

Nazywam się Klara Muzalewska. Temat mojej prezentacji to: "Modelowanie budynku - chodź, pomóż mi AI"

Najpierw, powiem wam kilka zdań wprowadzających na temat modelowaniu budynku, następnie postaram się przedstawić jak można do tego procesu użyć sztucznej inteligencji na koniec przedstawię efekty uzyskane w tej pracy.

Modelowanie budynku Obecnie projektowanie budynków odbywa się przy pomocy technologii cyfrowego modelowania budynków - BIM (przez odpowiednie programy). Lecz wciąż jest to bardzo długi, iteracyjny proces wymagający dużej wiedzy inżynierów. Proces ten zależy również od wielu czynników zewnętrznych jak lokalizacja i tego jaka ma być funkcja danej modelowanej struktury.

W trakcie modelowania opieramy się na danych wcześniej modelowanych struktur. Jednym z źródeł takich danych jest Bridge Management Systems (BMS). Pytanie czy dzięki tak zebranych danym da się nabyć jakąś wiedzę i czy może się ona przydać do projektowania.

Oczywiście chodzi tu o nabywanie wiedzy przy pomocy AI.

Bayesian network Jest wiele metod do reprezentowania wiedzy w sieciach. Jedną z nich jest sieć Bayesowska. Jest ona oparta na teorii Bayes'a, która przedstawia warunkowe prawdopodobieństwo $P(A|B)$ wystąpienia zdarzenia A jeśli zdarzenie B.

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}$$

Bayesowska sieć jest definiowana przez skierowany, acykliczny graf (DAG), gdzie każdy węzeł reprezentuje dyskretną lub ciągłą losową wartość $X = \{X_1, \dots, X_n\}$, a wierzchołki E reprezentują warunkową zależność pomiędzy wartościami.

Bezpośredni link z węzła X do Y mówi że X jest rodzicem Y. Strzałka pomiędzy dwoma wartościami jest zwykle interpretowana jako bezpośredni wpływ X na Y. Jeśli brak węzła, nie ma zależności.

Gdy mamy zdefiniowaną topologię grafu, każdy węzeł grafu jest powiązany z warunkowym prawdopodobieństwem: $P = (X_i | \text{parents}(X_i))$, który determinuje wpływ rodzica węzła. Prawdopodobieństwa są oznaczone w tablicy prawdopodobieństw warunkowych (CPT).

Aby stworzyć sieć Bayesowską trzeba zrobić dwie rzeczy. Najpierw musimy nauczyć sieć struktury a następnie obliczyć A-priori warunkowe rozkłady prawdopodobieństwa dla każdego węzła.

Po stworzeniu możliwe jest wnioskowanie probabilistyczne.

W naszym przypadku oznacza to że pobieramy zestawy danych z BMS, aby poznać strukturę sieci i obliczyć tabele rozkładu prawdopodobieństwa, a

następnie wykonujemy wnioskowani probabilistyczne dla nowego projektu mostu.

Możliwe jest zdefiniowanie struktury grafów sieci bayesowskiej poprzez uczenie się z zestawów treningowych w automatyczny sposób. Używa się do tego algorytmów takich jak algorytm wyszukiwania oparty na CI, algorytm K2 (Cooper i wsp. 1992), The Tree Augmented Naive Bayes (TAN). TAN tworzy strukturę sieci w następujący sposób:

1. Compute the mutual information function $I(X_i, X_j)$

for each pair of variables where $i \neq j$

$$I(X, Y) = \sum_{x,y} P(x,y) \log \frac{P(x,y)}{P(x)P(y)}.$$

2. Generate a undirected graph where the edges are weighted by $I(X_i, X_j)$.
3. Find a maximum weighted spanning tree, applying Kruskal's algorithm.
4. Set a root variable and set the direction of all edges to be outward from it.

Do następnego kroku - przybliżonego wnioskowania- używamy próbkowania Gibbsa (który jest dobry do Bayesowskich sieci). Próbki Gibbsa:

1. Start with an arbitrary state. Fix the evidence variables.
2. Initialize all other variables.
3. Repeat n times:
 - a. Randomly choose a non-evidence variable X
 - b. Resample this variable X from $P(X | \text{all other variables})$
 - c. Count current state
4. Normalize.

Nasze wyniki Niestety do tej pory nie można było użyć danych z BMS więc do tworzenia sieci wykorzystany został zestaw randomowych danych przy pomocy bazy znanych danych.

Aby dostać sensowne dane wygenerowane zostały 10000 zestawów danych treningowych.

Wyniki były odpowiednie do zamodelowania pewnych mostów. Aby uzyskać lepsze rady dotyczące projektowania należałoby dodać więcej danych i lepszą dyskretyzację. Aby uwzględnić kolejne procesy projektowania należałoby uwzględnić kolejne czynniki, które możemy uzyskać również z BMS. Dzięki temu możemy lepiej odpowiedzieć na pytanie jaki typ konstrukcji dobrze działa w danych warunkach i przy danym koszcie.

Bibliografia Aby przygotować prezentację, korzystałam z artykułu: "Knowledge based Bridge Engineering - Artificial Intelligence meets Building Information Modeling" Dominic Singer, Maximilian Bügler, André Borrmann.