

A close-up photograph of several Mahjong tiles scattered on a light-colored surface. The tiles are white with green and red markings. Some tiles have Chinese characters in black ink, while others have red or green patterns. The tiles are arranged in a way that suggests a game in progress or a collection of tiles.

麻将大作业

2019 AI in Game | Peking University
Linyun Ni / Xun Zhang

A close-up photograph of several Mahjong tiles scattered on a white surface. The tiles are white with green borders and feature various symbols in black, red, and green ink. Some tiles show Chinese characters, while others show patterns like dots or flowers. The tiles are arranged in a way that suggests a game in progress.

Agenda

- 出牌决策
- 防守策略
- 深度学习

决策部分

上听数，有效牌计算

- 首先递归枚举当前牌面的可能组合形式，将牌划分为顺子、搭子、雀头、刻子。
- 根据如下形式计算当前上听数
- 在该递归过程的叶子节点，进行胡补全和番数计算。

```
int incomplete_need = 4 - pack_cnt - incomplete_cnt;
if (incomplete_need > 0) { // 还需要搭子的情况
    // 有雀头时，上听数=已有的搭子数+缺少的搭子数*2-1
    // 无雀头时，上听数=已有的搭子数+缺少的搭子数*2
    max_ret = incomplete_cnt + incomplete_need * 2 - (has_pair ? 1 : 0);
}
else { // 搭子齐了的情况
    // 有雀头时，上听数=3-完成的面子数
    // 无雀头时，上听数=4-完成的面子数
    max_ret = (has_pair ? 3 : 4) - pack_cnt;
}
```

决策部分

胡补全和番数计算

- 需要对枚举得到的形式进行胡补全和番数计算，从而保证上听数对应的胡牌形式的番大于8番
- 胡补全主要为将当前的搭子补全，若此时缺少雀头或者面子，对剩余牌分别枚举补全并计算番数
- 与此同时，记录下当前上听数最小的叶子节点的所用补全牌的并集，记为有效牌

决策部分

出牌决策

- 对于手中14张牌，每次选13张进行如上所述的上听数和有效牌计算。之后根据当前上听数和有效牌集合($S1$)，结合当前剩余牌表 T ，计算打出该牌之后摸到 $S1$ 中的牌的概率的概率，
- 若上听数为1，则为 $P(S1|T)$ ：
- 若上听数为2，则枚举加入该牌之后的上听数为1的形式下的有效牌集合($S2$)，计算摸到 $S1$ 后并且又摸到 $S2$ 的概率，即 $P(S1|T)*P(S2|T)$ (假设摸 $S2$ 的剩余牌表和当前 $S1$ 时相同)。
- 以此类推，对14张牌分别作此计算，并且选择当前摸有效牌概率最大的牌打出。
- 调整权重，惩罚上听数高的决策方案。

A close-up photograph of several Mahjong tiles scattered on a white surface. The tiles are white with green borders and feature various symbols in black, red, and green ink, including Chinese characters and patterns. The tiles are arranged in a way that suggests a game in progress.

Agenda

- 出牌决策
- 防守策略
- 深度学习

防守策略

- 基于domain knowledge，当对手打出一张牌后认为其相关牌安全（一四七、二五八、三六九）。
- 对相关牌的改进：对人类数据使用朴素贝叶斯计算打出一张牌之后其他牌的对应分布。游戏过程中，初始状态假设对手手牌为均匀分布，当对手打出一张牌后，调整对对手手牌的概率估计。
- 可以为对手的手牌建模，通过对手打出的牌枚举对手可能的手牌，计算概率进行防守，但如此防守的搜索空间远大于出牌策略的搜索空间。
- 国标麻将还是以进攻为主的游戏，浪费大量搜索空间用于防守效益较低，因此放弃在防守中搜索，使用贝叶斯方法估计对手手牌。

A close-up photograph of several Mahjong tiles scattered on a white surface. The tiles are white with green borders and feature various symbols in black, red, and green ink, including Chinese characters and patterns. The tiles are arranged in a way that suggests a game in progress.

Agenda

- 出牌决策
- 防守策略
- 深度学习

深度学习

- 根据手牌打牌
- 将打牌看作分类任务而非回归任务，避免得到不在手中的牌，同时避免了用数值表示牌（如1~34）所引入的本不存在的序关系。
- 使用34维one-hot vector对所有牌进行embedding，将手牌（14张包括副露）表示为一个476维向量，经过一个全连接神经网络；将所有有效牌同样表示为高维向量，经过另一个全连接神经网络；最后将两个网络的输出连接，经过Softmax得到34维向量，从手牌中找到距离它最近的牌即为要打出的牌。

深度学习

- 预测对手听牌
- 通过人类数据每局游戏中和牌方在本局中依次打出的所有牌，预测和牌方听的牌。
- 由于打牌有顺序，故使用双层LSTM连接34维的Softmax层进行预测，损失函数为交叉熵。
- 游戏后期当打牌函数给出的牌是预测的对手听牌时给予惩罚。

深度学习

- 数据增强
- 中、发、白置换
- 万、饼、条置换（绿一色、推不倒等概率极低，忽略之）
- 1~9变为9~1
- $6*6*2=72$ 种增强方式

The background of the image is a collection of Mahjong tiles scattered on a light-colored surface. The tiles are white with green bases. Various tiles are visible, including those with Chinese characters like '南' (South), '東' (East), '西' (West), '北' (North), '發' (Fa), '發財' (Fa Cai), and '發財' (Fa Cai). There are also tiles with patterns like '四喜' (Si Xi) and '發財' (Fa Cai).

感谢聆听！