

Recenzja rozprawy doktorskiej

Juliana Balcerka

zatytułowanej

Human-computer supporting interfaces for automatic recognition of threats

1. Problem badawczy i jego znaczenie

Głównym problemem podjętym w pracy jest stworzenie systemu wspomagającego operatorów różnego rodzaju systemów, w których potrzebne jest wykrywanie niebezpieczeństw i zagrożeń. W pracy zagadnienie to rozważane jest w dwóch kontekstach. Po pierwsze chodzi o wspomaganie pracy obserwatorów, którzy na podstawie obrazów dostarczanych przez różne kamery monitoringu miejskiego lub obserwacji obszarów specjalnego znaczenia (strzeżone budynki, lotniska, stacje metra itp.) mają wykrywać sytuacje wiążące się z jakimś niebezpieczeństwem. Drugim obszarem badań, mających ten sam cel (wykrywanie zagrożeń) ale odnoszących się do zupełnie innego rodzaju sygnałów, jest system wspomaganie operatorów systemu telefonów alarmowych.

Oba te cele mają duże znaczenie praktyczne. Ja sam prowadziłem przez kilka lat grant dotyczący zabezpieczania obiektów i obszarów szczególnego znaczenia¹ i obok publikacji² uzyskałem w tym zakresie patent³, więc mam na ten temat wiedzę „z pierwszej ręki”. Również problematyką cech pozalingwistycznych zawartych w sygnale mowy miałem okazję się zajmować⁴, również w kontekście systemów rozpoznawania zagrożeń⁵, więc z całą odpowiedzialnością stwierdzam i potwierdzam, że oba zagadnienia podjęte w ocenianej rozprawie **mają duże znaczenie praktyczne**.

Opierając się na tym samym źródle informacji (tzn. na wynikach własnych badań) stwierdzam, że podjęty przez mgra Balcerka temat **ma charakter naukowy**, bo wymaga stworzenia nowych metod przetwarzania i analizy sygnałów (odpowiednio wizyjnych i dźwiękowych), przy czym stopień trudności badań i poziom naukowego znaczenia wyników zdecydowanie odpowiadają temu, co

¹ *Electronic Observation and Computer Monitoring of Human Behavior in Public Space*, Napędy i Sterowanie, Nr 12, 2013, pp. 48-51

² *System inteligentnego monitoringu przestrzeni i obiektów szczególnego znaczenia SIMPOZ*. Pomiary Automatyka Robotyka nr 12, 2011, str. 69-76

³ *Sposób i system do zarządzania regułami w rozproszonym systemie nadzoru*, projekt wynalazczy zgłoszony do Urzędu Patentowego RP nr P.403161 z mocą od dnia 15.03.2013

⁴ *Speech in Human System Interaction*, In: Pardela T. and Wilamowski B. M. (eds.): 3rd International Conference on Human System Interaction, Rzeszów, IEEE-Press, 2010, pp. 2 – 13

⁵ *Automatyczna analiza mowy jako narzędzie zwalczania przestępczości zorganizowanej i terroryzmu*. Rozdział w pracy zbiorowej Paprzycki L., Rau Z. (ed.): „Praktyczne elementy zwalczania przestępczości zorganizowanej i terroryzmu. Nowoczesne technologie i praca operacyjna”, Wolters Kluwer Polska, (ISBN 978-83-7601-659-7), Warszawa 2009, str. 246–259

ustawowo i zwyczajowo zwykło się wiązać z wymaganiami stawianymi pracom na stopień doktora nauk technicznych.

Pozwolę sobie odrobinę poszerzyć powyższe stwierdzenia, wskazując na elementy uzasadniające przedstawione wyżej stanowisko.

Zacznę od sprawy wideomonitoringu. W monitoringu miejskim oraz w różnego rodzaju centrach bezpieczeństwa pracuje obecnie mnóstwo ludzi, bo narzędzia do monitoringu (głównie kamery, ale również inne wyspecjalizowane systemy pozyskiwania informacji) stały się stosunkowo tanie, a przez to powszechnie dostępne. Z **pozyskiwaniem** informacji do takich systemów nie ma więc dziś żadnych trudności, natomiast wyłonił się problem **interpretacji** tych informacji. Praca obserwatora, który przy użyciu kamer pozyskuje obraz z wielu punktów podlegających monitorowaniu, jest pracą wyjątkowo niewdzięczną. Problem polega na zjawisku psychologicznym zwanym *deprywacją*. Zjawisko to polega na znużeniu i obniżeniu czujności w przypadku długotrwałego braku dostatecznie silnych bodźców aferentnych. Niestety obserwatorzy w centrach monitoringu takiej właśnie deprywacji podlegają. Godzinami obserwują obraz tego samego wnętrza czy tego samego fragmentu terenu, ale żadnych niepokojących zdarzeń nie rejestrują, więc ich stopień mobilizacji nieuchronnie maleje. Gdy w stanie takiej obniżonej czujności operatorów w nadzorowanym obszarze pojawi się rzeczywiście jakieś zagrożenie – może pozostać nie wykryte lub reakcja służb bezpieczeństwa może być spóźniona.

Komputerowy system, który mógłby alarmować operatorów gdy w polu widzenia pojawia się jakieś źródło zagrożenia, odpowiadałby więc na naprawdę ważną potrzebę praktyczną.

Problem polega jednak na tym, że pojęcie „zagrożenia” jest w tym przypadku bardzo trudne do zdefiniowania⁶, w związku z czym automatyczne wykrycie znamion tego zagrożenia jest wybitnie trudne. Niekiedy podejmuje się próby rozwiązywania tego zagadnienia poprzez sięganie do techniki **automatycznego rozumienia obrazów**⁷ ale zagadnienie to wciąż pozostaje naukowo i praktycznie otwarte.

Niestety, Autor opiniowanej pracy nie podjął samego problemu automatycznego rozpoznawania zagrożeń, natomiast skupił uwagę na takim wzbogaceniu informacji wizyjnej przekazywanej operatorom (pracownikom ochrony), żeby wykrycie przez nich zagrożeń było sprawniejsze i bardziej niezawodne. Nie ukrywam, że czytając temat pracy, w którym mówi się o automatycznym rozpoznawaniu zagrożeń, spodziewałem się czegoś więcej – ale **doceniam** to, co Autor zrobił i nie kwestionuję zasadności takiego właśnie zbudowania ocenianej rozprawy.

Drugi z celów postawionych w rozprawie dotyczy wspomaganie operatorów systemów alarmowych, którzy muszą oceniać zagrożenia na podstawie zgłoszeń telefonicznych, które często bywają mocno emocjonalne, niekiedy mało zrozumiałe, a niekiedy niestety także fałszywe. Także i w tym zakresie Doktorant zaproponował niebanalne rozwiązania i przedstawił oryginalne naukowe wyniki, więc także i ten cel pracy aprobuję.

⁶ Pisałem o tym w mojej pracy: *Electronic Observation and Computer Monitoring of Human Behavior in Public Space*, Proceedings of The 7th Congress on Intelligent Building Systems InBuS 2013-a part of The 1st World Multi-Conference on Intelligent Building Technologies & Multimedia Management (IBTMM 2013), CD ISBN: 978-83-64275-20-3, Krakow 2013, pp. 90 - 96

⁷ *Potrzeba sięgania do techniki automatycznego rozumienia jako bazy systemów zabezpieczania inteligentnych budynków*, Napędy i Sterowanie nr 6, 2016, str. 90-99

Mam jednak wątpliwość, dlaczego budując tę pracę zdecydowano się na to, by odwołać się do **dwóch** wyraźnie różnych, wręcz odległych, zagadnień badawczych, łącząc je na bardzo problematycznej zasadzie wspólnoty celów (że chodzi o rozpoznawanie zagrożeń)?

2. Wkład autora

Doktorant swoją pracą wniósł wartościowy wkład do obydwu obszarów, na których kolejno skupiał swoją uwagę. Nie mam co do tego wątpliwości, mimo, że nie zgadzam się z poglądem, że można to nazwać „automatycznym rozpoznawaniem zagrożeń”. Również nie podzielam poglądu, że doskonalenie interfejsów człowiek-komputer (w ocenianej pracy wizyjnych i dźwiękowych) wspomaga **automatyczne** rozpoznawanie zagrożeń. Według mojej oceny zagrożenia nadal rozpoznaje człowiek, natomiast mądry interfejs może mu w tym znacząco pomagać. Obawiam się, że jako inżynier od 40 lat zajmujący się automatyką, a od 20 lat kierownik Katedry Automatyki AGH, mam odmienny od Doktoranta pogląd na temat tego, jak należy rozumieć przymiotnik „automatyczny”.

Niemniej odkładam na bok tę wątpliwość i skupiam się na tym, co Doktorant zdołał osiągnąć. A osiągnął sporo:

W obszarze monitoringu (CCTV) mgr Balcerek zaproponował oryginalną i wartościową metodę wytwarzania wrażenia trójwymiarowej sceny na podstawie obrazów dwuwymiarowych. Argumentował przy tym, że zastosowanie stereowizyjnego obrazu ułatwi skupienie uwagi operatora na obserwowanej i nadzorowanej przestrzeni. Autor twierdzi, że prezentacja 3D da efekt zagłębienia widza w scenie, co ma sprzyjać (jego zdaniem) lepszej ocenie sytuacji i lepszej realizacji takich zadań, jak ocena rozmiarów obiektów, liczenie osób czy szacowanie odległości. Mam wątpliwości, czy na tym właśnie polega wykrywanie zagrożeń. Niemniej abstrahując od tej wątpliwości stwierdzam, że **do dziedziny generacji obrazów trójwymiarowych Autor wniósł znaczący wkład**, opisany w rozdziale 2 rozprawy. W rozdziale tym bardzo profesjonalnie zebrano wiadomości na temat wybranych metod wizualizacji trójwymiarowej, a następnie przedstawiono autorską koncepcję generacji obrazu 3D na podstawie **pojedynczego** obrazu 2D. Koncepcja ta oparta została na wiedzy o ludzkiej percepcji trójwymiarowych scen i została ciekawie zaimplementowana w oprogramowaniu wykonanym przez Autora.

W trzecim rozdziale użyto autorskiego oprogramowania pozwalającego na rekonstrukcję obrazów 3D z obrazów 2D. Zastosowano przesunięcie obrazu dla lewego i prawego oka uzyskując efekt widzenia stereo (całkiem zadowalający po empirycznym dobraniu wielkości przesunięcia na poziomie 4,5% rozdzielczości poziomej obrazu), a następnie pogłębianie efekt stereo poprzez oddzielne przesuwanie wyróżnionego obiektu (obiektów) oraz tła. Obrazy w ten sposób uzyskane cechują się subiektywnie silnym wrażeniem przestrzennego widzenia (co można było sprawdzić podczas czytania dzięki dołączeniu do egzemplarza rozprawy dwubarwnych okularów), jakkolwiek uważna obserwacja przedstawianych przykładowych obrazów powoduje, że wykrywa się, że są one złożone jakby z płaskich „wycinanek” umieszczonych (percepcyjnie) w różnej odległości od obserwatora. Autor ładnie rozwiązał problem tzw. luk informacyjnych przy krawędziach obiektów, czyli obszarów sceny w wygenerowanym wirtualnym widoku, które nie są dostępne z perspektywy rzeczywistego widoku. Zastosowane metody (interpolacja lub lustrzane odbicie z filtracją) okazały się skuteczne, więc rozwiązanie tego problemu można zdecydowanie zaliczyć do sukcesów Doktoranta.

Czytając ten fragment pracy miałem jednak pewną wątpliwość: Na ile skutecznie można w ogólnym przypadku dokonywać **automatycznie** segmentacji obrazu o obiekt i tło? Z własnych doświadczeń wiem, że bywa to trudne, zwłaszcza na obrazach z monitoringu, gdzie typowo wykrywane obiekty (sylwetki ludzkie) bywają trudne do wyodrębnienia, zwłaszcza jeśli widok przedstawia wielu równocześnie widocznych ludzi, których sylwetki wzajemnie się przesłaniają, a cała scena ma swoją dynamikę. Co więcej, autor odwołuje się do tego, że jego metody bazują na uproszczonych mapach głębi, jednak w pracy nie znalazłem informacji, jak te mapy głębi są tworzone? Znowu odwołując się do moich własnych doświadczeń z analizą obrazów pochodzących z monitoringu różnych obiektów mogę powiedzieć, że w ogólnym przypadku uzupełnienie obrazu 2D mapą głębi bywa bardzo trudne!

Celem opiniowanej pracy nie było tworzenie subiektywnych wrażeń 3D na podstawie obrazów 2D, ale wspomaganie ludzi (operatorów systemów monitoringu) podczas realizacji zadań związanych z wykrywaniem zagrożeń. Dlatego za bardzo ważny składnik rozprawy uważam trzeci jej rozdział, dotyczący badań rozpoznawania (niestety, nie automatycznego, tylko wykonywanego przez ludzi) wybranych zdarzeń w systemie stworzonym w ramach pracy i nazwanym monitoringiem wizyjnym 3D.

Autor przeprowadził szereg eksperymentów i przedstawił w pracy wyniki rozpoznawania wybranych szczegółów sceny z monitoringu przez wytrenowanych i niewytrenowanych obserwatorów. Wyniki są ciekawe, ale nie rewelacyjne. Doktorant skupił uwagę na zadaniach liczenia ludzi (niestety tylko na obrazach, gdzie było ich stosunkowo niewielu – nie próbowano analizować obrazów, na których byłby gęsty tłum) oraz na ocenie odległości między obiektami. Wspominałem już o tym, że moim zdaniem te akurat dane mają się nijak do rozpoznawania rzeczywistych zagrożeń w monitorowanych obszarach. Ponadto niewielkie polepszenie jakości wykonywania rozważanych zadań na wizualizacjach 3D w stosunku do obrazów 2D jestem skłonny przypisywać faktowi, że przed tworzeniem wyobrażenia 3D na obrazie wyodrębnione zostały obiekty oraz stworzona została mapa głębi. Dlatego do przedstawionych wyników i wyprowadzonych na ich podstawie wniosków odnoszę się sceptycznie. Nie do końca przekonują mnie też rozważania dotyczące relacji pomiędzy trajektoriami, chociaż tu związek z wykrywaniem zagrożeń wydaje się bardziej wiarygodny.

W sumie oceniając zawartość rozdziałów 2 i 3 dotyczących konwersji obrazów 2D na wizualizację 3D i ich przydatności do analizy typowych sytuacji w systemie CCTV jestem skłonny uznać, że Autor zrealizował ciekawe zadanie badawcze. Wymyślił metodę konwersji oraz przeprowadził liczne badania wpływu doboru różnych parametrów algorytmu konwersji na końcowy wynik. Jestem też skłonny uznać, że proponowane obrazowanie 3D może być oferowane jako pewna opcja w systemach monitoringu. Jednak zadania **automatycznego rozpoznawania zagrożeń** to nie rozwiązuje.

W rozdziałach 4 i 5 podjęta jest zupełnie inna tematyka. Omawiane i badane są metody automatycznej selekcji informacji z rozmów przychodzących na telefoniczny numer alarmowy.

Wspominałem już wyżej (przy omawianiu sformułowanych w rozprawie problemów badawczych), że mam spore wątpliwości, czy łączenie w jednej rozprawie tak bardzo różnych wątków (przetwarzanie obrazów z monitoringu i analiza rozmów z telefonu) jest celowe i uzasadnione. Jestem zdania, że nie jest i z **dezaprobatą** przyjąłem fakt, że muszę w gruncie rzeczy oceniać dwie różne prace włożone w jedne okładki. Ale skoro podjąłem się wykonania tej recenzji, to zaopiniuję także i tę drugą część rozprawy – a potem spróbuję wypracować jakąś ocenę łączną.

Zacznę od stwierdzenia, że w zagadnieniach technologii mowy nastała teraz swoista moda na analizę i rozpoznawanie cech pozalingwistycznych. Identyfikuje się chętnie tożsamość mówcy (identyfikacja osób na podstawie sygnału mowy to jeden z ważniejszych kierunków rozwoju tak zwanej biometrii behawioralnej), bada się odzwierciedlone w sygnale mowy znamiona emocji osoby mówiącej, stosuje się analizę sygnału mowy jako narzędzie diagnostyczne do identyfikacji różnych chorób itp. Dziedzina ta ma obecnie bardzo bogatą literaturę. Byłem niedawno zaangażowany w przewód doktorski pani Magdaleny Igras-Cybulskiej, która broniła na AGH pracę zatytułowaną „*Analysis of non-linguistic content of speech signal*” i w pracy tej naliczyłem odwołania do 342 pozycji literatury dotyczących. W ocenianej tu pracy mgr Balcerka cały spis literatury obejmuje niespełna sto pozycji, których większość odnosi się do pierwszej części dysertacji (systemów wizyjnych), podczas gdy dobór i wybór prac cytowanych w nawiązaniu do czwartego i piątego rozdziału rozprawy budzi pewne wątpliwości (dostrzegam liczne pominięcia ważnych – moim zdaniem – prac).

Odnotowawszy ten mankament przechodzę do oceny przedstawionej w pracy oryginalnej koncepcji Autora, na której oparta jest opisana w pracy technika rozpoznawania mówców oraz zdarzeń. Koncepcja ta zakłada wykorzystanie **metadanych** charakteryzujących cechy głosu osób zgłaszających jakieś zdarzenia do operatorów telefonów alarmowych oraz cechy tych zdarzeń. Autor zaproponował zbiór 35 takich cech. Wybór tych cech był w dużej mierze arbitralny, ale nie przeczę, że rozsądny. Słusznie przyjęto także zróżnicowane sposoby porównywania metadanych w zależności od tego, czy są to dane binarne, numeryczne, oparte na nazwach czy oparte na korelacjach. Te ostatnie oceniam jako szczególnie pomysłowe i z uznaniem śledziłem wywody Autora dotyczące na przykład korelacji zmian głosu związane z wiekiem z kwestią wykrycia, że w dwóch rozmowach mamy do czynienia z tą samą osobą mówiącą, chociaż cechy akustyczne i fonetyczne sygnału mowy uległy istotnym zmianom. Metody rozpoznawania oparte na korelacjach zostały w ocenianej pracy ciekawie rozszerzone. Doktorant przeszedł od oryginalnego podejścia, wykorzystującego korelację dwóch cech, do podejścia włączającego wielowymiarową przestrzeń cech (podrozdział 4.3 rozprawy) - co jest z pewnością koncepcją oryginalną i godną uwagi. Ciekawe jest także podejście oparte na uczeniu, a zwłaszcza użycie do klasyfikacji sieci neuronowych, opisane w podrozdziale 4.5, niestety przedstawione na tyle zdawkowo, że nie byłem w stanie wyrobić sobie opinii na jego temat. Opis konkretnych eksperymentów przedstawiony w rozdziale 5 rozprawy (przełączony moim zdaniem nadmiarem drugorzędnych szczegółów) też nie wyjaśnił mi do końca, co właściwie doktorant zrobił w sferze metodologicznej i w jaki sposób. Niemniej uznaję, że stworzone przez mgra Balcerka oprogramowanie może informować operatorów telefonów alarmowych, że dzwoniąca osoba jest już zarejestrowana w bazie danych i że jest to jej kolejny telefon a także pomaga w ustaleniu, o jakim zdarzeniu dzwoniący chce zawiadomić (w szczególności czy nie jest to zdarzenie już wcześniej zgłoszone przez inną osobę). Uzyskanie takich efektów za pomocą analizy sygnału akustycznego (który w dodatku może być poważnie zakłócony i zniekształcony przez warunki telekomunikacyjne) uważam za duże osiągnięcie Doktoranta.

3. Poprawność

Zgodnie z moją wiedzą **w warstwie szczegółowej** praca jest bezbłędna. Zarówno metody przetwarzania obrazów, prowadzące do wytworzenia obrazów pseudo-stereowizyjnych, jak i metody rozpoznawania zdarzeń i osób na użytek operatorów telefonu alarmowego są zbudowane poprawnie i zawierają spory ładunek oryginalnych pomysłów Doktoranta. Autor rozprawy opisuje też implementacje wymyślonych przez siebie algorytmów oraz badania skuteczności ich działania z

użyciem osób symulujących funkcje operatorów odpowiednich systemów bezpieczeństwa, co oceniam pozytywnie.

Natomiast mam wątpliwości dotyczące ogólnej struktury pracy. Formułowałem te wątpliwości w poprzednich rozdziałach recenzji i podsumuję je jeszcze raz tutaj.

Otóż uważam, że treść pracy jest niezgodna z jej tytułem. Opracowane przez Doktoranta interfejsy człowiek-komputer zdecydowanie nie prowadzą do wspomagania **automatycznego rozpoznawania** zagrożeń. Mogą one wspomagać pracę operatorów (co zresztą w przypadku systemu wizyjnego także uważam za problematyczne), natomiast zagrożeń automatycznie nie rozpoznają. Zapewne na etapie otwierania przewodu doktorskiego mgr Balcerek miał jakieś ambitne pomysły i sformułował temat na miarę swoich ambicji, natomiast potem okazało się, że tych pomysłów nie uda się zrealizować, więc przedstawił to, co udało mu się zrobić. Robi to jednak niekorzystne wrażenie.

Niekorzystne jest także tworzenie w pracy dwóch całkowicie oddzielnych części, adresowanych do różnych odbiorców wyników (nie znam sytuacji, w której obserwator systemu monitoringu wizyjnego byłby równocześnie odbiorcą telefonów alarmowych) i angażujących całkiem odmienne metody analizy i przetwarzania całkowicie odmiennych sygnałów. Włożenie tych obu części w ramy jednej rozprawy doktorskiej uważam za pomysł nietrafny.

Wymienione wady pracy oczywiście jej nie dyskwalifikują, dlatego finalny wniosek w tej recenzji jest pozytywny, ale z pewnością nie będę rekomendował tej pracy do wyróżnienia.

4. Wiedza kandydata

W ocenianej pracy znalazłem liczne podrozdziały, w których mgr Balcerek odwołuje się do prac innych autorów, wykazując przy tym swój ogólnie dobry stan wiedzy w zakresie Informatyki. Mam pretensje do Doktoranta z powodu pominięcia w wykazie literatury (oraz w treści odpowiednich omówień) całego szeregu publikacji (a nawet szeroko znanych książek) mających moim zdaniem silny związek z poruszaną w pracy problematyką – ale oczywiście te pretensje nie mogą się przekładać na obniżenie ogólnie pozytywnej ocen rozprawy.

Konkretyzując odpowiedź na szczegółowe pytanie z nadesłanej mi przez Dziekanat ankiety: „*Które z rozdziałów (lub sekcji w rozdziałach) rozprawy omawiają istniejący stan wiedzy i dzięki temu potwierdzają ogólny stan wiedzy kandydata w zakresie Informatyki?*” wskazuję podrozdziały 2.1 i 2.2 w zakresie podsystemów wizyjnych. Jeśli idzie o podsystemy dotyczące wspomagania operatorów telefonów alarmowych – to pewien przegląd związanych z tym zagadnień literaturowych jest dany w podrozdziale 1.3.2, ale jest on bardzo skromny i (moim zdaniem) niekompletny. Niemniej mogę stwierdzić, że Doktorant także i w tym zakresie posiada ogólną wiedzę, przynajmniej taką, jaką można lokować w dyscyplinie Informatyka, czego dowiódł w podrozdziale 4.1 sensownie i pomysłowo budując zręby różnych typów rozpoznawania, związanych z postawionymi w rozprawie celami. Natomiast bardzo słabo wypadł (moim zdaniem) przegląd zagadnień literaturowych związanych z sieciami neuronowymi w podrozdziale 4.5. W tym zakresie wiedza Kandydata jest chyba niewystarczająca – lub z niewiadomych powodów została dokładnie ukryta.

5. Inne uwagi⁸

Brak.

6. Podsumowanie

Biorąc pod uwagę opinie zaprezentowane w poprzednich punktach i wymagania zdefiniowane przez artykuł 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym (z późniejszymi zmianami)⁹ moja ocena rozprawy pod względem trzech podstawowych kryteriów jest następująca:

A. Czy rozprawa zawiera oryginalne rozwiązanie problem naukowego? (wybierz jedną opcję stawiając znak **X**)

Zdecydowanie TAK

Raczej TAK

Trudno powiedzieć

Raczej NIE

Zdecydowanie NIE

B. Czy po przeczytaniu rozprawy zgadzasz się, że kandydat posiada ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie Informatyka lub Automatyka i Robotyka?

Zdecydowanie TAK

Raczej TAK

Trudno powiedzieć

Raczej NIE

Zdecydowanie NIE

C. Czy kandydat umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej?

Zdecydowanie TAK

Raczej TAK

Trudno powiedzieć

Raczej NIE

Zdecydowanie NIE



Podpis

⁸ Opcjonalnie

⁹ http://www.nauka.gov.pl/g2/oryginal/2013_05/b26ba540a5785d48bee41aec63403b2c.pdf