

dr hab. Marcin Wolski
Katedra Logiki i Kognitywistyki
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej
Pl. Marii Curie-Skłodowskiej 4, 20-031 Lublin

Lublin 20.07.2022 r.

RECENZJA osiągnięć naukowych w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie NAUKI INŻYNIERYJNO-TECHNICZNE w dyscyplinie INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA wszczętym na wniosek dr Somy Dutty¹

1. Uwagi wstępne

Doktor Soma Dutta przedłożyła do oceny osiągnięcie naukowe

Rozumowania wspomagające podejmowanie decyzji w interaktywnych sieciach inteligentnych agentów

które składa się z 10 artykułów oraz monografii *"Theory of Graded Consequence. A General Framework for Logics of Uncertainty"* (Springer 2019). Wszystkie artykuły wchodzące w skład osiągnięcia ukazały się bądź w cenionych czasopismach takich jak *Information Sciences* (jeden artykuł), *Fuzzy Sets and Systems* (jeden artykuł), *Fundamenta Informaticae* (dwa artykuły), bądź w konferencyjnych i wydawniczych seriach związanych ze zbiorami przybliżonymi, *soft-computing* i logiką (trzy artykuły opublikowane zostały w ramach *IJCRS*, jeden w

¹Zgodnie z regułami polszczyzny imię i nazwisko habilitantki (jak również pozostałe obce nazwiska) będą odmieniane według standardowego – i mam nadzieję – poprawnego wzorca.

ramach *ICIS'2021*, jeden w ramach *ICLA'2015* i jeden jako rozdział w monografii w serii *Studies in Computational Intelligence*). Wszystkie wymienione wyżej pozycje wchodzące w skład osiągnięcia habilitacyjnego są pracami współautorskimi. Współautorem monografii oraz trzech artykułów jest prof. M. K. Chakraborty; współautorem siedmiu prac jest prof. A. Skowron; jeden artykuł jest napisany wspólnie z dr B.R.C. Bedregalem oraz jeden z dr P. Wasilewskim. W dokumentacji załączonej do wniosku znajdują się oświadczenia wszystkich współautorów pozwalające określić indywidualny wkład habilitantki w każdą z prac.

Prace wchodzące w skład osiągnięcia związane są z rozumowaniami oraz interakcjami agentów nie tylko między sobą ale również ze środowiskiem fizycznym w którym się znajdują. Centralną pracą dla ogólnej conceptualizacji cyklu wydaje się być: S. Dutta, A. Skowron, M.K. Chakraborty, Information Flow in Logic for Distributed Systems: Extending Graded Consequence, *Information Sciences* 491, 232-250, 2019, gdzie autorzy modyfikują ramę pojęciową przepływu informacji (wprowadzoną przez J. Barwisea oraz J. Seligmana) tak aby lepiej odpowiadała modelowaniu systemu agentów (w szczególności rama poszerzona została o profile poznawcze i stopniowalny operator konsekwencji logicznej). Monografia M.K. Chakraborty, S. Dutta, *Theory of Graded Consequence: A General Framework for Logics of Uncertainty*, Springer Asia, 2019, stanowi tutaj obszerne i cenne uzupełnienie, pozwalające dogłębnie poznać teoretyczne aspekty stopniowalnego operatora konsekwencji. Kolejnym uzupełnieniem jest praca S. Dutta, M.K. Chakraborty, The Role of Metalanguage in Graded Logical Approaches, *Fuzzy Sets and Systems*, Volume 298, pp. 238-250, 2016, oraz S. Dutta, B.R.C. Bedregal, M.K. Chakraborty, Some Instances of Graded Consequence in the Context of Interval-valued Semantics, In *Logic and Applications*, M. Banerjee, Krishna S. (eds), LNCS 8923, pp. 74-87, 2015. Kolejnym istotnym pogłębieniem idei stopniowalności w rozumowaniach agentów jest artykuł S. Dutta, A. Skowron, Generalized Quantifiers in the Context of Rough Set Semantics, *Fundamenta Informaticae* 142, pp. 213-236, 2015, który dotyczy kwantyfikatorów uogólnionych (a więc omawia stopniowalne aspekty rozumowań agentów związane z logiką I-rzędu).

Drugą kluczową pracą dla ogólnej conceptualizacji cyklu prac włączonych do głównego osiągnięcia naukowego jest S. Dutta, A. Skowron, Toward Adaptive Rough Sets, in L. Polkowski et al. (eds), *IJCRS 2017*, Part I, LNAI 10313, 1-20, 2017. W tym artykule autorzy przedstawiają jak model przepływu informacji (prezentowany do tej pory jako model interakcji między agentami) może być użyty do modelowania interakcji z fizycznym środowiskiem zewnętrznym. Jak zauważył V. Vapnik w *Statistical Learning Theory*, Wiley, New York 1998, zrozumienie czy też modelowanie procesu uczenia się, który przebiega przecież w świecie fizycznym, wymaga skonstruowania fizycznej części teorii uczenia się oraz jej unifikacji z modelem matematycznym. To zadanie, które V. Vapnik uważa za najważniejsze współczesne wyzwanie dla teorii uczenia, jest oczywiście bardzo ambitne i trudne. W swojej pracy S. Dutta, A. Skowron pokazują przykład w jaki sposób można zbudować taki "most" między modelem matematycznym a fizyczną rzeczywistością używając ramy pojęciowej przepływu informacji. Kolejna praca, tj. S. Dutta, A. Skowron, Interactive Granular Computing Model for Intelligent Systems, *IFIP International Federation for Information Processing 2021*, Z. Shi et al. (Eds.): ICIS 2020, IFIP AICT 623, pp. 37-48, 2021, stanowi dalsze rozwinięcie i uzupełnienie tej idei. Oczywiście te

dwie prace habilitantki stanowią fragment większego projektu badawczego związanego z interaktywnymi obliczeniami granularnymi (kolejną, lecz nie wchodzącą do głównego osiągnięcia, pracą związaną z tym tematem jest Skowron A., Jankowski A., Dutta S., Toward Problem Solving Support Based on Big Data and Domain Knowledge: Interactive Granular Computing and Adaptive Judgment, In *Big Data Analysis*, N. Japkowicz and J. Stefanowski (eds), Series: Studies in Big Data, Springer, Heidelberg, pp. 49-90, 2016).

Finalną ważną pracą, która wiąże przedstawiony cykl w spójną całość jest A. Skowron, S. Dutta, From Information Systems to Interactive Information Systems, In *Thriving Rough Sets, Studies in Computational Intelligence* 708, G.Wang et al. (eds), pp. 207-223, 2017. Zaadoptowana wyżej rama pojęciowa przepływu informacji jest tym razem wzbogacona o język, oraz interakcje między agentami i środowiskiem fizycznym są omówione z uwzględnieniem perspektywy językowej. Artykuł ten pozwala habilitantce włączyć do cyklu kolejne prace poświęcone różnym aspektom dialogu zachodzącego nie tylko między agentami ale również z bazą wiedzy: S. Dutta, A. Skowron, Bipolar Queries With Dialogue: Rough Set Semantics, In Hung Son Nguyen et al. (eds), *IJCRS 2018*, LNCS 11903, 229-242, 2018; S. Dutta, A. Skowron, Concepts Approximation Through Dialogue With User, *IJCRS 2019*, LNCS 11499, pp. 295-311, 2019; S. Dutta, P. Wasilewski, Dialogue in Concept Hierarchical Learning using Prototypes and Counterexamples, *Fundamenta Informatica* 162, pp. 17-36, 2018.

C.L. Ortiz w artykule "Why We Need a Physically Embodied Turing Test and What It Might Look Like", *AI Magazine*, 37(1), 55-62, zwraca uwagę na ważność percepcji i działania (w fizycznym świecie) dla knostytuowania naszej inteligencji (innymi słowy, podkreśla wagę *ucieleśnienia* ludzkiej inteligencji). Osobiście przedstawiony do oceny cykl prac zatytułowałbym *Why We Need a Physically Embodied Data Analysis and What It Might Look Like*, co w języku polskim oddałbym jako *Dlaczego analiza danych powinna być inżynieryjno-techniczna i jakby mogła wyglądać*.

Moim zdaniem główne osiągnięcie naukowe stanowi spójną całość; największy wkład ilościowy ma oczywiście monografia M.K. Chakraborty, S. Dutta, *Theory of Graded Consequence: A General Framework for Logics of Uncertainty*, Springer Asia, 2019. Jednak z mojej perspektywy najważniejsze jest połączenie modelu zbiorów przybliżonych z modelem przepływu informacji oraz próba ucieleśnienia tego połączenia poprzez włączenie akcji (interakcji agentów między sobą oraz ze środowiskiem) i percepcji (budowanie "mostu" pomiędzy modelem matematycznym i otoczeniem fizycznym).

2. Omówienie wkładu w rozwój dyscypliny naukowej informatyka techniczna i telekomunikacja

Jak już wcześniej napisałem, to co uważam za szczególnie istotne w pracach habilitantki, to próba zbudowania *embodied data analysis* poprzez połączenie interakcyjnych obliczeń granularnych, zbiorów przybliżonych oraz modelu przepływu informacji. H. Abelson, G.J. Sussman, oraz J. Sussman, autorzy legendarnego już podręcznika *Structure and Interpretation of Compu-*

ter Programs, The MIT Press 1996, we wstępie piszą, że rewolucja komputerowa doprowadziła do wyłonienia się (nowej) *proceduralnej epistemologii* (jako esencji programowania):

The essence of this change is the emergence of what might best be called procedural epistemology—the study of the structure of knowledge from an imperative point of view [...]

Wydaje się, że dzisiaj jesteśmy na początku nowej rewolucji, mającej na celu przekształcenie proceduralnej epistemologii w jej inżynieryjno-techniczną wersję. Prace habilitantki umieszczam w ramach tego nowego trendu w informatyce, w którym struktury wiedzy są studiowane i konstruowane w perspektywie inżynieryjno-technicznej (czy też *ucieleśnionej*), gdzie główny nacisk kładziony jest – w odróżnieniu do perspektywy imperatywnej – na kontakt oraz interakcje ze światem fizycznym (który musi zostać jakoś zespolony z modelem matematycznym).

Poniżej przedstawię fragmenty prac habilitantki ilustrujące w jaki sposób abstrakcyjny model przepływu informacji, zapożyczony z J. Barwise i J. Seligman, *Information flow: the logic of distributed systems*, Cambridge University Press, 1997, został przekształcony w *embodied information flow*, tj. inżynieryjno-techniczną epistemologię. W pracy A. Skowron, S. Dutta, From Information Systems to Interactive Information Systems, in *Thriving Rough Sets*, Studies in Computational Intelligence 708, G. Wang et al. (eds), pp. 207-223, 2017, autorzy opisują jedną z takich modyfikacji, która jest również dokładnie przedstawiona w autoreferacie (strony 13-15). Dlatego nie będę jej tutaj powtarzał. W tej części recenzji chciałbym natomiast się skupić w szczególności na pracy S. Dutta, A. Skowron, Toward Adaptive Rough Sets, L. Polkowski et al. (eds), *IJCRS 2017*, Part I, LNAI 10313, 1-20, 2017, która wydaje mi się ważna, a która została przedstawiona w autoreferacie w sposób bardzo pobieżny.

J. Barwise i J. Seligman w wyżej wymienionej pracy wprowadzili pojęcie klasyfikacji, która reprezentuje bazę informacyjną agenta, oraz pojęcie przepływu informacji między klasyfikacjami, które zostało sformalizowane za pomocą funkcji infomorfizmu.

Klasyfikacja (ang. *classification*) $A = \langle Tok(A), Typ(A), \models_A \rangle$ składa się z:

- (i) zbioru $Tok(A)$ obiektów do sklasyfikowania, zwanych tokenami A ,
- (ii) zbioru $Typ(A)$ własności używanych do klasyfikacji tokenów, zwanych typami A , oraz
- (iii) Relacji binarnej $\models_A$ między $Tok(A)$ a $Typ(A)$.

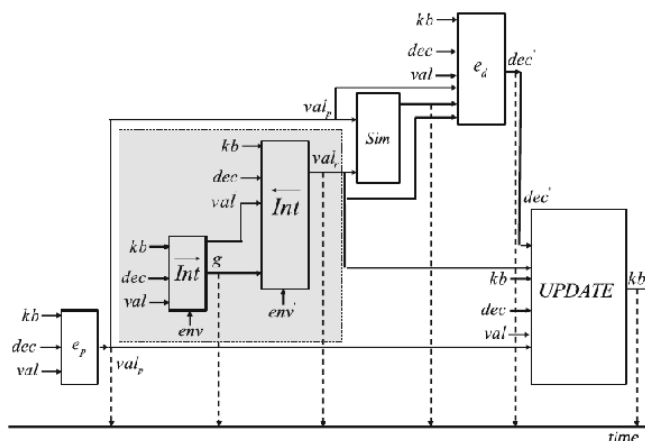
Infomorfizm $f : A \rightleftharpoons B$ od $A = \langle Tok(A), Typ(A), \models_A \rangle$ do $B = \langle Tok(B), Typ(B), \models_B \rangle$ jest parą kontrawariantną funkcji $f = (\hat{f}, \check{f})$ taką, że $\hat{f} : Typ(A) \rightarrow Typ(B)$ i $\check{f} : Tok(B) \rightarrow Tok(A)$ spełniającą następującą własność:

$\check{f}(b) \models_A \alpha$ wtedy i tylko wtedy gdy $b \models_B \hat{f}(a)$ dla każdego $b \in Tok(B)$ i $a \in Typ(A)$.

State przypisuje każdemu obiektowi pewien stan. W ten sposób świat fizyczny jest reprezentowany przez klasyfikację $(P, SP, \models_{State})$, gdzie $p \models_{State} s$ iff $p \in State^{-1}$. Świat abstrakcyjny jest reprezentowany przez zbiór formuł Σ (nad zadanym zbiorem atrybutów $\mathbf{A}$) oraz $SG_A(U)$ jest zbiorem $\mathbf{A}$ deskryptorów (sygnatur). Następnie autorzy przechodzą do kolejnych kroków *ucieleśniania*, poprzez wprowadzenie pojęcia *c-granuli*, które pozwala na modelowanie postrzegania fizycznych obiektów oraz ich interakcji. Zanim przejdę do obliczeń granularnych (na *c-granulach*), chciałbym w skrócie przedstawić specyficzną modyfikację tego ogólnego modelu (jedynie pobieżnie omówioną w autoreferacie).

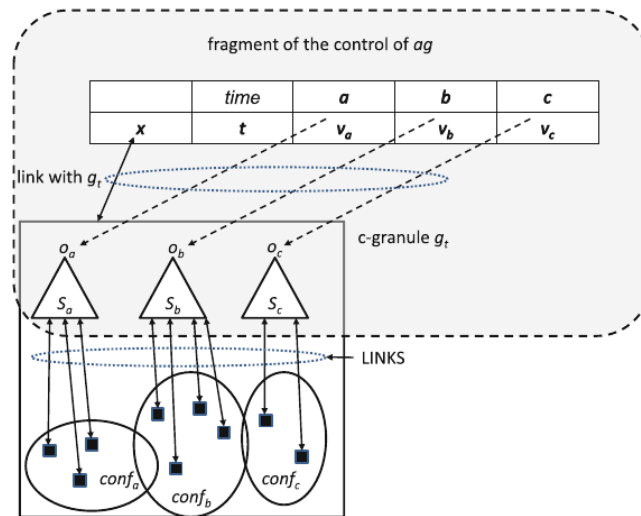
Zakładamy że mamy daną bazę wiedzy KB w czasie t_0 . Zakładamy również wstępną zgrubną ewaluację $e_{TA}^{Fr(kb_0)} : U \times \mathbf{A} \rightarrow Cr(V_A)$, gdzie $Cr(V_A)$ jest zbiorem zgrubnych wartości. Wartościowanie to oparte jest o fragment $Fr(kb_0)$ bazy wiedzy kb_0 (w czasie t_0). W oparciu o tę wstępną ewaluację agent podejmuje decyzje (niech D będzie zbiorem decyzji oraz V_D zbiorem możliwych wartości): $e_d^{Fr(kb_0)} : Inf_A(U) \rightarrow V_D^{|D|}$, gdzie $Inf_A(U)$ jest zbiorem wektorów (deskrypcji) $\langle e_{TA}^{Fr(kb_0)}(o, a_1), e_{TA}^{Fr(kb_0)}(o, a_1), \dots, e_{TA}^{Fr(kb_0)}(o, a_n) \rangle$ dla $o \in U$ oraz $a_i \in \mathbf{A}$. Agent również dokonuje predykcji wartości dla atrybutów, co reprezentuje funkcja $e_p^{Fr(kb_0)} : Inf_{A \cup D}(U) \rightarrow V_A^{|A|}$, gdzie dla każdego $a_i \in \mathbf{A}$ stosujemy funkcję $e_{TA}^{Fr(kb_0)}$, a dla każdego $d_i \in D$ stosujemy $e_d^{Fr(kb_0)}$. Następnie agent rozpoczyna interakcję ze środowiskiem zewnętrznym reprezentowanym przez zbiór $CF_U(PR)$ wszystkich struktur relacyjnych $Rel(Sr(U))$ and pewnym otoczeniem $Sr(U)$ zbioru U . Pierwszy krok tej interakcji reprezentowany jest przez funkcję $\overrightarrow{INT} : V_D^{|D|} \rightarrow CF_U(PR)$. $Rel(Sr(U))$ jest reprezentowana jako klasyfikacja $\langle Sr(U), \{st_i\}_{i=1}^l, \models \rangle$, gdzie st_i są stanami. Świat abstrakcyjny również tworzy klasyfikację $\langle U, \mathbf{A} \times Cr(V_A), e_{TA}^{Fr(kb_0)} : U \times \mathbf{A} \rightarrow V_D^{|D|} \rangle$. Zgodnie z modelem przepływu informacji możemy zdefiniować infomorfizm I pomiędzy tymi klasyfikacjami, gdzie $\hat{I}(st_i) \in \mathbf{A} \times Cr(V_A)$ dla każdego $st_i \in \{st_i\}_{i=1}^l$ oraz $\check{I}(o) = o \in Sr(U)$ dla każdego $o \in U$ oraz $\check{I}(o) \models st_i$ wtedy i tylko wtedy, gdy $e_{TA}^{Fr(kb_0)}(o, \Pi_1(\hat{I}(st_i))) = \Pi_2(\hat{I}(st_i))$, gdzie Π_i jest standardową funkcją projekcji na n -tą współrzędną. Rezultat interakcji $\overleftarrow{INT} : CF_U(PR) \rightarrow \bigcup_{\mathbf{A}} V_A^{|A|}$ jest zdefiniowany następująco: $\overleftarrow{INT}(Rel(Sr(U))) \in V_A^{|A|}$ jeżeli istnieje infomorfizm z $Rel(Sr(U))$ (jako klasyfikacja) w $\langle U, \mathbf{A} \times Cr(V_A), e_{TA}^{Fr(kb_0)} : U \times \mathbf{A} \rightarrow V_D^{|D|} \rangle$. Finalnie można zdefiniować update systemu informacyjnego poprzez funkcję rzeczywistej ewaluacji w czasie t_1 : $e_r^{t_1} = \overleftarrow{INT} \circ \overrightarrow{INT} \circ e_d^{Fr(kb_0)}$.

Całość tego procesu może zostać zilustrowana przez schemat:



Szary fragment rysunku przedstawia operację tworzenia c-granuli. Jest to pojęcie wprowadzone w ramach interakcyjnych obliczeń granularnych. Pojęcie to jest dobrze opisane w autoreferacie (strony 7 – 8 oraz 15 – 17) zatem pominię jego opis w recenzji. Wspomnę tylko, że dokładniejsze omówienie obliczeń na c-granulach przedstawione jest w pracy Dutta, S., Skowron, A. (2021). Interactive Granular Computing Model for Intelligent Systems. In: Shi, Z., Chakraborty, M., Kar, S. (eds) *Intelligence Science III. ICIS 2021. IFIP Advances in Information and Communication Technology*, vol 623, Springer, pp. 37-48.

Istotą wprowadzenia c-granul, jest fakt, że nasze procesy poznawcze odbywają się w świecie fizycznym i dotyczą obiektów fizycznych. Interakcje agenta ag ze światem ($\overrightarrow{INT} \circ \overleftarrow{INT}$) odbywają się przy użyciu mierzalnych obiektów, tj. obiektów których stany w danym czasie mogą zostać zmierzone (wartości pomiarów są reprezentowane jako wartości atrybutów lub stopień spełnialności formuł). Agent ag działający w świecie musi się nauczyć reguł pozwalających na predykcję ($e_p^{Fr(kb_0)}$) stanów obiektów które nie są bezpośrednio mierzalne, która musi być oparta na wcześniejszych wartościach (atrybutów czy stopni spełnialności formuł) obiektów mierzalnych.



Oczywiście przedstawiam tutaj jedynie fragment wyników habilitantki, niemniej jest on wystarczający aby zauważyć jak abstrakcyjny model klasyfikacji oraz infomorfizmów został *ucieleśniony*, tj. przeniesiony do inżynieryjno-technicznej ramy pojęciowej, w której świat fizyczny nie jest jakąś formą semantyki dla abstrakcyjnej teorii ale areną działań agenta (bądź agentów) prowadzących do poznania tego świata.

Na koniec chciałbym wrócić na chwilę do pracy A. Skowron, S. Dutta, From Information Systems to Interactive Information Systems, in G.Wang et al. (eds) *Thriving Rough Sets, Studies in Computational Intelligence* 708, pp. 207-223, 2017, w której autorzy rozważają także różne sygnatury (języki) używane przez agentów oraz problem ich agregacji. Przywołując anegdotyczny przykład słonia, agenci opisujący go z przodu, z boku oraz z tyłu, będą mieli różne sygnatury (np. z boku widzimy nogę tylną oraz nogę przednią, podczas gdy z przodu i z tyłu widzimy nogę lewą i prawą). Oczywiście agregacja opisów jest zadaniem trudnym (np. lewa strona słonia z przodu, jest prawą stroną słonia patrząc z tyłu) i zależnym od konkretnego obiektu oraz sygnatur. Problem agregacji jest omówiony przez autorów w kontekście klasyfikacji oraz infomorfizmów – ponieważ ta praca jest dokładnie przedstawiona w autoreferacie nie będę tutaj powtarzał tego opisu, chciałbym jednak zwrócić uwagę, że język nie służy jedynie do opisu świata, ale stanowi też narzędzie wymiany/pozyskiwania informacji. Tym językowym aspektem interakcji poświęcone są prace opisujące konkretne języki i modele dialogu: S. Dutta, A. Skowron, Bipolar Queries With Dialogue: Rough Set Semantics, In Hung Son Nguyen et al. (eds), *IJCRS 2018*, LNCS 11903, 229-242, 2018; S. Dutta, A. Skowron, Concepts Approximation Through Dialogue With User, *IJCRS 2019*, LNCS 11499, pp. 295-311, 2019; S. Dutta, P. Wasilewski, Dialogue in Concept Hierarchical Learning using Prototypes and Counterexamples, *Fundamenta Informatica* 162, pp. 17-36, 2018. Zatem mamy tu do czynienia z językową konkretyzacją modelu przepływu informacji.

Podsumowując, wkład habilitantki rozumiem jako budowę podstaw inżynieryjno-technicznej epistemologii opartej na modelu przepływu informacji, który został skonkretyzowany w ramach

interakcyjnych obliczeń granularanych oraz zbiorów przybliżonych. Jest to zadanie nie tylko trudne ale również w pewnym stopniu kontrowersyjne (jak każda próba zmiany paradygmatu myślenia w danej dziedzinie naukowej), zatem nie powinno dziwić, że habilitanka podjęła się tego zadania we współpracy z innymi naukowcami. W związku z tym nie traktowałbym braku samodzielnych prac jako zarzutu wobec tego osiągnięcia habilitacyjnego.

Pewnym niedosytem jest oczywiście fakt, że projekt budowy takiej epistemologii jest wciąż otwarty i wymaga dalszych badań, co niestety skutkuje brakiem domknięcia prezentowanego cyklu prac. Jest to jednak raczej niedosyt czytelnika niż zarzut recenzenta.

3. Uwagi dodatkowe

Dr Soma Dutta jest aktualnie zatrudniona na Wydziale Matematyki i Informatyki na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie; była także pracownikiem naukowo-dydaktycznym w Akademii Finansów i Biznesu Vistula w Warszawie, jak również w Indian Institute of Bio-Social Research and Development, Basanti Devi College i Derozio Memorial College (Kalkuta). W ramach współpracy badawczej odbyła następujące wizyty:

1. Indian Statistical Institute (ISI), Kolkata, India, sierpień 2019;
2. University of Granada, Spain, maj 18 - 19 2015;
3. The Artificial Intelligence Research Institute, Autonomous University of Barcelona, Hiszpania, 10 - 17 maja 2015;
4. Uniwersytet Warszawski, Polska, w dniach 23 lutego - 4 marca 2014,
5. Federal University of Rio De Grande Do Norte (UFRN), Natal, Brazylia, w dniach 8 - 15 kwietnia 2013.

Dlatego spełnione jest wymaganie ustawowe, aby habilitant wykazał się istotną aktywnością naukową realizowaną na więcej niż jednej uczelni.

Baza DBLP wylicza 28 prac, które dr Soma Dutta napisała wspólnie z wieloma współautorami (w sumie 16): Andrzej Skowron (13 prac), Mihir K. Chakraborty (9), Andrzej Janowski (3), Piotr Wasilewski (3), Grzegorz Rozenberg (2), Suman Maity (1), Benjamín R. C. Bedregal (1), Kuvar Satya Singh (1), Dominik Slezak (1), Lluís Godó (1), Sridhara Nayak (1), Hara Prasad Nayak (1), Francesc Esteva (1), Netrananda Sahu (1), Atul Saini (1), Sanjukta Basu (1). Świadczy to o dobrej rozpoznawalności habilitantki w świecie nauki, a także o wysokim uznaniu jej dokonań naukowych. Scopus podaje 207 cytowań – moim zdaniem taka wielkość dorobku jest nawet większa niż spodziewana na etapie habilitacji.

Habilitanka obecnie pracuje jako główny konsultant ds. metod sztucznej inteligencji do realizacji prac badawczych w projekcie pt. "OvuFrienfd 2.0" - projekt badawczo-naukowy nr POIR.01.01.01-00-0826/20 finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR).

Wcześniej, w latach 2015-2017, pracowała jako badacz (ang. investigator) w projekcie pt. “Perception Based Computing” - projekt badawczy nr. 2011/01/D/ST6/06981 finansowany przez Narodowe Centrum Nauki (NCN) w programie SONATA 1. Dr Soma Dutta bierze aktywny udział w konferencjach naukowych (także w organizowaniu konferencji) i rozwija współpracę naukową w kraju i za granicą, rozszerzając tematykę badań.

Habilitantka jest również aktywnym recenzentem, a także popularyzatorem i edukatorem. Recenzowała artykuły min. dla:

- Bulletin of Polish Academy of Sciences,
- Transactions on Rough Sets,
- Information Sciences,
- International Journal of Approximate Reasoning,
- Fundamenta Informaticae,
- Fuzzy Sets and Systems,
- Theoretical Computer Science,
- International Journal on Uncertainty, Fuzziness, and Knowledge-Based Systems,
- Journal of Uncertainty Analysis and Applications.

Wygłosiła również szereg referatów jako zaproszony prelegent:

- Keynote Speaker na warsztatach przy kongresie 6th World Congress and School on Universal Logic (UNILOG 2018) pt. “Logic and Metalogic”, Vichy, Francja, 16-20 czerwca, 2018 r.
- Cykl wykładów pt. “Wnioskowanie przybliżone” dla studentów studiów licencjackich w Lady Brabourne College, Kalkuta, Indie, w sierpniu 2018 r.
- Wykład pt. “Logic: Set Theoretic Context to Rough Set Theoretic Context” w Indian Institute of Technology, Patna, Indie, w sierpniu 2017 r.
- Wykład przeglądowy (ang. *tutorial*) pt. “A brief account of paraconsistent logics” na warsztatach pt. “Logic and Computability” (WLC 2015) w Indyjskim Instytucie Statystycznym (Indian Statistical Institute) w Kalkucie w dniach 16-17 września 2015.
- Trzy wykłady pt. “Znaczenie rozróżniania poziomów w dyskursie logicznym: studium z perspektywy stopniowanej konsekwencji” na Uniwersytecie w Granadzie, Hiszpania, 18-19 maja, 2015 r.

- Dwie prelekcje zaproszone pt. "Parakonsystencja i Teoria Stopniowalnej Konsekwencji" w Instytucie Matematyki UW, Polska, w lutym 2014 r.
- Wykład pt. "Wzajemne relacje konsekwencji i sprzeczności w kontekście parakonsystentności logiki", na V Światowym Kongresie Parakonsystencji (WCP5), w Indyjskim Instytucie Statystycznym, Kalkuta, luty 2014 r.
- Dwa wykłady pt. "Stopniowalna konsekwencja" na warsztatach w Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Brazylia, kwiecień 2013 r.
- Wykład pt. "Zbiory rozmyte i wnioskowania przybliżone" na Uniwersytecie Madras w Indiach, w grudniu 2012 r.
- Wykład pt. "Stopniowalne konsekwencje" w National Institute of Technology, Durgapur, Indie, w listopadzie 2011 r.

Przedstawioną aktywność naukową habilitantki oceniam jako wysoką.

Warto również wspomnieć, że dr Soma Dutta była współpromotorem, wraz z prof. Mohua Banerjee, doktoranta Bidhan Saha zarejestrowanego w Indian Institute of Technology w Kanpur (IITK) w Indiach.

Na koniec chciałbym krótko skomentować dołączony do rozprawy habilitacyjnej Autoreferat. Choć jest on napisany logicznie i dobrze wprowadza do ogólnej tematyki osiągnięcia habilitacyjnego, to doskwiera w nim brak jasnej zasady łączącej wszystkie prace. W rozdziale autoreferatu zatytułowanym "Ogólna charakterystyka celu badań naukowych" habilitantka pisze: *Wyniki naukowe wszystkich artykułów rozważanych w tym cyklu można podzielić na dwie grupy. Osobiście nie dzieliłbym tych prac na grupy tematyczne; lepszym podejściem (przyjętym w niniejszej recenzji) wydaje się wskazanie prac "węzłowych" (które wiążą cykl w jedną całość) oraz "wspierających" (omawiających dodatkowe aspekty). Znacznie lepsze wprowadzenie do tematyki możemy znaleźć w kolejnym rozdziale "Cel naukowy prac i osiągnięte wyniki":* *Wadą istniejących metod wnioskowania jest to, że te istniejące modele rozumowania nie uwzględniają doświadczenia i procesu percepcji agenta w zakresie pozyskiwania informacji o postrzeganej sytuacji. W istniejących podejściach do modelowania sterowania inteligentnego agenta występuje pewien brak ciągłego połączenia warstwy informacyjnej agenta z jego otoczeniem w świecie rzeczywistym. Sterowanie agenta jego działaniem modeluje się za pomocą modelu matematycznego mającego przybliżyć pożądane jego zachowanie w świecie fizycznym przy abstrahowaniu od procesu percepcji sytuacji, odnośnie której ma być podejmowana decyzja. Modelem matematycznym który wymaga inżynieryjno-technicznej modyfikacji jest model przepływu informacji (połączony z teorią zbiorów przybliżonych). Ramą pojęciową umożliwiającą takie przekształcenie (ucieleśnienie) są interaktywne obliczenia granularne. W nowym modelu powinno być możliwe (cytując Autoreferat) prowadzenie wnioskowań bazujących na pomiarach sensorycznych oraz na metodach obliczeniowych bazujących na granulacji informacji na pozyskanych już informacjach aby prowadzenie rozumowań od pomiarów do percepcji zapewniało zrozumienie postrzeganych sytuacji, niezbędne dla podjęcia właściwych decyzji.*

Zatem Autoreferat dostarcza wszystkich niezbędnych informacji aby zrozumieć wkład habilitantki w rozwój dyscypliny naukowej informatyka techniczna i telekomunikacja, ale moim zdaniem jest on przedstawiony w nieco rozproszony sposób.

W podsumowaniu stwierdzam, że **dr Soma Dutta spełnia wszystkie wymogi ustawowe a także dotychczasowe wymagania zwyczajowe dla uzyskania stopnia doktora habilitowanego**. Z pełnym przekonaniem popieram nadanie dr. Somie Dutta² stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.

Z wyrazami szacunku,



²Ta odmiana nazwiska wydaje mi się bardziej naturalna niż "Duttie"