

Thesis title: Ontology-based semantic database for parametric modelling of complex architectures in their enhancement process.

The case of the fortified system along the ancient border between the Kingdom of Two Sicilies and the Papal State, in Italy.

Ph.D. Candidate: Arch. Virginia Miele

Abstract

Niniejsza praca doktorska, zatytułowana „Semantyczna baza danych oparta na ontologii do parametrycznego modelowania złożonych architektur w procesie ich konserwacji: Przykład systemu fortyfikacji wzdłuż dawnej granicy między Królestwem Obojga Sycylii a Państwem Kościelnym we Włoszech”, proponuje kompleksową metodologię cyfrowej dokumentacji, analizy i waloryzacji architektury obronnej. Badania koncentrują się na twierdzeniach położonych wzdłuż historycznej granicy między Królestwem Obojga Sycylii a Państwem Kościelnym, regionie o bogatym dziedzictwie militarnym, ale cierpiącym z powodu braku kompleksowej dokumentacji historycznej. Poprzez integrację narzędzi cyfrowych, takich jak Scan-to-BIM, GIS oraz semantyczne bazy danych oparte na ontologii, praca dąży do stworzenia operacyjnych ram zarówno dla badań naukowych, jak i praktycznych działań konserwatorskich.

Problem stabilnej obrony pojawił się wraz z pierwszymi osiadłymi społecznościami ludzkimi, podyktowany koniecznością ochrony zasad współżycia grupy społecznej przed wrogimi czynnikami zewnętrznymi, zarówno naturalnymi, jak i ludzkimi. Z tego powodu sztuka obrony jest tak stara jak ludzkość i ewoluowała równolegle z postępem ludzkiej wiedzy. Wczesne fortyfikacje opierały się na naturalnych cechach geograficznych jako formach obrony, ale w miarę rozwoju technik ofensywnych konieczne stały się sztuczne zabezpieczenia. Architektura militarna obraca się więc wokół relacji między elementami budowlanymi, równoważąc ich wartości obronne i ofensywne. W historii zamknięcie – fizyczna bariera, taka jak mury, wieże czy fosy – pozostało najbardziej widocznym przejawem potrzeb obronnych. Ewolucja technik fortyfikacyjnych, szczególnie w związku z pojawieniem się artylerii i broni palnej w XV i XVI wieku, głęboko przekształciła te struktury obronne, czego przykładem jest przejście od pionowej „obrony nurkowej” do poziomej „obrony rykoszetowej”, zwłaszcza widocznej w twierdzeniach bastionowych. To oznaczało fazę przejściową w kierunku nowoczesnej architektury militarnej, zakorzenionej w starożytnych zasadach, ale szybko ewoluującej z powodu nowych technologii.

Pierwsza część pracy ustanawia teoretyczne i naukowe podstawy poprzez przegląd literatury na temat włoskich fortyfikacji. Bada, jak sztuka obrony ewoluowała w odpowiedzi na postępy technologiczne, w szczególności artylerię, oraz jak architekci wojskowi, tacy jak Francesco di Giorgio Martini, przyczynili się do tej transformacji. Badanie porusza również kwestie terminologii architektury militarnej we współczesnych badaniach, zwracając uwagę na złożoność i ewolucję takich terminów jak twierdza, zamek, cytadela i bastion, które często były używane zamiennie, ale odnosiły się do różnych elementów strukturalnych lub celów obronnych.

W kontekście problemu naukowego, praca formułuje kluczowe pytania badawcze dotyczące zachowania i dokumentacji fortyfikacji w przypadku braku odpowiednich zapisów historycznych. Hipotezy badawcze sugerują, że podejście interdyscyplinarne, łączące badania archiwalne, cyfrowe pomiary oraz ustrukturyzowane ontologie, może zrekompenzować braki w danych historycznych, oferując bardziej kompleksowe zrozumienie tych obiektów. Celem jest opracowanie uniwersalnej metodologii, która mogłaby być zastosowana w innych regionach i okresach historycznych, zwiększając zarówno zaangażowanie akademickie, jak i publiczne w dziedzictwo fortyfikacyjne.

Główna część pracy skupia się na zastosowaniu procedury opartej na semantycznej bazie danych, nazwanej FORTdigiTALE, która integruje różne formy danych – historyczne, geograficzne i architektoniczne – w zjednoczony model parametryczny. Procedura rozpoczyna się od pozyskiwania danych, wykorzystując techniki fotogrametrii i Structure-from-Motion (SfM) do tworzenia dokładnych modeli 3D fortyfikacji. Te cyfrowe modele są następnie włączane do modelu Heritage Building Information Model (HBIM), co pozwala na szczegółową

reprezentację elementów architektonicznych. Wykorzystanie GIS dodatkowo wzmacnia zrozumienie terytorialne tych struktur, ilustrując ich strategiczne położenie oraz wizualne połączenia w krajobrazie.

Znaczącym wkładem badania jest eksploracja, w jaki sposób analiza ontologiczna może być zastosowana w badaniach fortyfikacji. Poprzez budowę semantycznej bazy danych praca systematycznie organizuje zróżnicowane zestawy danych w spójną strukturę, która wzbogaca zarówno wiedzę naukową, jak i praktyczne wysiłki konserwatorskie. Metodologia ta jest testowana na szczegółowych studiach przypadków pięciu fortyfikacji w południowym Lacjum: San Casto w Sora, Zamek w Vicalvi, Zamek w Alvito, Rocca Janula w Cassino i Zamek Andegaweński w Gaeta. Dla każdego z tych obiektów praca dostarcza dogłębnej analizy historycznej, uzupełnionej katalogowaniem GIS i modelowaniem fotogrametrycznym, co prowadzi do stworzenia ontologicznych modeli opartych na HBIM. Te studia przypadków służą zarówno jako demonstracja metodologii, jak i jako wkład w szersze zrozumienie dziedzictwa fortyfikacyjnego regionu.

Szczegółowe studia przypadków rzucają również światło na złożone czynniki historyczne, geograficzne i polityczne, które kształtowały system fortyfikacji w południowym Lacjum. Praca analizuje wpływ kluczowych postaci historycznych i wydarzeń, takich jak programy fortyfikacyjne Fryderyka II oraz reorganizacja zamków przez Andegawenów, na rozwój architektury obronnej regionu.

Szerokie implikacje badania są omówione w rozdziałach końcowych, gdzie praca rozważa potencjał zastosowania tej metodologii w innych kontekstach, zarówno geograficznych, jak i czasowych. Procedura FORTdigiTALE oferuje skalowalny i elastyczny framework, który może wspierać nie tylko badania akademickie, ale także działania na rzecz popularyzacji, przekształcając modele cyfrowe w dostępne zasoby edukacyjne i turystyczne. Praca opowiada się za bardziej inkluzywnym podejściem do ochrony dziedzictwa, które integruje zarówno badania naukowe, jak i zaangażowanie społeczności.

Podsumowując, niniejsza praca wnosi wkład w dziedziny cyfrowej ochrony dziedzictwa i badań nad architekturą fortyfikacyjną poprzez opracowanie innowacyjnej metodologii opartej na ontologii do dokumentowania i analizy fortyfikacji. Przełamuje ona lukę między dokumentacją historyczną a nowoczesnymi technikami cyfrowymi, dostarczając cenne narzędzia zarówno dla badaczy, jak i praktyków. Model operacyjny stworzony w ramach tych badań ma potencjał wzmocnienia procesów decyzyjnych dotyczących działań konserwatorskich i waloryzacyjnych, zapewniając, że te historyczne struktury zostaną zachowane dla przyszłych pokoleń.