

Posudek vedoucího na diplomovou práci Evgen. Belyaevy
“Anotační grafy a Bayesovské sítě”

Práce se zabývá problematikou popisu struktur podmíněné nezávislosti indukovaných acyklickými orientovanými grafy (tzv. bayesovské sítě) pomocí tzv. anotačních grafů. Tyto grafické modely se uplatňují jak ve statistice tak v oblasti umělé inteligence.

Základním úkolem bylo ověřit domněnku A. Paze, že jistý standardní anotační graf přiřazený každému acyklickému orientovanému grafu je jednoznačně určeným reprezentantem příslušné třídy ekvivalence. Navazující cíle pak byly porovnat tento standardní anotační graf s jinými způsoby jednoznačného popisu takové třídy ekvivalence, totiž s esenciálními grafy, respektive s tzv. standardními/charakteristickými imsety.

Téma bylo pro studenty pravděpodobnosti a statistiky náročné v tom smyslu, že vyžadovalo nastudovat relativně velký objem literatury o speciálních grafech. Diplomandka na tématu pracovala se zájmem. Nicméně, práce byla přerušena jejím půlročním zahraničním studijním pobytem, během kterého se věnovala (pod vedením zahraničního lektora) trochu odlišnému, i když příbuznému tématu učení grafických modelů metodikou lasso. Po jejím návratu jsme uvažovali o rozšíření tématu a zakomponování její eseje ze zahraničního pobytu do diplomové práce, ale nakonec na mé doporučení se diplomandka rozhodla zůstat výhradně u původního tématu diplomové práce.

Vytčené cíle, a to jak ten základní tak ty navazující, byly splněny. V práci byly navrženy algoritmy převodu standardního anotačního grafu na esenciální graf a zpět. Rovněž byla prozkoumána otázka vztahu k negrafickým metodám popisu, totiž k tzv. imsetům, což jsou jisté celočíselné vektory, popisující struktury podmíněné nezávislosti. Jednoduchý převod tzv. standardního imsetu na anotační graf asi neexistuje, nicméně standardní anotační grafy lze převést na tzv. charakteristické imsety, které byly navrženy později a mají větší potenciál z hlediska učení grafických modelů metodami celočíselného lineárního programování. Algoritmus na převod anotačního grafu na charakteristický imset lze považovat za originální přínos diplomové práce, což je v práci specifikováno.

Za kladnou stránku lze považovat ambiciózní rozhodnutí napsat práci v angličtině. Avšak podle mého názoru se na formální kvalitě práce negativně odrazila časová tíseň, v které byla práce dokončována. Na můj vkus odevzdaná práce obsahuje ještě poměrně dost formálních nepřesností, které mohly být odstraněny, kdyby bylo více času. Když pomineme občas těžkopádnou angličtinu, jež je za daných okolností jistě pochopitelná, a dále drobné překlepy, pak hlavními nedostatky jsou občas nepřesná zdůvodnění v důkazech nebo ne zcela přesné formulace. Ve svých připomínkách níže uvádím některé z nich, ty které považuji za relativně nejvýznamnější. Na druhé straně bych rád zdůraznil, že uvedené tvrzení jsou korektní, pouze důkazy mají snadno opravitelné mezírky nebo tvrzení jsou formulována nepřesně či těžkopádně. Také odkazy na literaturu jsou často nepřehledné, někdy nejsou uvedeni všichni spoluautoři a v seznamu referencí je u více spoluautorů chybně uvedené jejich pořadí, což je asi způsobené nevhodně použitým stylem.

Nicméně, přes uvedené formální nedostatky bylo zadání předloženou prací splněno. Diplomandka vypracovala práci samostatně a prokázala schopnost studovat literaturu i řešit otevřené otázky. Práce tedy splňuje požadavky pro uznání jako diplomová.

S pozdravem

RNDr. Milan Studený, DrSc

Připomínky k diplomové práci E. Beljajevy ”Anotační grafy a Bayesovské sítě”

- *Theorem 8* na straně 26 není přesně formulována protože nebyl zaveden pojem struktury podmíněné nezávislosti indukované esenciálním grafem D^* . Přesnější formulace by byla, že výstup Algoritmu 3 (nikoliv Algoritmu 4!) je anotační graf indukující stejnou strukturu podmíněné nezávislosti jako každý graf D v třídě ekvivalence $[D^*]$. Uvedený důkaz má mezírku: v bodě (2), na straně 27 dole k případu $i = 1$: “*which makes d_2 a common child of p and q , which is a contradiction with the assumption*”. Ve skutečnosti předpoklad o cestě π_D (či π_{D^*}) uvedený výše nevede ke sporu, neboť cesta vede ze zafixovaného bodu $c = d_1$.
- *Theorem 9* a text před ní na straně 29 jsou pro čtenáře poněkud obtížně srozumitelné, nebo chybí konkrétní formulace Meekových inferenčních pravidel. Rovněž tak je z Meekova článku mechanicky převzat termín “*causal explanation for $C(\mathbf{V})$* ”, který by ovšem v kontextu diplomové práce měl být nahrazen pojmem acyklického orientovaného grafu D indukujícího strukturu podmíněné nezávislosti $C(\mathbf{V})$ (= náležící do třídy ekvivalence $[D^*]$).
- Drobné nepřesnosti jsou rovněž ve formulaci Algoritmu 5 a následném příkladu na stranách 32 a 33. Následné Lemma 13 na straně 33 má poněkud zmatečnou formulaci i důkaz. Mělo by být formulováno spíše ve stylu pozorování o Algoritmu 5, například že pokud $d \in \mathbf{V} \setminus \{p, q\}$ bylo zařazeno do množiny \mathbf{M} pak všechny děti d v D byly (předtím) algoritmem zařazeny do množiny \mathbf{S} . Důkaz potom implicitně používá následující dvě pozorování, aniž by byla zmíněna či dokázána:
 - \mathbf{C} je množina společných dětí p a q v D , což je fakticky dokazováno v pozdějším důkaze *Theorem 14* (strana 34 dole),
 - pokud algoritmus položí $c = pre(d)$ pro $c, d \in \mathbf{V}$ potom nutně $c \rightarrow d$ v D , což ovšem není explicitně zmíněno natož dokázáno.
- V důkaze *Theorem 14* na straně 34 chybí zdůvodnění proč v obou anotovaných grafech A a A' jsou stejné neanotované hrany. V souvislosti s bodem (iii), (2) na straně 34 dole chybí popis jakým způsobem algoritmus identifikuje množinu “*children of common children of p and q* ”; čtenář potom obtížně odhaduje co měla autorka textu na mysli. Konečně, důkaz je neúplný v závěrečném kroku na straně 35, poslední odstavec. Lze souhlasit s tím že dříve uvedené argumenty ukazují že každý uzel d zařazený algoritmem do \mathbf{S} je potomkem společného dítěte p a q v grafu D , ale obrácená implikace není zdůvodněna.