

知能情報工学実験演習 II

C++演習 (Part 2)*

担当： 中村 貞吾，下園 真一

TA: 原田，井上

E-mail: {teigo, m.harada}@dumbo.ai.kyutech.ac.jp sin@ai.kyutech.ac.jp,
t.inoue@pluto.ai.kyutech.ac.jp

May 2015

注意: Part 2 では実験はグループ単位でプログラムを作成すること .

1 グループ演習

ババ抜きで利用したトランプカードを表す型 `Card` とカードの集合の実装である `CardSet` を用いて，トランプ・ゲームの「大富豪（大貧民）」をプレイする環境と思考ルーチンをそなえるプレイヤーを作成し，オブジェクト指向言語によるモデル化にもとづくプログラミングとチームでのソフトウェア開発を実践する．

1.1 大富豪/大貧民のルール

大富豪は，ラミーや UNO と同様，場札の上に手札（の組）を捨てていき，手札をなくしたプレイヤーが勝ちとなるタイプのゲームで，52 枚のカードとジョーカー 1 枚を使用する．以下にルールを簡単に説明するが，作成するプログラムのモデルを確認するために必要な程度にとどめる．

まず親（ディーラー）は，カードをよくシャフルして，すべてのカードを大富豪から時計回りに一枚ずつ各プレイヤーに配る．配り終えたら，ゲームを親のターンから開始する．ターンが回ってきたプレイヤーは，手札から同じランクのカードを一枚以上，ジョーカーを含め四枚まで組として場に出せる．このカードの組をリードという．ただし，既に場に他人の出したリードがある場合は，同じ枚数のより強いランクの札の組でなければ出すことはできない．リードがペア，3 カード，あるいは 4 カードならば，次のプレイヤーは同じ枚数でより強いカードの組を出さねばならない．出せない，出したくない場合は，場に札を出さずにパスすることができる．場にカードを出すか，パスすればそのプレイヤーのターンは終了である．ランクはジョーカーが最も強く，続いて

*2013 年度版 下園，嶋田 作

2 > A > K > Q > J > 10 > ... > 3 の順となる。全員がパスをつづけ、リードを出したプレイヤーにターンが回ってきた場合、リードは流れたとして、最後にカードを出した、つまりリードを出したプレイヤーがリーダーとなる。リーダーは、自由にリードとなる札（の組）を選んで出すことができる。

最初に手札をなくしたプレイヤーが大富豪、つまり 1 位となる。残るプレイヤーも勝ち抜けるまでゲームをつづけ、全員の順位を決める。

その他にも大富豪には多くのルールがバリエーションとして存在する。ただし、今回の演習では時間にも限りがあるため（1）ジョーカーや 2 を最後の札としてあがってもよいこととし（2）シークエンス¹ や（3）革命²（4）大富豪と大貧民の間のカードの交換（搾取）と、都落ちのルールは、使用しないものとする。

1.2 プログラミングのためのモデル：大富豪プレイヤーの部屋

プログラミングを行う場合、特にオブジェクト指向言語では、プログラミングする対象を、担う機能や使用する資源にしたがって独立した部分や部品、単位にわけてデータ型（クラス）を作らなければならない。その場合、現実のものにあわせて、あるいは似せて作るのが最も効率的である。

今回、大富豪ゲームを複数プレイヤーが行う状況をプログラムにするにあたっては、次のような考え方で作ることにする：

（1）ディーラーは、プレイヤーの一人（大貧民）が兼ねるのではなく、プレイヤーたちとは独立した、ゲームをルールどおりに進行させる役割を担うものとする³。

すなわち、札を配るだけでなく、ターンなどルールに従った行動をプレイヤーに対してうながす、またプレイヤーが出した札がリードとして通るかどうかを確認し、また他のプレイヤーに確認させる、などコミュニケーションを司る役割を負う。ゲームに参加するプレイヤーとその順位の管理も行ふ。つまり、ディーラーは万能で完全に公平な立場をとるゲームの管理人である。

（2）プレイヤーは、それぞれがターンの回ってくる参加者である。人間がカードゲームをする場合とは異なり、プログラムにはあらかじめカードを識別する能力はなく、大富豪をするためのテーブルもない。そこで、カードのやりとり全てをディーラーに任せたものを考える。

プレイヤーは「カードの出し入れだけができる引き出しがついた箱（に入っている人）」と考えればよい。プレイヤーのターンがまわってくる順番は、ディーラーがどの箱の引き出しをさわるかで決まる。カードの配布は、ディーラーが引き出しにカードを入れることで行われる。ディーラーはターンがきたプレイヤーの引き出しにリードを入れ、札を出すかパスするかを促す。引き出しにリードとより強い組が入っていたら、新たなリードとして受け入れ、他のプレイヤーの引き出しに入れて見せる。そうでなければ、リードを取り出し、その他のカードはそのままにして

¹ 同じスーツで 3 枚以上の連続する数字

² 4 カードを出した場合は、強さが逆転する。すなわち、強さが 3 > 4 > ... の順となる。

³ 実際のカードゲームにおけるディーラーは、大貧民もしくはほかの誰かが行うが、このモデルではゲーム管理を行うクラスであり、実際にプレイするプレイヤーではないことに注意。

引き出しを押し返す．そして，プレイヤーの手札がなくなったら，勝ち抜けを記録し，次のゲームでの順番とするのである．

人間同士でゲームをする場合，これらの「コミュニケーション手順」は言葉や視覚によって暗黙のうちに完成する．しかし，機械的なゲームの進行を実現するには，これらの作業を明確にしなければならない．プレイヤーが人であっても，機械であっても，たとえばネットワーク対戦を考えれば，その必要性が容易に理解できるだろう．

1.3 作成する関数と引数

ゲームを行う系を構成するプログラム，`Player.h/cc`，`Dealer.h/cc`，`GameState.h` および `main.cc` は，変更を加えずにそのまま使用する．グループで作成するのは，`Player` を基底クラスとして継承により拡張した思考するプレイヤーのクラスである．

`Player.h` および `Player.cc` は，必要最低限の機能を持つプレイヤーとして用意されている．このクラスを拡張，整備して，より強いプレイヤーを作るのが目的である．ただし，クラス継承のしくみを使って `Player` クラスを継承した別のプレイヤー用クラスを作り，新たに必要な変数と関数の作成もしくは変更のみを行って，そのまま他の既存の `Dealer` クラスとともに使用できるように作る．

`Player::follow` 関数と `GameState` 構造体

プレイヤーが，ターンにおいてどのカードを出すかは `Player::follow()` によって決定される．`Player` クラスにおいては，

```
bool Player::follow(const GameState & gstat, CardSet & cards) {
    CardSet pile(gstat.pile);    // 場札の集合を作業用にコピーする．
    Card tmp;                    // 作業用のカード変数
    cards.makeEmpty();           // 念のためカラにする．
    hand.pickup(tmp, -1);        // ランダムに選ぶ．
    cards.insert(tmp);           // 出す札として追加．
    return true;                 // follow 関数は必ず true を返す．
}
```

となっている．`Player::follow()` は引数として場のカードをふくむゲームの状況と自分の出すカードをいれるカードセットをとる．そして場のカードについては考慮せず，自分の手持ちのカードセットからランダムに1枚引いて出す．

場札，その他プレイヤーがプレー中に確認できる情報は，`GameState` 型の引数で渡される．場札をあらわす `CardSet` データのほか，プレイヤーの並び，各プレイヤーの手札の枚数など，プレイヤーがプレイ中に得られる情報をまとめた構造体である．各フィールドの名称と意味は，以下のようになっている．

```
struct GameStatus {
    ...
}
```

```

CardSet pile;          // 場札
int nofPlayers;        // プレーヤー数
int inTurn;            // ターンのまわってきたプレーヤー（プレー順での添字）
int leader;           // 現在のリードを出したプレーヤー
int nofCards[MAXIMUM_NUM_OF_PLAYERS]; // 各プレーヤーの手札の枚数
int playerIDs[MAXIMUM_NUM_OF_PLAYERS]; // 各プレーヤーの ID 番号
    ...
};

```

場に札を出す上で最も重要なのは、pile フィールドであろう。プレーヤーを表す整数は、プレー順でならんだプレーヤーの配列の、添字になっている。これは同じプレーヤーに対してゲームが終了することにかわりうる。異なるゲームの間で同じプレーヤーを追跡できるよう、プレーヤーをあつめた時点でディーラーが割り振った ID を確認できるようにしている。

Player::approve 関数

また、現在は何も行っていないが、自分の番以外の時に他人が場に捨てたカードセットなどの状況を確認する関数として Player::approve() というものも考える。

実際の実装で考えなければならないのは、この2つの関数のみである。プレイヤーが出したカードが現在の場に出ているカードと比較して受理できるかなどの判定は、Dealer が行うので考えなくて良い⁴。また、パスをしたい場合は、空のセットもしくは通らないカード（現在、場に出ているカードよりも弱いカード）を follow() に渡せばよい。その場合、通らないカードセットは自動的に手持ち札に戻される。

演習 1 Player::follow() と必要であれば Player::approve() を改良し、より知的な戦略に基づく Player を実現せよ。

演習を進める上での注意

演習に際しては、リーダーを中心にグループ内で事前に役割分担を決め、プログラムを作成すること。演習では、まず、何らかの戦略に基づくプレイヤーを複数実装する。例えば、現在は1枚しか出せないが、複数のカード（ペアや3カードなど）を出せるようにしたり、選んだカードが場に通るかどうかを判定して出すなどが考えられる。それぞれを対戦させたり、考察することで、より洗練されたプレイヤーに改良するプロセスを繰り返していく。

基本的に Player::follow() と Player::approve() 以外の関数を変更しないこと。この2つの関数を拡張する場合、使用して良いのは Card と CardSet のメンバ関数である⁵。複数のプレイヤーを実装する方法はいくつか考えられるが、継承によりサブクラスを作成すること。そのた

⁴ ゲームとしての判定は Dealer が行うが、実際問題としては、場に出そうとしているカードが通るのかを Player も判定した方がよい。それを考慮せず、通らないカードを出してしまうと、パスしたという扱いになり、不利になる。

⁵ 他の班と対戦する際に、改良した Player::follow() と Player::approve() をコピーすれば動作するように心がけて作ること。Player 内に必要に応じて新しい関数を作っても良いが、あくまで、他のクラスや Player 内に既に定義されているメンバ関数などに影響しないようにすること。

めのサンプルとして、LittleThinkPlayer を用意している。最終的には、各班の名前で新たなサブクラス（例えば1班なら、Group1）を作成すること。

```
class LittleThinkPlayer : public Player {
// LittleThinkPlayer は Player のサブクラス（派生クラス）
    CardSet memory;
public:
    LittleThinkPlayer(const char *);
    bool follow(CardSet &, CardSet &);
    bool approve(CardSet &, int[]);
};
```

この方法に基づき、戦略ごとに適当なサブクラスを定義すればよい。そして、main 関数で、以下のように使い分けられよう。

```
d.regist(new Player(" Erika "));
// Player.cc の follow() や approve()
d.regist(new LittleThinkPlayer("Warabi"));
// LittleThinkPlayer.cc の follow() や approve()
```

実験の最後の時間に各班で作成した思考ルーチンを対戦させる。具体的には、ランダムに割り振られた予選リーグを行い、各予選リーグで1位の班で決勝リーグを構成する。この順位は最終的な成績に加点される。

2 レポートについて

レポートは以下の書式・期日で各班ごとに1つ提出すること。

1. A4 のレポート用紙を用い、上部をステープラでとめること。
2. 表紙には、演習名（知能情報工学実験演習 II C++演習：グループ演習）、班員の学生番号と名前、提出日を明記すること。
3. 各班員の役割分担（例えば、各繰り返しの段階で実装した戦略や作業などを箇条書きする程度でよい⁶）
4. プログラムリスト（ただし、最終的に実装した部分のみでよい）
5. 実装した戦略ルーチンの考え方（工夫した点および不完全な点を含む）
6. 実行結果（主要な部分・レポートでの説明に必要な部分のみでよい）
7. 全体の考察⁷ とまとめ

レポートは、このテーマの実験最終日の翌週の同一曜日までに、研究棟 7 階 (E716) の嶋田のもとまで提出すること。レポートは評価され、不備のあるものは×切から1週間以内に知能の掲示板に再レポートの掲示をするので、注意しておくこと。

班ごとのレポートとは別に、個人単位で A4 サイズ 1 枚の個人評価票（書式指定）も提出すること。

⁶ ただし、「みんなで頑張った」などの抽象的な記述ではなく、誰が何を担当したか具体的に書くこと。最終的に採用されなかった戦略などもこの中に加えて良い。

⁷ 感想ではなく考察をすること。「面白かった」や「難しかった」だけではダメ。