

Doprovodný text k prezentaci

# **Využití umělé inteligence v pokeru**

**PB016 Úvod do umělé inteligence**  
podzim 2012

Pavλίna Sedlářová  
učo 382946

# Úvod

V této prezentaci bych ráda probrala možnosti využití umělé inteligence v karetní hře poker, konkrétně se budu zabývat variantou *Texas Hold'em*. Zaměřím se na práci výzkumného centra na *University of Alberta*, jejíž výsledkem je *Artificial Intelligence Agent*, tedy klient využívající umělou inteligenci, který je reálně uveden do praxe (funguje v herní místnosti PartyPoker). Na úvod bych ráda uvedla základní informace k samotné hře. Poker je karetní hra pro 2 až 10 hráčů a cílem je vybudovat jednu z mnoha herních kombinací karet. Při hře se používají francouzské karty, kterých je 52 a zahrnují čtyři barvy (kříže, káry, srdce a piky). Při hraní pokeru však o úspěchu nerozhoduje pouze kvalita herních kombinací, ale také (hlavně) taktika. Hráči používají tzv. blufování, kterým předstírají sebejistotu, a klamou tak své protihráče. Tento faktor hraje nejdůležitější roli při využívání umělé inteligence. Počítač totiž není schopen vnímat a následně zpracovávat projevy emocí, nonverbální komunikace či ironie v projevu.

## Poker a jeho varianty

Poker se dělí na celou řadu variant, které jsou ve většině případů odvozeny od základního typu, kterým je *draw poker*. Hráči zde dostanou na začátku hry všechny své karty. Nejhranějšími variantami jsou *Five card draw*, *California lowball*, *Double draw* nebo *Triple draw*. Druhým typem je *community card poker*, kde hráč na začátku hry dostane pouze část karet (lícem dolů) a k vytváření herních kombinací využívá tzv. *community cards* (společné karty). Nejznámější variantami tohoto typu jsou *Omaha hold'em* a *Texas hold'em*. V této variantě dostane hráč do ruky 2 karty a na stůl je postupně vyloženo dalších 5 karet. V prvním momentě vloží dvojice po levé ruce dealera (rozdávající, který je zvolen hned na začátku hry) tzv. malý a velký vklad, jenž je dohodnut předem. Ostatní hráči poté dostanou po dvou kartách a pokud se chtějí hry zúčastnit, musejí dorovnat vklad. Poté dealer vyloží tři karty na stůl, tzv. *flop*, a pokračuje se v sázkách. Pro další pokračování ve hře je nutné vsadit sumu v minimální výši, která je rovna velkému vkladu. Po dokončení všech sázek rozdávající přidá ke společným kartám jednu kartu, tzv. *turn*. Kolo sázek se opakuje a po něm následuje vyložení poslední karty, tzv. *riveru*. Vyhrává nejsilnější kombinace pěti karet (ze sedmi). V případě, že mají někteří hráči stejnou výhodní kombinaci, nastává tzv. *split pot* a výhra se dělí mezi tyto hráče.

## Limity v pokeru

Jedním z mnoha kritérií dělení pokeru je i využití limitů. V případě varianty *no limit* neexistuje ve hře žádný limit (jak napovídá anglický název), hráč tedy může kdykoliv vsadit všechny své zbývající žetony. Naopak při hře *fixed limit* mohou hráči navýšit sázku maximálně třikrát. Po třetí sázce se hráč musí rozhodnout, zda chce pokračovat, nebo zda složí karty a hru ukončí. Vedle těchto dvou variant existuje i tzv. *pot limit*, limit banku. Kombinací všech možných kritérií včetně limitů dostáváme obrovský počet variant pokeru, které jsou pak samotnými hráči neustále upravovány a vyvíjeny. Existuje tedy asi 1000 druhů pokeru.

## Poker jako hra pravděpodobností

Pro výhru je potřeba poskládat z karet některou z výherních kombinací, kterými jsou:

- **High card** – vysoká karta (karta nejvyšší hodnoty)
- **One pair** – jeden pár
- **Two pair** – dva páry
- **Three of a kind** – trojice
- **Straight** – postupka (pět karet v řadě v různých barvách)
- **Flush** – barva (pět karet stejné barvy)
- **Full house** – trojice a dvojice
- **Four of a kind** – čtveřice (někdy také „Poker“)
- **Straight flush** – čistá postupka (pět karet v řadě a ve stejné barvě)
- **Royal Flush** – královská postupka (10, J, Q, K, A v jedné barvě)

Balíček karet obsahuje, jak již bylo řečeno, 52 karet ve 4 družích. Hráč zná své karty (2) a karty společné (5), je tedy možné matematicky kalkulovat, a to na základě znalosti nejen našich a společných karet na stole, ale také na

základě odhadu možné skupiny karet soupeře. Proto bývá poker bývá nazýván hrou pravděpodobností. Níže jsou uvedeny pravděpodobnosti jednotlivých výherních kombinací.

- **High card** – 0,9995 : 1
- **One pair** – 1,36 : 1
- **Two pairs** – 20,03 : 1
- **Three of a kind** – 46,3 : 1
- **Straight** – 253,8 : 1
- **Flush** – 507,8 : 1
- **Full house** – 693,2 : 1
- **Four of a kind** – 4164 : 1
- **Straight flush** – 72 192.33 : 1
- **Royal Flush** – 649 739 : 1

Během hry se šance na výhru mění, někdy má hráč dokonce 100% jistotu výhry, jindy jsou však jeho šance doslova nulové. Nejdůležitější není vyhrát, ale odhadnout, v jaké situaci se hráč nachází. Důležité je většinou to, zda hráč udělal v daný moment procentuálně příznivé rozhodnutí, či nikoliv. To však lze posuzovat až na základě velkého počtu vzorků, resp. her. Kvůli nejistotě a měnícím se podmínkám je poker považován za hazardní hru, přesto však svou strukturou definici hazardní hry neodpovídá. Výhra není závislá na pouhé náhodě, ale také na odhadech samotného hráče, které vycházejí z předchozího chování fyzických projevů soupeře, výšky sázek, fáze turnaje apod.

## Hry a umělá inteligence

Využití umělé inteligence ve hře poker lze na základě předchozích informací vyhodnotit jako problematickou. Poker je totiž hrou s neúplnou informací. Naproti tomu vytvořit software, který umí hrát šachy nebo hru Go!, je triviálnější, neboť se pracuje s úplnou informací a průběh hry neovlivňuje psychika hráče, nejistota ani riziko. V těchto hrách je princip umělé inteligence založen na prohledávání do hloubky, ohodnocování pozice a prořezávání výsledného stromu, základem je tedy deterministický algoritmus. Za všechny můžeme jmenovat např. *Deep Blue* z dílny IBM (šachy), *Logistello* od Michaela Bura (Othello) nebo *Chinook* vyvinutý na University of Alberta (dáma).

## Poker a umělá inteligence

Poker je, jak vyplývá z předchozích informací, nedeterministickou hrou, tzn. v některých krocích lze volit z více variant. Stejně tahy hráče nikdy nezaručí stejný výsledek. Výsledky v pokeru jsou stochastické (náhodné, nahodilé), a to kvůli míchání karet, které vytváří nejistotu a velkou rozmanitost výsledků. Dalším faktorem negativně ovlivňujícím celou práci je bezpochyby i fakt, že skryté stavy jsou pozorovatelné jen částečně, tzn. hráč může vyhrát, aniž by ostatním poskytl jakékoliv informace o své taktice či kartách. Existuje několik programů, které se pokerem zabývají, a ty se dají rozdělit do 4 kategorií. První z nich tvoří *pokerové místnosti*, které sdružují hráče z celého světa prostřednictvím Internetu, neumožňují však hru proti počítači, nevyužívají žádnou umělou inteligenci (např. PokerStars, PartyPoker, TitanPoker apod.). Druhá kategorie je zastoupena *pokerovými automaty*, které už pokerovou umělou inteligenci implementují. Většinou se připojí na poker server a chovají se jako hráč, což je však oficiálně zakázáno (např. WinHoldEm – má implementováno blufování, je ilegální; Polaris – University of Alberta). Nechat za sebe hrát počítač, ale nepřekračovat zákon umožňuje tzv. *podpůrný software* (třetí kategorie), který hráči napovídá, co má dělat. V podstatě je hra vedena počítačem, ale pokud příkazy zadává člověk ručně, jde o legální postup (např. Texas Calculatem, Pokerstove). Poslední kategorií je *hra proti počítači*, která zahrnuje jak uživatelské rozhraní, tak logiku i umělou inteligenci (např. Texas Holdem Poker, Telltale Texas Hold'em – 3D, vtipné komentáře).

## University of Alberta a poker

Výzkumný tým na univerzitě v Albertě se už několik let věnuje vývoji programů v oblasti her, především pokeru. Výše zmiňovaná pokerová místnost PartyPoker je jedním z mnoha výsledků práce. Tým se však nespokojil s pouhou herní místností a rozhodl se vyvinout *Artificial Intelligence Agent*, klienta, který by byl schopen dobře se rozho-

doovat, a hrát tak kvalitní poker (konkrétně variantu Texas Hold'em). Cíl, který si na začátku stanovili, byl mimo jiné prozkoumat charakteristické taktiky hráčů a porovnat tyto taktiky s vytvořeným klientem. Dalším cílem bylo změřit jeho výkon a porovnat ho s lidskými hráči. Také si stanovili, že nadále budou klienta rozvíjet, aby byl schopen hrát i jiné varianty pokeru než jen Texas Hold'em Poker. Aby se výsledky neustále zlepšovaly, bylo třeba zajistit implementaci schopnosti učení (klienta).

## Problémy

Při vývoji se tým z University of Alberta potýkal se základními problémy spojenými s implementací umělé inteligence v pokeru. Jedním z hlavních problémů je to, že karty soupeřů jsou skryté, je tedy nutné pracovat s *imperfect knowledge* (nedokonalá znalost). S tím nepřímo souvisí i *multiple competing agents* (mnoho agentů), tzn. mnoho hráčů v jedné hře. Všichni tito hráči taktizují, je tedy nutné zajistit fungující *risk management* (správa rizik). Taktiku protihráče je dobré detekovat a využít ji pak k vlastnímu prospěchu, zajistit tedy tzv. *agent modelling*. Jak už bylo však řečeno, při pokeru je v obrovské míře využíváno blufování, klient se tedy potýká s *deception* (podvod). S tím je potřeba počítat, k dispozici jsou tak pouze *unreliable informations* (nespolehlivé informace).

## Požadavky

- Implementace řešení ve dvou fázích (první je založena na znalostech expertů, druhá na technikách umělé inteligence).
- Porovnání klienta v praxi (s desktopovou online pokerovou aplikací).
- Implementace nástrojů pro hráče (tvorba databáze).
- Implementace nástrojů pro tvorbu a trénování neuronových sítí.
- Implementace nástrojů pro algoritmus Hand Evaluation (určení hodnoty karet za různých okolností).
- Komunikace klienta s databázovým adaptérem (vyhledávání v historii).
- Game Tree musí povolovat simulaci možných budoucích kombinací (pomoc při rozhodování).
- Funkcionalita, která identifikuje protihráče na základě sesbíraných dat.
- Potřeba implementovat obecný offline model a specifický online model ve formě neuronových sítí (aby se agent mohl přizpůsobit na herní strategie).

## Použité algoritmy

Pro výpočet hodnoty karet (*hand evaluation*) použil výzkumný tým dva algoritmy.

### *Hand Strength*

Algoritmus *Hand Strength* je použit na výpočet „síly“ kombinace, kterou má hráč v ruce, bez ohledu na zbývající karty. Algoritmus v daný moment zváží všechny možnosti, které by mohly být lepší, stejné, nebo horší, iteruje všechna možná řešení (kroky) a jako výsledek vrátí procentuální vyjádření.

*Příklad: hráč má v ruce křížové eso a srdcovou královnou, flop (společné karty) jsou kárová trojka, piková čtyřka a srdcový kluk. Zbývá tedy 47 dalších karet, tzn. 1081 různých dvojic. Lepších dvojic je 444 (kombinace esa a krále, dvě nebo tři karty stejného druhu), stejně silných dvojic je 9 (eso s královnou) a zbývá 628 kombinací, které jsou slabší. Výpočet udá, že Hand Strength je 0,585, tzn. šance 58,5 %, že hráčova kombinace je silnější než ostatní. Toto však platí pouze ve vztahu k potu (bank, balíček zbývajících karet). Pro získání reálného výsledku je nutné výsledek předchozího výpočtu umocnit na počet protihráčů, tzn. při 5 soupeřích bude výsledek 6,9 % ( $0,585^5 = 0,69$ ).*

### *Hand Potential*

Algoritmus *Hand Potential* na rozdíl od předchozího počítá pravděpodobnost výhry s ohledem na zbývající karty. Tento algoritmus je v celém programu velice důležitý.

*Příklad: hráč má v ruce křížovou šestku a křížovou sedmičku, flop tvoří křížová pětka, pikové eso a křížová osmička. Algoritmus Hand Strength vypočítá, že kombinace v ruce je velmi slabá, ale při pohledu na flop je jasné, že existuje reálná šance sestavit čistou postupku (Straight flush), pokud přijdou jako zbývající dvě karty křížová čtyřka a devítka, nebo postupku (Flush) v případě, že zbývající dvě karty budou jakákoliv čtyřka a jakákoliv devítka. Ze zbývajících 47 karet*

tedy může dramaticky ovlivnit hráčovu kombinaci 15 karet. Po srovnání výsledků obou algoritmů lze vytvořit zajímavé výpočty.

## Využití algoritmů k zjištění Estimated Value (odhadovaná hodnota)

Populární metodou, jak algoritmy zapojit do procesu rozhodování, je jejich implementace do praxe, resp. simulace. Dobrým příkladem může být dřívější verze AI klienta *Poki* (taktéž z dílny univerzity v Albertě), který simuluje všechny možné výstupy, aby zjistil nejlepší další postup. Tato simulace počítá všechna možná rozhodnutí (jak samotného klienta, tak ostatních soupeřů), zvažuje a předpovídá další postup soupeře, a to při každé příležitosti, kdy lze vypočítat *Estimated Value* (odhadovaná hodnota).

*Příklad: Poki má károvou šestku a károvou sedmičku, ve flopu je kárová pětka, srdcové eso a kárová osma. Zbývající balíček má EV 14, soupeř má EV 90 stejně jako Poki. Komponenta modelování soupeře (viz dále) předpokládá, že soupeř buď vloží všechno (all-in), nebo karty položí (a to poměrem 50:50). Tyto své předpoklady poté spojí s výsledky výpočtů Hand Evaluation, a určí tak EV vkladu all-in.*

```
$EV when opponent calls = (total pot * hand potential)
$EV when opponent calls = ((opponent amount to call + current pot) * hand potential)
$EV when opponent calls = (($90 + $14) * 0.562)
$EV when opponent calls = $58.45

$EV when opponent folds = (current pot)
$EV when opponent folds = $14

$EV of all-in = (($EV when opponent calls * likelihood of action) + ($EV when opponent folds * likelihood of action))
$EV of all-in = ($58 * 0.50) + ($14 * 0.50)
$EV of all-in = $36.22
```

## Modelování soupeře

Část modelování soupeře je nejspíš nejdůležitější částí celého postupu. Řeší mnoho problému souvisejících se strojovým učením, např. šum, nejistotu, velký počet různých možností a potřebu rychlého učení na základě relativně malého počtu dříve získaných výsledků.

### *Pre-flop opponent modelling*

Modelování soupeře před vyložení společných karet.

### *Artificial Neural Networks (Umělé neuronové sítě)*

Tyto modely jsou založené na biologických sítích a používají se k modelování komplexních vztahů mezi vstupem a výstupem a k hledání vzorů. Tyto sítě mohou být díky tréninkové množině trénovány. V pokeru se využívá zejména učení na základě historie a velkého počtu odehraných her (lidskými hráči).

### *Bayesian Approach (Bayesův přístup)*

Zjišťuje strategii na základě předchozího pozorování.

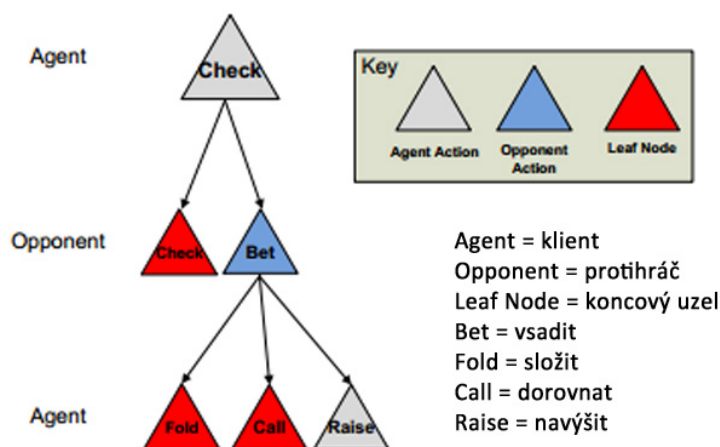
### *Particle Filtering*

Vyhodnocování na základě stavů.

## Vytvoření Game Tree

Strom je tvořen uzly, které jsou kontrolovány, zda odpovídají pravidlům. Leaf Node představuje koncový uzel, který je poslední akcí daného hráče ve hře. V dalších krocích jsou pomocí dříve zmíněných algoritmů a neuronových sítí

vypočítány odhadované hodnoty (*Estimated Value*) možných akcí (postupů) a klient je veden k tomu, aby udělal krok, který má tyto hodnoty nejvyšší. Tyto hodnoty jsou aplikovány (vypočítávány) u každého koncového uzlu ve stromu. To umožňuje informovat klienta o nejspřávnějších možnostech postupu v daný moment.



## Jak Game Tree používat

Knihovna Game Tree s odkazy může být inicializována vytvořením *GameTreePopulatoru* a jeho aplikací na Game Tree. Pokerový stůl je pak připraven na procházení stromu a mohou být extrahovány výpočty *Estimated Value* (odhadované hodnoty) pro každý jednotlivý krok ve hře.

```

this.Tree = new GameTree();
GameTreePopulator populator = new GameTreePopulator();
populator.Populate(this.Tree, table);
double[] actionEVs = this.Tree.ActionEVs;

```

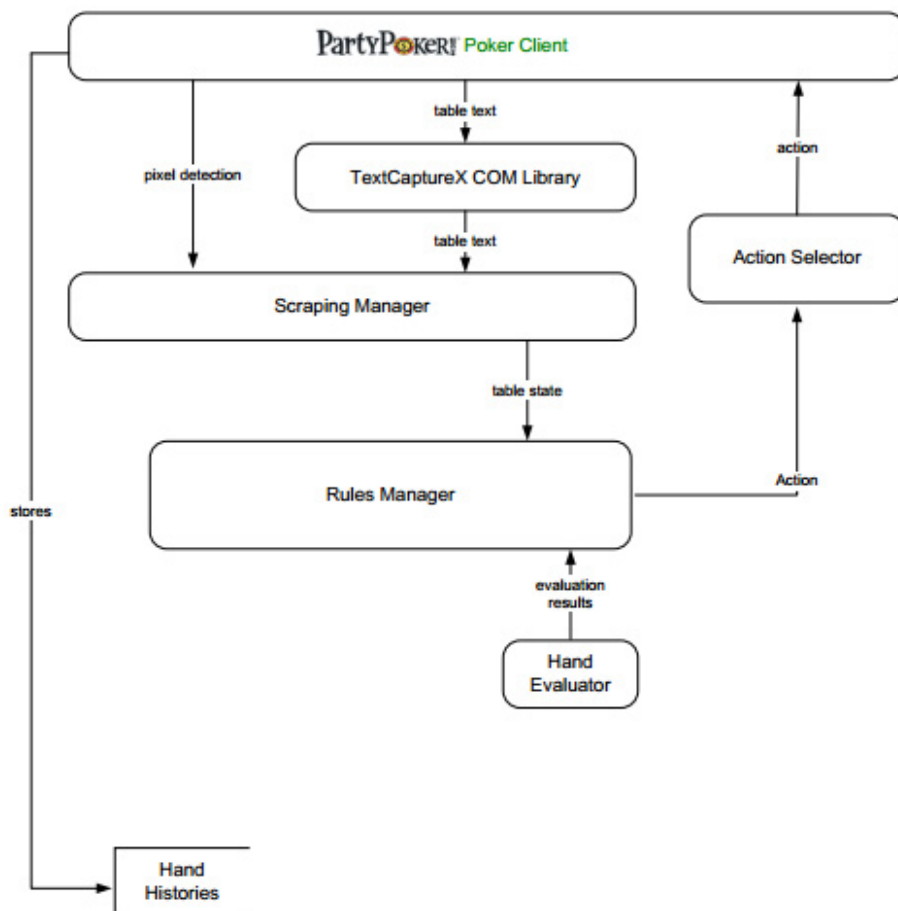
## Návrh

Návrh výsledného programu se skládá ze dvou fází a využívá zejména *neuronové sítě* (ke zjištění soupeřovy strategie). Mimo jiné je zde využito i *The Observe Pattern*, softwarový návrhový vzor, jež definuje závislosti jednoho objektu na jiných objektech a umožňuje šíření události, která nastala u jednoho objektu, k ostatním objektům. To je jedním z návrhových vzorů v objektovém programování.

### Fáze první

Výstupem první fáze je jednoduchý AI klient, který využívá dřívější znalosti a předem definovaná pravidla. Vyhodnocování probíhá na základě Hand Strength, Hand Potential a Effective Hand Strength algoritmů.

## Průběh první fáze

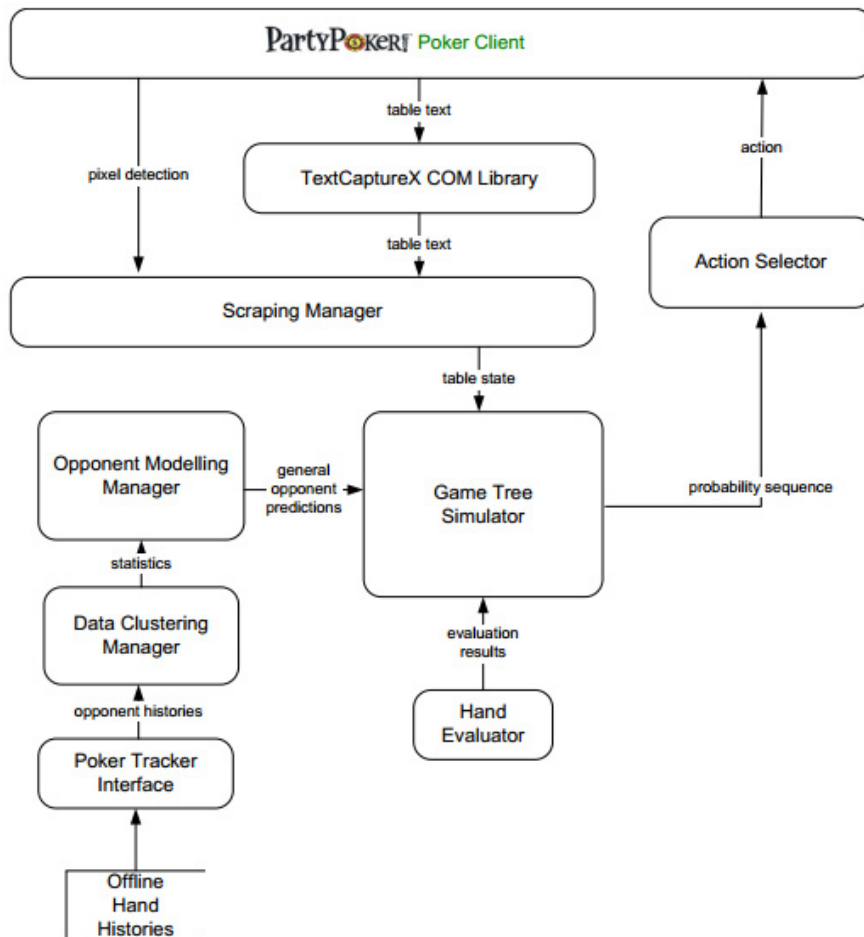


Text, který se zobrazí na ploše (hracím stole), projde knihovnou *TextCaptureX* (zachycení a rozpoznání textu Windows aplikací), zároveň je do akce zapojen *Scraping Manager* (jeho úkolem je obnovovat stav, když je klient na řadě). Tím je zjištěna situace na stole, která je předána *Rule Manageru* (jeho úkolem je poskytnout odborně kódovaná pravidla, kterými by se v první fázi měl klient řídit). Po zkombinování s výsledky výpočtů *Hand Evaluatoru* je dán pokyn k akci, který projde *Action Selectorem*, následně je provedena akce. Celý tento proces je zároveň ukládán do databáze s historií her (*Poker Tracker3*).

## Fáze druhá

V této fázi je odstraněna závislost na pravidlech z první fáze a využívají se neuronové sítě k předvídání odhadu dalších kroků soupeře. To dává mnohem větší prostor aplikaci umělé inteligence (na rozdíl od předchozí fáze, která je založena na znalostech „z knih“). Rozhodování na základě pravidel je potlačeno, pravidla jsou odstraněna a jsou nahrazena *Game Tree Simulátorem*. Ten vytváří strom možných akcí a snaží se poskytnout informace o co nejlepší taktice a o dalším postupu (resp. o možných situacích). A *game tree* (strom hry) představuje možnosti, které mohou při hře nastat, a to pomocí hierarchické struktury, kterou používá umělá inteligence zejména při hraní šachů.

## Průběh druhé fáze



V druhé fázi se k výsledkům první fáze přidává modelování soupeře prováděné *Opponent Modeling Managerem* (na základě statistik získaných z historie akcí soupeře). Takto získané předpoklady dalšího postupu soupeře jsou předány *Game Tree Simulatoru*, stejně jako výsledky výpočtů *Hand Evaluatoru*. Pravděpodobné posloupnosti jsou poté předány *Action Selectoru* a je dán příkaz k akci.

## Technologie, zdroje a knihovny

### *C#.net 3.5 Framework base language*

Programovací jazyk vyvinutý firmou Microsoft jako součást platformy .NET.

### *LINQ.NET Query Language*

Komponenta .NET umožňující dotazování nad daty a manipulaci s nimi.

### *WPF Graphical Subsystem*

Prostředí pro 2D a 3D renderování a grafiku.

### *SQL Server 2008*

Databázový server založený na relačním modelu.

### *Online Poker Client*

Klient poskytující samotnou funkcionalitu.

### *Sample Hand Data*

Historie obsahující přes 1 milion odehraných her (s kartami hráčů).



## *TextCaptureX*

Zachycení a rozpoznání textu Windows aplikací.

## *PokerTracker3*

Uchování a správa historií her.

## Výstupy

Data pro neuronové sítě jsou ukládána do XML souborů, binárních souborů nebo SQL databáze.

## *Neural Network Manager*

Tvorba, ladění a ukládání sítí – a neural network management component.

## *Result Viewer*

Využívá pravidel pro validaci výsledků (validace tréninků) neuronových sítí.

## *Neural Sandbox*

Ladění, testování a identifikace nejvíce spolehlivých výsledků.

## *Game Tree Simulator*

Tvorba možných scénářů, simulace a analýza možných kombinací karet.

## Využití v praxi

Program, který tým na University of Alberta vytvořil a vyladil (včetně designu), byl s úspěchem uveden do praxe, a to do pokerové místnosti PartyPoker.com. Jejich práce je tedy důkazem toho, že umělou inteligenci lze využívat i v tak nedeterministických hrách, jakou je poker. Je otázkou, zda se v budoucnu bude dařit implementovat AI i v jiných variantách než Texas Hold'em, která je vzhledem k samotnému pokeru více deterministická, tedy lépe zpracovatelná a uchopitelná (z hlediska AI).



*Ukázka herního prostředí pokerové místnosti PartyPoker*

## Zdroje

- [pokera1.org/public/aith.pdf](http://pokera1.org/public/aith.pdf)
- [https://dip.felk.cvut.cz/browse/pdfcache/tvarot2\\_2009bach.pdf](https://dip.felk.cvut.cz/browse/pdfcache/tvarot2_2009bach.pdf)
- <http://www.pokerman.cz/preflop-vs-postflop-hra-1719/>
- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)