



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2019 00796**

(22) Data de depozit: **27/11/2019**

(41) Data publicării cererii:
28/05/2021 BOPI nr. **5/2021**

(71) Solicitant:
• **UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN
BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI
NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **MOCANU ȘTEFAN ALEXANDRU,
BVD.DECEBAL, NR.6, BL.S10, SC.2, AP.25,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**

• **CHENARU OANA, STR. VIORELE NR. 4,
BL. 22, SC. C, ET. 2, AP. 84, SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **NICOLAE MAXIMILIAN,
STR.MIHAELA RUXANDRA MARCU, NR.6,
BL. A3, SC.B, ET.3, AP.36, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **CRĂCIUNESCU MIHAI,
STR.TEODOSIE RUDEANU, NR.52,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **DOBRESCU RADU,
STR.EMIL RACOVIȚĂ, NR.23, BL.EM1,
SC.B, ET.3, AP.36, SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO**

(54) **DISPOZITIV DE TIP EDGE PENTRU EFICIENTIZAREA
TRANSFERULUI DE DATE ÎNTRE IIOT ȘI CLOUD**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv de tip EDGE dedicat prelucrării datelor obținute de la un IIoT (Industrial Internet of Things) în vederea luării de decizii rapide și a transmiterii de comenzi către elementele de execuție existente în IIoT, urmărind totodată reducerea traficului din Internet. Dispozitivul conform invenției introduce un nivel suplimentar de procesare între IIoT și cloud și are rolul de a prelua informațiile brute de la o rețea IIoT cu arhitectură de tip stea, de a realiza o analiză rapidă în vederea identificării unor informații care pot atenționa asupra apariției unei situații critice sau nedorite, de a lua o decizie rapidă și de a transmite comenzi către elementele de execuție din IIoT precum și informații către cloud și, în acest scop, cuprinde: un microcontroler (2-1), o memorie (2-2) RAM rapidă, o memorie (2-3) flash dedicată stocării locale, un modul (2-4) de comunicație bidirecțională cu IIoT, un alt modul (2-5) de comunicație bidirecțională cu cloudul, un al treilea modul (2-6) de comunicație bidirecțională cu alte dispozitive de tip EDGE, similare, din același grup, și un modul (2-7) de adaptare precum și o componentă software care este rulată pe microcontroler (2-1) și care îndeplinește sarcinile menționate.

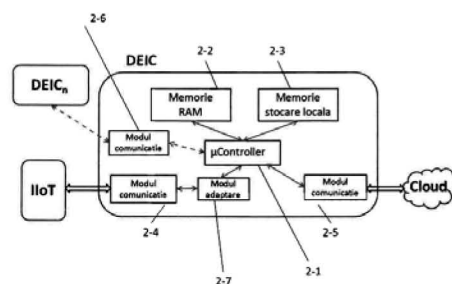
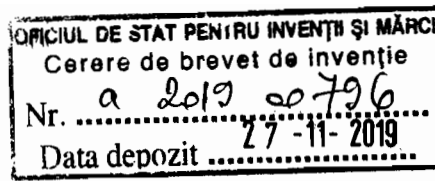


Fig. 2

Revendicări: 4
Figuri: 3

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





DISPOZITIV DE TIP EDGE PENTRU EFICIENTIZAREA TRANSFERULUI DE DATE ÎNTRE IIOT SI CLOUD

Invenția se referă la un dispozitiv dedicat prelucrării datelor obținute de la un IIOT (Industrial Internet of Things – IIoT) (Definiția 1) în vederea luării de decizii rapide și transmiterii de comenzi către elementele de execuție existente în IIoT, urmărind totodată reducerea traficului din Internet. Dispozitivul poate fi utilizat în aplicații diverse cum ar fi: aplicații industriale de tip celule sau linii de fabricație, aplicații în agricultura de precizie, aplicații de monitorizare etc.

Tendențele actuale de prelucrare a datelor se bazează din ce în ce mai mult pe procesarea în *cloud* (Definiția 2), în special atunci când vine vorba de aplicații care presupun un grad rezonabil de similaritate. În multe situații, însă, simpla prelucrare a datelor primite în cloud în vederea interpretării acestora nu este suficientă și se impune luarea unor decizii prompte și transmiterea de comenzi corespunzătoare. Mai ales atunci când avem de-a face cu aplicații critice, timpul scurs între identificarea unui eveniment anormal, transmiterea informației în cloud, procesarea datelor, luarea deciziei și transmiterea comenzii către elementele de execuție din IIoT este foarte important și este de dorit a fi cât mai scurt. Cu toate că transmisiile de date din zilele noastre sunt extrem de rapide și sigure, nu poate fi neglijată posibilitatea apariției unor erori de genul celor menționate anterior. Pentru înlăturarea problemelor indicate mai sus propunem construcția și utilizarea unui dispozitiv de tip EDGE (Definiția 3) pentru eficientizarea transferului de date între IIoT și Cloud, dispozitiv denumit în continuare DEIC (**DEIC = Dispozitiv de tip Edge pentru eficientizarea transferului de date între IIoT și Cloud**). Amplasarea unui astfel de echipament intermediar a fost inițial mai aproape de Cloud, constituind un nivel operațional numit Fog Computing. Apoi, pe măsură ce echipamentele locale au obținut un nivel mai mare de informații și implicit capacitatea de procesare și decizie, datele au fost intermediare prin dispozitivele gateway care au fost plasate la periferia sistemului global, constituind un nivel numit Mist Computing. Este mai corect însă să considerăm că ambele tehnologii se încadrează în conceptul mai larg de Edge Computing. Edge Computing permite arhitecților de sistem să realizeze arhitecturi de calcul distribuite prin exploatarea eficientă a resurselor și capabilităților dispozitivelor de câmp, gateway-urilor și cloud-ului. Arhitectura Edge Computing transferă sarcinile de procesare mai aproape de utilizatori și dispozitivele care au nevoie de ea, mai degrabă decât să le aibă loc central într-un centru de date local sau într-un cloud public. Avantajul a devenit esențial pentru procesele industriale și de fabricație care utilizează cantități vaste de date, care necesită timp rapid de reacție și care au nevoie de o securitate riguroasă.

Am selectat din literatura destul de bogată în patente asociate cu tehnologia Edge Computing două brevete relativ noi care se referă la soluții îmbunătățite de dispozitive de tip Gateway. În brevetul de invenție IPN – WO2017/066936A1 intitulat **Mobile Edge Compute Dynamic Acceleration Assignment** se propune o metodă pentru accelerarea hardware dinamică a executării taskurilor, prin selectarea unei componente hardware în mediu de operare pentru a efectua optimizarea hardware pentru sarcina candidată, această componentă fiind inaccesibilă anterior mediului de operare. Un alt brevet de actualitate care are legătură cu invenția este US10439820, cu titlul **Method and apparatus for secure access to a mobile edge computing gateway device based on a subscriber location fingerprint**. În acest brevet, tehnologia Edge computing este avută în vedere pentru găsirea de soluții prin care datele de la senzori sunt direcționate către Cloud prin intermediul unor dispozitive gateway. In

special în aplicații cu număr foarte mare de senzori este necesară repartizarea unor anumiți senzori unui anumit gateway. Prin acest patent se propune o metodă care permite atribuirea (alocarea) diferiților senzori la un gateway, în baza unor criterii precum proximitatea, echilibrarea sarcinii, detectarea erorilor și altele, la care adaugă o metodă de autentificare a proprietarului pe baza de amprentă digitală. O comparație între brevetele menționate și invenția DEIC va fi prezentată ulterior.

Invenția DEIC este prezentată în Figura 1 și Figura 2 și constă în introducerea unui nivel suplimentar de procesare între IIoT și Cloud, nivel situat în imediată vecinătate a IIoT. Rolul acestui dispozitiv (Fig. 1-1) constă în preluarea (Fig. 1-3) informațiilor brute de la o rețea IIoT cu arhitectură de tip stea (Fig. 1-2), realizarea unei analize rapide în vederea identificării unor informații care pot atenționa asupra apariției unei situații critice sau nedorite, luarea, în acest caz, a unei decizii rapide și transmiterea de comenzi către elementele de execuție din IIoT (Fig. 1-4) precum și transmiterea de informații către cloud (Fig. 1-5). Cu alte cuvinte, scopul principal al dispozitivului DEIC este reprezentat de îmbunătățirea distribuției puterii de calcul. În cazul apariției unor situații deosebite, în special pentru aplicațiile din domeniul energetic, invenția prevede un mecanism optional de propagare și pe orizontala (Fig. 1-6) a acestor informații între dispozitive DEIC situate la același nivel de procesare, configurate ca aparținând unui grup. Aceste informații ar permite ca deciziile de acționare să poată fi luate și la nivelul grupului, fiecare nod având o strategie de urgență proprie ce ar fi executată, strategie ce depinde de elementele de acționare interconectate de nodul respectiv. Dispozitivul DEIC comunică cu IIoT exclusiv prin intermediul nodului central al acestuia atât pentru preluarea datelor cât și pentru trimiterea de comenzi. Datele preluate de la IIoT și transmise către cloud (funcționalitate specifică integrării pe verticală) sunt de două tipuri: datele brute preluate și retransmise (din acest punct de vedere dispozitivul are o funcționalitate asemănătoare unui *gateway* (Definiția 4) și date care indică apariția situațiilor nedorite și deciziile luate în aceste cazuri. Cele două tipuri de date sunt stocate în cloud și, împreună, permit realizarea ulterioară de statistici, predicții sau de identificarea unor parametri ce permit funcționarea optimă a IIoT. Acești parametri sunt transmiși dinspre Cloud la DEIC (Fig. 1-7) și utilizați de către acesta pentru luarea de decizii rapide și transmitere de comenzi către IIoT. În plus, aceiași parametri pot fi utilizați pentru configurarea dispozitivului DEIC în funcție de cerințele fiecărui IIoT, ceea ce conferă un grad ridicat de flexibilitate, așa cum va fi prezentat în exemplele de utilizare practică. Dispozitivul de tip EDGE pentru eficientizarea transferului de date între IIoT și Cloud are și posibilitatea de comunicare (integrare pe orizontală) cu alte dispozitive de același tip, aflate pe același nivel al structurii ierarhizate (respectiv în același EDGE) (Fig. 1.6). Prin intermediul unui modul de adaptare, DEIC are posibilitatea să comunice cu o gamă largă de rețele IIoT prin utilizarea unuia din protocoalele: HTTPS, HTTP, MQTT peste unul din protocoalele radio NFC, BT, WiFi. În cazul integrării pe orizontală, comunicarea între dispozitivele DEIC se face în baza unui protocol de tip RING (Fig 1-6).

Dispozitivul de tip EDGE pentru eficientizarea transferului de date între IIoT și Cloud, conform invenției, se prezintă ca un dispozitiv embedded (Definiția 5) dezvoltat în jurul unui microcontroller dedicat (Fig. 2-1) la care se adaugă o memorie RAM rapidă (Fig. 2-2), o memorie FLASH dedicată stocării locale (Fig. 2-3), un modul de comunicație bidirecțională cu IIoT (Fig. 2-4), un modul de comunicație birecțională cu Cloud-ul (Fig. 2-5), un modul de comunicație birecțională cu alte dispozitive DEIC similare din același grup (Fig. 2-6) și un modul de adaptare (Fig. 2-7). Construcția hardware este continuată cu dezvoltarea unei entități software care este rulată pe microcontroller și îndeplinește taskurile (Definiția 6) menționate.

Prin utilizarea invenției se obțin următoarele avantaje:

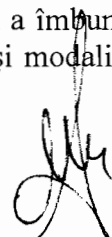
- evaluarea mult mai rapidă a datelor provenite de la IIoT, luarea de decizii prompte

- și transmiterea eficientă și sigură a comenzilor către IIoT.
- scăderea gradului de încărcare a Internet-ului prin limitarea volumului de date vehiculate între IIoT și Cloud;
- obținerea unui raport cost/performațe mai bun decât în cazul utilizării unor dispozitive similare generice.
- configurarea și reconfigurarea rapidă a dispozitivelor atât în ceea ce privește parametri de funcționare cât și în ceea ce privește protocoalele de comunicație.

O analiză serioasă a brevetului **IPN – WO2017/066936A1** relevă faptul că obiectul invenției (notat în continuare **MEC**) se bazează pe soluții hardware (de înaltă performanță) de accelerator hardware pentru diferite tipuri de servicii sau sarcini, cum ar fi procesare video, recunoaștere facială, procesare audio – în principiu prelucrări de semnale – executate în cadrul aceluiași dispozitiv Edge. Optimizarea prelucrării datelor la MEC se bazează pe soluții software de distribuire a puterii de calcul pe diferite dispozitive care se pot amplasa pe diferite niveluri ale rețelei, iar aplicațiile vizate sunt în general de monitorizare și control al proceselor industriale (nivelul IoT este de fapt Industrial IoT – IIoT). MEC este un dispozitiv Mobil Edge și ca atare poate face asignare dinamică a taskurilor, ceea ce DEIC nu urmărește. Dezavantajul principal al MEC este faptul că nu poate comunica cu alte dispozitive similare, deci nu se poate integra „pe orizontală”. DEIC are posibilitatea de comunicație duală respectiv atât pe orizontală (în cadrul nivelului Edge în care e plasat) cât și pe verticală (pe traseul de la IIoT și Cloud). În plus DEIC are capacitatea de reconfigurare rapidă prin intermediul unui modulului de adaptare dedicat.

O analiză făcută asupra brevetului **US10439820** relevă faptul că invenția (notată în continuare **MASA**) constă într-o metodă care permite alocarea diferiților senzori dintr-un IoT la un gateway, în baza unor criterii precum proximitatea, echilibrarea sarcinii, detectarea erorilor și altele, la care adaugă o metodă de autentificare a proprietarului pe baza de amprenta digitală, dar **fără** a interveni în procesarea datelor transferate. Acest lucru contravine în mare măsură EDGE Computing care pune accent pe a avea mai multă putere de procesare mai aproape de dispozitivele IoT și astfel de a reduce costurile de procesare (cerința respectată cu prioritate de DEIC). MASA este un dispozitiv de tip Mobil Edge care poate face asignare dinamică a senzorilor, obiectiv pe care DEIC nu îl urmărește. MASA are capacități sporite de interconectare gateway la gateway cu o multitudine de protocoale, inclusiv 5th Generation (5G) communication systems, dar și DEIC suportă 6 protocoale de comunicație grație modul de adaptare dedicat. MASA are două dezavantaje majore: 1. nu are capacitatea de procesare în vreme ce DEIC poate efectua procesări specifice nivelului de rețea pe care este amplasat și 2. DEIC are posibilitatea de comunicație duală pe orizontală (în cadrul nivelului Edge în care e plasat) și pe verticală (pe traseul de la IIoT și Cloud), în vreme ce MASA nu are decât comunicație pe verticală.

Se prezintă, în continuare, un exemplu de utilizare a invenției ce constă în monitorizarea parametrilor de mediu din sere care găzduiesc culturi diferite (Fig. 3-1, 3-2 și 3-3), luarea de decizii în cazul în care apar situații anormale, trimiterea de comenzi către elementele de execuție din fiecare seră precum și trimiterea de informații către Cloud (Fig 3-4). În acest caz concret, fiecare seră înglobează un IIoT. Să luăm spre exemplificare cazul în care o cultură necesită o anumită temperatură ambientală, o anumită umiditate a solului, o anumită intensitate luminoasă, o anumită compoziție chimică a substratului etc. Toți acești parametri sunt transmiși de la Cloud către DEIC într-o fază preliminară de configurare și sunt specifici culturii respective. După acest moment, DEIC preia date de la IIoT și compară valorile primite cu parametrii menționați anterior. În cazul în care, de pildă, umiditatea solului a scăzut, se transmite către IIoT o comandă de pornire a sistemelor de irigație. Tot DEIC transmite informații înspre Cloud, unde sunt stocate și analizate ulterior pentru a îmbunătăți valorile parametrilor specifici unei anumite culturi. Analiza derulată în Cloud și modalitatea



de stabilire a parametrilor funcționali nu face obiectul acestei invenții. În figura 3 a fost detaliată funcționarea DEIC 1, celelalte dispozitive se comportă similar.

Invenția propusă a fost testată pe două sere hidroponice. Prima seră a găzduit o cultură de salată iar cea de-a doua a găzduit o cultură de căpșuni. Funcționarea a fost de succes, ambele culturi ajungând la maturitate în condiții bune. Trebuie menționate următoarele aspecte: valorile inițiale ale parametrilor specifici (lumină, nutrienți, temperatură etc.) au fost obținute de la specialiști sau din lucrări de specialitate. În funcție de evoluția ulterioară a culturilor (evoluții calitative dar și cantitative) sunt determinate (în cloud) valorile parametrilor care au oferit îmbunătățiri față de situațiile anterioare și vor servi la inițializări viitoare ale dispozitivelor DEIC ce vor fi utilizate în același domeniu. În acest studiu de caz este scosă pusă în evidență capacitatea de integrare pe verticală a dispozitivului DEIC într-o structură IIoT-Cloud. Capacitatea de adaptare și configurare a dispozitivului DEIC se reflectă, în această aplicație, prin faptul că nu sunt utilizate două module (modulul de adaptare și modulul de comunicație cu alte dispozitive DEIC), ceea ce presupus doar o integrare pe verticală. În situația în care, într-o exploatare agricolă, dispunem de mai multe sere alimentate din surse de energie regenerabilă de tip panouri fotovoltaice, se urmărește ca fiecare seră să fie alimentată de sursa proprie de energie. Evident, vor exista diferențe între puterea electrică generată și cea consumată. Fiecare unitate de producție va putea fi deci considerată un prosumer, adică un consumator care poate să și producă energie. Prosumerii se pot conecta pe orizontală într-un microgrid de dispozitive de frontieră de tip Edge (adică prin DEIC) aspect care este indicat în Figura 3 prin linia verde punctată. Acest lucru vine să evidențieze capacitatea DEIC de conectare și pe orizontală, nu doar pe verticală. Modul efectiv în care se poate optimiza transferul de energie între prosumeri este descris în studiul de caz următor (care, la rândul său, poate fi văzut ca o situație de utilizare reală).

Al doilea studiu de caz este reprezentat de utilizarea DEIC într-o aplicație din domeniul Smart Grid, în care este necesară gestionarea informației între furnizori de energie, operatori, companii ce asigură mentenanța, consumatori și prosumeri. Se dorește optimizarea consumului și producției de energie ținând cont de factori de capacitate, pret și factori externi (precum condițiile meteo). Abordarea propusă prin utilizarea DEIC oferă o soluție de implementare a caracteristicilor propuse anterior doar la nivel teoretic în modelele Smart Grid: control descentralizat inteligent, distribuția inteligenței, elasticitatea rețelei, adaptare rapidă în cazul unor defecte, flexibilitate, sustenabilitate, facilitarea integrării energiei verzi și dezvoltarea unor infrastructuri inteligente. Utilizarea DEIC în astfel de aplicații are la bază implementarea algoritmilor de calcul la nivel EDGE, corelat cu capabilitățile de comunicare disponibile în Smart Grid, astfel încât să fie posibilă organizarea sub forma unui microgrid. Prin facilitarea integrării directe a echipamentelor IIoT în rețeaua Smart Grid, soluția permite adaptarea dinamică a resurselor energetice la nevoile consumatorului. Soluția a fost dezvoltată și testată în laborator prin simularea unei rețele cu două noduri pe o arhitectură similară celei prezentate în Figura 1. Echipamentul permite integrarea datelor de la consumatori, adăugarea unor informații referitoare la costul energiei și transmiterea datelor către un simulator de dispecer energetic. În Cloud au fost implementați algoritmi de predicție a producției și a consumului, luând în considerare și măsurători ale condițiilor meteorologice. În DEIC are loc agregarea datelor și implementarea unor algoritmi statici de echilibrare. Echipamentele DEIC au atât rol de nod de rețea interconectate pe verticală cu elementele de măsură, respectiv simulatorul dispecerului central, dar permit și comunicarea pe orizontală, prin transmiterea unor evenimente de alarmare în cazul unor situații neprevăzute sau pentru modificarea set-point-urilor între noduri, adaptate balanței cererii/consum specifice.

Un ultim exemplu de utilizare, de data aceasta prin care se evidențiază capacitatea de optimizare a distribuției puterii de calcul pe verticală, este prezentat prin al treilea studiu de caz care prezintă utilizarea DEIC într-o aplicație de control video cu mai multe camere:

Experimentările au fost efectuate pe o linie de asamblare/dezasamblare de laborator cu cinci stații, una dintre ele fiind echipată cu un braț robot (robot ABB cu șase axe). În plus, linia este asistată de un sistem autonom complex (SAC) de tip robot mobil. Ansamblul se bazează pe o inspecție video a poziționării produsului pe linie, în timp ce conducerea SAC se execută prin algoritmi de control bazați pe analiza de imagine. Pentru procesarea datelor dispozitivul DEIC este plasat ca interfață de frontieră între Cloud și senzori, în conformitate cu arhitectura din Figura 1. De asemenea DEIC controlează direct elementele de execuție ale SAC în timp real. La nivel local, este asigurată supravegherea completă ceea ce presupune monitorizarea întregului câmp de lucru și rularea locală a unor aplicații de tip: extragerea identității, detectarea obiectelor și analiza comportamentului în cadrul unui scenariu de aplicație de supraveghere bazat pe video. Algoritmul de control pentru brațul robot și SAC este executat la nivel de cloud, dar DEIC poate gestiona algoritmi simpli de analiză care nu necesită o putere mare de calcul. Pentru alți algoritmi care au nevoie de o putere mare de calcul, Cloudul împarte procesarea analizei cu DEIC. Distribuția ierarhică a sarcinilor între Cloud și DEIC poate îmbunătăți puterea de calcul și scalabilitatea prin partajarea resurselor de procesare. Testele au dovedit că prin această abordare volumul de date transmise în Cloud se reduce cu aproape 65%. De asemenea, performanța în timp real a fost obținută fără a introduce vreun nivel intermediar între Cloud și dispozitivele Edge.

Fiecare dintre studiile de caz prezentate arată cu preponderență felul în care un Dispozitiv de tip EDGE pentru eficientizarea transferului de date între IIoT și Cloud definit ca la revendicarea 1 asigură performanțele stipulate prin revendicarea 2 (studiile de caz 1 și 2), revendicarea 3 (studiile de caz 2 și 3) și revendicarea 4 (studiile de caz 1, 2 și 3)



DEFINIȚII

Definiția 1

IIoT = Industrial Internet of Things (eng.) se referă la o rețea de dispozitive (de regulă senzori și elemente de execuție) care au rolul de a se integra într-o aplicație industrială cu scopul de a monitoriza, gestiona și îmbunătăți funcționarea acesteia

Definiția 2

Cloud = paradigmă computațională axată pe utilizarea partajată a unor resurse bogate în schimbul utilizării unor resurse de calcul locale care ar genera costuri de exploatare mult mai ridicate. Se bazează pe agregarea de resurse hardware sub o formă unitară și oferirea de servicii către clienți prin intermediul Internetului.

Definiția 3

EDGE = paradigmă computațională care se bazează pe aducerea capacităților de procesare și de stocare mai aproape de locația în care acestea sunt necesare. Scopul principal este reprezentat de reducerea timpilor de răspuns, dar și de reducerea comunicațiilor care nu sunt absolut necesare.

Definiția 4

Gateway = dispozitiv folosit în rețele de comunicație sau de transmisii de date care permite transferul de date dintr-o rețea către altă rețea.

Definiția 5

Dispozitiv embedded = dispozitiv hardware dotat cu o capacitate de procesare de obicei limitată și care îndeplinește/realizează funcții dedicate.

Definiția 6

Task = set de instrucțiuni executate în timp real de către un calculator.



REVEDICĂRI

1. Dispozitiv de tip EDGE pentru eficientizarea transferului de date între IIoT și Cloud, caracterizat prin aceea că acesta preia date de la un IIoT, trimite date într-un cloud, realizează procesări locale, ia decizii rapide și trimite comenzi în IIoT realizând astfel o eficientizare a transferului de date prin structura respectivă.
2. Dispozitiv ca la revendicarea 1 caracterizat prin aceea că este dezvoltat ca un sistem embedded dotat cu microprocesor, memorie rapidă, memorie pentru stocare locală, module de comunicație bidirecțională și un modul adaptare, care se poate integra atât pe orizontală cât și pe verticală într-o structură de rețea ierarhizată.
3. Dispozitiv ca la revendicarea 1 caracterizat prin aceea că permite evaluarea complexității proceselor de calcul și procedează la repartizarea puterii de calcul pe diferite niveluri ale rețelei informatice, cu mențiunea că DEIC poate să fie plasat ca Gateway pe orice nivel intermediar între IIoT și Cloud (MIST sau FOG)
4. Dispozitiv ca la revendicarea 1 caracterizat prin aceea că poate fi reconfigurat cu ușurință pentru a fi utilizat în domenii diferite, pe baza setării parametrilor inițiali de funcționare și a posibilității de a se conecta la rețele IIoT printr-o gamă largă de protocoale de comunicație.



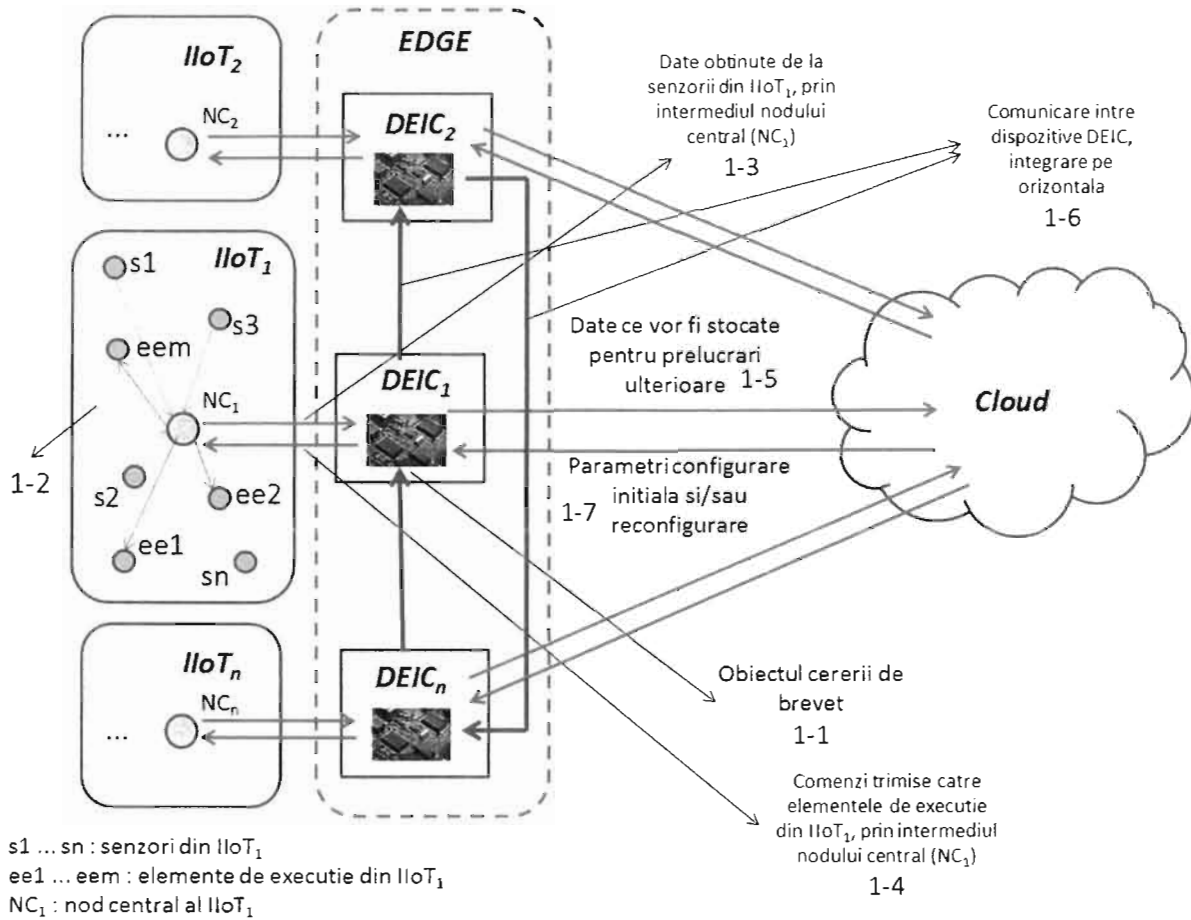


Figura.1. DEIC față de IIoT, Cloud și alte dispozitive DEIC

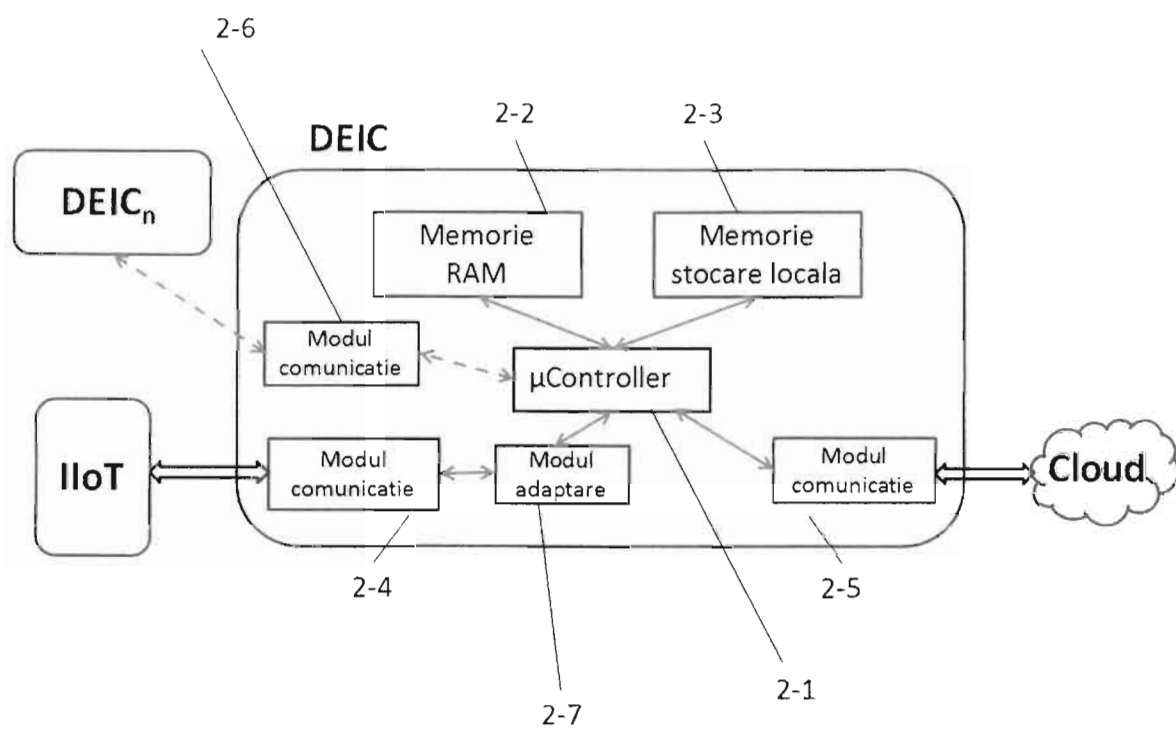


Figura 2. Arhitectura DEIC

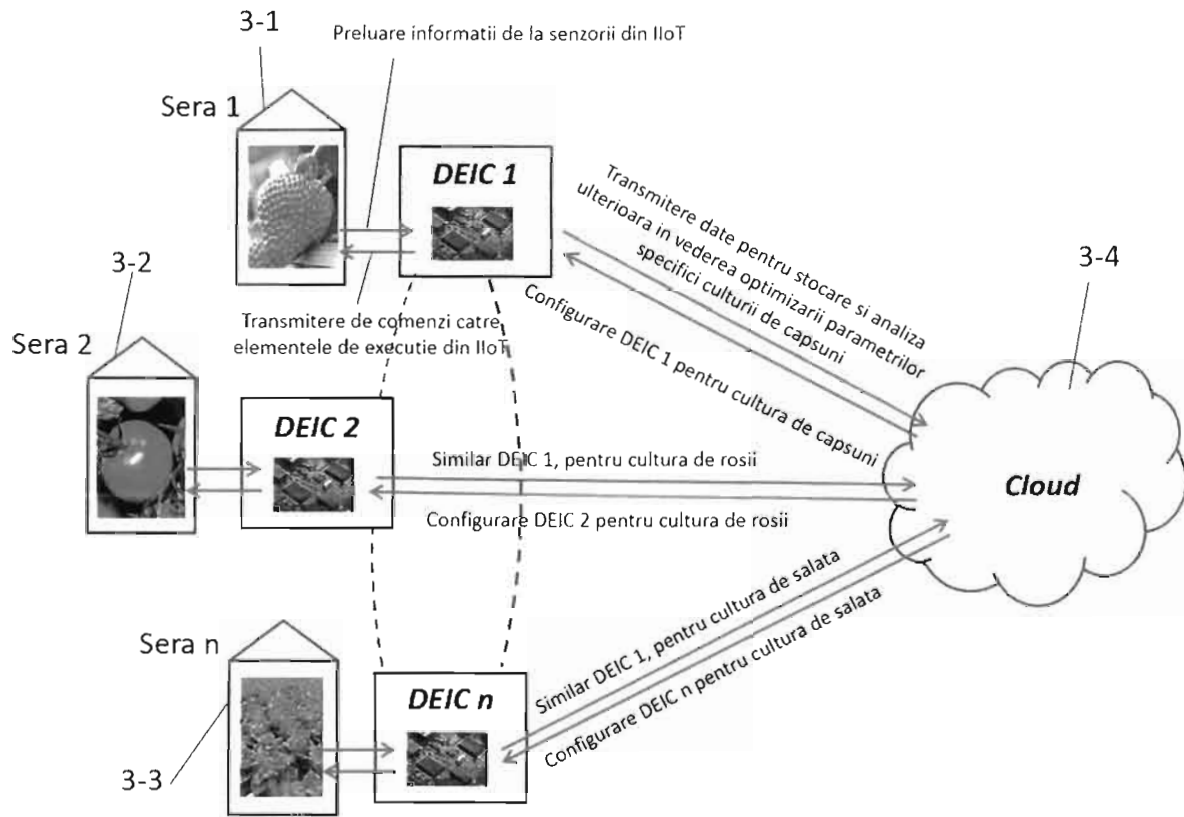


Figura 3. Exemplu de utilizare DEIC