

FJFI ČVUT v Praze

Břehová 7

115 19 Praha 1

## Posudek vedoucího diplomové práce

**Student:** Bc. Jan Pecka

**Název práce:** Cooperative game theory for machine learning tasks

Diplomová práce se zabývá aplikacemi koaličních her v oblasti, která s teorií her nemá na první pohled nic společného, totiž ve strojovém učení. V současnosti používané modely (např. neuronové sítě) jsou velmi komplexní a je tak obtížné nebo přímo nemožné posoudit vliv vybraných komponent modelu na jeho výstup. O to se snaží metody *explainable AI* a jedna z nich je založena i na formulaci uvedeného problému jako koaliční hry, v níž jsou hráči sledované proměnné a jejich vliv na výstup je kvantifikován pomocí Shapleyho hodnoty. Předložená práce rozpracovává tento dnes již známý model z hlediska výpočetního a dále ho rozšiřuje i po teoretické stránce studiem alternativ k Shapleyho hodnotě.

V první kapitole autor shrnuje teorii koaličních her a jejich řešení v podobě tzv. operátorů hodnoty, které jsou charakterizovány několika jednoduchými axiomy (kvazi-hodnoty a semihodnoty). Příkladem je Shapleyho a Banzhafova hodnota, které byly původně navrženy k měření vlivu hráčů na rozdělení zisku v koaliční hře. Druhá kapitola popisuje úlohu interpretace modelu, zejména pak obsahuje definici "interpretující" koaliční hry a metody výpočtu (např. adaptive sampling) Shapleyho hodnoty, přičemž zvláštní pozornost je věnována problémům, které vznikají při práci s kategoriálními veličinami (kapitola 2.3). Ve třetí kapitole jsou porovnány výsledky pro Shapleyho/Banzhafovu hodnotu z hlediska korelační analýzy (Spearmanův a Kendallův koeficient korelace). Tato analýza naznačuje, že mezi použitím Shapleyho a Banzhafovy hodnoty není významný rozdíl. Aplikace na data mozkové aktivity je rozpracována ve čtvrté kapitole.

Diplomová práce je psána angličtinou vysoké úrovně a je dobře čitelná díky použité LaTeX šabloně (v tomto posudku hodnotím z hlediska typografického elektronickou verzi práce a nikoli její tištěnou verzi). Jan Pecka při psaní a sběru materiálů vystupoval velmi aktivně a po počátečním zmapování pro něj nové tématicky byl schopen nejen předložené problémy vyřešit, ale i sám aktivně nacházet nové výzkumné úkoly. Cením si zejména matematicky přesného popisu operátorů hodnoty, jejich axiomatizace (kapitoly 1.3-1.6) a přehledného pojetí samotné klasifikační hry (kapitola 2.2.1), která bývá v literatuře často definována jen vágně. Autor musel ovládnout nástroje z různých oblastí aplikované matematiky (koaliční hry, diskrétní matematika, Monte Carlo metody, strojové učení) a dokázal je zkombinovat vhodně zvoleným značením a způsobem výkladu, který pamatoval na vytyčené cíle diplomové práce. Těch bylo nakonec s přehledem dosaženo.

Na práci si cením zejména jejího příspěvku k obecnému studiu klasifikačních her pomocí různých operátorů hodnoty, jejich kvantitativního porovnání (kapitola 3) a dále detailního zpracování problémů práce s kategoriálními veličinami (kapitola 2.3). Výklad je doprovázen pečlivě okomentovanými grafy a všechny výpočetní algoritmy (zejména sampling) jsou v textu detailně rozebrány. Práce s citacemi a odkazy na aktuální články o příbuzné problematice jsou na vysoké úrovni.

Předloženou práci proto navrhuji hodnotit známkou **A** (výborně).

*Případné dotazy k obhajobě:*

1. Definice klasifikační hry (2.2) je standardní a vyskytuje se ve většině současných prací. Existují k ní nějaké alternativy?
2. Jakým směrem by šlo případně dále rozvíjet výsledky v kapitole 4 (interpretace předpovědí pro mozkovou aktivitu)?

V Praze dne 14.7.2020

doc. Ing. Tomáš Kroupa, Ph.D.