

Diana-Aderina MOISUC
Faculty of Economics and Business Administration, Babeş-Bolyai University of Cluj-Napoca
Mihai-Constantin AVORNICULUI
Faculty of Economics and Business Administration, Babeş-Bolyai University of Cluj-Napoca
Melinda Timea FÜLÖP
Faculty of Economics and Business Administration, Babeş-Bolyai University of Cluj-Napoca

COGNITIVE SYSTEMS. REDEFINING THE COOPERATION BETWEEN MAN AND SYSTEM

Theoretical
Articles

Keywords

Cognitive systems,
Big Data,
Natural Language Processing,
Machine Learning

JEL Classification

M15

Abstract

Cognitive systems appeared as a response to the real challenges brought by the Big Data phenomenon. It was found that the solutions for solving difficult problems caused by this phenomenon could be brought by using artificial intelligence tools. In this context a convergence between Big Data and Artificial Intelligence happened, which determined the start of a new stage in system development, namely the era of cognitive systems. The potential of these systems is given by the characteristics that differentiate them from other systems. The cognitive systems offered solutions and were used with success in complex projects from the medical and financial sectors. The architecture of cognitive systems is complex. These systems are designed so that they use artificial intelligence tools when processing source content, producing analytical solutions which can be used in the decision process. In this paper base concepts, the characteristics and architecture of cognitive systems, the benefits brought by the development and use of them were presented.

INTRODUCERE

O radiografie a mediului decizional actual ar scoate în evidență un aspect foarte important și anume problema ridicată de tendința ca totul să poată fi digitalizat și transformat în date. S-a constatat apariția unui așa-zis câmp de date global.

Planeta în sine a generat dintotdeauna o imensă cantitate de date, dar nu existau instrumentele necesare pentru captarea acestora. Acum totul este interconectat și se poate constata cum efectiv planeta a dezvoltat un sistem nervos central.

Orașele, companiile, lumea în care trăim, reprezintă sisteme complexe, adevărate sisteme ale sistemelor, pentru care trebuie să fie elaborate strategii noi. Pentru o planetă mai inteligentă este nevoie de o transformare fundamentală a managementului și a guvernării, de abordări care să pună un accent mai mare pe colaborare.

Datele sunt captate azi cum nu au mai fost niciodată. Aceasta face ca totul să fie transparent, de la modele vaste și sistemice ale piețelor globale, fluxurilor de lucru, infrastructurilor naționale și sistemelor naturale, până la locația, temperatura, securitatea și starea în care se află fiecare element din lanțul global de aprovizionare. Nu poate fi omis nici torentul tot mai mare de informații de la miliardele de indivizi ce utilizează rețelele sociale. Aceștia sunt clienți, cetățeni, studenți și pacienți. Ei transmit ce gândesc, ce le place, ce își doresc, și la ce sunt martori. La fel de important este că acum, mai mult ca oricând, toate aceste date apar în timp real (IBM.com, 2016)

Se poate concluziona că totul poate fi tradus în stocuri uriașe de date, începând de la datele despre afaceri, până la datele cu caracter personal ale fiecăruia dintre noi. Dar datele în sine sunt nefolositoare, cel mai important aspect de reținut fiind faptul că ele pot deveni acționabile, dacă sunt prelucrate și interpretate.

Ne confruntăm cu fenomenul *Big Data*, definit de către (Schönberger & Cukier, 2013) ca fiind "Datele păstrate și prelucrate în cantități imense, în medii de stocare mai ieftine, cu metode de procesare rapide și cu algoritmi performanți". *Big Data* sunt caracterizate de cei patru V (Hilbert, 2016):

- Volum – cantitatea de date disponibilă actual este impresionantă – de ordinul Zettabytes. Datele sunt în creștere la o rată exponențială. Dar nu numai volumul de date este în creștere ci și numărul de surse de date este de asemenea în creștere;
- Varietate – creșterea surselor de date a alimentat și creșterea tipurilor de date. De fapt, majoritatea datelor sunt acum în forme nestructurate (cum ar fi: video, imagini, simboluri și limbaj natural) și necesită o pre-procesare pentru a putea fi corect folosite;

- Viteză – *Big Data* merg mână în mână cu *Fast Data* (date cu mare viteză). În principiu, oamenii nu numai că vor toate datele, ci le vor cât mai repede posibil – aceasta produce trendul către *Fast Data*. Datele de mare viteză pot însemna milioane de rânduri pe secundă, scopul lor principal fiind analizele și soluțiile în timp real.

- Veridicitate – Cum se poate acționa pe baza unor informații, dacă nu sunt de încredere? Stabilirea încrederii în datele pe care le folosește orice companie reprezintă o provocare uriașă odată cu creșterea surselor și tipurilor de date. Când există dubii despre calitatea unor date, trebuie luate măsuri suplimentare de verificare a veridicității lor. Marea provocare pe care o reprezintă corecta interpretare a datelor existente se reflectă, între altele, și în costurile exorbitante care pot apărea în cazul erorilor

Analizând definiția și caracteristicile *Big Data* se poate concluziona că fenomenul ridică probleme dificile, dar ele sunt rezolvabile cu ajutorul instrumentelor inteligenței artificiale, utilizând tehnologiile NLP (Natural Language Processing), *Data Mining* și *Machine Learning*.

De exemplu, legat de varietatea datelor, dacă se dorește ca un sistem să poată să răspundă cu precizie și cu acuratețe la întrebări, să prelucreze date nestructurate obținute sub forma limbajului natural, este nevoie de interfețe conversaționale între om și calculator, în contrast cu interfețele tradiționale care utilizează limbaje de programare. Inteligența Artificială este cea care asigură crearea unei lingvistici computaționale, cu ajutorul tehnologiilor NLP.

În ceea ce privește volumul mare de date și al necesității prelucrării lor în timp real, cu ajutorul proceselor de *Data Mining* se vor putea analiza cantități mari de date și se vor putea extrage informații relevante din acestea folosind metode matematice și statistice (Gubán & Gubán, 2012).

Pentru verificarea și controlul veridicității datelor, sistemele utilizate trebuie să înmagazineze expertiză și să aibă capacitate de învățare. Cu ajutorul soluțiilor *Machine Learning* se vor putea face previziuni, se vor putea lua decizii bazate pe date. Algoritmii de *machine learning* vor putea fi utilizați în moduri mai creative decât oricând, de la scopuri bine definite, până la modalități surprinzătoare prin care pot ajuta companiile să dezvolte produse superioare și mai inteligente.

Binomul alcătuit din *Big Data* și Inteligența Artificială (cu diferitele aplicații ale acesteia) a dus la apariția unei noi categorii de sisteme și anume *sistemele cognitive* (Cranganu, 2015).

Obiectivul lucrării de față este de a defini conceptele de bază și particularitățile sistemelor cognitive, beneficiile aduse de dezvoltarea și utilizarea acestora.

Din punctul de vedere al demersului metodologic specific elaborării prezentei lucrări, în prima parte

se va face referire la cadrul conceptual-teoretic al sistemelor cognitive, pornind de la identificarea definițiilor, caracteristicilor de bază și tipurilor de probleme cărora li se adresează. Se va prezenta apoi arhitectura acestor sisteme. Conturarea particularităților sistemelor cognitive, în mod special în ceea ce privește componentele și construirea acestora, prezentarea celor mai recente aplicații, vor conduce la atingerea obiectivului lucrării de față și anume evidențierea beneficiilor aduse de această nouă categorie de sisteme.

SISTEMELE COGNITIVE

În acord cu literatura de specialitate, se observă că sistemele cognitive se bucură de o atenție sporită din partea mediului de cercetare. S-a încercat să se găsească o definiție a noului concept, care ar putea fi utilizată ca punct de referință de către industria IT, cercetători, mass-media, utilizatorii de tehnologie și cumpărători. Se identifică de atunci numeroase definiții ale acestui concept conform cărora: "În general, termenul de sistem cognitiv a fost folosit pentru a se referi la noile componente hardware și software care imită funcționarea creierului uman și ajută la îmbunătățirea procesului decizional" (Terdiman, 2014); "Sistemele cognitive sunt o categorie de tehnologii care utilizează procesarea limbajului natural, împreună cu cele de data mining și machine learning, utilizând un volum foarte mare de date structurate și nestructurate. Aceste sisteme vor auto-învăța și interacționa ca să ofere asistență decidenților, într-un interval de timp mult mai scurt decât cel necesar în prezent (Cranganu, 2015)"; "Sistemele cognitive sunt acele sisteme care sunt capabile să învețe, să raționeze cu un scop bine definit, să interacționeze cu oamenii în mod natural. Fără să fie în mod explicit programate, ele învață și raționează bazându-se pe interacțiunile cu factorul uman și cu mediul, având capacitatea de a recunoaște modele și conexiuni în toate tipurile de date, inclusiv în cele nestructurate care provin din conținut video, de pe rețelele sociale, de la dispozitivele mobile, senzori, sunete (Kelly, 2016)".

Pentru a înțelege sistemele cognitive, ele trebuie plasate într-un context istoric. Conform lui (Kelly, 2016) până acum au existat două perioade distincte ale sistemelor de calcul și anume cea a tabelor (1900–1940) și cea de programare (1950– până în prezent), era sistemelor cognitive reprezentând cea de-a treia perioadă în evoluția sistemelor.

Spre deosebire de sistemele anterioare, care necesită reguli codificate introduse în sistem de către persoane specializate, sistemele cognitive pot procesa limbajul natural și date nestructurate și pot să învețe din experiență, în mod similar oamenilor. Sistemele cognitive vor înmagazina expertiza din domeniu și vor acționa ca sisteme de suport

decizional, ajutând decidenții în diverse domenii, cum ar fi: domeniul asistenței medicale, domeniul financiar sau cel al serviciilor pentru clienți.

CARACTERISTICILE SISTEMELOR COGNITIVE

Puterea sistemelor cognitive (modul în care acestea reușesc să îmbunătățească, să măsoare și să accelereze procesele care necesită expertiză umană) este dată de caracteristicile lor (Feldman, 2016):

- *Adaptabile.* Sistemele cognitive sunt proiectate ținând cont de faptul că informațiile suferă modificări, obiectivele și cerințele evoluează, iar răspunsul lor trebuie să vină în timp real (Ferrucci, și alții, 2010). Aceste sisteme învață din training, interacțiuni și rezultate deja obținute. Practic, sistemele cognitive învață și se adaptează odată cu fiecare nouă sursă de date preluată în corpus – ul lor (de exemplu date de producție, jurnale de întreținere a echipamentului, analiza accidentelor produse, grafice ale timpilor ne-productivi etc). Toate aceste adăugări de date conduc la creșterea calității raționamentelor și a acurateței recomandărilor.

- *Interactive.* Sistemele cognitive trebuie să interacționeze cu ușurință cu utilizatorii (fie că e vorba de oameni, alte procesoare sau dispozitive și servicii cloud). Ele înțeleg limbajul natural și comunicarea în stil uman, pot înțelege intenția persoanei care întreabă, iar răspunsul lor este bazat pe relevanța și rațiunea faptelor invocate.

- *Iterative.* Aceste sisteme ajută la definirea problemelor punând întrebări sau găsind surse suplimentare de date în cazul în care informațiile sunt ambigue sau incomplete. Ele trebuie să își "amintească" interacțiunile anterioare și să returneze informații potrivite pentru aplicația specifică, în acel moment de timp.

- *Contextuale.* Sistemele cognitive trebuie să înțeleagă, să identifice și să extragă elemente contextuale cum ar fi: sensul, sintaxa, timpul, locația, domeniul adecvat, reglementările, profilul utilizatorului, sarcinile și obiectivele (Deanfelis, 2014). Acestea pot utiliza mai multe surse de informații, inclusiv informații digitale, atât structurate și nestructurate, precum și intrări senzoriale (vizuale, gestual, auditiv sau senzor furnizat).

APLICAȚII ALE SISTEMELOR COGNITIVE

În anul 2011 IBM a dezvoltat primul sistem cognitiv și anume sistemul Watson. Se poate menționa și faptul că IBM Deep Blue, predecesor al sistemului Watson, a reprezentat primul computer din istorie care a reușit să învingă un campion mondial la șah în 1997, anulând

prejudecata conform căreia “nu s-a creat încă un computer care să câștige la șah în fața unui mare maestru”.

Watson reprezintă un sistem computerizat, cu inteligență artificială, capabil să răspundă la întrebări puse în limbaj natural (IBM.com, 2016). Acest sistem a fost dezvoltat prin proiectul DeepQA - IBM de către o echipă de cercetare (IBM Research, 2016) condusă de David Ferrucci și poartă numele primului președinte IBM, Thomas J. Watson (Hale, 2011).

Demonstrația publică a lui Watson a fost spectaculoasă. Sistemul a concurat în direct cu doi campioni în cadrul emisiunii concurs ”Jeopardy”, de tip „Cine știe, câștigă!”, foarte populară în Statele Unite. Primul sistem cognitiv din lume a avut acces la 200 milioane de pagini de conținut structurat și nestructurat, incluzând textul complet al enciclopediei Wikipedia (Chandrasekar, 2014). Datele au fost stocate pe 4 TB de memorie internă. Învîngându-i fără drept de apel pe cei doi campioni, Watson a câștigat un premiu de \$1.000.000 și dreptul de a inaugura noua eră a viitorului computațional.

În mod constant Watson și-a depășit adversarii umani, dar a întâmpinat dificultăți în cazul câtorva categorii de întrebări care aveau indicii scurte și conțineau numai câteva cuvinte. Pentru fiecare indiciu, primele trei răspunsuri cele mai probabile ale lui Watson erau afișate pe un ecran de televiziune (Zimmer, 2011). Watson nu a fost conectat la Internet în timpul jocului (Raz, 2011).

După debutul public spectaculos al lui Watson, compania IBM a organizat (în perioada 2011-2013) o divizie internă de startup menită să valideze sistemele cognitive. În februarie 2013, IBM a anunțat că prima cerere comercială a sistemelor software Watson ar fi pentru utilizarea în deciziile de management luate în tratamentul cancerului pulmonar la Memorial Sloan Kettering Cancer Center în colaborare cu firma de asigurări de sănătate Wellpoint (Upbin, 2013).

În 2014 a început faza de comercializare a sistemului prin crearea Grupului IBM Watson. Până în prezent, IBM a investit un miliard de dolari în această afacere, în care sunt folosiți mii de programatori din lumea întreagă pentru a scrie codurile de calcul și pentru a testa și valida sistemele cognitive.

În anul 2014, IBM a înființat Grupul Chemicals & Petroleum, care s-a implicat cu mare succes în implementarea noii tehnologii computaționale în activitățile din industria petrolului și gazelor convenționale și neconvenționale.

Două exemple ulterioare lui Watson, sunt proiectul DeepMind (2014) al lui Google și platforma Zeroth (2015), produsă de Qualcomm.

Procesarea imaginilor digitale a permis sistemelor Watson să ofere soluții (IBM.com, 2016), la început, medicilor oncologi (pentru utilizare în

depistare, diagnoză și tratament), iar mai târziu și geologilor (pentru stabilirea structurii și conținutului în fluide ale porilor rocilor, atribute seismice etc.).

Sistemele cognitive au început să reprezinte noua frontieră a cunoașterii și în domeniul roboticii: mașini complet automate sau semi-automate pot opera și executa operații în medii periculoase sau îndepărtate, înlocuind personalul uman și mărind astfel coeficientul HSE (Health, Safety, and the Environment - sănătate, siguranță, protecția mediului).

ARHITECTURA SISTEMELOR COGNITIVE

În arhitectura sistemelor cognitive se regăsesc următoarele componente grupate pe trei nivele, puse în evidență în Figura 1:

Nivelul I

- Platforma de date și analize;
- Tehnologii de prelucrare a limbajului natural (NLP);
- Module de machine learning;
- Motorul de modelare și procesare.

Nivelul II

- Sursele de conținut;
- Serviciile pentru ciclul de viață al conținutului;
- Colecția de date;
- Motorul de bază

Nivelul III

- Soluții analitice
- Aplicații de analiză cognitive

Sistemele cognitive sunt proiectate astfel încât să utilizeze componentele de la primul nivel (tehnologiile de procesare a limbajului natural, modulele de machine learning, etc) pentru prelucrarea surselor de conținut de la nivelul al doilea, generând soluții analitice (componentele de la cel de-al treilea nivel) care ajută la îmbunătățirea procesului decizional.

Sursele de conținut suferă o serie de modificări: mai întâi se extrag informațiile relevante pentru domeniu, se importă datele pentru utilizare în timp real, după care se aplică servicii de îmbunătățire a calității datelor.

Datele astfel prelucrate vor fi ingerate în colecția de date ce cuprinde indici de căutare, modele semantice și cunoștințe derivate. Se crează astfel conexiuni prin descoperire, urmând ca motorul de bază să analizeze întrebările, să genereze ipoteze, să puncteze rezultatele, apoi să le combine și evalueze.

BENEFICIILE ADUSE DE SISTEMELE COGNITIVE. PERSPECTIVE ALE CERCETĂRII.

Dialogul natural om-mașină creează un avantaj competitiv clar: exploatează cunoștințele colective ale companiilor și toate datele interne și externe disponibile pentru a lua decizii inteligente – mai rapide, mai calificate și mai documentate. Folosirea sistemelor cognitive reprezintă, astfel, o pârghie eficientă pentru mărirea productivității. Scopul sistemelor cognitive este de a realiza economie de energie, creșterea performanței și a caracterului privat al operațiunilor.

Sistemele cognitive vor progresa foarte mult în timp, datorită capacității de acumulare a cunoștințelor și a faptului că sunt capabile să învețe din domenii specifice limbajul, terminologia, procesele și metodele de interacțiune.

În toată lumea, lideri vizionari ai mediilor economice și guvernamentale și ai societății civile au sesizat potențialul sistemelor cognitive pentru susținerea creșterii economice, îmbunătățirea imediată a eficienței, dezvoltare durabilă și progres social.

Impactul sistemelor cognitive asupra economiei și asupra societății în general va fi de natură structurală și respectiv mentală. Deciziile și acțiunile integrate și interactive între sistem și individ sau grupuri vor reprezenta cerințe pentru noua generație de sisteme de cooperare om-mașină. Integrarea sistemelor cognitive în procese de producție sau de decizie economică va reprezenta o necesitate (Aloimonos, 2013).

Se preconizează că în următorul deceniu, odată cu utilizarea sistemelor cognitive:

- interacțiunea om-sistem să atingă un nivel de cooperare care să asigure optimalitatea rezultatului decizional final, iar includerea omului în procesul decizional să se realizeze pe baza unor modele comportamentale cu capacitate de auto-organizare (Aloimonos, 2013).

- arhitectura sistemelor de producție sau de servicii să cunoască un salt conceptual semnificativ spre arhitecturile emergente în care atribute ca autonomia și auto-organizarea să fie incluse în mod natural

Sistemele cognitive se bucură de o atenție sporită din partea mediului de cercetare. Acest tip de cercetare reprezintă o adevărată provocare pentru că implică un grad înalt de interdisciplinaritate și expertiză de cel mai înalt nivel.

Cercetările vor fi orientate spre conceperea și dezvoltarea de platforme hardware și software cu nivel ridicat de inteligență, pentru cooperarea eficientă om-sistem, pentru extinderea capacității intelectuale umane la sisteme tehnice cu autonomie ridicată.

Rezultatele cercetării în această direcție pot fi folosite pentru aplicații în sistemul de educație (de

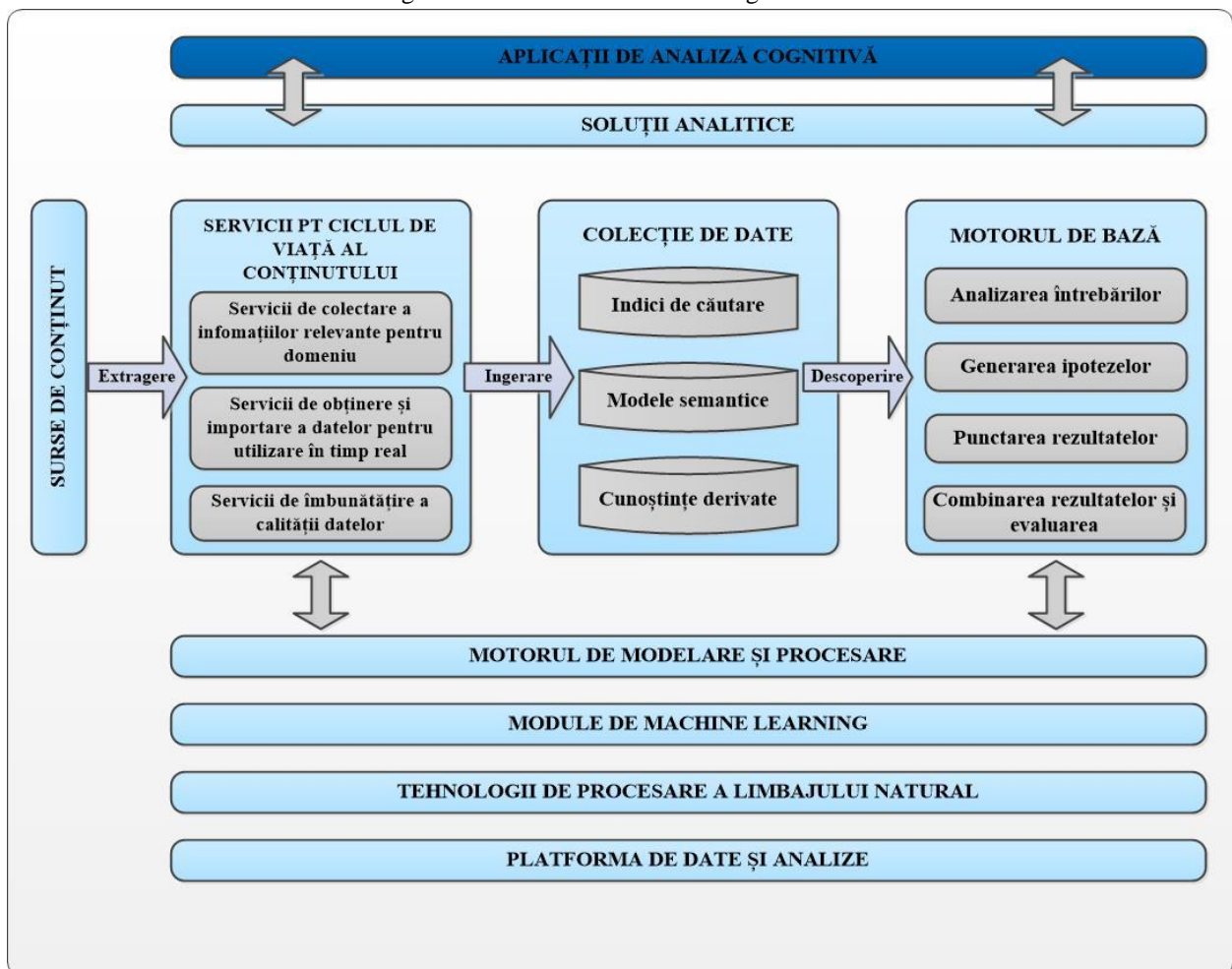
la aplicații pentru integrarea persoanelor cu dizabilități, la diagnostic și crearea de instrumente dedicate de învățare prin definirea de formalisme care să surprindă procesele mentale ale acestora), în administrația publică și securitate. Piața este extrem de tânără, dar aplicații de acest tip încep deja să fie implementate în alte țări, interesul crescând exponențial în ultimii 5 ani.

REFERINȚE

- [1] Aloimonos, Y. (2013). Cyber-Physical-Systems. Preluat de pe Connection computer and information system with the physical world: https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/el/12-Cyber-Physical-Systems020113_final.pdf
- [2] Bhardwaj, R.. Cognitive computing: Can computers learn from experience? Preluat de pe: <http://www.slideshare.net/radhikabhardwaj3914/cognitive-computing-48072257>
- [3] Chandrasekar, R. (2014). Elementary? Question answering, IBM's Watson, and the Jeopardy! challenge. Resonance, Volume 19, Issue 3, pp 222-241.
- [4] Cranganu, C. Era sistemelor cognitive: Inteligență Artificială + Big Data. Preluat de pe Contributors.ro: <http://www.contributors.ro/media-tech/era-sistemelor-cognitive-inteligen%C8%9Ba-artificiala-big-data/>
- [5] Cyber-Physical-Systems. Preluat de pe Connection computer and information system with the physical world: https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/el/12-Cyber-Physical-Systems020113_final.pdf
- [6] Deanfelis, S.. Will 2014 Be the Year You Fall in Love With Cognitive Computing? Preluat de pe Wired: <https://www.wired.com/insights/2014/04/will-2014-year-fall-love-cognitive-computing/>
- [7] Feldman, S. (2016). Cognitive Computing. Online Searcher, Jan/Feb2016, Vol. 40 Issue 1, 38-45.
- [8] Ferrucci, D., Brown, E., Chu-Carroll, J., Fan, J., Gondek, D., Kalyanpur, A., & Lally, A. (2010). Building Watson: an overview of the DeepQA Project. Association for the Advancement of Artificial Intelligence, 59-79.
- [9] Gubán M., Gubán Á. (2012). Heuristic methods and examination of production scheduling, In I V Antonova, V F Lukinikh, O I Denisenko, A I Reznikova, I V Lukinikh (ed.) Logistics - Eurasian Bridge: Materials of VIIth International scientific and practical

- conference. Krasnoyarsk: Centr Informacii, 5–17.*
- [10] Hale, M. Actors and Their Roles for \$300, HAL? HAL! Preluat de pe The New York Times:
<http://www.nytimes.com/2011/02/09/arts/television/09nova.html>
- [11] Hilbert, M. (2016). Big Data for Development: A Review of Promises and Challenges. *Development Policy Review* 34(1), 135–174.
- [12] IBM. IBM - O planeta mai inteligenta. Preluat de pe IBM Romania:
<http://www.ibm.com/smarterplanet/ro/ro/overview/ideas/>
- [13] IBM Research. The DeepQA Research Team - IBM. Preluat de pe The DeepQA Research Team:
http://researcher.watson.ibm.com/researcher/view_group.php?id=2099
- [14] IBM.com. IBM Watson. Preluat de pe IBM Warson:
<http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/ibm/watson/>
- [15] Kelly, J. Computing, cognition and the future of knowing. How humans and machines are forging a new age of understanding. Preluat de pe Computing_Cognition_WhitePaper:
http://www.research.ibm.com/software/IBMResearch/multimedia/Computing_Cognition_WhitePaper.pdf
- [16] Raz, G. (2011, 01 28). Can a Computer Become a Jeopardy! Champ?, National Public Radio,. Preluat de pe NPR:
<http://www.npr.org/2011/01/08/132769575/Can-A-Computer-Become-A-Jeopardy-Champ>
- [17] Schönberger, V., & Cukier, K. (2013). *Big Data: A revolution that will transform how we live*. New York: Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company.
- [18] Terdiman, D. (2014). IBM's TrueNorth processor mimics the human brain. Preluat de pe CNET: <https://www.cnet.com/news/ibms-truenorth-processor-mimics-the-human-brain/>
- [19] Upbin, B. IBM's Watson Gets Its First Piece Of Business In Healthcare. Preluat de pe Forbes:
<http://www.forbes.com/sites/bruceupbin/2013/02/08/ibms-watson-gets-its-first-piece-of-business-in-healthcare/#2715e4857a0b490c612444b1>
- [20] Zimmer, B. Is It Time to Welcome Our New Computer Overlords? Preluat de pe The Atlantic:
<http://www.theatlantic.com/technology/archive/2011/02/is-it-time-to-welcome-our-new-computer-overlords/71388/>

Figura 1. Arhitectura sistemelor cognitive



Sursă: prelucrat de autori după (Bhardwaj, 2015)