

Anna Bajerowska

Ontologie terminologiczne jako cyfrowe reprezentacje wiedzy

Lingwistyka Stosowana / Applied Linguistics / Angewandte Linguistik nr 21,
1-8

2017

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach
dozwolonego użytku.

Anna BAJEROWSKA
Uniwersytet Warszawski

Ontologie w systemach informatycznych jako reprezentacje wiedzy

Abstract:

Ontologies in Information Systems as Knowledge Representations

In information science ontologies are defined as content theories about the entities, properties of entities and relations between entities in a specified domain of discourse. This paper provides a conceptual introduction to applied ontologies and their role in describing knowledge in the light of the anthropocentric theory of human languages created by F. Grucza. The Author discusses what kind of knowledge ontologies primarily represent and deliberates on relations between ontologies, texts and knowledge.

Wstęp

Ontologie stosowane jako wysoce sformalizowane modele wiedzy stanowią przedmiot zainteresowania przede wszystkim ekspertów w dziedzinie inżynierii informatycznej. Zagadnienie ontologii w systemach informatycznych wzbudziło także dyskusję naukową na gruncie lingwistyki, zwłaszcza lingwistyki języków specjalistycznych oraz terminologii, która jednak do tej pory nie została należycie zainicjowana w polskim środowisku badawczym. Niniejszy artykuł stanowi próbę rozważenia kwestii sposobu reprezentowania wiedzy przez ontologie w świetle antropocentrycznej teorii języków oraz antropocentrycznej teorii języków specjalistycznych.

1. Ontologie stosowane

Na gruncie modelowania informatycznego ontologie definiowane są jako sformalizowane modele wiedzy (specjalistycznej) tworzone na potrzeby inżynierii języków naturalnych, inżynierii wiedzy oraz inżynierii systemów informatycznych. Stanowią one istotne ogniwo w procesie konstruowania i eksploatacji systemów ekspertowych i multiagencyjnych oraz integracji informacji: „Ontologie są opisem fragmentu rzeczywistości, który służy realizacji zadań tworzenia i przetwarzania wiedzy” (zob. W. Grzelak 2013: 165). Jedno z głównych zastosowań ontologii stanowi formalna deskrypcja zasobów informacyjnych, np. w ramach projektu Semantic Web. Najistotniejsze zadanie cyfrowych reprezentacji wiedzy polega więc na modelowaniu wybranych partii wiedzy (specjalistycznej) w celu wielokrotnego wykorzystywania uzyskanych modeli w oparciu o zasadę „współdzielenia” konceptualizacji leżących u podstaw danej ontologii.

Wymóg współdzielenia, sformułowany przez W. Borsta w roku 1997, wiąże się z koniecznością wypracowania konsensusu w kwestii kształtu (zawartości i struktury) danej ontologii zarówno wśród jej twórców jak i w środowisku ekspertów oraz jej adresatów/użytkowników (por. W. Gliński 2011: 33, K. Goczyła 2011: 26): „Tworzenie ontologii jest ukierunkowane na osiągnięcie konsensusu w rozumieniu dziedziny wiedzy akceptowanego przez zainteresowanych użytkowników systemu wiedzy”, tak więc „dany model reprezentacji wiedzy może być uznany za ontologię tylko wtedy, gdy jest modelem wiedzy ogólnie akceptowalnym” (zob. W. Gliński 2011: 39). Realizacja idei współdzielenia wiedzy zaowocowała opracowaniem procedur tzw. zestrąniania ontologii, czyli ich harmonizowania metodą budowania powiązań między ich kategoriami bez konieczności dekompozycji strukturalnej, podobnie jak w przypadku np. ontologii AnchorPROMPT (zob. P. Garbacz/ R. Trypuz 2012: 104). Opracowanie wyżej przedstawionej metody modyfikacji oraz poszerzania granic zbioru ontologii stosowanych wydaje się szczególnie istotne wobec potrzeby otwarcia ich na generatywne aspekty wiedzy przy zachowaniu konsekwencji strukturalnej (por. T. Cabré/ J. Feliu/ J. Vivaldi 2002).

W myśl koncepcji A. Mädsche, przedstawionej w 2004 r., każda ontologia powinna obejmować zbiór definiujący jej strukturę oraz odrębny zbiór definiujący leksykon, co dowodzi, iż ujęciem o kluczowym znaczeniu dla ontologii stosowanych okazała się (meta-)filozoficzna koncepcja Quine’a-McCarthy’ego. Jej założenia koncentrują się wokół konieczności strukturalnego oddzielenia metod (algorytmów) rozwiązywania problemu od przetwarzanych przez system jednostek w funkcji eksponentów partii wiedzy, której problem dotyczy (zob. P. Garbacz/ R. Trypuz 2012: 69). Wprowadzenie ścisłego podziału na komponent odpowiadający partiom wiedzy oraz algorytmy (procedury) jej przetwarzania zaowocowało możliwością wykorzystania tych ostatnich w modelowaniu rozmaitych dziedzin, co nadało im charakter uniwersalny (zob. P. Garbacz/ R. Trypuz 2012: 70).

Ze względu na chaos definicyjny towarzyszący wewnętrznemu zróżnicowaniu zbioru ontologii stosowanych, literatura przedmiotu obfituje w różnorodne ich typologizacje (zob. T. Cabré/ J. Feliu/ J. Vivaldi 2002, P. Garbacz/ R. Trypuz 2012, W. Gliński 2011, W. Grzelak 2013). W klasyfikacji ontologii najbardziej fundamentalnym wydaje się kryterium stopnia formalizacji języka. W oparciu o nie wyróżnia się ontologie wysoce nieformalne (sformułowane w jednym z języków naturalnych), ontologie semi-nieformalne (wyrażone w postaci ustrukturalizowanego języka naturalnego, np. schematy znacznikowania informacji, czyli *tagging*), ontologie semi-formalne (wyrażone w języku formalnym, np. RDF, OWL) i ontologie ściśle formalne (charakteryzujące się precyzyjnie zdefiniowaną terminologią oraz formalną semantyką). Kolejne kryterium podziału stanowi złożoność struktury ontologii, w oparciu o które wyodrębnia się kontrolowane słowniki w postaci list terminów opatrzone odpowiednimi identyfikatorami, glosariusze, systemy klasyfikacji (dane opisowe służące kategoryzacji przedmiotów na podstawie posiadanej przez nie cechy, np. standard ISO/IEC 1117), tezauryusy oraz taksonomie. W świetle koncepcji terminologicznych powstałych na gruncie lingwistyki języków specjalistycznych szczególne znaczenie ma ujmowanie ontologii stosowanych w kategoriach systematyzacji wiedzy,

które wynika z typologizacji ontologii przeprowadzonej ze względu na ich zamierzone zastosowanie.

Konstruowaniu ontologii stosowanych nieodmiennie towarzyszy fundamentalne pytanie o ich domenę i zakres. Zdefiniowanie domeny polega na wyznaczeniu granic zbioru obiektów stanowiących przedmiot referencji pojęć danej ontologii. Równie ważne jest określenie celu konstruowania ontologii, gdyż determinuje on stopień jej uszczegółowienia. Ze względów aplikatywnych konieczne jest także postawienie pytania o zakresy wiedzy jej potencjalnych adresatów, dotyczącej fragmentu rzeczywistości „reprezentowanego” przez daną ontologię, a także o to, kto będzie ją utrzymywał (zob. W. Grzelak 2013: 163).

Według literatury przedmiotu (zob. W. Gliński 2011: 40) do najważniejszych komponentów ontologii należą klasy oraz relacje. Klasy reprezentują pojęcia abstrakcyjne (np. intencje, idee, uczucia) lub specyficzne (np. ławki, komputery, zwierzęta). Nadaje im się zazwyczaj postać taksonomii zespolonych poprzez tzw. mechanizm dziedziczenia. Rodzaj połączeń wyodrębnianych pomiędzy pojęciami danej domeny określają relacje. W przypadku ontologii są to najczęściej relacje binarne (dwuargumentowe), określające sposób pozostawania w związku, charakter zależności bądź właściwości elementów pary zbiorów (zob. W. Gliński 2011).

2. Wiedza

Zgodnie z praktyką dominującą na gruncie modelowania informatycznego wyrażenie „ontologie” było stosowane w poprzedniej części niniejszego artykułu wyłącznie w odniesieniu do cyfrowych reprezentacji konceptualizacji wiedzy. W rozważaniach poświęconych zagadnieniu wiedzy wyrażenie „ontologiczny” będzie natomiast występowało w funkcji określenia statusu ontycznego wspomnianego zakresu ludzkiej rzeczywistości mentalnej. Należy jednocześnie wyraźnie zaznaczyć, że operowanie wyrażeniem „ontologie” w wyżej zaprezentowanym znaczeniu nie implikuje korelacji pomiędzy statusem ontycznym wiedzy ludzkiej oraz statusem ontycznym ontologii terminologicznych.

W świetle antropocentrycznej teorii języków ludzkich (zob. F. Grucza 1997) status ontologiczny rzeczywistości werbalnie wyróżnianej za pomocą wyrażenia „wiedza” stanowi podstawę wszelkich dociekań mających na celu zgłębienie jej fenomenu. Jak stwierdza F. Grucza, „(...) ontologiczny status wszystkich rodzajów wiedzy jest taki sam” (zob. F. Grucza 1997: 12), a więc wiedza istnieje wyłącznie w mózgach konkretnych ludzi jako ich specyficzna immanentna właściwość. W konsekwencji głębokich zmian w lingwistycznym i neurobiologicznym ujmowaniu zagadnienia wiedzy, koncepcjom wypaczającym ontologiczny status wiedzy ludzkiej oraz niesłusznie ją petryfikującym przeciwstawiono modele bazujące nie na strukturalnym, lecz funkcjonalnym podejściu do powstawania i istnienia wiedzy. Perspektywa funkcjonalna odsłania dynamizm wiedzy ludzkiej jako rzeczywistości, którą rekonstruować należy nie pod kątem możliwości wyodrębnienia rzekomo wpisanych w nią sztywnych struktur, lecz przez pryzmat jej spójnej dynamiki, wyrażającej się poprzez synchronizację efektów aktywności neuronalnej w określonym czasie. Tak zwane

modele korelatywne (zob. E. Linz 2002: 162), konstruowane w perspektywie funkcjonalnej, porzucają domenę lokalizacji wiedzy na rzecz idei syntezy informacji zeterminowanej przez aktywność określonych neuronów reagujących na konkretne bodźce w „wyspecjalizowany” sposób w danym przedziale czasu, lecz bez zachowania jedności przestrzennej reakcji. Synchronizacja efektów aktywności neuronalnej, następująca w konkretnym czasie przy jednoczesnym braku ograniczenia przestrzennego, stwarza możliwość aktywizacji określonych neuronów w wielorakich konstelacjach, co eliminuje chaos w wymiarze funkcjonalnym, pozwalając na wygenerowanie określonego wzorca aktywności.

Na podstawie przedstawionych dociekań dotyczących sposobu istnienia wiedzy ludzkiej można stwierdzić, iż stanowi ona efekt ściśle ukierunkowanej syntezy wzorców aktywności określonych neuronów, będącej reakcją na dany bodziec.

Poruszając zagadnienie wiedzy w kontekście ontologii terminologicznych nie należy pomijać rozważań dotyczących wiedzy specjalistycznej, które S. Grucza (zob. S. Grucza 2008) rozpoczyna od rozstrzygnięcia kwestii sposobu istnienia fragmentu rzeczywistości, do którego odnosi się wyrażenie „wiedza specjalistyczna”. Rzeczywistą wiedzę specjalistyczną zinternalizowaną w mózgu konkretnego specjalisty S. Grucza wyróżnia nominalnie stosując wyrażenie „idiowiedza specjalistyczna”. Autor zauważa jednak, że wyrażenie „wiedza specjalistyczna” może odnosić się także do konstruktów intelektualnych, który określa mianem „poliwiedzy specjalistycznej”, a któremu nie sposób przypisać statusu bytu rzeczywistego. Poliwiedzę stanowić może suma bądź przekrój logiczny poszczególnych idiowiedzy specjalistycznych wziętych pod uwagę specjalistów. Autor wskazuje na funkcjonalną odrębność wiedzy specjalistycznej danego specjalisty względem jego wiedzy ogólnej, zaznaczając jednocześnie, że dyferencjacja ta nie znajduje zastosowania względem płaszczyzny neurobiologicznej: wiedza specjalistyczna danego specjalisty dotyczy obszarów określonej rzeczywistości profesjonalnej.

3. Teksty

W świetle teorii antropocentrycznej materialnie zrealizowane teksty należy postrzegać wyłącznie jako eksponenty wiedzy. Ze względu na to, że status ontyczny wiedzy nie pozwala jej istnieć nigdzie poza mózgami konkretnych ludzi, wiedza nie może być przekazywana sensu stricto (zob. F. Grucza 1997: 12), nie może być „zawarta” ani „występować” w tekstach. Może być jedynie „reprezentowana” przez warstwę wyrażeniową swych zastępników znakowych w postaci konkretnie zrealizowanych tekstów.

Teksty zrealizowane materialnie z natury rzeczy nie mogą pełnić roli depozytów wiedzy. Zarówno ich warstwa substancjalna jak i denotatywna stanowi swoistą manifestację przebiegu procesów poznawczych. Według S. Gruczy (zob. S. Grucza 2008: 165, por. G. Antos 1997, 2007, V. H. Yngve 1991) teksty specjalistyczne stanowią podstawę oceny jakości oraz zakresu wiedzy specjalistycznej. Teksty specjalistyczne stanowią eksponenty pewnych partii wiedzy zinternalizowanej w mózgach konkretnych specjalistów, gdyż „ich płaszczyzna wyrażeniowa jest zastępnikiem płaszczyzny denotatywnej (...)” (zob. S. Grucza 2008: 166, por. G. Antos 1997, 2007). Powyższa

wypowiedź pozostaje w zgodzie ze stwierdzeniem G. Antosa, wedle którego postać wyrażeniowa tekstów stanowi substancjalny efekt konstytuowania się i porządkowania wiedzy. Autor stwierdza także, iż wzajemnych relacji tekstów (specjalistycznych) i odnośnych zakresów wiedzy (specjalistycznej) nie cechuje izomorfizm (zob. G. Antos 1997: 49).

W perspektywie antropocentrycznej prototypy mentalne tekstów specjalistycznych, zinternalizowane w mózgach konkretnych specjalistów, należy postrzegać jako syntetyczne wzorce aktywności neuronalnej wygenerowane w wyniku regularnego dokonywania określonych operacji językowych w ściśle określonych kontekstach wewnętrznych i zewnętrznych (por. S. Grucza 2007: 98). Na płaszczyźnie neurobiologicznej mogą one zatem być tożsame z (charakteryzującymi się dynamiką w czasie rzeczywistym) stanami mózgow ludzkich osiągniętymi w wyniku syntetyzowania efektów pewnych rodzajów aktywności neuronalnej (por. A.R. Damasio 1989, E. Linz 2002). Postrzegania prototypów w kategoriach bytów statycznych nie akceptuje również autorka koncepcji kategorii E. Rosch, stwierdzając, iż „(...) prototypy nie stanowią żadnych konkretnych modeli procesów, reprezentacji czy uczenia się (...)” (zob. G. Lakoff 2011: 42).

W myśl koncepcji zaprezentowanych przez A.R. Damasio, S. Gruczę oraz E. Rosch prototypy ujmować należy w kategoriach czystej formy przebiegu aktywności neuronów, umożliwiającej wytworzenie określonych wzorców tych aktywności wykorzystywanych np. podczas konstruowania bądź rekonstrukcji znaczeń konkretnych tekstów (specjalistycznych). Mentalne prototypy tekstów warunkują zatem procesy i akty kategoryzacji.

Kolejne istotne ogniwo dyskursu poświęcone zależnościom występującym pomiędzy ontologiami stosowanymi i tekstami leżącymi u ich podstaw stanowić może wspomniana wcześniej koncepcja kategorii sformułowana (w roku 1976) przez E. Rosch. W jej świetle o istocie danej kategorii stanowi nie centralistyczne ujmowanie obiektów w ramy ściśle określonych cech modelowych, lecz wielowymiarowa różnorodność wzajemnych podobieństw w ich obrębie (por. G. Lakoff 2011: 16). Kategorie należy zatem postrzegać nie jako zbiory obiektów charakteryzujących się jednolitymi cechami dystynktywnymi, lecz jako łańcuchy charakterystyk zróżnicowanych i warunkujących się wzajemnie – nieodmiennie w kontekście możliwości percepcyjnych i poznawczych konkretnego podmiotu (zob. A. Bajerowska 2014).

4. Podsumowanie

Cyfrowa postać ontologii terminologicznych powstaje na podstawie konkretnych tekstów (specjalistycznych), te zaś stanowią eksponenty określonych partii wiedzy (specjalistycznych) swych autorów (zob. S. Grucza 2008, por. A. Bajerowska 2014). Choć wzajemne relacje tekstów (specjalistycznych) oraz wiedzy (specjalistycznych) ich autorów, a także tekstów (specjalistycznych) i ontologii terminologicznych są nacechowane analogią, to analogię tę należy jednak ujmować w kategoriach względnych. O kształcie konkretnych tekstów, będących zeksterioryzowaną pochodną aktywności językowej ich twórców, stanowi każdorazowo unikalna synteza przebiegu procesów

(neuro)biologicznych w mózgach ich autorów oraz procesów selekcji leksyki i struktur wyrażeniowych, zdeterminowanych m.in. przez szereg indywidualnych doświadczeń komunikacyjnych podmiotów (zob. A. Bajerowska 2014). Ontologie terminologiczne stanowią natomiast cyfrowe realizacje kategoryzacji obrazujących relacje, w jakich pozostają względem siebie terminy występujące w branych pod uwagę tekstach specjalistycznych. Można zatem stwierdzić, że - wbrew założeniu przyjmowanemu *a priori* przez ekspertów w dziedzinie informatyki (zob. T. Cabré/ J. Feliu/ J. Vivaldi 2002, P. Garbac/ R. Trypuz 2012, W. Gliński 2011, J. Gołuchowski/ B. Filipczyk 2006, W. Grzelak 2013) - ontologie w systemach informatycznych nie reprezentują wiedzy w sposób bezpośredni. Reprezentują one bowiem przede wszystkim nie fragmenty konkretnych idiomów specjalistycznych (zob. S. Grucza 2008), lecz efekty rekonstrukcji mikropola pojęciowego oraz wzajemnych relacji terminów wyekstrahowanych na podstawie tekstów specjalistycznych, w oparciu o które skonstruowano daną kategoryzację (zob. J. Lukszyn/ W. Zmarzer 2006). Bezpośrednio ontologie stanowią eksponenty wyłącznie wiedzy ich twórców dotyczącej modelowania informatycznego.

Podjmując próbę definiowania relacji, w jakich pozostają ontologie terminologiczne oraz leżące u ich podstaw teksty specjalistyczne, należy wyraźnie zaznaczyć, że pomiędzy charakterystycznymi dla danej ontologii strukturami hierarchicznymi (odzwierciedlającymi wzajemnie determinujące się pozycje poszczególnych terminów) a strukturami wyrażeniowymi i syntaktycznymi zidentyfikowanymi w obrębie analizowanych tekstów nie zachodzi relacja identityczności.

Podsumowując, należy podkreślić, że całemu „uniwersum” obiektów istniejących w postaci cyfrowej przysługuje jednakowy status ontyczny – są one bytami rzeczywistymi, autonomicznymi substancjalnie względem ludzkiej rzeczywistości mentalnej. Z powyższym stwierdzeniem zgadzają się także P. Garbac i R. Trypuz (zob. P. Garbac/ R. Trypuz 2012: 143) ze względu na niemożność zastosowania jakiegokolwiek metaontologicznego schematu do opisu konkretnej ontologii bez „intelektualnej ingerencji człowieka”. Ontologie stanowią reprezentacje określonych partii wiedzy specjalistycznych autorów tekstów, w oparciu o które zostały zbudowane, lecz ich status ontyczny wyklucza możliwość umieszczania czy też zawierania w nich wiedzy jako takiej. Brak uwzględnienia statusu ontycznego wiedzy ludzkiej stanowi jeden z najważniejszych mankamentów dyskursu dotyczącego rzeczywistości cyfrowej.

Upowszechnienie aplikacji procedury zestrzajania ontologii (tworzenia powiązań między ich kategoriami) świadczy o potrzebie uwzględnienia interdyscyplinarnych aspektów rozwoju dziedzin, z których teksty podlegają modelowaniu informatycznemu. Inżynieria informatyczna potrzebuje narzędzi i metod umożliwiających harmonizację ontologii dotyczących niejednokrotnie wysoce zróżnicowanych przedmiotowo zakresów rzeczywistości (profesjonalnej). W związku z powyższym należy rozważyć możliwość wyznaczenia zakresów kategorii konstytuujących ontologie (zwłaszcza te o wysokim stopniu specjalistyczności) w oparciu o koncepcję kategorii autorstwa E. Rosch (gdzie o istocie każdej kategorii stanowią łańcuchy wzajemnie determinujących się charakterystyk obiektów branych pod uwagę). Próba odtworze-

nia w obrębie ontologii efektu prototypowości właściwego odnośnym tekstom mogłaby otworzyć perspektywę tworzenia interdyscyplinarnych klasterów ontologii o wysokim stopniu zharmonizowania. Powyższy postulat uważam za uzasadniony również ze względu na potencjalne umożliwienie bardziej adekwatnego reprezentowania obszarów wiedzy, gdzie merytorycznie istotne modyfikacje są manifestowane w postaci subtelnych zmian na płaszczyźnie wyrażeniowej i strukturalnej dotyczących ich tekstów.

Stopień elastyczności oraz zróżnicowania każdej ontologii w obrębie struktury relacyjnej jest uzależniony od sposobu skonfigurowania mechanizmów wnioskowania logicznego, mających postać łańcuchów formalizmów. Sposób skonfigurowania poszczególnych jednostek cyfrowych konstytuujących ontologię, odzwierciedlający konceptualny wzorzec danego systemu terminologicznego (zob. J. Lukszyn 2002: 129), charakteryzuje modalność uwarunkowana funkcjonowaniem wpisanych w nią algorytmów. Modyfikowalność ontologii terminologicznych jest zatem ściśle powiązana ze stopniem zniuansowania konstelacji algorytmów warunkujących występujące w nich mechanizmy wnioskowania. Z jednej strony jest ona ograniczona przez uwarunkowania wynikające ze specyfiki samej systemowości, z drugiej zaś przez algorytmikę całego układu.

Znacząca liczebność i strukturalne zróżnicowanie ontologii stosowanych wskazują na wysoki poziom wewnętrznej dywersyfikacji światów wiedzy ludzkiej, świadcząc zarazem o potrzebie jej porządkowania. Zagadnienie optymalizacji formalizmów współkonstituujących ontologię pod kątem uwzględniania subtelnych różnic w obrębie reprezentowanych obszarów wiedzy stanowi wyzwanie tyleż trudne, co nieuniknione. Prawdopodobnie oznacza ono bowiem konieczność wprowadzenia zmian strukturalnych na różnych poziomach stratyfikacji ontologii. Choć każde z przedstawionych zagadnień stanowi poważny asumpt do podjęcia debaty na gruncie lingwistyki (szczególnie na gruncie terminologii), to powinny one jednak zostać rozważone przede wszystkim przez przedstawicieli nauk informatycznych.

Bibliografia

- Antos, G. (1997), *Texte als Konstitutionsformen von Wissen. Thesen zu einer evolutionstheoretischen Begründung der Textlinguistik*, (w:) G. Antos/ H. Tietz (red.), *Die Zukunft der Textlinguistik. Traditionen, Transformationen, Trends*. Tübingen, 43–63.
- Antos, G. (2007), *Texte machen Wissen sichtbar!“ Zum Primat der Medialität im Spannungsfeld von Textwelten und (inter-) kulturellen Wirklichkeitskonstruktionen*, (w:) M. Olpińska/ H.-J. Schwenk (red.), *Germanistische Wahrnehmungen der Multimedialität, Multilingualität und Multikulturalität*. Warszawa, 34–45.
- Bajerowska, A. (2014), *Transferencja wiedzy specjalistycznej*. Warszawa.
- Cabré, T./ J. Feliu / J. Vivaldi (2002), *Ontologies: A Review*, (w:) *Serie Informes*, 34.
- Damasio, A. R. (1989), *Concepts in the brain*, (w:) *Mind and Language* 4, 24–28.
- Garbacz, P./ R. Trypuz (2012), *Ontologie poza ontologią: studium metateoretyczne u podstaw informatyki*. Lublin.

- Gliński, W. (2011), *Ontologie jako systemy reprezentacji wiedzy*. Warszawa.
- Gołuchowski, J./ B. Filipczyk (2006), *Perspektywy wykorzystania ontologii w procesie przetwarzania języka naturalnego w systemach zarządzania wiedzą*, (w:) T. Porębska-Miąc/ H. Sroka (red.), *Systemy wspomaganie organizacji SWO'2006*. Katowice, 353–362.
- Goczyła, K. (2011), *Ontologie w systemach informatycznych*. Warszawa.
- Górnicz, M. (2003), *Terminologizacja tekstów specjalistycznych*, (w:) J. Lukszyn (red.), *Języki Specjalistyczne. Lingwistyczna identyfikacja tekstów specjalistycznych*. Warszawa, 106–117.
- Grucza, F. (1991), *Terminologia – jej przedmiot, status i znaczenie*, (w:) F. Grucza (red.), *Teoretyczne podstawy terminologii*. Wrocław, 11–43.
- Grucza, F. (1997), *Języki ludzkie a wyrażenia językowe, wiedza a informacja, mózg a umysł ludzki*, (w:) F. Grucza/ M. Dakowska (red.), *Podjęcia kognitywne w lingwistyce, translatoryce i glottodydaktyce*. Warszawa, 7–21.
- Grucza, S. (2007), *Od lingwistyki tekstu do lingwistyki tekstu specjalistycznego*. Warszawa.
- Grucza, S. (2008), *Lingwistyka języków specjalistycznych*. Warszawa.
- Grzelak, W. (2013), *Ontologia – próba usystematyzowania pojęć*, (w:) *Informatyka ekonomiczna. Business Informatics* 4 (30), 159–168.
- Lakoff, G. (2011), *Kobiety, ogień i rzeczy niebezpieczne*. Kraków.
- Linz, E. (2002), *Indiskrete Semantik. Kognitive Linguistik und neurowissenschaftliche Theoriebildung*. München.
- Lukszyn, J. (2001), *Termin i system terminologiczny w świetle praktyki*, (w:) J. Lukszyn (red.), *Języki specjalistyczne 1. Metajęzyk lingwistyki*. Warszawa, 7–25.
- Lukszyn, J. (2002), *Uniwersalia tekstów specjalistycznych*, (w:) J. Lukszyn (red.), *Języki Specjalistyczne 2. Problemy technolingwistyki*. Warszawa, 41–48.
- Yngve, V. H. (1991), *Concepts of text and knowledge*, (w:) A.D. Volpe (red.), *The 17th LACUS Forum, 1990*, Linguistic Association of Canada and the United States. Lake Bluff, IL, 539–550.