

Projekt ALINA poświęcony jest próbie zastosowania sztucznej inteligencji do opracowania algorytmów przeliczania wyników dla pośrednich badań zabytkowych rękopisów przeprowadzonych zaawansowanymi metodami spektralnymi. Celem jest zbadanie możliwości rozróżnienia atramentów na podstawie ich składu pierwiastkowego zakodowanego w specjalnych papierkach wskaźnikowych. Znajomość materiałów źródłowych oparta na autentycznych tekstach historycznych jest kluczowa dla zrozumienia naszej kultury. Archiwa, biblioteki i muzea przechowują cenne rękopisy zawierające atramenty, które niemal wszystkie powstały w wyniku połączenia rozpuszczalnych związków żelaza i garbników roślinnych. Bogatym źródłem garbników często były galasówki, czyli patologiczne narośla powstające na liściach dębu po złożeniu jaj przez osę galasową. Atramenty żelazowo-galusowe dominowały wśród materiałów piśmiennych niemal 900 lat, co wynikało ze względów praktycznych, między innymi łatwości przygotowania. Różnorodność składu chemicznego była skutkiem dowolności mieszania, często przypadkowych, składników łączonych ze sobą w nieoczywistych proporcjach. Taka nieodtwarzalna przypadkowość mogła skutkować niestabilnością chemiczną atramentów i wówczas prowadzić do degradacji papieru lub podłoża pergaminowego. Kwasowa hydroliza celulozy i reakcje katalizowane wolnymi jonami żelaza powodowały korozję atramentową, nieodwracalnie niszcząc rękopisy i rysunki o dużej wartości historycznej. Po opracowaniu algorytmu planujemy szczegółowo pod tym kątem przebadać dokumenty Konstytucji 3 Maja znajdujące się w zasobie Archiwum Głównego Akt Dawnych w Warszawie.

Mimo wieloletnich badań wciąż pozostaje wiele pytań o czynniki istotne dla trafnej diagnostyki stanu zachowania i oceny zagrożeń wynikających z obecności atramentów. Zrozumienie mechanizmów związanych z korozją może mieć kluczowe znaczenie dla opracowania skutecznych strategii konserwacji obiektów zabytkowych. Badania nad najcenniejszymi dokumentami muszą być ograniczone do zastosowania metod, które są całkowicie bezpieczne dla unikatowych obiektów. Prostą metodę oceny zagrożenia rękopisów korozją atramentową opracowali Holenderscy naukowcy i konserwatorzy, wprowadzając do użycia papierki wskaźnikowe nasączone substancją nabierającą koloru w kontakcie z jonami żelaza w niestabilnych atramentach. Dzięki temu konserwator może częściowo ocenić czy dany atrament spowoduje zniszczenie pergaminu lub papieru. Częściowo, gdyż tylko jony żelaza reagują barwnie, a wskaźnik nie wykrywa innych pierwiastków (miedź, cynk i in.), które także wchodzi w skład atramentów i mogą migrować razem z jonami żelaza do papierka wskaźnikowego. Zatem papierek wskaźnikowy może pośrednio reprezentować obiekt źródłowy podczas badań laboratoryjnych, w czasie których szczegółowe dane uzyskane zostaną podczas pomiarów prowadzonych metodami spektrometrii mas. Pozwalają one na oznaczenie śladowych zawartości pierwiastków/izotopów, a bezpośrednie badanie powierzchni próbek może dostarczyć nawet kilku tysięcy danych cząstkowych o jej lokalnym składzie. Ogromnie ważne jest prawidłowe odkodowanie zarejestrowanej informacji numerycznej i przekazanie konserwatorom dokładnych wyników opisujących skład rękopisów zapisanych atramentami żelazowo-galusowymi.

Zadanie byłoby trywialne, gdyby nie wspomniany unikatowy skład niemal każdego historycznego atramentu. Zmienność proporcji jakie występują pomiędzy pierwiastkami nieliniowo zmienia się ich wiązania przez zastosowany wskaźnik. Ta zmienność nie jest przypadkowa, wynika z prawidłowości rządzących reakcjami chemicznymi zachodzącymi podczas kontaktu wskaźnika z atramentem. Dotychczasowe sposoby odkodowania prawdziwej informacji, której poszukujemy, mogły być uzyskane jedynie z ogromnym przybliżeniem. Projekt ALINA zakłada przetamanie dotychczasowej granicy niepewności wynikającej z uproszczonego przeliczania wyników zarejestrowanych w laboratorium dla papierków wskaźnikowych. Chcemy połączyć zaawansowane metody nowoczesnej analizy instrumentalnej z nowoczesnymi metodami analizy danych używanymi w sztucznej inteligencji – tzw. metodami Deep Learning. Metody te pozwoliły w ostatnich latach osiągnąć spektakularne wyniki w dziedzinach tak różnych jak diagnostyka obrazów medycznych, synteza nowych antybiotyków, czy identyfikowanie wielorybów na podstawie podmorskich nagrań ich głosów. Moc metod głębokiego uczenia zasadza się na ich zdolności wykrywania złożonych, nieliniowych i wieloczynnikowych relacji w wielkich bazach danych typu Big Data, takich jak otrzymywane w laboratoriach wielkie zbiory wyników opisujących procesy chemiczne zachodzące w atramentach sprzed stuleci.

Zwieńczeniem projektu będzie sprawdzenie dopracowanej metodyki podczas badań oryginalnych rękopisów Konstytucji 3 Maja z podpisami postów na Sejm, którzy sygnowali dokumenty. Liczymy, że ALINA pozwoli na nie tylko na ocenę faktycznego stanu zachowania tych ważnych rękopisów, ale także rozróżnienie atramentów, które wówczas będzie można powiązać z odtworzeniem historii zmian wprowadzonych do tekstu Konstytucji tuż przed jej uchwaleniem.