

بررسی روش‌های مبتنی بر نظریه بازی‌ها برای بازی پوکر

بهنام توکلی

دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه صنعتی شریف

tavakkoli@ce.sharif.edu

چکیده

تعیین استراتژی قطعی موثر در محیط‌های تصادفی و با استفاده از اطلاعات پنهان، مسئله‌ای مهم و بسیار دشوار است. در بازی چند نفره این مسئله بسیار پیچیده تر خواهد بود زیرا امتیاز خروجی هر بازیکن به استراتژی بازیکنان دیگر بستگی دارد.

بازی پوکر^۱ از جمله بازی‌هایی است که همواره مورد توجه محققان در حوزه نظریه بازی‌ها بوده است. این بازی انواع مختلفی دارد که معروف‌ترین نوع آن، بازی پوکر تگزاسی هولدم^۲ است. در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی بر روی این بازی صورت گرفته است. برای مدل‌سازی این بازی، به شیوه‌های مختلف به ساده‌سازی آن می‌پردازند تا به صورت انتزاعی درآید. به عنوان مثال این بازی می‌تواند به صورت یک بازی دو نفره مجموع صفر^۳ مدل شود. در این مقاله به بررسی بازی پوکر و روش‌های ارائه شده بر مبنای نظریه بازی‌ها برای این بازی می‌پردازیم.

واژه‌های کلیدی: تئوری بازی‌ها، پوکر، تعادل نش، استراتژی غالب.

^۱ Poker

^۲ Texas Hold'em

^۳ Zero-Sum

۱ مقدمه

نظریه بازی‌ها^۴ در ابتدا توسط فون نیومن^۵ در سال ۱۹۴۰ ارائه شد و پایه های اقتصاد نوین را بنیان نهاد (O.Morgenstern & Neumann, 1944). فون نیومن از بازی پوکر به عنوان یک مدل اولیه برای بازی‌های دو نفره مجموع صفر استفاده کرد و تئوری مهم و بنیادین مینیماکس^۶ را اثبات نمود. چند سال بعد جان نش^۷ نتایجی را برای بازی های n نفره غیر تعاملی^۸ اضافه کرد (Nash, 1950). مسائل تصمیم‌گیری متعددی هستند که با استفاده از مفاهیم نظریه بازی‌ها می‌توان آنها را مدل‌سازی نمود و در سال‌های اخیر حوزه‌های مختلفی در این زمینه گام نهاده‌اند.

یکی از مسائل اصلی مطرح در تئوری بازی‌ها یافتن راه‌حل بهینه^۹ یا تعادل نش^{۱۰} است. راه حل بهینه، یک استراتژی ترکیبی تصادفی است که در واقع مشخص می‌کند که در هر موقعیت ممکن چه حرکتی در بازی باید انجام شود. (Billings, 2003)

۲ بازی پوکر

پوکر نام بازی فکری - تخصصی و گروهی است که با شانس و بلوف زدن بسیار همراه است. در این بازی کسی که بهترین دست را دارد برنده می‌شود. پوکر انواع مختلفی دارد. در انواع هولدم، اوماها^{۱۱} و فایو کارد دراو^{۱۲} یک

⁴ Game Theory

⁵ Von Neumann

⁶ Minimax

⁷ John Nash

⁸ Non-cooperative

⁹ Optimal Solution

¹⁰ Nash Equilibria

¹¹ Omaha

¹² Five Card Draw

دور در جهت حرکت عقربه‌های ساعت بین بازیکنان می‌چرخد. توزیع کارت از نفر بعد از کارت پخش‌کن شروع می‌شود و به هر نفر یک کارت داده می‌شود. سپس این کار یک دور دیگر (در هولدم) یا سه بار دیگر (در اوماها) انجام می‌شود. (در هولدم هر نفر ۲ کارت و در اوماها هر نفر ۴ کارت خواهد داشت).

حداقل میزان پول لازم برای ورود به هر دور بازی چیپ (Big Blind) نام دارد. اولین نفر بعد از کارت پخش‌کن در جهت عقربه‌های ساعت باید نصف میزان حداقل (Small Blind) را قبل از دریافت هر کارتی بپردازد و نفر بعد از وی کل مبلغ را (Big Blind) در واقع این دو نفر مجبور به پرداخت این مبالغ هستند. برای اختصار از این پس از Small Bling و Big Blind به عنوان SB و BB یاد می‌شود.

بعد از توزیع کارت توسط کارت پخش‌کن، شرط بندی از نفر بعد از BB شروع می‌شود.

هر بازیکن برای ورود به بازی باید حداقل میزان BB را بپردازد یا در غیر اینصورت از آن دور بازی خارج شود و به اصطلاح جا برود (Fold). حالت دیگر این است که شخصی با توجه به پتانسیل بالای کارتهای موجود در دستش میزان شرط را افزایش دهد (توپ زدن) (Raise).

حداقل میزان Raise به اندازه یک BB است. از نظر حداکثر میزان Raise پوکر به سه دسته تقسیم می‌شود. Limit و No-Limit در نوع Pot Limit در نوع حداکثر مبلغ افزایش همان یک BB است و اینکار تا حداکثر ۴ دور انجام پذیر است. در نوع Pot Limit حداکثر به اندازه پولی که تا به آن لحظه در میان بازی پوت (Pot) جمع شده می‌توان Raise توپ زد. در نوع No Limit محدودیتی در میزان افزایش شرط نیست.

بعد از Raise هر بازیکنی باید به میزان آخرین شرط بپردازد تا بتواند در آن دور بازی شرکت کند. برای مثال اگر در یک دور، SB برابر ۱۰ و BB برابر ۲۰ است، اگر کسی مبلغ را به ۶۰ افزایش دهد، نفرات بعدی باید حداقل همان ۶۰ را برای حضور در بازی بپردازند.

دور اول کارتهای اشتراکی: سه کارت با نام Flop

بعد از پایان دور اول شرط بندی، ۳ کارت رو می‌شود. این سه کارت متعلق به همه بازیکنان است. به این معنی که هر یک از آنان با اضافه کردن این سه کارت به دو کارت موجود در دست خود یک دست ۵ تایی پوکر که در بالا لیست شده می‌سازد. بعد از نمایش Flop یک دور تازه شرط بندی، انجام می‌شود. در این دور نفر اول برای اعلام شرط SB است که بر اساس گردش عقربه‌های ساعت نفرات بعدی باید بازی کنند. باز هم مانند قبل هر بازیکن می‌تواند Check کند، Raise کند یا در پاسخ به یک Raise جا رفته یا Fold کند.

بعد از بسته شدن دور جدید کارت بعدی اشتراکی رو می‌شود.

دور دوم کارتهای اشتراکی: یک کارت با نام **Turn** یا **Fourth Street**

بعد از پایان دور دوم شرط بندی، ۱ کارت رو می‌شود. این کارت نیز همچون سه کارت قبلی متعلق به همه بازیکنان است. به این معنی که هر یک از آنان با اضافه کردن این چهار کارت به دو کارت موجود در دست خود و با ترکیب بهترین دست ۵ تایی از ۶ کارت که در بالا لیست شده می‌سازد. بعد از نمایش **Turn** یک دور تازه شرط بندی، انجام می‌شود. در این دور نفر اول برای اعلام شرط (**SB** یا اولین نفر بعد از وی که در بازی حضور دارد) است که بر اساس گردش عقربه‌های ساعت نفرات بعدی باید بازی کنند.

باز هم مانند قبل هر بازیکن می‌تواند **Check** کند، **Raise** کند یا در پاسخ به یک **Raise** جا رفته یا **Fold** کند.

بعد از بسته شدن دور جدید کارت پایانی اشتراکی رو می‌شود.

دور سوم کارتهای اشتراکی: یک کارت با نام **River** یا **Fifth Street**

بعد از پایان دور سوم شرط بندی، ۱ کارت که کارت آخر است رو می‌شود. این کارت نیز همچون چهار کارت قبلی متعلق به همه بازیکنان است. به این معنی که هر یک از آنان با اضافه کردن این پنج کارت به دو کارت موجود در دست خود و با ترکیب بهترین دست ۵ تایی از ۷ کارت که در بالا لیست شده می‌سازد. بعد از نمایش **River** یک دور تازه شرط بندی، انجام می‌شود. در این دور نفر اول برای اعلام شرط (**SB** یا اولین نفر بعد از وی که در بازی حضور دارد) است که بر اساس گردش عقربه‌های ساعت نفرات بعدی باید بازی کنند.

باز هم مانند قبل هر بازیکن می‌تواند **Check** کند، **Raise** کند یا در پاسخ به یک **Raise** جا رفته یا **Fold** کند.

در هر دور بازی اگر افزایش شرط توسط یک بازیکن منتهی به جارفتن یا **Fold** بقیه شود، نفر باقیمانده برنده کلیه پولهایی است که تا آن لحظه جمع شده‌است.

پس از رو شده کارت آخر یا **River** و پس از بسته شدن دور شرط، در صورتی که بیش از یک نفر در بازی حضور دارند، **Show Down** یا دیدن دستها اتفاق می‌افتد. به این معنی که آخرین نفر که قبل از کارت آخر شرط را افزایش داده (و در صورت عدم افزایش، **SB** یا نفر اول بعد از وی که در بازی حضور دارد) کارتهایش را رو می‌کند و به ترتیب بقیه نیز همین کار را می‌کنند و بهترین دست پولهای موجود را می‌برد.

اگر دو یا چند نفر دستهای مشابه داشته باشند، **Split** یا تقسیم پول انجام می‌شود.

بدیهی است میزان افزایش مبلغ توسط شما به قدرت دست شما در هر لحظه یا استنباط شما از ضعف حریفان با توجه به بازی وی تا آن لحظه بستگی دارد. (Texas Hold'em)

برای اطلاع از جزئیات بیشتری از بازی پوکر تگزاسی هولدم به (Texas Hold'em) مراجعه کنید.

۳ بررسی یک بازی پوکر ساده سازی شده

فرض کنید که بازی ۲ نفره است و ۳ نوع کارت داریم که روی آنها اعداد ۱، ۲ و ۳ نوشته شده است. برای شروع بازی یکی از بازیکنان به عنوان کارت دهنده^{۱۳} انتخاب می‌شود و بازیکن دیگر آغازکننده^{۱۴} نامیده می‌شود. از این پس به بازیکن آغازکننده علی و به بازیکن کارت دهنده محمد می‌گوییم. بعد از انتخاب کارت دهنده، هر بازیکن مبلغ ۱۰۰ دلار در مخزن^{۱۵} می‌گذارد یعنی مخزن ۲۰۰ دلار دارد. سپس محمد یک کارت به علی می‌دهد و یک کارت را هم برای خود برمی‌دارد. بعد از اینکه هر بازیکن به کارت خود نگاه کرد، علی بازی را شروع می‌کند که می‌تواند **check** کند یا ۱۰۰ دلار شرط ببندد^{۱۶}. اگر شرط ببندد، آنگاه محمد ممکن است **call** کند یا اینکه **fold** کند. اگر محمد **fold** کند، علی صاحب پول‌های مخزن می‌شود و در غیر این صورت اگر **call** کند آنگاه کارت‌ها باید رو شود و بازیکنی که کارت بالاتری دارد صاحب پول‌های مخزن می‌شود. اگر علی بازی را با **check** شروع کند، آنگاه محمد ممکن است **check** کند یا ۱۰۰ دلار شرط ببندد. اگر محمد **check** کند، آنگاه کارت‌ها رو می‌شود و در غیر این صورت علی باید **call** یا **fold** کند. دقت کنید که این بازی ساده سازی شده است و ما فرض می‌کنیم که عمل **raise** در این بازی وجود ندارد. حالت زیر را تصور کنید: محمد کارت با شماره ۲ دارد و علی شرط می‌بندد. دست محمد تنها در صورتی برنده بازی است که علی بلوف زده باشد و با کارت شماره ۱ شرط بسته باشد. احتمال اینکه علی برای بدست آوردن ۲۰۰ دلار موجود در مخزن ریسک کند و ۱۰۰ دلار شرط ببندد در حالی که کارت او شماره ۱ دارد چقدر است؟

¹³ Dealer

¹⁴ Opener

¹⁵ Pot

¹⁶ Bet

در (Skllanksy, 1989) آمده است که در این حالت فراوانی بلوف ها نسبت ۱ به ۲ دارد. در این صورت فراوانی call برای محمد نیز ۱ به ۲ است یعنی باید با احتمال $\frac{2}{3}$ call کند، در حالی که (Poker, 2005) نشان می دهد که با رویکردی که از نظریه بازی ها بهره می برد این احتمال برابر $\frac{1}{3}$ است.

۴ تحقیقات انجام گرفته در مورد بازی پوکر

پوکر یک بازی ورق فوق العاده پرتعداد در سراسر دنیاست. پوکر همچنین به دلیل غیر قطعی بودن به خاطر کارت های رقیب، حرکات آتی رقیب و به عنوان یک حوزه تحقیقاتی مهم در هوش مصنوعی^{۱۷} و تئوری بازی ها شناخته می شود. (Sørensen, 2006)

از زمانی که تئوری بازی ها بنیان نهاده شد، بازی پوکر همواره مورد توجه بوده است اما این بررسی محدود به بازی های کوچکی بود که به سادگی قابل انجام بودند. اخیراً، محققان هوش مصنوعی از قدرت محاسباتی سخت افزارهای مدرن برای محاسبه استراتژی برای بازی های بزرگتر بر اساس تئوری بازی ها استفاده کرده اند. (Ganzfried, 2008)

به طور خاص، پوکر تگزاسی heads-up limit اخیراً توجه بسیاری از محققین را به خود جلب کرده است. این بازی می تواند به صورت یک بازی دو نفره مجموع صفر مدل شود که مفاهیم استراتژیک و محاسباتی را در خود دارد. از دیدگاه مفهوم استراتژی، بازی های دو نفره مجموع صفر جذاب هستند زیرا مجموعه تعادل های نش برای این بازی ها قابل تعویض^{۱۸} هستند و سطح امنیتی تضمین شده^{۱۹} دارند. (Sørensen, 2006)

خاصیت قابل تعویض بودن به این صورت است که اگر (x, y) یک تعادل نش باشد که x استراتژی ترکیبی^{۲۰} بازیکن اول و y استراتژی ترکیبی بازیکن دوم باشد و (x', y') یک تعادل نش باشد، آنگاه (x, y') و (x', y) نیز تعادل نش هستند. سطح امنیتی تضمین شده به این معنی است که با بازی کردن استراتژی تعادل نش، به بازیکن تضمین داده می شود که مستقل از حرکت بازیکن مقابل، به یک نتیجه حداقل مشخص دست پیدا کند. در بازی های دو نفره مجموع صفر، ارزشی که برای یک بازیکن تضمین شده است، منفی ارزشی است که برای بازیکن مقابل تضمین شده است. (Sørensen, 2006)

¹⁷ Artificial Intelligence

¹⁸ Interchangeable

¹⁹ Guaranteed Security Level

²⁰ Mixed Strategy

از دیدگاه محاسباتی، بازی‌های دو نفره مجموع صفر این منفعت بزرگ را دارند که تعادل نش در آنها در زمان چندجمله‌ای به نسبت اندازه توصیف بازی قابل محاسبه است. به طور مشخص، مسئله یافتن تعادل می‌تواند به صورت یک مسئله برنامه‌ریزی خطی^{۲۱} (LP) مدل‌سازی و حل شود. (Stengel, 1996)

اگرچه استراتژی‌های تعادل برای بازی‌های دو نفره مجموع صفر در تئوری قابل محاسبه به صورت کارا هستند اما دو دلیل عمده وجود دارد که موجب می‌شود همچنان به روش‌های جدیدی نیاز است تا نظریه بازی‌ها بر روی مسائل بزرگ مانند بازی پوکر قابل پیاده‌سازی و عملی باشد. اولین مورد این است که بازی‌ها به خودی خود بزرگ هستند، به عنوان مثال، بازی پوکر تگزاسی **heads-up limit** یک درخت بازی با 10^8 گره دارد. حتی ارائه ضمنی این بازی هم نیاز به حافظه فوق‌العاده زیادی دارد. دلیل دوم هم این است که حتی در مواردی که یک بازی می‌تواند در حافظه ارائه شود حل‌کننده‌های مسئله برنامه‌ریزی خطی که از سرعت قابل قبولی برای حل این مسائل برخوردارند به مقادیری از حافظه نیاز دارند که چندین برابر مقدار مورد نیاز برای ارائه بازی است.

(Sandholm, 2006)

اکثر راهکارهای ارائه شده در این زمینه این تلاش می‌کنند با انتزاعی‌سازی^{۲۲} و تقسیم^{۲۳} بازی به دو فاز این دو مشکل را کاهش دهند و این کار باعث ایجاد خطا در استراتژی می‌شود. روش جدیدی که اخیراً در این زمینه ارائه شده است، با این دو راهکار متفاوت است و با از بین بردن تقسیم و نوع دیگری از انتزاع بهبود پیدا کرده است. (Ganzfried, 2008)

۵ نتیجه‌گیری

در این مقاله ابتدا به بیان جایگاه بازی پوکر در مطالعات نظریه بازی‌ها پرداختیم. سپس بازی پوکر تگزاسی هولدم معرفی شد. در ادامه نوع ساده‌سازی شده پوکر را بررسی کردیم و در نهایت ویژگی‌های بازی پوکر و آخرین روش‌های ارائه شده برای حل آن را بیان کردیم.

²¹ Linear Programming

²² Abstraction

²³ Splitting

- Billings, D. (2003). Approximating Game-Theoretic Optimal Strategies for Full-scale Poker. *ACM* .
- Ganzfried, S. (2008). Computing an Approximate Jam/Fold Equilibrium for 3-player No-Limit Texas Hold'em Tournaments. *International Conference on Autonomous Agents* .
- Gilpin, A. (2007). Potential-aware automated abstraction of sequential games and holistic equilibrium analysis of Texas Hold'em poker. *Proceedings of National Science Foundation* .
- Nash, J. (1950). Equilibrium points in n-person games. *National Academy of Sciences* .
- O.Morgenstern, & Neumann, J. v. (1944). Theory of Games and Economic Behavior. *Princeton University Press* .
- Poker, G. T. (2005). Jason Swanson.
- Sandholm, T. (2006). Finding equilibria in large sequential games of imperfect information. *ACM Conference on Electronic Commerce (ACM-EC)* .
- Sklanksy, D. (1989). The Theory of Poker. *Two Plus Two Publishing* .
- Sørensen, T. B. (2006). A competitive Texas Hold'em poker player via automated abstraction and real-time equilibrium computation. *Proceedings of the National Conference on Computer Science* .
- Stengel, B. v. (1996). Efficient computation of behavior strategies. *Games and Economic Behavior* .
- Texas Hold'em*. (n.d.). Retrieved from Wikipedia:
http://en.wikipedia.org/wiki/Texas_hold_'em