

Branko Radoš 0036481316 PA01	FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA SVEUČILIŠTA U ZAGREBU Zavod za automatiku i računalno inženjerstvo	7.4.2016
	Alarmni sustavi	
	Analiza ugroženosti pomoću EASI modela 2. labarataorijska vježba	

1. Uvod

Jedan od koraka u postupku dizajna i izvedbe sustava fizicke zaštite je analiza i procjena čitavog sustava. U tom koraku ključan utjecaj imaju modeli za kvantitativnu analizu vjerojatnosti sprečavanja prijetnje. Od niza modela analizirat ćemo najjednostavniji, EASI, koji je temelj u analizi složenijih modela. EASI (eng. Estimate of Adversary Sequence Interruption) je jednostavan model za procjenu fizičkog sustava zaštite duž jedne specifične staze napadača. Ulazi u model su:

- vjerojatnost komunikacije zaštitarske službe PC
- vrijeme reakcije zaštitarske službe TG i standardna devijacija tog vremena σ_{TG}
- vremena zadržavanja napadaca na svakoj prepreci duž puta τ_i i standardna devijacija svakog vremena σ_{τ_i} ,
- vjerojatnost detekcije na svakoj prepreci duž puta P_d
- varijabla $L_i \in \{0,1,2\}$, koja definira smještaj senzora na prepreci

Na temelju tih podataka EASI računa vjerojatnost zaustavljanja napadača P_i . Vjerojatnost komunikacije zaštitarske službe predstavlja vjerojatnost dojava alarma zaštitarskoj službi. Vrijeme reakcije zaštitarske službe TG je vrijeme od detekcije na senzoru do zaustavljanja napadaca. Sastoji se od:

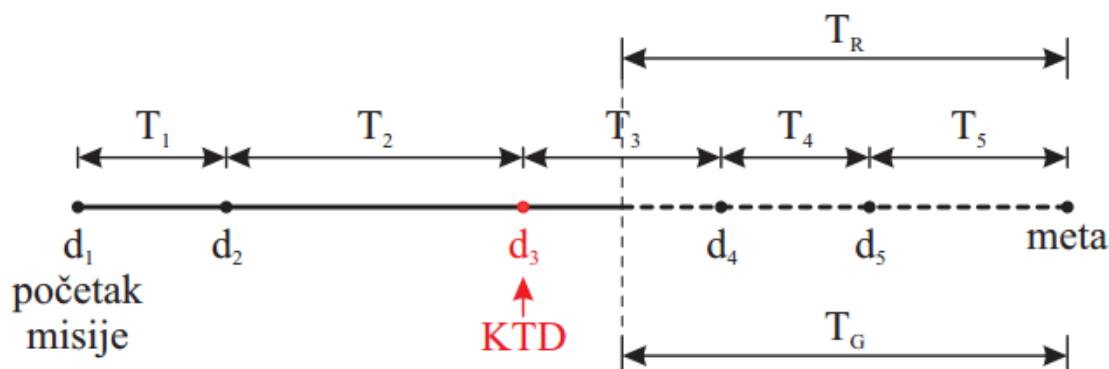
- vremena prijenosa alarma od senzora do središnjeg sustava za analizu
- vremena obrade alarma (procjena)
- vremena komunikacije prema zaštitarima
- vremena pripreme zaštitara
- vremena putovanja zaštitara
- vremena raspoređivanja zaštitara i sprečavanje napadača

Vrijeme zadržavanja napadača je ukupno vrijeme koje je napadačima potrebno da uspješno savladaju neku točku detekcije (provala brave, rušenje zida, provala u trezor, ...) ili da prije dođu do određene segmenta staze (prolaz kroz unutarnje dvorište, putovanje liftom, prolaz tunela, ...). Vjerojatnost detekcije PD je produkt vjerojatnosti da će senzor detektirati neku nenormalnu aktivnost P_s , vjerojatnosti da će ta informacija doći do centra za procjenu P_t i vjerojatnosti da će biti dobro obrađena P_a . U EASI se unosi samo vjerojatnost P_d . Sva vremena koja ulaze u EASI model sadrže srednju vrijednost i standardnu devijaciju. Do tih vremena dolazi se neposrednim mjerenjem i statističkom analizom. Ako analitičar nije u mogućnosti provesti dovoljno mjerenja za određivanje statistički značajne standardne devijacije, može se za vrijednost standardne devijacije uzeti 30% od srednje vrijednosti pojedinog vremena zadržavanja. Pretpostavlja se da su sva vremena raspodijeljena prema normalnoj (Gaussovoj) razdiobi. Funkcija vjerojatnosti normalne razdiobe neke slučajne i kontinuirane varijable X dana je izrazom:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}};$$

gdje su: $\mu, \sigma > 0$ proizvoljne konstante. $E(X) = \mu$ je srednja ili očekivana vrijednost varijable X , a σ je standardna devijacija. Kvadrat standardne devijacije naziva se varijanca $\text{Var}(X) = \sigma^2$. Vjerojatnost alarma definira se kao:

$$P(A) = P_d \cdot P_c$$



Slika 1: Staza napadača

Ako se s T_r oznaci vrijeme preostalo napadaču da stigne do mete nakon aktivacije nekog senzora, tada da bi napadač bio uspješno zaustavljen mora vrijediti (slika 1.)

$$T_r - T_g > 0$$

Posebno važnu ulogu ima položaj kritične točke detekcije na stazi napadača. To je točka detekcije na stazi neposredno prije nego što vrijedi $T_r = T_g$, tj. nakon nje svaka detekcija napadaca neće rezultirati njegovim sprečavanjem. Projektant mora maksimalno povećati vjerojatnost detekcije do te točke i maksimalno povećati vrijeme zadržavanja napadača nakon kritične točke detekcije. Uz pretpostavku normalne razdiobe vremena T_r i T_g i njihove nezavisnosti definiramo slučajnu varijablu

$$X = T_R - T_G,$$

Čija je srednja vrijednost

$$\mu_X = E(T_R - T_G) = E(T_R) - E(T_G),$$

a standardna devijacija

$$\sigma_X = \sqrt{\sigma_{T_R}^2 + \sigma_{T_G}^2}.$$

Vec je spomenuto da EASI računa vjerojatnost prekida akcije napadača duž jedne staze. EASI računa srednju vrijednost i varijancu vremena T_r u svakoj točki staze u odnosu na zadnju točku (metu). Vremena potrebna za savladavanje prepreka i put između prepreka ovise o karakteristikama napadača (opremljenost, znanje i sl.). Uzimajući tu činjenicu u obzir srednja vrijednost vremena T_R u nekoj točki i jednaka je:

$$\mu_{T_{R_i}} = E(T_{R_i}) = E(T_i) \cdot \frac{L_i}{2} + \sum_{j=i+1}^n E(T_j),$$

gdje je

$$L_i = \begin{cases} 2 & \text{ako do detekcije dolazi prije savladavanja prepreke,} \\ 1 & \text{ako do detekcije dolazi tijekom savladavanja prepreke,} \\ 0 & \text{ako do detekcije dolazi nakon savladavanja prepreke.} \end{cases}$$

Uz pretpostavku da su svi zadaci nezavisni standardna devijacija vremena TR u točki i u odnosu na posljednju točku jednaka je

$$\sigma_{TR_i} = \sqrt{\sigma_{T_i}^2 \cdot \left(\frac{L_i}{2}\right)^2 + \sum_{j=i+1}^n \sigma_{T_j}^2}.$$

Na temelju prethodnih podataka EASI računa vjerojatnost prekida akcije napadača P_i za jednu određenu stazu prema izrazu:

$$P_I = P(A_1)P_{R_1} + \sum_{i=2}^n P(A_i)P_{R_i} \prod_{j=1}^{i-1} (1 - P(A_j)),$$

gdje je:

n - broj prepreka koje napadac mora savladati

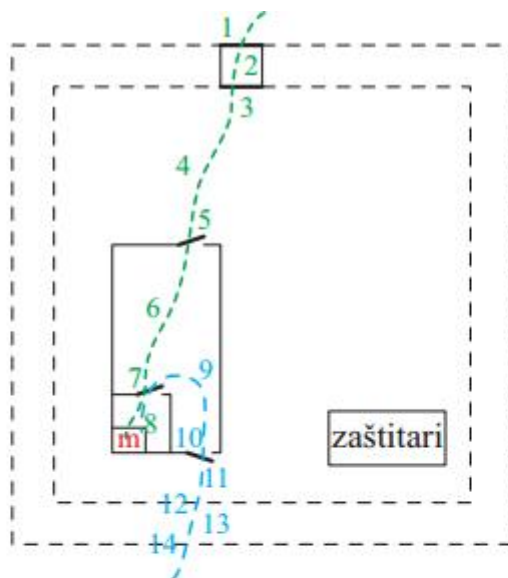
P_i vjerojatnost pravovremene reakcije zaštitara, tj. vjerojatnost da je $T_{Ri} - T_g > 0$

Vjerojatnost P_i jednaka je:

$$P_{R_i} = P(T_{R_i} - T_G > 0) = \int_0^{\infty} \frac{1}{\sigma_X \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu_X)^2}{2\sigma_X^2}} dx.$$

2. Analiza problema

Zadatak 1. Na slici 1 nalazi se shema zamišljenog postrojenja. Jedna od mogućih staza napadača, koju ćemo analizirati, označena je zelenom isprekidanom crtom. Brojevi označavaju prepreke koje napadači moraju uspješno savladati da bi došli do mete. Napadači moraju proći ulazni portal za osoblje, zatim prijeći dvorište, ući u glavnu zgradu, proći zgradom do sobe s metom i sabotirati metu. Sve akcije i pripadne vjerojatnosti detekcije i vremena zadržavanja prikazani su u tablici 1



Slika 1: Shema postrojenja

Rb	Prepreka	P_D	μ_{T_i}	σ_{T_i}	L_i
1.	prva ulazna vrata	0	12	4	2
2.	provjera isprava	0.4	10	3	0
3.	druga ulazna vrata	0	12	4	2
4.	put kroz dvorište	0	40	12	2
5.	prva unutarnja vrata	0.9	60	18	2
6.	put kroz zgradu	0	35	9	2
7.	druga unutarnja vrata	0.9	60	18	2
8.	sabotaža mete	0	150	45	2

Tablica 1: Inicijalni podaci

Vrijeme reakcije zaštitarske službe T_g iznosi 300 sekundi, standardna devijacija tog vremena 90 sekundi, a vjerojatnost komunikacije zaštitarske službe 0.95.

Potrebno je odrediti kritičnu točku i vjerojatnost uspješne dolaska zaštitarske službe također kako promijenom različitih parametara povećavamo odnosno smanjujemo vjerojatnost uspješnog dolaska na mjesto zločina tako da smo ih podijelili u dvije grupe prepreke prije i poslije kritične točke.

Zadatak 2.

Zamislite da misija napadaca nije sabotaza mete nego krađa vrijednog prototipa (plava isprekidana - crta na slici 1). Nadogradite sustav iz a) dijela prvog zadatka prema podacima u tablici 2.

Rb	Prepreka	P_D	μ_{T_i}	σ_{T_i}	L_i
9.	bijeg iz zgrade	0	15	4.5	2
10.	izlazna vrata	0.9	0	0	2
11.	put do ograde	0	30	9	2
12.	prva ograda	0	10	3	2
13.	izolacijska zona	0.9	15	4	2
14.	druga ograda	0	10	3	2

Tablica 2: Dodatni podaci za slučaj krađe

Isti zadatci samo sa dodatnih 6 prepreka.

3. Eksperimentalni rezultati

	Pri	Kritična točka
prvi zadatak	0.5582	5
$P(\text{Prva ulazna vrata})=0.9$	0.7427	
$P(\text{put kroz zgradu})=0.9$	0.5685	
$T(\text{na putu kroz dvoriste})=100s$, $s(\text{na putu kroz dvoriste})=30$	0.6164	
$T(\text{sabotaza mete})=210s$, $s(\text{sabotaza mete})=63$	0.7327	
$T_g=180$ stg=54	0.879	
$T_g=360s$ stg=108	0.3656	
$P(\text{provjera ispravnosti})=0.9$, $T(\text{vrata})=90s$ $s(\text{vrata})=27$ $T(\text{sabotaza})=240s$, $s(\text{sabotaze})=72$	0.9674	7
$P_c 0.8$	0.5062	
$P_c 0.6$	0.4183	
$L(\text{druga ulazna vrata})=0$	0.5582	
$L(\text{prva unutrašnja vrata})=0$	0.4399	
$L(\text{druga unutrašnja vrata})=0$	0.5489	
Drugi zadatak	0.798	6

Uspoređujemo vjerojatnosti $P(\text{prva ulazna vrata})$ (prije kritične točke) i $P(\text{put kroz zgradu})$ (poslije kritične točke) vidimo da oba povećavaju vjerojatnost ali $P(\text{prva ulazna vrata})$ ga znatno povećava što je i očekivano što ga prije detektiramo dajemo više vremena zaštitarskoj službi (u slučaju gužvi na cesti ili nekom neočekivanom događaju). Povećavajući vrijeme detekcije $T(\text{na putu kroz dvoriste})=100s$, $s(\text{na putu kroz dvoriste})=30$ (prije kritične točke) i u drugom primjeru $T(\text{sabotaza mete})=210s$, $s(\text{sabotaza mete})=63$ (poslije kritične točke) vidimo da oba poboljšavaju naše izgleda s time da $T(\text{na putu kroz dvoriste})=100s$, $s(\text{na putu kroz dvoriste})=30$ znatno što je i očekivano jer kritičnu točku pomičemo u desno gledajući Sliku 1. (prem cilju sabotaze) odnosno povećali smo vrijeme napadačke aktivnosti a bitne prepreke (prepreke koje „kupuju“ vrijeme zaštitarskoj službi) pojačali (zadali mu teži posao). povećanje odnosno smanjenje vremena reakcije zaštitarske službe jedan je od glavnih faktora gdje i sitna promjena puno znači na povećanju odnosno smanjenju vjerojatnosti uspješne intervencije. Zato ako hoćemo povećati vjerojatnost prioritet nam je smanjenje vremena intervencije zaštitarske službe (traženje najbliže, a dovoljno kvalitetne zaštitarske službe blizu objekta štice), jer povećavši vremena za svaku prepreku za znatan iznos nema takav koristan efekt kakav ima trunaka smanjenja vremena intervencije zaštitara. Promjenom parametara $P(\text{provjera ispravnosti})=0.9$, $T(\text{vrata})=90s$ $s(\text{vrata})=27$ $T(\text{sabotaza})=240s$, $s(\text{sabotaze})=72$, uspjeli smo kritičnu točku translirati za jednu prepreku u desno na povećanje vjerojatnosti sve prepreke imaju utjecaj s time da vremena vrata (koja se nalaze desno od kritične točke) i vrijeme sabotaze imaju znatan efekt povećanja odnosno povećanje vjerojatnosti uspješne detekcije na prepreci provjera ispravnosti (jer se nalazi lijevo od kritične točke), dok vrata koja se nalaze lijevo od kritične točke imaju minimalan efekt uspoređujući ga s ostalim efektima u ovom dijelu zadatka. Promjena vjerojatnosti uspješne komunikacije jedan je isto od bitnih parametara odnosno sekundarni parametar odmah iz T_g te pri pokušaju povećanja vjerojatnosti njega treba gledati ako nismo u stanju više poboljšati vrijeme T_g (reakcije zaštitarske službe). Promjenom $L(\text{druga ulazna vrata})=0$ ne gubimo s time nista jer ga nikad ta prepreka nije u stanju zapaziti. Smanjenjem $L(\text{prva unutrašnja vrata})=0$ odnosno $L(\text{druga unutrašnja vrata})=0$ malo smanjuju vjerojatnosti jer se prepreke nalaze iza kritične točke detekcije i ništa nam previše ne znači ako ga detektiramo kod prepreke prva unutrašnja vrata, a kamoli kod prepreke druga unutrašnja vrata jer to zaštitarskoj službi ne ostavlja nikakve izgleda u procesu hvatanja napadača ako kasno dođe alarmni signal u stanici.

Drugi zadatak više prepreka veća vjerojatnost s translacijom kritične točke u desno ali pošto su ima mala vremena zadržavanja imaju slab utjecaj na translaciju točke.

Kao primaran cilj na treba bit smanjenje vremena T_g , sekundarni povećanje P_c , tenarni povećanje ili vremena zadržavanja desno od kritične točke ili vremena detekcije lijevo od kritične točke.

Zaključak

U eksperimentu smo pokazali na koje bitne čimbenike treba obratiti pozornost ako želimo povećati vjerojatnost uspješnog dolaska zaštitarske službe tijekom napada na štićeni objekat. Pokazali smo lakoću rada sa EASI modelom odnosno njegove mane a to su analiza samo jednog puta napada ne znamo hoćemo li uspješno „obraniti objekat“, uzeti samo osnovni čimbenici u analizi, ali nam može biti odlična točka od koje možemo nastaviti nadograđivati naš model .

Literatura

Prilozi

```

Pc=input('Unesite iznos vjerojatnosti komunikacije zastitarske sluzbe: Pc = ');
if((Pc<0) || (Pc>1))
    error('Niste unjeli pravilno vjerojatnost komunikacije zastitarske službe');
end
Tg=input('Unesite vrijeme reakcije zastitara: Tg = ');
if(Tg<0)
    error('Niste unjeli pravilno vrijeme reakcije zaštitararske službe');
end
Stg=input('Unesite standardnu devijaciju vremena reakcije zastitara: Stg = ');
if((Stg<0) )
    error('Niste unjeli standardnu devijaciju vremena reakcije zastitara')
end
N=input('Unesite broj prepreka na putu: N = ');
if(N<0)
    error('Niste unjeli pravilno broj prepreka');
end

for i= 1:N
    fprintf('Unesite vrijednost za %d. prepreku \n',i);
    T(i)=input('T = ');
    if((T(i)<0))
        error('Niste unjeli pravilno vjerojatnost ');
    end
    St(i)=input('St=');
    if((St(i)<0) )
        error('Niste unijeli pravilno vjerojatnost ');
    end
    Pd(i)=input('Pd = ');
    if((Pd(i)<0) || (Pd(i)>1))
        error('Niste unijeli pravilno vjerojatnost ');
    end
    L(i)=input('L = ');

    if(~((L(i)==0) || (L(i)==1) || (L(i)==2)))
        error('Niste unjeli pravilno smještaj senzora na prepreci ');
    end
end

Pomocna_1=0;
for i=1:N
    for j=i+1:N
        Pomocna_1=Pomocna_1+T(j);
    end
    Tri(i)=T(i) * (L(i)/2)+Pomocna_1;
    Pomocna_1=0;
end
Pomocna_2=0;
for i=1:N
    for j=i+1:N
        Pomocna_2=Pomocna_2+(St(j))^2;
    end
    Stri(i)=sqrt(((St(i))^2) * ((L(i)/2)^2)+Pomocna_2+(Stg)^2);
    Pomocna_2=0;
end

```

```
for i=1:N
    Tui(i)=Tri(i)-Tg;
end

for i=1:N
    Pri(i)=0.5*(1-erf(-Tui(i)/(Stri(i)*sqrt(2))));
end

for i=1:N
    Pai(i)=Pd(i)*Pc;
end

Pomocna_4=0;
Pomocna_3=1;
for i=2:N
    for j=1:i-1
        Pomocna_3=Pomocna_3*(1-Pai(j));
    end
    Pomocna_4=Pomocna_4+Pai(i)*Pri(i)*Pomocna_3;
    Pomocna_3=1;
end

Pi=Pai(1)*Pri(1)+Pomocna_4;
```