

Cod proiect: COFUND-CHIST-ERA-SOON

Nr contract: 101/17.04.2019

Titlul (în Ro): Rețea Socială de Dispozitive Inteligente

Titlul (în En): Social Network of Machines

Acronimul: SOON

*Universitatea de Medicină, Farmacie, Științe și Tehnologie "George Emil Palade"
din Târgu Mureș (UMFST)*

Durata contractului: 17/04/2019 - 28/02/2022

Rezumat

Etapa I : Anul 2019

Explorarea, identificarea și analiza cerințelor

Data începerii și raportării etapei I: 17.04.2019 / 02.12.2019

1. Obiectivele primei etape: anul 2019

1.1. Context. Aspecte preliminare

În ultima perioadă sunt vehiculate numeroase concepte care au la bază descoperiri și noi tehnologii, multe provenind din domeniul tehnologiei informației și comunicării (TIC) ce permit eficientizarea activităților de producție industrială. Un concept care reunește sub o singură umbrelă astfel de abordări îl regăsim sub denumirea de "Industria 4.0". Proiectul de față, propus în cadrul apelului "Modelarea industrială a datelor și a proceselor pentru fabrici inteligente" lansat în 2017, urmărește să investigheze impactul pe care l-ar aduce utilizarea agenților sociali autonomi la optimizarea proceselor de producție încadrate în conceptul de Industrie 4.0.

În accepțiunea proiectului, agenții sociali sunt priviți ca entități cyber-fizice capabile să opereze autonom în scopul optimizării unei palete largi de procese industriale bazându-se pe modele comportamentale inspirate după modelele rețelelor sociale umane. Ideea care se urmărește este aceea de a introduce o componentă inteligentă capabilă să asigure un proces colaborativ atât la nivel de utilaj, secție de producție cât și extern. Linia de bază urmărită în proiect este aceea de a crea un cadru specific Internetului Tuturor Lucrurilor (Internet of Everything - IoE) care să interconecteze procese, date și oameni. Acest lucru este posibil dacă există modalități de interconectare a acestor elemente pe baza unei paradigme ușor de înțeles și aplicat.

În prima etapă de raportare a proiectului, consorțiul format din trei universități, un institut de cercetare al unei academii și trei companii industriale cu profil de producție

distinct din diferite țări europene s-a focusat pe crearea cadrului de implementare a propunerii, aspecte care sunt prezentate pe scurt în acest rezumat.

Consortiul de implementare este compus din următoarele entități:

- Universitatea de Științe Aplicate și Arte Elveția de Vest (HES-SO) din Elveția, coordonator de proiect;
- Academia Slovacă de Științe (SAV) din Slovacia;
- Universitatea din Oviedo (UNIOVI) din Spania;
- Universitatea de Medicină, Farmacie, Științe și Tehnologie „George Emil Palade” din Târgu Mureș (UMFST);
- Compania Tornos SA (Tornos) din Elveția, partener industrial;
- MAT-obaly, s.r.o. (MAT) din Slovacia, partener industrial;
- ArcelorMittal (AMI3) din Spania, partener industrial.

Nomenclator acronime și abrevieri

AC	Acord de colaborare (Consortium Agreement)
ERP	Sistem pentru planificarea resurselor întreprinderii (Enterprise Resource Planning)
HPC	Sistem de calcul de înaltă performanță (High-Performance Computing)
IA	Inteligența artificială (Artificial Intelligence)
IIoT	Internetul industrial al lucrurilor (Industrial Internet of Things)
IoE	Internetul tuturor lucrurilor (Internet of Everything)
NGSI	Interfața de servicii de generație nouă (Next Generation Service Interface)
OEE	Efectivitatea generală a echipamentului (Overall Equipment Effectiveness)
SBC	Calculator mono-placă (Single-Board Computer)
SMA	Sistem multiagent (Multiagent System)
SoC	Sistem într-o capsulă (System-on-a-Chip)

1.2. Obiectivele aferente anului 2019

Obiectivul general al acestui proiect este de a investiga impactul utilizării agenților sociali autonomi inteligenți pentru optimizarea proceselor de producție industrială în cadrul Industriei 4.0 din perspectiva menținerii în funcțiune la parametri nominali a proceselor și evitarea întreruperilor prin aplicarea unor măsuri adecvate de mentenanță predictivă. Soluția propusă constă în principal în anticiparea și depistarea timpurie a apariției defecțiunilor, identificarea naturii defecțiunilor, respectiv localizarea acestora.

Obiectivele specifice acestei etape se pot clasifica în obiective a căror realizare în întregime este propusă în această etapă și obiective care încep în această etapă și se derulează de-a lungul mai multor etape.

Obiectivul specific etapei cu realizarea în întregime în prima etapă:

- Identificarea nevoilor particulare ale mediului industrial din perspectiva Industriei 4.0.

Obiectivele specifice etapei cu continuarea realizării în următoarea etapă:

- Inițierea proiectării unei arhitecturi de sistem multiagent pentru mentenanță predictivă;
- Inițierea conceperii unei ontologii aferente SMA;
- Inițierea definirii scenariilor de mentenanță predictivă;
- Inițierea definirii specificațiilor cadrului de integrare a soluției de mentenanță predictivă bazată pe SMA;
- Concepere platformă de testare și evaluare soluții IIoT/IoE pentru mentenanță predictivă;
- Planificarea strategiei de diseminare a proiectului.

1.3. Activitățile specifice ale etapei

În cadrul etapei de raportare, pe baza planului de realizare, au fost începute și/sau derulate în cadrul consorțiului următoarele activități principale:

Act 1.1. *Specificarea cerințelor industriale.*

Activitatea a constat în identificarea, specificarea și analiza cerințelor industriale pornind de la scenariile reale din industrie. Cu ajutorul partenerilor industriali au fost identificați actorii și părțile interesate, interdependențele, cazurile de utilizare și obiectivele cuantificabile. Au fost de asemenea identificate și selectate acele scenarii care sunt acoperitoare diferitelor situații de defectare din cadrul sistemelor de producție industrială.

Act 1.2. *Conceperea arhitecturii agenților sociali.*

Activitatea a constat în demararea proiectării ontologiei și a arhitecturii sistemului multiagent luând în considerare rolul și maparea agenților (la nivel de mașină, secție de producție, fabrică, companie), performanțele vizate, capabilitățile, starea utilajelor (istoricul defectărilor, starea curentă, etc.) și capabilităților sociale.

Act 1.3. *Definirea scenariilor de mentenanță.*

Demararea analizei și specificării scenariilor de mentenanță predictivă cu sprijinul partenerilor industriali pentru identificarea celor mai semnificative cazuri de defectare, cu accent pe predicția duratei întreruperilor ca urmare a defectărilor și detecția defectării senzorilor.

Act 1.4. *Managementul proiectului și diseminarea.*

Această activitate a constat în realizarea sarcinilor necesare asigurării managementului proiectului și a activităților de diseminare. Un pas în vederea asigurării vizibilității a constat în realizarea paginii web a proiectului ce ține de partenerul din țară, respectiv popularea acestuia cu informațiile specifice etapei actuale. A fost efectuat un studiu referitor la elaborarea și planificarea strategiei de diseminare pe tot parcursul derulării proiectului.

Act 1.5. *Dezvoltarea framework-ului de integrare.*

Demararea activității aferente sarcinii de analiză cerințe și proiectare framework de integrare ce a vizat pregătirea specificațiilor de integrare în concordanță cu scenariile de mentenanță predictivă. Cerințele sintetizate depind într-o măsură semnificativă de scenariile implementate, mașinile disponibile și varietatea crescută a datelor disponibile. Printre principiile fundamentale pe care se va baza soluția se numără scalabilitatea și extensibilitatea, ceea ce demonstrează independența soluției propuse de ordinul de mărime a platformei industriale.

2. Descrierea științifică și tehnică

2.1. Aspecte preliminare

În cadrul proiectului SOON se propune investigarea unei noi abordări inovative bazate pe tehnologia agenților sociali autonomi pentru optimizarea proceselor de producție industrială pe baza suportului asigurat de senzori, entitățile cyber-fizice și operatori umani. Toate aceste elemente se estimează că vor funcționa într-o structură interconectată unde vor acționa autonom asemeni unor entități socio-profesionale care colaborează în cadrul unei rețele sociale. O astfel de abordare pe lângă schimbul de date introduce și algoritmi

intelligenți de analiză ce vor caracteriza propunerea ca o soluție compliantă cu conceptele Industriei 4.0.

Un aspect de noutate asociat cercetărilor întreprinse constă în interconectarea entităților amintite într-un ecosistem IoE după o paradigmă partajată, comprehensibilă, ce rezolvă problema comunicării și cooperării eficiente.

Din punct de vedere structural, se propune spre investigare eficiența unei soluții bazate pe o paradigmă holistică cu entități de tip agenți inteligenți asociați mașinilor și operatori umani, care din postura de experți vor furniza cunoștințe, dar în același timp vor beneficia de rezultatele prelucrărilor și analizelor în procesele decizionale. Acest lucru va fi posibil odată cu implementarea algoritmilor planificați de extragere date și caracteristici, respectiv algoritmi de învățare profundă.

Se estimează că, va fi necesară prelucrarea unor cantități mari de date eterogene furnizate de o diversitate mare de echipamente și dispozitive (senzori, sisteme de control automat, roboți industriali), dar care vor trebui să concure la soluționarea în timp real a taskurilor complexe privind mentenanța predictivă.

Trebuie menționat faptul că alături de măsurătorile în timp real, sursele de date utilizate vor mai consta în înregistrări istorice, disponibile sub forma unor serii de timp, unele provenind din sistemele ERP, ce vor reprezenta intrarea algoritmilor utilizați în rețeaua socială pentru implementarea mentenanței predictive.

Conceptul dezvoltat se va baza pe specificațiile provenite de la toate companiile industriale implicate în proiect cu profile de activitate industrială din sectoare diferite care va asigura generalitatea soluției. Pe lângă acest aspect se va analiza eficiența algoritmilor de învățare în contextul unei arhitecturi multiagent cooperative din perspectiva modelării și optimizării funcționării proceselor industriale analizate.

Conceptul general al arhitecturii propuse, prezentat în Fig. 1., a fost proiectat astfel încât să se asigure scalabilitatea, iar implementarea acestuia să permită înglobarea unor entități precum mașini fizice și procese, dispozitive, senzori și infrastructură TIC constând din sisteme inteligente de procesare în cloud, concentratoare de date sau software de prelucrare și analiză.

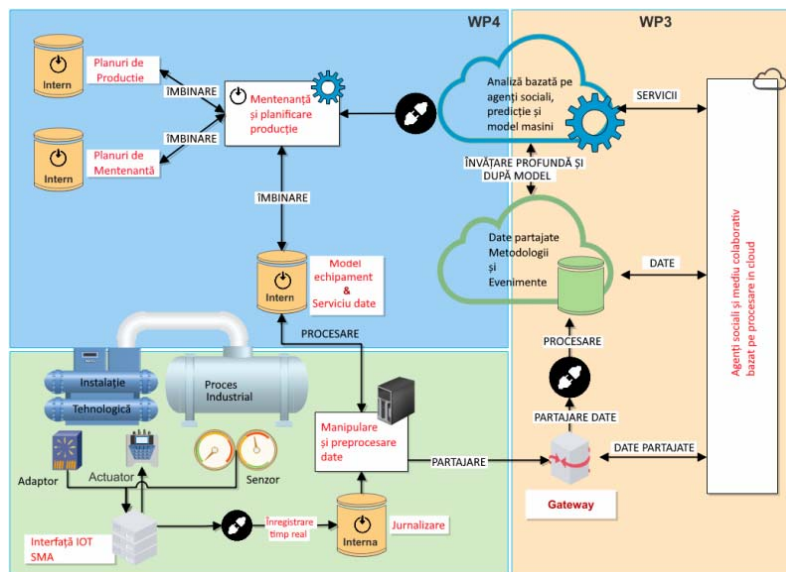


Figura 1. Arhitectura generală a soluției propuse

2.2. Cerințe industriale: Identificare și analiză

Un obiectiv central a primei etape privind derularea proiectului a vizat stabilirea contextului, nevoilor și a posibilităților de adoptare și implementare a unor soluții pentru îmbunătățirea proceselor de producție prin apelarea la diferite tehnici avansate printre care se numără mentenanța predictivă, mentenanța inteligentă, etc.

În acest proces au fost implicați toți partenerii industriali, reprezentând o gamă variată de industrii cu procese de producție particulare precum: industria metalurgică, construcții de mașini unelte, industria sortării și reciclării materialelor plastice.

Cerințe industriale

În vederea investigării și dezvoltării soluțiilor de optimizare bazate pe mentenanța predictivă sau identificat așteptările principale ale beneficiarilor industriali și scenariile care ar putea conduce la obținerea acestora. Aceste scenarii descrise în „Documentul cerințelor industriale” sunt:

- *Cerințe din perspectiva mentenanței predictive;*
- *Cerințe din perspectiva mentenanței inteligente;*
- *Cerințe din perspectiva îmbunătățirii calității producției;*
- *Cerințe din perspectiva detecției defectării senzorilor;*
- *Cerințe din perspectiva îmbunătățirii organizării unei secții de producție;*
- *Cerințe din perspectiva învățării între sisteme.*

2.3. Implementare platformă experimentală

În vederea analizării prototipurilor aferente soluțiilor dezvoltate în cadrul proiectului a fost efectuat un studiu aprofundat a literaturii de specialitate asupra tehnologiilor suport utilizabile în vederea analizării eficienței.

Având în vedere specificațiile și cerințele industriale, ca soluție open-source care să permită integrarea unei soluții inteligente bazată pe senzori și dispozitive IIoT s-a ales platforma FIWARE [1]. Platforma FIWARE a fost dezvoltată în cadrul unui amplu proiect European intitulat FI-WARE: Future Internet Core Platform și utilizată în cadrul a numeroase implementări din diferite domenii [6, 7] printre care se numără agricultura, industria, orașele inteligente, etc. FIWARE este construit în jurul mai multor componente care asigură diverse funcționalități.

Deoarece un aspect important al proiectului este agregarea datelor de la senzori și dispozitive, prima etapă de evaluare a soluției suport s-a realizat prin testare experimentală considerând componentele FIWARE dedicate acestui aspect. Astfel, platforma de test a fost configurată în jurul unei stocări de date NoSQL implementată cu soluția MongoDB [8] și componenta Orion Context Broker [9].

FIWARE Orion Context Broker este o implementare a activatorului generic (generic enabler) Publish/Subscribe Context Broker, având ca punct de acces o interfață NGSI. Utilizând această interfață, aplicațiile sursă și beneficiar a datelor pot efectua o serie de operații standard precum:

- obținerea informațiilor de context. Orion Context Broker gestionează informații de context actualizate obținute de la aplicații, astfel că interogările sunt rezolvate pe baza informațiilor respective. Informațiile despre context conțin detalii referitoare la entități (de exemplu, o mașină unealtă) și unele atributele de interes ale acestora (de exemplu, localizarea și starea de funcționare a mașinii);

- actualizarea informațiilor de context, constând în actualizarea valorii atributelor entităților (de exemplu actualizarea stării utilajului de la modul funcționare în parametri nominali la modul defect);
- înregistrarea aplicațiilor furnizorului de context (de exemplu furnizorul pentru senzorul de turație al ventilatorului din turnul de răcire).

Din punct de vedere experimental a fost analizată posibilitatea de a achiziționa date furnizate de senzori industriali în timp real considerând constrângeri de timp din cadrul proceselor industriale.

Scopul efectuării acestei investigații experimentale a fost de a obține informații care vor permite identificarea specificațiilor și parametrilor de implementare a soluției de integrare a senzorilor și componentelor de context din rețeaua socială pentru furnizarea și accesul la date. Rezultatele obținute vor constitui sursa de date experimentală pentru un articol științific, respectiv o bază suport în procesul decizional privind adoptarea soluției adecvate pentru modulul de pre-procesare și manipulare a datelor de la sursele distribuite.

3. Scurt raport deplasări

Chiar dacă proiectul s-a aflat în etapa inițială s-au avut în vedere preocupări susținute privind activitatea aferentă proiectului prin participarea la seminarii și conferințe. Totodată s-a avut în vedere și efectuarea unei vizite de lucru mai ample.

București, 3-4 aprilie 2019

Prima acțiune corelată cu activitatea de început a proiectului a fost participarea la Evenimentul “CHIST-ERA Projects Seminar 2019”, organizat la București în perioada 3-4 Aprilie 2019.

București, 5 aprilie 2019

Seminarul CHIST-ERA a fost urmat de prima masă rotundă în cadrul proiectului. Acesta a reprezentat întâlnirea de lansare a implementării, reunind toți partenerii din proiect inclusiv reprezentanții partenerilor industriali.

Moutier, Elveția, 3 septembrie 2019

Unul dintre evenimentele centrale desfășurat în prima etapă a fost întâlnirea anuală organizată de HES-SO și Tornos ce a vizat întâlnirea de lucru și masa rotundă de la Moutier, platforma industrială Tornos.

Neuchatel, Elveția, 4 septembrie 2019

Întâlnirea de la Neuchatel a avut loc la HES-SO și s-a concentrat pe aspecte privind managementul și implementarea proiectului.

Târgu Mureș, 3-4 octombrie 2019

În vederea asigurării transferului de cunoștințe legate de ultimele realizări din domeniile proiectului, membrii echipei s-au implicat în evenimentele asociate Conferinței Internaționale Interdisciplinaritatea în Inginerie (Inter-Eng 2019) cu tema principală „Industria 4.0 dezvoltarea unei noi generații de fabrici inteligente de producție bazate pe digitalizarea proceselor de fabricație”.

4. Infrastructură: Platforma de testare și validare soluții suport Industria 4.0

În această perioadă de raportare s-au pus bazele unei platforme pilot de testare și evaluare soluții IIoT/IIoE pentru mentenanță predictivă. Pe baza bugetului aferent anului 2019 planificat pentru acest scop au fost achiziționate echipamente de procesare, comunicații și dispozitive de câmp (SBC și SoC). Soluția de testare constă dintr-o unitate HPC, stații de lucru, o rețea de comunicație cu switch de mare viteză cu management și zece sisteme SBC conectate via PoE ca sisteme de tip concentrator de date de la senzori via soluții SoC.

Descriere:

Platforma de testare și validare soluții suport pentru Industria 4.0 este destinată creării în condiții de laborator a unui mediu izolat sau deschis ce modelează infrastructuri TIC utilizate în mediul industrial ca suport pentru monitorizarea, controlul și optimizarea proceselor de producție. Platforma va servi la calibrarea, testarea și validarea unor tehnologii și algoritmi avansați inteligenți dezvoltati pentru analiza colecțiilor mari de date obținute de la senzori, simulatoare de sisteme industriale reale și sisteme ERP.

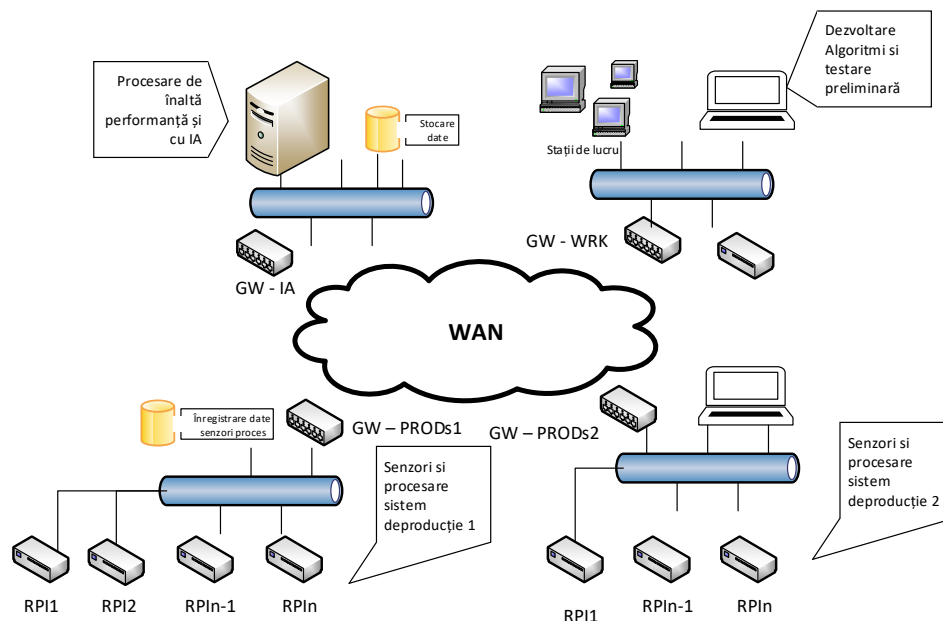


Figura 2. Arhitectura platformei de testare și validare

Bibliografie

- [1] Ramparany, F.; Marquez, F.G.; Soriano, J.; Elsaleh, T.: Handling smart environment devices, data and services at the semantic level with the FI-WARE core platform, 2014 IEEE International Conference in Big Data, IEEE Press, 2014, pp. 14-20.
- [2] Iantovics, L.B.; Kovacs, L.; Rotar, C.: MeasApplInt - a novel intelligence metric for choosing the computing systems able to solve real-life problems with a high intelligence, *Applied Intelligence*, 49(10), 2019, 3491-3511. (publicație în cadrul proiectului)
- [3] Iantovics, L.B.; Kountchev, R.; Crișan, G.C.: ExtrIntDetect-A New Universal Method for the Identification of Intelligent Cooperative Multiagent Systems with Extreme Intelligence, *Symmetry*, 11(9), 2019, 1123. (publicație în cadrul proiectului)

- [4] Iantovics, L.B.; Rotar, C.; Morar, F.: Survey on establishing the optimal number of factors in exploratory factor analysis applied to data mining, *Wiley Interdisciplinary Reviews-Data Mining and Knowledge Discovery*, 9(2), 2019, e1294. (publicație în cadrul proiectului)
- [5] Iantovics, L. B.; Gligor, A.; Niazi, M. A.; Biro, A.I.; Szilagy, S.M.; Tokody, D.: Review of Recent Trends in Measuring the Computing Systems Intelligence. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 9(2), 2018, 77-94.
- [6] Martinez, A.; Estrada, H.; Ramírez, F.; Gonzalez, M.: A New Software Library for Mobile Sensing Using FIWARE Technologies. In: Batyrshin, I., Martínez-Villaseñor, M., Ponce, E.H. (Eds.) *Advances in Computational Intelligence. Mexican International Conference on Artificial Intelligence (MICAI 2018). Lecture Notes in Computer Science*, Vol 11289. Springer, Cham, 2018, pp 253-263.
- [7] Rodriguez, M.A.; Cuenca, L.; Ortiz, A.: FIWARE Open Source Standard Platform in Smart Farming - A Review. In: Camarinha-Matos, L., Afsarmanesh, H., Rezgui, Y. (Eds.) *Collaborative Networks of Cognitive Systems. Working Conference on Virtual Enterprises (PRO-VE 2018). IFIP Advances in Information and Communication Technology*, vol 534, Springer, Cham, 2018, pp 581-589.
- [8] Christudas, B.: Install, Configure, and Run MongoDB. In: *Practical Microservices Architectural Patterns*. Apress, Berkeley, CA, 2019, pp 813-825.
- [9] da Cruz, M.A.A., Rodrigues, J.J.P.C., Lorenz, P.; Solic, P., Al-Muhtadi, J., Albuquerque, V.H.C.: A proposal for bridging application layer protocols to HTTP on IIoT solutions, *Future Generation Computer Systems*, 97, 2019, 145-152.
- [10] Gligor A., et al.: Power Demand Forecast for Optimization of the Distribution Costs, Proc. of 13th Intl. Conf. on Interdisciplinarity in Engineering, 3-4 oct. 2019 (în curs de publicare). (publicație în cadrul proiectului)
- [11] Nakajima, S., *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*, Cambridge, MA, Productivity Press, 1988.
- [12] Cios, K.J.; Swiniarski, R.W.; Pedrycz, W.; Kurgan, L.: *Data mining: A knowledge discovery approach*. Boston, MA, US: Springer, (2007).
- [13] Choi, Y.; Taylor, J.; Tibshirani, R.: Selecting the number of principal components: Estimation of the true rank of a noisy matrix. *Annals of Statistics*, 45(6), 2017, 2590-2617.
- [14] Preacher, K.J.; Zhang, G.; Kim, C.; Mels, G.: Choosing the optimal number of factors in exploratory factor analysis: A model selection perspective. *Multivariate Behavioral Research*, 48, 2013, 28-56.
- [15] Besold, T.; Hernandez-Orallo, J.; Schmid, U.: Can Machine Intelligence be Measured in the Same Way as Human intelligence? *Künstliche Intelligenz*, 29(3), 2015, 291-297.
- [16] Nicolas, S.; Andrieu, B.; Croizet, J.-C.; Sanitioso, R.B.; Burman, J.T.: Sick? Or slow? On the origins of intelligence as a psychological object. *Intelligence*, 41(5), 2013, 699-711.