

一、文献信息

- 1、作者：Ben Armstrong、Kate Larson
- 2、论文题目：Machine Learning to Strengthen Democracy
- 3、发表途径：NeurIPS 2019 Workshop on AI for Social Good
- 4、发表时间：2019 年 11 月

二、问题意义

大多数西方民主国家都依赖某种形式的多数票，尽管多数票的使用如此普遍，但人们普遍认为它有许多缺陷。在有些时候它鼓励不诚实的战略投票，不允许选民表达他们的偏好，并且倾向于达成一个不具代表性的两党制。当选举在许多地区进行时，这些问题甚至会加剧。在这篇论文中，作者开发了一个系统，根据一组高度可定制的理想选举标准来选择获胜的候选人。通过使用标准的机器学习技术，他们的系统可以在基于选举目标选择的许多标准之间找到平衡，这些标准可能是相互矛盾的。该系统在只有选定的标准，没有外部训练数据的情况下运行，并承诺为选民偏好带来更多的代表性。

三、思路方法

有许多公理可以用来评估投票系统，如 Condorcet 一致性（获胜者必须与对方候选人成对地赢得选举）或 Participation（选民投票比弃权更好），但是没有一个投票系统可以很好的满足每一个公理，所以寻找一个最优的投票系统成为一个平衡问题，这对一个选举的特定背景或多或少是重要的。作者研究的重点是开发一种称为“评分”的规则来替换传统的投票机制，其中每个投票者提交一张选票，为每个候选人分配特定数量的分数，得分最高的候选人获胜。在多数投票体系中，一票为一个候选人计一分，其他候选人不得分；在有 m 个候选人的 Borda 选举中，有一个候选人的得票为 m 分，另一个候选人 $m-1$ 分，依此类推。

多数常见的投票体系，如多数票投票、Borda 计数或批准投票，都是直观地创建的，已有数百年的历史。在这篇论文中，作者开发了一个生成新的、可定制的投票规则的框架，其目标是允许选举设计者确定一组（可能是相互排斥的）公理，他们相信这些公理将产生公平的结果。他们使用这些公理为一个神经网络生成训练数据，一旦训练完成就作为投票规则。

投票规则的公理根据投票规则和选举结果定义了投票机制的各种属性，有些公理集不可能同时满足，而作者所研究的方法可以接受任何一组公理集，并找到一个在尽可能多的公理满足或接近满足之间取得平衡的优胜者。

作者用 (B, c) 来表征选定的公理集，其中 B 表示一组选票， c 表示符合一个特定公理的

优胜者，如果有一个以上的可能的优胜者，可以用多对 $(B, c_1)(B, c_2)$ 这样的形式表示，每一次投票都包含一个选民对所有 m 个候选人的偏好的顺序，比如 $b_i = [0, 2, 1]$ 就表示最看好候选人 0 号，其次分别是 2 号和 1 号。为了能表示更多选民的意见，作者将 B 转化为一个 $m \times m$ 的矩阵 E ， $E_{i,j}$ 则表示选民中更看好候选人 i 而非候选人 j 的比例。整个训练集由多个 (B, c) 这样的对组成，一个对代表一个公理。

关于训练过程，作者首先定义了一个罚函数 $f(B, c)$ ，它会返回给定一组 (B, c) 的每个候选人的得分， f 可能与未满足的公理的数目相关，或者可能被用来作为一些公理作为比其他公理更重要的权重，同时 $c^* = \arg \min_{c \in C} f(B, c)$ 对应于选举产生的优胜者。作者将此作为一个回归问题，并训练一个回归神经网络来预测每个候选人的罚函数，然后选择结果最低的候选人作为赢家。

关于测试过程，作者使用 2006、2008、2011 和 2015 年加拿大联邦选举的数据来评估他们的系统。

思考：我所理解的作者的想法是每一个用来评估投票系统的公理都有一组对应的 (B, c) ，这里的 c 就是在满足该公理的情况下选出的优胜者， B 用来表征选民的投票情况。在有 m 个候选人的情况下，训练过程中每一组 (B, c) 都要重复用到 $m!$ 次，因为要模拟 m 个候选人的所有排序可能，最终系统就能选出一个能满足大多数公理的候选人排名。

在实验过程中，作者可以通过用一组公理来实现他们的框架，并测试训练后的网络是否能够以最小的代价准确地选择一个候选者。他们还可以通过提供来自真实加拿大选举的数据来衡量他们的系统在模拟真实选举方面的能力。在没有明确理由的情况下，跟现有结果的巨大偏离应该被认为是不可取的。

作者首先选择一组可取的公理比如 Condorcet 公理，该系统只试图在可能的情况下选择 Condorcet 公理下的优胜者。他们还定义惩罚函数 f 来寻找 Condorcet 优胜者，或在不存在 Condorcet 优胜者时，找到“near Condorcet”优胜者。当候选人 c 是符合 Condorcet 公理的优胜者时，罚函数返回 0；当候选人 c 是符合“near Condorcet”公理的优胜者时，罚函数返回 0.5；其他情况返回 1。

四、实验结论

作者通过实验结果表明他们能够建立一个系统，以确定选举的优胜者符合一些理想的公理。额外的训练数据或网络结构可能会产生更高的准确性，并生成一个更实际可用的系统。利用机器学习来生成一个定制的选举规则，允许试验完全新颖的理想结果的组合，这在以前

是不可能的。

虽然作者目前的系统能够得到较为理想的评估结果,而且可以通过修改培训程序或数据结构加以改进,但目前可以稳定应用的领域有限。由于这个系统和大多数神经网络一样,不是所有工作过程都有合理的解释的,所以只有一个大概的保证,保证它不会产生人类认为明显“错误”的优胜者。因此,它的使用应该限制在优胜者可以造成的不良后果有限的情况,或者有限制谁可以成为优胜者的情况。

五、感悟与体会

在上篇阅读笔记的感想中我谈到了个人关于机器学习和通信的一些看法,那这篇阅读笔记我就说一说最近阅读英文论文的体会。

在研读英文论文时,包括之前研读的应用层、物理层等方面的论文,我深切感受到了自身能力的不足。一是英语水平的不足,英语论文与平时读的英文文章,新闻等有很大不同,除了包含许多专业的词汇,还会有与一般文章不同的语法句式,许多句子的结构十分复杂,成分很难分析,有时候一个句子里的单词全都查明白了但还是不理解这句话的意思。二是专业水平的不足,比如在这篇论文种作者在提到罚函数的应用时我就不清楚这一概念;在之前阅读物理层的一篇论文中作者分别在高斯噪声信道和 BSC 信道中进行实验分析,这里我当时就不知道什么是 BSC 信道,后来在信息论的学习中才真正了解了这一方面的知识,这体现了我对于通信的专业知识了解匮乏。这既打击了我同时也激励了我在之后的学习中要更努力地提高自己。