

Maria Mach-Król

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach
e-mail: maria.mach-krol@ue.katowice.pl

NARZĘDZIA BUDOWY SYSTEMU Z TEMPORALNĄ BAZĄ WIEDZY WSPOMAGAJĄCEGO TWÓRCZOŚĆ ORGANIZACYJNĄ

Streszczenie: W artykule podjęto rozważania na temat narzędzi, jakie mogłyby zostać wykorzystane do budowy systemu z temporalną bazą wiedzy, mającego wspomagać twórczość organizacyjną. Głównym celem artykułu jest krytyczna analiza dostępnych narzędzi w kontekście tej twórczości. Wskazano temporalne aspekty obecne w twórczości organizacyjnej, przedstawiono motywację dla budowy systemu temporalnego oraz przeanalizowano możliwe do wykorzystania narzędzia. Zaprezentowano także możliwości, jakie może stworzyć powstający system Logos.

Słowa kluczowe: twórczość organizacyjna, system z temporalną bazą wiedzy, języki programowania, szkieletowe systemy ekspertowe, Golog.

DOI: 10.15611/ie.2014.2.15

1. Wstęp

Twórczość organizacyjna to stosunkowo nowa koncepcja w teorii zarządzania organizacjami, wyrosła częściowo na gruncie zarządzania wiedzą. Istnieje wiele definicji twórczości organizacyjnej, jednak powszechnie uważa się, że jest to działanie zespołowe, dynamiczne – odpowiadające na zmienną sytuację organizacji, będące procesem zespołowym (por. np. [Unsworth 2001; Andriopoulos, Dawson 2014]).

Twórczość organizacyjną można zatem i trzeba postrzegać w kontekście dynamiki organizacji, ponieważ uwarunkowana jest zmianami sytuacji i składa się z procesów. Dlatego rozważając kwestię wspomaganie informatycznego twórczości organizacyjnej, nie można pominąć odniesień do czasu (temporalnych).

Takie ujęcie problemu – eksponujące aspekt dynamiczny – powoduje, iż zasadne staje się rozważenie wykorzystania systemu z temporalną bazą wiedzy jako narzędzia wspomagającego tworzenie i rozwijanie twórczości organizacyjnej rozumianej jako zasób organizacji (por. np. [Krupski 2011; Sirmon i in. 2011]).

Przez system z temporalną bazą wiedzy będziemy rozumieć – nieco przekształcając definicję podaną w pracy [Mach 2007] – system sztucznej inteligencji, który

w sposób bezpośredni i jawny przeprowadza wnioskowanie temporalne. Zatem system taki nie tylko zawiera bazę faktów, bazę reguł i mechanizm wnioskowania, lecz również w sposób bezpośredni ujmuje kwestię czasu. Aby system inteligentny mógł być uznany za system z temporalną bazą wiedzy, jawne odniesienia czasowe winny znajdować się w jego bazie wiedzy – sformalizowanej za pomocą logik czasowych – oraz co najmniej w warstwie reprezentacji i wnioskowania.

Artykuł zorganizowany jest następująco. W punkcie 2 przedstawiono motywację dla budowy systemu z temporalną bazą wiedzy, mającego wspomagać twórczość organizacyjną. Szczególny nacisk został położony na aspekty temporalne i dynamikę tej twórczości. Punkt 3 poświęcony został prezentacji i krytycznej analizie możliwych do wykorzystania narzędzi budowy i/lub rozwoju systemu temporalnego. Punkt 4 zawiera podsumowanie rozważań i kierunki dalszych badań.

2. Aspekty temporalne twórczości organizacyjnej

Rozważając zastosowanie jakiegokolwiek instrumentarium informatycznego, należy przede wszystkim przeanalizować cechy dziedziny problemowej w kontekście proponowanego narzędzia. Nie inaczej jest w przypadku systemów z temporalną bazą wiedzy i ich aplikacji we wspomaganiu twórczości organizacyjnej.

Elementy uzasadniające wykorzystanie narzędzia inteligentnego, mającego przy tym jawne odniesienia czasowe, znajdują się już w definicjach twórczości organizacyjnej. W tym miejscu przytoczymy niektóre z nich:

- Woodman i in. [1993], jak również Shalley i in. [2000] podkreślają, że efektem twórczości organizacyjnej są m.in. idee i procesy, które naszym zdaniem można określić mianem *wiedzy twórczej*. Wiedzę najlepiej kodyfikować i przechowywać w bazie wiedzy, a ponieważ jest zmienna (o czym za chwilę), to powinna to być baza temporalna;
- w definicji [Amabile 1996] autorka podkreśla, że twórczość organizacyjna jest zadaniem bardziej heurystycznym niż algorytmicznym [Amabile 1996, s. 33] – a zatem nie jest możliwe stosowanie do niej klasycznych narzędzi analitycznych, ponieważ zadaniom typu heurystycznego zazwyczaj brak struktury algorytmicznej, są one złożone i obciążone dużą dozą niepewności (por. np. [Aggarwal 2001, s. 6]);
- Unsworth [2001] sugeruje, że idee będące produktem twórczości organizacyjnej (czyli wiedza twórcza) muszą być odpowiednie do sytuacji [Unsworth 2001, s. 289] – a zatem muszą *dynamicznie* się zmieniać, bo sytuacja, w jakiej znajduje się organizacja, również nieustannie się zmienia;
- zmienność, dynamikę czy procesowość twórczości organizacyjnej, uzasadniające jej kodyfikację w systemie z temporalną bazą wiedzy, podkreśla się np. w definicjach podanych przez [Martins, Terblanche 2003; Alvarado 2006; Hirst i in. 2009; Baer 2012; Basadur i in. 2012];

- Andriopoulos, Dawson [2014] wskazują, że twórczość organizacyjną należy rozpatrywać na poziomie indywidualnym, grupowym i organizacyjnym. Uzasadnia to potrzebę jej kodyfikacji w bazie wiedzy: jeśli twórczość (jej efekty) ma swobodnie „przepływać” między poziomami, aby współpraca członków organizacji była efektywniejsza, to system z bazą wiedzy taki przepływ umożliwia;
- uzasadnieniem dla zastosowania w procesie kodyfikacji wiedzy twórczej formalizmów temporalnych mogą być definicje podane w pracach [Mumford i in. 2011] czy [Mumford i in. 2012], gdzie autorzy wskazują, że twórczość odnosi się do problemów o źle zdefiniowanej strukturze. Jedną z zalet formalizacji temporalnej jest właśnie możliwość opisu problemów nieustrukturyzowanych.

Śledząc rozważania wielu autorów na temat istoty twórczości organizacyjnej, należy zauważyć przede wszystkim fakt, że jest to działanie zespołowe. Jak już powiedziano, efekt tego działania można określić jako wiedzę twórczą – czyli wiedzę, która z kolei generuje nowe idee, pomysły, rozwiązania. Aby tak się stało, wiedzę tę trzeba najpierw skodyfikować, a następnie rozpowszechnić. Taki wymóg uzasadnia skorzystanie z systemu z bazą wiedzy. Jednak wiedza twórcza jest zmienna. Dzieje się tak z kilku powodów.

Po pierwsze, twórczość organizacyjna jest *procesem* – a zatem jej efekty nie są ustalone raz na zawsze, lecz ulegają zmianie. Ponadto proces ten jest ukierunkowany na rozwiązywanie problemów, które również się zmieniają, bo zmienia się otoczenie organizacji [Mach 2007, s. 13–15; Czaja 2011, s. 150 i n., 176 i n.].

Po drugie, każda wiedza, w tym twórcza, zmienia się po prostu z powodu *upływu czasu*, a także w wyniku napływu nowych informacji o obiektach, których wiedza dotyczy, a które mają charakterystyki temporalne [van Benthem 1995].

Po trzecie, twórczość organizacyjna nierozzerwalnie wiąże się z *dynamiką* – co wyraża się np. w podejściu zasobowym do tej twórczości czy w wymogu adaptacji wiedzy twórczej do sytuacji.

W podejściu zasobowym do wiedzy i twórczości organizacyjnej dynamika wyraża się w konieczności ciągłego rozwijania, zmieniania zasobów, tak aby nadążyć za zmianami w organizacji i jej otoczeniu – por. np. [Krupski 2011]. Przedsiębiorstwo w ten sposób adaptuje się do zmian [Sirmon i in. 2011]. Adaptacja taka przebiega w czasie, co w sposób oczywisty wiąże twórczość organizacyjną z wymiarem temporalności. Ponadto zasoby trzeba rozwijać, a zatem twórczość organizacyjna i jej artefakty są dynamiczne.

Próby uchwycenia dynamiki zasobów dostrzec można już w takich obszarach, jak samo podejście zasobowe, ekonometria dynamiczna – por. np. [Jakubczyc 1996] czy ekonomia dynamiczna – por. np. [Adda, Cooper 2003]. Jednak są to rozwiązania nastawione wyłącznie na kodyfikację i analizę zjawisk o charakterze ilościowym. Wiedza natomiast – w tym oczywiście wiedza twórcza – jest ze swej istoty jakościowa, a zatem wymaga do skodyfikowania, analizowania, wnioskowania na jej temat i rozpowszechniania narzędzi jakościowych. Jednym z takich narzędzi, które nie tylko pozwalają sformalizować wiedzę jakościową, ale również uwzględniają czas, jest

logika temporalna, która stanowi narzędzie formalizacji wiedzy w temporalnych bazach wiedzy. Omówienie tej formalizacji można znaleźć np. w pracach [van Benthem 1995; Klimek 1999] czy [Fisher i in. 2005].

Powyższe względy prowadzą do wniosku, że system z bazą wiedzy, jako system wspierający twórczość organizacyjną, nie wystarczy, gdyż klasyczne bazy wiedzy nie uwzględniają aspektu temporalności. Dlatego w niniejszym opracowaniu proponujemy wykorzystanie systemu z temporalną bazą wiedzy, którego definicję podaliśmy wcześniej. System taki umożliwi bowiem realizację zadań wynikających z właściwości twórczości organizacyjnej i jej artefaktów.

3. Narzędzia budowy systemów z temporalną bazą wiedzy

Narzędzie budowy systemu z temporalną bazą wiedzy musi umożliwić implementację baz wiedzy w wybranej logice temporalnej oraz implementację systemu jako takiego. Można zatem stworzyć taki system, wykorzystując albo odpowiednio dobrany język programowania, albo narzędzie programowe tworzenia systemów inteligentnych.

Istnieją klasyczne narzędzia tworzenia systemów ekspertowych (a takim systemem w pewnym sensie jest system z temporalną bazą wiedzy). Są to na przykład (szerzej na ten temat np. w [Schalkoff 2011]):

- systemy szkieletowe (tzw. shelle),
- środowiskowe programy ułatwiające implementację systemu,
- języki systemów ekspertowych, np. Clips,
- języki programowania bazy wiedzy, np. Lisp, Prolog,
- języki algorytmiczne, np. C++, C#.

Jeśli chodzi o systemy szkieletowe, to mają one liczne zalety, zwalniają też niejako twórców systemu ze znużonego programowania, np. mechanizmu wnioskowania. Jednak mają również wbudowany mechanizm dla formalnej reprezentacji wiedzy, który nie uwzględnia jej charakteru temporalnego (nie są nam znane shelley zapewniające taką funkcjonalność). Stąd wykorzystanie shella do implementacji systemu z temporalną bazą wiedzy może być utrudnione lub wręcz niemożliwe. Łatwiej można wyobrazić sobie skorzystanie z programów środowiskowych, ponieważ zaliczają się do nich np. programy grafiki komputerowej – ułatwiające chociażby stworzenie interfejsu.

Języki programowania systemów ekspertowych również nie do końca spełniają swoje zadanie w przypadku systemu z temporalną bazą wiedzy. Na przykład język Clips – jego mechanizmy wewnętrzne – realizuje jedynie wnioskowanie w przód (nie jest możliwa implementacja strategii mieszanej). Ponadto również nie implementuje temporalności wiedzy.

Języki symboliczne, jak na przykład Prolog, mogą zostać wykorzystane zwłaszcza do napisania bazy wiedzy, jednak nie w swojej pierwotnej wersji, która nie obsługuje operatorów temporalnych. Powstało wiele odmian Prologu, realizujących specyficzne funkcje, np. Prolog+CG obsługujący grafy konceptualne [Sandborg-Pe-

tersen 2013]. Autorem tej odmiany jest prof. Adil Kabbaj [Kabbaj, Janta 2000], obecnie rozwijający Amine, platformę Java typu Open Source, przeznaczoną do rozwijania różnych typów systemów inteligentnych i/lub agentowych [Kabbaj 2009]. Wykorzystanie tej platformy do budowy systemów z temporalną bazą wiedzy mogłoby stanowić interesujący problem badawczy.

Najbardziej zbliżoną – w sensie realizowanych zadań – do potrzeb realizacji proponowanego systemu z temporalną bazą wiedzy odmianą Prologu jest język Golog. W grupie języków algorytmicznych można rozważyć np. C#, C++. Znanie narzędzie budowy systemów inteligentnych – szkieletowy system ekspertowy PC-Shell został napisany w języku C++ [Michalik 2014]. Obecnie firma AITECH Laboratory pracuje nad kolejnym systemem, który powstaje w języku C# [Michalik 2014].

Niejako naturalnym wyborem byłoby zaś wykorzystanie języka wysokiego poziomu Golog, został on bowiem stworzony specjalnie do programowania działań i akcji sformalizowanych uprzednio w rachunku sytuacyjnym. Golog po raz pierwszy został szczegółowo zaprezentowany w książce [Reiter 2001] wraz z przykładami. Doskonałe przykłady zastosowań Gologu zawiera też praca [Claßen 2013]. Golog ma kilka odmian przystosowanych do specyficznych zastosowań, m.in. [Levesque, Reiter 2013]:

- ConGolog (ConcurrentGolog) – wersja języka obsługująca współbieżność, przerywania i akcje zewnętrzne,
- IndiGolog (IncrementalDeterministic (Con)Golog) – język programowania wyższego rzędu, w którym programy wykonywane są przyrostowo, aby umożliwić obsługę akcji naprzemiennych, planowanie, sensorykę i zdarzenia zewnętrzne.

Łatwiejszą opcją jest oczywiście skorzystanie z narzędzia do tworzenia systemów, w tym systemów inteligentnych, być może z koniecznością dopasowania do potrzeb twórczości organizacyjnej.

W literaturze opisywanych jest wiele takich narzędzi. Naszym zdaniem, w kontekście wspomagania twórczości organizacyjnej, na uwagę zasługują szczególnie:

- Narzędzie Mobucon [Maggi i in. 2012], działające na szkielecie programowym ProM służącym do drażnienia procesów. Mobucon monitoruje procesy biznesowe i wnioskuje na ich temat, wykorzystując do tego celu liniową logikę temporalną LTL oraz rachunek zdarzeń (*eventcalculus*). Ideę tę można zaadaptować do monitorowania zmiennej w czasie sytuacji organizacji.
- Narzędzie VMC [ter Beek i in. 2012], oparte na logice temporalnej, pozwala opisywać grupy cech produktów w linii produktowej, w sposób jawny definiując cechy opcjonalne, alternatywne, pożądane, obowiązkowe itp. Zapewnia również mechanizm wnioskowania temporalnego. Ze względu na swoją budowę może posłużyć jako inspiracja dla budowy spektrum subbaz wiedzy twórczej, ponieważ pozwala na opis fragmentów wiedzy.

W kontekście rachunku sytuacyjnego i języka programowania Golog, omawianych wcześniej, na uwagę zasługują rozwiązania zaproponowane w pracach [Fan i in. 2012; Claßen i in. 2012]. Autorzy pierwszej z nich proponują interpreter języka

ka Golog przeznaczony do kontroli robotów i planowania ich działań, autorzy drugiej – projekt integrujący planowanie (język PDDL) i język programowania Golog (w wersji IndiGolog), w celu przyspieszenia działania systemu napisanego w Gologu. Oba te rozwiązania mogą stać się inspiracją dla systemu z temporalną bazą wiedzy, wspierającego twórczość organizacyjną, ponieważ pokazują, jak w praktyce zastosować Golog i wnioskowanie temporalne w rozwiązywaniu takich problemów, jak np. współpraca twórców.

Niestety, nie istnieją szkieletowe systemy implementujące rachunek sytuacyjny, język Golog bądź którąś z jego odmian. Decydując się na użycie tego narzędzia, trzeba zatem również zaprogramować cały system, wykorzystując jeden z języków wspomnianych wcześniej.

Systemem z temporalną bazą wiedzy, programowanym w języku C#, w którym przewiduje się implementację reguł temporalnych w rachunku sytuacyjnym, jest system Logos. Pierwsze doniesienia na temat budowy i funkcjonalności systemu ukazały się w [Mach-Król, Michalik 2013]. Pierwotnie system planowany był jako narzędzie reprezentacji i wnioskowania na temat wiedzy prawnej, jednak ponieważ wiedza ta – podobnie jak wiedza twórcza – jest wiedzą o charakterze temporalnym, nie ma przeszkód dla uogólnienia Logosa do wspomagania twórczości organizacyjnej. Jak piszą autorzy opracowania [Michalik, Mach-Król 2014], „system Logos jest nazwą systemu rozumującego (*reasoning engine, reasoner*) tworzonego w ramach projektu o tej samej nazwie. [...] Logos może działać w roli hybrydowego systemu ekspertowego współpracującego z hybrydowym systemem ekspertowym PC-Shell oraz symulatorem sztucznych sieci neuronowych Neuronix. [...] Logos (poza innymi zastosowaniami) ma stać się narzędziem do eksperymentów z użyciem logiki temporalnej. [...] W obecnej wersji system Logos zapewnia dwa tryby wnioskowania: pierwszy oparty o logikę dwuwartościową (binarną), drugi o stanfordzką algebrę współczynników pewności. Zatem istnieje możliwość budowania temporalnej bazy wiedzy odwzorowującej wiedzę ludzką, cechującą się niepewnością. Podobnie jak w przypadku systemu PC-Shell, w systemie Logos zaimplementowano bogaty zbiór udogodnień związanych z wyjaśnieniami, m.in. wyjaśnienia typu JAK, DLA-CZEGO, tzw. metafory opisujące wybrane reguły w bazie wiedzy, oraz wyjaśnienia WHAT IS. Dostępny zbiór wyjaśnień umożliwia również wykorzystanie systemu Logos jako szkieletowego systemu ekspertowego, ponieważ zdaniem autorów wyjaśnienia to jedna z kluczowych własności w paradygmacie systemów ekspertowych”.

Podsumowując, przypuszcza się, że ze względu na specyfikę zadań związanych ze wspomaganiem twórczości organizacyjnej stworzenie proponowanego systemu z temporalną bazą wiedzy wymagałoby wykorzystania doświadczeń z omówionych wyżej implementacji, zwłaszcza wykorzystujących rachunek sytuacyjny i język Golog.

4. Zakończenie

W artykule zaprezentowano niektóre narzędzia – zarówno z grupy języków programowania, jak i szkieletowych systemów ekspertowych – które mogą być brane pod uwagę w procesie budowy systemu z temporalną bazą wiedzy, przeznaczonego do wspomagania twórczości organizacyjnej. Wskazano na ich zalety i słabości.

Biorąc pod uwagę wymagania wobec systemu, a zwłaszcza wymóg pełnej temporalności, wskazano na możliwość i zasadność wykorzystania w procesie jego budowy narzędzia Logos, wzbogaconego o aspekty temporalne w postaci języka Golog.

Dalsze prace nad systemem będą obejmować takie kwestie, jak formalizacja przykładowej wiedzy twórczej w rachunku sytuacyjnym, formalizacja tej wiedzy przy użyciu języka Golog oraz prace nad uproszczonym językiem temporalnym, wywodzącym się z rachunku sytuacyjnego, który byłby łatwiejszy do obsługi przez użytkowników niż bazujący na Prologu język Golog.

Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2013/09B/HS4/00473.

Literatura

- Adda J., Cooper R., 2003, *Dynamic Economics. Quantitative Methods and Applications*, The MIT Press, Cambridge, Mass.
- Aggarwal A., 2001, *A Taxonomy of Sequential Decision Support Systems*, Informing Science Institute, Kraków, s. 1-11.
- Alvarado L.D., 2006, *The creative organizations as living systems*, [w:] S. Torre, V. Violant (eds.), *Understanding and evaluating creativity*, Editiones Algiba, Malaga, s. 375-382.
- Amabile T.M., 1996, *Creativity in Context: Update to The Social Psychology of Creativity*, Westview Press, Boulder.
- Andriopoulos C., Dawson P., 2014, *Managing Change, Creativity and Innovation*, Second Edition, SAGE Publications, Los Angeles–London–New Delhi–Singapore–Washington DC.
- Baer M., 2012, *Putting creativity to work: The implementation of creative ideas in organizations*, „Academy of Management Journal”, 1 October, 55(1), s. 1102-1119.
- Basadur M., Basadur T., Licina G., 2012, *Organizational development*, [w:] M.D. Mumford (ed.), *Handbook of Organizational Creativity*, Elsevier Inc., London–Waltham–San Diego, s. 667-703.
- Claßen J., 2013, *Planning and Verification in the Agent Language Golog*, Aachen University, Aachen, doctoral dissertation.
- Claßen J., Röger G., Lakemeyer G., Nebel B., 2012, *Platas – Integrating Planning and the Action Language Golog*, „KI – Künstliche Intelligenz”, 1 February, 26(1), s. 61-67.
- Czaja S., 2011, *Czas w ekonomii. Sposoby interpretacji czasu w teorii ekonomii i w praktyce gospodarczej*, Wydawnictwo UE, Wrocław.
- Fan Y., Cai M., Li N., Liu Y., 2012, *A First-Order Interpreter for Knowledge-based Golog with Sensing based on Exact Progression and Limited Reasoning*, AAAI, Toronto, s. 734-742.
- Fisher M., Gabbay D., Vila, L. (eds.), 2005, *Handbook of Temporal Reasoning in Artificial Intelligence*, Elsevier B.V., Amsterdam–Boston–Heidelberg.

- Hirst G., Knippenberg D. v., Zhou J., 2009, *A cross-level perspective on employee creativity: Goal orientation, team learning behavior, and individual creativity*, „Academy of Management Journal”, 1 April, 52(2), s. 280-293.
- Jakubczyc J., 1996, *Wprowadzenie do ekonometrii dynamicznej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa–Wrocław.
- Kabbaj A., 2009, *An overview of Amine*, [w:] P. Hitzler, H. Schärfe (eds.), *Conceptual Structures in Practice*, Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, FL, s. 321-348.
- Kabbaj A., Janta M., 2000, *From PROLOG++ to PROLOG+CG: An object-oriented logic programming*, Springer, Darmstadt.
- Klimek R., 1999, *Wprowadzenie do logiki temporalnej*, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków.
- Krupski R. (red.), 2011, *Rozwój szkoły zasobowej zarządzania strategicznego*, WSZiP, Wałbrzych.
- Levesque H., Reiter R., 2013, *Systems*, <http://www.cs.toronto.edu/cogrobo/main/systems/index.html> (05.04.2014).
- Mach-Król M., Michalik K., 2013, *An intelligent system with temporal extension for reasoning about legal knowledge*, [w:] A. Skulimowski (red.), *Looking into the Future of Creativity and Decision Support Systems*, Progress & Business Publishers, Kraków, s. 360-369.
- Mach M.A., 2007, *Temporalna analiza otoczenia przedsiębiorstwa. Techniki i narzędzia inteligentne*, Wydawnictwo AE, Wrocław.
- Maggi F., Montali M., van der Aalst, W., 2012, *An operational decision support framework for monitoring business constraints*, [w:] J. de Lara, A. Zisman (eds.), *FASE 2012, LNCS 7212*, Springer, Berlin–Heidelberg, s. 146-162.
- Martins E.C., Terblanche F., 2003, *Building organisational culture that stimulates creativity and innovation*, „European Journal of Innovation Management”, February, 6(1), s. 64-74.
- Michalik K., 2014, *Blog*, <http://krzysztof-michalik.com/blog/books-first-decent-good-introductory-book-on-c-language/>(05.04.2014).
- Michalik K., Mach-Król M., 2014, *Logika temporalna w koncepcji baz wiedzy systemu Logos do reprezentacji wiedzy w domenie prawniczej*, „Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych SGH”, (w druku).
- Mumford M.D., Medeiros K.E., Partlow P.J., 2012, *Creative thinking: Processes, strategies, and knowledge*, „The Journal of Creative Behavior”, March, 46(1), s. 30-47.
- Mumford M.D., Robledo I.C., Hester K.S., 2011, *Creativity, Innovation and Leadership: Models and Findings*, [w:] A. Bryman et al., *The SAGE Handbook of Leadership*, SAGE Publications Ltd., London, s. 405-421.
- Reiter R., 2001, *Knowledge in Action: Logical Foundations for Specifying and Implementing Dynamical Systems*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Sandborg-Petersen, U., 2013. *Prolog+CG 2.0*. <http://prologpluscg.sourceforge.net/index.html> (07.04.2014).
- Schalkoff R., 2011, *Intelligent Systems: Principles, Paradigms, And Pragmatics*, Jones and Bartlett Publishers, LLC, Sudbury, MA.
- Shalley C.E., Gilson L.L., Blum T.C., 2000, *Matching creativity requirements and the work environment: Effects on satisfaction and intentions to leave*, „Academy of Management Journal”, 1 April, 43(2), s. 215-223.
- Sirmon D.G., Hitt M.A., Ireland R.D., Gilbert B.A., 2011, *Resource orchestration to create competitive advantage: Breadth, depth, and life cycle effects*, „Journal of Management”, September, vol. 37, no. 5, s. 1390-1412.
- ter Beek M., Mazzanti F., Sulova A., 2012, *VMC: A tool for product variability analysis*, [w:] D. Giannakopoulou, D. Méry (eds.), *FM2012: Formal Methods. LNCS 7436*, Springer, Berlin–Heidelberg, s. 450-454.

- Unsworth K.L., 2001, *Unpacking creativity*, „Academy of Management Review”, vol. 26, no. 2, s. 286-297.
- van Benthem J., 1995, *Temporal logic*, [w:] D.M. Gabbay, C.J. Hogger, J.A. Robinson (eds.), *Handbook of Logic in Artificial Intelligence and Logic Programming. Volume 4: Epistemic and Temporal Reasoning*, Clarendon Press, Oxford, s. 241-350.
- Woodman R.W., Sawyer J.E., Griffin R.W., 1993, *Toward a theory of organizational creativity*, „The Academy of Management Review”, April, vol. 18, no. 2, s. 293-321.

TOOLS FOR DEVELOPING A SYSTEM WITH TEMPORAL KNOWLEDGE BASE TO SUPPORT ORGANIZATIONAL CREATIVITY

Summary: In the paper the tools for developing an intelligent system with temporal knowledge base, supporting organizational creativity, are discussed and analyzed. The main aim of the paper is a critical presentation of possible tools in the context of creativity that is present in organizations. The temporal aspect of organizational creativity is outlined, next the motivation for a temporal system development is presented, and tools are discussed. The possibilities that are given by a tool-under-construction named Logos are also presented.

Keywords: organizational creativity, system with temporal knowledge base, programming languages, expert system shells, Golog.