

Primjena algoritma evidencijskog zaključivanja za procjenu ponašanja korisnika ICT sustava

Tojčić, Selma

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:625408>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-11**

Repository / Repozitorij:

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA**

Sveučilišni studij računarstva

**PRIMJENA ALGORITMA EVIDENCIJSKOG
ZAKLJUČIVANJA ZA PROCJENU PONAŠANJA
KORISNIKA ICT SUSTAVA**

Diplomski rad

Selma Tojčić

Osijek, 2022.

Sadržaj

1. UVOD	1
1.1. Zadatak diplomskog rada	1
1.2. Ciljevi diplomskog rada	1
2. PROBLEM SIGURNOSTI KORISNIKA ICT SUSTAVA	2
2.1. Rješenja problema sigurnosti	3
3. ALGORITAM ZA EVIDENCIJSKO ZAKLJUČIVANJE	4
3.1. Prošireni algoritam evidencijskog zaključivanja	5
3.2. Matematička definicija proširenog algoritma evidencijskog zaključivanja	5
3.3. Primjena proširenog algoritma evidencijskog zaključivanja na korisnika	13
4. PROGRAMSKO RJEŠENJE WEB APLIKACIJE	16
4.1. Kreiranje projekta	16
4.2. Kreiranje baze podataka	18
4.3. Kreiranje korisničkog sučelja	20
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	26
6. ZAKLJUČAK	30
LITERATURA	31
SAŽETAK	33
ABSTRACT	34
POPIS SLIKA	35
POPIS TABLICA	36

1. UVOD

U današnje vrijeme postoji velik broj korisnika ICT sustava, ali mnogi od njih nisu upoznati sa sigurnosnim prijetnjama koje korištenje takvih sustava nosi sa sobom. Za procjenu svjesnost korisnika o tim problemima i izvršavanje analize jedan od dobrih načina je kreiranje ankete. Anketiranje je istraživački postupak za prikupljanje različitih informacija od izabrane skupine ljudi. Kako bi anketa bila ispravno analizirana potrebno je ukloniti subjektivnost zaključaka, odnosno na skupini subjektivnih odgovora potrebno je kreirati objektivni zaključak. Ovim radom se razmatra algoritam evidencijskog zaključivanja kao rješenje za taj problem. Za ispitivanje algoritma kreirana je web aplikacija u obliku ankete. Korištenjem proširenog algoritma evidencijskog zaključivanja analizirani su podaci iz ankete uz određenu razinu nesigurnosti.

U drugom poglavlju opisan je problem sigurnosti korisnika ICT sustava i spomenuto je nekoliko postojećih rješenja problema sigurnosti. U trećem poglavlju objašnjen je algoritam za evidencijsko zaključivanje općenito, točni matematički izračuni koji se koriste i opisana je primjena tog algoritma na korisnika. U četvrtom poglavlju opisana je izrada programskog rješenja web aplikacije i u petom poglavlju su izneseni rezultati istraživanja.

1.1. Zadatak diplomskog rada

Kratko opisati postupak evidencijskog zaključivanja i pregled mogućih primjena. Izraditi web portal koji će validiranom anketom prikupljati podatke o ponašanju korisnika ICT sustava. Podatke je potrebno analizirati i obraditi statističkom metodom i algoritmom za evidencijsko zaključivanje. Usporediti rezultate obje metode provedene na određenom skupu ispitanika.

1.2. Ciljevi diplomskog rada

Cilj diplomskog rada je provođenje ankete kako bi se istaknuo problem ponašanja korisnika, odnosno koliko su upoznati sa sigurnosnim problemima te analiza tih rezultata pomoću algoritma evidencijskog zaključivanja i web aplikacije.

2. PROBLEM SIGURNOSTI KORISNIKA ICT SUSTAVA

Svi korisnici ICT sustava suočavaju se s prijetnjama koje taj sustav nosi sa sobom. Unatoč brojnim izvješćima o gubicima podataka zbog kršenja računalne sigurnosti, mnogi pojedinci još uvijek ne slijede osnovne sigurnosne mjere.

Većina špijunskih programa (eng. *spyware*) spada u manje opasnu kategoriju takvih sustava, točnije u vrstu reklamiranja (eng. *adware*) koje isporučuje ciljane oglase na temelju korisnikovih navika pretraživanja interneta [1]. Mnogo više zlonamjerna vrsta špijunskog softvera prati svaki korisnikov pritisak na tipku i šalje te informacije svojim vlasnicima. Takve informacije mogu se koristiti u svrhe rudarenja podataka, ali se mogu i zloupotrijebiti za krađu identiteta i financijske zločine.

Procjena prijetnji je proces koji obuhvaća korisničku procjenu prijetnje na samom sebi, uključujući težinu prijetnji i podložnosti njima [2]. Najizravniji način poticanja korisnika na obraćanje pozornosti na svoju sigurnost je strah. Umjerene količine straha potiču na sigurno ponašanje. Niske količine straha umanjuju sigurnost, jer se prijetnja ne čini dovoljno važnom za rješavanje. Međutim, intenzivan strah također može spriječiti sigurno ponašanje, iz razloga što će ljudi radije potisnuti svoj strah nego se nositi s opasnošću.

Izgradnja povjerenja u vlastite sposobnosti i u korištene mjere sigurnosti jedna je od najučinkovitijih strategija obrazovanja ljudi o sigurnosti na internetu. No, kako bi se povjerenje moglo izgraditi, korisnike je potrebno obrazovati o prijetnjama i kako se nositi s njima te podići razinu svijesti korisnika o potencijalnim trikovima kojima se socijalni inženjeri koriste protiv njih.

Socijalni inženjering je niz tehnika pomoću kojih pojedinac, iskorištavanjem ljudskih pogrešaka i slabosti, utječe na drugog pojedinca kako bi ga naveo da učini nešto što nije u njegovom interesu. Socijalni se inženjering najčešće koristi u svrhu otkrivanja povjerljivih informacija ili dobivanja pristupa nekim drugim resursima do kojih napadač inače ne bi mogao doći [3]. Socijalni inženjering se pojavljuje u tri različita oblika što su phishing, vishing i impersonation. Phishing se odnosi na slanje poruka s izvora koji djeluje pouzdano u svrhu dobivanja informacija ili utjecaja. Prikupljene informacije mogu uključivati brojeve kreditnih kartica i razne korisničke lozinke. Vishing obuhvaća prikupljanje informacija putem telefona, često uz lažiranje broja pozivatelja. Impersonation, odnosno lažno predstavljanje, uključuje dobivanje pristupa informacijama i utjecaja korištenjem lažnog identiteta.

Koraci napada koje obuhvaća socijalni inženjering su prikupljanje informacija o žrtvi, uspostavljanje veze, pristupanje i realizacija napada. Najčešće posljedice takvog napada su materijalni gubitak, gubitak povjerljivih informacija, gubitak ugleda i korištenje tih podataka za daljnje napade. Kako bi se korisnici mogli zaštititi od takvih napada potrebno ih je obrazovati o opasnostima, uz poticanje da s povjerljivim podacima postupaju odgovorno i promišljeno.

Prema zahtjevima informacijske sigurnosti, potrebno je postići stanje povjerljivosti, cjelovitosti i raspoloživosti podatka, što se postiže primjenom propisanih mjera i normi informacijske sigurnosti te organizacijskom podrškom [4]. Informacija je glavni element sustava kojeg je potrebno sigurnosno braniti. Zaštita podataka obuhvaća fizičku, mrežnu i programsku zaštitu sustava uz razne sigurnosne procedure za oporavak sustava i ograničavanje utjecaja rizičnog ponašanja korisnika.

2.1. Rješenja problema sigurnosti

Postoje mnogi znanstveni projekti koji pokušavaju kreirati sigurnosno rješenje povezivanjem postojećih sigurnosnih uputa, rješenja i normi. Izvori informacija poput ISO/IEC 27000 (eng. *International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission*) [5], europska agencija za sigurnost ENISA (eng. *European Network and Information Security Agency*) [6] i CERT-a (eng. *Computer Emergency Response Team*) [7] osnova su za kreiranje cjelovitih sigurnosnih rješenja. Neka od poznatijih programskih rješenja za procjenu sigurnosnih rizika su AURUM (eng. *Automated Risk and Utility Management*) [8], CORAS za analizu rizika [9] i metodologija MOPM (eng. *Multi Objectives Programming Methodology*) [10]. Navedenim rješenjima nedostaje element koji bi se odnosio na utjecaj ponašanja korisnika sustava u procjeni rizika i pokazali su se kao neprimjenjivi istovremeno na sve sigurnosne elemente ICT sustava.

3. ALGORITAM ZA EVIDENCIJSKO ZAKLJUČIVANJE

Teorija dokaza jedna je od grana matematičke logike koja se prvi put počela istraživati u 1960-im godinama. Ta teorija predstavlja dokaze kao matematičke objekte i time olakšava njihovu analizu raznim matematičkim tehnikama. Našla je široku primjenu u raznim područjima poput umjetne inteligencije, prepoznavanju uzoraka, baza podataka, procjene rizika i u metodama višekriterijskog odlučivanja.

Višekriterijske metode za donošenje odluka prikladne su za rješavanje složenih problema s različitim oblicima podataka i informacija. Postoji dva glavna tipa MCDM (eng. *Multiple-Criteria Decision Making*) problema, a odnose se na konačni broj alternativnih rješenja i na beskonačan broj rješenja ovisno o definiranom problemu [10]. MCDM obuhvaća razna područja kao što su područje matematike, upravljanja, informatike, psihologije i ekonomije. Primjena višekriterijskog odlučivanja je vrlo široka i može se koristiti za rješavanje raznih problema.

Metode višekriterijskog odlučivanja dijele se na nekompensacijske i kompensacijske metode [11]. U slučaju nekompensacijskih metoda, nije dozvoljeno balansiranje vrijednosti između atributa. Balansiranje atributa je pojam koji označava da je manji pad u jednom atributu prihvatljiv ako je nadomješten poboljšanjem u jednom ili više atributa. U slučaju da nije dozvoljeno balansiranje vrijednosti između atributa, usporedba se kreira na bazi atribut-atribut. Prethodno spomenute metode su jednostavnije od kompensacijskih jer one dozvoljavaju balansiranje između atributa. Metoda evidencijskog zaključivanja pripada kompensacijskim metodama višekriterijskog odlučivanja.

Evidencijsko zaključivanje je metoda nastala u 90-im godinama temeljena na Dempster-Shafer teoriji [12, 13], teoriji odlučivanja (eng. *decision-making theory*) [14] i modelu analize (eng. *evaluation analysis model*) [15]. Uobičajeno je koristiti matricu odluke, no Dempster-Shafer teorija koristi proširenu matricu odluke. U toj matrici odluke se zadani atributi opisuju distribuiranim ocjenama uključujući stupanj uvjerenja pa se iz tog razloga kao rezultat subjektivne procjene dobije objektivna ocjena.

Algoritam za evidencijsko zaključivanje je prikladan za rješavanje MCDA problema jer omogućuje računanje s kvalitativnim i kvantitativnim mjerenjima. Taj algoritam pri procjeni uzima u obzir i subjektivnost i nesigurnost. Nesigurnost predstavlja mjerenja ili nedostatak dijela mjerenja. Algoritam evidencijskog zaključivanja ima mogućnost postavljanja različitih težinskih vrijednosti pri ocjeni

elemenata u ovisnosti o važnosti pojedinog elementa. Važnost pojedinog elementa zapravo predstavlja stupanj utjecaja ocjene elementa na ukupnu ocjenu sustava. Zbog jednostavnosti u ovome radu su svi elementi sustava uzeti kao ravnopravni, odnosno svi elementi su jednake važnosti.

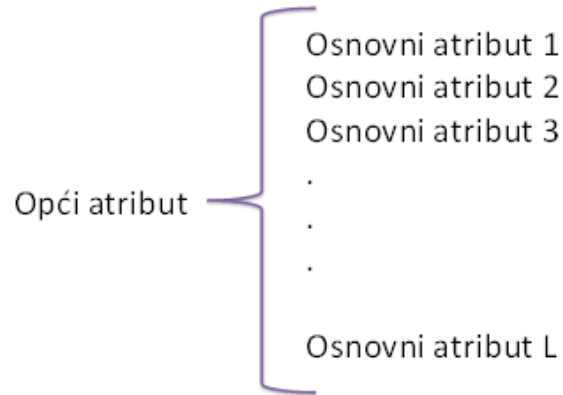
3.1. Prošireni algoritam evidencijskog zaključivanja

Za uspješno provođenje evidencijskog algoritma, potrebno je definirati strukturu među atributima. Vrijednosti atributa viših razina dobivene su vrijednostima nižih razina, uz stupanj neodređenosti. Neodređenost u ovom slučaju predstavlja to da neko pitanje nema odgovor. Distribucija ocjene osnovnog atributa definira se kao skup stupnjeva uvjerenja koja su vezana uz pojedinu ocjenu, uz dodatnu nesigurnost.

Procjena nekog sustava može biti loša, dovoljno dobra, dobra, vrlo dobra i odlična što se predstavlja ocjenama od 1 do 5. Prilikom procjene nekog atributa, na primjeru nekog sustava, ocjena se može zadati kao 40% sigurnosti da je sustav u dobrom stanju, 20% da je u vrlo dobrom stanju i 10% da je u odličnom stanju. Na temelju te procjene može se vidjeti da je stupanj uvjerenja 0.7, a nesigurnosti 0.3. Vrijednost stupnja uvjerenja je dobivena zbrajanjem decimalnih vrijednosti navedenih postotaka, odnosno vrijednosti 0.4, 0.2 i 0.1, a stupanj nesigurnosti je razlika do 1.0, odnosno do 100%. Ta procjena atributa je iz tog razloga nepotpuna, a potpuna bi bila u slučaju da je stupanj nesigurnosti 0.

3.2. Matematička definicija proširenog algoritma evidencijskog zaključivanja

Ako se radi o jednostavnoj dvorazinskoj hijerarhijskoj strukturi atributa, opće svojstvo ili opći atribut nalazi se na gornjoj razini, a više osnovnih atributa nalazi se na donjoj razini (Slika 3.1).



Slika 3.1 Hijerarhijska struktura atributa

Uz pretpostavku da postoji L osnovnih atributa e_i ($i = 1, \dots, L$) i da su povezani s općim atributima Y definira se skup osnovnih atributa:

$$E = \{e_1, \dots, e_i, \dots, e_L\}. \quad (3-1)$$

Na isti način može se pretpostaviti kako su težinske vrijednosti atributa predstavljene s $\omega = \{\omega_1, \dots, \omega_i, \dots, \omega_L\}$. Relativna težina i -tog osnovnog atributa e_i je predstavljena s ω_i te poprima vrijednost između 0 i 1. Pri procjeni sigurnosti pojedinog elementa, u ovisnosti važnosti tog elementa, bitne su težinske vrijednosti. Težinske vrijednosti predstavljaju utjecaj ocjene nekog elementa na ukupnu ocjenu sustava. Prije procjene stanja atributa potrebno je definirati skup mogućih ocjena stanja. Ocjene stanja su prikazane sljedećim skupom:

$$H = \{H_1, \dots, H_n, \dots, H_N\}, \quad (3-2)$$

uz pretpostavku da je ocjena H_{n+1} veća, što bi značilo da predstavlja bolju razinu sigurnosti od ocjene H_n . U tom slučaju H predstavlja uređeni skup elementa koji počinje od onog s najnižom vrijednošću. Izrazom u nastavku se može predstaviti procjena i -tog elementa skupa osnovnih atributa e_i :

$$S(e_i) = \{(H_n, \beta_{n,i}), n = 1, \dots, N\} \text{ gdje je } i = 1, \dots, L. \quad (3-3)$$

U tom izrazu $\beta_{n,i}$ predstavlja stupanj uvjerenja gdje je $\beta_{n,i} \geq 0$, odnosno stupanj uvjerenja veći ili jednak nuli te $\sum_{n=1}^N \beta_{n,i} \leq 1$, odnosno da je suma svih stupnjeva uvjerenja manja ili jednaka jedan. U slučaju da je $\sum_{n=1}^N \beta_{n,i} = 1$, procjena stanja je potpuna. Ako suma svih uvjerenja iznosi manje od jedan, odnosno $\sum_{n=1}^N \beta_{n,i} < 1$, tada je procjena stanja promatranog objekta nepotpuna. Također postoji poseban slučaj koji je prikazan sljedećim izrazom:

$$\sum_{n=1}^N \beta_{n,i} = 0 \quad (3-4)$$

Prethodno prikazani izraz označava potpuni nedostatak informacije o atributu e_i . Moguće je da se dogodi pojava djelomičnih ili potpunih nedostataka o određenim atributima koji su nužni za donošenje odluka. U tim slučajevima je vrlo važno kako će se postupiti s takvom informacijom.

Iz prethodnih izraza i opisa da se zaključiti da je H_n ocjena, a β_n stupanj uvjerenja na koju je procijenjen taj opći atribut. Za potrebe rada potrebno je izračunati stupanj uvjerenja β_n , uzimajući u obzir procjene stanja svih atributa e_i . Ocjena i stupanj uvjerenja za opći atribut na osnovu informacija vezanih uz osnovne attribute izračunava se agregacijskim procesom izračunava se, odnosno algoritmom u nastavku.

Težinsku vrijednost osnovnog atributa predstavlja $m_{n,i}$. Ta vrijednost predstavlja vrijednost kojom osnovni i -ti atribut e_i podupire tvrdnju da se osnovni atribut y može procijeniti na vrijednost koja je unaprijed definirana kao ocjena H_n . Da se zaključiti da je $m_{H,i}$ ostatak težinske vjerojatnosti čiji je izračun prikazan sljedećim izrazom:

$$m_{n,i} = \omega_i \beta_{n,i} \quad n=1, \dots, N. \quad (3-5)$$

Oznaka ω_i predstavlja vrijednost dobivenu normiranjem težina osnovnih atributa. Izrazom u nastavku prikazan je izračun težinskih vjerojatnosti:

$$m_{H,i} = 1 - \sum_{n=1}^N m_{n,i} = 1 - \omega_i \sum_{n=1}^N \beta_{n,i} \quad (3-6)$$

$E_{I(i)}$ je podskup prvih i atributa $E_{I(i)} = \{e_1, e_2, \dots, e_i\}$, a $m_{n,I(i)}$ je težinska vjerojatnost. Težinska vjerojatnost je stupanj kojim svi i atributi podupiru tvrdnju kojom je atribut y procijenjen na ocjenu H_n . Ostatak težinske vjerojatnosti, koji nije dodijeljen pojedinim ocjenama nakon što su procijenjeni svi osnovni atributi $E_{I(i)}$, predstavljen je izrazom $m_{H,I(i)}$. Iz osnovne težinske vjerojatnosti $m_{n,j}$ i $m_{H,j}$ za sve $n=1, \dots, N$, i $j=1, \dots, i$ mogu se izračunati težinske vjerojatnosti $m_{n,I(i)}$, $m_{H,I(i)}$ za $E_{I(i)}$. Pomoću izraza (3-7), (3-8), (3-9) može se prikazati originalni rekurzivni algoritam evidencijskog zaključivanja.

$$m_{n,I(i+1)} = K_{I(i+1)}(m_{n,I(i)}m_{n,i+1} + m_{n,I(i)}m_{H,i+1} + m_{H,I(i)}m_{n,i+1}) \quad n = 1, \dots, N \quad (3-7)$$

$$m_{H,I(i+1)} = K_{I(i+1)}m_{H,I(i)}m_{H,i+1} \quad (3-8)$$

$$K_{I(i+1)} = \left[1 - \sum_{t=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq t}}^N m_{t,I(i)}m_{j,i+1} \right]^{-1} \quad i = 1, \dots, L-1 \quad (3-9)$$

gdje je normirajući koeficijent $K_{I(i+1)}$ takav da je uvjet izražen izrazom $\sum_{n=1}^N m_{n,I(i+1)} + m_{H,I(i+1)} = 1$ zadovoljavajući. Osnovni atributi $E_{I(i)}$ proizvoljno su poredani te njihove početne vrijednosti iznose $m_{n,I(1)} = m_{n,1}$ i $m_{H,I(1)} = m_{H,1}$. Prije proširenja u algoritmu evidencijskog zaključivanja, kombinirani stupanj uvjerenja za opći atribut β_n prikazan je sljedećim izrazom:

$$\beta_n = m_{n,I(L)}, \quad n = 1, \dots, N \quad (3-10)$$

$$\beta_H = m_{H,I(L)} = 1 - \sum_{n=1}^N \beta_n \quad (3-11)$$

gdje je s_{β_H} označen stupanj nepotpune procjene.

Poboljšani algoritam evidencijskog zaključivanja zasnovan je na osnovnom algoritmu evidencijskog zaključivanja proširenjem aksioma za sintezu agregacijskog postupka nužnim za objektivno i smisleno zaključivanje [15, 17]. Na višerazinsku hijerarhijsku strukturu moguće je primijeniti prošireni algoritam za evidencijsko zaključivanje [18].

- „Aksiom 1: opći atribut y ne može se procijeniti ocjenom H_n ukoliko niti jedan od osnovnih atributa skupa E nije procijenjen ocjenom H_n . Ovaj aksiom se još naziva i aksiom neovisnosti. On znači da ako je $\beta_{n,i}=0$ za sve $i=1, \dots, L$, tada je $\beta_n=0$ “ [16].
- „Aksiom 2: opći atribut y trebao bi biti precizno ocijenjen ocjenom H_n ukoliko su svi osnovni atributi skupa E precizno ocijenjeni ocjenom H_n . Ovaj aksiom naziva se još i aksiom konsenzusa. On znači da ukoliko je $\beta_{k,i}=1$ i $\beta_{n,i}=0$ za sve $i=1, \dots, L$ i $n=1, \dots, N, n \neq k$, tada je $\beta_k=1$ i $\beta_n=0$ ($n=1, \dots, N, n \neq k$)“ [16].
- „Aksiom 3: ukoliko su svi osnovni atributi skupa E u potpunosti procijenjeni na određeni skup ocjena, tada bi i opći atribut y trebao biti procijenjen na isti podskup ocjena. Ovo svojstvo naziva se još i aksiom potpunosti“ [16].
- „Aksiom 4: ukoliko je procjena nekog od osnovnih atributa iz skupa E nepotpuna do određenog stupnja tada će i opći atribut y biti procijenjen nepotpunom ocjenom. To svojstvo nazivamo aksiomom nepotpunosti „[16].

U slučaju da algoritam ne zadovoljava prethodno navede aksiome, postoji prošireni algoritam evidencijskog zaključivanja. Taj algoritam osigurava ispunjenje navedenih aksioma. Prošireni algoritam evidencijskog zaključivanja mora ispuniti prethodno navedene aksiome i pružiti pouzdanu agregaciju svih informacija, uključujući nepotpune. Taj algoritam koristi novu težinsku normizaciju prikazanu u nastavku:

$$\sum_{i=1}^L \omega_i = 1, \quad (3-12)$$

Pri korištenju proširenog algoritma evidencijskog zaključivanja, ostatak težinske vjerojatnosti promatrat će se zasebno s obzirom na relativne težine atributa i nepotpunost procjene. Za izbor gornjih i donjih vrijednosti stupnjeva uvjerenja koristi se koncept mjerenja stupnja uvjerenja i mjerenja pouzdanosti u prethodno spomenutoj Dempster-Shafer [12, 13] teoriji zaključivanja. U proširenom algoritmu za evidencijsko zaključivanje na dva dijela se razdvaja $m_{H,i}$ koji je prikazan u izrazu (3-6):

$$\bar{m}_{H,i} = 1 - \omega_i \quad (3-13)$$

$$\tilde{m}_{h,i} = \omega_i (1 - \sum_{i=1}^N \beta_{n,i}) \quad (3-14)$$

Također vrijedi i:

$$\tilde{m}_{H,i} + \tilde{m}_{h,i} = m_{H,i}. \quad (3-15)$$

U prvom dijelu $\tilde{m}_{H,i}$, pronalazi se linearna funkcija od ω_i . Stupanj kojim ostali atributi sudjeluju u procjeni predstavljen je oznakom $\tilde{m}_{H,i}$ što znači da u slučaju da težina osnovnog atributa e_i iznosi nula ili je $\omega_i = 0$, $\tilde{m}_{H,i}$ će imati vrijednost jedan. U slučaju da osnovni atribut e_i dominira procjenom ili je $\omega_i = 1$, $\tilde{m}_{H,i}$ će imati vrijednost nula.

Posljedica nepotpune procjene osnovnih atributa $S(e_i)$ je to da je ostatak težinske vjerojatnosti koji nikada nije dodijeljen niti jednoj ocjeni $\tilde{m}_{H,i}$. U slučaju da je procjena osnovnog atributa $S(e_i)$ potpuna, $\tilde{m}_{H,i}$ iznosi nula, a u suprotnom, odnosno kada je $S(e_i)$ nepotpuna, $\tilde{m}_{H,i}$ će imati vrijednost proporcionalnu ω_i i poprimit će vrijednost između 0 i 1.

Izrazi $m_{n,I(i)} (n = 1, \dots, N)$, $\tilde{m}_{H,I(i)}$ i $\bar{m}_{H,I(i)}$ predstavljaju kombinirane težinske vjerojatnosti. Te vrijednosti su nastale kombinacijom prvih i procjena. U tom slučaju je moguće prikazati novi algoritam za evidencijsko zaključivanje kao rekurziju. Rekurzija za $(i+1)$ procjenu uzima u obzir prvih i procjena što je prikazano izrazima u nastavku:

$$m_{n,I(i+1)} = K_{I(i+1)} [m_{n,\leftrightarrow I(i)} m_{n,i+1} + m_{H,I(i)} m_{n,i+1} + m_{n,I(i)} m_{H,i+1}] \quad (3-16)$$

$$m_{H,I(i)} = \tilde{m}_{H,I(i)} + \bar{m}_{H,I(i)} \quad (3-17)$$

$$\tilde{m}_{H,I(i+1)} = K_{I(i+1)} [\tilde{m}_{H,I(i)} \tilde{m}_{H,i+1} + \bar{m}_{H,I(i)} \tilde{m}_{H,i+1} + \tilde{m}_{H,I(i)} \bar{m}_{H,i+1}] \quad (3-18)$$

$$\bar{m}_{H,I(i+1)} = K_{I(i+1)} [\bar{m}_{H,I(i)} \bar{m}_{H,i+1}] \quad (3-19)$$

$$K_{I(i+1)} = \left[1 - \sum_{t=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq t}}^N m_{t,I(i)} m_{j,i+1} \right]^{-1} \quad i = \{1, \dots, L-1\}. \quad (3-20)$$

Nakon obavljanja procjene, uz korištenje normizacijskog procesa, moguće je izračunati kombinirani stupanj uvjerenja koji je prikazan sljedećim izrazom:

$$\beta_n = \frac{m_{n,I(L)}}{1 - \bar{m}_{H,I(L)}} \quad n = 1, \dots, N \quad (3-21)$$

$$\beta_H = \frac{\tilde{m}_{H,I(L)}}{1 - \bar{m}_{H,I(L)}} \quad (3-22)$$

β_n je stupanj uvjerenja za ocjenu H_n koja je dodijeljena procjenom, a β_H je nedodijeljen stupanj uvjerenja. To je prikazano izrazima (3-21) i (3-22). Nedodijeljen stupanj uvjerenja predstavlja nepotpunost u procjeni. Svi dobiveni kombinirani stupnjevi uvjerenja zadovoljavaju sva četiri aksioma sinteze koja su prethodno navedena.

Iz razloga što ocjene procjene razine sigurnosti sustava, koje su dobivene na ovaj način, nisu dovoljno jasne da bi se istaknula razlika u procjenama sigurnosti više različitih sustava ili usporedba sa sigurnosnim razinama, uveden je pojam ukupna ocjena. Ukupna ocjena je pojam uveden kako bi se njime prikazala ekvivalentna numerička vrijednost ocjena dobivenih procesom kombinacije. Distribucija ocjene se opisuje ukupnom ocjenom U i intervalom odstupanja koji je dobiven iz ukupnog stupnja nesigurnosti.

Uz pretpostavku da je $U(H_n)$ ukupna ocjena procjene H_n i uz uvjet $U(H_{n+1}) > U(H_n)$, gdje je H_{n+1} bolja ocjena od H_n , ukupna ocjena $U(H_n)$ se može izračunati metodom dodjeljivanja vjerojatnosti ili regresijskim modelom s parcijalnim ocjenama. Pomoću izraza u nastavku može se izračunati ukupna procjena općeg atributa y samo ako su procjene potpune, odnosno ako je $\beta_H = 0$:

$$U(y) = \sum_{n=1}^N \beta_n U(H_n) \quad (3-23)$$

Ocjenom a predstavljena je razina sigurnosti sustava koja je bolja od razine sigurnosti sustava koja je predstavljena ocjenom b . Ocjena a je veća od ukupne ocjene b , što znači da vrijedi izraz: $U(y(a)) > U(y(b))$. Izrazom (3-21), stupanj uvjerenja β_n ukazuje na donju granicu procjene na koju se može procijeniti opći atribut y . Mjerom validnosti za H_n , odnosno izrazom $(\beta_n + \beta_H)$, prikazana je gornja granica procjene. Raspon ocjena na koje može biti procijenjen opći atribut y prikazan je intervalom: $[\beta_n, (\beta_n + \beta_H)]$.

U slučaju da je procjena sigurnosti promatranog subjekta potpuna interval se reducira samo na vrijednost β_n , što bi značilo da je interval stupnjeva uvjerenja ovisan o nedodijeljenom stupnju uvjerenja β_H . y U svakom drugom slučaju, opći atribut se može procijeniti intervalom $[\beta_n, (\beta_n + \beta_H)]$. Tim tvrdnjama moguće je definirati vrijednosti koje jednoznačno prikazuju procjenu općeg atributa y . Te vrijednosti su najveća, najmanja i srednja vrijednost ukupne ocjene procjene koje su prikazane na sljedećim izrazima:

$$U \sum_{n=1}^{N-1} \beta_n U(H_n) + (\beta_N + \beta_H)_{N_{max}} \quad (3-24)$$

$$U_{H_1} \sum_{n=2}^N \beta_n U(H_n)_{min} \quad (3-25)$$

$$U_{avg}(y) = \frac{U_{max}(y) - U_{min}(y)}{2}. \quad (3-26)$$

Kada su sve procjene atributa y potpune, točnije kada je $\beta_H = 0$ vrijedi sljedeći izraz: $U(y) = U_{avgmin_{max}}$.

Ukupnim ocjenama procjene i intervalima nesigurnosti ili odstupanja uspoređuju se razine sigurnosti dva sustava, odnosno sustava a_l i a_k . Poželjno je da razina sigurnosti sustava a_l bude bolja od razine sigurnosti sustava a_k onda i samo onda ako je $Ulk_{max_{min}}$. Ako i samo ako su $Ulk_{min_{min}}$ i $Ulk_{max_{max}}$ dva sustava su jednake razine sigurnosti. Potrebno je povećati kvalitetu procjena smanjujući nepotpunost u procjenama osnovnih atributa kako bi se povećala pouzdanost usporedbe razina sigurnosti sustava. U svakom drugom slučaju, uspoređivanje razine sigurnosti dva računalna sustava bit će nepotpuno.

3.3. Primjena proširenog algoritma evidencijskog zaključivanja na korisnika

U svrhe ovog rada algoritam evidencijskog zaključivanja se koristi za procjenu stupnja učestalosti, važnosti i rizika. Za svaku kategoriju implementirano je nekoliko pitanja s pripadajućim odgovorima. Za procjenu učestalosti odgovori između kojih korisnik odabire onaj koji se najviše odnosi za njega su nikad, rijetko, ponekad, često, uvijek i nisam siguran/na. Za procjenu stupnja važnosti odgovori su nije važno, donekle važno, nisam siguran/na, važno i jako važno te za procjenu stupnja rizika nije rizično, donekle rizično, nisam siguran/na, rizično i jako rizično. Svaki od tih odgovora nosi određen broj bodova po kojem se korisnici ocjenjuju zasebno i zatim se ti odgovori primijenjuju na ponašanje skupine.

Na primjeru odgovora deset korisnika u tablici 3.1. prikazana je distribucija skupne ocjene osnovnog atributa. Ocjene su označene brojevima od jedan do pet. Formiranje konačne ocjene se vrši prebrojavanjem i izračunom proporcija svake od pet mogućih ocjena.

Tablica 3.1 Formiranje ocjene osnovnog atributa korisnika

DISTRIBUCIJA OCJENE	KORISNIK 1	KORISNIK 2	KORISNIK 3	KORISNIK 4	KORISNIK 5	KORISNIK 6	KORISNIK 7	KORISNIK 8	KORISNIK 9	KORISNIK 10
2(0.4), 4(0.6)	2	2	4	2	4	4	2	4	4	4
1(0.3), 2(0.2), 3(0.4), 4(0.1)	1	3	2	4	3	2	1	1	3	3
1(0.1), 2(0.3), 3(0.2), 4(0.2), 5(0.2)	2	3	4	4	5	2	5	1	3	2

Za potrebu ovog primjera ocjena jedan će označavati odgovor loše, ocjena dva dovoljno, ocjena tri prosječno, ocjena četiri dobro i ocjena pet izvrsno. U prvom retku tablice 3.1 četvero korisnika je dobilo ocjenu dva, a ostalih šest ocjenu četiri. Distribucija ocjene osnovnog atributa za skupinu u tom slučaju ima oblik:

$$S(\text{procjena rizičnosti elementa ponašanja}) = \{(\text{dovoljno}, 0.40), (\text{dobro}, 0.60)\} \quad (3-27)$$

U ovom slučaju nesigurnost ne postoji, odnosno iznosi 0% jer su svi korisnici dali odgovore na sva pitanja. Nakon izračuna glavnog atributa skupine u primjeru, distribucija ocjene skupine iznosi:

$$S(\text{procjena rizičnosti ponašanja}) = \{(\text{loše}, 0.1260), (\text{dovoljno}, 0.3145), (\text{prosječno}, 0.1943), (\text{vrlo dobro}, 0.3045), (\text{izvrsno}, 0.0607)\} \quad (3-28)$$

Ukupna ocjena procjene tada iznosi:

$$U(\text{procjena rizičnosti ponašanja}) = 0.536 \quad (3-29)$$

4. PROGRAMSKO RJEŠENJE WEB APLIKACIJE

Algoritam evidencijskog zaključivanja primijenjen je za detekciju rizičnosti ponašanja korisnika pri korištenju ICT sustava. Opća pitanja ne utječu na odgovore, odnosno na izračun rizičnosti pa se nalaze u anketi samo informativno. Anketa je ispitana na studentima druge godine diplomskog studija računarstva na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija. Pitanja su podijeljena u tri kategorije: učestalost, važnost i rizik.

Za kreiranje web aplikacije korišten je Visual Studio Code uređivač izvornog koda, programski jezik PHP, MySQL baza podataka te HTML i CSS. Za pokretanje web aplikacije i uvid u bazu podataka korišten je XAMPP paket rješenja za više platformi otvorenog koda koji se sastoji od Apache HTTP poslužitelja, MariaDB baze podataka i tumača za skripte napisane u programskim jezicima PHP i Perl.

4.1. Kreiranje projekta

Prvi korak izrade web aplikacije je kreiranje projekta u Visual Studio Code uređivaču izvornog koda. Ovaj projekt sastoji se od sedam .php datoteka i dvije mape s datotekama. Unutar mape css nalazi se datoteka sa css stilovima primijenjenim na ovom projektu. Dio .css datoteke sa stilovima primijenjenim na ovom projektu prikazan je na slici 4.1. Druga datoteka u prethodno spomenutoj mapi je bootstrap datoteka koju je potrebno staviti u projekt ukoliko se planira koristiti. Bootstrap je CSS okvir otvorenog koda usmjeren na responzivni front-end web razvoj koji sadrži predloške dizajna za fontove, stilove, gumbe te razne druge komponente koje se koriste za kreiranje sučelja.

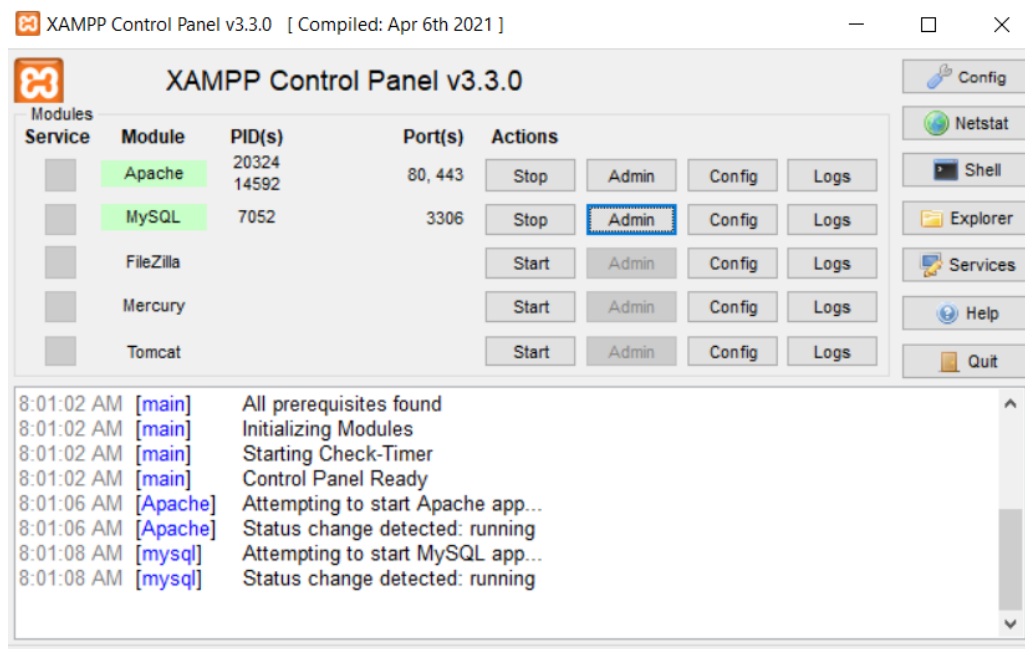
```
.container-fluid {
  width: 90%;
  margin-left: auto;
  margin-right: auto;
  margin-top: 50px;
  margin-bottom: 50px;
  padding: 50px 0px 50px 10px;
  position: relative;
  background-color: ■ rgb(236, 236, 236);
  border-radius: 10px;
}

.contentbox {
  border: 2px solid ■ rgb(226, 226, 226);
  border-radius: 10px;
  background: ■ white;
  padding: 10px;
  margin: 20px;
}
```

Slika 4.1 Dio datoteke .css

Za korištenje JavaScript-a u istoimenu mapu dodane su datoteke za rad s prethodno spomenutim Bootstrap CSS okvirom i za jQuery. JQuery je JavaScript biblioteka kreirana za pojednostavljenje obilaska HTML DOM stabla i manipulacije, rukovanje događajima i CSS animaciju.

Kako bi se projekt mogao pokrenuti u internet pregledniku, potrebno je na računalu instalirati XAMPP paket. U mapi gdje se nalazi instalacija tog paketa nalaze se mnoge druge mape uključujući mapu htdocs. Ta mapa je značajna jer je u nju potrebno staviti izvorni kod aplikacije kako bi se aplikacija mogla pokrenuti te kako bi se mogla testirati njena funkcionalnost. Sučelje upravljačke ploče XAMPP-a je prikazano na slici 4.2. Ukoliko je sve pravilno postavljeno, upisivanjem rute localhost/ime_mape/ime_datoteke.php u željeni internetski preglednik pokreće se php skripta datoteke čije je ime upisano. Pritiskom na gumb Admin sa slike 4.2 ili upisivanjem localhost/phpmyadmin/ u internetski preglednik, otvara se sučelje za rad s bazom podataka. Na tom sučelju omogućena je manipulacija s bazom podataka, primjerice pretraživanje, dodavanje i brisanje.



Slika 4.2 Sučelje XAMPP-a

4.2. Kreiranje baze podataka

Za spremanje podataka kreirana je baza podataka u koju će se spremati korisnikovi odgovori na pitanja iz ankete. Za kreiranje baze podataka korištena je MySQL baza podataka, točnije MySQLi proširenje za relacijske baze podataka koji se koristi u PHP-u za pružanje sučelja s MySQL bazama podataka.

Datoteka `init.php` sadrži skripte koje se koriste za spajanje na bazu podataka. Na slici 4.3 prikazane su linije koda s kreiranjem konekcije s parametrima „`$username`“, „`$servername`“, „`$password`“ koji predstavljaju ime poslužitelja, korisničko ime i zaporku računa za administraciju podataka, pokušajem spajanja na bazu i ispisivanjem poruke ukoliko je neuspješno i linija sa stvaranjem baze podataka imena „`diplomski`“.

```

$con = new mysqli($servername, $username, $password);

if($con->connect_error) {
    die("Neuspjelo spajanje na poslužitelj baze podataka: " . $con->connect_error);
}
mysqli_select_db($con, "diplomski");

```

Slika 4.3 Povezivanje na bazu podataka

Sljedeći korak je kreiranje elemenata tablice u prethodno spomenutoj datoteci init.php. Elementi tablice su ID koji svaki korisnik mora imati kako bi se pravilno njegovi podaci upisali u tablicu, zatim opći podaci koji uključuju dob, spol i godinu fakulteta i odgovori na trinaest pitanja koja će biti postavljena u anketi. Opći podaci se u tablici nalaze samo informativno, nemaju nikakav utjecaj na konačni rezultat. Kreiranje elemenata tablice prikazano je na slici 4.4.

```

$tb_test = mysqli_query($con, "SHOW TABLES LIKE diplomski");
if (!$tb_test) {
    $sql = "CREATE TABLE diplomski
    (
        sID INTEGER UNSIGNED NOT NULL AUTO_INCREMENT,
        spol INTEGER UNSIGNED,
        dob INTEGER UNSIGNED,
        godina INTEGER UNSIGNED,
        p1 INTEGER UNSIGNED,
        p2 INTEGER UNSIGNED,
        p3 INTEGER UNSIGNED,
        p4 INTEGER UNSIGNED,
        p5 INTEGER UNSIGNED,
        p6 INTEGER UNSIGNED,
        p7 INTEGER UNSIGNED,
        p8 INTEGER UNSIGNED,
        p9 INTEGER UNSIGNED,
        p10 INTEGER UNSIGNED,
        p11 INTEGER UNSIGNED,
        p12 INTEGER UNSIGNED,
        p13 INTEGER UNSIGNED,
        PRIMARY KEY (sID)
    )
    ENGINE = InnoDB";
    mysqli_query($con, $sql);
}

```

Slika 4.4 Kreiranje elemenata tablice

4.3. Kreiranje korisničkog sučelja

Za kreiranje korisničkog sučelja prvo je potrebno napisati datoteku `index.php` koja sadrži prvu stranicu koja se otvara pri rješavanju ankete. Ta datoteka se sastoji od PHP skripte vidljive na slici 4.5. Prvo je potrebno pokrenuti sesiju te zatim u bazu podataka upisati opće podatke o korisniku nakon što odgovori na pitanja u anketi. Posljednji korak je određivanje koja se datoteka pokreće sljedeća na pritisak gumba koji se nalazi na zaslonu.

```
<?php
session_start();
if ($_SERVER['REQUEST_METHOD'] === 'POST') {
    if (isset($_POST['dalje'])) {
        include 'init.php';
        $spol = $_POST['spol'];
        $dob = $_POST['dob'];
        $godina = $_POST['godina'];
        $sql = "INSERT INTO diplomski (spol, dob, godina) VALUES
            ('" . $spol . "', '" . $dob . "', '" . $godina . "')";
        mysqli_query($con, $sql);
        $sessionNum = mysqli_insert_id($con);
        $_SESSION['sid'] = $sessionNum;
        header('Location: ' . 'ucestalost.php');
    }
}
?>
```

Slika 4.5 PHP skripta `index.php` datoteke

Osim PHP skripte, datoteka `index.php` se sastoji od HTML dijela koda. U tom dijelu su postavljeni potrebni elementi za izgled sučelja i spremanje odgovora na pitanja u anketi. Na slici 4.6 je prikazan jedan primjer kako se kreira pitanje u anketi. Sastoji se od pitanja, gumba za odabir (eng. *radio button*) i vrijednosti. Na taj način su kreirana sva pitanja u anketi.

```

<p class="contentbox">
  Spol:
  <br/><br/>
  <input type="radio" name="spol" value="M"/> Muško
  <br/>
  <input type="radio" name="spol" value="Ž"/> Žensko
</p>

```

Slika 4.6 Kreiranje sučelja pitanja u HTML-u

Sučelje prve stranice ankete prikazano je na slici 4.7. Sučelje se sastoji od naslova, pitanja o spolu i dva gumba, pitanja o godinama s izbornikom, pitanja o godini studija i gumba koji vodi na sljedeću stranicu. Na gumb se može pritisnuti kada se odgovori na sva postavljena pitanja.

Slika 4.7 Sučelje prve stranice ankete (opći podaci)

Sljedeća stranica s pitanjima koja je kreirana je stranica s pitanjima o učestalosti ponašanja (Slika 4.10). Na slici 4.9 može se vidjeti kod za kreiranje sučelja te stranice. Svi elementi osim gumba nalaze se unutar tablice. Za kreiranje tablice potrebno je postaviti broj stupaca i redaka te željeni izgled u ovoj i u .css datoteci. Na isti način u tablicu su upisana pitanja u ovoj datoteci i u svim .php datotekama

za kreiranje sučelja, odnosno stranica s pitanjima o učestalosti, važnosti i riziku (Slika 4.11, Slika 4.12).

```
<table class="table table-bordered">
  <tr>
    <th rowspan="2" class="textcentered">
      <h4 class="text-bold">Uobičajene situacije</h4>Sljedeća pitanja predstavljaju
      uobičajene situacije u kojima se možete naći dok koristite računala i internet. <br>Molim vas pažljivo pročitajte pitanj
      i odaberite odgovor koji vas najbolje opisuje.
    </th>
    <th colspan="6" class="textcentered">
      <h4 class="text-bold">Učestalost</h4>
    </th>
  </tr>
  <tr>
    <th>nikad</th>
    <th>rijetko</th>
    <th>ponekad</th>
    <th>često</th>
    <th>uvijek</th>
    <th>nisam siguran/na</th>
  </tr>
</table>
```

Slika 4.8 Kreiranje tablice

Nakon odgovaranja na sva pitanja ankete, korisniku se otvori posljednja stranica ankete, kraj.php sa zahvalom za ispunjavanje ankete. Na svakoj stranici ankete je onemogućen gumb za sljedeću stranicu dok korisnik ne odgovori na sva postavljena pitanja. Na slici 4.8 nalazi se dio koda, odnosno skripta koja odrađuje provjeru ispunjenosti određene stranice ankete kako bi se moglo pristupiti sljedećoj stranici ankete.

```

<script>
var radios = document.querySelectorAll('input[type=radio]');
let rows = {
  r1: false,
  r2: false,
  r3: false,
  r4: false,
  r5: false
}

function changeHandler(event) {
  rows['r' + this.name.slice(-1)] = true
  if (rows.r1 && rows.r2 && rows.r3 && rows.r4 && rows.r5) {
    document.getElementById('submit').removeAttribute('disabled')
  }
}

Array.prototype.forEach.call(radios, function(radio) {
  radio.addEventListener('change', changeHandler);
});
</script>

```

Slika 4.9 Skripta za provjeru odgovorenosti

Učestalost vašeg ponašanja

Uobičajene situacije	Učestalost					
	nikad	rijetko	ponekad	često	uvijek	nisam siguran/na
1. Koliko često posuđujete pristupne podatke za Vašu e-poštu (korisničko ime i lozinka) prijateljima ili rođacima?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Koliko često posuđujete Vaše privatne debitne ili kreditne kartice zajedno s pripadajućim PIN-om?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Koliko često otkrivete Vaš PIN (ne skrivajući ga ili izgovarajući ga naglas) prilikom plaćanja karticom?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Koliko često dajete lozinku Vaše e-pošte drugima?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

[Sjedeća stranica](#)

Slika 4.10 Sučelje druge stranice ankete (učestalost)

Važnost vašeg ponašanja

Uobičajene situacije Sljedeća pitanja predstavljaju uobičajene situacije u kojima se možete naći dok koristite računala i internet. Molim vas pažljivo pročitajte pitanja i odaberite odgovor koji vas najbolje opisuje.	Važnost				
	nije važno	donekle važno	nisam siguran/na	važno	jako važno
1. Koliko je važno održavanje zaštite na Vašoj računalnoj opremi, prijenosnom računalu i pametnom telefonu (npr. povremeno ažuriranje antispyware programa i antivirusnih softvera)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Koliko je važno odjavljivanje sa različitih informacijskih sustav nakon završetka rada (npr. s društvenih mreža, e-pošte, vašeg prijenosnog računala i sl.)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Koliko je važno provjeravanje prijenosnih medija (npr. CD/DVD, USB memorija i sl.) od virusa prije uporabe?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Koliko je važno povremeno mijenjanje starih lozinki, barem za usluge, programe i sustave koje učestalo koristite?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Sljedeća stranica

Slika 4.11 Sučelje treće stranice ankete (važnost)

Rizik vašeg ponašanja

Uobičajene situacije Sljedeća pitanja predstavljaju uobičajene situacije u kojima se možete naći dok koristite računala i internet. Molim vas pažljivo pročitajte pitanja i odaberite odgovor koji vas najbolje opisuje.	Rizik				
	nema rizika	donekle rizično	nisam siguran/na	rizično	jako rizično
1. Koliko je rizična krađa Vašeg identiteta na Internetu (npr. putem internet bankarstva, Facebooka, e-pošte)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Koliko je rizična krađa novca s Vašeg bankovnog računa prilikom korištenja mobilnog ili internet bankarstva?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Koliko je rizično hakiranje Vašeg osobnog računala, prijenosnog računala ili pametnog telefona?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Koliko je rizičan gubitak Vaših privatnih fotografija ili video uradaka?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Koliko je rizična zlouporaba Vaše kreditne ili debitne kartice?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Sljedeća stranica

Slika 4.12 Sučelje četvrte stranice ankete (rizik)

Nakon što su svi odgovori na pitanja spremljeni, pomoću datoteke izracun.php (Slika 4.9) dobivaju se konačni rezultati istraživanja, odnosno podaci iz baze podataka. Unesene vrijednosti pretvorene su u realne brojeve kako bi se mogli odraditi izračuni. Rezultati tih izračuna su opisani u sljedećem poglavlju.

```
<?php
include 'init.php';
$result = mysqli_query($con, "SELECT * FROM `diplomski` WHERE `SID` = '" . $_GET['osoba'] . "'");
$fetchData = $result->fetch_assoc();
$firstAvg = (floatval($fetchData['p1']) + floatval($fetchData['p2'])
    + floatval($fetchData['p3']) + floatval($fetchData['p4'])) / 4;
$secondAvg = (floatval($fetchData['p5']) + floatval($fetchData['p6'])
    + floatval($fetchData['p7']) + floatval($fetchData['p8'])) / 4;
$thirdAvg = (floatval($fetchData['p9']) + floatval($fetchData['p10'])
    + floatval($fetchData['p11']) + floatval($fetchData['p12'])
    + floatval($fetchData['p13'])) / 5;
$total = ($firstAvg + $secondAvg + $thirdAvg) / 3;
echo number_format($total, 2);
```

Slika 4.13 Datoteka izracun.php

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Anketa je ispitana na studentima druge godine diplomskog studija računarstva na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija. Nakon popunjavanja ankete, podaci su obrađeni. Ispitanici su odgovarali na trinaest pitanja razvrstanih u tri kategorije: učestalost, važnost i rizičnost. Za analizu je uzeta u obzir nesigurnost pri odgovaranju. Na slici 5.1 prikazani su odgovori spremljeni u bazu podataka.

	sID	1	spol	dob	godina	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	1	0		23	6	1	2	1	1	2	4	2	4	4	2	2	2	4
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	2	0		24	6	4	3	2	3	4	5	2	2	2	5	4	4	2
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	3	0		23	6	2	2	3	2	5	2	4	1	2	4	4	4	4
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	4	0		25	6	2	4	1	2	4	4	2	1	3	4	4	2	3
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	5	0		24	6	4	4	1	2	4	4	3	2	3	2	2	1	2

Slika 5.1 Odgovori u bazi podataka

Na odgovorima pet korisnika u tablici 5.1. prikazana je distribucija skupne ocjene osnovnog atributa prve kategorije, odnosno odgovore na pitanja o učestalosti. Ocjene su označene brojevima od jedan do pet te predstavljaju odgovore nikad, često, nisam siguran/na, ponekad i uvijek.

Tablica 5.1 Distribucija ocjena prve kategorije pitanja

DISTRIBUCIJA OCJENE	KORISNIK 1	KORISNIK 2	KORISNIK 3	KORISNIK 4	KORISNIK 5
1(0.2), 2(0.4), 4(0.4)	1	4	2	2	4
2(0.4), 3(0.2), 4(0.4)	2	3	2	4	4
1(0.6), 2(0.2), 3(0.2)	1	2	3	1	1
1(0.2), 2(0.6), 3(0.2)	1	3	2	2	2

U tablici 5.1. je prikazana je analiza odgovora na pojedina pitanja, u obzir su uzeti odgovori svih studenata. Iz rezultata analize odgovora na pojedina pitanja može se zaključiti da je najgori rezultat ostvarilo pitanje broj 3, na koje je većina odgovorila malim ocjenama što znači da nisu svjesni rizika takvog ponašanja. Ispitanici su najsvjesniji rizika koji donosi neodržavanje zaštite na računalnoj opremi, prijenosnom računalu i pametnom telefonu (5. pitanje) i važnosti odjavljivanja s različitih informacijskih sustava nakon završetka rada (6. pitanje).

Tablica 5.2 Rezultati analize odgovora na pojedina pitanja

PITANJE	REZULTAT
1. Koliko često posuđujete pristupne podatke za Vašu e-poštu (korisničko ime i lozinka) prijateljima ili rođacima?	2.6
2. Koliko često posuđujete Vaše privatne debitne ili kreditne kartice zajedno s pripadajućim PIN-om?	3.0
3. Koliko često otkrivete Vaš PIN (ne skrivajući ga ili izgovarajući ga naglas) prilikom plaćanja karticom?	1.6
4. Koliko često dajete lozinku Vaše e-pošte drugima?	2.0
5. Koliko je važno održavanje zaštite na Vašoj računalnoj opremi, prijenosnom računalu i pametnom telefonu (npr. povremeno ažuriranje antispyware programa i antivirusnih softvera)?	3.8
6. Koliko je važno odjavljivanje sa različitih informacijskih sustav nakon završetka rada (npr. s društvenih mreža, e-pošte, vašeg prijenosnog računala i sl.)?	3.8
7. Koliko je važno provjeravanje prijenosnih medija (npr. CD/DVD, USB memorija i sl.) od virusa prije uporabe?	2.6
8. Koliko je važno povremeno mijenjanje starih lozinki, barem za usluge, programe i sustave koje učestalo koristite?	2.0

9. Koliko je rizična krađa Vašeg identiteta na Internetu (npr. putem internet bankarstva, Facebooka, e-pošte)?	2.8
10. Koliko je rizična krađa novca s Vašeg bankovnog računa prilikom korištenja mobilnog ili internet bankarstva?	3.4
11. Koliko je rizično hakiranje Vašeg osobnog računala, prijenosnog računala ili pametnog telefona?	3.2
12. Koliko je rizičan gubitak Vaših privatnih fotografija ili video uradaka?	2.6
13. Koliko je rizična zlouporaba Vaše kreditne ili debitne kartice?	3.0

U tablici 5.2. prikazana je analiza odgovora svih studenata. Prvi student nije imao nesigurnosti u svom odgovaranju, odnosno ona iznosi 0%. Taj student je ostvario ukupnu ocjenu 2.35 koja je ujedno i najgora ocjena u ovom istraživanju. Drugi student je ostvario najbolju ocjenu koja iznosi 3.22 te također nije imao nesigurnosti u svom odgovaranju. Treći student je ostvario ocjenu od 2.95 i nije imao nesigurnosti u odgovorima. Četvrti student u kategoriji rizičnosti nije odgovorio na dva pitanja, što znači da je njegova nesigurnost u toj kategoriji 40%, odnosno da ukupna nesigurnost iznosi 13.33%. Taj student je ostvario rezultat od 2.73. Posljednji student je u kategoriji važnosti imao jedno neodgovoreno pitanje što znači da nesigurnost iznosi 25%, a u kategoriji rizičnost također nije odgovorio na jedno pitanje, ali ta nesigurnost iznosi 20% zbog većeg broja pitanja. Ukupna nesigurnost posljednjeg studenta je 15% i ostvario je rezultat 2.67.

Tablica 5.3 Rezultati istraživanja

STUDENTI	Student 1	Student 2	Student 3	Student 4	Student 5	Ocjena po kategoriji
Učestalost:	1.25	3	2.25	2.25	2.75	2.3
Važnost:	3	3.25	3	2.75	3.25	3.05

Rizičnost:	2.8	3.4	3.6	3.2	2	3.0
Ukupna ocjena:	2.35	3.22	2.95	2.73	2.67	

U tablici 5.3. prikazana je usporedba metode evidencijskog zaključivanja i statističke metode. Iz rezultata se može zaključiti da su vrijednosti vrlo slične, ali da su u slučaju metode evidencijskog zaključivanja rezultati precizniji.

Tablica 5.4 Usporedba

	PROCJENA RIZIČNOSTI
STATISTIČKA METODA	{(loše, 0.1231), (dovoljno, 0.3846), (prosječno, 0.1078), (vrlo dobro, 0.3385), (izvrsno, 0.0462)}
METODA EVIDENCIJSKOG ZAKLJUČIVANJA	{(loše, 0.1134), (dovoljno, 0.3996), (prosječno, 0.0982), (vrlo dobro, 0.3485), (izvrsno, 0.0403)}

6. ZAKLJUČAK

Korištenjem algoritma evidencijskog zaključivanja odrađena je analiza odgovora anketiranih ispitanika. U anketi postoji sveukupno trinaest pitanja koja su raspoređena u tri kategorije: učestalost, važnost i rizičnost. Svaka kategorija sadrži primjerene odgovore na ta pitanja između kojih ispitanik odabire. Za prikupljanje odgovora izrađena je web aplikacija koja je ponuđena određenoj grupi ljudi, u ovom slučaju studentima. Prema rezultatima se može zaključiti da su studenti osrednje upoznati s problemima sigurnosti te da je potrebno poduzeti određene korake kako bi se studenti bolje upoznali sa sigurnošću ICT sustava.

Za kreiranje web aplikacije korišten je Visual Studio Code uređivač izvornog koda, programski jezik PHP, MySQL baza podataka te HTML i CSS. Ispitana je funkcionalnost web aplikacije i prikazana njena ispravnost rješavanjem ankete i analizom odgovora.

LITERATURA

- [1] Q. Hu, T. Dinev, *Is spyware an Internet Nuisance or Public Menace?*, Communications of the ACM, Vol. 48, No. 8, str. 61-65, 2005.
- [2] R. LaRose, N. J. Rifon, R. Enbody, *Promoting Personal Responsibility for Internet Safety*, ?, Communications of the ACM, Vol. 51, No. 3, str. 71-76, 2008.
- [3] *O socijalnom inženjeringu*, https://www.cert.hr/socijalni_inzenjering/
- [4] *Zakon o informacijskoj sigurnosti*, Osnovne odredbe, Hrvatski sabor, 2007.
- [5] *ISO/IEC 2700 series of standards*, <http://www.27000.org/>
- [6] *ENISA agency*, <https://www.enisa.europa.eu/about-enisa>
- [7] *Croatian CERT*, <https://www.cert.hr/>
- [8] S. Fenz, *AURUM: A Framework for Information Security Risk Management*, Proc of the 42nd Hawaii International Conference on System Sciences, 2009.
- [9] M.S. Lund, B. Solhaug, K. Stolen, *Model-Driven Risk Analysis: the CORAS approach*, Springer-Verlag, 2011.
- [10] A.A. Gamal, I. Sultan Elrasheed, A. Noraziah, I. Norafida, A.H Beg., *Multi-Objectives Model to Process Security Risk Assessment Based on AHP-PSO*, Modern Applied Science Vol. 5. No. 3, str. 246-250, 2011.
- [11] J.Yang, D.Xu, X.Xie, A.K.Maddulapalli, *Evidence theory and multiple criteria decision analysis the evidential reasoning approach*, Proceedings of The 2010 Workshop on the Theory of Belief Functions, 2010.
- [11] L.Xu, J.Yang, *Introduction to multi-criteria decision making and the evidential reasoning approach*, Manchester School of Management, 2001.
- [12] A.P. Dempster, *Upper and lower probabilities induced by a multivalued mapping*, Ann Math Stat, Vol. 38, p.p. 325–339, 1967.
- [13] G. Shafer, *A mathematical theory of evidence*, Princeton University Press, New Jersey, 1976.

[14] M. Zhou, X.B. Liu, L.B. Yang, *Evidential Reasoning-Based Nonlinear Programming Model for MCDA Under Fuzzy Weights and Utilities*, International Journal of Intelligent Systems, Vol. 25, str. 31-58. 2010.

[15] Z.J. Zhang, J.B. Yang, D.L. Xu, *A hierarchical analysis model for multiobjective decision making*, Analysis, Design and Evaluation of Man-Machine Systems, Pergamon, Oxford. UK, str. 13-18. 1990.

[16] K. Šolić, *Model za procjenu razine sigurnosti računalnog sustava zasnovan na ontologiji i algoritmu za evidencijsko zaključivanje*, doktorska disertacija, str. 23-38, Osijek, 2013.

[17] Yang J.B, Xu D.L., *On the Evidential Reasoning Algorithm for Multiple Attribute Decision Analysis Under Uncertainty*, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics - part A: Systems and Humans, Vol. 32, No. 3, str. 289-304, 2002.

[18] Yang J.B., Singh M.G., *An evidential reasoning approach for multiple attribute decision making with uncertainty*, IEEE Trans Syst Man Cybern, Vol. 24, No. 1, str. 1-18, 1994.

SAŽETAK

U ovom radu opisan je problem sigurnosti korisnika ICT sustava i navedena su neka od postojećih rješenja problema sigurnosti. Detaljno je opisan algoritam za evidencijsko zaključivanje i primjena tog algoritma na korisnika. Izrađena je anketa u obliku web aplikacije pomoću koje se prikupljaju podaci. Podaci su odgovori na trinaest postavljenih pitanja podijeljenih u tri grupe, učestalost, važnost i rizik. Dobiveni podaci obrađeni su algoritmom evidencijskog zaključivanja i međusobno uspoređeni.

Ključne riječi: algoritam, anketa, evidencijsko zaključivanje, ICT sustav, JavaScript, PHP

ABSTRACT

Application of Evidential Reasoning Algorithm for Evaluating ICT Users Behaviour

In this paper, the security problem of ICT system users is described and some of the existing solutions to the security problem are listed. The algorithm for evidential reasoning and the application of that algorithm to the user are described in detail. A survey was created in the form of a web application, which is used to collect data. The data consists of answers to thirteen questions divided into three groups, frequency, importance and risk. The obtained data was processed with the algorithm for evidential reasoning.

Keywords: algorithm, survey, evidential reasoning, ICT system, JavaScript, PHP

POPIS SLIKA

Slika 3.1 Hijerarhijska struktura atributa.....	6
Slika 4.1 Dio datoteke .css.....	17
Slika 4.2 Sučelje XAMPP-a.....	18
Slika 4.3 Povezivanje na bazu podataka.....	19
Slika 4.4 Kreiranje elemenata tablice	19
Slika 4.5 PHP skripta index.php datoteke.....	20
Slika 4.6 Kreiranje sučelja pitanja u HTML-u	21
Slika 4.7 Sučelje prve stranice ankete (opći podaci)	21
Slika 4.8 Kreiranje tablice	22
Slika 4.9 Skripta za provjeru odgovorenosti.....	23
Slika 4.10 Sučelje druge stranice ankete (učestalost).....	23
Slika 4.11 Sučelje treće stranice ankete (važnost).....	24
Slika 4.12 Sučelje četvrte stranice ankete (rizik).....	24
Slika 4.13 Datoteka izracun.php.....	25
Slika 5.1 Odgovori u bazi podataka.....	26

POPIS TABLICA

Tablica 3.1 Formiranje ocjene osnovnog atributa korisnika	14
Tablica 5.1 Distribucija ocjena prve kategorije pitanja.....	26
Tablica 5.2 Rezultati analize odgovora na pojedina pitanja.....	27
Tablica 5.3 Rezultati istraživanja	28
Tablica 5.4 Usporedba.....	29