

**ОТКРИВАЊЕ ПРЕВАРА У КАСКО ОСИГУРАЊУ ПОМОЋУ ГРАФОВСКИХ БАЗА ПОДАТАКА
FRAUD DETECTION IN CAR INSURANCE USING GRAPH DATABASES**

Оливера Митровић, Gecko Solutions
доц. др Слађан Бабарогић, Универзитет у Београду, Факултет организационих наука
доц. др Драгана Макајић Николић, Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

РЕЗИМЕ: Предмет истраживања овог рада представља развој решења реалног проблема помоћу графовских база података. Укратко су описани основни концепти графовских база података. Оно што овај тип база издваја, у односу на остале NoSQL базе података, је особина да податке и везе међу њима сматра равноправним. Такође, њихов начин складиштења података је најприближнији људском размишљању што их чини веома интуитивним. У централном делу рада је дат предлог за откривање превара у каско осигурању коришћењем Neo4j графовске базе за складиштење података. Поменути тип база података за дати проблем нуди једноставно решење и боље резултате простим проласком кроз граф.

КЉУЧНЕ РЕЧИ: NoSQL, графовске базе, Neo4j, осигурање

ABSTRACT: The main subject of this paper is the development of the solution to the real problem, using graph database. Elementary concepts of the graph databases are briefly explained. Unlike the other NoSQL databases, Graph database treats data and connections between data equally. Also, the way they store data is closest to human thinking, which makes them very intuitive. Central part of the paper presents the solution for the detection of frauds in car insurance by using Neo4j graph database for storing data. Graph database offers a simple solution and better results for this problem by simply going through the graph.

KEY WORDS: NoSQL, graph database, Neo4j, insurance

УВОД

Човек је у свакодневном животу изложен непрекидном ризику од опасности које могу да му проузрокују штету, како телесну тако и материјалну. Колико год тежио да спречи опасности са којима се сусреће то није увек могуће, нити зависи од њега. Из тог разлога су настала осигурања као вид обезбеђења од различитих ризичних догађаја. Међутим, иако створена да помогну људима да надокнаде начињену штету, они су кренули да их злоупотребљавају како би на што лакши начин дошли до новца.

Како би спречила преваре, осигурања воде историју потраживања сваког корисника, укључујући податке до најситнијих детаља. За манипулацију подацима у употреби су јако дуго преовадавале базе података представљене релационим моделом. Иако се ова врста база најчешће користи у предузећима и данас због стандарда на којима се оне заснивају, захтеви многих великих компанија почињу да надвлађавају могућности релационих база података. Нови тип база, познат као NoSQL, стиче све већу пажњу у предузећима, пре свега због тога што омогућава неприметан пораст података и трансакција података који представља један од примарних проблема данас. Конкретно за коришћење у осигуравајућим компанијама, графовске базе, као једна од врста NoSQL база података, показале су се као најпогодније. Преваранти су почели да формирају тимове како би избегли да буду откривени, а поменуте базе података омогућавају лакши увид у везе међу актерима и на тај начин чине детекцију преваре много једноставнијом и економичнијом [9].

Радам ће бити представљени основни концепти графовских база података и биће дат предлог решења за детекцију превара у каско осигурању коришћењем овог типа база података. Акцент рада ће бити на откривању превара које покушавају да изврше тимови превараната.

Повезани рад који се такође бави овом проблематиком је „Fraud detection: Discovering Connections with Graph databases“ представљен од стране Горке Садовског (CISSP) и Филипа Ретлија (Neo Technology) [3]. Рад приказује нови поглед на детекцију превара из угла графовских база података. Поред преваре осигурања, обрађује се и тема преваре банке од стране клијената и превара е-трговине. Овај чланак ће се позивати на поменут рад.

ГРАФОВСКЕ БАЗЕ ПОДАТАКА

Ако се графовске базе података упореде са релационим базама, главна особина која их истиче у односу на релационе базе јесте хоризонтална скалабилност, која је главна карактеристика NoSQL база података. Скалабилност је заправо највећа мана релационих база и проблем рада са великом релационом базом администратори су годинама решавали куповином снажнијих сервера (вертикална скалабилност). Међутим, са порастом трансакција и неограниченим растом количине података коју је потребно складиштити, дистрибуција базе података је постала примамљивија из економских разлога. У случају графовских база података ширење базе је неприметно захваљујући складиштењу података у виду чворова графа. Такође, NoSQL базе података, међу њима и графовске базе, су јако погодне за складиштење података који често мењају своју структуру, као последица честих промена пословне динамике, као и за чување података који се међусобно разликују у структури [2,8].

У односу на остале типове NoSQL база података, графовске базе имају особину да чувају везе међу подацима и саме податке као равноправне ентитете. Захваљујући овој особини код графовских база података није потребно изводити везе међу ентитетима што је случај са свим

осталим типовима база података, било да се ради о SQL или NoSQL базама података. Такође, још једна позитивна особина графовских база података је њихово једноставно разумевање. Оне су много интуитивније од осталих врста база података, управо из разлога што осликавају начин људског размишљања и пружају најбољи приказ стварног света [1].

Све претходно наведене особине чине графовске базе примењивим у широком скупу домена као што су географски информациони системи, друштвене мреже, рангирање страница при Интернет претрази, као и процена здравствених ризика [6,7,10,11,12].

Најпопуларнији представник графовских база података је Neo4j [5].

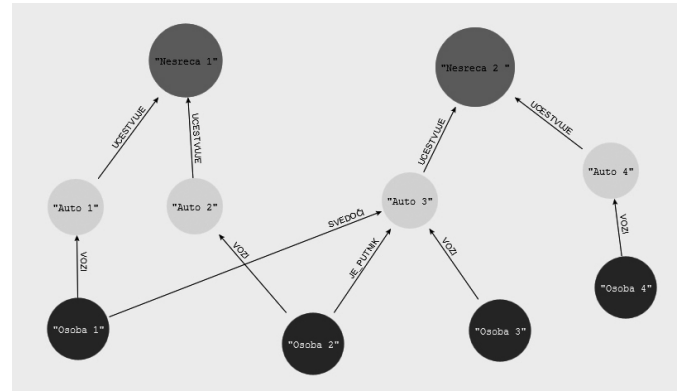
ОПИС ПРОБЛЕМА

Када су у питању преваре осигурања, обично се ради о намештању саобраћајних незгода, у којима се два возила лакше сударе браницама. Лажиране саобраћајке се дешавају ноћу, без сведока, на мало прометним саобраћајницама. После незгоде учесници позивају полицију да изврши увиђај након чега подносе захтев за исплату штете. Једна од верзија преваре, која је веома честа, јесте да се у возилима налази велики број људи који пријаве повреду унутрашњег ткива. Међутим, друга верзија, данас све више актуелна, управо представља покушај преваре каско осигурања. Углавном је једно од возила, која учествују у судару, каско осигурано док је друго старо.

Када су у питању каско преваре преваранти углавном формирају кругове како би извршили превару. Технологије су данас напредовале толико да лако, на основу статистичких и других анализа података, могу да открију преваре индивидуалаца. Из овог разлога, преваранти су кренули да разрађују нове планове како би преварили осигурање и дошли до новца. Кренули су да формирају групе, у којима свако од њих има одређену улогу у лажираној саобраћајки. Такође, пошто понављају саобраћајке, они мењају улоге и убацују нове.

Како би се открила превара осигурања која је извршена од стране групе превараната, неопходно је да се поред класичних анализа података изврше и анализе над везама међу подацима. Релационе базе нису најпогодније за овакву анализу. Како би се кругови открили потребно је повезивање великог броја табела и комплексне шеме као што су незгоде, кола, власници, возачи, путници, пешаци, сведоци, као и повезивање свих ових ствари више пута – једном по потенцијалној улози – како би се открила цела слика. Пошто су ове операције веома комплексне и скупе, нарочито за велике количине података, овај кључни облик анализе се често превиди. С друге стране, проналажење кругова превараната помоћу графовске базе представља једноставно пролажење кроз граф. Пошто су ове врсте база дизајниране да врше упите над замршеним повезаним мрежама, оне идентификују кругове превара на прилично једноставан начин [3].

На наредној слици, приказан је упрошћен пример података у графовској бази:



Слика 1 – Превара каско осигурања

Помоћу графа је веома једноставно уочити да су *Osoba 1* и *Osoba 2* сумњиве. С једне стране, *Osoba 1* и *Osoba 2* учествују својим колима у првој несрећи, док већ у следећем сценарију, *Osoba 2* учествује у другој несрећи, као путник у другим колима, док је *Osoba 1* сведок баш тим колима. Може се претпоставити да је *Osoba 3* нови члан у екипи.

Приказ овакве базе података као релационе базе:

Табела 1 – Ауто

Идентификатор	Назив
1	Ауто 1
2	Ауто 2
3	Ауто 3
4	Ауто 4

Табела 2 – Особа

Идентификатор	Назив
1	Особа 1
2	Особа 2
3	Особа 3
4	Особа 4

Табела 3 – Несрећа

Идентификатор	Назив
1	Несрећа 1
2	Несрећа 2

Поред ове три табеле ентитета, било би неопходно креирати и табеле са везама међу њима:

Табела 4 – Несрећа-Ауто

Идентификатор несреће	Идентификатор аута	Назив везе
1	1	Учествује
1	2	Учествује
2	3	Учествује
2	4	Учествује

Табела 5 – Ауто-Особа

Идентификатор аута	Идентификатор особе	Назив везе
1	1	вози
2	2	вози
3	1	сведочи
3	2	путник
3	3	вози
4	4	вози

На основу претходна два примера, може се уочити непогодност релационих база за наведену примену. Како би се уочиле везе међу ентитетима, у упитима над релационим базама било би неопходно спојити велики број табела међусобно. Поставља се питање колико би број *join*-ова ескалирао да се убаце још неке врсте ентитета. Није неизводљиво, али је компликовано и скупо.

ПРЕДЛОГ РЕШЕЊА

При детекцији преваре осигурања, кључно је знати на шта је неопходно обратити пажњу. Досадашња истраживања над одређеним узорком података, омогућеним од стране осигурања, показала су да подаци попут годишта, брачног стања, пола и регионалног подручја живота нису од утицаја и самим тим не могу помоћи као показатељ да ли је неко потенцијални преварант [4]. С друге стране, иако постоје одређени опсези дозвољене границе пријава незгода у оквиру сваке премијске групе осигурања, истраживања су такође показала да власници кола који су узели пакет осигурања који има много веће покриће, возе неопрезније и самим тим више пута потражују осигурање. Ово је само један од изазова с којима се анализе података сусрећу, јер потенцијално може да дође до лажних позитивних резултата када је у питању превара.

С обзиром да су све наведене врсте ризика покривене досадашњим системима за управљање базом података, преваранти су нашли нови начин да заобиђу наведене мере опреза. Они су кренули да се организују у тимове, који мењају улоге, убацују нове и понављају сценарија са варијацијама. Овај рад ће се бавити управо проблематиком детекције превара каско осигурања од стране организованих група. Решење ће да користи графовску базу података, као најпогоднију врсту базе за анализу веза међу подацима.

Главни ентитети који се налазе у бази података су *Osoba*, *Vozilo* и *Nesreca*. Ентитет *Nesreca* поред места садржи и датум и време незгоде. *Vozilo* и *Nesreca* су повезани усмереном везом, *'je_ucestvovalo'*, од *Vozila* ка ентитету *Nesreca*. С друге стране, *Vozilo* је повезано са ентитетом *Osoba*. *Osoba* може да има више улога у несрећи и, из тог разлога, везе које *Osoba* може да има са ентитетом *Vozilo* могу бити *'je_vozac'*, *'je_ocevidac'* и *'je_putnik'*. Док ентитет *Vozilo* садржи податке о возилу попут годишта, модела и марке, ентитет *Osoba* садржи личне податке о особи.

При провери потенцијалне преваре осигурања, потребно је проверити број веза:

- Између особе и возила:
 - Број веза особе са истим возилом
 - Број веза особе са осталим возилима
- Између особа
 - Између особа које су учествовале у несрећи из различитих возила

Након провере броја веза између особе и свих возила са којима има било који тип везе могуће је раздвојити наредна сценарија:

1. Сценарио – Осигурано лице има једну везу типа *'je_vozio'* са једним возилом

Када осигурано лице има једну везу типа *'je_vozio'* у бази података, то значи да се ради о његовој првој забележеној саобраћајној несрећи и потраживању. Међутим, иако наизглед не делује сумњиво, неопходно је проверити остале учеснике у несрећи:

- Да ли је било сведока?
- Да ли су сведоци било како повезани са учесницима несреће из другог возила?

Под сведоцима се подразумевају очевици и путници возила у току саобраћајне несреће. У случају да није било сведока, осигурано лице се сматра недужним. Затим би ради додатне провере могло да се провери и друго лице које је учествовало у несрећи са својим возилом, постављањем почетног питања за раздвајање сценарија.

У случају да је било сведока везаних за возило осигураног лица, било би неопходно проверити да ли су сведоци у било каквој вези са лицима из другог возила. Под везом се подразумева историја несрећа у којима су сведоци потенцијално учествовали. У случају да се пронађе било која веза између учесника несреће у прошлости, они се аутоматски сматрају сумњивим.

2. Сценарио - Осигурано лице има више веза типа *'je_vozio'*

У датом сценарију, осигурано лице је већ пријављивало несреће. Могуће опције у овом сценарију су следеће:

1. Лице је у више несрећа возило исто возило
2. Лице је у више несрећа возило различита возила

Иако се ради о наизглед различитим подсценаријима, у бази се у датом решењу испитују везе међу лицима која су учествовала у несрећи тако да се у овом случају проверава само да ли је лице из тренутне несреће учествовало у више од једне несреће.

Чим је лице имало више несрећа, на првом месту би било битно проверити да ли је ово лице већ имало несрећу са лицима из другог возила, јер би то представљало знак да се ради о покушају преваре осигурања. Међутим, с обзиром да се овом врстом превара баве професионалци, мале су шансе да се наведени случај деси. Ипак, неопходно је покрити све могућности. У овом случају, поред самих возача, било би неопходно проверити да ли осигурано

лице има преко друге несреће повезаност са сведоцима из другог возила.

У случају да осигурано лице није имало веза у прошлости са лицима из других кола, неопходно је извршити испитивање везано за сведоке из возила осигураног лица, које је поменуто у претходном сценарију

3. Сценарио - Осигурано лице има више веза различитих типова са више возила

Чим осигурано лице има више веза са више возила у бази, постоји велика могућност да је наведено лице сумњиво. У овом случају неопходно је проверити везе које сви учесници тренутне несреће имају међусобно.

Као и у другом сценарију, на почетку би било потребно проверити да ли је лице повезано преко још неке несреће са возачем и осталим сведоцима из другог возила тренутне несреће. Након ове провере, ако лице и даље делује недужно, неопходно би било проверити да ли постоје везе између сведока возила осигураног лица и лица другог возила пријављене несреће.

Наредном сликом је приказано испитивање које је обрађено кроз претходна сценарија:

На сва ова питања одговоре дају једноставни Сурpher упити захваљујући *matching pattern*-у и везама у графовским базама. Дати упити ће бити представљени у наредном делу рада.

РЕАЛИЗАЦИЈА ПРЕДЛОЖЕНОГ РЕШЕЊА ПОМОЋУ УПИТА У СУРPHER УПИТНОМ ЈЕЗИКУ

У оквиру овог дела поглавља, биће приказани Сурpher упити ка Neo4j бази помоћу којих су остварена решења за сваки од до сада наведених сценарија.

На самом почетку, поставља се упит који ће идентификовати сценарио:

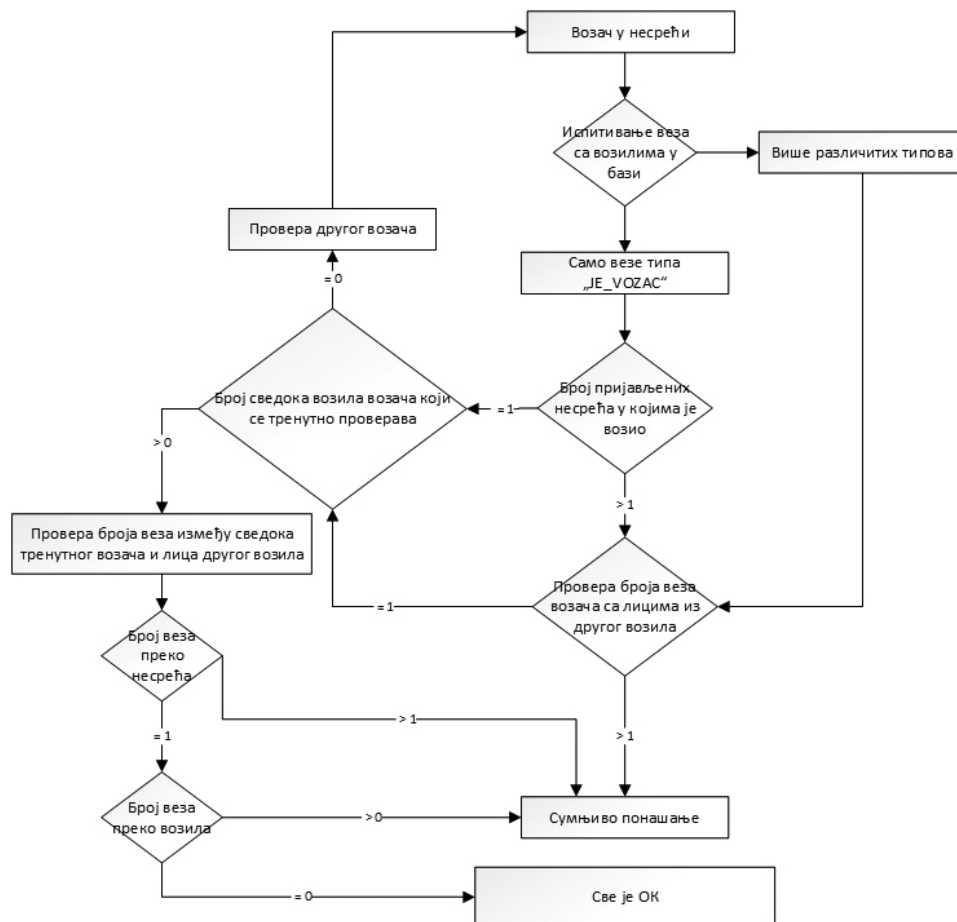
```
MATCH (c1:Osoba {name0:'Osoba 1'})-[v]->(c2:Vozilo)
RETURN c1.name0 AS osigurano_lice, c2.nameV As vozilo,
type(v) AS uloga, count(v) AS broj_nesreca_sa_vozilom
```

У датом упиту *Osoba 1* представља осигурано лице које је пријавило несрећу осигурању. Овим упитом се испитује број несрећа у којима је учествовало тражено лице, и улоге које је оно имало у тим несрећама.

У зависности од резултата овог упита бира се сценарио који се прати при провери потраживања осигураног лица.

1. Сценарио – Осигурано лице има једну везу типа „je_vozio“ са једним возилом

Ако осигурано лице никада пре није било пријавило несрећу, резултат почетног упита изгледа као што је представљено наредном табелом:



Слика 2. – Алгоритам за испитивање преваре каско осигурања

osigurano_lice	vozilo	uloga	broj_nesreca_sa_vozilom
"Osoba 3"	"Vozilo 3"	"JE_VOZAC"	1

Слика 3. – Резултат упита - Приказ броја и типова веза лица са возилом за 1. сценарио

Треба обратити пажњу да се у овом случају ради о *Osobi 3*, што значи да у почетном упиту, уместо *Osoba 1* треба унети *Osoba 3*.

Следећи корак при испитивању у оквиру датог сценарија било би испитивање броја сведока возача који се испитује.

```
MATCH (c1:Osoba)-[v1:JE_OCEVIDAC|JE_PUTNIK]->(c2:Vozilo {nameV:'Vozilo 3'})<--(c3:Osoba {nameO:'Osoba 3'})
RETURN c2.nameV AS vozilo, c3.nameO as vozac, c1.nameO as сведок,
type(v1) AS uloga_svedoka;
```

У случају да нема сведока, упит нема шта да врати, и даље се врши провера другог возача из саобраћајне несреће.

Међутим, ако је упит вратио лица која су били сведоци као што је представљено наредном табелом,

vozilo	vozac	svedok	uloga_svedoka
"Vozilo 3"	"Osoba 3"	"Osoba 1"	"JE_OCEVIDAC"

Слика 4. – Резултат упита - Приказ сведока и њихових улога у несрећи

неопходно је проверити њихову повезаност за учесницима несреће из другог возила.

Постоје два начина на која ова два лица могу бити повезана:

1. Преко неке друге несреће
2. Преко истог возила у некој другој несрећи

Обе ове опције су могуће, и зато их обе треба проверити. Када се проверава да ли су се поменута лица нашла у још некој несрећи пре, али да су била учесници везани за различита возила у несрећи, неопходно је да се постави следећи упит:

```
MATCH (c1:Osoba {nameO:'Osoba 1'})-[*]->
(c2:Nesreca )<--[*]-(c3:Osoba {nameO:'Osoba 4'})
RETURN c1.nameO AS сведок_trenutne_nesrece, c2.nameN AS
naziv_nesreca, c3.nameO AS vozac_trenutne_nesrece, count(*)
AS broj_nesreca;
```

Као што је у претходној табели приказано, сведок несреће је била *Osoba 1*, и упитом је проверено да ли је она имала још неку везу са *Osobom 4* преко несреће. У случају да лица нису повезана на поменут начин, упит ће вратити само један ред – повезаност преко тренутне несреће:

svedok_trenutne_nesrece	naziv_nesreca	vozac_trenutne_nesrece	broj_nesreca
"Osoba 1"	"Nesreća 2"	"Osoba 4"	1

Слика 5. – Резултат упита - Приказ броја заједничких несрећа између сведока и возача из другог возила

Након ове провере, неопходно је проверити и да ли су сведок и возач другог возила били повезани са „исте стра-

не“ неке друге несреће. У овом случају, да би се сматрало недужним, потребно је да упит не врати ни један резултат.

```
MATCH (c1:Osoba {nameO:'Osoba 1'})-[*]->
(c2:Vozilo)<--[*]-(c3:Osoba {nameO:'Osoba 4'})
RETURN c1.nameO AS сведок_trenutne_nesrece, c2.nameV AS vozilo,
c3.nameO AS vozac_trenutne_nesrece;
```

Ако су испитана лица повезана преко још неке несреће или возила из тренутне несреће, тренутна несрећа се сматра сумњивом и потребно ју је додатно истражити.

2. Сценарио – Осигурано лице нема веза са другим возилима и има више незгода

Када осигурано лице пријави више несрећа, а да при томе није учествовало у другим несрећама као сведок, резултат иницијалног упита, за претрагу несрећа лица *Osoba 10*, изгледа као у наредној табели:

osigurano_lice	vozilo	uloga	broj_nesreca_sa_vozilom
"Osoba 10"	"Vozilo 10"	"JE_VOZAC"	2

Слика 6. - Резултат упита - Приказ броја и типова веза лица са возилом за 2. сценарио

Након овог упита, неопходно је извршити проверу, да ли је лице већ имало несрећу са другим возачем, а затим и осталим лицима из возила тог возача. Упит везан за везе је већ приказан у претходном сценарију. Потребно је само променити атрибуте помоћу којих се идентификују лица.

```
MATCH (c1:Osoba {nameO:'Osoba 10'})-[*]->
(c2:Nesreca )<--[*]-(c3:Osoba {nameO:'Osoba 9'})
RETURN distinct c1.nameO AS osigurano_lice, c2.nameN AS
naziv_nesreca, c3.nameO AS vozac_drugih_kola;
```

Резултат упита у датом случају је следећи:

osigurano_lice	naziv_nesreca	vozac_drugih_kola
"Osoba 10"	"Nesreća 8"	"Osoba 9"

Слика 7. - Резултат упита - Приказ заједничких несрећа два возача

Након што се испоставило да ова два возача нису имала више несрећа, као и у претходном сценарију, неопходно је проверити да ли су лица повезана преко несреће или возила:

```
MATCH (c1:Osoba {nameO:'Osoba 10'})-[*]->
(c2:Vozilo)<--[*]-(c3:Osoba {nameO:'Osoba 9'})
RETURN c1.nameO AS osigurano_lice, c2.nameV AS vozilo,
c3.nameO AS vozac_drugih_kola;
```

Ако након свих ових провера, лица и даље делују недужно, потребно је на крају проверити број сведока возила осигураног лица и ако постоје, проверити њихове везе са лицима из другог возила. Упити који реализују ове провере су дати у претходном сценарију.

3. Сценарио – Осигурано лице има веза са другим возилима у бази података

Ако осигурано лице има више пријављених несрећа под различитим улогама, резултат почетног упита изгледа као што је приказано сле дећом табелом:

Returned 3 rows. Query took 27ms

osigurano_lice	vozilo	uloga	broj_nesreca_sa_vozilom
Osoba 1	*Vozilo 3*	*JE_OCEVIDAC*	1
Osoba 1	*Vozilo 1*	*JE_VOZAC*	2
Osoba 1	*Vozilo 5*	*JE_PUTNIK*	1

Слика 8. – Резултат упита- Приказ броја и типова веза лица са возилом за 3. сценарио

Као што је већ речено, у овом случају је велика вероватноћа да се лице бави преварама.

У датом сценарију се испитују везе свих учесника међусобно, како самих возача у несрећи тако и њихове везе са сведоцима. Сви упити помоћу којих су реализована ова испитивања су дати у реализацији претходних сценарија.

Као што је приказано у овом делу рада, иситивање података у графовским базама података се изводи веома једноставно. Наизглед замршене и комплексне везе међу учесницима несреће који желе да преваре осигурање је веома лако детектовати простим проласком кроз граф, који омогућава *pattern matching* на ком се заснива Cypher графовски упитни језик.

Иако је занимљиво приметити да су резултати упита табеле, као што би то било и да се за складиштење података користе релационе базе података, коришћењем графовских база до ових резултата се долази много лакше и ефикасније.

ЗАКЉУЧАК

Када су у питању преваре неопходно је детектовати их што пре, како би криминалци били заустављени пре него што им се укаже прилика да начине штету. С обзиром да су пословни процеси све бржи и више аутоматизовани временска ограничења за детекцију превара постају све мања и неопходно је решавати проблеме у реалном времену. С друге стране важно је обратити пажњу на анализу повезаности. Искусни преваранти су научили да нападају систем тамо где је слаб. Традиционалне технологије, иако погодне и неопходне за одређен тип превенције, нису дизајниране да детектују разрађене кругове преваре. Графовске базе су решење овог проблема. Иако још увек у развоју у односу на релационе базе које су се годинама користиле и самим тим прилагодиле решавању огромног спектра проблема, графовске базе чине увид у везе међу ентитетима лаким и јефтиним. Код графовских база нема потребе за гомилом скупих *join* упита како би се дошло до података и закључака неопходних за откривање превара. Било за кругове преваре и договорене групе или образоване криминалце који раде сами, ове базе омогућавају јединствену способност да се открију најразноврснији патерни превара у реалном времену. Договори који су наизглед скривени постају очигледни када се на њих гледа помоћу система који се баве управљањем веза међу подацима.

Ипак, постоји доста простора за унапређење могућности графовских база података када је у питању откривање превара. Ако се осврнемо на предложени алгоритам, користећи могућности претраге које графовске базе пружају, било би могуће иницијално испитати претходно постојећу повезаност актера тренутне несреће веома ефикасно. С друге стране, неопходно је обратити пажњу и на откривање преваре осигурања из првог пута од стране осигураног лица, било да

се ради о превари од стране индивидуалца или групе. Досадашње технологије које су се користиле за складиштење података су прилагођене проблему превенције превара. Усавршавањем графовских база података у превенцији превара осигурања развило би се комплетно решење, које не само да би могло да детектује преваре које се понављају и да са лакоћом укаже на комплексне везе међу учесницима у несрећама, већ би могло и да их спречи у потпуности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ian Robinson, Jim Webber, Emil Eifrem: Early release - Graph databases, O'Reilly
- [2] Osobine NoSQL baza podataka - <http://www.techrepublic.com/blog/10-things/10-things-you-should-know-about-nosql-databases/>, pristupano – decembar, 2015
- [3] Detekcija prevara pomoću Neo4j - <http://www.neotechnology.com/fraud-detection/>, pristupano – decembar, 2015
- [4] Chieh-Hua WEN, Ming-Jyh WANG - Discrete choice modeling for bundled automobile insurance policies, 2005
- [5] Most popular Graph Databases - <http://readwrite.com/2011/04/20/5-graph-databases-to-consider>, pristupano – decembar, 2015
- [6] S. Bajčev, S. Babarogić: Modelovanje i implementacija rodbinskih veza korišćenjem graf modela podataka, časopis INFOM god 14. sv. 51, str. 4-10, Beograd, 2014.
- [7] Maja Hadžiahmetović, Dragana Makajić-Nikolić: Procena zdravstvenih rizika korišćenjem Petrijevih mreža, časopis INFOM, sv. 54 Beograd, 2015
- [8] S. Babarogić: Potencijal grafovskih baza podataka, Zbornik radova sa skupa Informatika 2014, isbn: 978-86-916853-1-7, Društvo informatičara Srbije, str. 10-14, Beograd, 2014.
- [9] Arnaud Castellort, Anne Laurent: Fuzzy Historical Graph Pattern Matching A NoSQL Graph Database Approach for Fraud Ring Resolution, Artificial Intelligence Applications and Innovations, str. 151-167, 2015.
- [10] Tomasz Pluciennik, Ewa Pluciennik-Psota: Using Graph Database in Spatial Data Generation, Man-Machine Interactions 3, str. 643-650, 2014.
- [11] Rania Soussi, Marie-Aude Aufaure, Hajer Baazaoui: Graph Database for Collaborative Communities, Community-Built Databases, str. 205-234, 2011.
- [12] Alok Gupta, Harkiran Kaur, Shalini Batra: Topic Sensitive Web Page Ranking Through Graph Database, Emerging Research in Computing, Information, Communication and Applications, str. 519-527, 2015.



Оливера Митровић, Gecko Solutions.

Контакт: olivera.mitrovic.101.09@gmail.com

Области интересовања: Базе података, развој Java веб апликација



доц. др Слађан Бабарогић, Факултет организационих наука, Универзитет у Београду.

Контакт: babarogic.sladjan@fon.bg.ac.rs

Области интересовања: Развој ИС вођен моделима, Пословна анализа и Моделовање пословних процеса, Методологије развоја информационих система и Базе података



доц. др Драгана Макајић Николић, Факултет организационих наука, Универзитет у Београду.

Контакт: gis@fon.rs

Области интересовања: операциона истраживања, поузданост, управљање ризиком, Петријеве мреже