit de potrivite pentru sarcinile de gestionare a sistemelor din centrele de date și mediile enterprise. Cu până la două interfețe I3C independente, aceste microcontrolere se pot conecta atât la un controler SSD pentru funcții de management al dispozitivului, cât și la un controler de management al plăcii de bază (BMC – Baseboard Management Controller) printr-o conexiune sideband.

Pentru mai multe informații despre microcontrolere cu capabilități avansate I3C, vizitați pagina de resurse dedicată familiei Q20 de la Microchip Technology.

■ **Microchip Technology**
www.microchip.com



Starter Kit Arduino OPLA IOT

INTERNETUL LUCRURILOR LA ÎNDEMÂNA VOASTRĂ!

Internetul Lucrurilor (IoT) este o rețea foarte mare de dispozitive conectate la internet, care pot colecta și trimite date între ele. Există miliarde de astfel de dispozitive în întreaga lume. Le folosim în viața de zi cu zi, de exemplu atunci când controlăm luminile din casă folosind telefonul mobil.

Kitul **Opla IoT** vă permite să conectați la internet diferite dispozitive din casă sau de la locul de muncă. Acesta include **8 proiecte IoT gata de utilizare**, care vă arată cum puteți transforma aparatele obișnuite în **dispozitive inteligente**, controlate direct de pe telefonul mobil.

Cu ajutorul kitului puteți realiza:

- **Controlul iluminării de la distanță** – aprinderea și stingerea luminilor, schimbarea culorilor și a modurilor de iluminare folosind telefonul
- **Stație meteo personală** – măsurarea și monitorizarea condițiilor meteo locale
- **Sistem de securitate / alarmă** – detectarea mișcării și trimiterea de alerte
- **Urmărirea sistemului solar** – primirea de informații despre planete și Lună
- **Controlul inventarului** – urmărirea obiectelor și bunurilor
- **Grădină inteligentă** – monitorizarea și controlul condițiilor de mediu pentru plante
- **Controlul termostatului** – gestionarea inteligentă a sistemelor de încălzire și răcire
- **Trimiterea de mesaje** – comunicare între Opla și Arduino IoT Cloud

Pentru utilizatorii mai avansați, kitul oferă posibilitatea de a crea **propriile dispozitive conectate și aplicații IoT**, folosind o platformă deschisă și programabilă, care oferă control complet.

Unitatea **Opla** acționează ca o interfață fizică pentru **Arduino IoT Cloud**, oferind control total direct de pe telefon, prin aplicația **Arduino IoT Remote**. Toate setările pot fi configurate și gestionate din Arduino IoT Cloud, folosind **tablouri de bord ușor de creat**, care afișează în timp real datele primite de la dispozitivele inteligente din

casă sau de la locul de muncă. Reglarea setărilor, pornirea și oprirea dispozitivelor, udarea plantelor etc. pot fi realizate de la distanță prin aplicația **Arduino IoT Remote** sau pot fi complet automatizate, pentru un plus de confort.

Kitul include:

– **Hardware:** MKR IoT Carrier (display OLED rotund, cinci butoane tactile capacitive, senzori integrați – temperatură, umiditate, presiune și lumină), două relee de 24V, suport pentru card SD, conectori plug-and-play pentru diferiți senzori RGB, IMU pentru gesturi și proximitate, suport pentru

acumulator Li-Ion 18650, cinci LED-uri RGB, placă Arduino MKR WiFi 1010, carcasă din plastic, cablu Micro USB, senzor de umiditate, senzor PIR.

– **Software:** Arduino Create Maker Plan, inclus în kit, oferă timp nelimitat de compilare și acces extins la toate funcțiile **Arduino IoT Cloud**, permițând utilizatorilor să salveze mai multe schițe și să beneficieze de suport pentru plăci terțe și dispozitive LoRa.

Kitul Opla IoT include un **cod special** care permite activarea gratuită a **12 luni de Arduino Create Maker Plan**.

Nr. stoc RS	Producător	Cod Producător
206-7119	Arduino	AKX00026



Adăugați tehnologie inteligentă în casă și locul de muncă cu prima platformă IoT programabilă deschisă care vă permite să construiți dispozitive IoT personalizate. Experimentați Internetul Lucrurilor prin testare și analiză! Pentru oferta completă de dispozitive IoT vă invităm să accesați <https://ro.rsdelivers.com>.



Rețele neurale convoluționale

DE LA PRINCIPII FUNDAMENTALE LA ÎNVĂȚARE ȘI ANTRENARE

O privire aprofundată asupra arhitecturii, funcționării și antrenării rețelelor neurale convoluționale pentru aplicații embedded și ML avansat

Autor: Ole Dreessen Staff Engineer, Field Applications
Analog Devices



Rețelele neurale convoluționale (CNN) reprezintă una dintre cele mai importante tehnologii care stau la baza aplicațiilor moderne de inteligență artificială, fiind utilizate pe scară largă în recunoașterea imaginilor, clasificarea obiectelor, procesarea semnalelor și integrarea în sisteme embedded inteligente. Spre deosebire de abordările clasice bazate pe programare liniară, CNN-urile permit extragerea automată a caracteristicilor relevante din date complexe, printr-o structură ierarhică de neuroni artificiali organizați în straturi specializate.

Acest articol oferă o privire de ansamblu asupra principiilor fundamentale care stau la baza rețelelor neurale convoluționale, pornind de la arhitectura și funcționarea acestora și continuând cu mecanismele care le permit să "învețe" din date. Sunt prezentate conceptele-cheie legate de straturile convoluționale și de pooling, rolul funcțiilor de activare și modul în care o rețea CNN transformă datele brute în informații relevante pentru clasificare și recunoaștere.

De asemenea, sunt analizate în detaliu procesele de antrenare a rețelelor neurale, inclusiv funcția de pierdere, algoritmi de optimizare și metodele utilizate pentru ajustarea ponderilor și biasurilor. Sunt discutate provocările practice, precum supraajustarea, subajustarea și selecția datelor de antrenament, oferind cititorului o perspectivă coerentă și aplicată asupra utilizării CNN-urilor în proiecte reale de învățare automată și inteligență artificială.

Ce sunt rețelele neurale convoluționale?

Rețelele neurale sunt structuri inspirate de neuronii biologici, care permit sistemelor AI să înțeleagă și să interpreteze mai bine datele, ajutându-le să rezolve probleme complexe.

Deși există numeroase tipuri de rețele neurale, acest articol se concentrează exclusiv pe rețelele neurale convoluționale (CNN).

Principalele domenii de aplicare ale CNN-urilor sunt recunoașterea modelelor și clasificarea obiectelor conținute în datele de intrare. CNN-urile reprezintă un tip de rețea neurală artificială utilizată în învățarea profundă (*deep learning*). Aceste rețele sunt alcătuite dintr-un strat de intrare, mai multe straturi convoluționale și un strat de ieșire.

Straturile convoluționale sunt componentele esențiale, deoarece utilizează seturi de ponderi și filtre care permit rețelei să extragă caracteristici relevante din datele de intrare. Datele pot avea forme variate, precum imagini, semnale audio sau text. Acest proces de extragere a caracteristicilor permite CNN-urilor să identifice tipare și structuri în date.

Prin această abordare, CNN-urile permit inginerilor să dezvolte aplicații mai eficiente și mai performante. Pentru a înțelege mai bine modul în care funcționează CNN-urile, vom discuta mai întâi despre principiile programării liniare clasice.

Executarea programului liniar în ingineria de control clasică

În ingineria de control, sarcina principală constă în citirea datelor de la unul sau mai mulți senzori, procesarea acestora, reacția conform unor reguli prestabilite și afișarea sau transmiterea rezultatelor.

De exemplu, un regulator de temperatură măsoară temperatura la intervale regulate cu ajutorul unui microcontroler, care citește datele furnizate de senzorul de temperatură.

Valorile obținute sunt utilizate ca date de intrare într-un sistem de control în buclă închisă și sunt comparate cu valoarea de referință setată.

Este un exemplu de execuție liniară, realizată de microcontroler. Această tehnică oferă rezultate deterministe, bazate pe un set de valori preprogramate și pe date reale de intrare. În schimb, în funcționarea sistemelor de inteligență artificială, probabilitățile joacă un rol esențial.

Procesarea complexă a modelelor și a semnalelor

Există numeroase aplicații care utilizează date de intrare ce trebuie mai întâi interpretate de un sistem de recunoaștere a modelelor. Recunoașterea modelelor poate fi aplicată unor structuri de date variate.

În exemplele prezentate aici, ne limităm la structuri de date unidimensionale și bidimensionale. Exemplele includ semnale audio, electrocardiograme (ECG), fotopletismograme (PPG) și vibrații, în cazul datelor unidimensionale, precum și imagini (inclusiv imagini termice) sau diagrame în cascadă pentru date bidimensionale.

În cazurile de recunoaștere a modelelor menționate, conversia aplicației într-un cod clasic pentru microcontroler este extrem de dificilă. Un exemplu relevant este recunoașterea unui obiect (de exemplu, o pisică) într-o imagine. În acest context, nu contează dacă imaginea analizată provine dintr-o înregistrare anterioară sau este capturată în timp real de senzorul camerei. Software-ul de analiză efectuează o căutare bazată pe reguli pentru a identifica modele asociate unei pisici, precum urechile ascuțite, nasul triunghiular sau mustățile.

Dacă aceste caracteristici sunt recunoscute în imagine, software-ul raportează detectarea unei pisici. Însă apar rapid întrebări suplimentare: ce s-ar întâmpla dacă pisica ar fi surprinsă doar din spate? Sau dacă nu ar avea mustăți ori ar lipsi unele membre în urma unui accident? Deși astfel de cazuri sunt puțin probabile, codul de recunoaștere a modelelor ar trebui să includă un număr foarte mare de reguli suplimentare pentru a acoperi toate aceste situații.

Chiar și în acest exemplu simplificat, regulile definite de software ar deveni rapid extrem de complexe.

Cum înlocuiește învățarea automată regulile clasice

Ideea din spatele inteligenței artificiale este de a imita, la scară redusă, modul în care învață oamenii. În loc să formulăm un număr mare de reguli de tip “dacă-atunci”, construim un sistem general de recunoaștere a modelelor. Diferența esențială dintre cele două abordări este că AI, spre deosebire de un set rigid de reguli, nu furnizează un rezultat determinist.

În loc să raporteze “Am recunoscut o pisică în imagine”, un sistem de învățare automată produce un rezultat de forma:

“Există o probabilitate de 97,5% ca în imagine să fie o pisică. Ar putea fi și un leopard (2,1%) sau un tigr (0,4%)”. Acest lucru înseamnă că dezvoltatorul unei astfel de aplicații trebuie să ia o decizie la finalul procesului de recunoaștere a modelelor. În practică, acest lucru se realizează prin definirea unui prag de decizie.

O altă diferență majoră este faptul că un sistem de recunoaștere a modelelor nu este echipat cu reguli fixe. În schimb, acesta este antrenat. În cadrul acestui proces de învățare, unei rețele neurale îi este prezentat un număr mare de imagini cu pisici. În final, rețeaua devine capabilă să determine singură dacă într-o imagine apare sau nu o pisică. Aspectul esențial este că recunoașterea ulterioară nu se limitează la imaginile utilizate în procesul de antrenare. Modelul învățat trebuie apoi implementat pe un microcontroler sau pe un alt sistem embedded, pentru a putea fi utilizat în aplicații reale.

Cum arată exact un sistem de recunoaștere a modelelor în interior?

Cum funcționează un neuron artificial

O rețea de neuroni utilizată în inteligența artificială seamănă, la nivel conceptual, cu cea biologică din creierul uman.

Un neuron are mai multe intrări și o singură ieșire. Din punct de vedere matematic, un astfel de neuron reprezintă o transformare liniară a intrărilor – înmulțirea acestora cu valori numerice numite ponderi (*weights*, *w*) și adăugarea unei constante numite bias (*b*) – urmată de aplicarea unei funcții neliniare fixe, cunoscută sub denumirea de funcție de activare.¹ Funcția de activare, care reprezintă singura componentă neliniară a rețelei, are rolul de a defini intervalul de valori în care un neuron artificial se activează. Funcția unui neuron poate fi descrisă matematic ca:

$$Out = f(w*x + b)$$

unde *f* este funcția de activare, *w* reprezintă ponderea (*weight*), *x* sunt datele de intrare, iar *b* este termenul de bias. Datele de intrare pot fi scalari individuali, vectori sau matrice. Figura 1 ilustrează un neuron cu trei intrări și o funcție de activare ReLU². Neuronii dintr-o rețea sunt organizați întotdeauna în straturi.

Structura unei rețele neurale convoluționale

După cum s-a menționat anterior, rețelele neurale convoluționale (CNN) sunt utilizate pentru recunoașterea tiparelor și clasificarea obiectelor conținute în datele de intrare. ➤

O rețea CNN este structurată în mai multe secțiuni: un strat de intrare, unul sau mai multe straturi ascunse și un strat de ieșire. O rețea simplă, cu trei intrări, un strat ascuns format din cinci neuroni și un strat de ieșire cu patru ieșiri, este ilustrată în Figura 2.

scară largă în sarcini de recunoaștere a imaginilor. Aceasta este alcătuită din două tipuri principale de straturi: straturi convoluționale și straturi de pooling, ambele având un rol esențial în antrenarea rețelelor neuronale.

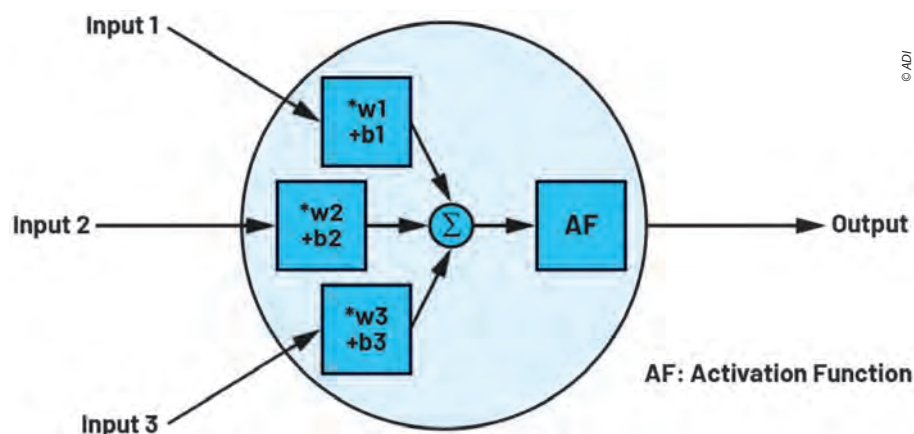


Figura 1 Un neuron cu trei intrări și o ieșire.

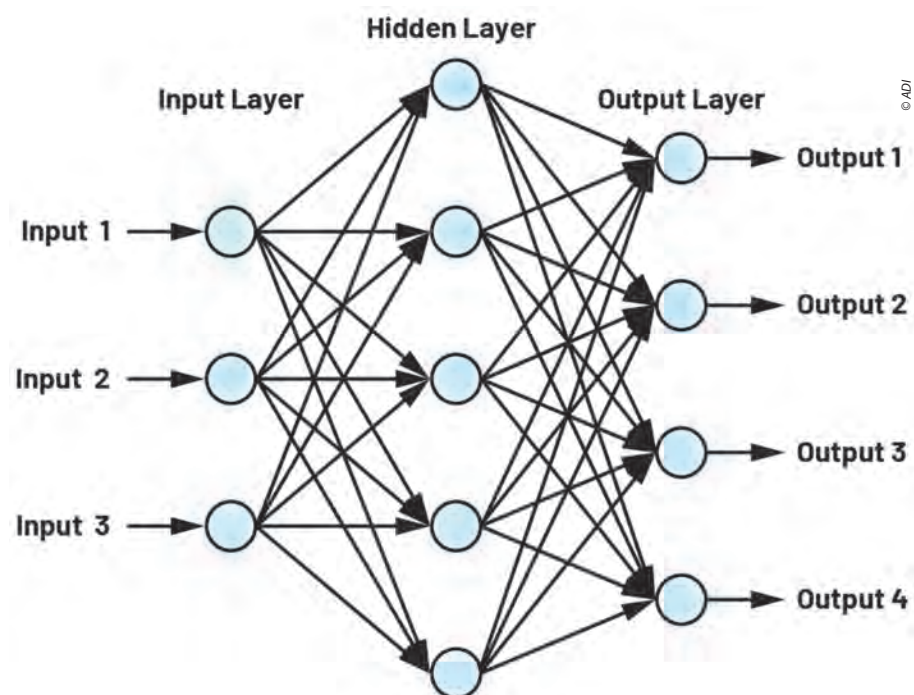


Figura 2 O rețea neurală de dimensiuni reduse.

În această structură, ieșirile tuturor neuronilor dintr-un strat sunt conectate la toate intrările neuronilor din stratul următor. Rețeaua prezentată în Figura 2 nu este capabilă să rezolve sarcini complexe și este utilizată aici exclusiv în scop demonstrativ. Chiar și în cazul acestei rețele simple, ecuația care descrie funcționarea sa include 32 de termeni de bias și 32 de ponderi.

Convoluția și extragerea caracteristicilor din imagini

O rețea neurală CIFAR este un tip de rețea neurală convoluțională (CNN) utilizată pe

Stratul convoluțional utilizează o operație matematică numită convoluție pentru a identifica tipare într-o matrice de valori de pixeli. Convoluția are loc în straturile ascunse, așa cum este ilustrat în Figura 3. Acest proces se repetă de mai multe ori, până când se atinge nivelul dorit de precizie.

Este important de menționat că valoarea de ieșire a unei operații de convoluție este ridicată atunci când cele două intrări comparate – în acest caz imaginea și filtrul – sunt similare. Acest filtru este reprezentat sub forma unei matrice de filtrare, cunoscută și

sub denumirea de kernel de filtrare sau, simplu, filtru.

Rezultatele sunt apoi transmise către stratul de pooling, care generează o hartă de caracteristici (*feature map*) – o reprezentare a datelor de intrare ce evidențiază caracteristicile relevante. Această hartă poate fi privită ca o altă matrice derivată din procesul de filtrare.

După finalizarea antrenării, în faza operațională a rețelei, aceste hărți de caracteristici sunt comparate cu datele de intrare. Deoarece hărțile de caracteristici conțin informații specifice claselor de obiecte, neuronii din rețea se activează doar atunci când conținutul imaginilor de intrare este suficient de similar cu aceste caracteristici învățate.

Prin combinarea straturilor convoluționale și de pooling, rețeaua CIFAR poate fi utilizată pentru recunoașterea și clasificarea diverselor obiecte dintr-o imagine, cu un nivel ridicat de acuratețe.

¹⁾ Se utilizează frecvent funcții de activare precum **sigmoid**, **tanh** sau **ReLU**.

²⁾ **ReLU (Rectified Linear Unit)**: funcție de activare în care valorile de intrare negative sunt mapate la zero, iar valorile pozitive sunt transmise neschimbate.

Rolul setului de date CIFAR-10 în antrenarea CNN-urilor

CIFAR-10 este un set de date utilizat pe scară largă pentru antrenarea rețelelor neuronale convoluționale de tip CIFAR.

Acesta este alcătuit din 60.000 de imagini color cu rezoluție de 32×32 de pixeli, împărțite în 10 clase. Imaginile au fost colectate din surse diverse, precum pagini web, grupuri de știri și colecții personale. Fiecare clasă conține 6000 de imagini, împărțite între seturile de antrenare, testare și validare, ceea ce face din CIFAR-10 un set de date ideal pentru evaluarea noilor arhitecturi de viziune computerizată și a altor modele de învățare automată.

Procesarea progresivă a caracteristicilor în rețelele CNN

Principala diferență dintre rețelele neuronale convoluționale și alte tipuri de rețele constă în modul de procesare a datelor. Prin intermediul filtrării, datele de intrare sunt analizate progresiv pentru a li se identifica proprietățile. Pe măsură ce numărul de straturi convoluționale conectate în serie crește, crește și nivelul de detaliu care poate fi recunoscut. Procesul începe cu identificarea unor caracteristici simple ale obiectelor, cum ar fi marginile sau punctele, după prima convoluție și continuă cu

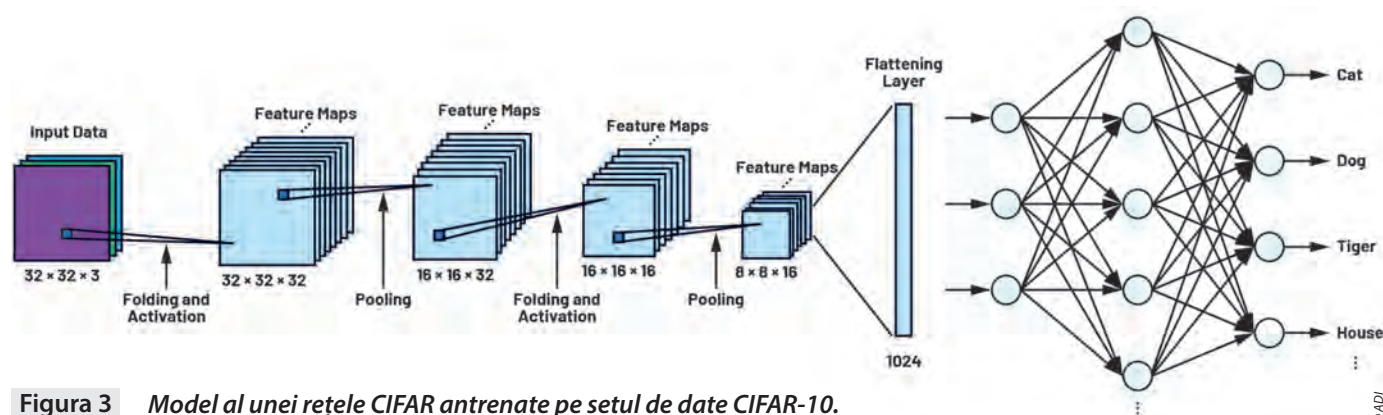


Figura 3 Model al unei rețele CIFAR antrenate pe setul de date CIFAR-10.

structuri mai complexe, precum colțuri, cercuri sau dreptunghiuri, după a doua convoluție. După a treia convoluție, caracteristicile extrase corespund unor modele complexe, asemănătoare părților componente ale obiectelor din imagini, care sunt, de regulă, specifice unei anumite clase.

În exemplul nostru inițial, acestea pot fi mustățile sau urechile unei pisici. Vizualizarea hărților de caracteristici – ilustrată în Figura 4 – nu este necesară pentru funcționarea aplicației propriu-zise, dar este utilă pentru înțelegerea mecanismului de convoluție.

Complexitatea rețelelor și rolul straturilor de pooling

Chiar și rețelele de dimensiuni reduse, precum CIFAR, includ sute de neuroni în fiecare strat și numeroase straturi conectate în serie. Numărul de ponderi și biasuri crește rapid odată cu sporirea complexității și dimensiunii rețelei.

În exemplul CIFAR-10 ilustrat în Figura 3, există deja aproximativ 200.000 de parametri care trebuie determinați în timpul procesului de antrenare. Hărțile de caracteristici pot fi procesate în continuare prin straturi de pooling, care reduc numărul de parametri necesari antrenării, păstrând în același timp informațiile esențiale.

Pooling, aplatizare și clasificare finală

Așa cum s-a menționat, după fiecare operație de convoluție într-o rețea CNN este utilizat frecvent un strat de pooling, denumit și subsampling în literatura de specialitate. Rolul acestuia este de a reduce dimensiunea datelor. Dacă analizăm hărțile de caracteristici din Figura 4, se poate observa că regiunile extinse conțin foarte puține informații relevante sau chiar deloc. Acest lucru se datorează faptului că obiectele de interes nu ocupă întreaga imagine, ci doar o mică parte a acesteia. Restul imaginii nu este utilizat în harta de caracteristici respectivă și, prin urmare, nu contribuie la procesul de clasificare.

Tipuri de pooling și reducerea volumului de date

Într-un strat de pooling sunt definiți atât tipul de pooling (maxim sau mediu), cât și dimensiunea ferestrei de procesare. Fereastra este deplasată incremental peste datele de intrare pe parcursul procesului de pooling. În cazul pooling-ului maxim (*max pooling*), este selectată cea mai mare valoare din fiecare fereastră, iar celelalte valori sunt eliminate.

Astfel, volumul de date este redus progresiv și, împreună cu straturile convoluționale, sunt extrase caracteristicile distinctive ale clasei de obiecte analizate.

De la hărți bidimensionale la decizia de clasificare

Rezultatul acestor etape succesive de convoluție și pooling constă într-un număr mare de matrici bidimensionale.

Pentru a atinge obiectivul final de clasificare, aceste date bidimensionale sunt transformate într-un vector unidimensional de mari dimensiuni. Conversia este realizată într-un așa-numit strat de aplatizare (*flattening layer*), urmat de unul sau mai multe straturi complet conectate (*fully connected layers*). Neuronii din aceste straturi au o structură similară celei ilustrate în Figura 2.

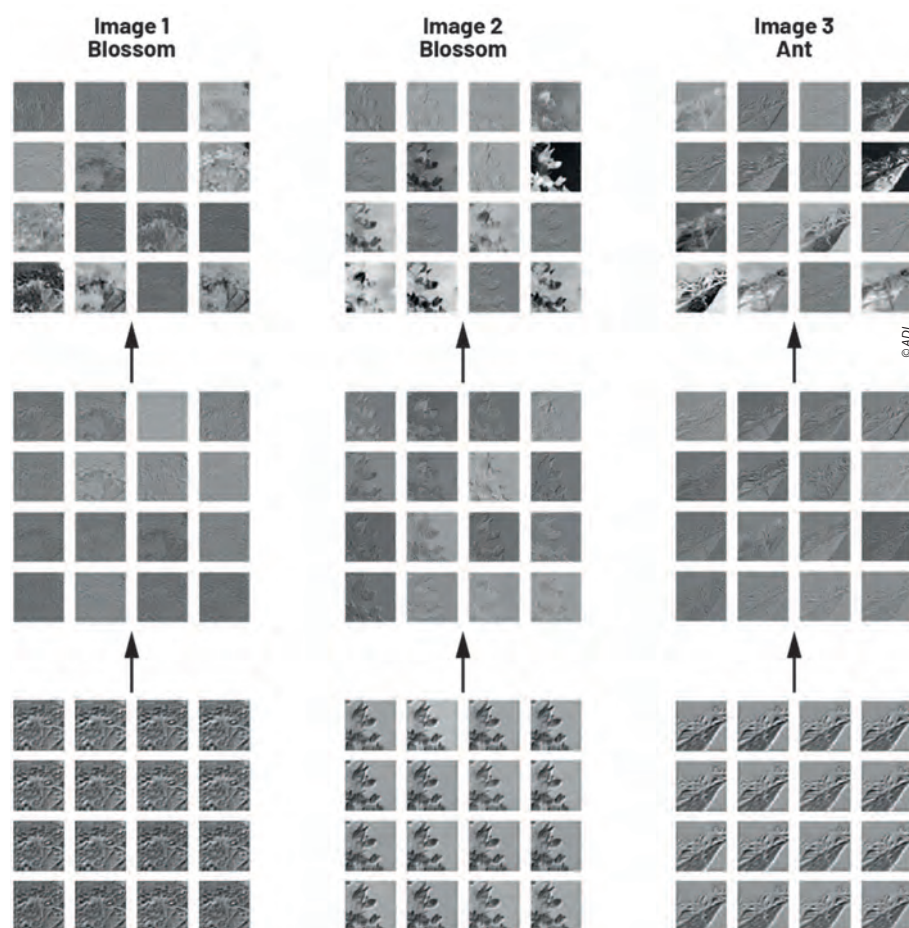


Figura 4 Hărți de caracteristici pentru o rețea CNN.

Ultimul strat al rețelei neuronale conține exact atâtea ieșiri câte clase trebuie diferențiate. În acest strat, valorile sunt normalizate pentru a genera o distribuție de probabilitate, de exemplu: 97,5% pisică, 2,1% leopard, 0,4% tigru etc.

Astfel se încheie etapa de modelare a rețelei neuronale. Totuși, ponderile și valorile matricilor de kernel și filtrare nu sunt încă cunoscute și trebuie determinate prin procesul de antrenare a rețelei pentru ca modelul să funcționeze corect.

Procesul de antrenare a rețelelor neuronale

Rețeaua CIFAR este alcătuită din diferite straturi de neuroni, așa cum se poate observa în Figura 3. Imagini de 32×32 pixeli sunt prezentate rețelei și propagate prin straturile acesteia. Primul pas într-o rețea CNN constă în detectarea și analiza caracteristicilor și structurilor distinctive ale obiectelor care trebuie diferențiate. În acest scop sunt utilizate matrici de filtrare. Odată ce o rețea neurală, precum CIFAR, a fost definită de un proiectant, aceste matrici de filtrare sunt inițial necunoscute, iar rețeaua nu este încă capabilă să detecteze modele și obiecte.

Pentru a permite acest lucru, este necesar să se determine toți parametrii și elementele matricilor astfel încât să fie maximizată precizia detectării obiectelor sau, echivalent, să fie minimizată funcția de pierdere.

Acest proces este cunoscut sub numele de antrenarea rețelei neuronale. Pentru aplicațiile uzuale descrise la începutul articolului, rețelele sunt antrenate o singură dată în faza de dezvoltare și testare. Ulterior, ele sunt gata de utilizare, iar parametrii nu mai trebuie ajustați. Dacă sistemul clasifică obiecte deja cunoscute, nu este necesar un antrenament suplimentar; acesta devine necesar doar atunci când trebuie clasificate obiecte complet noi.

Datele de antrenare sunt necesare pentru a instrui o rețea, iar ulterior un set similar de date este utilizat pentru a testa precizia acesteia. În cazul setului de date CIFAR-10, de exemplu, imaginile sunt organizate în zece clase de obiecte: avion, automobil, pasăre, pisică, cerb, câine, broască, cal, navă și camion. Însă – și aceasta reprezintă una dintre cele mai complexe etape ale dezvoltării unei aplicații AI – aceste imagini trebuie etichetate înainte de antrenarea unei rețele CNN.

Procesul de antrenare, descris în articol, se bazează pe principiul retropropagării (*backpropagation*). Rețelei i se prezintă succesiv un număr mare de imagini, fiecare fiind însoțită de o valoare țintă. În exemplul nostru, această valoare reprezintă clasa de obiect asociată imaginii.

De fiecare dată când este prezentată o imagine, matricile de filtrare sunt ajustate astfel încât valorile calculate să se apropie cât mai mult de valorile țintă.

După finalizarea acestui proces, rețeaua este capabilă să detecteze și să clasifice obiecte din imagini pe care nu le-a întâlnit în timpul antrenării.

Supraajustare și subajustare

În modelarea rețelelor neuronale apar frecvent întrebări legate de complexitatea rețelei: câte straturi ar trebui să aibă și cât de mari ar trebui să fie matricile de filtrare. Nu există un răspuns simplu sau universal la aceste întrebări. În acest context, este important să discutăm conceptele de supraajustare (*overfitting*) și subajustare (*underfitting*) ale rețelelor neuronale.

Supraajustarea este rezultatul unui model excesiv de complex, care conține prea mulți parametri. Putem evalua dacă un model de predicție este insuficient ajustat sau, dimpotrivă, supraajustat, comparând pierderea obținută pe datele de antrenare cu pierderea obținută pe datele de testare. Dacă pierderea este redusă în timpul antrenării, dar crește semnificativ atunci când rețeaua este evaluată cu date de testare pe care nu le-a întâlnit anterior, acesta este un indiciu clar că rețeaua a memorat datele de antrenare, în loc să generalizeze recunoașterea modelelor.

Acest fenomen apare, în principal, atunci când rețeaua dispune de prea mult spațiu pentru parametri sau de un număr excesiv de straturi de convoluție. În astfel de cazuri, dimensiunea și complexitatea rețelei ar trebui reduse.

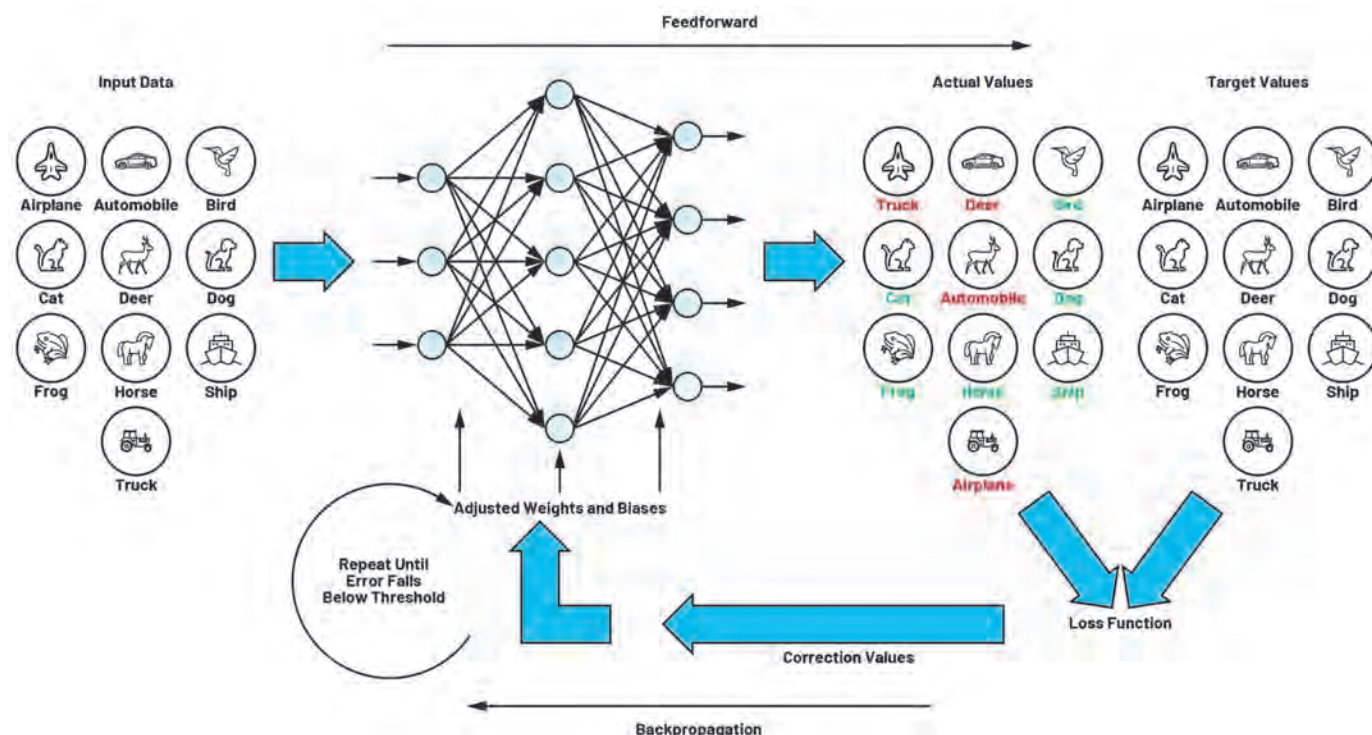


Figura 5 Buclă de antrenare formată din propagare directă (feedforward) și retropropagare (backpropagation).

Funcția de pierdere și algoritmul de antrenare

Învățarea are loc în două etape. În prima etapă, rețelei i se prezintă o imagine, care este procesată de rețeaua neurală pentru a genera un vector de ieșire. Valoarea maximă din acest vector reprezintă clasa de obiecte detectată, de exemplu un câine în cazul nostru, care, în faza de antrenare, nu trebuie să fie neapărat corectă. Această etapă este denumită **feedforward**.

Algoritmul de optimizare, gradientul și metoda de coborâre a gradientului

Pentru a ilustra procesul de antrenare, figura 6 prezintă o funcție de pierdere definită doar de doi parametri, x și y . Axa z corespunde valorii pierderii. Funcția în sine nu joacă un rol esențial aici și este utilizată exclusiv în scop ilustrativ. Analizând graficul funcției tridimensionale, se poate observa că aceasta prezintă atât un minim global, cât și minime locale.

Limitările metodei clasice de coborâre a gradientului

Utilizând metoda de coborâre a gradientului, algoritmul caută în mod iterativ o cale care conduce către cea mai abruptă scădere, pornind dintr-un punct ales arbitrar. Acesta calculează gradientul în punctul de pornire și efectuează un pas mic în direcția de coborâre maximă. În punctul următor, gradientul este recalculat, iar procesul continuă până când se ajunge într-o zonă de minim.

Problema este că punctul de pornire nu este definit în prealabil, ci este ales aleatoriu. În exemplul bidimensional din figura 6, un punct de pornire ales în partea stângă a graficului poate conduce la minimul global (traseul albastru), în timp ce alte puncte pot duce la trasee mai lungi sau la minime locale (traseele galben și portocaliu).

În practică, această abordare devine problematică deoarece algoritmul trebuie să optimizeze nu doar doi parametri, ci adesea sute de mii sau milioane. Alegerea unui punct de pornire favorabil este, astfel, pur întâmplătoare. Ca urmare, timpul de antrenare poate crește semnificativ, iar rețeaua poate converge către un minim local, ceea ce duce la o precizie redusă.

Din acest motiv, în ultimii ani au fost dezvoltat numeroși algoritmi de optimizare care încearcă să evite aceste limitări. Printre aceștia se numără metoda de coborâre a gradientului stocastic, momentum, Ada-Grad, RMSProp și Adam. Alegerea algoritmului potrivit este lăsată la latitudinea dezvoltatorului, deoarece fiecare metodă prezintă avantaje și dezavantaje specifice, în funcție de aplicație.

Date de antrenament

După cum s-a discutat anterior, în timpul procesului de antrenament furnizăm rețelei imagini etichetate cu clasele de obiecte corespunzătoare, cum ar fi automobile, nave etc. Pentru exemplul prezentat, a fost utilizat setul de date CIFAR-10 deja disponibil.

În practică, inteligența artificială poate fi utilizată pentru mult mai mult decât recunoașterea pisicilor, câinilor sau automobilelor. De exemplu, dacă trebuie dezvoltată o aplicație pentru detectarea calității șuruburilor într-un proces de fabricație, rețeaua trebuie antrenată cu imagini care conțin atât șuruburi conforme, cât și defecte. Crearea unui astfel de set de date poate fi extrem de laborioasă și consumatoare de timp și reprezintă adesea cea mai costisitoare etapă în dezvoltarea unei aplicații AI. ➤

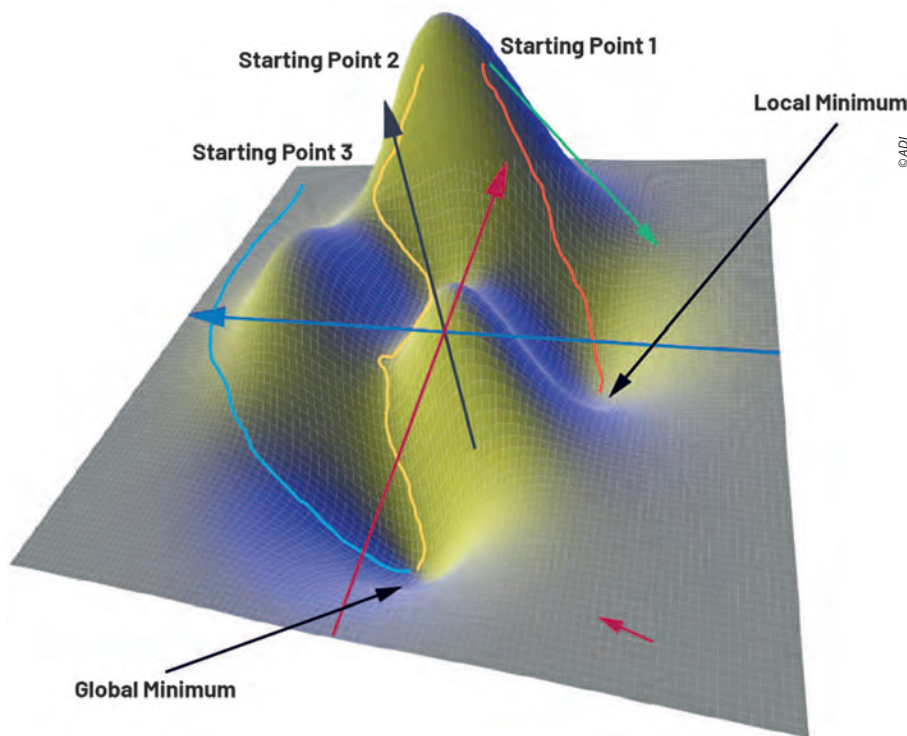


Figura 6 Diferite căi către țintă folosind metoda de coborâre a gradientului.

Diferența dintre valorile țintă și valorile reale obținute la ieșire este denumită **pierdere**, iar funcția care descrie această diferență este **funcția de pierdere**. Toți parametrii și elementele rețelei sunt incluși în această funcție. Scopul procesului de învățare al rețelei neuronale este de a ajusta acești parametri astfel încât funcția de pierdere să fie minimizată.

Minimizarea se realizează printr-un proces în care eroarea de la ieșire (pierdere = valoarea țintă minus valoarea reală) este propagată înapoi prin toate straturile rețelei, până la stratul inițial. Această etapă a procesului de învățare este cunoscută sub denumirea de propagare înapoi (*backpropagation*).

În timpul antrenării se formează astfel o buclă iterativă care ajustează treptat parametrii matricilor de filtrare. Procesul de propagare înainte și înapoi se repetă până când valoarea pierderii scade sub un prag definit anterior.

Pentru determinarea ponderilor și a biasurilor pot fi utilizați numeroși algoritmi de optimizare numerică. Cel mai simplu dintre aceștia este metoda de coborâre a gradientului. Aceasta se bazează pe ideea de a găsi o cale, pornind dintr-un punct ales aleatoriu în funcția de pierdere, care conduce către minimul global, printr-un proces iterativ ghidat de gradient.

Gradientul, ca operator matematic, descrie variația unei mărimi și furnizează, în fiecare punct al funcției de pierdere, un vector – numit vector gradient – care indică direcția celei mai mari creșteri a valorii funcției. Modulul acestui vector corespunde amplitudinii variației. În funcția ilustrată în figura 6, vectorul gradient ar indica direcția de coborâre către un minim, de exemplu în zona din dreapta jos (săgeata roșie), unde suprafața este relativ plată și magnitudinea gradientului este mică. În apropierea vârfului, în schimb, vectorul (săgeata verde) indică o pantă abruptă, având o magnitudine mai mare.

Odată ce setul de date a fost creat, acesta este împărțit în date de antrenament și date de testare.

Datele de antrenament sunt utilizate pentru instruirea rețelei, așa cum s-a descris anterior, iar datele de testare sunt utilizate la finalul procesului de dezvoltare pentru a verifica funcționalitatea și precizia rețelei antrenate.

Concluzie

În acest articol am prezentat conceptele fundamentale ale rețelelor neurale convoluționale și am analizat atât structura și funcționarea acestora, cât și procesul de antrenare, incluzând funcția de pierdere și algoritmi de optimizare. Odată ce ponderile și biasurile rețelei au fost determinate, aceasta este capabilă să generalizeze și să efectueze recunoașterea obiectelor pentru

date noi. În numărul următor al revistei, vom testa rețeaua neurală pentru recunoașterea pisicilor prin implementarea sa în hardware. În acest scop, vom utiliza microcontrolerul MAX78000 care integrează un accelerator CNN bazat pe hardware, dezvoltat de ADI.

■ Analog Devices

www.analog.com



Despre autor:

Ole Dreessen este inginer de aplicații de teren la Analog Devices. Înainte de a se alătura companiei ADI în 2014, a ocupat diverse poziții la Avnet Memec și Macnica, unde a oferit suport tehnic pentru tehnologii de comunicații și microprocesoare de înaltă performanță. Ole are o experiență vastă în domeniul microcontrolerelor și al securității și este un prezentator experimentat în cadrul conferințelor și evenimentelor dedicate distribuției. În timpul liber, este membru activ al Chaos Computer Club, unde a lucrat la concepte precum ingineria inversă și securitatea sistemelor embedded.

Interacționați cu experții în tehnologia ADI din comunitatea noastră de asistență online. Puneți întrebări de proiectare, răsfoiți întrebările frecvente sau participați la o conversație.

Vizitați <https://ez.analog.com>

ADI EngineerZone

Glosar de termeni

Rețea neurală convoluțională (CNN) – Tip de rețea neurală special concepută pentru procesarea datelor structurate spațial, precum imaginile, folosind straturi de convoluție și filtrare.

Antrenare (training) – Procesul prin care o rețea neurală își ajustează parametrii interni (ponderi și biasuri) pe baza datelor de intrare și a valorilor țintă.

Funcție de pierdere (loss function) – Funcție matematică ce cuantifică diferența dintre rezultatul produs de rețea și valoarea țintă dorită; este utilizată pentru optimizarea parametrilor rețelei.

Feedforward – Etapa în care datele de intrare sunt propagate prin rețea pentru a produce o ieșire, fără ajustarea parametrilor.

Propagare înapoi (backpropagation) – Algoritm utilizat pentru ajustarea ponderilor și biasurilor prin propagarea erorii de la ieșire către straturile anterioare.

Gradient – Vector matematic care indică direcția și rata maximă de variație a unei funcții; utilizat pentru optimizarea funcției de pierdere.

Metoda de coborâre a gradientului – Algoritm de optimizare care ajustează parametrii rețelei prin pași succesivi în direcția reducerii funcției de pierdere.

Supraajustare (overfitting) – Situație în care rețeaua învață prea bine datele de antrenament, dar nu reușește să generalizeze pentru date noi.

Subajustare (underfitting) – Situație în care modelul este prea simplu pentru a capta structura datelor, rezultând performanțe slabe.

Date de antrenament / date de testare – Seturi de date utilizate, respectiv, pentru instruirea rețelei și pentru evaluarea performanței acesteia.





Tailored ESD solutions for sensitive equipment



www.lthd.com

Shipping electronic equipment is more challenging than shipping other forms of equipment due to the need for safeguarding the shipment from electric charges. LTHD Corporation is a company specialising in the design, development and manufacture of custom ESD packaging systems for sensitive electronic equipments.

Cum să securizăm astăzi datele de mâine

SECURITATEA CIBERNETICĂ ÎN ERA CUANTICĂ

De la prevenire la apărare digitală: calculatoarele cuantice pun la încercare criptarea actuală – și, odată cu ea, securitatea noastră digitală. De ce Europol solicită luarea de măsuri, ce rol au furnizorii germani de semiconductori și ce legătură au datele noastre cu înțelepciunea bunicii mele.

Autor: **Bernd Hantsche** Vice President Technology Competence Center
Rutronik



Pesimiștii nu se odihnesc niciodată. Dar ce înseamnă când chiar și sfatul bunicii mele conservatoare, formată în perioada post-belică, de a te pregăti din timp pare astăzi un îndemn la prevenție digitală? Pentru că apărarea de astăzi nu mai înseamnă tancuri, ci protejarea datelor noastre. Amenințarea este reală: Europol avertizează că rețelele organizate colectează deja date criptate pentru a le decripta ulterior cu ajutorul calculatoarelor cuantice^[1]. Scenariul poartă un nume sugestiv "Stochează acum, decriptează mai târziu".

Calculatoarele cuantice rescriu fundamental regulile criptografiei. Algoritmi precum RSA (Rivest–Shamir–Adleman), pe care se bazează o mare parte din comunicarea noastră digitală, ar putea fi în curând spărți. Criptografia post-cuantică (PQC) oferă o soluție: noi metode criptografice create să rămână eficiente chiar și în fața calculatoarelor cuantice.

Este timpul să acționăm: amenințarea cuantică se apropie

Calculul cuantic avansează rapid. De la giganții tehnologici și universități până la startup-uri, toți concurează pentru a obține progrese semnificative. În paralel, cercetarea în domeniul securității se intensifică: Institutul Național de Standarde și Tehnologie (NIST) din SUA a desemnat deja trei algoritmi drept standarde de criptografie post-cuantică. Standardele federale de procesare a informațiilor FIPS-203 (ML-KEM), FIPS-204 și FIPS-205 oferă mecanisme robuste pentru schimbul de chei și semnături digitale, concepute să reziste atacurilor realizate cu ajutorul calculatoarelor cuantice.

Oficiul Federal pentru Securitatea Informațiilor (BSI) s-a pronunțat, de asemenea, asupra conceptului de "Q-Day" – ziua în care calculatoarele cuantice vor putea sparge pentru prima dată criptarea convențională. Potrivit BSI, acest moment ar putea surveni în jurul anului 2030, odată

cu producția la scară largă a tehnologiilor electronice aflate în prezent în dezvoltare. Cei care nu se pregătesc încă de pe acum riscă să utilizeze, în viitor, tehnologii de securitate deja depășite.

Și Europol atrage atenția asupra acestei evoluții: Forumul pentru securitate cuantică în sectorul financiar (QSFF – Quantum Safe Financial Forum), inițiat de Europol, încurajează în special instituțiile financiare să adopte din timp instrumentele disponibile, pentru a se putea proteja în fața tehnologiilor de mâine.

Provocările tranziției către criptografia post-cuantică

Deși obiectivul este clar, drumul până la atingerea lui este departe de a fi ușor. Cheile mai mari și algoritmii mai complecși necesită o putere de procesare crescută, ceea ce pune o presiune suplimentară asupra sistemelor uzate moral. În plus, deoarece procesul de standardizare nu este

încă pe deplin finalizat, algoritmi utilizați astăzi se pot modifica în timp.

Din punct de vedere organizațional, tranziția este la fel de dificilă: presupune investiții, schimbarea mentalității și dobândirea unei expertize tehnice adecvate. Cheia succesului constă, așadar, în ceea ce se numește "cripto-agilitate": încă din faza de proiectare, sistemele trebuie gândite pentru a fi flexibile, astfel încât să poată răspunde rapid la descoperiri noi sau la amenințări emergente.

Primii pași către o infrastructură IT securizată în era cuantică

În ciuda acestor provocări, implementările practice timpurii arată că tranziția către criptografia post-cuantică este deja în curs. Infineon, cel mai mare partener de franciză al Rutronik, s-a impus încă de la început ca pionier al criptografiei post-cuantice (PQC). Schimbul de chei rezistent la atacuri cuantice a fost implementat pentru prima dată pe un cip fără contact încă din 2017 [2]. La începutul anului 2025, Oficiul Federal pentru Securitatea Informațiilor (BSI) a acordat prima certificare EAL6 din lume unui controler de securitate echipat cu tehnologia ML-KEM [3]. În consecință, Infineon se concentrează în special pe aplicațiile destinate cardurilor inteligente.

Alți furnizori germani de semiconductori contribuie, de asemenea, la avansul acestui domeniu. Elmos Semiconductor, în colaborare cu ID Quantique, a lansat o componentă-cheie pentru PQC: un generator miniaturizat de numere aleatorii cuantice (QRNG).

Toate metodele de criptare pornesc de la generarea unui număr aleatoriu pentru crearea cheilor criptografice. Cu toate acestea, dispozitivele logice discrete întâmpină dificultăți în generarea unor valori cu adevărat aleatorii. Generatoarele hardware de numere aleatorii (HRNG) există de mult

timp și sunt disponibile într-o varietate de implementări tehnice. Generatoarele convenționale, precum TRNG sau PRNG, pot fi susceptibile la manipulare – fie prin influențe fizice precum lumina, presiunea, temperatura, câmpurile electromagnetice sau tensiunea de alimentare, fie prin atacuri ținute care utilizează inteligența artificială. Generatoarele QRNG utilizează efecte cuantice autentice, precum emisia de fotoni, pentru a produce numere cu adevărat aleatorii. Această abordare este mai sigură și oferă un nivel suplimentar de protecție pentru standardele FIPS 203, 204 și 205, comparativ cu cheile generate prin metode convenționale. În prezent, astfel de QRNG-uri sunt cunoscute mai ales sub forma plăcilor de extensie pentru servere. Elmos a reușit să miniaturizeze această tehnologie într-o capsulă DFN compactă, de 2×2 mm (Figura 1). Ca urmare, Rutronik pune această tehnologie brevetată la dispoziția clienților din întreaga lume. Nu doar sectorul financiar, ci și domenii precum cel industrial, medical și auto pot beneficia de avantajele acestei soluții.

Siguranța este o datorie, nu un lux

Pentru că nu este vorba doar despre bănci. Fie că discutăm despre fabrici industriale, dispozitive medicale sau vehicule echipate cu sisteme de asistență, lumea noastră este digitală, conectată în rețea și, prin urmare, expusă riscurilor. Ce se întâmplă dacă sistemele de asistență ale vehiculelor interpretează greșit semnele de circulație? Sau dacă mașinile pot fi deblocate prin tehnologii ultra-wideband și metode de tip rolling key, deoarece cheia utilizată este previzibilă? Sau dacă datele medicale sunt interceptate pentru că generatorul de numere aleatorii nu este autentic?

Revoluția cuantică se apropie. Poate nu mâine, dar cu siguranță mai devreme decât se așteaptă majoritatea.

Cei care nu investesc astăzi vor plăti mâine. Așa cum ar spune, cu înțelepciune, bunica mea: "Criptează-ți datele sensibile astăzi și vei fi protejat împotriva atacurilor cibernetice cuantice de mâine."

Rutronik

www.rutronik.com



Digresiune: "Aleatoriu" nu înseamnă întotdeauna aleatoriu

TRNG, PRNG și QRNG sunt acronime care descriu diferite metode de generare a numerelor aleatorii cu relevanță criptografică. PRNG-urile (generatoare de numere pseudoaleatorii) produc secvențe prin procese deterministe, care pot fi reproduse dacă sunt cunoscute condițiile inițiale și algoritmul utilizat. TRNG-urile (generatoare de numere aleatorii adevărate) se bazează pe procese fizice, însă nu sunt complet imune la manipulare sau influențe externe.

Doar QRNG-urile (generatoare de numere aleatorii cuantice) furnizează valori cu adevărat imprevizibile, deoarece utilizează efecte cuantice autentice, precum emisia de fotoni singulari.

Acest nivel de aleatoriu reprezintă un avantaj esențial pentru securitatea criptografică într-o lume post-cuantică.

Termenii pe scurt

Q-day – Momentul în care calculatoarele cuantice vor putea sparge sistemele de criptare utilizate în prezent. Oficiul Federal pentru Securitatea Informațiilor (BSI) estimează că acest prag ar putea fi atins în jurul anului 2030.

QRNG vs. TRNG – Generatoarele cuantice de numere aleatorii (QRNG) produc numere cu adevărat aleatorii, imposibil de manipulat, pe baza proceselor fizice cuantice. Generatoarele de numere aleatorii adevărate (TRNG) se bazează pe efecte fizice clasice și pot fi, în anumite condiții, susceptibile la interferențe.

FIPS-203/204/205 – Standarde de securitate pentru algoritmi rezistenți la atacuri cuantice, care acoperă mecanisme de schimb de chei și semnături digitale. Acestea au fost publicate de Institutul Național de Standarde și Tehnologie (NIST) ca fundament pentru criptografia post-cuantică.

ML-KEM (Module Lattice Key Encapsulation Mechanism) – Mecanism de încapsulare a cheilor (KEM) standardizat de NIST conform FIPS-203. Permite stabilirea unei chei secrete comune între două părți, fiind rezistent atât la atacuri realizate cu calculatoare convenționale, cât și cuantice.

Modul QRNG miniaturizat de la Elmos Semiconductor – generare de valori cu adevărat aleatorii pentru dispozitive de rețea de nouă generație.



Figura 1



Cum sunt îmbunătățite operațiunile cu ajutorul centrelor de date bazate pe inteligență artificială

EFICIENȚA OPERAȚIONALĂ ȘI TIMPUL DE FUNCȚIONARE

SURSĂ ARTICOL

Centrele de date se bazează pe eficiență operațională ridicată și pe un timp de funcționare constant. Inteligența artificială contribuie semnificativ la îmbunătățirea acestor aspecte. Acest articol analizează modul în care inteligența artificială ajută la utilizarea mai eficientă a energiei, la optimizarea sistemelor de răcire și la mentenanța predictivă, sprijinind inginerii în proiectarea unor centre de date inteligente și sustenabile.

Dezvoltarea inteligenței artificiale (AI) și centrele de date

Dezvoltarea inteligenței artificiale (AI) este strâns legată de evoluția centrelor de date. Serviciile AI necesită tot mai multe centre de date puternice pentru a funcționa, iar, în același timp, AI permite acelor centre să opereze mai eficient și mai sustenabil. Astfel, relația dintre AI și centrele de date este bidirecțională: AI are nevoie de infrastructură puternică, iar centrele de date beneficiază și ele de inteligență artificială pentru a-și optimiza funcționarea.

Este evident că AI depinde de centrele de date. Dar este la fel de adevărat că centrele de date moderne au nevoie de AI pentru a face față cerințelor tot mai mari de performanță, eficiență energetică și timp de funcționare. Acest articol explorează modul în care industria centrelor de date se dezvoltă rapid și cum inteligența artificială contribuie

la creșterea eficienței și sustenabilității operațiunilor, sprijinind totodată capacitatea tot mai mare și complexitatea AI.

Cum schimbă inteligența artificială operațiunile centrelor de date

AI nu doar că stimulează dezvoltarea centrelor de date, dar le și face mai eficiente și mai inteligente. La sfârșitul anului 2024, existau peste **1.300 de centre de date hiperscalare** în întreaga lume, facilități masive de calcul care gestionează volume enorme de date, dublul numărului de centre de acest tip raportat în 2019. Această creștere rapidă este alimentată în mare parte de AI generativă, care necesită infrastructură extrem de performantă.

Centrele hiperscalare sunt dezvoltate de mari companii tehnologice precum **AWS, Google și Microsoft**, care investesc masiv în construcția și extinderea acestor facilități.

Conform **Synergy Research Group**, capacitatea totală a centrelor de date hiperscalare va fi dublată în următorii patru ani, iar AI va rămâne motorul principal al acestei expansiuni.

Inteligența artificială contribuie și la optimizarea operațiunilor interne ale centrelor de date. Ea permite gestionarea inteligentă a consumului de energie, reglarea automată a sistemelor de răcire și mentenanța predictivă a echipamentelor, reducând astfel riscurile de defecțiuni și costurile operaționale. În acest fel, centrele de date devin mai sustenabile, mai eficiente și mai capabile să facă față cerințelor tot mai mari generate de AI și de serviciile digitale globale.

Mai multe informații

<https://newsflash.tdsynnex.co.uk/it-infrastructure/ai-fuels-surge-in-hyperscale-data-centre-numbers-and-capacity/6695>



Nu doar centrele de date hiperscalabile sunt în plină expansiune. Centrele de **colocație** – unde companiile închiriază spațiu pentru a găzdui infrastructura IT – și centrele **edge** – centre mai mici, situate mai aproape de clienți decât facilitățile centralizate tradiționale – se extind și ele pentru a sprijini **inteligenta artificială generativă**, completând eforturile hiperscalatorilor. Dezvoltarea centrelor de date consumă energie și apă. **Goldman Sachs** estimează că cererea totală de energie electrică a centrelor de date la nivel global va crește de la aproximativ **55 GW în 2023 la 84 GW până în 2027**.

Mai multe informații

<https://www.goldmansachs.com/insights/articles/ai-to-drive-165-increase-in-data-center-power-demand-by-2030>

Aproximativ **o cincime** din această cerere este generată de activitățile legate de inteligența artificială.

De ce centrele de date bazate pe AI consumă atât de multă energie? Factorii principali sunt:

- Centrele de date funcționează **non-stop**;
- Echipamentele IT – servere, procesoare, cipuri AI, dispozitive de stocare și echipamente de rețea – consumă energie continuu;
- Există necesitatea **sistemelor de răcire** (de exemplu aer condiționat) pentru a menține serverele în funcțiune;
- Conversia și distribuția energiei generează pierderi, deoarece energia trebuie adaptată la cerințele specifice ale hardware-ului IT.

În plus, centrele de date au nevoie de **surse de alimentare de rezervă și redundante**, iar **antrenarea modelelor de AI** este mult mai intensivă din punct de vedere energetic decât activitățile de calcul tradiționale. Aceasta explică motivele pentru care centrele de date sunt printre cei mai mari consumatori de energie.

Centrele de date utilizează, de asemenea, multă **apă**, deoarece aceasta este una dintre cele mai eficiente și rentabile metode de răcire, în special în facilitățile hiperscalare. O singură instalație poate consuma **milioane de litri de apă pe zi** doar pentru răcirea serverelor.

Toate aceste aspecte au determinat inginerii să caute soluții pentru **creșterea sustenabilității centrelor de date**. Ironic, dar AI joacă un rol esențial în acest proces, contribuind la optimizarea consumului de energie și apă și la construirea unor centre de date mai eficiente și mai ecologice.

NEW!

O singură sursă, și mai multe produse!
Oferta **DISTRELEC** este disponibilă la
RS Components!



Peste 2.500 de branduri...



Distribuitor în
România:

COMPEC
AUROCON COMPEC SRL

compec@compec.ro
ro.rsdelivers.com



Utilizarea energiei și eficiența: Avantajul AI

Inteligența artificială poate fi folosită pentru a eficientiza operațiunile centrelor de date, reducând consumul de energie. De exemplu, în loc să răcească un sistem uniform pe parcursul zilei, AI permite ca răcirea să fie **dinamică**, adaptându-se la condițiile de mediu și economisind energie. Prin utilizarea AI și a rețelelor de senzori, centrele de date pot monitoriza temperatura, umiditatea și fluxul de aer, ceea ce permite o **răcire mult mai precisă** și mai eficientă.

Inteligența artificială contribuie, de asemenea, la creșterea sustenabilității centrelor de date prin **programarea volumului de lucru** în perioadele în care energia electrică este mai ieftină sau provine din surse regenerabile, precum energia solară și eoliană.

Alternativ, sarcinile pot fi distribuite astfel încât unele servere să nu rămână inactive în timp ce altele se suprasolicitează.

AI poate optimiza și **eficiența software**, prin modul în care modelele consumatoare de resurse sunt stocate și încărcate sau prin tehnici de compresie a datelor, reducând astfel cerințele de calcul.

Centrele de date își îmbunătățesc eficiența și la nivelul **surselor de alimentare de rezervă**, cum ar fi sistemele neîntreruptibile (UPS), care folosesc AI pentru a minimiza pierderile de energie atunci când sunt inactive. De asemenea, AI ajută centrele să interacționeze mai eficient cu rețeaua electrică, nu doar pentru a folosi mai multă energie curată, ci și pentru a **muta cererea în afara orelor de vârf**, reducând costurile și impactul asupra rețelei.

Răcire inteligentă și monitorizarea mediului

Un exemplu cunoscut de utilizare a AI în centrele de date este **răcirea inteligentă de la Google**. Compania a colaborat cu unitatea sa de cercetare DeepMind pentru a optimiza răcirea centrelor de date hiper-scalare. AI a preluat controlul asupra ventilatoarelor, pompelor, chillerelor, sistemelor de flux de aer și schimbătoarelor de căldură, primind informații de la **sute de senzori** care monitorizează temperatura, sarcinile serverelor, umiditatea, presiunea și alți parametri.

Rezultatul a fost o **reducere cu 40% a energiei necesare pentru răcire**. Acest tip de aplicație AI rezolvă problemele clasice ale răcirii centrelor de date, cum ar fi menținerea

temperaturii pe baza unor valori de referință largi, care duc adesea la supra-răcire și la consum excesiv de energie.

Asta nu e tot. Meta, proprietarul Facebook, a dezvoltat un sistem de **control termic predictiv bazat pe inteligență artificială** pentru a gestiona dinamic fluxul de aer și răcirea centrelor sale de date.

Sistemul utilizează un **geamă digital** al sălilor de date Meta, care simulează factori precum căldura serverelor, temperaturile rack-urilor și ale camerelor, precum și fluxul de aer. Prin învățare automată, această simulare este folosită pentru a **previziona condițiile termice** pe baza modelelor meteorologice, a sistemelor de încălzire și ventilație, a configurațiilor de aer condiționat și a sarcinilor serverelor. Inteligența artificială ajustează dinamic vitezele ventilatoarelor, rutele fluxului de aer și punctele de referință pentru răcire, ca răspuns la predicțiile modelului.

Se estimează că această abordare a redus consumul de energie pentru răcire cu până la 15%. Unul dintre efectele secundare a fost permiterea utilizării unor **rack-uri mai dense**, reducând astfel amprenta fizică necesară într-o sală de date și sporind eficiența generală.



să înlocuiască sistemele înainte ca acestea să se defecteze sau să consume mai multă energie decât este necesar. Echipamentele defecte, cum ar fi ventilatoarele sau sursele de alimentare, pot consuma energie suplimentară, dar mentenanța predictivă permite inginerilor să intervină la timp și să minimizeze impactul asupra consumului de energie al centrului de date.

Un regim tipic de mentenanță predictivă într-un centru de date **analizează datele colectate de la senzori** pentru a identifica tipare și a prezice când se vor defecta componentele. Astfel, reparațiile pot fi efectuate înainte ca problemele să provoace perioade neplanificate de nefuncționare sau risipă de energie și resurse.

Senzorii pot fi instalați în **serve, sisteme HVAC sau sisteme de alimentare**. Aceștia detectează totul, de la supraîncălzirea unui server, până la semne timpurii de uzură a ventilatoarelor sau blocaje în echipamentele de filtrare. AI analizează condițiile și tiparele normale de lucru pentru a recunoaște **anomalie de performanță**. Sistemul de mentenanță predictivă alertează apoi inginerii despre necesitatea întreținerii sau înlocuirii echipamentelor **înainte ca problemele să se agraveze** sau ca piesele să se defecteze complet. Printre companiile care folosesc mentenanța predictivă pentru centrele de date se numără:

- **Microsoft**, care utilizează AI pentru a prezice degradarea bateriilor, înfundarea filtrelor de aer și uzura sistemelor de răcire;
- **Google**, care aplică tehnici predictive pentru a detecta supraîncălzirea unităților de procesare grafică, blocajele ventilatoarelor și problemele de flux de aer din rack-urile serverelor.

Avantaje în lumea reală: de la reducerea perioadelor de nefuncționare la reducerea costurilor

Centrele de date bazate pe inteligență artificială sunt consumatoare mari de energie și apă, per total, această "gigant" devine din ce în ce mai mare. Însă AI promite să **atenueze impactul asupra mediului** și să facă centrele de date mai eficiente și mai ieftin de operat.

În mod tradițional, managementul centrului de date a fost **static și reactiv**, mai degrabă decât **dinamic și proactiv**.

Inteligența artificială schimbă acest lucru, ajustând dinamic părți cheie ale operațiunilor, precum **sistemele de răcire**, pentru a le face mai eficiente, sau folosind o proporție mai mare de energie din **surse regenerabile**. Centrele de date consumă cantități uriașe de electricitate, așa că reducerea

dependenței de sursele fosile este esențială pentru sustenabilitate. Cele mai eficiente centre de date urmăresc **reducerea consumului de energie per calcul**, diminuând astfel cererea asupra rețelei electrice și **amprenta de carbon** a centrului. De asemenea, centrele care utilizează eficient apa – de exemplu prin **sisteme dinamice de răcire** – aduc beneficii suplimentare mediului. Pe lângă avantajele de mediu, operatorii hiperscalatori și alți administratori de centre de date pot **reduc semnificativ costurile** prin creșterea eficienței cu ajutorul AI.

Consumul de energie și răcirea reprezintă peste **50% din costul de operare** al unui centru de date. Utilizarea AI pentru optimizare aduce beneficii atât operatorilor, cât și clienților, prin **reducerea costurilor** și contribuie la reducerea perioadelor de nefuncționare, folosind tehnici precum **analiza predictivă și mentenanța preventivă**.

Aceasta este esențială nu doar pentru clienți și operatori, ci și pentru infrastructura critică națională care depinde de centrele de date. Gestionarea mai eficientă a centrelor de date crește și probabilitatea ca rețeaua globală să facă față **expansiunii continue a puterii de calcul**, având implicații importante pentru accesul la beneficiile centrelor de date la nivel mondial, nu doar în țările dezvoltate.

Proiectarea centrelor de date pregătite pentru viitor

Centrele de date ale viitorului vor fi **mai sustenabile și mai eficiente** decât cele de astăzi. Acest lucru implică o utilizare mai intensă a **surselor de energie regenerabilă**, cum ar fi energia eoliană și solară, precum și adoptarea unor **sisteme inteligente de răcire**, multe dintre ele alimentate de **inteligența artificială și învățarea automată**.

Operatorii centrelor de date vor trebui, de asemenea, să monitorizeze atent **consumul de apă** și să implementeze măsuri pentru a-l reduce. Există riscul ca, în pofida tranziției către o lume cu emisii net-zero, **cererea tot mai mare de resurse a centrelor de date** să aibă un impact negativ asupra mediului.

Inteligența artificială arată deja cum pot fi eficientizate operațiunile centrelor de date, cu **exemple de succes notabile**. În viitor, scopul va fi crearea de centre de date care să **sustină dezvoltarea tehnologiilor precum AI**, reducând în același timp **impactul centrelor de date asupra planetei**.

■ Autor: Grămescu Bogdan
Aurocon Compec
www.compec.ro

COMPEC
AUROCON COMPEC SRL

Dacă doriți să aflați mai multe despre inovațiile în domeniul inteligenței artificiale, consultați ghidurile RS Components despre **inovații AI** și despre **locurile de muncă susceptibile de a fi automatizate**.

Mai multe informații

<https://uk.rs-online.com/web/content/discovery/did-you-know/ai-innovators>

Totodată, aflați mai multe despre locurile de muncă care sunt susceptibile de a fi afectate de automatizare.

Mai multe informații

<https://uk.rs-online.com/web/content/discovery/did-you-know/the-jobs-ai-will-take-over-first>

În cele din urmă, Microsoft folosește și ea inteligența artificială pentru a optimiza răcirea centrelor sale de date. Designul centrelor de date sustenabile ale gigantului tehnologic utilizează AI pentru a coordona răcirea, fluxul de aer și selecția sursei de energie, contribuind la eficiență crescută și reducerea consumului energetic.

Mentenanță predictivă cu AI și date senzoriale

Inteligența artificială poate fi folosită pentru a **previziona defecțiunile hardware-ului** înainte ca acestea să devină probleme critice. Acest lucru ajută companiile să întrețină și



Our **Deionized Water** and **Pure Deionized Water** is addressing the needs of the electronic industry, laboratories, hospitals, biotech and medical companies, pharmaceutical manufacturers and many other high-end applications.



The rinsing solution!

www.lthd.com



Microchip califică primele dispozitive TVS cu carcasă din plastic pentru aplicații militare și aerospațiale

Microchip Technology a anunțat lansarea familiei JANPTX de dispozitive de suprimare a tensiunii tranzitorii (TVS) cu carcasă din plastic neermetică, certificate conform standardului MIL-PRF-19500. Acestea oferă protecție de înaltă fiabilitate pentru aplicații aerospațiale și de apărare.

Dispozitivele TVS sunt primele din industrie care au obținut calificare militară MIL-PRF-19500 într-o carcasă din plastic, punând la dispoziția inginerilor o soluție ușoară și rentabilă, fără compromisuri în ceea ce privește cerințele stricte de performanță militară.

Gama de produse JANPTX este disponibilă pentru tensiuni nominale cuprinse între 5 V și 175 V și include următoarele variante:

JANPTX1N5555UJ, JANPTX1N5558UG, JANPTX1N5629AUJ, JANPTX1N5665AUG, JANPTX1N5907UG și JANPTX1N5907UJ.

Cu o putere nominală de impuls de vârf de 1,5 kW și timpi de răspuns sub 100 de picosecunde în procesul de limitare a tensiunii, măsurati în testele interne, familia JANPTX este proiectată pentru a proteja componentele electronice sensibile în medii extrem de exigente. Proiectate pentru montare pe suprafață, aceste dispozitive TVS unidirecționale oferă protecție împotriva tensiunilor tranzitorii generate de fulgere, descărcări electrostatice (ESD) și supratensiuni electrice. Designul lor avansat asigură protecție împotriva fenomenelor tranzitorii de comutație, a efectelor RF induse, a impulsurilor electromagnetice (EMP) și a evenimentelor secundare asociate fulgerelor, respectând standardele IEC61000-4-2, IEC61000-4-4 și IEC61000-4-5.

Caracteristici cheie ale dispozitivelor TVS JANPTX

- Design TVS unidirecțional pentru montare SMT
- Capacitate de suprimare a fenomenelor tranzitorii de până la 1.500 W la 10/1000 μs
- Timp de limitare a fenomenelor tranzitorii sub 100 ps
- Interval de tensiune de lucru: 5 V – 175 V
- Certificare militară: MIL-PRF-19500/716
- Variante echivalente în capsule ermetice disponibile pentru montare SMT și THT
- Greutate: ~0,25 grame

Instrumente de dezvoltare

Dispozitivele JANPTX includ modele SPICE pentru simularea comportamentului circuitelor, reducând semnificativ nevoia de prototipuri fizice și ciclurile de reproiectare.

■ **Microchip Technology** | www.microchip.com



Powell oferă conectori Samtec AcceleRate® mP cu pas de 0,635 mm pentru sisteme cu densitate și viteză ridicate

Disponibili din stoc la Powell Electronics, furnizor de conectori și soluții pentru aplicații de înaltă fiabilitate din domenii precum apărare, aerospațial și industrial, conectorii Samtec din seria AcceleRate® mP cu pas de 0,635 mm sunt proiectați pentru sisteme cu densitate și viteză ridicate.

Seria AcceleRate mP reprezintă o familie de ultimă generație de conectori cu aranjamente de contacte de semnal și alimentare, destinată aplicațiilor AI, HPC și comunicațiilor de date avansate.

Proiectată pentru densitate și performanță excepționale, seria AcceleRate® mP are o arhitectură compactă, cu profil redus, fiind disponibilă în înălțimi standard de 5 mm și 10 mm. Conectorii suportă rate de transfer de până la 64 Gbps PAM4 (32 Gbps NRZ) și sunt complet compatibili cu cerințele PCIe® 6.0 și CXL™ 3.1.

O caracteristică definitorie a acestei serii este utilizarea de lame de alimentare reorientate geometric, care îmbunătățesc semnificativ comportamentul termic și, în același timp, simplifică separarea zonelor de alimentare și semnal. Dispunerea cu pini deschiși contribuie suplimentar la flexibilitatea rutării și împământării, făcând sistemul potrivit pentru medii de proiectare extrem de dense și de înaltă performanță. Configurațiile disponibile includ până la opt poziții de alimentare și 240 de poziții de semnal.

Fiecare conector este echipat cu cleme lipite pentru fixare sigură pe PCB, precum și cu elemente de ghidare polari-zate, care asigură o cuplare oarbă fiabilă. Pentru aplicațiile ce necesită un nivel suplimentar de precizie la cuplare, sunt disponibili și pini de aliniere opționali.

- Pentru mai multe informații despre Powell în Europa, vizitați: www.powell-europe.com
- Pentru asistență în proiectare sau achiziții, contactați: Europe@powell.com

■ **Powell Electronics** | <https://powell-electronics.eu>



Mouser Electronics prezintă informații despre automatizarea industrială într-o nouă carte electronică realizată împreună cu STMicroelectronics

Mouser Electronics, Inc., distribuitor global autorizat al celor mai noi componente electronice și produse pentru automatizare industrială, anunță lansarea unei noi cărți electronice realizate în colaborare cu liderul global în domeniul semiconductoarelor, STMicroelectronics. Publicația explorează modul în care progresele în automatizare, detecție și sisteme inteligente contribuie la rezolvarea provocărilor actuale din domeniul producției.

Fabricile inteligente devin tot mai rapide, mai sigure și mai adaptabile. Cele mai recente concepte în automatizarea fabricilor includ Industriile 4.0 și 5.0, ambele bazându-se pe comunicații rapide și sisteme de detecție precise pentru a-și atinge întregul potențial. În *Autonomy Meets Intelligence: Enabling the Future of Factory Automation*, zece experți din industrie discută despre modul în care inteligența artificială (AI) și învățarea automată (ML)

au introdus niveluri fără precedent de adaptabilitate în mediile de producție. Prin utilizarea AI și ML, roboții pot percepe mediul înconjurător, pot recunoaște tipare și pot lua decizii pe baza datelor în timp real.

Cartea electronică evidențiază, de asemenea, numeroase produse de la producătorul STMicroelectronics care susțin integrarea AI și ML în automatizarea industrială.

AI și ML remodelează viitorul automatizării inteligente a fabricilor

Microcontrolerele STMicroelectronics, STM32N6, disponibile prin Mouser, sunt echipate cu tehnologia Neural-ART Accelerator™, proprietate ST, creată special pentru înfățișare încorporată, oferind o performanță de învățare automată de până la 600 de ori mai mare comparativ cu microcontrolerele STM32 high-end existente. Performanța STM32N6 permite rularea aplicațiilor de

viziune computerizată, procesare audio și analiză a sunetului pentru aplicații edge, utilizând un microcontroler Cortex-M55 care operează la 800 MHz, o memorie RAM încorporată de 4,2 MB, un GPU NeoChrom, un codificator hardware H.264 și extensia vectorială Helium™ M-Profile.

Tehnologii de inteligență și detecție încorporate de la STMicroelectronics

Unitatea de măsurare inerțială (IMU) cu 6 axe ISM330BX integrează un set de tehnologii avansate care permit poziționare de înaltă precizie în spațiul 3D, calcul AI la nivel de senzor, înregistrare rapidă a datelor și fuziune de senzori, precum și procesarea intrărilor analogice provenite de la senzori externi. IMU-ul include un senzor electrostatic Qvar, care oferă capabilități intrinseci de interfață om-mașină. Combinarea acestor caracteristici de ultimă generație permite ISM330BX să ofere

funcționalități avansate ale aplicațiilor la un consum minim de energie, deschizând noi posibilități pentru medii industriale mai inteligente, mai eficiente și mai sigure, în conformitate cu conceptele Industrie 5.0.

Senzorul ToF (*time-of-flight*) VL53L8CH furnizează date critice pentru aplicațiile bazate pe AI. Acest senzor ToF multizonal generează date brute într-un format compact și normalizat (CNH), oferind avantaje semnificative pentru aplicațiile AI cu volume mari de date.

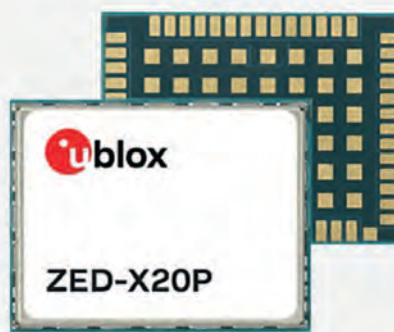
Algoritmii și arhitectura senzorului VL53L8CH permit detectarea simultană a mai multor obiecte în câmpul vizual (FoV), cu estimare a adâncimii și detecție a mișcării. Aceste capacități asigură performanțe robuste și imunitate la interferențele din mediu, cu o imunitate la diafonie de peste 60 cm.

Placa X-STM32MP-RBT01 este o placă de expansiune bazată pe driverul dual full-bridge pentru motoare STSPIN948. Echipată cu două dispozitive STSPIN948, placa poate controla simultan patru motoare de curent continuu, cu o tensiune de alimentare de până la 48 V.

Atunci când este utilizată împreună cu kiturile de dezvoltare STM32MP157F-DK2 sau STM32MP257F-DK, X-STM32MP-RBT01 permite prototiparea rapidă a aplicațiilor de automatizare și robotică. Placa include, de asemenea, o serie de senzori integrați, printre care un accelerometru pe 3 axe, un giroscop pe 3 axe, un magnetometru pe 3 axe, un senzor de presiune și un senzor ToF multizonal 8x8, care pot fi utilizați în procesul de dezvoltare.

- Pentru a citi noua carte electronică, vizitați: <https://resources.mouser.com/manufacture-ebooks/stmicroelectronics-autonomy-meets-intelligence-enabling-the-future-of-factory-automation-mg>
- Pentru mai multe știri despre Mouser și noutăți despre produse, vizitați: <https://resources.mouser.com/manufacture-ebooks/>
- Pentru mai multe știri despre Mouser și pentru a afla noutățile despre produsele noastre, vizitați: <https://eu.mouser.com/newsroom>

■ **Mouser Electronics**
www.mouser.com



u-blox ZED-X20P, modulul GNSS de înaltă precizie pentru toate benzile, disponibil acum la Mouser Electronics, oferă poziționare precisă pentru aplicații industriale, UAV și robotice

Mouser Electronics comercializează acum noul modul ZED-X20P, de la u-blox, un receptor GNSS de înaltă precizie pentru toate benzile. ZED-X20P integrează suport GNSS complet, tehnologii avansate de modernizare a semnalului și algoritmi inovatori de poziționare, fiind destinat aplicațiilor industriale, de ghidare, agricole, vehiculelor aeriene fără pilot (UAV), sistemelor robotice și soluțiilor de navigație și direcție automată.

Modulul u-blox ZED-X20P, disponibil la Mouser, este primul bazat pe platforma u-blox X20 GNSS, care acceptă toate constelațiile și toate frecvențele GNSS. Indiferent dacă este utilizat în medii urbane dense sau în locații îndepărtate, receptorul oferă o poziționare consistentă, de înaltă precizie, cu acuratețe la nivel de centimetru, precum și capacități avansate, inclusiv tehnologii de cinematică în timp real (RTK) și poziționare precisă a punctelor cu cinematică în timp real (PPP-RTK).

ZED-X20P poate procesa semnale provenite de la constelațiile GPS, Galileo, BeiDou, QZSS și NavIC, pe toate benzile GNSS, inclusiv banda L, într-un format compact și eficient din punct de vedere energetic. Atunci când este utilizat împreună cu antena u-blox ANN-MB2, modulul furnizează date brute de înaltă calitate, cu derapaje de ciclu minime și zgomot extrem de redus, atât pentru măsurătorile bazate pe faza purtătoare, cât și pentru pseudo-distanță. ZED-X20P protejează integritatea sistemului prin mecanisme de securitate

multistratificate, incluzând o rădăcină de încredere, detectarea bruiajului și a spoofingului, autentificarea criptografică a mesajelor de navigație prin Galileo OSNMA și măsuri suplimentare de securitate. Sunt disponibile și funcții avansate, specifice aplicațiilor, precum utilizarea unei baze de referință mobile.

Receptorul permite o integrare facilă, oferind suport nativ pentru o gamă largă de servicii de corecție, inclusiv corecții RTCM standard pentru stații de referință virtuale (VRS) într-o rețea RTK sau pentru configurații de stație de bază locală. De asemenea, sunt acceptate transmisiile serviciilor de corecție SSR în format SPARTN, destinate aplicațiilor de masă, iar recepția directă a serviciilor globale PPP simplifică implementările.

Mouser comercializează și kitul de evaluare u-blox EVK-X20P destinat demonstrării performanțelor și capacităților modulului ZED-X20P. Acest instrument este proiectat cu o interfață intuitivă și documentație cuprinzătoare, facilitând integrarea și testarea rapidă și permițând dezvoltatorilor să valorifice capacitățile de poziționare de înaltă precizie pentru aplicații avansate de geolocalizare și operațiuni cu drone.

Pentru mai multe informații despre ZED-X20P, vizitați: www.mouser.com/new/u-blox/ublox-zed-x20p-gnss-module

■ **Mouser Electronics**
www.mouser.com



STENCIL CLEANING

TO IMPROVE PRINTING AND MANUFACTURING QUALITY



SINGLE CHAMBER SPRAY-IN-AIR TECHNOLOGY

SuperSWASH II



MiniSWASH II



Cleaning of various stencil types,
squeegees and misprints



DIRECT
SPRAY



ROTATING
SPRAY



AIR KNIFE
DRYER



RINSE
CONTROL



Schneider Electric devine Partenerul Oficial de Tehnologie Energetică al McLaren Racing

McLaren Racing și Schneider Electric, lider global în tehnologia energiei, au anunțat că Schneider Electric va deveni Partenerul Oficial de Tehnologie Energetică al McLaren Racing, inclusiv al echipei McLaren Mastercard Formula 1, al echipei Arrow McLaren IndyCar, al McLaren F1 Academy, precum și al echipei McLaren United Autosports WEC Hypercar.

Împreună, Schneider Electric și McLaren Racing vor dezvolta și implementa tehnologii energetice care permit atingerea unor performanțe de vârf în cele mai solicitante medii, fie că este vorba despre furnizarea de soluții de alimentare robuste pe circuitele de curse din întreaga lume, fie la sediul central, la McLaren Technology Centre din Woking, Marea Britanie.

În centrul parteneriatului se află o cultură comună, bazată pe analiza datelor, inovarea accelerată și excelența inginerescă.

Schneider Electric și McLaren Racing vor construi pe baza relației lor de furnizor, care se întinde pe mai mult de 20 de ani, abordând provocări energetice complexe în contexte în care performanța și funcționarea constantă sunt esențiale. Acest lucru va include optimizarea activelor existente din și în jurul tunelului aerodinamic, facilităților de producție, centrelor de date IT și nu numai, prin sisteme reziliante menite să reducă consumul de energie, să permită electrificarea prin tehnologii energetice avansate și să valorifice tehnologia digital twin pentru a genera insight-uri bazate pe date, care să sporească eficiența și sustenabilitatea.

Zak Brown, CEO McLaren Racing, a declarat:

“Suntem mândri să primim Schneider Electric în rolul de Partener Oficial de Tehnologie Energetică. Acest parteneriat se bazează pe o fundație solidă și reflectă angajamentul nostru comun față de inovație și eficiență energetică. Prin combinarea expertizei Schneider în tehnologia energiei cu dorința McLaren de performanță, vom explora noi modalități de a face operațiunile noastre mai inteligente și mai eficiente.”

Olivier Blum, CEO Schneider Electric, a declarat:

“Cursele reprezintă unul dintre cele mai provocatoare medii pentru a demonstra valoarea tehnologiilor avansate energetice și digitale. McLaren Racing duce fiecare sistem la limită, exact acolo unde expertiza noastră în performanță, fiabilitate și eficiență face diferența.”

■ **Schneider Electric** | www.se.com

ATEN extinde tehnologia enterprise către consumatorii din România și Europa Centrală și de Est prin gama ATEN Essentials

ATEN, lider global în soluții de conectivitate AV și IT, cu circa 50 de ani de inovație în infrastructuri de nivel enterprise, anunță extinderea ofertei către piața de consum prin noua gamă ATEN Essentials. Această serie de produse este proiectată special pentru utilizatorii moderni – persoane, profesioniști independenți și echipe de lucru hibride – care apreciază performanța fiabilă, designul intuitiv și tehnologia în care pot avea încredere.



Gama ATEN Essentials transpune experiența și calitatea soluțiilor enterprise ATEN într-o formă accesibilă pentru consumatori și profesioniști, combinând:

- Fiabilitate tehnică derivată din portofoliul ATEN construit pentru medii critice corporate și infrastructuri complexe;
- Compatibilitate extinsă cu dispozitive moderne și sisteme utilizate zilnic;
- Design intuitiv și ușor de implementat, fără necesitatea unor configurări tehnice elaborate chiar și pentru utilizatorii non-specialiști;
- Performanță susținută pentru scenarii variate, de la conferințe video la conectivitate pentru home office și multimedia.

Produsele ATEN Essentials vor fi disponibile prin partenerii autorizați din regiune, oferind suport și asistență locală, astfel încât utilizatorii să beneficieze de o experiență completă - de la achiziție până la utilizare. Echipa ATEN România oferă consultanță tehnică, demonstrații și suport complet pentru proiecte personalizate prin partenerii locali.

“ATEN Essentials nu este doar un produs destinat consumatorului final. Este performanța ATEN - scalată pentru accesibilitate și pentru scenarii reale de utilizare din viața de zi cu zi”, **a declarat Bogdan Mihalcea, Country Manager ATEN pentru România și Europa de Est, completând:** “În România și în întreaga regiune a Europei Centrale și de Est, observăm o creștere accelerată a nevoii pentru soluții tehnologice stabile și ușor de adoptat, indiferent dacă este vorba de biroul de acasă, spațiile de lucru hibride sau proiectele de transformare digitală. Prin oferta noastră ATEN Essentials, aducem tehnologie enterprise-grade mai aproape de utilizatorii care caută performanță reală și valoare palpabilă.”

“Piața din Europa Centrală și de Est are o dinamică specifică, caracterizată de o adopție rapidă a tehnologiilor noi și de o nevoie crescută pentru soluții ușor de utilizat, dar robuste”, **a adăugat Mihalcea.** “Noi, la ATEN, furnizăm instrumente care simplifică viața digitală a utilizatorului, fără a compromite calitatea sau securitatea.”

■ **ATEN** | www.aten.com



Vertiv estimează că alimentarea pentru AI, digital twins și răcirea lichidă adaptivă vor modela designul și operarea centrelor de date

Forțe precum densificarea extremă, scalarea la nivel de gigawați și abordarea centrului de date ca unitate de calcul determină aceste tendințe

Inovația în domeniul centrelor de date continuă să fie modelată de forțe macro și de tendințe tehnologice asociate inteligenței artificiale (AI), potrivit unui raport publicat de Vertiv, lider global în infrastructură digitală critică. Raportul Vertiv™ Frontiers, care valorifică expertiza specialiștilor din întreaga organizație, detaliază tendințele tehnologice care susțin inovația actuală și viitoare – de la alimentarea energetică pentru AI, la digital twins și răcirea lichidă adaptivă.

Raportul Vertiv Frontiers se bazează pe și extinde predicțiile anuale anterioare ale Vertiv privind tendințele din centrele de date. Documentul identifică forțele macro care determină inovația în acest sector: densificarea extremă – accelerată de sarcinile de lucru AI și HPC; scalarea rapidă la nivel de gigawați – centrele de date sunt implementate într-un ritm accelerat și la o scară fără precedent; centrul de date ca unitate de calcul – era AI impune construirea și operarea facilităților ca un sistem unic; și diversificarea siliciului – infrastructura centrelor de date trebuie să se adapteze unei game tot mai

largi de cipuri și arhitecturi de calcul. Raportul detaliază modul în care aceste forțe macro au generat, la rândul lor, cinci tendințe-cheie care influențează zone specifice ale ecosistemului centrelor de date:

1. Alimentarea infrastructurii pentru AI

Majoritatea centrelor de date actuale se bazează în continuare pe distribuția hibridă AC/DC a energiei electrice, de la rețea până la rack-urile IT, ceea ce presupune trei până la patru etape de conversie și generează anumite ineficiențe. Această abordare existentă este supusă unei presiuni tot mai mari pe măsură ce densitățile de putere cresc, în principal din cauza sarcinilor de lucru AI. Tranziția către arhitecturi DC la tensiuni mai ridicate permite reduceri semnificative ale curentului, dimensiunii conductorilor și numărului de etape de conversie, centralizând conversia energiei la nivel de sală. Sistemele hibride AC și DC sunt larg răspândite, însă, pe măsură ce standardele și echipamentele DC complete se maturizează, utilizarea DC la tensiuni mai ridicate este probabil să devină mai frecventă, odată cu creșterea densităților la nivel de rack.

Generarea de energie la fața locului și micro-rețelele vor stimula, de asemenea, adoptarea DC la tensiuni mai ridicate.

2. Inteligența artificială distribuită

Miliarde de dolari investite până în prezent în centre de date pentru AI, destinate susținerii modelelor lingvistice de mari dimensiuni (LLM), au avut ca obiectiv facilitarea adoptării pe scară largă a instrumentelor AI de către consumatori și companii. Vertiv consideră că AI devine din ce în ce mai critică pentru mediul de afaceri, însă modul și locația din care sunt livrate serviciile de inferență vor depinde de cerințele și condițiile specifice fiecărei organizații. Deși acest aspect va influența toate tipurile de companii, industriile puternic reglementate – precum finanțele, apărarea și sănătatea – ar putea avea nevoie să mențină medii AI private sau hibride, prin centre de date on-premise, din motive legate de rezidența datelor, securitate sau latență. Sistemele flexibile și scalabile de alimentare de mare densitate și răcire cu lichid pot permite extinderea capacității prin construcții noi sau prin modernizarea facilităților existente.

3. Accelerarea autonomiei energetice

Capacitatea de generare a energiei la fața locului, pe termen scurt, a fost esențială timp de decenii pentru majoritatea centrelor de date independente, în scopul asigurării rezilienței. Cu toate acestea, provocările tot mai frecvente legate de disponibilitatea energiei creează premisele adoptării unei autonomii energetice extinse, în special pentru centrele de date AI. Investițiile în generarea de energie la fața locului, prin turbine pe gaz natural și alte tehnologii, oferă mai multe beneficii intrinseci, dar sunt determinate în principal de constrângerile privind disponibilitatea energiei. Strategii tehnologice precum Bring Your Own Power (și Cooling) vor face, cel mai probabil, parte din planurile continue de autonomie energetică.

4. Design și operare bazate pe digital twins

Creșterea densității sarcinilor de lucru AI și utilizarea unor GPU-uri tot mai puternice generează nevoia de a implementa rapid aceste fabrici AI complexe. Prin utilizarea instrumentelor bazate pe AI, centrele de date pot fi cartografiate și specificate virtual, prin intermediul digital twins, iar infrastructura IT și cea digitală critică pot fi integrate – adesea sub formă de designuri modulare prefabricate – și implementate ca unități de calcul. Această abordare poate reduce time-to-token cu până la 50%. Metodologia va fi esențială pentru realizarea eficientă a extinderilor la scară de gigawați necesare progreselor viitoare în AI.

5. Răcire lichidă adaptivă și reziliență

Sarcinile de lucru AI și infrastructura asociată au accelerat adoptarea răcirii cu lichid. În același timp, AI poate fi utilizată pentru a rafina și optimiza suplimentar soluțiile de răcire cu lichid. Aceasta a devenit critică pentru un număr tot mai mare de operatori, dar AI poate contribui la îmbunătățirea capabilităților sale. Integrată cu sisteme avansate de monitorizare și control, AI are potențialul de a face soluțiile de răcire cu lichid mai inteligente și mai robuste, prin anticiparea posibilelor defecțiuni și gestionarea eficientă a fluidelor și componentelor. Această tendință ar trebui să conducă la o fiabilitate și disponibilitate crescute pentru hardware-ul de mare valoare și pentru datele și sarcinile de lucru asociate.

Vertiv își desfășoară activitatea în peste 130 de țări, livrând soluții de infrastructură digitală critică pentru centre de date, rețele de comunicații și facilități comerciale și industriale la nivel global. Portofoliul cuprinzător al companiei acoperă soluții și servicii de management al energiei, management termic și infrastructură IT – de la cloud până la edge. Această abordare integrată permite operațiuni continue, performanță optimă și creștere scalabilă pentru clienții care navighează într-un peisaj digital tot mai complex.

Pentru mai multe informații despre soluțiile Vertiv sau despre predicțiile Vertiv™ Frontiers privind tendințele din centrele de date, vizitați Vertiv.com.

■ Vertiv | www.vertiv.com



Vertiv lansează soluții de alimentare de rezervă pentru dispozitive personale și aplicații de business

Vertiv, lider global în infrastructură digitală critică, a anunțat lansarea unei noi generații de sisteme compacte de alimentare neîntreruptibilă (UPS), dedicate locuințelor conectate și spațiilor de lucru moderne. Gama Vertiv™ PowerUPS 200, disponibilă în capacități cuprinse între 600 și 2200 VA, îmbină un design contemporan cu o experiență de utilizare îmbunătățită, fiind ideală pentru stații de lucru, sisteme de tip point-of-sale (POS), console de gaming, dispozitive inteligente și sisteme de divertisment pentru acasă. Disponibilă acum în Europa, Orientul Mijlociu și Africa (EMEA), seria extinde portofoliul Vertiv de UPS-uri monofazate pentru mediile rezidențiale, de birou și retail.

Proiectate pentru a fi ușor de utilizat și fiabile în utilizarea zilnică, seriile Vertiv™ PowerUPS 200 Essential Line Interactive (230V) și Vertiv™ PowerUPS 200 Standard Line Interactive (230V) oferă beneficii practice care simplifică protecția alimentării. Printre caracteristicile cheie se numără bateriile ușor de înlocuit de către utilizator, care permit extinderea în siguranță a duratei de viață a produsului, precum și o interfață intuitivă: indicatori LED de autonomie pentru modelele Vertiv PowerUPS 200 Essential Line și un afișaj LCD color pentru modelele Vertiv PowerUPS 200 Standard Line, care asigură o vizibilitate clară asupra stării sistemului.

Modelele cu putere de 1000 VA și peste includ porturi de încărcare USB Type-A și Type-C, asigurând alimentare convenabilă pentru dispozitive mobile și conectate. Noul design integrează, de asemenea, detalii funcționale precum un buton dedicat pentru dezactivarea alarmelor sonore și ambalaje reciclabile, completând funcții de performanță dovedite, inclusiv reglarea automată a tensiunii (AVR) pentru o ieșire stabilă și un design intern optimizat pentru performanță constantă pe o gamă largă de tensiuni.

Seriile Vertiv™ PowerUPS 200 Essential Line Interactive (230V) și Vertiv™ PowerUPS 200 Standard Line Interactive (230V) includ modele cu până la opt prize, în funcție de configurație. Dimensiunile compacte și ambalajele reciclabile le fac potrivite pentru spațiile de lucru moderne, în timp ce garanția de doi ani pentru seria Essential și garanția de trei ani pentru seria Standard, ambele incluzând bateria, oferă un plus de încredere utilizatorilor.

Alături de modelele de rețea, precum Vertiv™ Edge Line-Interactive UPS și Vertiv™ Liebert® GXT5 UPS, seria Vertiv PowerUPS 200 face parte din ecosistemul complet de management al energiei Vertiv, susținând operațiuni digitale pregătite pentru viitor.

■ Vertiv | www.vertiv.com





Microchip Expands maXTouch® M1 Touchscreen Controller Series for Broader Display Size Coverage

New Touch controllers bring reliable touch sensing to both very small and very large display formats in modern automotive applications

Microchip Technology has again expanded its maXTouch® M1 family of touchscreen controllers to bring reliable and secure touch detection to an even greater range of automotive displays, now covering free-form widescreen format displays up to 42 inches down to small compact screens in the 2 to 5 inch range. The ATMXT3072M1-HC and ATMXT288M1 products are designed to work with a wide variety of display sizes, while supporting emerging technologies such as Organic Light Emitting Diodes (OLEDs) and microLEDs.

The M1 controllers utilize Microchip's proprietary Smart Mutual touch acquisition scheme and advanced algorithms to boost the touch Signal-to-Noise Ratio (SNR) by up to 15 dB compared to previous generations. Smart Mutual technology is engineered to deliver reliable touch detection even on integrated touch sensors exposed to high capacitive loads and significant display noise coupling. This capability is particularly critical for large, thin displays such as on-cell OLEDs, where embedded touch electrodes are subjected to higher capacitive loads

and increased noise coupling, raising the risk of false or missed touch detections with other capacitive solutions.

The ATMXT3072M1-HC is designed for large, continuous touch sensor designs that cover both the cluster and center information display (CID), addressing the needs of left-hand and right-hand drive vehicles with a single hardware design. This can help eliminate the need for dedicated hardware designs by the OEM and simplify global automotive market support. The continuous touch sensor design maintains uniform optical properties regardless of the ambient lighting environment. The host-client ATMXT3072M1-HC solution appears as a single maXTouch device to the host MCU, streamlining system design by removing the need for an external MCU to merge touch coordinates; maXTouch client interaction is managed by the maXTouch host device.

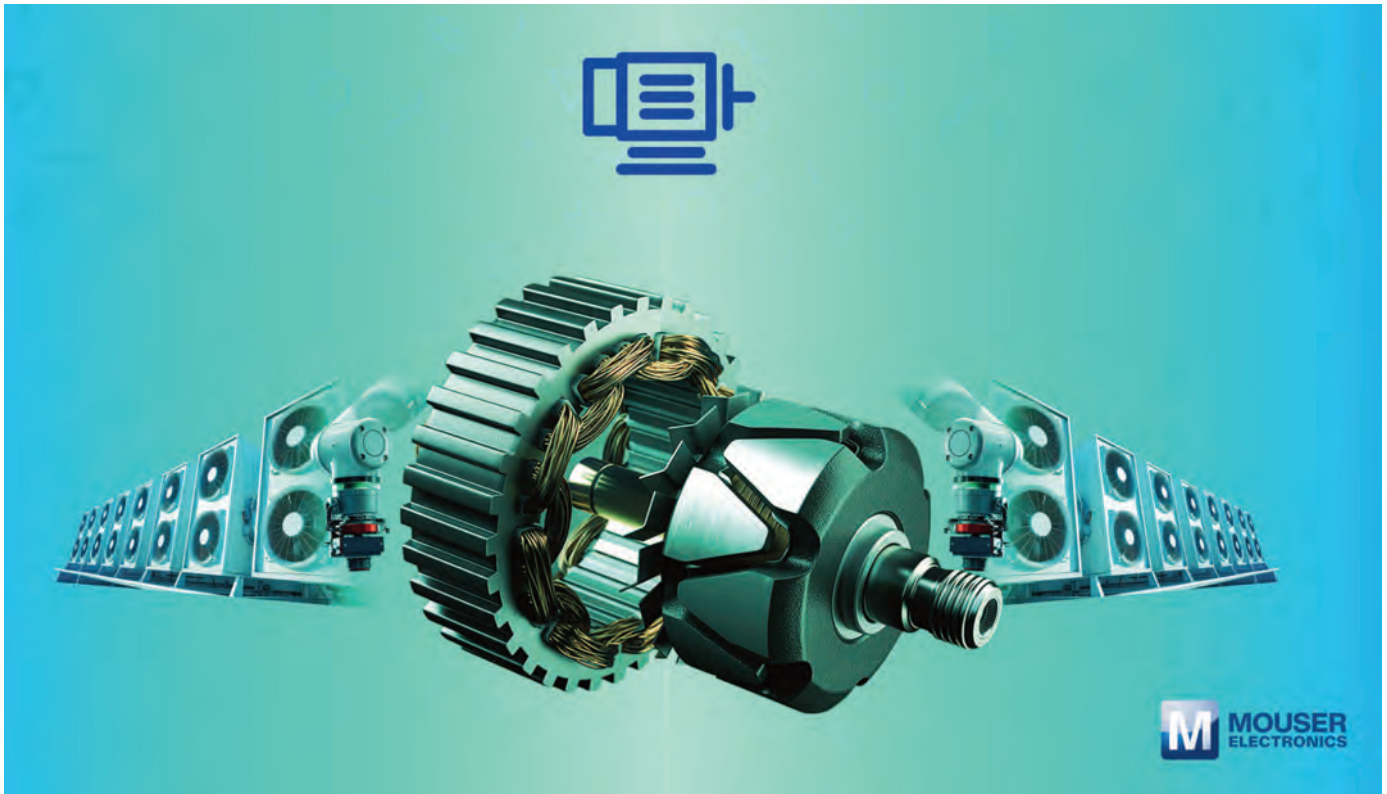
For small screens, the ATMXT288M1 is designed to meet the increasing demand for compact automotive display solutions, such as traditional analog clocks and AI driver assistants, where physical space constraints are critical.

A Thin Profile Fine-Pitch Ball Grid Array (TFBGA60) package delivers a 20 percent reduction in printed circuit board (PCB) area compared to the previous smallest automotive-qualified maXTouch product. Notably, the ATMXT288M1 is the first TFBGA package introduced in the M1 family, making it well suited for space-sensitive applications utilizing OLED/microLED technologies. Visit the website to learn more about Microchip's maXTouch M1 generation of touchscreen controllers.

Development Tools

ATMXT3072M1-HC and ATMXT288M1 touchscreen controllers are supported by Microchip's maXTouch ecosystem including the maXTouch Studio Integrated Development Environment (IDE) for development and maXTouch Analyzer (MTA) for production line testing. Host software driver support is available for a variety of RTOS platforms, including Linux®, Android™, Windows®, AliOS, Automotive QNX™ and Zephyr®.

Microchip Technology



Mouser Drives Electronic Design Excellence with Motor Control Resource Hub for Engineers

Mouser Electronics, Inc., is helping engineers stay ahead in motor control design with its online motor control resource centre. Advanced motor control seeks to precisely regulate a motor's speed, torque, and position. These innovations are critical for next-generation mobility and electric vehicle (EV) systems, strengthening both efficiency and driving range.

Advanced Motor Control for Mobility and Electric Vehicle Applications

Across applications such as e-bikes, drones, robotics, and light electric vehicles (LEVs), advancements, including integrated gate drivers, simplify high-voltage brushless direct current (BLDC) motor control by consolidating logic and protection functions. Modern e-bikes exemplify these smart control systems by creating a refined user experience. For instance, torque sensors, which measure the force of a rider pedalling, can adjust motor assistance to provide a smoother ride. At the same time, advanced battery management enables a longer range and increased lifespan. In larger applications, the automotive industry is emphasising the importance of sophisticated motor control in enhancing the efficiency and safety of modern EVs. By integrating these innovations, engineers

can minimise energy waste and maximise overall system performance.

Mouser's technical team and trusted manufacturer partners curate the extensive library of articles, blogs, eBooks, and products from the world's leading manufacturers. Recent eBooks published on the online hub provide professionals with the tools to gain the knowledge necessary to master motor control, drawing on expert insights for how to choose the correct type of motor for your application, driver and microcontroller options, and fundamental design challenges they may face. For the newest products, Mouser stocks the industry's widest selection of semiconductors and electronic components, including the newest solutions for motor control applications. Here are a few examples:

The **S32M276SFFRD reference design** board from NXP Semiconductors utilises the highly integrated S32M276 system-in-package (SiP), which combines an Arm® Cortex®-M7 S32K3 microcontroller (MCU) with analogue components. This compact board, under 2 inches (5 cm) in diameter, minimises BOM and PCB size, providing UART and CAN/CAN FD connectivity. It is designed specifically for automotive and BLDC/PMSM motor control applications, like prototyping.

The **RA8T2 motor control MCUs** by Renesas Electronics are high-end, dual-core devices built on 22nm technology, featuring Arm Cortex-M85 and Cortex-M33 cores for high-speed operation and large memory. The primary core handles real-time motor control, while the secondary manages system control and high-speed communication (Ethernet/EtherCAT) on a single chip.

The **MPQ6541-AEC1 and MPQ6541A-AEC1 three-phase BLDC motor drivers** from Monolithic Power Systems (MPS) are highly integrated, AEC-Q100 Grade 1 qualified devices for PMSM and BLDC motor applications. They operate from 4.75V to 40V, provide a continuous output of 8A, and feature six N-channel power MOSFETs, gate drive power supplies, three current-sense amplifiers, six pre-drivers, and integrated protection (thermal shutdown and OCP).

The **PSOC™ Control C3 MCUs** by Infineon Technologies, featuring an Arm Cortex-M33 core, are high-performance devices optimised for motor control and industrial applications. Key features include an ADC for synchronous sampling, an integrated CORDIC accelerator for real-time FOC, and the MOTIF block for motor control communication.

Mouser Electronics



MIKROE signs multi-year MCU embedded development tool support deal with Renesas

MIKROE, the embedded solutions company that dramatically cuts development time by providing innovative hardware and software products based on proven standards, has signed a multi-year MCU development tool support deal with Renesas Electronics Corporation, a global semiconductor solution provider headquartered in Tokyo. The agreement commits MIKROE to providing development tools for 500 of Renesas' most popular MCUs, plus upcoming new releases. A 'Planet Debug' remote board farm, which enables developers anywhere in the world to remotely debug code without having to invest in any hardware, has also been established – the first of its kind for Renesas.

Tool support for the Renesas MCUs will be provided via MIKROE's NECTO Multi-Architectural IDE and Click board™ compact add-on boards that enable developers to rapidly provide proof-of-concept, then prototype and code new embedded projects. Click boards are fully compatible with the open source mikroBUS™ socket and can be used on any host system supporting the mikroBUS standard.

They come with the mikroSDK open-source libraries, offering excellent flexibility for evaluation and customization.

Remote MCU Development and Debugging Without Dedicated Hardware

MIKROE has been rolling out its Planet Debug remote board farms in Europe and the Americas, and is planning to promote jointly with Renesas the hardware-as-a-service platform through extensive webinars and other programs. Designers using Renesas devices can reserve time – free of charge – on the remote board farm which is configured to their requirements. This enables them to develop and debug their own applications code remotely through the NECTO Studio IDE without having to source the hardware, wait for it to arrive and then configure it. Planet Debug remote board farms are enabled by MIKROE's innovative CODEGRIP, the world's first device which allows programming and debugging to be performed over Wi-Fi.

Comments

Neb Matic, MIKROE's CEO: "We are very excited about this collaboration deal with Renesas. Developers need only to download

the latest version of NECTO Studio. This will give them access to development tool support for many popular Renesas MCUs. We are launching with 500 specified MCUs, and will add new devices as they are launched. If you read about a new device you will immediately be able to start programming and debugging with it through NECTO without having to wait for hardware."

"The beauty of Planet Debug is that, through NECTO, you can remotely see real images of real boards in real time – it is not a simulation."

Mohammed Dogar, Vice President, Embedded Processing Marketing at Renesas: "This collaboration with MIKROE empowers our customers to begin development with our newest MCUs, immediately after they are announced. This gives them a significant head start and cost savings. By leveraging 24/7 access to boards on MIKROE's Planet Debug remote board farms and choosing from thousands of functional code examples on the EmbeddedWiki embedded projects platform, Renesas customers gain direct access to code development resources that accelerate time to market."

MIKROE



ELTHD®

The 300 CNC steps.

Full **Metal** sheet services, from design to metal **Cutting** laser technology, covering **Bending** and **Welding** works. Products manufactured according to customer specifications with industry specific materials.

www.lthd.com



Würth Elektronik service for current sense transformers



Würth Elektronik offers a wide range of current sense transformers.

Würth Elektronik expands its free design tool REDEXPERT to include the Current Sense Transformer Selector. It enables developers to select the appropriate current sense transformers based on parameters relevant to their application.

Current sense transformers for measuring alternating current offer unique advantages over other current sensing solutions: galvanic isolation, low power loss, high immunity to signal noise, and simple circuit design. Selecting the right current sensor can be a challenge depending on the application. The Current Sense Transformer Selector from Würth Elektronik offers a unique design tool previously not available on the market in this form.

Including simulation

After entering the parameters – current, frequency, signal type, and desired maximum error rate – the Selector finds all available options in Würth Elektronik's product database that match these criteria. The tool provides a list of components with the corresponding parameters and simulates both the temperature rise and the error as a function of frequency and current. The tool also allows the direct comparison of different options in a simulation view and provides an overview page with all relevant information for the selected component. These simulations, based on actual measurements, save developers from having to conduct their own tests when selecting current sense transformers (CSTs).

The selection process without the REDEXPERT Current Sense Transformer Selector is

as follows: First, the CST must be selected with a suitable ET constant to ensure it doesn't reach saturation even under unfavorable

conditions – i.e. low frequencies and high currents. It's also important to ensure that the CST doesn't overheat at maximum current. Last but not least, the error characteristics required for the specific application must also be taken into account when selecting the component.

As datasheets for CSTs don't cover all possible application-relevant parameters – and can't realistically do so in practice – it's often necessary to test several components to make the best choice.

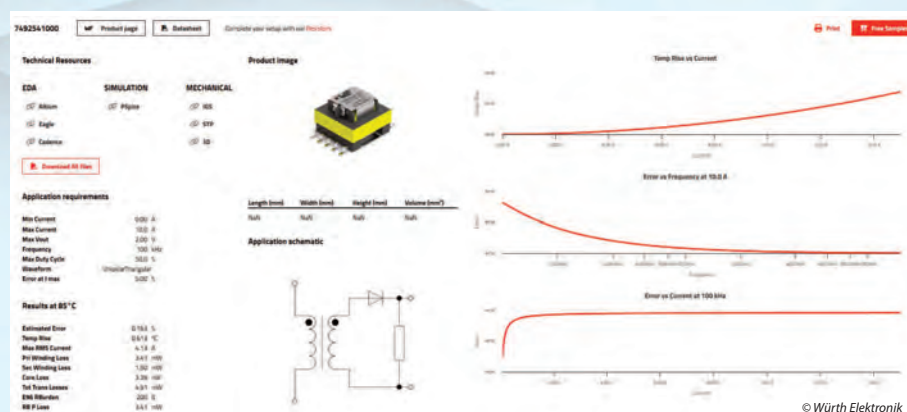
Applications

Typical applications of current sense transformers include AC current measurement, switched-mode power supplies, overload detection, load shedding/shutdown detection, metering, load measurement, and high-frequency current sensing.

Würth Elektronik eiSos



In the REDEXPERT Current Sense Transformer Selector, users enter the desired parameters for the appropriate current sense transformer.



The tool presents the suitable current sense transformer, including simulations of its behavior based on measurement series.



Mouser Electronics Adds Over 60 New Manufacturers to its Industry-Leading Line Card in 2025, Expanding Choices for Customers

Mouser Electronics, Inc., the authorised global distributor with the newest electronic components and industrial automation products, announces it added 63 new manufacturers to its industry-leading line card during 2025, continually expanding product choices for electronic design engineers and purchasing professionals across the globe. The distributor offers a wide selection of the most advanced products, providing designers with access to the latest technologies to help speed their time to market.

Mouser works closely with its 1,200-plus manufacturer partners to provide the fastest and easiest access to the industry's newest components. Throughout 2025, semiconductor and electronic component manufacturers relied on Mouser to successfully introduce their products into the global marketplace. Since 2020, Mouser has added over 430 new manufacturer partners to its lineup. In 2025, Mouser launched over 40,000 new part numbers.

Comments

"We are proud to offer our customers the widest selection of the latest automation technologies and electronic components from the industry's top manufacturers," said Kristin Schuetter, Mouser Electronics Senior Vice President of Products.

"With more than 60 new manufacturers in 2025, and our continuing expansion into industrial automation and factory control, we are committed to being the industry's NPI leader and one-stop source for the components and development tools that our customers need."

A few of the new manufacturer partners Mouser added in 2025 include:

ATI Industrial Automation, a leading engineering-based developer of robotic accessories and robot arm tooling, including automatic tool changers, multi-axis force/torque sensing systems, material removal tools, robotic collision sensors, and compliance devices.

Nuvoton, a designer and manufacturer of analogue, mixed signal, microcontroller, cloud, and computing products.

VPG Force Sensors, a leading supplier of load cells, force measurement transducers, and precision sensors for industrial and commercial use.

BCM Advanced Research, a leading global supplier of industrial motherboards and embedded computer systems, suitable for industry 4.0 and 5.0, security surveillance, retail kiosks, smart agriculture, and more.

Telit Cinterion, a leading manufacturer of industrial-grade cellular, wireless communication, and positioning modules for IoT and IIoT solutions.

– For more information on Mouser's newest manufacturer partners, go to <https://eu.mouser.com/new-manufacturer/>.
– To see the latest products available from Mouser, visit <https://eu.mouser.com/new/>.

Mouser Electronics



SECO to showcase live experiences of vending innovation at embedded world

SECO will showcase advances in smart vending technology at embedded world in Nuremberg, Germany, on March 10-12, 2026. In Hall 1, booth 320, visitors will experience a live demonstration of a fully functional smart vending/kiosk solution based on the Clea Vend platform and the KarL4 contactless payment terminal, which provides reliable edge-to-cloud connectivity for actionable business insights based on dynamic transaction and usage data.

The demonstration simulates a real-world vending environment and shows how edge computing, digital payments, and cloud analytics can be combined into a single, end-to-end system. The setup features a 27" touchscreen display running on SECO's SANTVEND single-board computer

inside the vending machine, allowing users to browse products and complete purchases using a credit card payment flow enabled by the KarL4 contactless payment terminal.

Live Smart Vending Demo with Edge-to-Cloud Connectivity

During each transaction, payments are processed and operational data is collected locally at the edge, allowing the system to operate autonomously as a production-ready solution.

Data is securely transmitted via the integrated LTE module to the cloud, where it is visualised in Clea Vend through real-time dashboards covering sales activity, payment methods, product performance, and machine status.

Scaling a Global Smart Vending and Payment Ecosystem

Visitors to embedded world can also learn more about the accelerated global deployment of SECO's vending technology ecosystem. At the core of this offering is the KarL4 contactless payment terminal, which enables contactless transactions — including credit cards and mobile payments — and has already reached significant scale in Germany, accounting for approximately 14% of active girocard payment terminals and processing around 1.1% of all girocard transactions nationwide in the first half of 2025.

Building on this established presence, KarL4 has recently expanded from Germany to Italy and is scheduled to launch in the United States in early 2026. This milestone marks a new phase in SECO's global roadmap for vending, strengthening the company's role as a trusted partner for operators seeking secure, connected, and data-driven solutions.

Clea Vend, SECO's cloud telemetry solution, enables vending analytics and telemetry through real-time monitoring, sales insights, and automated alerts. By turning operational data into actionable intelligence, it helps operators improve fleet efficiency, reduce maintenance costs, and minimise revenue losses, with telemetry enabled via SECO devices and standardised interfaces to support both new and legacy machines.

SECO also offers retrofit HMI solutions that enhance existing vending machines with advanced user interfaces integrated with payment systems, simplifying the purchasing process and enabling new opportunities such as upselling and improved customer engagement.

Comments

"Our comprehensive and modular smart vending offerings suit the needs of customers who are looking for a partner to maximise the potential of their products and fully leverage new technological opportunities," says Martin Duemling, Senior Product Manager Payment at SECO. "embedded world will give visitors a comprehensive overview of how these technologies can transform operations across multiple vending applications, leading to significant user advantages."

You can find out more about SECO's vending solutions at embedded world in Hall 1, booth 320, or by visiting the SECO website.

SECO



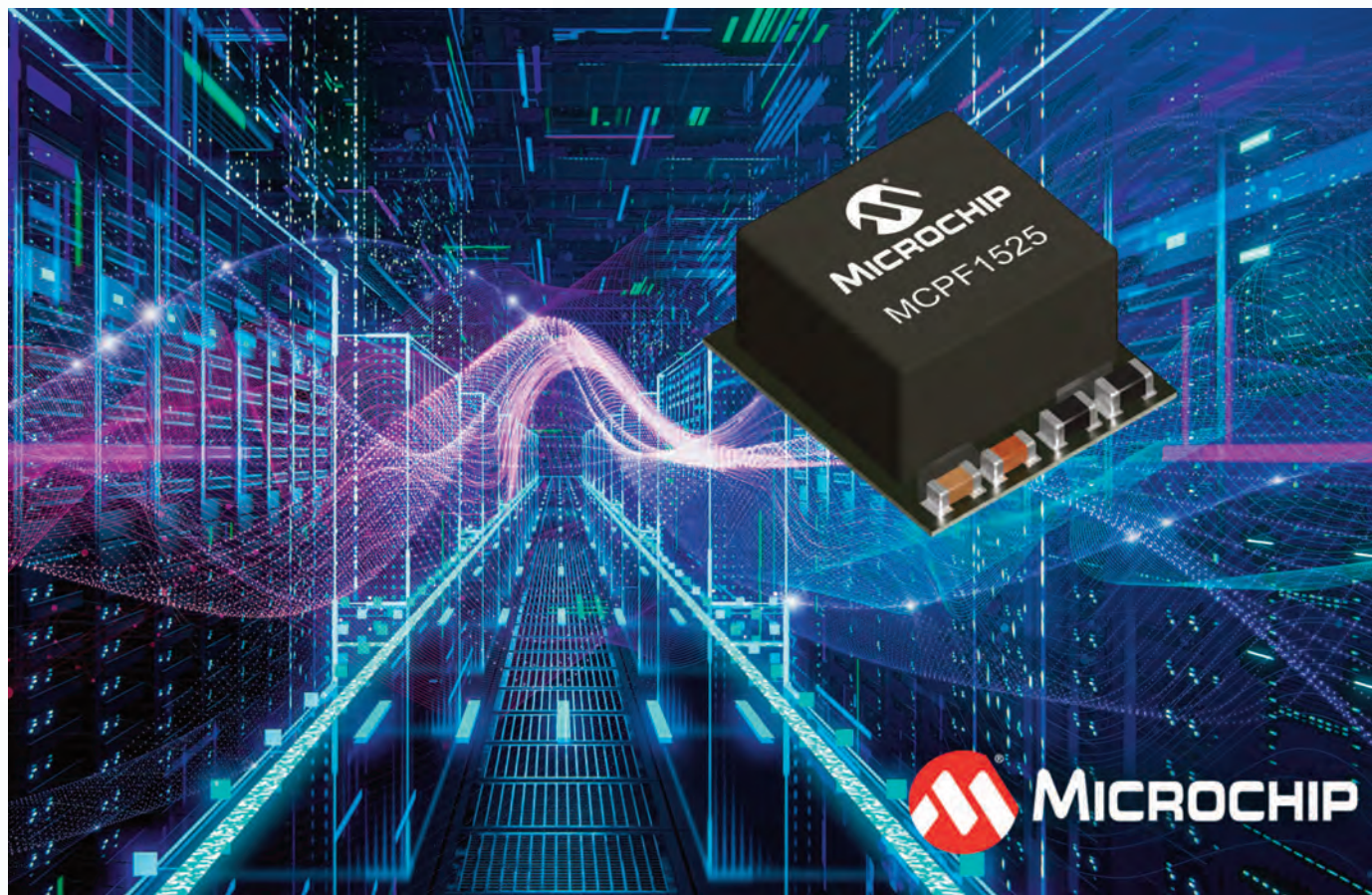
On your Marks!

Our **Identification** and **Traceability Solutions** use the latest printing technologies and algorithms. We rely on evolutionary experience, modernize and continuously research new opportunities for identification and distribution.

LTHD's portfolio includes equipment, label design software, consumables, installation, integration and on-site support. We also provide a wide range of die cut parts, from basic double side adhesives to multi-layer printed panels specialties, such as thermal management, foams gaskets.

www.lthd.com





New Power Module Enhances AI Data Center Power Density and Efficiency

Microchip's MCPF1525 power module with PMBus™ delivers 25A DC-DC power, stackable up to 200A

The increasing AI and high-performance computing workloads demand power solutions that combine efficiency, reliability and scalability. Integrated power modules help streamline design, reduce energy use and deliver the stable performance required for advanced data centers. Microchip announces the launch of the MCPF1525 Power Module, a highly integrated device with a 16V Vin buck converter that can deliver 25A per module, stackable up to 200A. The MCPF1525 enables higher power delivery within the same rack space and is combined with a programmable PMBus™ and I2C controls. This device is designed to power the latest generation of PCIe® switches and high-performance compute MPU applications needed for AI deployments.

The MCPF1525 is packaged in an innovative vertical construction that maximizes board space efficiency and can offer up to a 40% board area reduction when compared to other solutions. The compact power module is approximately 6.8 mm x

7.65 mm x 3.82 mm, making it an optimal solution for space-constrained AI servers. For increased reliability, the MCPF1525 includes multiple diagnostic functions reported over PMBus™, including over-temperature, over-current and over-voltage protection to minimize undetected faults. With a thermally enhanced package, the device is engineered to work within an operating junction temperature range of -40°C to +125°C. An on-board embedded EEPROM allows users to program the default power-up configuration.

Comments

"By leveraging Microchip's comprehensive solutions including PCIe® Switchtec™ technology, FPGAs, MPUs and Flashtec® NVMe® controllers, the MCPF1525 power module can help customers achieve the system efficiency, reliability and scalability required for high-performance data center and industrial computing applications," said Rudy Jaramillo, vice president of Microchip's analog power and interface division. "Seamless integration across Microchip's portfolio simplifies de-

velopment and lowers risk, helping designers accelerate time-to-market."

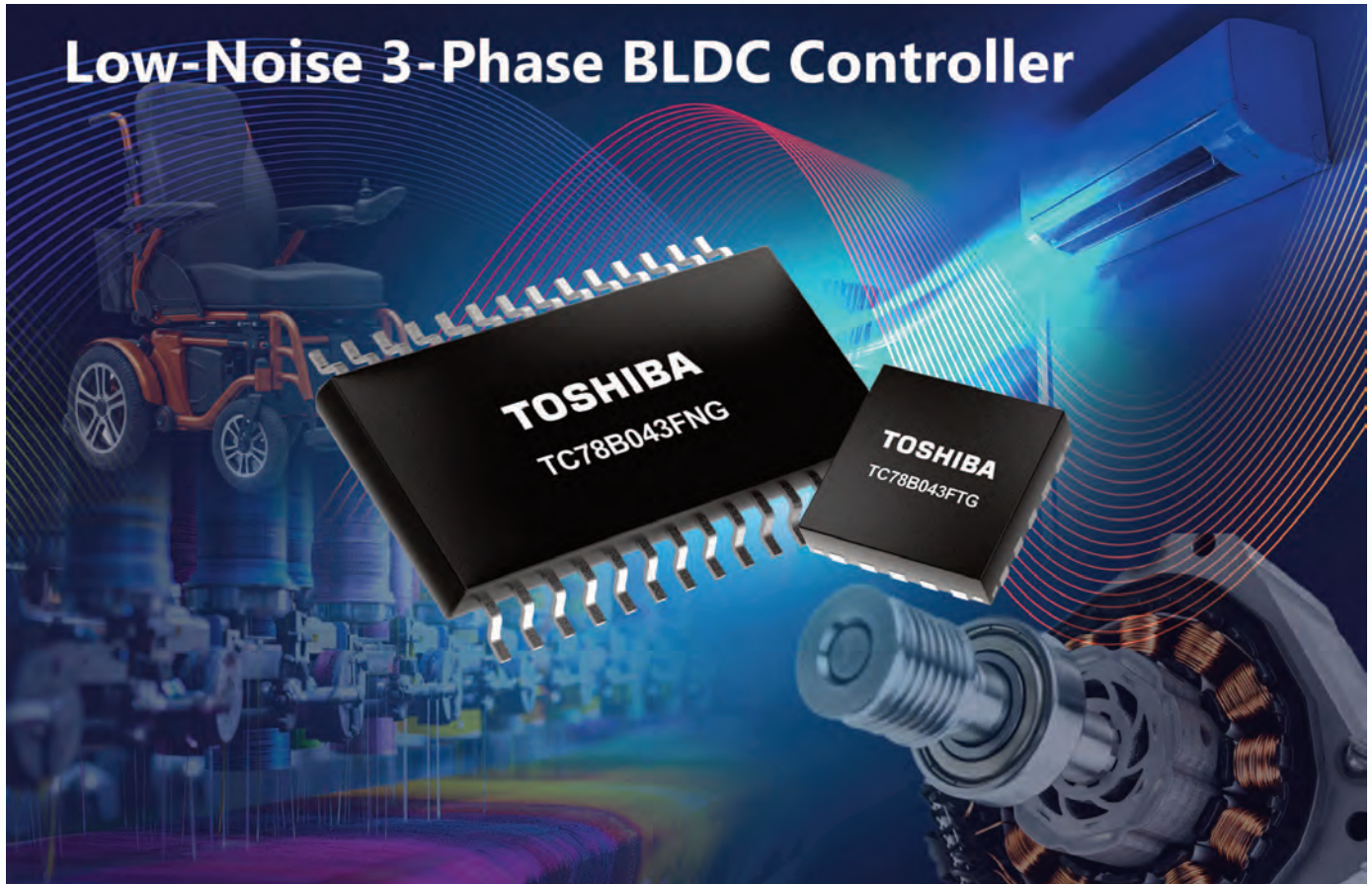
The MCPF1525 features a customized integrated inductor for low conducted and radiated noise, enhancing signal integrity, data accuracy and reliability of high-speed computing, helping reduce repeated data transmissions that waste valuable system power and time.

Microchip offers a wide range of DC-DC power modules with input voltages from 5.5-70V, available in ultra-compact, rugged and thermally enhanced packaging designed to improve high power density. To learn more about Microchip's power modules, visit the web page.

Pricing and Availability

The MCPF1525 Power Module is available for \$12.00 each in 1,000-unit quantities. You can purchase directly from Microchip or contact a Microchip sales representative or authorized worldwide distributor.

Microchip Technology



Toshiba introduces two sine-wave drive controllers for three-phase BLDC motors

Toshiba has launched two sine-wave pulse width modulated (PWM) drive controllers – TC78B043FNG and TC78B043FTG – for three-phase brushless DC (BLDC) motors, which can support both surface permanent magnet (SPM) and interior permanent magnet (IPM) motor types with low noise and high efficiency.

In recent years, there has been an increasing trend to use IPM types in preference to SPM types for three-phase BLDC motors to achieve low cost, high output, and high torque. Typical applications include home appliances such as air conditioners and air purifiers, as well as a wide range of industrial equipment. However, IPM motors are prone to generating vibration and noise, so motor controllers that reduce noise and enhance control efficiency are in high demand.

Low-Noise and High-Efficiency Control for SPM and IPM BLDC Motors

The newly released devices incorporate a high-resolution sine-wave drive and support sine-wave start-up, which helps to re-

duce vibration and noise. In addition, according to the characteristics and usage of the motor, various speed settings can be programmed into the built-in non-volatile memory (NVM) via the Serial Peripheral Interface (SPI). This capability allows high-efficiency motor control by adjusting parameters such as lead angle control.

A key difference between the two devices is that the NVM in the TC78B043FNG comes pre-programmed with the initial speed profile settings for common motors. This negates the need to manually program or configure it further before using it, accelerating development time. Furthermore, the TC78B043FNG has four terminals: FGC terminal, LATYPE terminal, LAOFS terminal, and LA terminal. The voltage settings of these terminals also allow more detailed re-adjustment of motor control parameters on the NVM without the SPI interface, such as motor lead angle control.

Operating from a supply ranging from 6V to 23V, these motor controllers perform

over a wide temperature range from -40°C to +115°C. They also integrate thermal shutdown, under voltage lockout, current limiter, over current detection, and lock protection. Both devices include built-in 5V regulators, providing a stable supply for external components such as Hall sensors or logic circuits, reducing the need for an additional voltage regulator in the system design.

The TC78B043FNG is housed in the widely used HTSSOP28 (6.3mm x 9.9mm) package, making it easy to mount on the board due to its lead package. On the other hand, the TC78B043FTG is housed in a compact, lead-less WQFN20 (3.0 x 3.0mm) package, enabling miniaturisation of the circuit board and mounting in limited spaces.

Further information about both devices can be found here:

- TC78B043FNG
- TC78B043FTG

Toshiba Electronics Europe

New at Mouser: NXP Semiconductors NTAG X DNA Secure Connected NFC Tag for IoT, Consumer, and Medical Applications



Mouser Electronics, Inc., the authorized global distributor with the newest electronic components and industrial automation products, is now shipping the new NTAG® X DNA secure connected NFC tag from NXP® Semiconductors. The NTAG X DNA NFC tag is designed to securely verify the authenticity of a product prior to purchase, combat counterfeits, and help manufacturers meet Digital Pro-

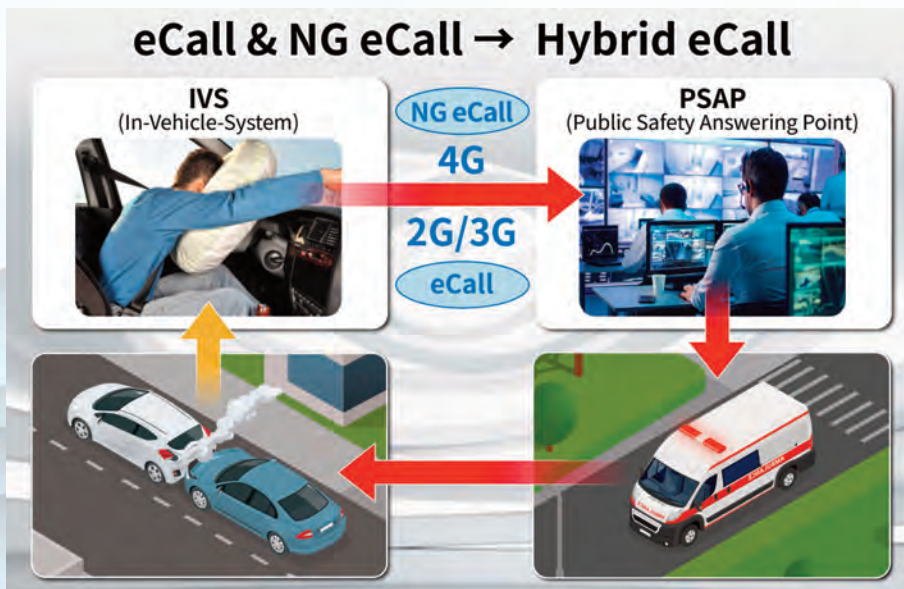
duct Passport (DPP) security, trust, and integration requirements for IoT, consumer, and medical applications.

The NXP NTAG X DNA Type 4 NFC tag, available from Mouser, leverages 16KB of high-density memory, a high data rate, and secure unique NFC (SUN) authentication to quickly and securely verify a product or device's authenticity. The NTAG X DNA enables mobile devices to securely transfer

data to another device via I2C or an NFC interface, utilizing ECC key pairs, which the IC generates, to ensure that private keys are never exposed outside the IC. Additionally, supported by NXP's EdgeLock® 2GO credential delivery service, NTAG X DNA offers a highly secure authentication experience. The NTAG X DNA NFC Tag conducts cryptographic operations for security-critical communication and control functions utilizing Common Criteria EAL 6+ security certification with AVA_VAN.5 on the product level, and supports a generic Crypto API supplying AES, ECDSA, ECDH, SHA, HMAC, and HKDF cryptographic functionality. Asymmetric cryptography allows support for 256-bit ECC over the NIST P-256 and brainpool P256r1 curves, while symmetric cryptography supports both AES-128 and AES-256 and facilitates PKI-based mutual authentication, including certificate handling. The NTAG X DNA hosts an I2C contact interface with two GPIOs and an ISO 14443 contactless interface. The device delivers a low-power design and consumes only 5µA in halt mode when an external VDD is equipped.

Mouser Electronics

Industry First, Anritsu Achieves EN 18052:2025 Certification for Hybrid eCall Evaluation



Anritsu Corporation announces that its Hybrid eCall evaluation solution, featuring the eCall Tester MX703330E, has obtained industry-first*¹ European EN 18052:2025 certification following testing by cetecom advanced, a leader in electronic equipment certification. The

certification confirms reliable end-to-end validation of Hybrid eCall systems operating across 2G and 3G circuit-switched and 4G packet-switched networks.

This certification enables automotive manufacturers and suppliers to more efficiently validate Hybrid eCall systems in line with

European regulatory requirements, supporting robust emergency call performance across mixed network environments. Hybrid eCall technology combines high-speed 4G (LTE) packet-switched communications with conventional 2G (GSM/GPRS) / 3G (W-CDMA) circuit-switched networks, automatically selecting the optimal access technology to maintain emergency call continuity. With compliance to Next Generation eCall (NG eCall) mandatory for all new EU vehicle type approvals from 1 January 2026, validation across heterogeneous network conditions has become a critical engineering requirement for the automotive industry.

The eCall system automatically places an emergency call from a vehicle following an accident. The in-vehicle system sends essential information, including vehicle data and location, to a public safety answering point (PSAP), enabling emergency services to respond rapidly and effectively.

*1: For Hybrid eCall-compatible PSAP simulators (Anritsu survey, January 2026)

Anritsu Corporation

PIC32CM PL10 MCUs Expand Microchip's Arm® Cortex®-M0+ Portfolio

Low-power, 5V capable devices deliver high performance while preserving low system complexity and costs



Building on decades of experience in serving embedded applications where low power, affordability and ease of development are critical, Microchip Technology has added PIC32CM PL10 MCUs to its PIC32C family of Arm® Cortex®-M0+ core devices. PL10 MCUs feature a rich set of Core Independent Peripherals (CIPs), 5V operation, touch capabilities, integrated toolsets and safety compliance.

The device family targets high-volume applications including industrial control, building automation, consumer appliances, power tools and sensor-based systems. As part of the company's unified MCU strategy, PL10 devices offer pin-to-pin compatibility with AVR® MCUs.

The integrated Peripheral Touch Controller (PTC) along with a 12-bit Analog-to-Digital Converter (ADC) are designed to provide

responsive performance in touch applications and strong noise immunity for analog signal measurement. Additional on-chip CIPs help offload time-critical, repetitive and deterministic tasks from the CPU to improve real-time performance and power efficiency. The PL10 supports the Cortex Microcontroller Software Interface Standard (CMSIS), enabling modular, reusable application code to accelerate development.

In addition to support by Microchip's MPLAB® development ecosystem, the PL10 family embraces industry standard tools and integrated development environments (IDEs) giving developers more freedom to choose how they build, debug and deploy their software. Compatible third-party tools include Microsoft® Visual Studio Code® (VS Code®), IAR™ Systems, Arm Keil®, SEGGER, Zephyr® and MikroElektronika. AI-driven resources such as the MPLAB AI Coding Assistant offer context-aware code generation and real-time product insights to help accelerate and simplify development.

Microchip Technology

Tria Technologies launches OSM-LF-IMX95, a compact OSM-compliant Module powered by NXP i.MX 95 Applications Processor

Tria Technologies, an Avnet company specializing in the design and manufacture of embedded compute boards, systems and HMIs has launched the OSM-LF-IMX95 module which brings high performance, security, flexibility and power efficiency to next-generation edge platforms. Compliant with the Open Standard Module (OSM) Specification 1.2, the compute module comes in a tiny package of only 45 x 45 mm in size (Size L), yet with the powerful, NXP i.MX 95 SoC, enabling developers and design engineers to increase performance of advanced embedded and edge AI systems.

The module contains the six-core 2GHz Arm Cortex-A55 application processor and two real-time Arm processors, the 800MHz Arm Cortex-M7 and the 333MHz Arm Cortex-M33. Additionally, it features an Arm Mali graphics processing unit (GPU), a 4k decode/encode vision processing unit (VPU), but also NXP's eIQ Neutron neural processing unit (NPU) and a new image signal processor, delivering powerful AI-accelerated vision processing and en-

abling Edge AI workloads like predictive maintenance, object classification, production line monitoring, and more.

Tria's OSM-LF-IMX95 module is suitable for building next-generation low-power edge platforms in sectors that require functional safety, advanced security and high-performance connectivity, for example in industrial automation and robotics, vision systems and mobile devices.

High-Performance Edge AI Computing in an Ultra-Compact OSM Form Factor

Advanced security features are built-in to the OSM-LF-IMX95 module. For example, an integrated EdgeLock Secure Enclave sub-system simplifies the implementation of security critical functions such as secure boot, cryptography, trust provisioning, runtime attestation, key management services, provision for secure remote management, secure over-the-air updates (OTA) and dedicated cryptographic engine.

Among the module's other features are a fast up to 16GB LPDDR5 SDRAM with inline ECC support, up to 256GB eMMC Flash memory



and high-speed interfaces that include SerDes interface (SGMII up to 10G Ethernet), two Gigabit Ethernet (RGMII interface), USB 3.0 and PCI Express Gen 3. Various standard interfaces for embedded applications such as 3x CAN-FD, dual-channel LVDS, MIPI DSI and dual MIPI CSI-2 camera interface are also available for added flexibility. The QSPI interface enables seamless connectivity to FPGAs on the carrier board and also supports the onboard NOR Flash.

Tria



Now available at Rutronik: Intel® Core™ Ultra Series 3 processors

A powerful platform for AI PCs, mobile computing and professional applications

With the Intel® Core™ Ultra Series 3 processors, Rutronik expands its portfolio with a new generation of powerful and energy-efficient mobile processors. The series combines a modern hybrid architecture, integrated AI acceleration and future-ready connectivity, addressing AI PCs and premium notebooks. Additionally, Series 3 processors are – for the first time – tested and certified for embedded and industrial use cases at the edge. The Intel® Core™ Ultra Series 3 processors are now available via www.rutronik24.com.

The Intel® Core™ Ultra Series 3 is based on an advanced hybrid architecture featuring Performance cores (P-cores), Efficiency cores (E-cores) and Low-Power Efficiency cores (LP-E cores). With up to 16 cores, the processors deliver a balanced combination

of high computing performance and optimized energy efficiency – a key requirement for mobile systems and compact platforms.

Within the series, Intel clearly differentiates between distinct target segments:

The Intel® Core™ Ultra 5 / 7 / 9 processors are designed for high-performance consumer and business notebooks as well as mainstream AI PCs. They offer strong single- and multicore performance, integrated AI capabilities and – depending on the SKU – an Intel® Arc™ GPU for graphics-intensive applications and content creation.

Complementing these, the Intel® Core™ Ultra X7 and X9 processors are equipped with the highest performing Intel® Arc™ graphics. The top SKUs feature up to 16 CPU

cores, 12 Xe-cores and 50 NPU Tops, aimed at multitaskers that handle advanced workloads like gaming, creation and productivity on the go.

A key feature of the Series 3 is its integrated AI acceleration. In addition to CPU and GPU resources, the processors include a dedicated Intel® NPU (Neural Processing Unit) that processes AI workloads locally and with high energy efficiency. This enables modern AI PC and edge applications, including image and speech processing, local inference models and intelligent automation functions.

Key benefits at a glance

Shared platform benefits of Intel® Core™ Ultra Series 3

- Modern hybrid architecture with P-cores, E-cores and LP-E-cores
- Up to 16 cores for high multitasking performance
- Integrated AI acceleration via Intel® NPU
- Support for DDR5 up to 7,200 MT / s and LPDDR5X up to 9,600 MT / s
- Thunderbolt™ 4 and Thunderbolt™ 5 with up to 120 Gbit / s
- Wi-Fi 7 for high data rates and low latency
- 25 W Processor Base Power, up to 80 W Maximum Turbo Power

Target applications

Intel® Core™ Ultra 5 / 7 / 9

- Mainstream notebooks
- Corporate clients
- Industrial Edge with priority on CPU

Intel® Core™ Ultra X7 / X9

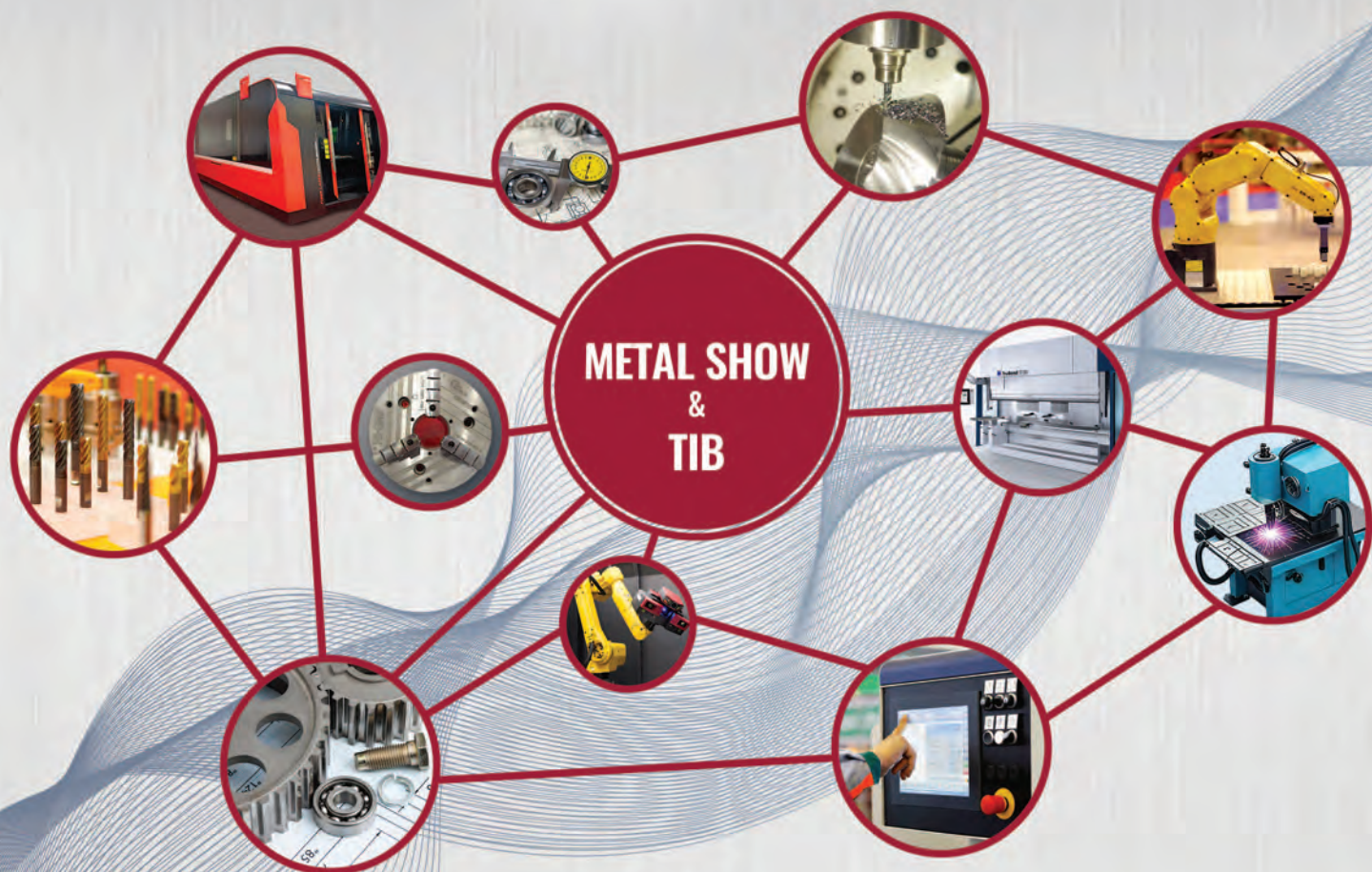
- Premium laptops
- Mobile workstations
- AI PCs
- High-end Edge AI Nodes (Vision, Robotics, HMI)

– Further information is available in the related Rutronik-TEC article.

– For more information to the Intel® Core™ Ultra Series 3 processors and a direct ordering option, please visit our e-commerce platform at: www.rutronik24.com.

Rutronik

METALSHOW & TIB



**TÂRG PENTRU PRELUCRAREA METALELOR,
TEHNOLOGII ȘI ECHIPAMENTE INDUSTRIALE**

12 - 15 MAI 2026
Romexpo - București, România

www.metalshow-tib.ro

Organizatori:



În parteneriat cu:



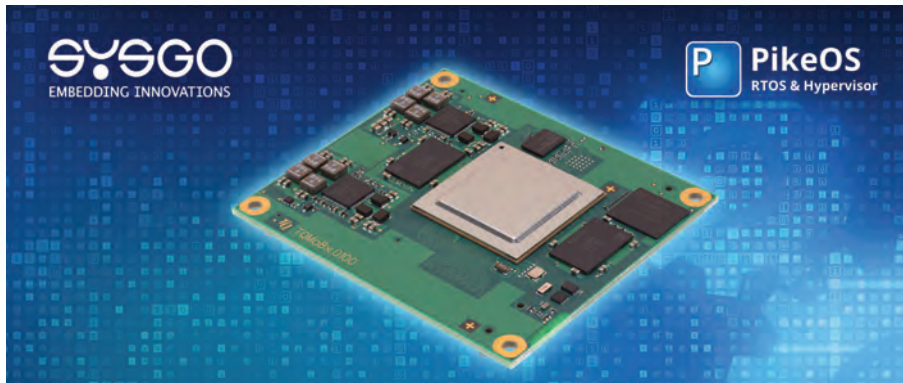
Parteneri:



Partener media:



TQ Systems' TQMa8x now available with SYSGO PikeOS



TQ-Systems, one of the leading embedded computing specialists, has updated the software ecosystem of its long-term available embedded platform, the TQMa8x, thanks to PikeOS from SYSGO, Europe's leading provider of safety-critical and security-critical embedded operating systems. SYSGO's PikeOS is a hypervisor-based real-time operating system designed for use in environments with mixed criticality. It offers advanced functional and cyber security features, enabling customers to develop fully safety-certified solutions on multicore hardware. PikeOS supports multiple guest operating systems, including Linux, ARINC

and POSIX, and can also run native PikeOS tasks, giving developers a high degree of flexibility without compromising security. The standard PikeOS Board Support Package (BSP) includes essential drivers for serial interfaces and Ethernet, ensuring smooth integration and rapid implementation.

Safety-Certifiable Embedded Platform for Mixed-Criticality Applications

SYSGO's certification kits can be used to achieve functional safety in accordance with the IEC 61508 industrial safety standard, among others. These kits are available for PikeOS and can be used to achieve the highest

safety level (SIL 4). PikeOS is also pre-certified for many other safety standards, including ISO 26262 (automotive), DO-178C (avionics) and EN 50128/EN 50657 (railway technology). Thanks to its pre-certification against the Common Criteria security standard at EAL 5+ level, the PikeOS Separation Kernel (version 5.1.3) also offers the highest level of cybersecurity.

The TQMa8x plug-in module is based on the i.MX8 processor from NXP. This processor is available in three variants with different performance levels and orientations. With up to two Cortex-A72 cores and up to four Cortex-A53 cores, the TQMa8x provides an optimal balance of performance and power dissipation. Additionally, the integrated graphics controller supports applications with high display requirements, such as 3D graphics and augmented reality functions. PikeOS provides VkCore®-SC Vulkan SC GPU support for i.MX 8 QuadMax systems, enabling safety-certified HMI graphics and AI applications. Full access to all signal pins guarantees flexible applications and cost-efficient project development.

SYSGO

Vector Invests in Future Key Technologies and Portfolio Expansion



Vector is responding to profound shifts in the software and automotive industries with a comprehensive strategic and innovation program. The company is making targeted investments in future-critical fields such as code-centric software development, cloud technologies, and artificial intelligence (AI), while simultaneously advancing its existing product portfolio. These initiatives aim to reinforce Vector's technological foundation and pave the

way for expanding into new markets beyond automotive. The first innovations are already being rolled out with customers. The software and automotive sectors are undergoing a fundamental transformation: software and artificial intelligence are becoming the primary drivers of value in modern products, global competition - especially from China - is increasing, and the shift to software-centric business models demands entirely new approaches.

Vector is addressing these market dynamics with a decisive strategic repositioning, evolving from an embedded software specialist into a provider of an integrated software ecosystem. The company is focusing on scalable software platform solutions and development tools that intelligently connect heterogeneous systems and data landscapes, reduce complexity, boost efficiency, and unlock new business opportunities.

Vector is already collaborating with selected OEMs and industry partners to bring these new solutions to market quickly. The focus is on simplifying and significantly accelerating the development and integration of software-defined systems across the entire lifecycle - allowing manufacturers to concentrate more on application development and innovative, differentiating features.

With these initiatives, Vector is positioning itself as a trusted partner for companies seeking to futureproof their development of software-defined systems - both within the automotive sector and beyond.

Vector

TE Connectivity's Wildcat Connectors for UAVs, Now Available at Mouser, Support Aerospace, Defense, and Transportation Applications



Mouser Electronics, Inc., the industry's leading New Product Introduction (NPI) distributor with the widest selection of semiconductors and electronic components™, is now stocking the Wildcat connectors from TE Connectivity for unmanned autonomous vehicles (UAVs).

The miniature connectors are ideal for reducing the size, weight, and power (SWaP) of next-generation UAVs. The Wildcat connectors are suitable for aerospace, defense, and transportation applications, enabling extended mission deployments and improved fuel efficiency.

The TE Connectivity Wildcat connectors, now available at Mouser, come in multiple housing sizes, contact layouts, and coupling options, making them suitable for a wide range of space-constrained applications. The Wildcat series also offers an easy-grip couple ring and triple-start thread for fast mating and unmating in high-density designs. The connectors feature black zinc nickel plating, are thermally cycled tested, and are environmentally sealed to IP67 when mated.

The Wildcat connectors for UAVs are designed to withstand harsh conditions, including vibration and exposure to fuels, oils, and cleaning fluids. The TE Wildcat connectors also feature interfacial and wire sealing, a positive locking coupling mechanism, and a scoop-proof interface.

- To learn more, visit: <https://www.mouser.com/new/te-connectivity/te-wildcat-connectors>.
- For more Mouser news and our latest new product introductions, visit: <https://www.mouser.com/newsroom>.

Mouser Electronics

Major release of HighTec Rust and C/C++ Arm Development Platform v10.0.0 speeds up safety and security focused Automotive software development



HighTec EDV-Systeme, a leading provider of compiler solutions for automotive MCUs, announces a new major release of their HighTec Rust and C/C++ Arm Development Platform. The latest version v10.0.0 broadens its device support, integrates LLVM 19 to boost performance, supports memory-safe Rust for hybrid development with legacy C/C++ and comes with comprehensive qualification kits to speed up safety and security cer-

tification. HighTec's toolchain for Rust and C/C++ Arm development is qualified according to the highest functional safety standard ISO 26262 up to ASIL D and the cybersecurity standard ISO 21434. By offering the latest technologies in their compiler tools, HighTec helps embedded software developers meet the demanding needs of automotive applications while accelerating their innovation cycles and time-to-market.

Unified toolchain for Rust and C/C++

HighTec is known for basing their compilers on the proven open-source technology LLVM – upgraded now to LLVM 17 – which enables software designers to generate faster and more efficient code. With the latest v10.0.0 of its Rust and C/C++ Arm Development Platform, HighTec offers a unified toolchain for hybrid development with Rust and C/C++ on Arm devices: Developers can build on their legacy C/C++ code base and integrate modern Rust code. Even existing automotive software such as MCAL and AUTOSAR can be reused without modification, and Rust software components can be deployed on application level.

To meet the highest safety and security standards required in the automotive industry, HighTec has had its Arm LLVM C/C++ compiler certified up to ASIL D, the highest level of functional safety as defined by ISO 26262, and aligned with the cybersecurity requirements of ISO 21434.

HighTec EDV Systeme

Siguranță și conformitate

Premier Distributor
BRADY
WHEN PERFORMANCE MATTERS MOST™



Semne de siguranță la locul de muncă



Marcarea țevilor



Etichetare pentru logistică



Marcarea zonelor



Semne vizuale pentru securitatea muncii



Sorbenți industriali

© 2019 Brady Worldwide, Inc. All Rights Reserved.

Blocare/marcare



Blocare pentru riscuri electrice



Blocare pentru riscuri mecanice



Lăcăte (standard și personalizate)



Accesorii

Pentru mai multe detalii contactați LTHD, Premier Distributor Brady sau vizitați pagina noastră de Internet: <https://smartltd.lthd.com/roa.html>

www.bradyeurope.com

Marcarea cablurilor/ Identificarea produselor/ Imprimante

Premier Distributor
BRADY
WHEN PERFORMANCE MATTERS MOST™

IMPRIMANTE DO-IT-YOURSELF PENTRU SECURITATEA MUNCII

	M710	I3300	S3100	S3700	BBP85	Bradyjet J4000	Bradyjet J3700
Denumire echipament ▶	M710	I3300	S3100	S3700	BBP85	Bradyjet J4000	Bradyjet J3700
Dimensiune maximă etichetă ▶	51 mm	100 mm	100 mm	100 mm	250 mm	209.55 mm	101.6 mm

IMPRIMANTE PENTRU MARCAREA CABLURILOR ȘI TIPĂRIREA SEMNELOR DE SIGURANȚĂ

IMPRIMANTE PORTABILE						IMPRIMANTE DE BIROU			
Denumire echipament ▶	M210	M410	M510	M610	M710	M611	I3300	I5300	I7100
Dimensiune maximă etichetă ▶	19 mm	25 mm	38 mm	50 mm	51 mm	50 mm	106 mm	110 mm	110 mm

LTHD Corporation S.R.L.

Head Office: Timișoara - ROMÂNIA, 300153, 70 Ardealul Str., lthd@lthd.com, www.lthd.com
Tel.: +40 256 201273, +40 356 401266, +40 729 009922, Fax: +40 256 490813



LT



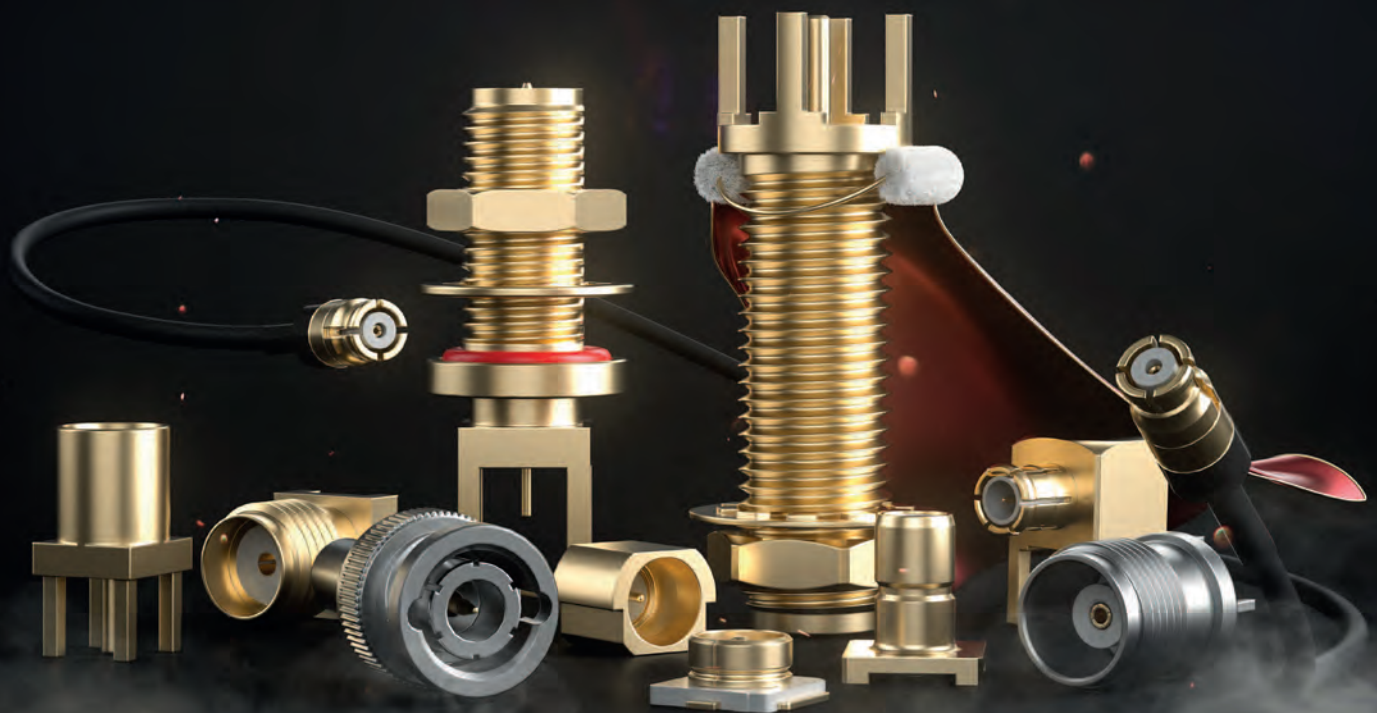
www.lthd.com



WÜRTH ELEKTRONIK MORE THAN YOU EXPECT

THE COAX FAMILY

HAS EXPANDED



WE meet @
embedded world Europe
Hall 2 - 110

New coaxial products

Coaxial connectors and cable assemblies provide low loss paths between RF system, subassemblies or components. The coaxial product range includes frequency supporting up to 18 GHz and with various design.

www.we-online.com/coaxfamily

Highlights

- MIL-STD & IEC interfaces
- Characteristic impedance 50 Ω
- High quality data transmission
- Broad line of product portfolio with customize capability



#COAXFAMILY