Automatizare casei cu echipament Z-Wave folosind Inteligență Artificială pentru interfațare

**Autor:** Brînză Liviu Flavius

# IoT și automatizare

Internet of Things (IoT) și Industrial Internet of Things (IIoT) sunt două noțiuni care au cunoscut un avânt remarcabil în industria IT din ultimii ani. Majoritatea companiilor se orientează spre crearea propriilor soluții din acest domeniu, sau adaptarea unora deja existente la propriile culturi și politici, în scopuri comerciale.

IoT presupune crearea unor rețele interconectate de dispozitive, servicii și sisteme automate sau automatizabile, accesibile și controlabile prin internet. Subramura acestui domeniu cel mai des exploatat de persoanele fizice o constituie **automatizarea caselor**.

## Casă inteligentă

Chiar dacă acest concept nu mai reprezintă o noutate în ultimii ani, este totuși unul destul de puțin cunoscut pentru cei mai mulți dintre locuitori și cu atât mai puțin pus în practică.

Realizarea unui astfel de proiect înseamnă echiparea locuinței cu diferiți senzori, monitorizarea acestora și controlarea unor aparate fie manual, fie printr-un sistem automatizat, astfel încât condițiile monitorizate să se încadreze permanent în parametrii prestabiliți, sau pentru a iniția unele rutine dorite.

Cele mai des automatizate aspecte se referă la: temperatură, luminozitate, supraveghere, etc. și acționarea unor aparate electrice pentru controlarea ușilor, sistemelor audio – video, aparatelor casnice, etc.

Cea mai des întâlnită soluție o reprezintă montarea unor senzori și / sau relee pentru controlarea echipamentelor electrice și conectarea acestora la o rețea pentru a putea fi monitorizate și accesate de către un sistem central (de obicei, un computer). Pentru realizarea unor astfel de rețele există diferite soluții la ora actuală, fiecare având avantaje și dezavantaje. Printre cele mai des întâlnite merită menționate: conectivitatea prin cablu, infraroșu, bluetooth, GSM, rețea wireless simplă, sau prin protocoale radio dedicate: NFC, Zigbee, LoRa, **Z-Wave**.

## Protocolul Z-Wave

Reprezintă una dintre cele mai avantajoase protocoale de comunicare dedicată IoT-ului în general, dar axat mai ales pe echipamente pentru automatizare de case.

Spre deosebire de comunicarea tip wireless clasică, în care două componente trebuie să fie în aceași arie de acoperire pentru realizarea unei comunicări, Z-Wave are la bază protocolul 802.11, asupra căreia crează o rețea de tip plasă între toate echipamentele compatibile, în scopul extinderii ariei de acoperire și oferă posibilitatea transmiterii informației printre toate componentele conectate, până ce aceasta ajunge la destinație (information bouncing).

# Inteligență artificială

Conform definiției date de John McCarthy în 1955, inteligența artificială ar fi “o mașină care se comportă într-un mod care ar putea fi considerat inteligent, dacă ar fi vorba de un om”. Adaptând această definiție circumstanțelor cotidiene, inteligența artificială reprezintă capacitatea unei mașini de a învăța pe bază de tipare, de a memora tiparele respective și de a putea reproduce un comportament similar unui organism viu, în condiții identice.

Dezvoltarea inteligenței artificiale a luat avânt în ultimii ani datorită puterii computaționale în permanentă creștere a calculatoarelor moderne, facilitând astfel cercetările, dar și noile descoperiri în acest domeniu.

Majoritatea companiilor mari existente la nivel mondial se bazează pe inteligență artificială pentru procesare de date și interacționare cu clienți, deoarece acesta oferă o soluție de interpretare imposibilă de modelat prin programare statică.

## I.A. pentru clasificare

Chiar dacă inteligența artificială s-a răspândit în ultimii ani practic în toate domeniile de activitate, fiecare industrie implementând soluția specifică nevoilor sale, baza lor de funcționare este similară și pornește de la clasificare de date.

Cea mai versatilă soluție pentru clasificare în I.A. o reprezintă rețelele neuronale care, din punct de vedere matematic naiv, nu fac altceva decât să transpună informațiile primite într-un spațiu decizional n dimensional, cu delimitări între clase și repartajarea unei soluții finale în spațiul decizional respectiv.

Rețelele neuronale reprezintă aria cu cea mai mare viteză de dezvoltare, datorită rezultatelor sale impresionante pe care le au în interpretare și clasificare de date.

## Procesarea limbajului natural

Din punct de vedere antropologic, limbajul reprezintă cel mai eficient mijloc de comunicare între viețuitoare. Ca oameni, suntem obișnuiți să utilizăm vorbirea sau scrierea pentru transmitere de informații, bazându-ne pe reguli sintactice și semantice complexe dar concise pentru codarea și decodarea datelor. Multitudinea regulilor și sistemelor folosite în acest scop, deși intuitive pentru oameni, în analiza obiectivă, nu fac decât să ascundă informația pură ce trebuie transmisă. Realitatea este că din multitudinea cuvintelor spuse sau scrise de către un om, un procent foarte mic sunt purtătoare de informație relevantă.

Acest lucru, deși neimportant la prima vedere, reprezintă o dificultatea în momentul în care se dorește interacționarea fie cu o altă viețuitoare, fie cu o mașină.

Procesarea limbajului natural, din punct de vedere al programării, reprezintă procesul de extragerea informației relevante dintr-un mesaj verbal transmis de către om, astfel încât calculatorul / programul să poată interpreta și „înțelege” ceea ce i se comunică.

## Inteligență artificială în automatizare de case folosind NLP (natural language processing)

În ultimii ani au apărut o multitudine de așa numiți asistenți personali capabili să interacționeze cu utilizatorii folosind limbaj natural. În practică, aceste sisteme așteaptă comenzi de la utilizatori (printr-un microfon), procesează comanda (prelucrarea limbajului natural) și fie răspund unor cereri, fie execută comenzile cerute.

Astfel de sisteme sunt folosite și în continuare dezvoltate pentru automatizare de case, cu rezultate remarcabile. Printre cele mai cunoscute și de succes merită menționate:

* **Amazon Alexa**: Dezvoltat de Amazon, integrat cu Amazon Echo
* **Apple Siri**: asistentul Apple, folosit împreună cu soluția lor pentru automatizare “HomeKit”
* **Microsoft Cortana**: asistentul de la Microsoft, folosit în soluția lor de automatizare „HomeHub**”**
* **IBM Watson**: cea mai holistică soluție de asistent personal la ora actuală

Toate soluțiile menționate anterior oferă posibilitatea de interacționare folosind limbaj natural, pot controla echipamente casnice și pot răspunde într-un limbaj omenesc, cu rezultate excepționale.

Deși foarte bune, aceste produse prezintă același dezavantaj: interpretează inputurile primite folosind inteligență artificială, într-un cloud dedicat (cloud computing). Acest lucru înseamnă că utilizatorii trebuie să fie înregistrați în prealabil pentru a putea utiliza aceste servicii și trebuie să existe o conexiune permanentă la internet ca acestea să funcționeze.

# A.L.I.C.E. (Automation of Locally Integrated Control Equipment)

A.L.I.C.E. reprezintă soluția propusă pentru realizarea unui sistem de casă inteligentă offline, implementat pe echipamente simple și ieftine, capabil sa interacționeze cu utilizatorii folosind limbajul natural ca date de intrare, interpretarea acestora folosind o rețea neuronală pentru clasificarea comenzilor și executarea lor cu ajutorul unor componente capabile să comunice prin Z-Wave.

Printre avantajele utilizării sale merită menționate:

* Soluție complet locală și izolată: nu se bazează pe internet pentru procesare de date
* Componente accesibile: toate componentele se pot cumpăra din comerț și nu necesită adaptări
* Ușor extensibil: folosind inteligență artificială, posibilitatea integrării unor noi componente este nelimitată
* Interacționare naturală: nu necesită învățarea unor tipare de comenzi specifice din manuale de utilizare

## Arhitectura componentelor Hardware



Figură : A.L.I.C.E. - Componente HW

La nivel hardware, următoarele componente vor fi utilizate:

1. **Terminal de I/O pentru acces la pagina web** 
   * Interacționare cu pagina web Node-RED afișând stare curentă a echipamentelor Z-Wave
   * Introducerea comenzilor
2. **Raspberry Pi 3 model B**
   * Procesează inputul de la interfața web, interpretează comenzile (NLP cu ajutorul unei rețele neuronale de clasificare) și trimite comenzile de Z-wave către USB
3. **USB Z-Wave controller stick**
   * Comunică cu toate echipamentele conectate în rețeaua Z-Wave
4. **Bec și termostat compatibile Z-Wave**
   * Echipamentele de controlat

## Arhitectura componentelor Software



Figură : A.L.I.C.E. - Componente SW

Principalele componente SW:

* **Modulul Node-RED:**
  + Reprezintă calea de interacționare cu A.L.I.C.E
  + Compus din interfața utilizator (Dashboard) și serverul web
* **Modulul Pyhon:**

1. **Web Interface Controller**
   * Realizează comunicarea cu modulul Node-Red prin intermediul protocolului MQTT
2. **Application Controller**

* Submodulul principal al aplicatiei A.L.I.C.E. realizează interacționarea tuturor submodulelor

1. **Text Processor**
   * Preprocesează propozițiile scrise de utilizator eliminând părțile irelevante pentru înțelegerea mesajului
2. **NLP Classifier Neural Network**
   * Rețeaua neuronală responsabilă pentru interpretarea propozițiilor primite ca input, clasificându-le în categorii de comenzi
3. **Internal State machine**
   * Mașina de stare a aplicației cu ajutorul căreia se vor decide următorii pași ce trebuie executați pentru a realiza comanda cerută.
4. **Zwave Adapter**
   * Realizează comunicarea cu rețeaua Z-Wave (trimitere și primire de mesaje)
5. **Zwave Commands**
   * Un set de șabloane de comenzi prestabilite pentru fiecare comandă zwave cunoscută de sistem