ساختن مدل پتری به منظور تولید نقشه‌ی بازی با استفاده از مدل مارکوف چند بعدی

مهرداد رفیعی پور[1]، حسین صباغیان بیدگلی[2]

[1] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه آموزشی کامپیوتر، دانشگاه کاشان، کاشان

[2] استادیار، گروه آموزشی کامپیوتر، دانشگاه کاشان، کاشان
hsabaghianb@gmail.com

چکیده

در این مقاله، شیوه نگارش یک مقاله برای بیست و یکمین کنفرانس ملی سالانه انجمن کامپیوتر ایران تشریح می‌شود. روش قالب‌بندی مقاله، بخش‌های مختلف آن، انواع قلم‌ها و اندازه آن‌ها، به طور کامل مشخص شده است. کلیهٔ سبک (Style) های مورد نیاز برای بخش‌های مختلف مقاله، از جمله عنوان‌ها، نویسندگان، چکیده، متن، و ... از پیش تعریف شده‌اند و تنها کافی است سبک مورد نظر را برای بخشی از مقاله انتخاب کنید. نویسندگان محترم مقاله‌ها باید توجه داشته باشند، کنفرانس از پذیرش مقاله‌هایی که خارج از این چارچوب تهیه شده باشند، معذور است.

چکیده مقاله باید در یک یا دو بند (پاراگراف) تهیه شود و حداکثر شامل 200 کلمه باشد. چکیده باید بطور صریح و شفاف موضوع پژوهش و نتایج آن را مطرح کند؛ یعنی بیان کند چه کاری، چگونه، و برای چه هدفی انجام و چه نتایجی حاصل شده است. در چکیده از ذکر جزییات کار، شکل‌ها، جدول‌ها، فرمول‌ها، و مراجع پرهیز کنید.

کلمات کلیدی

شبکه‌ی پتری، تولید محتوای رویه‌ای، مدل مارکوف، تولید نقشه‌ی بازی

1- مقدمه

تولید محتوای رویه ای در سال های اخیر به یک موضوع تحقیقاتی پر طرفدار تبدیل شده است. با این حال ، اکثر سیستم های تولید محتوا برای یک بازی واحد طراحی شده اند. ما به روشهایی علاقه مندیم که بتوانند محتوا را نه برای یک بازی خاص ، بلکه برای طیف گسترده ای از بازی ها تولید کنند. روش های آماری راهی امیدوار کننده برای تولیدکننده های نقشه است. در این مقاله ، ما شبکه‌ی پتری را به عنوان ابزاری برای مدل سازی و تولید محتوا مورد بررسی قرار می دهیم. ما مدل پتری خود را در بازی SuperMario به کار می بریم تا مشخص کنیم که مدل ما از نظر تولید محتوای قابل بازی کردن ، چقدر خوب عمل می کند. همچنین در ابتدا به معرفی مدل مارکوف مقاله‌ی اصلی و سپس به ساختن یک مدل پتری برای مدل مارکوف اولیه می پردازیم.

2- ادبیات پژوهش

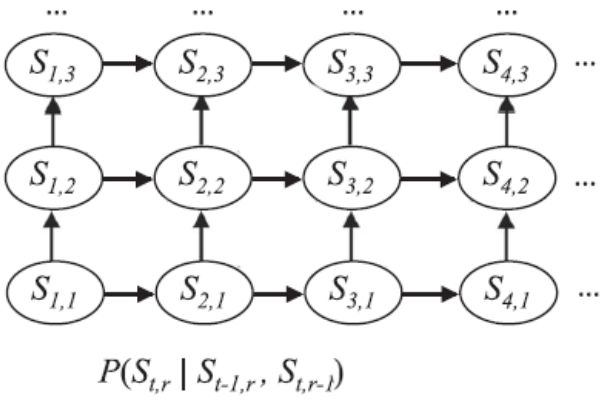
2-1- شبکه‌ی پتری

شبکه‌های پتری یک زبان مدلسازی ریاضیاتی برای توصیف سیستم‌های توزیع‌شده است. شبکه‌ی پتری یک گراف دوبخشی جهت‌دار و وزن دار است. که در آن گره‌ها نمایش‌گر انتقال‌ها و مکان‌ها هستند. انتقال ها به معنی رویدادهایی هستند که ممکن است رخ دهند و به شکل میله نمایل داده می شوند. مکان ها به معنی شرط‌هایی هستند و به شکل دایره نمایش داده می شوند. یال های جهت دار مشخص میکنند که کدام مکن ها پیش–پس شرط های هر انتقال هستند. شبکه‌های پتری برای فرایندهای مرحله‌ای که شامل انتخاب، تکرار و اجرای همروند هستند یک نحوه‌ی ثبت گرافیکی دارند.

2-2- زنجیره‌ی مارکوف چندبعدی

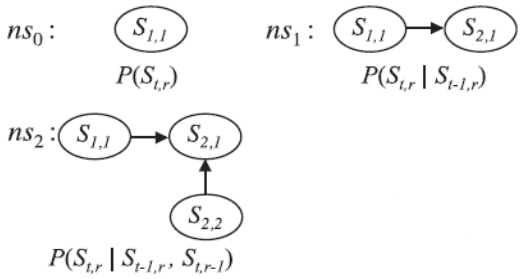
زنجیره مارکوف مدلی تصادفی برای توصیف یک توالی از رویدادهای احتمالی است که در آن احتمال هر رویداد به n حالت رویداد قبلی بستگی دارد. درواقع زنجیره مارکوف یک سیستم ریاضی است که در آن انتقال میان حالات شمارا، از حالتی به حالت دیگر صورت می‌گیرد. زنجیره مارکوف یک فرایند تصادفی بدون حافظه‌است بدین معنی که توزیع احتمال شرطی حالت بعد تنها به n حالت قبلی بستگی دارد و مستقل از سایر حالات آن است. این نوع بدون حافظه بودن خاصیت مارکوف نام دارد.

در مقاله‌ی Sam Snodgrass and Santiago Onta˜n´on[2]، از مدل مارکوف چندبعدی برای ساخت محتوای رویه‌ای استفاده کرده است. ساختار کلی آن را در شکل 1 مشخص شده است. هر خانه از صفحه به دو حالت چپ، و پایین بستگی دارد. بطور مثال محتوای تولیدی برای خانه‌ی ۲.۲ از صفحه به خانه های ۱.۲ و ۲.۱ بستگی دارد.



شکل 1 تولید محتوای رویه‌ای با استفاده از مدل مارکوف دو بعدی

در این زمینه،مطابق شکل 2 سه نوع تنظیم برای وابستگی هر حالت به حالت های قبل داریم. تنظیم ns_0 برای خانه‌ی اول از نقشه (سطر ۱ ستون ۱)، تنظیم ns_1 برای ردیف اول (سطر ۱ ستون n) و همچنین ستون اول از نقشه (سطر n ستون ۱) و همچنین ns_2 برای سایر خانه‌ها (سطر n ستون n) مورد استفاده قرار می گیرند.



شکل 2 تنظیمات حالت وابستگی در زنجیره مارکوف

2-3- تولید محتوای رویه‌ای

به تولید محتوا توسط الگوریتم‌ها (معمولا برای بازی‌ها) تولید محتوای رویه‌ای می گویند. مدل های آماری، دسته‌ای از روش ها هستند که برای تولید محتوای رویه‌ای به وفور مورد استفاده قرار می‌گیرند. علت این امر، توانایی استفاده از آن ها در زمینه‌های محتوایی مختلف است. به طور مثال می توان آن‌ها را برای بازی‌های دو بعدیِ افقی، دو بعدی هزارتویی و دو بعدی عمودی به کار برد.

در روش آماری، ابتدا از یک الگوریتم برای استخراج احتمالات وقوع هریک از حالت‌های ممکنِ قرارگیری اجزای صفحه استفاده می شود. سپس توسط الگوریتم دیگری به قراردادن اجزای صفحه در کنار یکدیگر، با استفاده از احتمالات استخراج شده می پردازند. و در مرحله‌ی پایانی، با استفاده از یک تابع که مختص هر بازی نوشته می‌شود، قابل استفاده بودن محتوای تولید شده را اندازه گیری می کنند. درصورتی که محتوای تولید شده قابل استفاده نبود، دوباره مرحله‌ی تولید محتوا انجام می‌شود.

شکل 3 مراحل تولید محتوای رویه‌ای

2-4- سکوی مورد استفاده

برای پیاده سازی شبکه‌ی پتری، از برنامه‌ی matlab نسخه‌ی a۲۰۱۹ و همچنین ابزار KUPN_Tool نسخه‌ی 1.72 استفاده شده است. این ابزار برای ساخت هرکدام از اجزای یک شبکه‌ی پتری، تابعی در دسترسی قرار داده و همچنین، نتیجه‌ی شبیه سازی را در پایان، بصورت یک متن چاپ می کند. سخت افزار مورد استفاده برای اجرای مدل، ۱۶ گیگابایت رم با فرکانس 2633 و پردازنده‌ی intel i7 7700k با فرکانس 4.6گیگاهرتز است. همچنین از سیستم عامل ویندوز ۱۰ برای اجرای نرم افزار matlab بهره برده‌ایم.

2-5- بازی انتخابی

شکل 4 بازیSuper Mario

به منظور بررسی صحت مدل تولید شده، ما بازی Super Mario Bros شکل 4 را انتخاب کرده ایم که یک بازی دو بعدی با ارتفاع ۱۲ و طول ۲۱۰ است. هر کدام از خانه‌های درون صفحه می تواند یکی از مقادیر موجود در جدول 1 را داشته باشد.

جدول 1 لیست کاشی های موجود در بازی SuperMario

ایندکس	نام کاشی	مفهوم و مورد استفاده
۱	Empty	فضای خالی بازی که بازیکن در آن حق جابجا شدن و بازی کردن دارد.
۲	Ground	خانه‌هایی که بازیکن نمی تواند روی آنها تاثیری داشته باشد و صرفا روی آن حرکت می کند.
۳	Block	بازیکن می تواند روی آن حرکت کند ولی با ضربه قابل شکستن هستند.
۴	Pipe	لوله هایی که بازیکن برای جابجایی بین جهان ها از آن استفاده می کند.
۵	Reward	بلوک هایی که با علامت سوال در بازی مشخص می شوند و درصورت ضربه‌زدن بازیکن به آنها جایزه دریافت می کند.

3- تولید شبکه‌ی پتری پیشنهادی

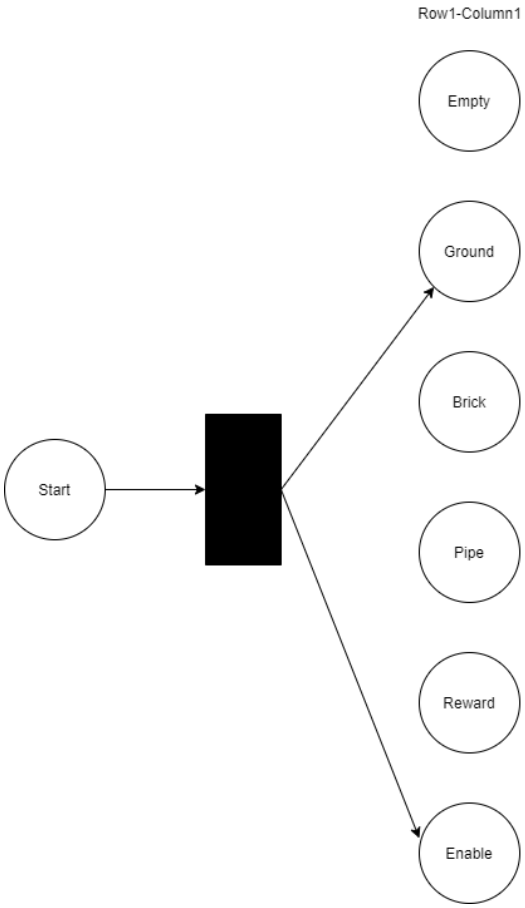
در گام بعدی ما اقدام به ساختن مدل پتری پیشنهادی خواهیم کرد. برای سادگی کار، تعداد کاشی ها را ۵ عدد در نظر گرفته ایم. همچنین احتمال انتخاب هر کاشی حداکثر با توجه به دو کاشی قبلی (ns_2) خواهد بود. این کار تا میزانی از پیچیدگی تعداد مکان‌ها، گذرها و همچنین کمان ها می‌کاهد.

3-1- ساختار کلی

ما به منظور تولید شبکه پتری، از مدل مارکوف ترسیم شده در شکل 1 استفاده می کنیم. در مدل ما هر نقطه از صفحه‌ی بازی، می تواند ۵ کاشی داشته باشد، بنابراین برای هر نقطه ۵ مکان بعلاوه یک مکان به منظور علامت گذاری نقطه‌ای که در هر لحظه در حال پردازش هستیم. بنابراین در مجموع به ازای هر خانه از نقشه‌ی بازی، ۶ مکان خواهیم داشت. علاوه بر این، به منظور تولید توکن اولیه، مکان Start با توکن اولیه‌ی یک را ساخته ایم (شکل 5 را ببینید) .

3-2- مکان‌ها

برای خانه‌ی اول (سطر ۱ ستون ۱) تنظیم ns_0 استفاده شده است. به این معنا که انتخاب کاشی برای این خانه به هیچ خانه‌ای وابسته نیست. برای سایر خانه‌های سطر اول، کاشیِ هر خانه به خانه‌ی سمت چپ وابسته خواهد بود؛ یعنی از تنظیم ns_1 استفاده می کنیم. برای خانه‌های اول هر سطر (سطرn ستون1) نیز از تنظیم ns_1 استفاده خواهیم کرد؛ اما در آن هر خانه به خانه‌های زیرین وابسته است. برای سایر خانه‌های صفحه (سطر n ستون n)، از تنظیم ns_2 استفاده می‌کنیم. به این معنا که انتخاب کاشیِ هر خانه به خانه‌ی سمت چپ و خانه‌ی زیرین وابسته می باشد. در شبکه‌ی پتری، این موضوع به این معناست که کدام یک از مکان های ۱تا۵، برای خانه‌هایی که خانه‌ی جدید به آن‌ها وابسته است، دارای توکن هستند. هرگاه یک(یا بسته به تنظیم انتخابی دو) از مکان‌هایی که نمایانگر کاشی ها هستند و همچنین مکان Enable که بیانگر فعال بودن نقطه‌گذاری در بخش خاصی از صفحه است فعال باشند، کاشی گذاری در نقطه‌ای خاص از صفحه با توجه به احتمالات تخمینی انجام خواهد شد.



شکل 5 استارت و شبکه‌ی اولین خانه با تنظیم ns_0

3-3- گذرها

ما به ازای هر حالت از ترکیب دو مکان در تنظیم ns_2 ، یک گذر خواهیم داشت. همچنین هرکدام از ۵ کاشی که قابل تولید شدن هستند،

بنابراین در مجموع برای تنظیم ns_2 به ازای هر خانه از صفحه‌ی بازی، تعداد ۱۲۵ گذر تولید می شود. همچنین هر گذر توسط یک مکان به نـام Enable فعال می شود. اما برای تنظیم ns_1 که تنها به یک حالت قبل وابسته است، به تعداد ۲۵ گذر خواهیم داشت که پنج برابر کمتر از حالت ns_2 است.

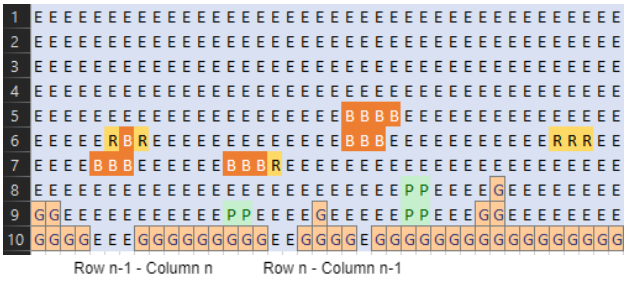
3-4- شلیک

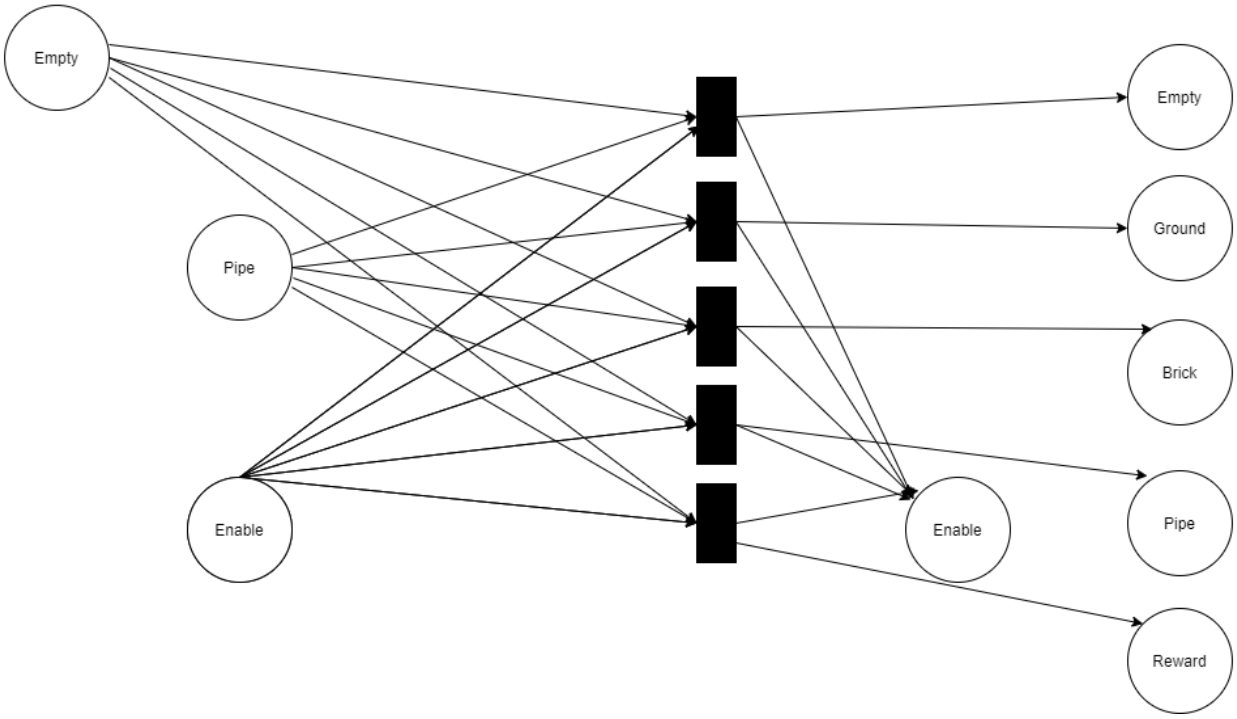
برای تمام تنظیم‌ها در هر لحظه از زمان، حداکثر ۵ گذر فعال می شـوند شکل 6 . شرط فعال شدن همانطور که در 3-3- گفته شد، وجـود تـوکن در مکان Enable است. همچنین با توجه به اینکه کـدام مکـان قبلـی از میـان مکان کاشی‌ها توکن دارد، گذر مربوط به آن توکن در زمان فایر شـدن فعـال می شود. پس از شلیک، توسـط یـک کمـان، تـوکن دریافـت شـده از مکـان کاشی‌ها، مجددا به کاشی برگردانده می شود تا در پایـان بتـوان بـا توجـه بـه مقادیر باقی مانده در مکان‌ها، خروجی شـبکه پتـری درمـورد زمـین بـازی را استخراج کرد. اما پس از فایر شدن، توکن مربوط بـه مکـان Enable تخلیـه می شود و یک توکن به سمت مکان Enable خانه‌ی بعد ارسـال مـی شـود.

بنابراین در گام بعدیِ اجرای شبکه‌ی پتری، خانـه‌های قبلـی مجـددا شـلیک نخواهند شد چرا که گذرهای مربوط به آن‌ها فعال نیستند.

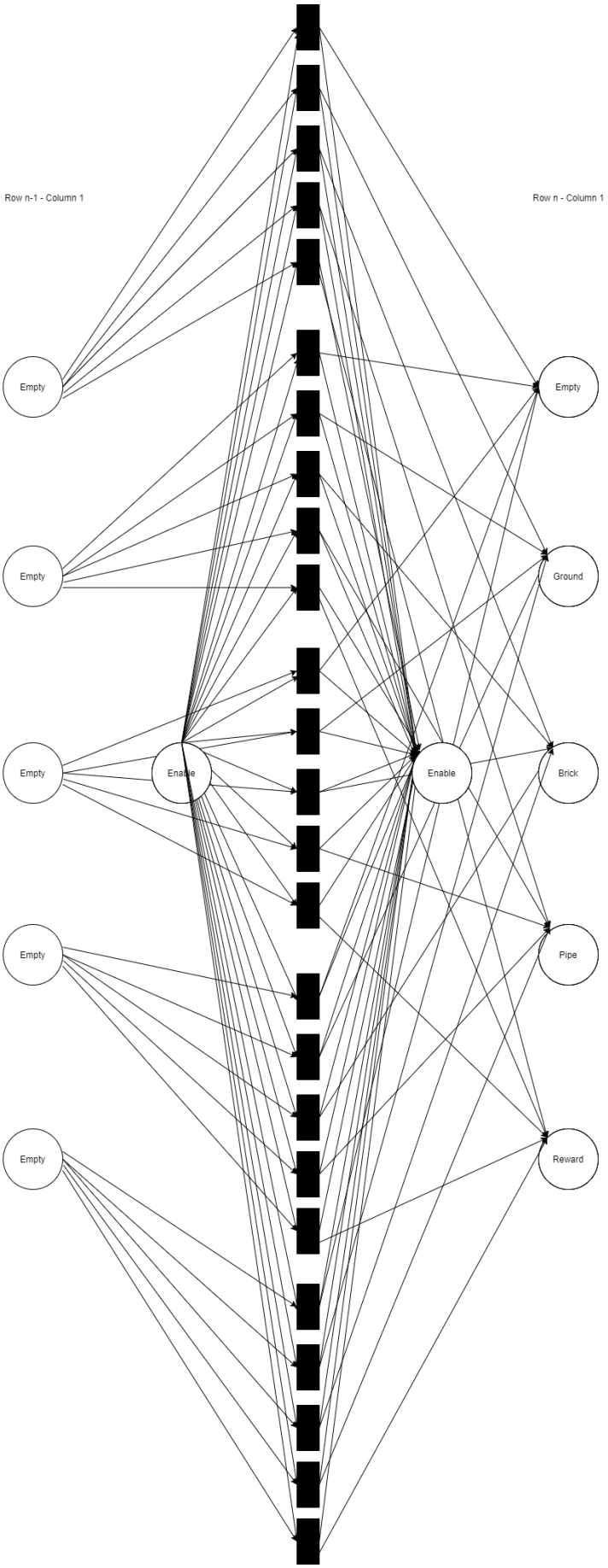
4- نتیجه‌ی آزمایش

در پایان شبیه سازی، ما متنی از مقادیر تـوکن هـای درون مکـان هـا خواهیم داشت که با استفاده از آن می توانیم بفهمیم در در خانه، کدام کاشـی ها انتخاب شده اند. با حذف مقـادیر مربـوط بـه مکان‌هـای Enable، مکـان کاشی ها برای ما باقی خواهد ماند. نتیجه اجرای شبکه‌ی پتری ما برای تولید یک نقشه با طول ۴۰ و ارتفاع ۱۰ بصورت زیر بود.

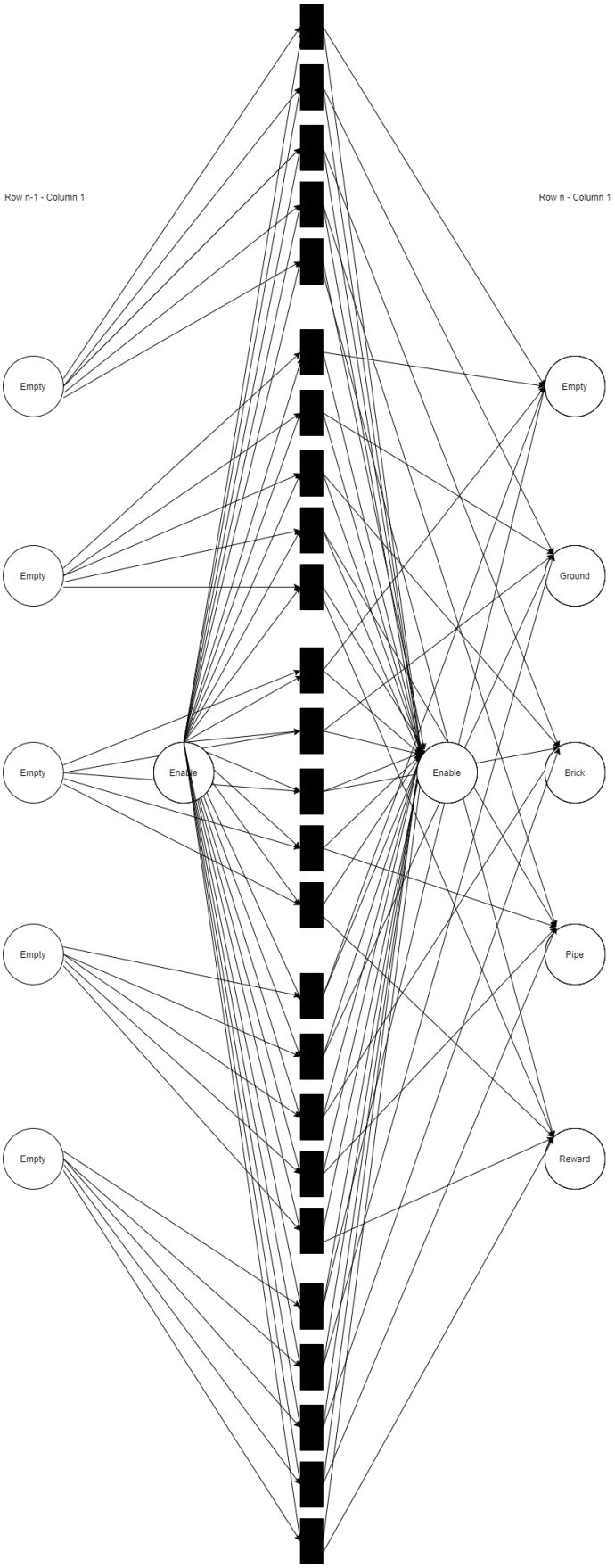




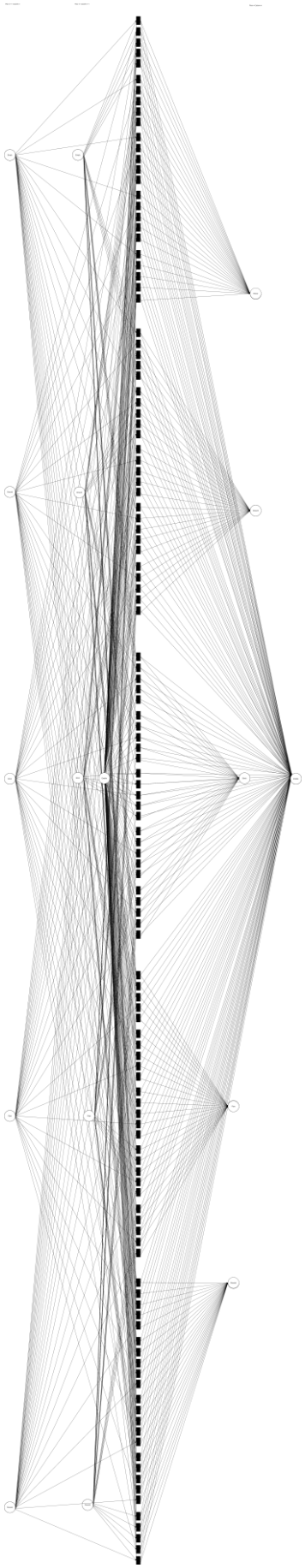
شکل 6 حداکثر گذر فعال در کانفیگ ns_2



شکل 7شبکه‌ی پتری برای ردیف nام و ستون اول



شکل 8شبکه‌ی پتری برای ردیف اول ستون nام



شکل 9 شبکه‌ی پتری برای ردیف n و ستون n

5- نتیجه گیری

در این مقاله دیدیم که برای ساختن یک زمین بازی دو بعدی ، با استفاده از مدل مارکوف، چگونه می توان یک مدل پتری ساخت. یک مثال عملی از بازی SuperMario طرح کردیم و کاشی های مربوط به آن را در طراحی مدل خود مدنظر قرار دادیم. همچنین دیدیم تاثیر مقادیر احتمالات در تغییر زمین بازی شگرف است. به نحوی که جابجایی اندک احتمالات به راحتی می تواند محتوای تولیدی بازی را تغییر دهد.

پیوست ها

موارد زیر پیوست مقاله هستند:

- فایل متلب شبیه سازی به نام vgg.m
- نتیجه حاصل از شبیه سازی rez.txt
- فایل های مربوط به ترسیم حالات مختلف زیرشبکه‌ی پتری ، رسم شده با ابزار draw.io

مراجع

[1] حسین صباغیان بیدگلی "ارائه یک ابزار مبتنی بر شبکه پتری بمنظور تحلیل و شبیهسازی سیستمهای کامپیوتری"

[2] Sam Snodgrass and Santiago Ontanon "Learning to Generate Video Game Maps Using Markov Models" IEEE TRANSACTIONS ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE AND AI IN GAMES, VOL. 9, NO. 4, DECEMBER 2017

[3] J. Togelius, G. N. Yannakakis, K. O. Stanley, and C. Browne, “Searchbased procedural content generation: A taxonomy and survey,” IEEE Trans. Comput. Intell. AI Games, vol. 3, no. 3, pp. 172–186, Sep. 2011.

[4] C. Ames, “The Markov process as a compositional model: A survey and tutorial,” Leonardo, vol. 22, pp. 175–187, 1989.