

به نام خداوند جان و خرد کزین برتر اندیشه برنگذرد



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده برق و کامپیوتر

طراحی و آنالیز یک مکانیزم نوین برای ارزشیابی تحصیلی، بر مبنای نظریه بازی‌ها

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر-هوش مصنوعی

سارا رنجبران

استاد راهنما

دکتر محمدحسین منشی



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده برق و کامپیوتر

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی کامپیوتر – هوش مصنوعی
خانم سارا رنجبران

تحت عنوان

طراحی و آنالیز یک مکانیزم نوین برای ارزشیابی تحصیلی، بر مبنای نظریه بازی‌ها

در تاریخ ۱۳۹۳/۰۴/۳۰ توسط کمیته‌ی تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

دکتر محمدحسین منشئی

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه

دکتر فرامرز هندسی

۲- استاد مشاور پایان‌نامه

دکتر محمد علی خسروی فرد

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده

از استاد راهنمای محترم جناب آقای دکتر محمد حسین نشی که از سبک‌گونه‌گی در انجام این تحقیق به نده دریغ نفرمودند و همواره با نظرات ارزشمندشان این پایان‌نامه را در مسیر درست راهنمایی نمودند کمال تشکر را دارم.

از استاد مشاور گرامی جناب آقای دکتر فرامرز هندی، که مراد انجام این تحقیق یاری و راهنمایی نمودند تشکر می‌کنم.

همچنین از جناب آقای هدایت زرکوب برای در اختیار قرار دادن راهنمایی‌ها و تجربیاتشان در شروع این پایان‌نامه سپاسگزارم.

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه

متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم بہ پدر و مادر عزیزم...

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
هشت	فهرست مطالب
ده	فهرست اشکال
۱	چکیده
۲	فصل اول: مقدمه
۳	۱-۱ مقدمه‌ای بر ارزشیابی تحصیلی
۴	۲-۱ کاربرد نظریه‌ی بازی‌ها در بخش آموزش
۶	۳-۱ نوآوری‌های پایان‌نامه در ارائه شیوه‌ی نوین ارزیابی
۷	۴-۱ ساختار پایان‌نامه
۹	فصل دوم: مقدمه‌ای بر نظریه‌ی بازی‌ها
۱۰	۱-۲ مفاهیم اصلی در نظریه‌ی بازی‌ها
۱۳	۲-۲ انواع بازی‌ها
۱۲	۱-۲-۲ تعاریف مهم در نظریه بازی‌ها
۱۵	۳-۲ بازی استکلبرگ
۱۵	۱-۳-۲ مطالعه‌ی موردی: بازی‌های استکلبرگ در شبکه‌های حسگر موبایل [Mobile Phone Sensing]
۱۶	۴-۲ بازی‌های هدف معین (GWAP)
۱۷	فصل سوم: شیوه‌ی ارزیابی ارائه شده و مدل‌سازی بر اساس نظریه‌ی بازی‌ها
۱۷	۱-۳ شیوه‌ی ارزیابی پیشنهاد شده به صورت بازی
۲۰	۲-۳ مدل‌سازی بر اساس نظریه‌ی بازی‌ها
۲۰	۳-۳ المان‌های اصلی بازی
۲۰	۱-۳-۳ بازیکنان
۲۰	۲-۳-۳ استراتژی‌ها
۲۱	۳-۳-۳ زمانبندی بازی
۲۱	۳-۴ توابع اصلی و نمادگذاری
۲۳	۵-۳ توابع منفعت

۱-۵-۳ توابع منفعت دانشجویان در حالت بازگشت سوال به صورت مستقیم..... ۲۴

۲-۵-۳ تابع منفعت دانشجویان در حالت بازگشت سوال به صورت تصادفی..... ۲۴

۱-۵-۳ بهترین پاسخ دانشجویان..... ۲۷

۲-۵-۳ تابع منفعت استاد..... ۳۲

۶-۳ مکانیزم ارائه شده در مدل بازی ارزیابی..... ۳۸

فصل چهارم: آنالیز عددی..... ۴۳

۱-۴ نتایج عددی و بررسی آن..... ۴۵

۲-۴ پیاده‌سازی مکانیزم EGM..... ۵۷

فصل پنجم: مدل ارزیابی ارائه شده بر اساس نظریه‌ی حراج..... ۶۱

۱-۵ تعریف حراج و انواع آن..... ۶۲

۱-۱-۵ حراج ترکیبی..... ۶۳

۲-۵ شیوه‌ی ارزیابی ارائه شده بر اساس حراج ترکیبی..... ۶۴

۱-۲-۵ ساختار حراج ترکیبی برای ارزیابی..... ۶۴

۲-۲-۵ پروتکل EAA (Exam As Auction)..... ۶۵

۳-۵ الگوریتم تخمین برنده در حراج ترکیبی..... ۷۱

۱-۳-۵ الگوریتم تخمین برنامه‌ریزی خطی مثبت..... ۷۲

۲-۳-۵ تپه‌نوردی با استفاده از الگوریتم‌های حریمانه..... ۷۲

۴-۵ خلاصه..... ۷۶

فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها..... ۷۷

مراجع..... ۷۹

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۴۳	شکل ۳-۱ مراحل بازی ارزیابی به صورت شماتیک.....
۴۴	شکل ۴-۱ نمونه‌ای از توزیع ایده‌آل از نمرات نهایی دانشجویان
۴۵	شکل ۴-۲ توزیع توانایی دانشجویان در کلاس فرضی.....
۴۶	شکل ۴-۳ نمودار تابع $f(S_i, a_j)$ برای ۵ دانشجوی مختلف.....
۴۷	شکل ۴-۴ پیشنهاد دیگری برای تابع $f(S_i, a_j)$ برای ۱۰ دانشجوی مختلف
۴۸	شکل ۴-۵: توابع منفعت برای ۵ دانشجو با توانایی‌های مختلف
۴۹	شکل ۴-۶ تابع منفعت برای ۱۰ دانشجو با توانایی‌هایی مختلف انتخاب شده از توزیع نرمال
۵۱	شکل ۴-۷ تابع منفعت استاد $(P(U_i < x'))$ در یک دور از بازی
۵۲	شکل ۴-۸ مقایسه‌ی منحنی $D_{new}(x)$ با منحنی توزیع احتمال نرمال
۵۳	شکل ۴-۹ منحنی‌های $D_{new}(x)$ به ازای ۵ مقدار مختلف برای α
۵۴	شکل ۴-۱۰ منحنی‌های $D_{new}(x)$ برای پنج مقدار مختلف برای پارامتر β
۵۴	شکل ۴-۱۱ منحنی‌های $D_{new}(x)$ برای پنج مقدار مختلف برای پارامتر γ
۵۵	شکل ۴-۱۲ منحنی‌های $D_{new}(x)$ برای پنج مقدار مختلف برای پارامتر δ
۵۶	شکل ۴-۱۳ توابع منفعت ۱۰ دانشجو با توانایی‌های مختلف
۵۸	شکل ۴-۱۴ مقایسه نمرات به دست آمده در مکانیزم با توزیع نرمال
۶۰	شکل ۴-۱۵ فرم مربوط به استاد در الگوریتم EGM
۶۱	شکل ۴-۱۵ فرم مربوط به دانشجو در الگوریتم EGM

چکیده

یکی از روش‌های متداول ارزیابی دانشجویان در مراکز آموزشی، برگزاری امتحان می‌باشد. در این روش بار طراحی و تنظیم سوالات به صورت یک امتحان استاندارد تنها به عهده‌ی استاد درس می‌باشد. علاوه بر آن در بسیاری از موارد پس از برگزاری امتحان، اساتید با مسئله‌ی توزیع عادلانه‌ی نمرات مواجه می‌شوند. علاوه بر موارد فوق جلوگیری از شیوه‌های متعارف تقلب، زمان و انرژی زیادی را به خود اختصاص می‌دهد. این پروژه با نگاه تازه‌ای به مسئله‌ی ارزیابی تحصیلی، سعی در بهبود روش‌های متداول و افزودن ویژگی‌های سودمند دیگر از جمله امکان یادگیری دانشجویان در طول امتحان را دارد. بر این اساس دو شیوه‌ی نوین برای ارزیابی تحصیلی ارائه و سپس توسط نظریه‌بازی‌ها^۱ مدل‌سازی و مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

نظریه‌ی بازی‌ها به عنوان قوی‌ترین ابزار ریاضی برای مدل‌سازی و تحلیل شرایطی که در آن منفعت یک شخص علاوه بر رفتار خود وابسته به انتخاب دیگران نیز می‌باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در اولین مدل پیشنهادی، برگزاری امتحان به صورت یک بازی میان دانشجویان و استاد طراحی شده است. در مکانیزم ارائه شده بر اساس این مدل که EGM نامگذاری شده، از دسته‌ای از بازی‌ها با نام بازی‌های هدف معین (GWAP)^۲ که مرتبط با شاخه‌ی هوش مصنوعی است استفاده شده است. در GWAP یک بازی برای همکاری بین عناصر برای رسیدن به هدف مشخص طراحی می‌شود. از مهمترین ویژگی‌های EGM این است که اولاً بار طراحی سوال بین دانشجویان توزیع می‌شود، در نتیجه زحمت استاد در طراحی سوال کاهش می‌یابد؛ ثانیاً مکانیزم در برابر تقلب مقاوم است و ثالثاً امکان یادگیری در طول امتحان فراهم می‌گردد. شایان ذکر است که در این مکانیزم سعی شده ویژگی‌های مورد انتظار برای ارزیابی استاندارد لحاظ گردد. نتایج حاصل از تحلیل این مدل نشان می‌دهد که این نحوه‌ی آزمون با ارائه‌ی یک توزیع مناسب برای استاد و همچنین نمراتی متناسب با توانایی دانشجویان می‌تواند به عنوان یک شیوه‌ی مورد اعتماد برای ارزیابی دانشجویان مورد استفاده قرار گیرد. همچنین این مکانیزم شبیه‌سازی و پیاده‌سازی شده است.

در دومین مدل پیشنهادی، ارزیابی به صورت یک حراج^۳ سوال بین دانشجویان انجام می‌گیرد، برای ارائه این مدل از حراج ترکیبی^۴ استفاده شده و پروتکلی به نام EAA پیشنهاد شده است. پروتکل پیشنهادی تضمین می‌کند که به هر دانشجو یک ترکیب غیر مشترک از سوالات اختصاص داده شود به طوری که برای ترکیب سوالات مشترک، نمره کمتری (توسط دانشجوی دیگری) درخواست نشده باشد.

نتایج مدل پیشنهادی نشان می‌دهد که EAA موجب تشویق دانشجویان برای انتخاب سوالات متنوع، با درجه‌ی سختی بالاتر و ایجاد رقابت می‌شود.

کلمات کلیدی: ۱- نظریه‌ی بازی‌ها ۲- ارزشیابی تحصیلی ۳- بازی استکلبرگ ۴- حراج ترکیبی

¹ Game Theory

² Game with A Purpose (GWAP)

³ Auction

⁴ Combinatorial Auction

فصل اول

مقدمه

هدف ارزشیابی، تعیین میزان موفقیت اساتید در رسیدن به هدف‌های آموزشی می‌باشد. روش متداول ارزیابی در بسیاری از موارد چالش‌هایی را برای اساتید و دانشجویان به همراه داشته است، از جمله اینکه نتایج توزیع نمرات دانشجویان بعد از امتحان همواره مطلوب استاد نیست، همچنین اعتراض به توزیع عادلانه نمرات و بحث تقلب از دیگر چالش‌هایی است که در ارزیابی متداول وجود دارد. در این پایان‌نامه سعی شده تا با پیشنهاد شیوه‌ای نوین، ارزشیابی متداول بهبود داده شده و ویژگی‌های جدیدی به آن اضافه شود. از مهمترین اهداف روش پیشنهادی، این است که ارزیابی به گونه‌ای صورت پذیرد که توزیع نهایی نمرات به توزیع مدنظر استاد (بر اساس استانداردها ارزیابی و توزیع توانایی دانشجویان) نزدیک باشد. علاوه بر آن افزودن ویژگی یادگیری در طول ارزیابی و متناسب ساختن نمرات دانشجویان با توانایی آن‌ها از دیگر اهداف شیوه‌ی پیشنهادی می‌باشد. در این فصل ابتدا مفهوم ارزشیابی تحصیلی تشریح می‌شود و سپس در بخش ۱-۲، مفاهیم اصلی نظریه‌ی بازی‌ها، انواع بازی‌ها و به صورت خاص بازی‌های استکلبرگ^۱ و همچنین بازی‌های هدف معین^۲ بیان می‌شوند. در بخش ۱-۴ نیز کارهای جدیدی که در این پایان‌نامه انجام شده بیان می‌گردد.

¹ Stackelberg Game

² Game With a Purpose

۱-۱ مقدمه‌ای بر ارزشیابی تحصیلی

اصطلاح ارزشیابی^۱ (یا ارزیابی) به تعیین ارزش^۲ برای هر چیزی یا داوری ارزشی کردن گفته می‌شود [۱]، با این حال به تعریف جامع‌تری از ارزشیابی به ترتیب زیر می‌توان اشاره نمود:

“ارزیابی به فرایند نظام‌دار برای جمع‌آوری، تحلیل و تفسیر اطلاعات گفته می‌شود؛ به این منظور که تعیین شود آیا اهداف مورد نظر تحقق یافته و یا به چه میزان در حال تحقق یافتن هستند” [۱].

یکی از ویژگی‌های مهم ارزیابی، تعیین کیفیت است. در ارزشیابی پیشرفت تحصیلی، کیفیت را به عنوان میزان دستیابی دانشجویان به دانش، مهارت‌ها، و توانایی‌هایی که از آن‌ها انتظار می‌رود تعریف کرده‌اند. در ارزشیابی آموزشی به طور کلی کیفیت به صورت تناسب داشتن موضوع مورد ارزشیابی با اهداف مورد نظر تعریف می‌گردد. بنابراین همانطور که گفته شد ارزشیابی شامل داوری ارزشی در مورد کیفیت مورد ارزشیابی است که مبتنی بر تحلیل و تفسیر اطلاعات جمع‌آوری شده است. اطلاعات مورد نیاز ارزشیابی آموزشی به کمک اندازه‌گیری (عموماً آزمودن) و سنجش گردآوری می‌شود.

ارزشیابی دانشجویان به عنوان مهمترین بخش در فرایند آموزش تحصیلی همواره مورد توجه متخصصان این امر بوده و هدف آن بوده که ارزشیابی‌های انجام شده معیار ارزشیابی استاندارد را دارا باشد. بنابراین اهمیت ارائه شیوه‌ی جدید کاملاً مبرهن می‌باشد.

مک‌بیت^۳ و مک‌گلین^۴ دو تن از صاحب‌نظران بخش آموزش مفهوم ارزشیابی را به صورت زیر توضیح داده‌اند:

“ارزشیابی باید نشان دهد که یادگیری چگونه اتفاق می‌افتد و چگونه می‌تواند در این جهت بهبود یابد. این ارزشیابی باید مسائل مهمی همچون امیدها و آرزوی شاگردان را و رضایت آن‌ها را از چگونگی برآورده شدن آن امیدها و آرزوها را نشان می‌دهد. این ارزشیابی باید رضایت معلمان را نیز به همراه داشته باشد” [۲].

¹ Evaluation

² Value

³ MacBeath

⁴ MacGlynn

بنابراین با توجه به اهمیت ارزشیابی در فرایند آموزش، در ادامه توانایی نظریه‌ی بازی‌ها در مدل‌سازی شرایط استراتژیک مورد بررسی قرار گرفته است؛ به طور کلی در مسائل مربوط به آموزش و خصوصاً ارزیابی، یک حالت استراتژیک بین استاد و در میان دانشجویان وجود دارد. با استفاده از نظریه بازی‌ها می‌توان بهترین استراتژی را برای هر شخص با توجه به استراتژی‌های دیگر افراد به دست آورد.

۲-۱ کاربرد نظریه‌ی بازی‌ها در بخش آموزش

نظریه‌ی بازی‌ها شاخه‌ای از علم ریاضی است که برای مدل‌سازی شرایطی که سود یک موجودیت تنها در گرو رفتار خود او نبوده و متأثر از رفتار یک یا چند موجودیت دیگر باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این حالت رقابتی بین موجودیت‌ها شکل می‌گیرد که در حالت استراتژیک، هر بازیکن تنها در پی بیشینه کردن سود خود می‌باشد. این امر به دلیل فرض منطقی^۱ بودن بازیکنان در این نظریه می‌باشد. همچنین هر بازیکن می‌داند که چگونه می‌توان سود خود را بیشینه کند. بنابراین پیش‌بینی رفتار بازیکنان، که بر اساس هزینه-سود می‌باشد، امکان پذیر خواهد بود.

اگرچه به صورت مشخص در زمینه‌ی ارزیابی دانشجویان توسط نظریه‌ی بازی‌ها تحقیقی صورت نگرفته است، اما در بخش آموزش می‌توان نمونه‌هایی در کاربرد نظریه‌ی بازی‌ها در یادگیری نام برد. در این بخش در ابتدا نمونه‌هایی از کارهای انجام شده در بخش آموزش توسط نظریه‌ی بازی‌ها بیان و سپس به بررسی نمونه‌های عملی کاربرد بازی‌های استکلبرگ در حوزه‌های امنیتی پرداخته خواهد شد.

همانطور که گفته شد اکثر کارهای انجام شده در بخش آموزش توسط نظریه‌ی بازی‌ها بر تحلیل و ارائه‌ی مکانیزمی جهت افزایش یادگیری دانشجویان تمرکز داشته‌اند، از آنجایی که یکی از بخش‌های اصلی در بحث آموزش ارزیابی استاندارد و مناسب است و همچنین نظر به اینکه نظریه‌ی بازی‌ها مناسب‌ترین ابزار برای تحلیل در این گونه شرایط می‌باشد، نیاز به وجود چنین تحقیقی در بحث آموزش کاملاً احساس می‌شود.

از طرفی نظریه‌ی بازی‌ها در حوزه‌های گوناگونی از جمله مسائل امنیتی و حریم خصوصی و طراحی مکانیزم‌های امن مورد استفاده قرار گرفته است؛ با توجه به اینکه یکی از فاکتورهای مهم در ارزیابی امن بودن آن است بنابراین با این دید نیز می‌توان از مکانیزم‌های بیان شده در مقاله‌های مرتبط، در این پروژه بهره برد.

در [۳]، روش Axelrod's tournament به صورت تلویحی برای ایجاد رقابت در یادگیری درس برنامه سازی به خدمت گرفته شده است. در روش پیشنهادی، ابتدا دانشجویان به گروه‌های چند نفره تقسیم شده و سپس از هر گروه خواسته شد که با بهره‌گیری از تکنیک‌های برنامه‌نویسی یک بازی را مدل‌سازی کنند و در پایان به بهترین

^۱ Rational

نتیجه بالاترین امتیاز داده می‌شود. در این مقاله بیان می‌شود که این روش ضمن بالابردن انگیزه دانشجویان میزان یادگیری را به میزان قابل توجهی افزایش داده است.

در مقاله‌ی [۴]، به کاربرد جالبی از نظریه‌ی بازی‌ها در آموزش اشاره شده است، این مقاله با بررسی و تحلیل میزان زحمت دانشجو برای مطالعه، بار روانی حاصل از تقلب، منفعت حاصل از تقلب و عدم تقلب و نیز سود حاصل از تقلب به صورت فردی یا گروهی، نتیجه گرفته شده که در یک رفتار عاقلانه، انگیزه‌ی بالایی برای تقلب وجود خواهد داشت. در [۵] نکاتی در مورد ایجاد انگیزه در یادگیری بیان شده است، با توجه به این که در مراحل طراحی مکانیزم^۱ برای سیستم آموزشی، نمره می‌تواند بهترین ملاک برای تشویق و پاداش در نظر گرفته شود، در این مقاله بیان شده است که اگر پاداشی برای یادگیری در نظر گرفته می‌شود باید این پاداش در نمره‌ی دانشجویان اثر مستقیم داشته باشد و عملاً پاداش‌های که تاثیر مستقیم در نمره ندارند، خیلی موثر نیستند.

در [۶] یک مکانیزم تشویقی در سیستم آموزشی مورد استفاده قرار گرفته است، این مکانیزم که میزان پاداش هر دانشجو را مطابق با فعالیت وی در سیستم محاسبه می‌نماید، مکانیزم پاداش تطبیقی^۲ نامیده شده است. در این سیستم در ابتدا استاد درس، موضوع و محتوای یک درس را در سیستم قرار می‌دهد و سپس این امکان را فراهم می‌آورد که دانشجویان برای این موضوع، تعداد مشخصی منبع کمکی اضافه نمایند از آنجا که تعریف منابع درسی برای یک موضوع با انگیزه تحقیق بیشتر دانشجو در آن موضوع انجام می‌گیرد، ارائه منابع کمکی توسط دانشجو به عنوان امتیاز برای وی در نظر گرفته می‌شود.

۳-۱ کاربرد بازی‌های استکلبرگ

در این بخش به بررسی مقالاتی در مورد کاربرد بازی‌های استکلبرگ در مدل‌سازی مسائل امنیتی پرداخته خواهد شد. برای نمونه در [۷]، یک بازی استکلبرگ را که دارای یک پیشرو^۳ و چندین پیرو^۴ می‌باشد در حالت بیزین^۵ مدل شده است، هدف این مقاله پیدا کردن یک استراتژی بهینه برای پیشرو می‌باشد، در این مقاله اشاره شده است که پیدا کردن استراتژی بهینه یک مسئله‌ی NP-Hard می‌باشد و سپس یک روش جدید برای حل این مسئله ارائه شده است. در [۸] بعد از بیان بازی استکلبرگ در یک زمینه‌ی امنیتی، بیان شده که در شرایط واقعی همیشه پیروها بهترین استراتژی خود را بازی نمی‌کنند و با این فرض به پیدا کردن استراتژی بهینه برای پیشرو پرداخته است. در مقاله‌ی [۹]

¹ Mechanism Design

² Adaptive Reward Mechanism

³ Leader

⁴ Follower

⁵ Bayesian

نیز به بررسی راه‌حلی‌هایی بهینه برای پیدا کردن استراتژی بهینه برای پیشرو در حالتی که پیشرو دارای یک نوع و پیرو دارای چندین نوع مختلف باشد می‌پردازد.

در [۱۰] به بررسی بازی‌های استکلبرگ که به صورت تکراری انجام می‌شوند پرداخته شده است. در این مقاله فرض می‌شود با توجه به اینکه در هر دور پیشرو می‌تواند پارامترها را تغییر دهد بنابراین بازیکنان صرف نظر از تعداد دورهای بازی به پیشینه کردن سود خود در دور جاری توجه دارند. هدف این مقاله این است که با توجه به پیشینه‌ی بازی پیروها در دورهای قبل بتوان بهینه‌ترین استراتژی را برای پیرو به دست آورد. در این مقاله از روش درخت جستجوی مونت کارلو^۱ استفاده شده است. در [۱۱] با هدف تشخیص نوع بازیکنان پیشرو در کمترین دور ممکن، به بررسی بازی‌های استکلبرگ تکراری پرداخته شده است. با نگاهی کردن این مدل‌ها بر روی حوزه‌ی مورد بررسی در این پروژه می‌توان از تحلیل‌های انجام شده بهره گرفت.

۴-۱ نوآوری‌های پایان‌نامه در ارائه شیوه‌ی نوین ارزیابی

همانطور که گفته شد در این پایان‌نامه قصد بر این است تا با دیدی متفاوت و با در نظر گرفتن اهداف مشخص، شیوه‌ی نوین برای ارزیابی که تا حدودی با ارزیابی‌های متداول، متفاوت است ارائه گردد. در این قسمت به صورت مختصر ایده‌ی این نوع ارزیابی تشریح خواهد شد.

شیوه‌ی ارزیابی ارائه شده در قسمت نخست این پایان‌نامه به صورت یک بازی بین دانشجویان و با نظارت استاد درس ارائه شده است. در این مدل فرض می‌شود قبل از شروع امتحان با همکاری دانشجویان و با نظارت استاد در طی یک فرایند پیش پردازش، یک بانک سوال استاندارد تهیه شده و در طول امتحان مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مدل استاد ناظر است و دانشجویان در هر دور از بازی سوالی را می‌پرسند و به سوال (یا سوالاتی) پاسخ می‌دهند و با توجه به قوانین بازی نمره‌ای متناسب کسب می‌کنند. برای ارزیابی این مدل از نظریه بازی‌ها استفاده شده است. نظریه‌ی بازی‌ها برای مدل‌سازی و تحلیل شرایطی که در آن منفعت همه کاربران نه تنها وابسته به تصمیم خود، بلکه وابسته به تصمیم همه افراد است مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۲]. در واقع یک بازی شامل مجموعه‌ای از بازیکنان، استراتژی‌ها و نتیجه‌ی مشخصی برای هر ترکیب از استراتژی‌ها می‌باشد. پیشینه‌سازی تابع منفعت در هر بازی تابع قوانین ویژه‌ای است و هر بازیکن در طی بازی سعی می‌کند با بکارگیری آن اصول، سود خود را بیشینه کند [۱۳].

¹ Mont-Carlo Tree Search

برای مدل‌سازی این شیوه از دسته‌ی خاصی از بازی‌ها با عنوان بازی‌های استکلبرگ استفاده شده است. این نوع از بازی‌ها به دلیل دارا بودن دو نوع بازیکن پیرو و پیشرو در مدل آن با شرایط مدل ارزشیابی ارائه شده، وجود استاد به عنوان پیشرو و دانشجویان به عنوان پیرو، سازگار بوده و تحلیل دقیق‌تری را ارائه می‌دهد. سپس بر اساس تحلیل انجام شده مکانیزمی برای ارزیابی به نام EGM¹ ارائه شده است. در EGM از دسته‌ای از بازی‌ها با نام بازی‌های هدف معین (GWAP) که مرتبط با شاخه‌ی هوش مصنوعی است استفاده شده است. در GWAP یک بازی برای همکاری بین عناصر برای رسیدن به هدف مشخص طراحی می‌شود. همچنین مکانیزم EGM شبیه‌سازی و پیاده‌سازی شده است.

مدل دوم ارائه شده در این پروژه بر اساس نظریه‌ی حراج می‌باشد، به این صورت که مانند حالت قبل یک پیش پردازش انجام شده و یک بانک سوال تهیه می‌شود. سپس بر اساس مدل حراج ترکیبی، سوالات بر اساس نمرات پیشنهاد شده در حراج به دانشجویان، تخصیص پیدا می‌کند. در حراج ترکیبی هر پیشنهاد دهنده به جای درخواست یک کالا، یک دسته از کالاها را انتخاب می‌کند و برای همه‌ی کالاها یک پیشنهاد ارائه می‌دهد. این نوع حراج در شرایطی که مجموعه‌ای از کالاها باید به افرادی با ارجحیت‌های متفاوت تخصیص پیدا کند مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به ویژگی‌های این نوع حراج، پروتکل EAA² برای حراج سوال به عنوان امتحان پیشنهاد شده است. مهم‌ترین ویژگی این مدل تشویق دانشجویان برای انتخاب سوالات متنوع، با درجه‌ی سختی بالاتر و ایجاد رقابت می‌باشد.

۵-۱ ساختار پایان‌نامه

در فصل دوم به معرفی نظریه‌ی بازی‌ها و مفاهیم اصلی آن پرداخته خواهد شد و به صورت خاص‌تر، بازی‌های استکلبرگ مورد بررسی قرار خواهند گرفت. در فصل سوم مدل ارزیابی پیشنهاد شده به صورت بازی بین دانشجویان و استاد تشریح و توسط نظریه‌ی بازی‌ها مدل‌سازی شده و مورد تحلیل قرار خواهد گرفت، سپس براساس نتایج به دست آمده الگوریتم EGM به عنوان یک مکانیزم منعطف و کارا برای ارزیابی دانشجویان ارائه می‌گردد. در فصل چهارم مکانیزم ارائه شده شبیه‌سازی شده و آنالیزهای عددی برای بررسی چگونگی کارکرد مکانیزم ارائه خواهد شد. در فصل پنجم پروتکلی بر مبنای نظریه‌ی حراج ارائه می‌گردد، این پروتکل EAA نامیده می‌شود، در EAA سوالات برای کسب نمره در بین دانشجویان به حراج گذاشته می‌شود، همچنین با توجه به اینکه در حالت کلی انتخاب برنده در حراج ترکیبی یک مسئله‌ی NP-Hard است، در این پروتکل الگوریتمی برای تعیین برنده ارائه شده است.

¹ Exam Game Mechanism

² Exam As an Auction

سپس در فصل ششم با استفاده از مدل‌های ارائه شده به نتیجه گیری پایان نامه پرداخته می‌شود و همچنین در انتها نیز پیشنهادات ارائه می‌گردد.

فصل دوم

مقدمه‌ای بر نظریه بازی‌ها

نظریه‌ی بازی‌ها شاخه‌ای از علم ریاضیات است که هدف آن مدل کردن شرایطی است که در آن اقدام تصمیم‌گیرندگان ممکن است تأثیرات متقابل و یا حتی ناسازگاری داشته باشد؛ نظریه‌ی بازی‌ها در ابتدا در اقتصاد برای مدل کردن رقابت بین شرکت‌ها مورد استفاده قرار گرفت. نظریه‌ی بازی‌ها در رشته‌های دیگری همچون زیست‌شناسی، علوم سیاسی، اقتصاد و در چند دهه‌ی اخیر در علوم مهندسی بخصوص علوم کامپیوتر کاربرد فراوانی دارد [۱۴].

اولین کتاب در این زمینه در سال ۱۹۴۴ توسط نیومن و مورگنشرن نوشته شد [۱۵]. چند سال بعد جان نش^۱ با نوآوری‌هایش، بنیان مفهوم اساسی نقطه‌ی تعادل نش^۲ را نهاد. پس از آن بسیاری از محققان بر روی این زمینه کار کردند و در مدت زمان کوتاهی نظریه‌ی بازی‌ها شاخه‌ای فعال از علوم گردید. پس از مدتی، نظریه‌ی بازی‌ها علاوه بر اقتصاد، علوم سیاسی و زیست‌شناسی در بقیه‌ی شاخه‌های دانش نیز مورد استفاده قرار گرفت. از جمله‌ی این کاربردها می‌توان به مسائل مربوط به حوزه‌ی شبکه، حریم خصوصی و حتی آموزش پرداخت. در واقع نظریه بازی‌ها مجموعه‌ای از ابزارهای تحلیلی است که در فهم پدیده‌هایی که در هنگام برهم‌کنش میان تصمیم‌گیرندگان مشاهده می‌شود، کمک می‌کند. دو فرض اساسی در نظریه بازی‌ها این است که اولاً تصمیم‌گیرندگان به دنبال اهداف خوب تعریف

¹ John Nash

²Nash Equilibrium

شده برونزا^۱ (تصمیم گیرندگان عقلانی هستند) می‌باشند و دوم اینکه تصمیم گیرندگان دانش و پیش‌بینی رفتار سایر تصمیم گیرندگان (تصمیم گیرندگان استدلال‌های استراتژیک دارند) را در نظر می‌گیرند.

مدل نظریه‌ی بازی‌ها صورتی کاملاً مجرد از دسته شرایط مختلف دنیای واقعی هستند، این صورت امکان استفاده از آن‌ها را در مطالعه‌ی بسیاری از پدیده‌ها مسیر می‌سازد. برای مثال نظریه تعادل نش به منظور مطالعه‌ی انحصار چند جانبه و رقابت‌های سیاسی به وفور مورد استفاده قرار گرفته است. با استفاده از نظریه‌ی بازی‌های تکرار شونده نیز می‌توان به توضیح پدیده‌های اجتماعی از جمله ترس و وفای به عهد پرداخت. استفاده از مدل‌های ریاضی در نظریه‌ی بازی‌ها شاخه‌ی مستقلی در علم ریاضیات به وجود آورده است [۱۶]. در این پایان‌نامه از نظریه‌ی بازی‌ها به عنوان ابزاری برای مدل‌سازی روابط میان عناصر و برهم‌کنش استراتژی‌های آن‌ها برای رسیدن به یک هدف تعیین شده استفاده می‌گردد.

بر اساس [۱۴] تقسیم‌بندی‌های متفاوتی برای بازی‌ها، در نظریه‌ی بازی‌ها تعریف شده است. به عنوان مثال بازی‌های همکارانه و غیر همکارانه^۲، بازی‌های ایستا و پویا^۳، بازی‌های با اطلاعات کامل و بدون اطلاعات کامل^۴. از این میان بازی‌های استکلبرگ و نظریه‌ی حراج، دارای توانایی بالقوه برای مدل کردن مباحث مربوط به آموزش و خصوصاً ارزیابی می‌باشند. در این فصل ابتدا در بخش ۲-۱ مفاهیم اساسی نظریه‌ی بازی‌ها ارائه می‌شوند. در بخش ۲-۲ انواع بازی‌ها بررسی خواهند شد و در بخش ۲-۳ نیز بازی‌های استکلبرگ مورد بررسی قرار می‌گیرند و در انتهای این فصل دسته‌ای از بازی‌ها با نام بازی‌های هدف معین که مرتبط با شاخه‌ی هوش مصنوعی می‌باشند و در این پروژه مورد استفاده قرار گرفته‌اند بررسی می‌شود.

۱-۲ مفاهیم اصلی در نظریه‌ی بازی‌ها

در این قسمت به صورت اجمالی برخی از مفاهیم بنیادین نظریه‌ی بازی‌ها ارائه می‌گردد. منظور از بازی در نظریه‌ی بازی‌ها این است که هرگاه سود یک موجودیت تنها در گرو رفتار خود او نبوده و متاثر از رفتار یک یا چند موجودیت دیگر باشد و تصمیمات موجودیت‌های دیگر تاثیر مثبت و یا منفی بر روی سود او داشته باشد، یک بازی میان دو یا چند موجودیت یاد شده شکل می‌گیرد. همانطور که بیان شد یکی از مفاهیم اساسی در نظریه‌ی بازی‌ها رفتار

¹ exogenous

² Cooperative

³ Static and Dynamic

⁴ Complete and Incomplete information game

منطقی^۱ است، به این معنا که هر بازیکن تنها در پی بیشینه کردن سود خود بوده و هر بازیکن می‌داند چگونه می‌تواند سود خود را بیشینه کند. بنابراین حدس زدن رفتار بازیکنان که بر اساس هزینه-فایده است امکان پذیر خواهد بود. مانند بازی شطرنج که می‌توان حدس زد که حریف بازی‌بلد و با تجربه چه تصمیمی خواهد گرفت. هر بازی از سه عنصر اساسی تشکیل شده است: بازیکن‌ها^۲، استراتژی‌ها یا اقدامات، منفعت‌ها^۳. در هر بازی اگر یکی از بازیکنان با نماد i نشان داده شود بقیه‌ی بازیکنان به غیر از خود بازیکن با نماد $-i$ نمایش داده می‌شود. این بازیکنان همچنین رقیب بازیکن i نیز نامیده می‌شوند. استراتژی یا اقدام مجموعه‌ای از تصمیماتی است که هر بازیکن می‌تواند اتخاذ کند. به هر مجموعه از استراتژی‌های ممکن هر بازیکن یک نمایه استراتژی^۴، گفته می‌شود. منفعت هر بازیکن در واقع مشوق بازیکن برای اتخاذ و یا عدم اتخاذ یک استراتژی می‌باشد، به عبارت دیگر منفعت هر بازیکن بیان‌گر نتیجه و سطح مطلوبیت بازیکن در صورت اتخاذ تصمیم متناظر با آن می‌باشد. به بیان ریاضی منفعت عبارتست از تفاضل سود حاصل از انتخاب یک استراتژی و هزینه‌ای که این اقدام برای بازیکن متصور است.

یک استراتژی برای یک بازیکن مغلوب اکید^۵ است اگر مستقل از اینکه بقیه بازیکنان چه استراتژی‌ای را در بازی انتخاب می‌کنند، منفعت ناشی از انتخاب این استراتژی برای بازیکن همیشه کمتر از حداقل یک استراتژی دیگر این بازیکن باشد. در این حالت گفته می‌شود که استراتژی دوم بر استراتژی اول غالب اکید^۶ است. بدیهی است که با فرض بازیکنان منطقی، یک استراتژی مغلوب هیچگاه توسط یک بازیکن منطقی انتخاب نخواهد شد. در زیر تعریف استراتژی غالب اکید به صورت ریاضی بیان شده است:

$$u_i(s_i, s_{-i}) > u_i(s'_i, s_{-i}) \text{ for all } s_{-i}$$

که در این عبارت s_i استراتژی بازیکن i و s_{-i} استراتژی بازیکنان دیگر می‌باشد، در این صورت s'_i استراتژی مغلوب اکید می‌باشد.

در بازی‌های مختلف علاوه بر استراتژی‌های خالص^۷ که بیانگر انتخاب یک استراتژی در میان استراتژی‌های موجود برای هر بازیکن می‌باشد، مفهوم استراتژی آمیخته^۸ نیز وجود دارد. منظور از استراتژی آمیخته این است که بازیکنی مانند i هر کدام از استراتژی‌هایش را با احتمالی انجام دهد. می‌توان گفت که مفهوم استراتژی خالص یک

¹ Rational Behavior

² Players

³ Payoffs

⁴ Action profile

⁵ Stricly Dominated

⁶ Strictly Dominante

⁷ Pure Strategy

⁸ Mixed Strategy